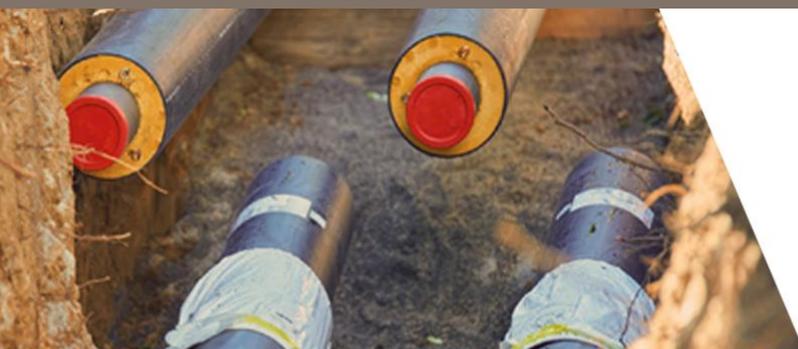




Énergie Série Technique  
Réf AMORCE ENT 42  
Mars 2021

## Guide méthodologique

# La récupération de chaleur fatale dans les collectivités



## PRÉSENTATION D'AMORCE

Rassemblant **près de 1000 adhérents**, AMORCE constitue **le premier réseau français d'information, de partage d'expériences et d'accompagnement des collectivités** (communes, intercommunalités, conseils départementaux, conseils régionaux) **et autres acteurs locaux** (entreprises, associations, fédérations professionnelles) en matière de **transition énergétique** (maîtrise de l'énergie, lutte contre la précarité énergétique, production et distribution d'énergies, planification), de **gestion territoriale des déchets** (planification, prévention, collecte, valorisation, traitement des déchets) et **d'eau et d'assainissement**.

**Force de proposition indépendante et interlocutrice privilégiée des pouvoirs publics (ministères, agences d'État) et du Parlement**, AMORCE est aujourd'hui la principale représentante des territoires engagés dans la transition énergétique et dans l'économie circulaire.

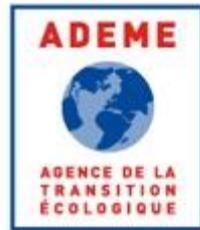
**Partenaire privilégiée des autres associations représentatives des collectivités, des fédérations professionnelles et des organisations non gouvernementales**, elle a joué un rôle majeur dans la défense des intérêts des acteurs locaux lors de l'élaboration de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte ou précédemment des lois relatives au Grenelle de l'environnement.

**Créée en 1987, elle est largement reconnue au niveau national pour sa représentativité, son indépendance et son expertise, qui lui valent d'obtenir régulièrement des avancées majeures** : TVA réduite sur les déchets et sur les réseaux de chaleur, création du Fonds Chaleur, éligibilité des collectivités aux certificats d'économie d'énergie, création de nouvelles filières de responsabilité élargie des producteurs, signalétique de tri sur les produits de grande consommation, généralisation des plans climat-énergie, obligation de rénovation des logements énergivores, réduction de la précarité énergétique, renforcement de la coordination des réseaux de distribution d'énergie, etc.



## PRÉSENTATION DE L'ADEME

Soutenu par



**A l'ADEME** - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, gaspillage alimentaire, déchets, sols, etc. - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

**L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.**

**Contact pour ce guide :** Elsa CHONY, Marina BOUCHER

### **ADEME**

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

Tel : 02 41 20 41 20

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr) - [@ademe](https://twitter.com/ademe)

AMORCE / ADEME – Février 2021

Guide réalisé en partenariat et avec le soutien technique et financier de l'ADEME

## PRÉSENTATION DU PROGRAMME RECUPERTE



UNIVERSITÉ  
LUMIÈRE  
LYON 2



ANR  
AGENCE  
NATIONALE  
DE LA  
RECHERCHE

La production de ce document s'inscrit dans le cadre du projet RECUPERTE financé par l'Agence Nationale de la Recherche. AMORCE est partenaire de ce projet, mené par une équipe de chercheurs du laboratoire Environnement Ville Société, sous la direction de Laurence Rocher (Université de Lyon 2).

Partant du constat que la **chaleur de récupération représente un potentiel important très largement sous-exploité**, l'hypothèse principale est que la rencontre entre ces ressources et leurs territoires se heurte à des **difficultés d'ordre organisationnel et cognitif** qu'il est nécessaire d'appréhender en tant que telles. En effet, la récupération de chaleur, sa distribution et son utilisation mettent en relation des acteurs et des organisations relevant de logiques et de secteurs éloignés

(les opérateurs de réseau de chauffage urbain, les collectivités locales et leurs services, les multiples industries et utilisateurs concernés par la production et/ou la consommation). Cela implique des circuits organisationnels, économiques sociaux et politiques spécifiques, mais non encore stabilisés, bien que des objectifs ambitieux aient été fixés par la LTECV 2015 et la PPE 2020 et que la question énergétique tend à s'imposer à l'agenda urbain.

L'objectif du programme est de **comprendre et de lever les freins à la territorialisation de cette ressource en s'attachant à ses spécificités socio-techniques** selon qu'elle est issue d'activités industrielles (chimie, pétrochimie, raffinerie, aciérie...) et tertiaires (data centres), des services urbains (déchets, eaux usées) et de la production énergétique (nucléaire). Le projet, d'une durée de 3 ans, est organisé en 5 tâches, dont trois sont consacrées à des études de terrain portant sur des cas réels de formes de récupération existantes, abandonnées ou en projet.

La recherche est menée par une équipe pluridisciplinaire de chercheur.e.s en urbanisme-aménagement, géographie, sciences de l'environnement et génie énergétique. Elle est accompagnée par un comité d'orientation composé d'experts du domaine et d'acteurs professionnels et territoriaux. Son objectif est triple. Sur le plan opérationnel, le projet RECUPERTE vise à **améliorer le développement d'un potentiel sous-utilisé** et pourtant crucial dans la décarbonation des sociétés urbaines. Du point de vue scientifique, ce projet mobilise les **méthodes et approches des sciences sociales pour l'analyse de processus de transitions énergétiques territoriales** qui impliquent des sources d'énergie particulièrement peu étudiées et se démarquent d'une approche « par filière ». Enfin, ce projet comporte une ambition pédagogique associant sciences du territoire et sciences de l'ingénieur pour **renforcer l'enseignement des questions énergétiques territoriales**.

L'équipe de recherche travaille en collaboration avec un comité d'orientation composé d'experts du domaine des réseaux de chaleur et/ou de froid : l'[Association AMORCE](#), le [Cerema](#), le [SNCU](#)<sup>1</sup>, les [Directions Régionales Hauts-de-France et Auvergne-Rhône-Alpes de l'ADEME](#) ainsi que plusieurs collectivités territoriales dont la [Métropole Européenne de Lille](#), la [Métropole du Grand Lyon](#) et la ville de [Rive de Gier](#).

<sup>1</sup> Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine

## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des collectivités et structures professionnelles ayant participé à notre travail, dont celles qui nous ont fait part de leurs retours d'expériences et qui nous ont fourni des documents pour illustrer cette publication. Nous remercions en particulier au sein des collectivités adhérentes au réseau AMORCE Caroline PRIEUR (Grand Lyon), Christophe MOREAU et Simon CHARRIER (Lorient Agglomération), Caroline LEFEVRE (Commune d'Oloron Sainte Marie), Corentin JANOTTO (CC du Haut-Béarn), Sébastien COLL (Aix Marseille Métropole), Mustapha L'HAOUA (Vienne Condrieu Agglomération), Hélène POIMBOEUF (Grenoble Alpes Métropole), Pierre-Yves BOCANDÉ (SMIRTOM SUD EST 35) pour les entretiens accordés.

Merci à Laurence ROCHER et Antoine FONTAINE, chercheurs pour le programme RECUPERTE ayant partagé leurs recherches ainsi que Emmanuel MARTINAIS et François DUCHÊNE pour leur visite guidée de la Vallée de la Chimie.

Merci à nos précieux interlocuteurs chez nos partenaires : Elsa CHONY (ADEME), Daniell CAPPE (ATEE), Hugo BELIN et Bérengère FORCET (FEDENE).

## RÉDACTEURS

**Guillaume PAGE**, [gpage@amorce.asso.fr](mailto:gpage@amorce.asso.fr)

**Comité de relecture** : Harold VANDENBERGHE, AMORCE ; Julie PURDUE, AMORCE ; Laurène DAGALLIER, AMORCE ; Joël RUFFY, AMORCE ; Elsa CHONY, ADEME ; Jean-Marc Piatek, ATEE Hélène POIMBOEUF, Grenoble Alpes Métropole ; Mustapha L'HAOUA, Vienne Condrieu Agglomération, Antoine FONTAINE, Université Lyon 2 ; Laurence ROCHER, Université Lyon 2

## ILLUSTRATIONS

Source des pictogrammes : [Freepik](#)

Source des photos : voir légendes associées

## MENTIONS LÉGALES

©AMORCE – Février 2021

Les propos tenus dans cette publication ne représentent que l'opinion de leurs auteurs et AMORCE n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues.

Reproduction interdite, en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite d'AMORCE.

Possibilité de faire état de cette publication en citant explicitement les références.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>11</b>
<b>1. La chaleur fatale en France .....</b>	<b>13</b>
1.1. Définition de la chaleur fatale .....	13
1.2. Le gisement de chaleur fatale.....	14
1.2.1. Le gisement en chiffres.....	14
1.2.2. Les sources de chaleur fatale.....	15
1.2.3. La valorisation de la chaleur fatale .....	18
1.3. La chaleur fatale pour la transition énergétique.....	19
<b>2. Le panorama des acteurs des projets de récupération de chaleur fatale.....</b>	<b>22</b>
2.1. Cartographie des acteurs impliqués au côté des collectivités.....	22
2.2. ADEME .....	24
2.2.1. Documents de référence de l'ADEME sur la chaleur fatale .....	24
2.2.2. Le mécanisme de subvention et le dérisquage des projets .....	24
2.2.3. Retours d'expériences .....	27
2.3. Les industriels émetteurs de chaleur fatale .....	27
2.4. Les associations locales d'animation de la filière énergie .....	28
<b>3. La chaleur fatale et la collectivité .....</b>	<b>29</b>
3.1. La chaleur fatale dans la planification énergétique .....	29
3.2. Quels objectifs se donner ? .....	30
3.2.1. Développer les connaissances.....	30
3.2.2. Valoriser les ressources en interne .....	31
3.2.3. Valoriser les ressources dans les réseaux urbains et de proximité .....	31
3.3. Le rôle des élus.....	31
<b>4. Comment mettre en place un projet de récupération de chaleur fatale sur votre territoire ?.....</b>	<b>33</b>
4.1. Inscription de la chaleur fatale dans les documents de planification énergétique .....	33
4.2. La caractérisation des gisements et l'identification du projet.....	34
4.3. Montage et validation du projet .....	35
4.4. Réalisation du projet .....	36
<b>5. Se repérer dans le contexte socio-économique de la récupération de chaleur fatale – les freins et bonnes pratiques .....</b>	<b>37</b>
5.1. Le cadre technique des projets de récupération.....	37
5.1.1. Connaissance de la source .....	37
5.1.2. Caractéristiques de la source .....	40
5.1.3. Géographie de la ressource .....	41
5.2. Le cadre administratif et la gouvernance des projets .....	42
5.2.1. Asymétrie des informations .....	42
5.2.2. La gouvernance exercée par la collectivité et la position stratégique des opérateurs énergétiques.....	43

5.2.3.	Contractualisation .....	45
<b>5.3.</b>	<b>L'attractivité économique de la valorisation de chaleur fatale .....</b>	<b>47</b>
5.3.1.	Concurrence des énergies fossiles .....	47
5.3.2.	Le subventionnement des projets de récupération de chaleur fatale .....	48
5.3.3.	Le temps de retour sur investissement.....	51
5.3.4.	Le dérisquage des projets : comment favoriser les investissements ? .....	52
<b>5.4.</b>	<b>L'appropriation du sujet par les collectivités et le dépassement des freins politiques</b>	
	<b>53</b>	
5.4.1.	Convaincre les entreprises et dépasser la culture du secret .....	53
5.4.2.	Une volonté politique essentielle .....	53
5.4.3.	-Rassembler les acteurs autour de projets territoriaux d'EIT .....	54
<b>6.</b>	<b>Deux retours d'expériences .....</b>	<b>56</b>
<b>6.1.</b>	<b>Récupération de chaleur fatale industrielle dans l'agglomération de Vienne Condrieu</b>	
	<b>– la valorisation dans un réseau de proximité .....</b>	<b>56</b>
6.1.1.	Description du projet.....	56
6.1.2.	Un projet s'inscrivant dans les démarches territoriales de maîtrise de l'énergie .....	57
6.1.3.	Une opportunité pour l'industriel.....	58
<b>6.2.</b>	<b>Récupération de chaleur fatale dans la Vallée de la Chimie à Lyon – exemple d'un</b>	
	<b>grand projet.....</b>	<b>60</b>
6.2.1.	La Vallée de la Chimie et les premières études d'identification de la chaleur fatale industrielle .	60
6.2.2.	La production d'énergie dans la Vallée .....	61
6.2.3.	Le projet Feeder .....	62
6.2.4.	Les réussites d'un processus long et complexe .....	63
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>64</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>65</b>
	<b>Annexes.....</b>	<b>67</b>
	<b>Annexe 1 Quelques exemples de projets de récupération de chaleur fatale ayant obtenu</b>	
	<b>une subvention Fonds chaleur .....</b>	<b>67</b>
	<b>Annexe 2 Le cas historique de la Communauté urbaine de Dunkerque.....</b>	<b>68</b>
	<b>Annexe 3 Interactions entre les documents d'urbanisme et de planification énergétique</b>	<b>70</b>
	<b>Annexe 4 Structures répondantes à l'enquête.....</b>	<b>71</b>
	<b>Annexe 5 L'étude de la chaleur fatale à l'échelle européenne.....</b>	<b>72</b>
	<b>Annexe 6 Récapitulatif des technologies de stockage de chaleur.....</b>	<b>73</b>
	<b>Annexe 7 Évolution du prix du gaz.....</b>	<b>74</b>

## Table des illustrations

•	Figure 1 : Schéma simplifié du processus de récupération et valorisation de chaleur fatale .....	11
•	Figure 2 : Répartition de la consommation de chaleur sur un site industriel [2] .....	13
•	Figure 3 : Gisements de chaleur fatale en France par secteur industriel ainsi que pour les 3 autres activités non industrielles étudiées [2] .....	14
•	Figure 4 : Usages de l'énergie en France ( <i>Données SOeS 2018, hypothèses PPE, calcul AMORCE</i> ).....	14
•	Figure 5 : Types de rejets de chaleur fatale [2] .....	16
•	Figure 6 : Type de rejets de chaleur fatale selon leur niveau de température [2] .....	17
•	Figure 7 : Les modes de valorisation de la chaleur fatale [2] .....	18
•	Figure 8 : Les étapes de la démarche EnR'Choix .....	20
•	Figure 9 : Cartographie des acteurs des projets de récupération de chaleur fatale.....	23
•	Figure 10 : Articulation des documents de planification énergétique [17] .....	29
•	Figure 11 : Contenu et déroulement de la rédaction d'une étude territoriale de connaissance des potentiels de récupération de chaleur fatale sur un territoire .....	34
•	Figure 12 : Phases de montage d'un projet de récupération de chaleur fatale .....	35
•	Figure 13 : Différentes phases d'accompagnement d'un industriel dans la mise en place d'une stratégie d'efficacité énergétique (Source CETIAT) .....	39
•	Figure 14 : Mode de gestion des réseaux de chaleur en France en 2018 (Source SNCU [21]).....	46
•	Figure 15 : Bouquet énergétique (en énergie entrante) des réseaux de chaleur en 2018 (Source SNCU) .....	47
•	Figure 16 : Articulation CEE et Fonds chaleur pour les projets de récupération de chaleur fatale (source : ADEME) .....	49
•	Figure 17 : Usine Yoplait à Vienne (Source : Yoplait).....	56
•	Figure 18 : Processus de récupération de chaleur fatale issue de l'usine Yoplait et de valorisation. ....	57
•	Figure 19 : Plan du réseau de chaleur du quartier du Grand Estressin à Vienne (Source : Vienne Condrieu Agglomération) .....	59
•	Figure 20 : Vue de la Vallée de la Chimie depuis Saint-Fons .....	60
•	Figure 21 : Historique de la Vallée de la Chimie (Source : Mission VDLC) .....	61
•	Figure 22 : Solutions de productions, stockage et distribution d'énergie dans la VDLC (Source : Grand Lyon).....	61
•	Figure 23 : Le Feeder dans l'écosystème des réseaux de chaleur de la Vallée de la Chimie : état actuel et potentiels de développement (Source : Grand Lyon).....	62
•	Figure 24 : Schéma des interactions entre les documents d'urbanisme et de planification énergétique (Source : AMORCE) .....	70
•	Figure 25 : Évolution des prix du gaz depuis 2012 (Source : Opera Energie) .....	74
•	Tableau 1 : Les sources de chaleur fatale .....	15
•	Tableau 2 : Domaine d'utilisation de la chaleur fatale selon la plage de température (Source : Deutsch Energie-Agentur, dena) .....	18
•	Tableau 3 : Quelques retours d'expériences de projets de récupération de chaleur fatale collectés par l'ADEME	27
•	Tableau 4 : Motivation des entreprises pour s'engager dans une démarche collective de planification énergétique d'après étude ATEE [19] .....	33
•	Tableau 5 : Structures interrogées dans le cadre de l'enquête .....	71

## Glossaire

Par **Chaleur de récupération** ou **chaleur fatale** (ou aussi chaleur perdue), on entend une production de chaleur dérivée d'un site de production et qui n'en constitue pas l'objet premier, et qui de ce fait n'était pas nécessairement récupérée. Il s'agit par exemple de chaleur contenue dans les fumées de fours, de chaleur émanant de matériels fabriqués et en cours de refroidissement, etc. Il s'agit de capter puis transporter cette chaleur, qui serait perdue, pour favoriser son exploitation sous forme d'énergie thermique.

Le **Système de captage** désigne l'ensemble des équipements techniques permettant de récupérer la chaleur. Il peut être composé d'un organe de captage proprement dit, d'une boucle intermédiaire transportant cette chaleur d'une source à un usage afin de valoriser la chaleur ainsi récupérée vers un réseau de distribution de chaleur ou un poste de consommation (chauffage de bâtiment, chaleur pour procédé industriel autre) y compris vente pour un tiers.

Le **Réseau d'utilité** distribue de l'énergie thermique sous forme de vapeur, eau chaude ou fluides caloporteurs à partir d'une installation centrale de production à travers un réseau de distribution vers plusieurs postes de consommations (bâtiments industriels, procédés).

Le **Réseau technique**<sup>2</sup> distribue de l'énergie thermique sous forme de vapeur, eau chaude ou fluides caloporteurs à partir d'une installation centrale de production à travers un réseau de distribution vers plusieurs bâtiments ou sites pour le chauffage ou le refroidissement de locaux.

Le **Réseau de chaleur**<sup>3</sup>, par définition, est un réseau technique raccordant des bâtiments appartenant au moins à deux maîtres d'ouvrage distincts (sans tenir compte de leur statut) à l'aide d'une canalisation de transport de chaleur.

Les **Combustibles Solides de Récupération (CSR)**, selon les termes de la norme NF-EN-15359, sont des combustibles solides préparés (soit traités, homogénéisés et améliorés pour atteindre une qualité pouvant faire l'objet d'échanges commerciaux entre les producteurs et les utilisateurs) à partir de déchets non dangereux, utilisés pour la valorisation énergétique dans des usines d'incinération ou de co-incinération, et conformes aux exigences de classification et de spécification de l'EN-15359.<sup>4</sup>

La **Cloacothermie** consiste à récupérer l'énergie disponible sur les eaux usées à partir d'un échangeur. La récupération de l'énergie thermique des eaux usées, la cloacothermie, s'appuie sur les mêmes principes techniques que ceux de la géothermie sur nappe, cependant les calories sont issues des rejets d'eaux des habitations éliminées au travers d'un réseau d'assainissement.<sup>5</sup>

La **Chaleur sensible** est la quantité de chaleur qui est échangée, **sans transition de phase physique**, entre plusieurs corps formant un système isolé.

L'**Écologie Industrielle et Territoriale (EIT)** est définie par la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte comme consistant « sur la base d'une quantification des flux de ressources, et notamment des matières, de l'énergie et de l'eau, à optimiser les flux de ces ressources utilisées et produites à l'échelle d'un territoire pertinent, dans le cadre d'actions de coopération, de mutualisation et de substitution de ces flux de ressources, limitant ainsi les impacts environnementaux et améliorant la compétitivité économique et l'attractivité des territoires ».

La **Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)** également appelée responsabilité sociale des entreprises est définie par la commission européenne comme l'intégration volontaire par les entreprises de préoccupations sociales et environnementales à leurs activités commerciales et leurs relations avec les parties prenantes. Une entreprise qui pratique la RSE va donc chercher à avoir un impact positif sur la société tout en étant économiquement viable.

<sup>2</sup> Selon l'arrêté du 17 janvier 2012 relatif aux définitions de la directive 2009/28/CE

<sup>3</sup> Selon le BO des impôts OI-TVA-LIQ-30-20-20 du 30/10/2012

<sup>4</sup> Définition ADEME

<sup>5</sup> Définition eduscol.education.fr

## Liste des abréviations

AAP : Appel à projets

AMI : Appel à manifestation d'intérêt

BE : Bureau d'Études

CEE : Certificat d'Économie d'Énergie

CF : Chaleur fatale

CSR : Combustible Solide de Récupération

DSP : Délégation de Service Public

EIT : Écologie Industrielle et Territoriale

EnR : Énergies Renouvelables

EnR&R : Énergies Renouvelables et de Récupération

GAFAM : Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

LTECV : Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte

PNCEE : Pôle National CEE

PPE : Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

RC : Réseau de chaleur

SNCU : Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine

STEP : Station d'Épuration

TEPOS : Territoire à Énergie POSitive

TRB : Temps de Retour Brut

UIOM : Unité Incinération des Ordures Ménagères

## INTRODUCTION

La chaleur représente en France quasiment la moitié de l'énergie finale consommée. Selon la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), 38 % de la chaleur consommée en France devra être d'origine renouvelable à l'horizon 2030. Les dernières estimations montrent que cette part s'élève fin 2019 à 20,8 % [1]. **La récupération de chaleur fatale**, cette chaleur inévitablement rejetée dans un procédé de production ou de transformation apparaît donc comme une **opportunité à la fois écologique et économique**. Pour aller vers une meilleure maîtrise de l'énergie sur le territoire et réutiliser cette chaleur perdue localement plutôt que faire appel à d'autres sources d'énergie.

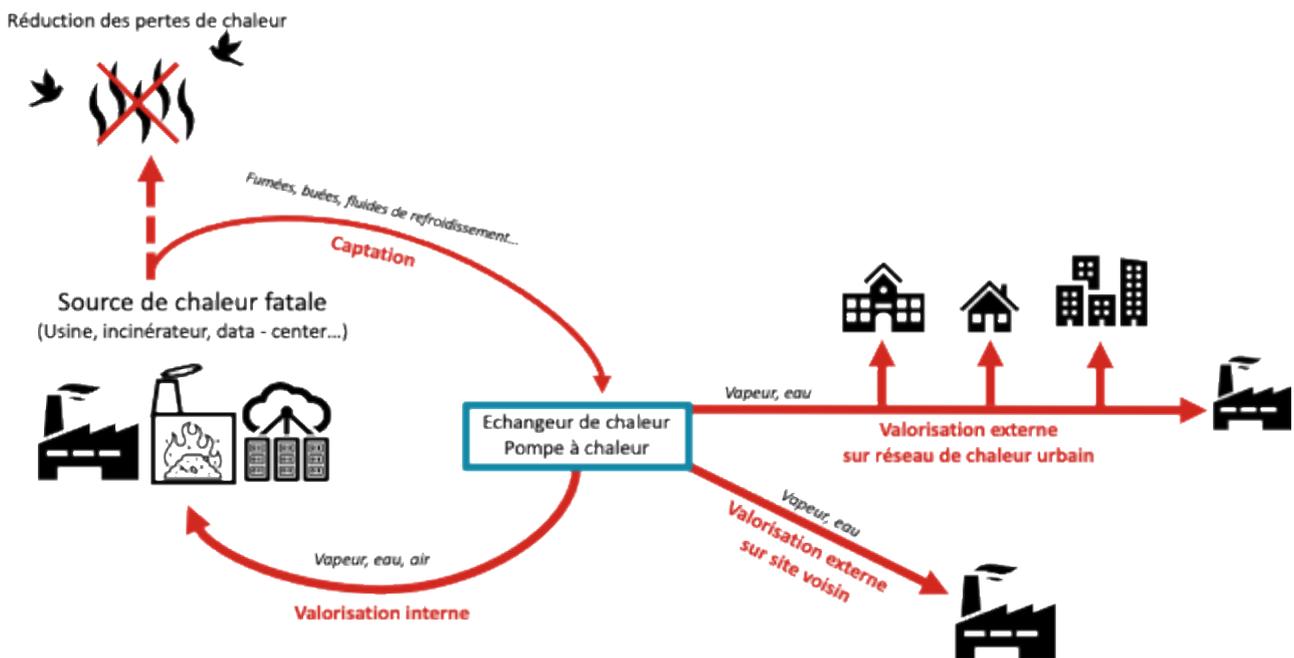


Figure 1 : Schéma simplifié du processus de récupération et valorisation de chaleur fatale

L'objectif de ce guide est de donner aux collectivités les clefs de compréhension et d'analyse du recours à la ressource de chaleur fatale sur leur territoire ainsi que les outils méthodologiques pour la concrétisation des projets de récupération.

Pour la réalisation de ce guide, un travail d'enquête a été réalisé en deux temps :

- Diffusion d'un questionnaire aux collectivités du réseau AMORCE. Les retours ont permis d'identifier des problématiques communes auxquels ont été confrontés les acteurs des projets.
- Les sujets mis en lumière lors de la première phase ont été approfondis par des entretiens individuels réalisés avec les différentes structures représentatives de la filière (associations, collectivités, opérateurs de réseaux, bureaux d'études), à différentes échelles (européenne, nationale, métropolitaine, communale). Il s'agissait d'échanger avec celles-ci sur leurs visions de la filière ainsi que sur la réalité des projets de récupération de chaleur (facteurs de réussite, freins, raison des abandons...)<sup>6</sup>.

Dans ce document, la **ressource de chaleur fatale** en France ainsi que **les acteurs** principaux concernés par les projets de récupération et valorisation en France sont présentés dans les **deux premières parties**. La **troisième partie** a pour objet d'introduire succinctement la **place de la chaleur fatale dans les ressources d'une collectivité**, d'insister sur sa nécessaire intégration dans les objectifs de la planification énergétique ainsi que de mettre en lumière les bonnes pratiques des élus. Il est ensuite présenté de manière synthétique, dans la **partie 4, la stratégie générale de mise en œuvre de projets de récupération de chaleur fatale**, prenant

<sup>6</sup> Voir **Structures répondantes à l'enquête** page 70.

en compte le caractère unique de ce type de projets. La **partie 5, centrale dans ce guide**, s'attache à rendre compte des **freins** identifiés pour la mise en œuvre des projets de récupération de chaleur fatale ainsi que les **bonnes pratiques** à adopter par les collectivités territoriales pour réussir à faire émerger des projets. Enfin la **partie 6** présente **deux retours d'expériences** de récupération de chaleur fatale et des enseignements à en tirer : la mission Vallée de la Chimie dans le **Grand Lyon** et le réseau de chaleur du Grand Estressin dans l'agglomération de **Vienne Condrieu**.

Ce guide présente plus en détail le cadre de la récupération de chaleur fatale **industrielle ou issue d'activités d'entreprises privées** (telles que les Data-Center). Les contraintes spécifiques liées au domaine privé (industriel en particulier) sont également développées dans ce guide.

*La création de ce guide a été cofinancé par l'ADEME dans le cadre de la convention ADEME-AMORCE 2020 ainsi que par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du programme RECUPERTE.*

Note : dans ce document le terme "chaleur fatale" sera parfois abrégé par l'acronyme **CF**.

# 1. La chaleur fatale en France

## 1.1. Définition de la chaleur fatale

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. Aussi, une partie de la chaleur est inévitablement rejetée. C'est en raison de ce caractère inéluctable qu'on parle de « chaleur fatale » (CF), couramment appelée aussi « chaleur perdue ». Cependant, cette dernière 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 consommateurs : entreprises, ou plus largement, d'un territoire, via un réseau de chaleur.



Figure 2 : Répartition de la consommation de chaleur sur un site industriel [2]

## 1.2. Le gisement de chaleur fatale en France

### 1.2.1. Le gisement en chiffres

Dans sa publication "La Chaleur Fatale" de 2017 [2], l'ADEME estime le gisement de CF **industrielle** ainsi que celui issue d'UIOM, STEP et Data Center<sup>7</sup>. L'agence chiffre à 109,5 TWh, soit 36% de la consommation de combustibles de l'industrie<sup>8</sup>, l'énergie rejetée sous forme de chaleur par l'industrie, dont 52,9 TWh perdue à plus de 100° C. Pour les 3 autres grands secteurs d'activités (Data-Centers, stations d'épurations et UIOM – unités d'incinération des ordures ménagères), il est estimé au total à 8,4 TWh, dont 2,4 TWh perdus à plus de 100°C.

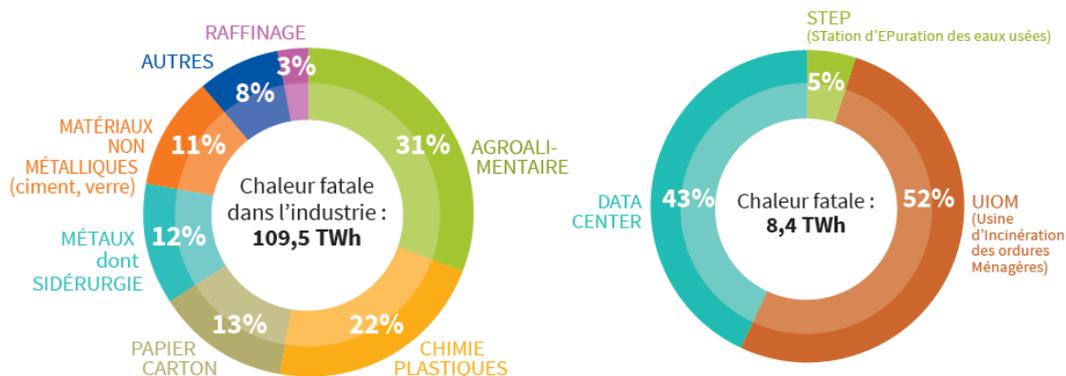


Figure 3 : Gisements de chaleur fatale en France par secteur industriel ainsi que pour les 3 autres activités non industrielles étudiées [2]

**Attention**, on parle ici de potentiel de **recupération** et non pas de potentiel de **valorisation** qui lui demande une étude approfondie des exutoires de chaleur urbaine<sup>9</sup> compatibles avec la source localement.

Comme présenté ci-contre la **chaleur représente 45,7 % de la consommation finale d'énergie en 2018 en France, soit 750 TWh**. Ces chiffres montrent que les quelque 118 TWh de chaleur fatale émise ne sont donc pas du tout négligeables en comparaison avec la consommation finale de chaleur et qu'une **valorisation de la chaleur fatale a un réel impact sur la maîtrise de l'énergie sur le territoire national**.

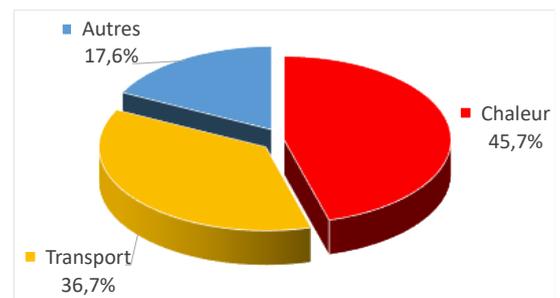


Figure 4 : Usages de l'énergie en France (Données SOeS 2018, hypothèses PPE, calcul AMORCE)

<sup>7</sup> Cette estimation fait état du rejet de chaleur et non pas du gisement réellement exploitable

<sup>8</sup> Hors usage en matière première, mais y compris le secteur du raffinage

<sup>9</sup> Produite en milieu urbain

## 1.2.2. Les sources de chaleur fatale

Les sources de chaleur fatale sont nombreuses et l'énergie contenue a été estimée par l'ADEME à l'échelle métropolitaine et par les programmes STRATEGO et ReUseHeat à l'échelle européenne. Le Tableau 1 ci-dessous présente (non-exhaustivement) les sources de chaleur fatale ainsi qu'une estimation de la taille (en TWh) des gisements.

**Rappel** : on parle ici de potentiel de **récupération** et non pas de potentiel de **valorisation** qui lui demande une étude approfondie des exutoires de chaleur compatibles avec la source localement.

Tableau 1 : Les sources de chaleur fatale

	Activité	Provenance de la CF	Gisement de CF en France [2]	Gisement de CF en Europe [3], [4]
<b>Industrie</b>	Sidérurgie/métallurgie	Fours, chaleur sensible des produit	13.14 TWh	145,8 TWh
	Chimie/plastique	Système de refroidissement, chaleur sensible des produits	24.09 TWh	129,7 TWh
	Agroalimentaire	Fours, installation frigorifique, tour refroidissement, séchoirs	33.945 TWh	-
	Verre	Fours, chaleur sensible des produits	12.045 TWh	-
	Cimenterie	Fours	-	-
	Raffinerie	Chaleur des gaz de combustion des fours et chaudières	3.285 TWh	294,8 TWh
	Papier/carton	Chaudières, fours, séchoirs	14.235 TWh	63 TWh
<b>Autre</b>	Nucléaire	Eaux de refroidissement	-	-
	Data Center	Chaleur fluide de refroidissement	3.612 TWh	48 TWh
	Méthaniseurs	Séchage des boues, chaleur des boues	-	-
<b>Services publics</b>	UIOM	Fumées de fours de combustion et chaudières	4.4 TWh	-
	STEP	Incinération et séchage des boues	0.4 TWh	-
	Crématorium	Fumées sortie four	-	-
	Réseaux de transport (métro...)	Air dans les réseaux	-	6.7-11.2 TWh <sup>10</sup>
	Piscines	Chaleur eau vidangée	-	-
	Eaux usées	Chaleur de l'eau	1,1 TWh <sup>11</sup>	150 TWh
	Hôpitaux	Système de climatisation, réfrigérant	-	10 TWh

Rappel : Dans ce guide sera étudié plus en détail le cadre de la récupération de chaleur fatale **industrielle ou issue d'activités d'entreprises privées** (en particulier les Data-Center). Les sources de chaleur fatale issue de services publics tels que la valorisation énergétique des déchets ou les stations d'épuration ont des technologies et processus de récupération plus matures et duplicables dans d'autres territoires et évoluent dans un climat plus adapté au développement de ce type de projets.

<sup>10</sup> Pour les 50 villes européennes avec un réseau de métro

<sup>11</sup> Potentiel valorisable, voir l'état de l'art de la chaleur fatale issue des eaux usées rédigé par E. Dervaux [5]

### L'étude de la chaleur fatale en Europe :

**STRATEGO** est un programme européen, porté par Euroheat&Power et financé par l'IEE, d'actions multi-niveaux pour l'amélioration des plans de chauffage et froid urbain publié en 2015.

Le programme **ReUseHeat** a démarré en 2017 et s'intéresse aux obstacles techniques et non techniques pour susciter des projets et des investissements de récupération de chaleur fatale urbaine à travers l'Europe en particulier la chaleur issue des **4 activités suivantes** :

- Les Data-Centers,
- Les systèmes de transport urbain souterrains,
- Les systèmes de traitement des eaux usées,
- Les hôpitaux.

Il a pour objectif de faire la démonstration que des systèmes novateurs avancés, modulaires et reproductibles, permettent la récupération et la réutilisation de l'excès de chaleur urbaine disponible.

Pour plus d'information sur la chaleur fatale à l'échelle européenne voir la [plateforme](#) « DHC+ Technology Platform » de l'association Euroheat & Power notamment leur [centre d'information sur le sujet](#). D'autres projets d'étude à l'échelle européenne sont également présentés en 0.

L'ADEME, comme on le voit sur la Figure 5, a aussi réalisé un travail d'estimation de la quantité d'énergie fatale à valoriser selon les types de rejets.

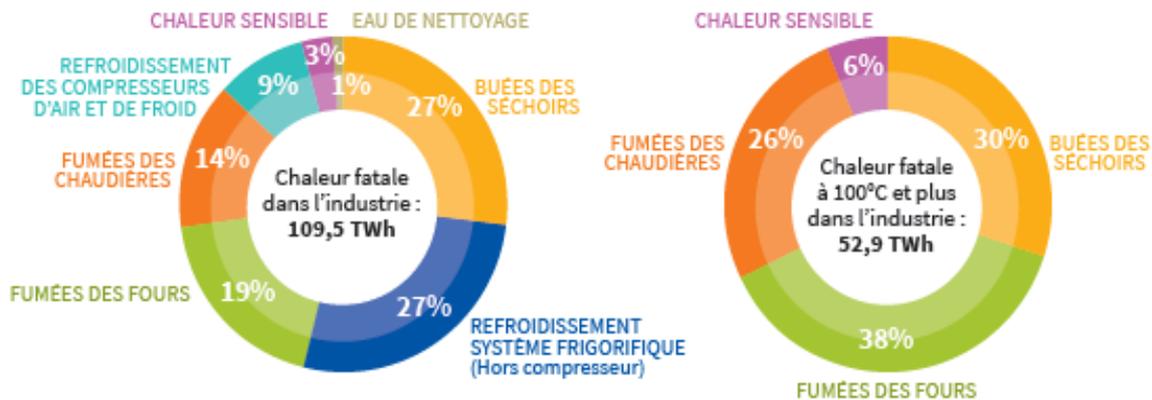


Figure 5 : Types de rejets de chaleur fatale [2]

La question de la température à laquelle est récupérée la chaleur fatale est primordiale : une **source à haute température est plus propice à la récupération** contrairement à une source à basse température qui n'est souvent valorisable que par des systèmes de remontée en température (pompes à chaleur, souvent en cascades). L'ADEME a donc réalisé un travail de caractérisation des types de rejets par niveau de température (voir Figure 6).

La question des contraintes techniques à la récupération de chaleur fatale sera abordée dans la section 5.1.

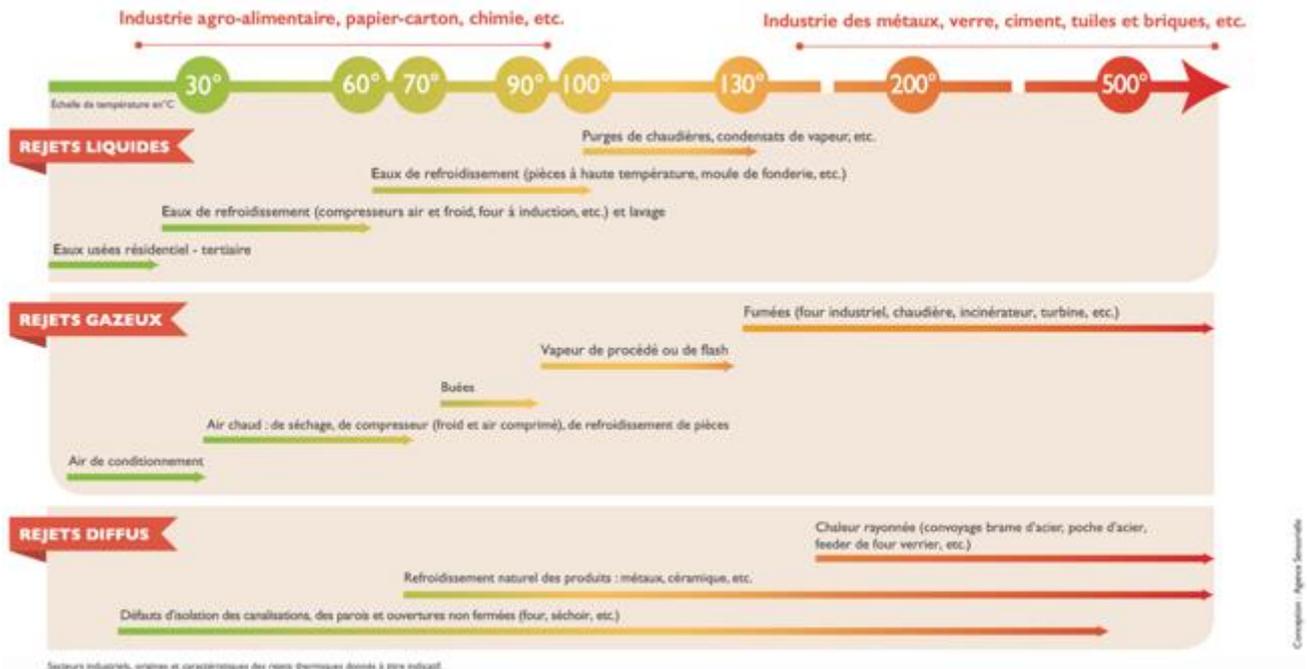


Figure 6 : Type de rejets de chaleur fatale selon leur niveau de température [2]

Encadré 1

## FOCUS

### La valorisation de la chaleur des Data-Centers

A l'ère du développement massif des besoins en stockage de données (Intelligence artificielle, Big-Data, 5G...), outre la notion de sobriété numérique et d'impact de ces nouvelles technologies (qui ne sont pas l'objet de la présente publication), on observe un réel besoin de contrôle de **la chaleur émise par effet Joule dans les Data-Centers**. Au vu du potentiel de récupération, la Convention Citoyenne pour le Climat demande de « rendre les Data Centers plus vertueux en imposant la récupération de la chaleur qu'ils produisent pour la redistribution » (*Proposition PT12.1*). L'énergie représentant 30 à 50% des coûts d'exploitation des Data Centers et suscitant des critiques grandissantes sur l'impact environnemental de ces centres (responsables au niveau mondial de 1,5% de la consommation énergétique et de 2% des émissions carbone), les gestionnaires de Data Centers neutres ([215 dont 28 en construction](#) en France en 2020) ainsi que les géants du numérique (GAFAM) s'ouvrent aux initiatives de récupération de chaleur pour des raisons économiques et d'image (affichage d'objectifs de neutralité carbone).

La difficulté principale de ces projets réside dans la **sensibilité des processus**, la **criticité de l'enlèvement de chaleur** (le bon refroidissement des serveurs est primordial) ainsi que les questions de **sécurité des données** du fait de l'interaction d'acteurs autres que le gestionnaire du centre pour les opérations de récupération de chaleur. Ce potentiel important associé à la présence des Data-Centers en zone urbaine (la majorité des centres est située en région parisienne) en fait une ressource particulièrement intéressante à exploiter.

### 1.2.3. La valorisation de la chaleur fatale

De multiples modes de valorisation de la chaleur fatale récupérée existent, que cela soit en utilisation directe en interne ou en externe (injection dans un réseau de chaleur urbain et/ou industriel ou raccordement à un autre site), via des systèmes de remontée en température ou alors via un changement de vecteur énergétique final (transformation de la chaleur en électricité ou énergie mécanique). Ces différents modes de valorisation ont été résumés par l'ADEME sur la Figure 7.

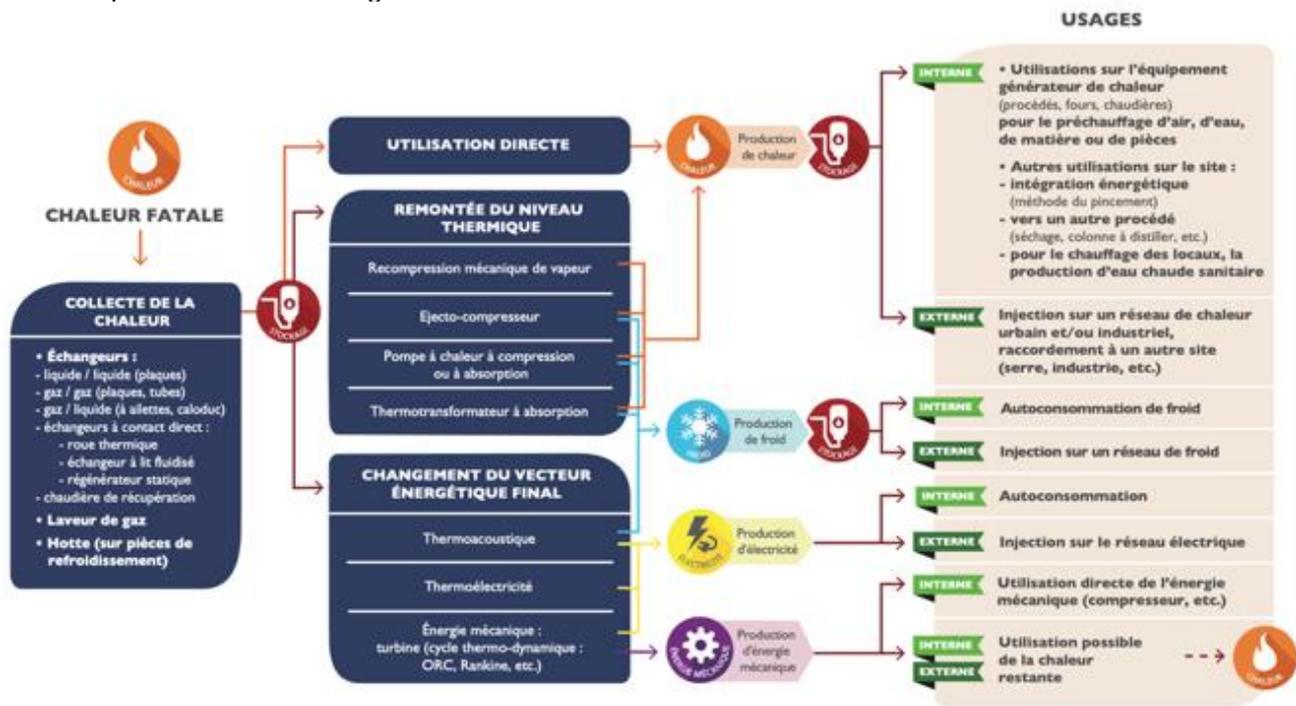


Figure 7 : Les modes de valorisation de la chaleur fatale [2]

Le tableau ci-dessous résume les domaines d'**utilisation** de la chaleur selon le niveau de température :

Tableau 2 : Domaine d'**utilisation** de la chaleur fatale selon la plage de température (Source : Deutsch Energie-Agentur, dena)

Domaine d'utilisation	Plage de température
Production d'énergie à partir de vapeur	250 - 540 °C
Préchauffage de l'eau d'alimentation ou d'air de combustion	125 - 400 °C
Production d'électricité avec un cycle ORC	70 - 450°C
Processus de production et de séchage	125 - 275 °C
Production de froid	80 - 160 °C
Chauffage d'eau de service, chauffage et production d'eau chaude, séchage (et vaporisation)	75 - 125 °C
Préchauffage d'eau chaude, préchauffage pour pompes à chaleur	30 - 75 °C

### 1.3. La chaleur fatale pour la transition énergétique

Grâce notamment aux études menées pour caractériser et quantifier ce gisement d'énergie de récupération, la chaleur fatale est de plus en plus intégrée aux objectifs nationaux et territoriaux (voir partie 3.1 concernant la place de cette ressource dans les documents de planification énergétique territoriaux) pour limiter l'impact environnemental et économique de **la production de chaleur et de froid qui représente actuellement 50% de la demande énergétique en Europe et plus de 45% en France.**

Le **Haut Conseil pour le Climat** dans son dernier rapport de juillet 2020 [7] met en avant l'intérêt de la récupération de chaleur fatale industrielle<sup>12</sup> pour « relancer la transition » énergétique. En effet intégrer des objectifs forts de récupération de chaleur industrielle dans le plan de relance aurait un effet « majeur » sur le verrouillage des investissements en faveur de la **Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)**. Le scénario de référence de la SNBC [8] envisage pour 2030, une **valorisation de 10 TWh de chaleur issue des rejets annuels à plus de 100 °C.**

L'ADEME a, dans le cadre du plan de relance du gouvernement suite à la crise sanitaire de 2020, lancé un appel à projet (AAP) et un appel à manifestation d'intérêt (AMI) pour la décarbonation de l'industrie :

- [AAP IndusEE](#) (clôture le 20/10/2020) pour l'aide à l'investissement pour la décarbonation de l'industrie via des projets d'efficacité énergétique sur les procédés et/ou les utilités.  
Cet AAP concerne les projets avec des **investissements > 3 M€** et un **TRB après aides > 24 mois** portant sur :
  - Le remplacement ou la mise en place d'un procédé industriel ou d'une utilité par un équipement/technologie **matures** énergétiquement plus performant ;
  - La mise en place d'équipements de récupération de chaleur matures avec valorisation de ladite chaleur sur ce même processus/équipement ou sur autres procédés avec les mêmes [critères techniques d'éligibilité que dans le Fonds Chaleur](#).
  - Sont également éligibles les équipements permettant la production d'énergie mécanique et électrique à partir de chaleur fatale (ex. : ORC).
- [AMI IndusDECAR](#) (clôture le 09/11/2020) pour les projets d'implémentation de procédés matures d'électrification, de nouveaux usages matières, ou autres, dans l'industrie. Les projets présentés dans le cadre de cet AMI ne seront pas financés en 2020, l'objectif étant d'identifier des projets pour configurer un AAP 2021. Exemples de projets :
  - Electrification : Fours électriques, résistance, électrochimie, CMV, séparation membranaire, chaudière électrique, PAC, plasma, énergie radiante, etc.
  - Nouveaux usages matières : Projets de recyclage, d'efficacité matières et toutes les modifications des procédés intégrant de nouvelles matières premières.
  - Toute autre solution conduisant à des réductions d'émissions de gaz à effet de serre sur site industriel (HFC, protoxyde d'azote...)

Pour mettre en œuvre cette stratégie, la PPE dans sa version adoptée en 2020 [6] fixe l'objectif de **7,6 à 9,9 TWh de chaleur de récupération<sup>13</sup> en 2028 dans les réseaux**. Cela implique une multiplication d'ici 2028 par 5 à 7 (par rapport à 2016) de la quantité de chaleur fatale industrielle récupérée, l'amélioration de la valorisation de la chaleur fatale des unités de traitement des déchets ménagers, et la récupération de chaleur issue de la combustion des autres déchets ou des produits dérivés de la préparation des déchets comme les CSR. Spécifiquement sur la valorisation de chaleur industrielle et des data center via les réseaux de chaleur, la PPE prévoit de passer de 0,4 TWh en 2016 à 0,84 TWh en 2023 et 2,3 à 3 TWh en 2028 : de l'ordre de x5 à 7 ! Même si la PPE ne vise qu'à valoriser 3 TWh sur réseaux de chaleur sur les 114 TWh de gisement disponible, cela revient à chauffer 250 000 équivalents logements supplémentaires et implique donc une bonne marge de développement de projets.

<sup>12</sup> Voir page 8 du rapport du HCC

<sup>13</sup> Issue de l'industrie (fumées de fours, buées, chaleur sensible de produits...), des systèmes de valorisation énergétique des déchets, des Data-Centers, des stations d'épurations ou encore des eaux usées de ville.

De manière concrète, la chaleur fatale s'inscrit dans **l'action 20 du plan d'action issu du groupe de travail ministériel « réseaux de chaleur et de froid »** présenté en octobre 2019 visant à exploiter l'étude de l'ADEME (rapport du cabinet Espelia) sur la facilitation de la récupération de chaleur fatale industrielle. Cette action se divise en 3 points :

- Mener un retour d'expérience sur l'analyse coûts-avantages de récupération de chaleur mise en place en 2015 et faire évoluer le cas échéant ce régime, l'ADEME identifiant un potentiel théorique de 9 TWh/an de chaleur fatale lié à 56 sites d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) à proximité de réseaux de chaleur. A l'heure actuelle, l'action est toujours en cours et les conclusions n'ont pas encore été tirées sur ce dispositif.
- Mettre en open data les données relatives à la chaleur fatale, par exemple à travers les sites Internet du CEREMA et de Via Séva.
- Structurer un réseau d'animation sur la chaleur fatale industrielle, par exemple en faisant monter en compétence les réseaux d'animation territoriaux « écologie industrielle » (voir 5.4.3) existants, ou en sensibilisant et accompagnant les zones fortement industrielles (ex : zones portuaires, plateformes chimiques).

L'encadré page suivante présente la démarche EnR'Choix développée par l'ADEME pour accompagner les collectivités dans leurs stratégies énergétiques.

Encadré 2

## FOCUS

### La chaleur fatale dans la démarche EnR'Choix

La démarche EnR'Choix a été développée en 2012 par la direction régionale Ile-de-France de l'ADEME pour accompagner les collectivités dans leurs stratégies énergétiques en tenant compte des potentiels de leur territoire et des priorités définies dans le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE).

La chaleur fatale est alors présentée comme la première énergie locale à exploiter sur un territoire une fois que les étapes de réduction et mutualisation ont été menées.

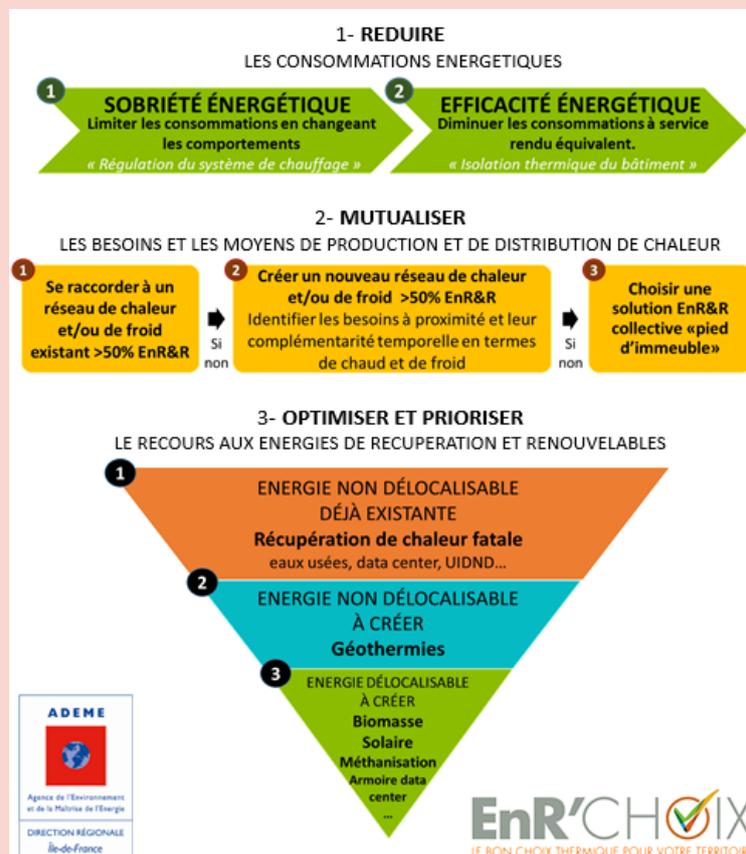


Figure 8 : Les étapes de la démarche EnR'Choix

Une fois les sources de chaleur fatale territoriales repérées il est recommandé de suivre la démarche suivante pour valoriser la ressource :

- Étudier les moyens de **réduction** de ces rejets en particulier, chaque perte de chaleur évitée est autant de réduction de la consommation énergétique du site ;
- Étudier les moyens de **valorisation de cette chaleur en interne**, ou comment réutiliser la chaleur récupérée dans les processus industriels du site ou sur les autres postes de consommation de chaleur (chauffage de locaux...) ;
- Étudier les moyens de **valorisation en externe** : injection sur des réseaux urbains et/ou industriel, raccordement à d'autres sites localement, production d'électricité pour injection sur le réseau...

## 2. Le panorama des acteurs des projets de récupération de chaleur fatale

Dans cette partie sera présentée une cartographie globale des acteurs impliqués dans les projets de récupération de chaleur fatale. Un focus sera ensuite fait sur le rôle de l'ADEME, des industriels ainsi que des associations locales d'animation de la filière énergie (et en particulier de la chaleur fatale).

### 2.1. Cartographie des acteurs impliqués au côté des collectivités

Un grand nombre d'acteurs qu'ils soient privés ou publics jouent un rôle dans le montage de projets de récupération de chaleur fatale. Que cela soit dans les phases de caractérisation des gisements territoriaux de chaleur fatale, dans l'étude des potentiels de valorisation, dans l'accompagnement, dans le subventionnement et dans la réalisation des projets, la valorisation de cette ressource implique de coordonner les actions de tous ces acteurs. Le rôle majeur que joue la collectivité dans ce jeu d'acteur sera détaillé dans la partie 3.

Sur la Figure 9 ci-dessous est présenté un aperçu des acteurs entourant les projets de récupération de chaleur fatale. Cette cartographie n'a pas vocation à être exhaustive mais à donner un aperçu de la manière dont chaque structure peut interagir avec les autres dans le cadre d'un projet ou d'une stratégie territoriale de maîtrise de l'énergie.

#### A retenir !

Il est important, lors de la lecture du présent document, de toujours garder en tête que chaque projet de récupération et valorisation de chaleur fatale revêt un caractère **UNIQUE**. En effet, de par le **caractère protéiforme des sources de chaleur fatale** ainsi que du fait de la multiplicité des puits de chaleur disponibles sur un territoire, chaque projet réalisé n'est jamais duplicable à l'identique et implique un fort investissement des acteurs locaux (collectivité, émetteur, consommateur et transporteur de chaleur) pour trouver la solution de valorisation permettant d'atteindre l'optimum technico-économique et écologique associé à la spécificité du contexte local.

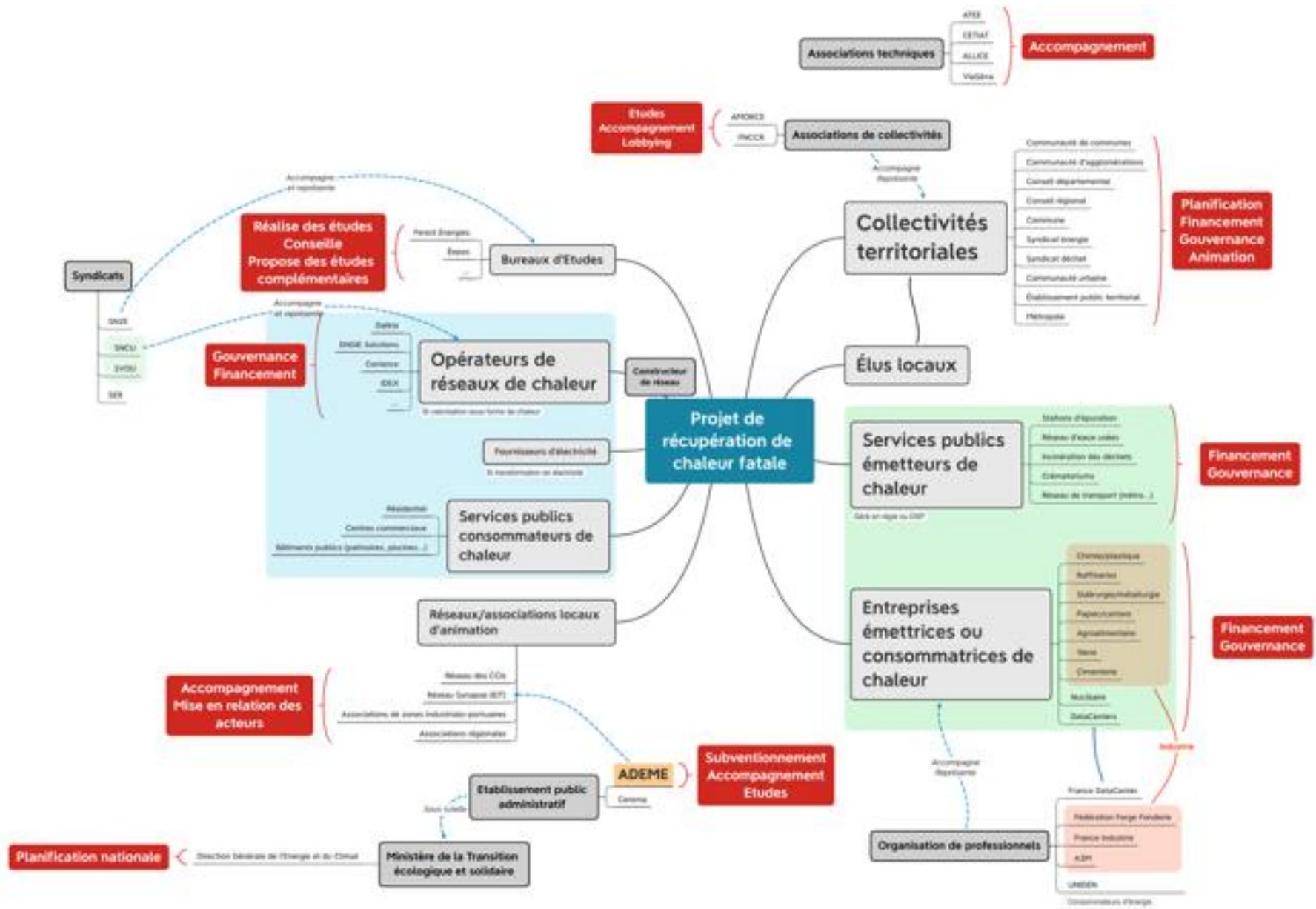


Figure 9 : Cartographie des acteurs des projets de récupération de chaleur fatale

## 2.2. ADEME

L'ADEME joue un rôle central dans l'atteinte des objectifs de transition écologique, que cela soit par des études sur les gisements ainsi que des documents pratiques aidant le développement de stratégies territoriales de valorisation de la ressource, le financement de projets et la diffusion de retours d'expériences et de bonnes pratiques.



### 2.2.1. Documents de référence de l'ADEME sur la chaleur fatale

#### Caractérisation du gisement :

L'ADEME a réalisé des études du gisement de chaleur fatale à l'échelle nationale, avec le document *La chaleur fatale* datée de septembre 2017 déjà cité précédemment, mais a également réalisé des études à l'échelle régionale en Nord-Pas-de-Calais (maintenant Hauts-de-France) en 2012 [9] et en Île-de-France en 2017 [10]. A une échelle territoriale (voir section 3.1) l'ADEME encourage les collectivités à inclure les sources de chaleur fatale dans le volet diagnostique du territoire du SRADDET ainsi que du PCAET (exigé pour les collectivités à fiscalité propre de plus de 20 000 habitants) afin que cette connaissance puisse être valorisée pour la création de projets. Cette analyse est également importante dans les schémas directeurs des réseaux de chaleur et de froid (réalisés pour des opérations d'extension et/ou densification de réseau) et les études de faisabilités (pour les créations de réseaux), qui sont dorénavant obligatoires[11] et exigés par l'ADEME dans les dossiers de demande de subvention.<sup>14</sup>

#### Analyse des mécanismes de subvention :

Afin d'évaluer les mécanismes de subvention actuels (voir section 2.2.2) l'ADEME a également financé des études spécifiques. Le document de référence sur ce sujet est l'*Étude sur le financement des investissements de chaleur de récupération industrielle* [12] réalisée en **septembre 2019** par le cabinet Espelia mandaté par l'agence pour cela.

#### Accompagnement au montage de projets :

L'ADEME a également produit des cahiers des charges pour accompagner les porteurs de projets dans leurs analyses de potentiels de récupération et les études de faisabilité de récupération de chaleur fatale, voir sections 4.2 et 4.3.

### 2.2.2. Le mécanisme de subvention et le dérisquage des projets

Le **Fonds Chaleur** est le principal mécanisme de subvention des projets, il est décisif et efficace. En effet, au moment de la rédaction de ce guide, comme évoqué dans la section 5.3.1, le prix très bas des énergies fossiles met en péril la rentabilité des projets qui nécessitent, face à cette concurrence trop rude, des aides publiques importantes. Les conditions d'éligibilité des projets à cette subvention ne seront pas détaillées dans ce document mais elles peuvent être consultées dans la fiche descriptive mise à jour en début 2021. [13]

Des exemples de projets de récupération de chaleur fatale avec sa valorisation sur un réseau ayant obtenu une subvention Fonds Chaleur sont répertoriés dans l'Annexe 1.



<sup>14</sup> Le schéma directeur des réseaux de chaleur d'un territoire doit obligatoirement être produit tous les 10 ans ou 5 ans après la mise en service d'un réseau. Pour toute demande de subvention de l'ADEME un schéma directeur daté de moins de 5 ans doit être présenté.



Les Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) ne sont pas un dispositif géré par l'ADEME. Cependant, une avancée récente et significative dans l'accompagnement des projets de récupération saluée par de nombreux acteurs a été **l'ouverture de l'attribution de CEE pour les opérations d'économies d'énergie supérieures à 6 GWh/an bénéficiant d'une aide de l'ADEME** (Fonds Chaleur compris). En effet, depuis la publication le 9 décembre 2019 du décret

n°2019-1320 relatif aux certificats d'économies d'énergie et à la prolongation de la quatrième période d'obligation du dispositif, **l'interdiction d'articulation entre les CEE et Fonds Chaleur a été levée sous certaines conditions**. Désormais, il est possible de déposer une demande de CEE si « l'aide ADEME a pris en compte la décision de délivrance des CEE dans son dimensionnement ».

De plus, la loi Pacte du 22 mai 2019<sup>15</sup> a entériné **l'éligibilité aux CEE des opérations d'économies d'énergie réalisées dans les sites assujettis au Système d'Échange de Quotas d'Émission (ETS)**. Pour plus d'information sur le fonctionnement du dispositif des CEE à profit des collectivités, consultez le guide de l'ADEME co-rédigé par AMORCE : *Certificats d'économies d'énergie pour les collectivités - dispositif 2018-2020* [14].

Suite aux conclusions de l'étude du cabinet Espelia [12] il a été recommandé de développer des « méthodologies pour favoriser la montée en compétence des acteurs grâce au développement opérationnel d'une **grille d'analyse des risques partagée entre les acteurs et l'intégration des composantes de la décision d'investissement dans la méthodologie d'analyse des projets** dès les phases amont de leur structuration technique, économique et contractuelle du projet. ». Cette recommandation résulte du constat de l'asymétrie d'information entre les acteurs qui disposent des compétences techniques et de la connaissance des sites (industriels et opérateurs de réseaux) et des acteurs financiers tiers (fonds d'investissement, banques, institutions...). Ce travail de conception d'une matrice des risques (voir section 5.3.4) pour les projets de récupération de chaleur fatale est en cours. Il vise à mettre en évidence les risques ainsi que les solutions de mitigation associées ainsi qu'à développer les outils nécessaires à une intégration de cette logique le plus en amont des projets. Il est, par exemple, envisagé d'intégrer ces outils au programme « Inveest », porté par GreenFlex, qui vise à former 1000 acteurs financiers (DAF) de l'industrie, 600 acteurs bancaires et 300 experts comptables au financement de projets d'efficacité énergétique en industrie, dont les projets de récupération de chaleur industrielle.

**Remarque :**

*Le risque est le résultat du produit de 4 facteurs :*

$$\text{Risque} = \text{danger} \times \text{probabilité d'occurrence} \times \text{gravité} \times \text{acceptabilité}$$

*Dans le cadre de l'analyse de projets, la première notion de danger n'est pas retenue car elle fait surtout référence à l'altération de l'intégrité physique d'une personne. Il n'est donc pas opportun de retenir cette variable dans le cas de l'analyse d'un projet industriel. Il reste alors la « **probabilité** », alors que les deux dernières notions, gravité et acceptabilité sont regroupées sous la terminologie « **impact** ».*

*Ainsi*

$$\text{Risque} = \text{probabilité} \times \text{impact}$$

<sup>15</sup> Le Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises (PACTE) ambitionne de donner aux entreprises les moyens d'innover, de se transformer, de grandir et de créer des emplois. La loi PACTE a été définitivement adoptée par le Parlement, le 11 avril. Le conseil constitutionnel a confirmé la conformité à la constitution des dispositions de la loi PACTE, qui a été promulguée le 22 mai 2019

Encadré 3 ([12], [15])

**FOCUS**

### **Création d'un fonds de garantie pour la récupération de chaleur fatale industrielle**

Le projet de **fonds de garantie des risques industriels pour la captation et la valorisation de la chaleur fatale** a été proposé en **février 2017** dans le rapport du pôle Énergie 2020 *Étude d'un fonds de garantie des risques industriels pour la valorisation des énergies fatales - Rapport final - Phase 1&2* qui a mis en avant « l'effet levier sur la filière de ce mécanisme qui se démarque des initiatives traditionnelles axées sur des prises de participations directes aux projets ou des subventions ». Ce mécanisme est par ailleurs évoqué par de nombreux acteurs privés et publics pour aider à la réalisation des projets.

Toutefois, l'*Étude sur le financement des investissements de chaleur de récupération industrielle* réalisée en **septembre 2019** par le cabinet Espelia mandaté par l'ADEME a quant à elle conclu qu'un « **tel dispositif ne semble pas opportun** s'il a vocation à accompagner uniquement les projets de récupération de chaleur fatale car il pose le problème de la mise à l'échelle et de sa pérennité financière ». Le cabinet a principalement recommandé le renforcement des mécanismes **d'amortissement exceptionnel sur 12 mois** notamment en les rendant applicables aux actifs de récupération industrielle ainsi que les **subventions pour prévention des risques, par anticipation et récupérables**.

### 2.2.3. Retours d'expériences

L'ADEME met aussi en avant des retours d'expériences de projets financés par les mécanismes de subvention qu'elle met en place, en particulier le Fonds Chaleur. Le Tableau 3 renvoie à plusieurs retours d'expériences disponibles sur le [site internet](#) de l'ADEME. Ces retours ont été sélectionnés pour leur variété (valorisation interne/externe, type de processus, années de mise en service) et car une fiche retour d'expérience a été mise à disposition par l'ADEME. Mais ils ne constituent pas une liste exhaustive des projets réalisés en France.

Tableau 3 : Quelques retours d'expériences de projets de récupération de chaleur fatale collectés par l'ADEME

Commune/département	Activité émettrice de chaleur	Valorisation en interne/externe	Date mise en service	REX
Creuzier-le-Vieux (03)	Industrie, cosmétique	Interne	2009	<a href="#">lien</a>
Nice (06)	Résidentiel (récupération groupe froid)	Interne	2010	<a href="#">lien</a>
Belleville (69)	STEP	Externe	2011	<a href="#">lien</a>
Val d'Oise	ISDND	Externe (RCU <sup>16</sup> )	2011	<a href="#">lien</a>
Marseille (13)	Résidentiel, cloacothermie <sup>17</sup>	Interne	2012	<a href="#">lien</a>
Bailly-Romainvilliers (77)	Data-Center	Externe (RCU)	2013	<a href="#">lien</a>
Saint-Brandan (22)	Industrie, agroalimentaire	Externe (vente électricité provenant d'une machine ORC <sup>18</sup> )	2014	<a href="#">lien</a>
Abidos (64)	Industrie, incinération effluent gazeux	Interne	2014	<a href="#">lien</a>
Sérignan-du-Comtat (84)	Industrie, agroalimentaire	Interne	2014	<a href="#">lien</a>
Lumbres (62)	Industrie, papèterie	Interne	2015	<a href="#">lien</a>
Villey-Saint-Etienne (54)	Industrie, papèterie	Interne	2015	<a href="#">lien</a>
Les Roches-Roussillon (38)	Industrie, chimie	Interne	2015	<a href="#">lien</a>
Amilly (45)	Incinération déchets	Externe (RCU)	2015	<a href="#">lien</a>
Drôme	Industrie, agroalimentaire (récupération sur groupe frigorifique)	Interne	2015	<a href="#">lien</a>
Vénissieux (69)	Incinération déchets	Externe (RCU)	2015	<a href="#">lien</a>
Issenheim (68)	Industrie, agroalimentaire	Interne	2016	<a href="#">lien</a>
Vire (14)	Industrie, agroalimentaire	Interne	2016	<a href="#">lien</a>
Oloron-Sainte-Marie (64)	Industrie, agroalimentaire	Interne	2016	<a href="#">lien</a>
Descartes (37)	Industrie, papèterie (séchage)	Interne	2016	<a href="#">lien</a>
Bazancourt (51)	Industrie, agroalimentaire	Interne	2017	<a href="#">lien</a>
Valbonne (06)	Data-Center	Interne	2017	<a href="#">lien</a>
Le Pontet (84)	Incinération déchets	Externe	2018	<a href="#">lien</a>
Bessières (31)	Incinération déchets	Externe	2019	<a href="#">lien</a>

## 2.3. Les industriels émetteurs de chaleur fatale

Les industriels jouent un rôle essentiel dans la réussite des projets de récupération de CF. En effet sans volonté forte de l'industriel d'améliorer sa maîtrise de l'énergie, ces projets ne pourront pas voir le jour car ils nécessitent une charge de travail importante et un investissement temporel et financier relativement conséquent pour un temps de retour sur investissement parfois relativement long.

<sup>16</sup> Réseau de chaleur urbain

<sup>17</sup> Énergie des eaux usées, voir glossaire.

<sup>18</sup> Machine à cycle organique de Rankine : production d'électricité à partir de la chaleur d'un fluide.

L'industriel joue un rôle majeur dans l'émergence et la réalisation d'un projet : mise à disposition des informations sur les caractéristiques de sa consommation d'énergie et sur ses rejets de chaleur (impliquant de connaître plus en détail le processus de production industriel), son acceptation à confier la récupération de chaleur à un autre industriel ou un opérateur de réseau de chaleur, thématique de l'énergie non prioritaire. **Le responsable de site joue également un rôle décisif** d'autant plus qu'il est, le cas échéant, l'interlocuteur ayant la capacité de faire accepter un projet auprès de la maison mère délocalisée. Dans l'exemple du projet de récupération de chaleur fatale dans la Vallée de la Chimie à Lyon, l'intéressement de l'industriel Total opérant la raffinerie de Feyzin dépend, entre autres, de la volonté de chaque directeur de site à envisager ce projet (voir section 6.2).

La stratégie de **RSE**<sup>19</sup> (comme le montre l'exemple de Yoplait section 6.1) de l'entreprise se révèle alors quasiment aussi importante que la stratégie territoriale de maîtrise de l'énergie.

## 2.4. Les associations locales d'animation de la filière énergie

Plusieurs associations de professionnels ont été créées sur des territoires à forte densité industrielle. On peut par exemple citer l'association **Polénergie** qui anime la filière de l'énergie dans les Hauts-de-France et en particulier dans la communauté urbaine de Dunkerque, qui est un acteur majeur du développement de la valorisation de la ressource d'énergie de récupération. En effet ce territoire est un cas historique marqué notamment par la forte implication de l'industriel Arcelor Mittal. Plusieurs associations de ce type ont été créées notamment dans les zones industrialo-portuaires, comme l'association **PIICTO** sur le port de Fos-Marseille, le Groupement des Usagers du Port de Strasbourg (**GUP**) ou encore l'association **Synerzip-LH** au Havre.

*A voir : [fiche zoom](#) publiée par le réseau Synapse concernant la valorisation de chaleur fatale dans les zones industrialo-portuaires. Elle apporte plusieurs éclairages via des retours d'expériences concrets de territoires ayant mis en œuvre ce type de projets.*

Ces associations ont pour objectif de réunir les acteurs autour des problématiques de **diffusion de l'innovation au sein de l'écosystème industriel**, et de cristalliser les relations entre industriels autour de projets. Via l'organisation d'évènements, de groupes de travail, de partage d'information et la réalisation d'études ces associations sont un intermédiaire permettant d'embarquer les acteurs locaux et de mener les projets à bout. Leur rôle sur les problématiques énergétiques dans l'identification, les études de faisabilité et la réalisation de projets est souvent indispensable dans un contexte où les sites industriels doivent en priorité répondre à leurs exigences opérationnelles à court terme et éprouvent des difficultés de communication avec les autres industriels locaux parfois concurrents.

Il sera développé plus en détail dans la section 5.4.3 l'intérêt de créer et intégrer de telles associations dans les réflexions sur l'**Écologie Industrielle et Territoriale**<sup>20</sup>.

Le **Réseau des CCI**<sup>21</sup> qui représente dans chaque région les industriels se place aussi comme un interlocuteur très utile dans les discussions autour de la maîtrise territoriale de l'énergie.

<sup>19</sup> Responsabilité Sociétale des Entreprises, voir glossaire

<sup>20</sup> Pour définition, voir glossaire

<sup>21</sup> Chambre de Commerce et de l'Industrie - <https://www.cci.fr/web/les-cci-de-france>

## 3. La chaleur fatale et la collectivité

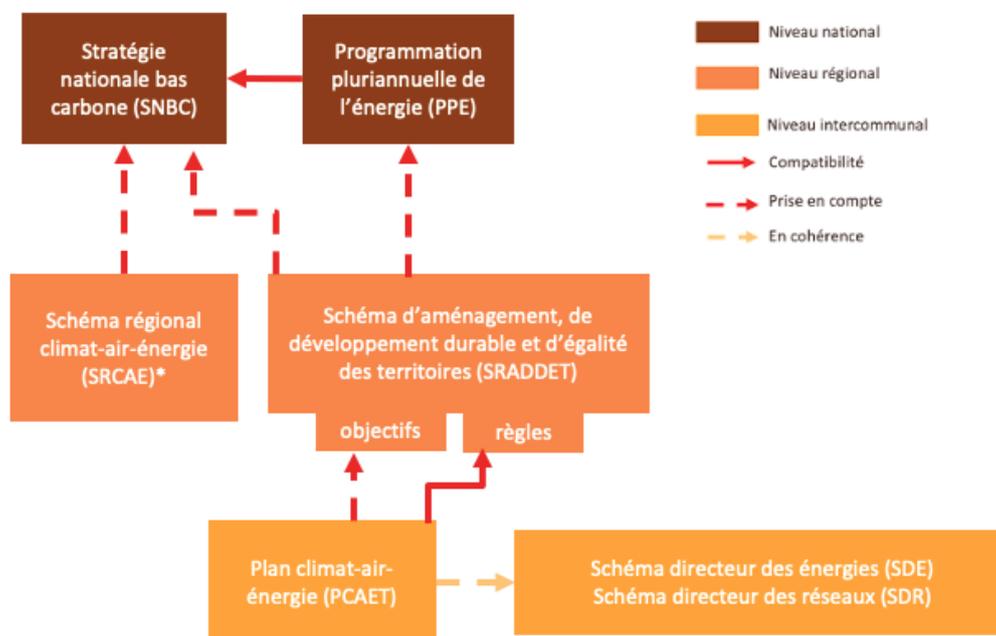
### 3.1. La chaleur fatale dans la planification énergétique

La chaleur fatale est une ressource qui doit s'intégrer dans les documents de planification énergétique et d'aménagement du territoire. Elle doit aussi faire partie intégrante des politiques nationales et locales de maîtrise de l'énergie et de développement des réseaux de chaleur et de froid.

Les schémas de planification régionale (SRADDET, SRCAE, SAR) permettent aux régions de fixer les grands objectifs en termes d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, de lutte contre la pollution atmosphérique, de maîtrise des énergies et de développement des énergies renouvelables et de récupération. Cependant la réflexion doit ensuite être déclinée à l'échelle communale et intercommunale pour une approche territoriale.

Les Plans Climat Air Énergie Territorial (PCAET), qui sont obligatoires pour les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre de plus de 20 000 habitants<sup>22</sup>, sont un outil opérationnel de coordination de la transition énergétique sur le territoire. Ils comprennent un **diagnostic**, une **stratégie territoriale**, un **programme d'actions** et un **dispositif de suivi et d'évaluation**<sup>23</sup>.

Ils apparaissent aujourd'hui comme l'outil majeur des territoires pour **intégrer la chaleur fatale dans leurs objectifs à long terme** de transition énergétique, notamment grâce au **diagnostic**. Celui-ci, portant en particulier sur la **consommation énergétique**, les **réseaux de distribution d'énergie** et les **énergies renouvelables** sur le territoire, **permet que les objectifs d'intégration de la récupération de chaleur fatale s'appuient sur un état des lieux fin des consommations et rejets de chaleur des installations (résidentielles, tertiaires, industrielles...)**.



\* Pour la région Île-de-France, des régions d'outre-mer et des collectivités à statut particulier exerçant les compétences d'une région

Figure 10 : Articulation des documents de planification énergétique [17]

<sup>22</sup> La métropole de Lyon et les établissements publics territoriaux de la métropole du Grand Paris sont également concernés.

<sup>23</sup> Art. R. 229-51 du Code de l'Environnement

Le travail de diagnostic peut aussi être réalisé lors de l'élaboration d'un Schéma Directeur des Énergies (SDE), autre outil complémentaire au PCAET : parfois, le SDE vient alimenter le volet énergie-climat d'un PCAET, tandis que de nombreux PCAET identifient dans leurs plans d'actions la réalisation d'un SDE. Dans la pratique, le SDE présente souvent un **contenu spatialement plus détaillé et une vision plus approfondie des réseaux énergétiques et des enjeux économiques et financiers** que les diagnostics réalisés dans le cadre des PCAET. Ce travail de diagnostic permet la définition d'un plan d'action plus opérationnel. Il en découle la définition d'objectifs chiffrés réalistes et cohérents avec la capacité à faire - technique et financière - des acteurs. **Grâce au plan d'action, la contribution de chacun à la mise en œuvre effective d'une transition énergétique du territoire est identifiée.** [16]

Le PCAET doit également *prendre en compte* les orientations du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) qui lui-même doit être *compatible* avec les orientations du SRADDET (voir Annexe 3 page 70). Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) doit quant à lui prendre en compte le PCAET.

**La valorisation des sources de chaleur fatale doit idéalement être intégrée dans tous les documents.**

*Remarque : A ce jour, l'article L. 229-26 du code de l'environnement permet d'élaborer un PCAET à l'échelle d'un SCoT, à condition pour la structure porteuse du SCoT de se voir transférer la compétence en matière de PCAET. L'ordonnance du 17 juin 2020 conforte ce rapprochement entre SCoT et PCAET en donnant la possibilité aux porteurs de SCoT qui le souhaitent d'élaborer un **SCoT tenant lieu de PCAET (SCoT-AEC)**. De la même façon que pour les PCAET à l'échelle du SCoT, ce rapprochement suppose que l'ensemble des établissements de coopération intercommunale (EPCI) concernés délibèrent pour transférer l'élaboration du PCAET au porteur de SCoT.<sup>24</sup>*

Cette intégration de la chaleur de récupération dans les documents de planification énergétique et d'urbanisme est bien entendu intimement liée à la **politique locale de développement des réseaux de chaleur**. En effet, dans le cas d'une valorisation externe, c'est ce système de distribution qui permet la mise à disposition de la chaleur récupérée à différents usagers. Les ressources locales de chaleur de récupération doivent donc être, le plus précisément possible, caractérisées et chiffrées lors de l'élaboration de ces documents. C'est l'occasion idéale pour tisser des liens entre sources et puits de chaleur et envisager des projets de récupération et valorisation dans des réseaux urbains ou entre industriels.

*Remarque : Il est recommandé de faire appel à des bureaux d'études possédant une **expertise** et une certaine **expérience confirmée** dans le diagnostic des potentiels de récupération de chaleur fatale industrielle pour faciliter la bonne intégration de cette ressource dans les documents précités.*

## 3.2. Quels objectifs se donner ?

### 3.2.1. Développer les connaissances

Le problème **d'asymétrie de l'information sur le territoire** est apparu parmi les éléments clés qui sont ressortis de l'enquête réalisée pour l'élaboration de ce guide. Il est donc primordial d'engager une démarche territoriale de connaissance des potentiels de récupération de chaleur fatale, et que toutes les études réalisées à l'échelle d'une installation ou à l'échelle du territoire convergent vers une connaissance globale des flux d'énergie.

*L'agence Auvergne Rhône Alpes Énergie Environnement (AURA-EE) a par ailleurs lancé en 2019 l'outil web d'aide à la décision [TerriSTORY®](#) fait pour accompagner les territoires d'Auvergne-Rhône-Alpes dans leurs démarches de transition. Cet outil permet d'établir un diagnostic territorial, de manière simple, en s'appuyant sur la visualisation d'indicateurs couvrant des thématiques variées telles que l'énergie, les émissions de gaz à effet de serre et de polluants, la mobilité, l'agriculture ou encore l'environnement.*

<sup>24</sup> Source : [Cerema](#)

Le premier objectif pour une collectivité est donc de connaître le plus précisément possible les consommateurs de chaleur et les émetteurs de chaleur fatale sur son territoire. Ce travail est à réaliser via plusieurs canaux :

- Les documents de planification énergétique
- Un travail de prospection auprès des industriels sur leurs consommations d'énergie
- Une **étude territoriale de connaissance des potentiels de récupération de chaleur**

Cette dernière a plusieurs objectifs [18] :

- Connaître les potentiels de son territoire pour **augmenter sa résilience**,
- Créer un **contenu valorisable** dans les documents de planification et d'aménagement du territoire : diagnostic du territoire et définition des actions,
- **Aider les facilitateurs et les futurs porteurs de projet** à avoir une première approche,
- Donner les **outils pour une priorisation locale de l'énergie** (une bonne connaissance des sources de chaleur fatale permet un meilleur suivi de la démarche EnR'Choix, voir encadré page 20)

### 3.2.2. Valoriser les ressources en interne

Le premier objectif d'une collectivité est d'engager des démarches de réduction de la consommation d'énergie sur son territoire, y compris auprès des entreprises. La collectivité, suite aux études, a un **rôle d'incitateur auprès des entreprises locales pour une prise en main en interne de la problématique de maîtrise de l'énergie**.

La réduction des consommations passe par une optimisation des systèmes de production industriels ainsi que par une valorisation en interne de la chaleur fatale. La valorisation en interne présente de nombreux avantages car elle est bien souvent **maîtrisée par un seul acteur** et ne nécessite que rarement des installations lourdes en termes d'investissement. Ces installations de récupérations sont soutenues par le Fonds Chaleur, si la valorisation n'a pas lieu sur le même procédé, ainsi que par le programme CEE. On compte de nombreux projets dont certains ont été référencés par l'ADEME dans le Tableau 3 page 27.

### 3.2.3. Valoriser les ressources dans les réseaux urbains et de proximité

Le travail de caractérisation des sources et puits de chaleur permet de développer des projets de création, extension et densification des réseaux de chaleur alimentés par des sources de chaleur exploitables adaptées aux conditions de fonctionnement du réseau. Le verdissement des réseaux, objectif que la collectivité doit poursuivre, passe par une inclusion de tous les acteurs locaux dans ce projet. Chaque source de chaleur doit être étudiée au regard du fonctionnement actuel du réseau et de ses potentiels d'évolution (intermittences des sources, niveaux de températures, puissances apportées, distances au réseau).

## 3.3. Le rôle des élus

**La récupération de chaleur fatale est une opportunité pour les élus de prendre en main la transition énergétique des territoires qu'ils représentent.**

Les élus ont notamment pour rôle, dans le cadre de la transition énergétique des territoires de **mettre en relation les acteurs** de leur territoire. Ils sont les interlocuteurs privilégiés de toutes les structures composant la vie de leur collectivité. En ce sens, l'élu local, épaulé par ses équipes administratives, doit :

- Être l'impulsion d'une intégration précise de la ressource d'énergie fatale dans les diagnostics et les études de connaissance,
- Recevoir et être à l'écoute des représentants de consommateurs et producteurs de chaleur (bailleurs sociaux, industriels, opérateurs de réseaux...),
- Rassembler et mettre en lien les acteurs du territoire autour du sujet de la chaleur fatale, engager les premières discussions,
- Être le facilitateur de l'émergence de projets.



Face à l'attractivité économique actuelle des énergies fossiles, la nécessité de faire appel aux énergies de récupération n'est pas poussée par un besoin économique immédiat de recherche d'une source d'énergie plus compétitive. Cependant, il est nécessaire de prendre en compte, à moyen et long terme, la volatilité du prix des énergies fossiles, fortement soumis au contexte géopolitique et à la diminution des réserves, les évolutions possibles de la fiscalité carbone ainsi que les émissions de gaz à effet de serre qu'elles engendrent.

Le besoin d'opter pour un système de chauffage ou un processus industriel alimenté par des énergies de récupération doit être apprécié, au-delà de la dimension économique, au regard de plusieurs autres grands critères qui seront développés dans la suite de ce guide :

- **Résilience du territoire** (ressource maîtrisée),
- **Autonomie énergétique** (ressource locale),
- **Diminution du bilan carbone du territoire,**
- **Territorialisation de l'activités économique locale,**
- **Attractivité du territoire de par sa chaleur à bas prix non dépendante des énergies fossiles.**

Afin de réaliser ces objectifs les élus locaux ont une mission de **prise de responsabilité** face aux solutions fossiles présentant souvent des meilleures rentabilités économiques **à court terme** afin de pousser l'émergence de projets de récupération de chaleur fatale. **Sur le long terme, le recours à des sources locales d'énergie s'est avéré pertinent dans les projets développés en France et les problématiques de changements climatiques imposeront de gré ou de force cette transition.**

L'exemple de l'agglomération de Vienne Condrieu (voir section 6.1) montre que la possibilité d'émergence de projets de récupération est fortement liée à la démarche partenariale impulsée par les collectivités. **La volonté forte de la collectivité de réaliser des projets, en étant à l'écoute des réalités technico-économiques, est décisif pour concrétiser la valorisation de cette ressource.**

## 4. Comment mettre en place un projet de récupération de chaleur fatale sur votre territoire ?

### 4.1. Inscription de la chaleur fatale dans les documents de planification énergétique

Comme détaillé dans la section 3.1, **les territoires disposent aujourd'hui de nombreux outils de planification, stratégiques, réglementaires ou contractuels, pour être plus prescriptifs sur le plan énergétique, et ce à différentes échelles** : schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), schéma de cohérence territoriale (SCoT), plan climat-air-énergie territorial (PCAET), plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi), programme local de l'habitat (PLH) et plan de mobilité (PdM, ex PDU), cahiers de prescriptions des projets d'aménagement, permis de construire, etc.

**L'intégration claire de cette ressource dans les documents de planification est sans aucun doute la première étape qui s'avère essentielle à l'émergence de projets de récupération de chaleur fatale.**

Ces documents de planification énergétique peuvent donner des objectifs de récupération à l'échelle du territoire. En plus d'apporter une connaissance précise des ressources lors de leur élaboration ils contribuent à l'émergence de nombreux projets. À titre d'exemple, dans le PCAET de la Métropole de Lyon (disponible [en ligne](#)) la récupération de chaleur fatale industrielle est inscrite dans le plan d'action comme un outil majeur pour atteindre les objectifs de production d'ENR&R dans les engagements des partenaires (industriels, institutions, Banque des Territoires...).

Dans sa publication de 2012 l'ATEE traite de « l'opportunité de collaboration entre les collectivités et les entreprises » dans le cadre de planifications énergétiques territoriales. Elle développe en particulier l'intérêt de l'intégration des démarches industrielles d'une entreprise dans un PCET<sup>25</sup> [19]. Les entreprises interrogées dans le cadre de cette étude ont des raisons différentes de s'impliquer dans les démarches de planification (voir Tableau 4 ci-dessous).

Tableau 4 : Motivation des entreprises pour s'engager dans une démarche collective de planification énergétique d'après étude ATEE [19]

Motivations pour s'engager dans une démarche collective	Industriels/ grosses PME	Sociétés de services	TPE/PME
S'associer aux évolutions du territoire en lien avec la mise en œuvre du PCET	X	X	X
Partager les connaissances, l'expertise, le savoir-faire avec d'autres acteurs et gagner en temps de veille technique / réglementaire	X	X	
Anticiper les évolutions liées aux changements climatiques en participant aux réflexions et concertations du PCET	X		
Être un acteur du territoire et s'impliquer dans sa dynamique		X	X
Bénéficier de la communication de la collectivité			X

Outre son intérêt pour l'étude et le développement des connaissances sur les sources de chaleur fatale sur le territoire, l'élaboration d'un PCAET est l'occasion d'inclure cette ressource énergétique dans le **plan d'action** de diminution des rejets de CO<sub>2</sub> de la collectivité en fixant des objectifs chiffrés de valorisation. L'élaboration d'un SDE, **venant alimenter le volet énergie-climat du PCAET**, est l'occasion, suite au diagnostic de la

<sup>25</sup> Plan Climat Énergie Territorial, ancien PCAET avant l'intégration en 2016 des enjeux de la qualité de l'air.

ressource de fixer des objectifs précis de récupération de CF dans les différents scénarios stratégiques du SDE et notamment de hiérarchiser l’approvisionnement en énergie et donc de favoriser la valorisation de la chaleur fatale locale. [16]

A titre d’exemple le SDE du Grand Lyon vise à l’horizon 2030 un objectif de 180 GWh/an de valorisation de chaleur industrielle de récupération entre industriels et 327 GWh/an de valorisation de chaleur industrielle dans les réseaux de chaleur.

**Il y a une nécessité dans l’élaboration des PCAET de ne pas s’arrêter aux objectifs généraux sur le développement des EnR&R mais aussi de préciser la stratégie de valorisation de chaleur fatale intégrée au plan d’action de maîtrise de l’énergie sur le territoire.**

## 4.2. La caractérisation des gisements et l’identification du projet

**En parallèle de l’inscription de la chaleur fatale dans la planification énergétique les collectivités doivent réaliser un travail de caractérisation des gisements de chaleur exploitables sur leurs territoires.**

Ce travail **d’inventaire des sources et d’étude de potentiel de valorisation** est indispensable pour identifier et initier des projets suite à la réalisation de ces études ainsi que dans le futur à mesure que l’activité économique locale évolue et que les personnes décisionnaires du côté des producteurs et consommateurs de chaleur ainsi qu’au sein de la collectivité, changent. L’inventaire des sources ne peut pas se faire uniquement sur la base du code NAF des entreprises du territoire et nécessite *a minima* une visite dans l’entreprise identifiée. Il est donc recommandé de privilégier cette analyse dans les entreprises à proximité des réseaux de chaleur.

En plus de l’important travail de caractérisation du gisement à l’échelle nationale [2] et régionale [6] [7], l’ADEME a réalisé un guide à la rédaction de cahier des charges d’une *étude territoriale de connaissance des potentiels de récupération de chaleur sur son territoire* [18]. Ce cahier des charges a pour objectif de décrire à une collectivité le déroulement et le contenu type d’une étude de connaissance des potentiels de la chaleur fatale disponible sur son territoire. La Figure 11 ci-dessous précise les phases d’élaboration de cette étude.

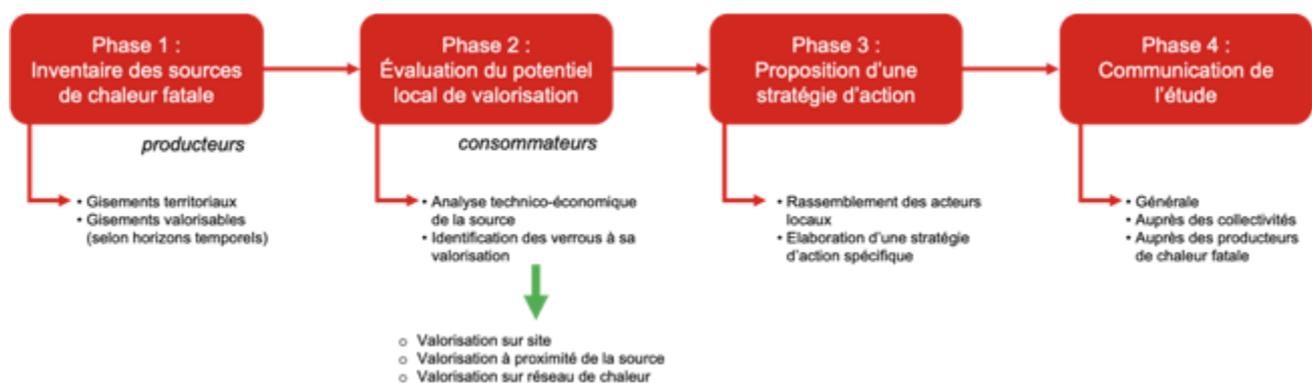


Figure 11 : Contenu et déroulement de la rédaction d’une étude territoriale de connaissance des potentiels de récupération de chaleur fatale sur un territoire

Les **installations nouvelles de plus de 20 MW** soumises au régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (**ICPE**) doivent impérativement faire une **analyse coûts-avantages de valorisation de leur chaleur fatale** et mettre en œuvre cette valorisation si les bénéfices s'avèrent supérieurs aux coûts.

D'après l'[arrêté du 9 décembre 2014](#) précisant le contenu de l'analyse coûts-avantages pour évaluer l'opportunité de valoriser de la chaleur fatale à travers un réseau de chaleur ou de froid ainsi que les catégories d'installations visées, sont concernées par la réalisation de cette analyse :

- Les installations d'une puissance thermique nominale totale supérieure à 20 MW, soumises au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées, générant de la chaleur fatale non valorisée ;
- Les installations de production d'énergie d'une puissance thermique nominale totale supérieure à 20 MW, soumises au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées, faisant partie d'un réseau de chaleur ou de froid.

L'identification des projets potentiels résulte d'une **analyse coordonnée des gisements et des potentiels de valorisation sur le territoire. Ceux-ci sont appréciés au regard des besoins énergétiques présents et futurs des installations consommatrices de chaleur et notamment les réseaux de chaleur et de froid existants ou en projet et de leur perspective de développement (extension et/ou densification).**

### 4.3. Montage et validation du projet

Il est primordial de veiller à ce que **le montage de projet se fasse en concertation en mettant l'ensemble des acteurs en relation** et si possible en les associant aux différentes étapes de validation ou, *a minima*, en les informant régulièrement de l'avancée du projet.

La première étape une fois les gisements de chaleur fatale connus et les consommateurs potentiels identifiés est de vérifier la faisabilité technico-économique ainsi que d'étudier les différents montages juridiques. L'ADEME a publié en janvier 2017 un guide à la rédaction de cahier des charges d'*Étude de faisabilité récupération de chaleur fatale pour valorisation interne et/ou externe*. Ce guide décompose les **étapes du montage et de la validation d'un projet** jusqu'à la réalisation de l'**étude de faisabilité** comme suit :

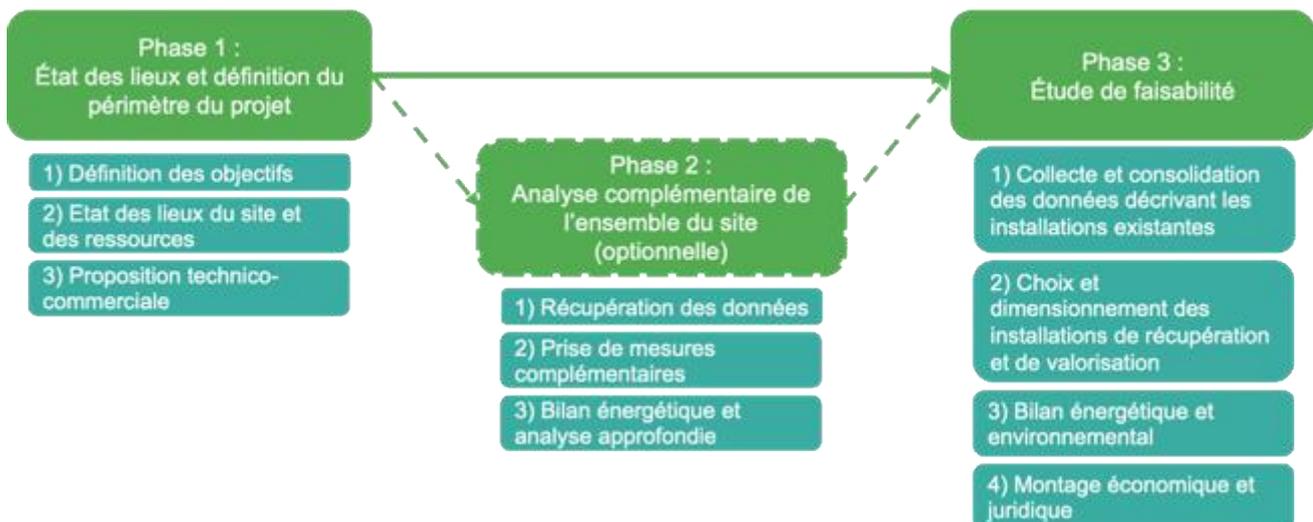


Figure 12 : Phases de montage d'un projet de récupération de chaleur fatale

Il est à noter que les études préalables (opportunité et faisabilité) peuvent être subventionnées par l'ADEME.

Suite à l'étude de faisabilité, le montage juridique et le modèle économique (business plan) comprenant les demandes de subventions établies doivent être choisis. C'est alors qu'intervient la **décision d'investissement**, point principal de blocage, qui va déterminer la validation ou non du projet une fois le montage économique et juridique réalisé. Les financeurs potentiels (industriels, opérateurs, fonds d'investissement/tiers financeurs,

institutions bancaires d'investissement, les collectivités et autres acteurs publics) se distinguent par leurs capacités d'investissement, leurs exigences sur les temps de retour, leurs aversions au risque, leur appréciation des coûts de sélections<sup>26</sup> des projets et des diverses solutions de financement mobilisables. Le **montage financier** se fait « **sur mesure** » et doit donc être mûrement réfléchi pour chaque projet de récupération de chaleur fatale.

Au-delà des montants d'investissement, se pose également la question du portage de l'investissement. Dans certains cas l'industriel va vendre directement la chaleur au client (le réseau de chaleur) et dans d'autres cas ce sera une société ad-hoc où le client et l'industriel sont actionnaires avec des participations bancaires. La complexité de ce dernier montage doit être prise en considération.

Une **analyse synthétique des différents dispositifs de financement mobilisables** est disponible dans la section 7 (page 50) du rapport rédigé par le cabinet Espelia [12].

Comme indiqué précédemment (*cf.* section 2.2.2), il est indispensable de se référer aux documents de l'ADEME sur l'éligibilité des projets au programme **CEE** [14] et au **Fonds Chaleur** pour les installations de récupération de chaleur [13] ainsi que les réseaux de chaleur [11].

## 4.4. Réalisation du projet

Une fois le montage établi et le projet validé, celui-ci entre dans sa phase de réalisation, c'est-à-dire la construction des installations et leur exploitation.

Durant la phase de construction, le porteur de projet, accompagné par un Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) voire d'un Maître d'Œuvre (MOe), se doit de :

- Suivre la réalisation et notamment s'assurer du respect du permis de construire et des délais de construction contractualisés,
- Faire réaliser les contrôles et tests réglementaires,
- Négocier les contrats de financement et s'assurer de leur réalisation,
- Suivre et contrôler les engagements contractuels (dont permis de construire) portant entre autres sur la disponibilité et les performances techniques.

Le contrôle et le suivi des engagements contractuels de l'exploitation sont également dans ses prérogatives.

Par ailleurs, l'exploitant des installations de récupération de chaleur doit, entre-autres :

- Assurer la fourniture de chaleur au réseau conformément aux engagements contractuels (quantité, puissance, caractéristiques de la chaleur : pression, température et qualité de l'eau ou de la vapeur...),
- Mettre en adéquation le fonctionnement de l'installation de récupération avec le processus de l'usine de production,
- Réaliser la vente de chaleur, qui permet de rembourser les investissements,
- Suivre les engagements de performance,
- Suivre le respect des clauses contractuelles.

Les points précédents sont majoritairement tirés de l'étude du cabinet Espelia [12].

---

<sup>26</sup> Selon les institutions, des coûts de sélection des projets avant décision d'investissement peuvent être engendrés, ils sont parfois intégrés aux coûts de développement de projet ou aux coûts de prospective commerciale.

## 5. Se repérer dans le contexte socio-économique de la récupération de chaleur fatale – les freins et bonnes pratiques

### 5.1. Le cadre technique des projets de récupération

Les contraintes techniques des projets de valorisation de chaleur fatale, aujourd'hui de mieux en mieux maîtrisées, sont avant tout liées à la compatibilité des caractéristiques des sources de chaleur fatale (et donc des processus de production) avec celles des puits (exutoires) de chaleur sur le territoire.

#### 5.1.1. Connaissance de la source

La première barrière au développement massif de la récupération de chaleur industrielle est le **caractère unique** de tous les projets. Cette source de chaleur peut prendre une multitude de formes selon ses caractéristiques techniques : type de **vecteur de chaleur**, niveau de **température** et de **pression**, **intermittence**... Pour chaque site un **audit énergétique** complet est donc nécessaire pour avoir à la fois une **vision globale** du site dans son environnement et une **connaissance précise** des caractéristiques des installations. À ce titre, les collectivités interrogées font état d'un **problème au niveau du comptage des consommations et émissions de chaleur**. Dans le domaine privé particulièrement il n'est souvent pas assez fin pour pouvoir envisager des solutions de récupération.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> A noter que les données statistiques des consommateurs d'énergie ne peuvent pas être connues en dessous d'une certaine échelle pour des raisons de protection. Elles sont pour cela agrégées à l'échelle IRIS (îlots regroupés pour l'information statistique, découpage infra-communal).

Encadré 4 : [20]

**FOCUS**

## **Certification ISO 50 001 relative au management de l'énergie et l'obligation d'audit énergétique des entreprises**

L'ISO 50 001 agit au cœur même de l'entreprise, sur l'amélioration de la performance énergétique. Complètement dédiée aux usages et aux consommations énergétiques de l'entreprise, elle prévoit entre autres :

- La mise en œuvre d'un plan de comptage (mesures, collecte des données, analyse et suivi) ;
- La prise en compte du critère d'efficacité énergétique dans les achats de produits et d'équipements.

L'ISO 50 001 a un caractère opérationnel dont les résultats sont quantifiables, grâce :

- À l'évaluation des potentiels d'économies d'énergies ;
- Au calcul des retours sur investissement ;
- Aux économies d'énergie vérifiables sur la facture énergétique.

**Les projets de chaleur fatale ont un réel intérêt pour les sites normés ISO 14 001 et ISO 50 001** (sans être en soit un argument majeur à leur acceptabilité). En effet, dans le cadre de la norme ISO 50 001 les auditeurs ont tendance à préférer des projets de récupération de CF par rapport à des projets plus communs d'efficacité énergétique, isolation, rénovation... Le fait de connaître et maîtriser les sources et puits de chaleur fait partie de la démarche de management de l'énergie.

Les avantages de la certification ISO 50 001 :

- Exonération de l'obligation d'audit énergétique des sites certifiés ISO 50 001 des grandes entreprises ;
- Bonification des Certificats d'Économies d'Énergie pour toutes opérations engagées jusqu'au 31 décembre 2015.

La certification ISO 50 001 peut aussi être garante du maintien de la dynamique engagée, son obtention étant remise en question tous les quatre ans par un audit de renouvellement.

L'opportunité immédiate de la certification s'apprécie au cas par cas en fonction des motivations de l'entreprise.

L'obligation d'audit énergétique

La Directive Efficacité Énergétique du 25 octobre 2012 oblige les grandes entreprises à réaliser un audit énergétique, à renouveler tous les 4 ans. Par ailleurs, l'arrêté du 24 novembre 2014 du Code de l'énergie précise les modalités d'application de l'audit énergétique dont les exigences de qualification de l'auditeur. (JO N°0273 26/11/2014)

A noter aussi que l'obtention d'une certification ISO 50 001 permet aux entreprises d'être exemptées d'audit énergétique réglementaire, cette certification contribuant d'ores et déjà à l'amélioration de l'efficacité énergétique de ces structures.

**Utile :** Le programme [PRO-SME](#)n coordonné et géré par l'ATEE, encourage et soutient financièrement la mise en place de systèmes de management de l'énergie conformes à la norme ISO 50001, dans les entreprises et les collectivités, par le versement d'une prime. La prime, plafonnée à 40.000 € HT, est égale à 20% des dépenses énergétiques annuelles des sites certifiés.

Comme le souligne le CETIAT<sup>28</sup>, pour qu'une démarche de valorisation de la chaleur fatale soit réussie, il est primordial de bien définir le **périmètre de l'étude** : est-ce que l'on souhaite étudier le potentiel de récupération à l'échelle d'un procédé, d'un atelier ou de l'ensemble du site ? Ce périmètre va conditionner l'analyse des rejets et des besoins, ainsi que les solutions de récupération à mettre en œuvre.



De plus, la **mise en place d'un dispositif de comptage adapté** (comptage gaz, électrique, vapeur...) est nécessaire pour quantifier les consommations d'énergie avant et après la mise en place de la solution de récupération. En effet, le comptage est un outil indispensable pour suivre dans le temps la consommation d'énergie de ses équipements.

**Il faut donc retenir que seules des études personnalisées et adaptées au contexte pourront réellement déterminer les conditions de valorisation de la chaleur fatale.**

La Figure 13 ci-dessous présente les différentes phases d'accompagnement d'un industriel dans la mise en place d'une stratégie d'efficacité énergétique :

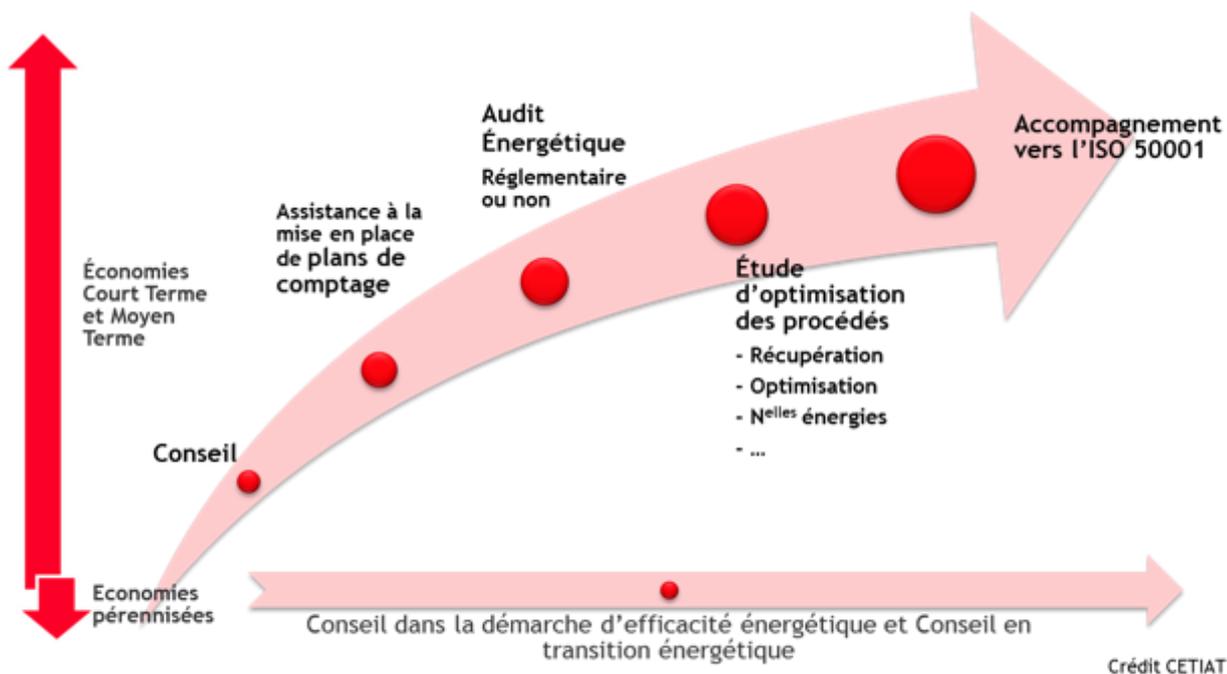


Figure 13 : Différentes phases d'accompagnement d'un industriel dans la mise en place d'une stratégie d'efficacité énergétique (Source CETIAT)

**Expertise des bureaux d'études :**

On observe également **des connaissances et expertises inégales entre les bureaux d'études** sur le sujet de la récupération de chaleur fatale. Ce volet des projets n'est pas toujours étudié en profondeur et il est recommandé aux collectivités de mettre l'accent sur le sujet de la chaleur fatale auprès de ces acteurs dès la phase de consultation. Ceux-ci doivent notamment avoir pour mission **la proposition et la définition des éventuelles études complémentaires** à mener suite aux résultats des premiers audits énergétiques.

**Sur le volet organisationnel** des potentiels projets de valorisation de chaleur fatale et sur le portage des investissements, il y a donc une nécessité de travail en partenariat avec d'autres institutions possédant des compétences de conseil sur le montage économique et juridique des projets (entreprises de conseil spécialisées, ADEME, AMORCE, ATEE...)

<sup>28</sup> Centre Technique des Industries de l'Aéroulrique et de la Thermique - <http://www.recuperation-chaueur.fr/que-faire-chaueur-recuperee>

Un manque de compétence sur le sujet de la chaleur fatale apparaît comme dommageable lors de la réalisation de schémas directeurs car la chaleur fatale peut ne pas être suffisamment identifiée comme une ressource exploitable sur le territoire.

Selon l'ATEE, il y a aujourd'hui besoin d'une meilleure identification des sources de chaleur fatale industrielle. Cela passe par la **réalisation d'études par les industriels sur leurs propres installations**. En effet, en connaissant leurs consommations d'énergie et rejets de chaleur, les industriels peuvent participer activement à la stratégie territoriale de maîtrise de l'énergie.

## 5.1.2. Caractéristiques de la source

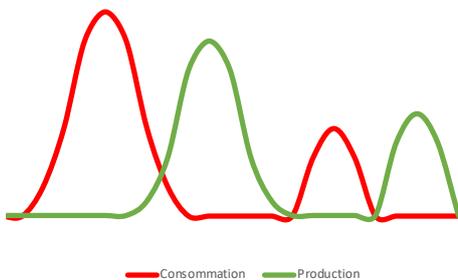
Parmi les contraintes techniques, on note notamment les niveaux de température et de pression, la compatibilité de la saisonnalité des sources et des exutoires de chaleur ou encore les caractéristiques du fluide caloporteur. Ces contraintes sont néanmoins surmontables grâce à la maturité technologique désormais acquise.

### 5.1.2.1. Niveaux de température

Le **niveau de température** est une donnée critique car une source à haute température est plus facilement valorisable qu'une source à basse température pour laquelle les projets sont souvent complexifiés par la nécessité de systèmes d'élévation de la température de la chaleur récupérée via notamment des pompes à chaleur (PAC). Cependant les acteurs de la filière font état d'une **bonne maturité technologique** globale sur les systèmes d'échange de chaleur et la technicité des systèmes de récupération n'est pas aujourd'hui un point critique. Pour rappel les niveaux de température des rejets des différentes activités sont présentés Figure 6 page 17.



### 5.1.2.2. Intermittence et stockage de chaleur



Comme cela a été souligné lors du travail d'enquête, certains projets peuvent paraître simples au premier regard mais l'étude de la temporalité des besoins et celle de la production peut mettre en lumière des problèmes de recouvrement et ainsi complexifier relativement les projets. Dans ce cas, des techniques de stockage de chaleur existent pour faire face aux **intermittences de production et/ou de consommation**. Ils imposent toutefois des investissements supplémentaires qui peuvent peser sur la rentabilité de l'opération. En effet, beaucoup de processus industriels sont réalisés de manière non-continue, par lot (batch), ce qui est un frein

majeur à la valorisation externe de la chaleur fatale qui en est issue.

La problématique de l'adéquation temporelle des consommations et de la production peut être limitée par une diversité des typologies de consommation sur un réseau. Les démarches de densification et d'extension des réseaux de chaleur, à étudier dans le cadre des schémas directeurs des réseaux, peuvent permettre d'accroître cette diversité (opérations éligibles au fonds chaleur [11]) et ainsi rendre les projets de récupération de chaleur plus attractifs. En effet, le raccordement à un plus grand nombre de consommateur rend la capacité de récupération du réseau plus importante en termes de capacité de consommation et de plage temporelle des appels de puissance.

Le stockage de l'énergie dans un réseau de chaleur permet de mieux gérer le déphasage temporel entre production et consommation. Il existe un certain nombre de situations pour lesquelles un réseau de chaleur, sans stockage, n'atteint pas un optimum économique, environnemental ou énergétique. L'ajout d'une composante d'accumulation de chaleur peut permettre de se rapprocher de cet optimum. Les principaux enjeux d'un dispositif de stockage :

- Lissage des pointes de production,
- Lissage des pointes de transport,
- Lissage des pointes de consommation chez les abonnés,

- Amélioration des rendements des générateurs,
- Intégration des EnR&R et des procédés intermittents,
- Valorisation de la cogénération,
- Sécurisation de la fourniture d'énergie, avec un accès immédiat, lorsque le stockage est plein, à une source d'énergie pour le réseau en cas de problème de production,
- Valorisation des énergies renouvelables électriques par le principe du Power to Heat (P2H), qui consiste à transformer l'électricité excédentaire en chaleur par une pompe à chaleur (PAC),

Différentes technologies de stockage de chaleur existent, les plus matures étant les techniques de stockage par chaleur sensible<sup>29</sup>, présentées dans l'Annexe 6.

Pour le développement d'un réseau de chaleur, il est souvent complexe de trouver un site d'émission de chaleur fatale compatible (distance, régime de température, continuité de fourniture). Il est alors important d'utiliser le travail d'étude réalisé, notamment lors de la rédaction d'un schéma directeur des énergies ou des réseaux de chaleur, pour engager d'autres projets de **valorisation interne** de la chaleur industrielle. **Les valorisations internes et externes de chaleur sont en effet complémentaires** : la réalisation d'étude de potentiel de récupération dans un contexte de valorisation externe (extension d'un réseau de chaleur par exemple) peut être utilisée par une structure pour repérer les potentiels de valorisation interne. Et inversement, les données collectées lors d'un diagnostic énergétique d'une usine en vue de valoriser la chaleur en interne peuvent être valorisées plus largement pour dessiner les évolutions des réseaux de chaleur locaux. Cette volonté de mutualisation des ressources se heurte souvent au fait que la collectivité n'a **pas toujours une visibilité sur les procédés de valorisation interne mis en œuvre suite à ces études. C'est pourquoi il faut une réflexion globalisée avec un périmètre d'étude pertinent.**

### 5.1.2.3. Pollution du fluide de captation de la chaleur

Certains gisements présentent des fumées corrosives ou encore fortement chargées en poussière et éléments colmatants (particulièrement dans l'industrie sidérurgique, sur des fluides gazeux). La récupération de chaleur se faisant avant traitement (après traitement le potentiel thermique est diminué d'un facteur 4) il y a une nécessité d'opter pour des technologies d'échange de chaleur et de nettoyage adaptée à ces contraintes techniques. Cela engendre un surcoût important à prendre en compte dans l'analyse technico-économique.

### 5.1.3. Géographie de la ressource

**La distance entre le consommateur et la source de chaleur est sans doute le premier frein technique avant même les caractéristiques de la chaleur émise et des besoins en chaleur sur le territoire.**

En particulier dans le cadre de récupération de chaleur fatale industrielle, bon nombre de gisements captables sont situés à **une distance** de plusieurs kilomètres des principaux **consommateurs** (résidentiel, hôpitaux...). Pour les unités de traitement thermique des déchets (services publics à rejets à haute température), la maturité de la filière sur la valorisation de cette chaleur est telle que ne pas valoriser cette chaleur entre en contradiction totale avec les enjeux environnementaux actuels. Cependant, il apparaît parfois que les exutoires sont très éloignés, ce qui implique des coûts de construction du réseau trop importants en comparaison avec les gains énergétiques. L'installation d'un réseau de captation (s'il n'est pas mutualisé avec le réseau de distribution) a pour effet de dégrader la densité thermique globale du réseau. Il est **estimé** qu'il est nécessaire qu'un réseau de captation ait une densité thermique supérieure à 3 MWh/ml pour que la densité thermique globale ne soit pas trop dégradée (cette valeur estimée doit être confortée lors des études de faisabilité).



Les freins « géographiques » de la source de chaleur fatale sont aussi à entendre dans le sens de la **concurrence locale avec des énergies renouvelables** (le gaz restant toujours le principal concurrent). La présence d'un potentiel géothermique ou d'un gisement de biomasse facilement accessible sur le territoire est à prendre en compte dans l'analyse technico-économique. En effet le potentiel recours à ces énergies a pour

<sup>29</sup> Voir glossaire

effet de réduire l'attractivité de la ressource d'énergie fatale. On peut citer par exemple le syndicat d'énergie SMIREC en région parisienne ainsi que par le Port Autonome de Strasbourg dans lequel un projet de géothermie profonde sur le port qui pouvait à un moment répondre aux besoins n'a pas incité à poursuivre les projets de récupération d'énergie fatale.

Dans une logique de valorisation des sources de chaleur fatale sur le territoire, notamment dans le cadre des démarches TEPOS, **les études de préféabilité des potentiels de création, extension et densification de réseaux de chaleur** sur le territoire sont fortement valorisables du fait de l'intégration de la chaleur fatale dans une logique de projet.

*Rappel : la démarche EnR'Choix de l'ADEME ( Encadré 2 p17) place la récupération de chaleur fatale la source d'énergie à exploiter en priorité sur un territoire.*

## 5.2. Le cadre administratif et la gouvernance des projets

### 5.2.1. Asymétrie des informations

**Un frein majeur à la récupération de chaleur fatale, en particulier industrielle, est l'asymétrie des informations des interlocuteurs** : en effet, entre l'opérateur de réseau, l'industriel, la collectivité et les autres éventuels acteurs les informations ne sont que très rarement parfaitement partagées. De cette asymétrie des connaissances sur les données technico-économiques des projets, des objectifs et politiques internes des acteurs en résulte d'importantes difficultés dans la construction des projets.

Puisque la récupération de chaleur fatale **ne relève jamais de projets standards** il y a une véritable nécessité d'avoir la meilleure **communication** possible entre les acteurs pour dessiner au mieux le projet. La collectivité et ses élus, comme expliqué dans la section 3.3, doit jouer son rôle dans **la mise en relation, la facilitation des échanges, la mobilisation et l'accompagnement des acteurs tout au long des projets**.

La collectivité, les entreprises, les opérateurs de réseaux, ou tout autre consommateur de chaleur a ses objectifs propres d'économie d'énergie et de décarbonation de ses consommations, sa propre capacité d'investissement et également son propre langage. **La collectivité en rassemblant les acteurs peut permettre de faire converger les objectifs tout en assurant une compréhension réciproque**. La présence de professionnels de l'énergie est bien souvent indispensable pour faciliter les échanges entre une collectivité et une entreprise (voir paragraphe sur la position des opérateurs énergétiques dans la partie suivante 5.2.2).



*Proposition de développement d'outils par une collectivité interrogée : il y a un véritable besoin d'automatisation des démarches d'études, de calculs, de montages juridiques de projet avec un croisement des données issues d'une base commune pour l'aménagement du territoire. En effet, à l'heure actuelle, la quantité de dossiers et d'études sous forme de rapports rend trop complexe, en termes de moyens humains, le croisement de ces données et informations en vue d'une coordination des actions. L'automatisation du recensement des résultats chiffrés de rejets, besoins, captations, etc. permettrait de faciliter l'inclusion des démarches d'efficacité énergétique dans le cadre local.*

#### Recommandations :

- Dès les premiers audits énergétiques réalisés et les rejets et besoins du territoire caractérisés : organiser une première rencontre entre la **collectivité et les entreprises émettrices de chaleur**. Il s'agit d'engager la réflexion sur des projets communs de récupération et valorisation de la chaleur fatale et d'échanger sur les objectifs de chacun des acteurs ainsi que sur la réalité économique et politique de leurs activités. Dans une zone industrielle ce travail peut aussi être réalisé en collaboration avec les **associations locales d'animation** (cf. section 2.4).

Réaliser un travail de centralisation des documents existants, en cohérence avec les ressources humaines disponibles : Audits énergétiques des installations, schémas directeurs des énergies et des réseaux de chaleur, planification énergétique territoriale, documents d'urbanisme, études d'impact (voir

- Encadré 5)...
- Analyser l'apport de la récupération de chaleur fatale vis-à-vis des objectifs de chacun des acteurs ainsi que l'état de connaissance de leurs potentiels.

Encadré 5

**FOCUS**

### Analyse coûts-avantage obligatoire pour les ICPE

Certaines Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) se voient depuis 2014 obligées de réaliser une **analyse coûts-avantage de valorisation de la chaleur fatale dans l'étude d'impact**. Il est en effet imposé aux installations industrielles générant de la chaleur fatale non valorisée et aux installations de production d'énergie dans des réseaux de chaleur et de froid, d'une puissance thermique totale supérieure à 20 MW, la réalisation de cette analyse lors de la création de nouvelles installations ou en cas de rénovation substantielle.

Références :

[Décret n° 2014-1363 du 14 novembre 2014](#) visant à transposer [l'article 14.5 de la directive 2012/27/UE](#) relatif au raccordement d'installations productrices d'énergie fatale à des réseaux de chaleur ou de froid. Pour plus d'information sur les éléments concernant les réseaux de chaleur dans la directive européenne 2012/27/UE sur l'efficacité énergétique, voir la [publication du Cerema](#) sur le sujet.

[Arrêté du 9 décembre 2014](#) précisant le contenu de l'analyse coûts-avantages pour évaluer l'opportunité de valoriser de la chaleur fatale à travers un réseau de chaleur ou de froid ainsi que les catégories d'installations visées

## 5.2.2. La gouvernance exercée par la collectivité et la position stratégique des opérateurs énergétiques

Un point fondamental du montage de projet de récupération est **la définition du rôle de la collectivité**. En effet, elle doit toujours avoir un **rôle de suivi** du projet pour vérifier sa cohérence avec les objectifs de verdissement de la production de chaleur sur son territoire, mais peut, selon les projets, aussi prendre en charge les missions suivantes (entre parenthèses sont indiqués des exemples de collectivités ayant joué ces rôles parmi celles interrogées) :

- **Étude**, interne ou appel à des BE (Métropole Aix Marseille Provence, SMIREC, Métropole du Grand Lyon...)
- **Gouvernance** (Département des Hautes-Alpes, Eurométropole de Strasbourg...)
- **Financement** (Eurométropole de Strasbourg, Agglomération Riom Limagne et Volcans, Métropole de Rouen Normandie...)
- **Partenaire** : conseil, mobilisation des acteurs (Département des Hautes-Alpes, Agglomération Riom Limagne et Volcans...)
- **Maîtrise d'ouvrage** pour la récupération et/ou la distribution, principalement pour de la récupération de chaleur issue de services publics (Métropole Rouen Normandie, Eurométropole de Strasbourg...)
- **Exploitation** (SMIREC, Agglomération Riom Limagne et Volcans, Métropole Rouen Normandie, Grand Paris Sud...)

Un autre rôle de la collectivité est de susciter les initiatives de récupération de chaleur. Cela doit se faire à la fois **au moment de la consultation** pour l'exploitation d'un réseau de chaleur, en mettant à disposition de tous les candidats des pistes de projets de chaleur issues des études énergétiques territoriales, et exiger, auprès des candidats à l'appel d'offre, une étude systématique de ce potentiel pour l'alimentation du réseau. Ces évolutions doivent également être motivées **sur toute la durée des contrats** en définissant des clauses et objectifs clairs de verdissement du mix énergétique en mettant en avant les énergies de récupération.

Pour permettre l'acceptation des différents acteurs du projet et sa bonne réalisation, il est nécessaire de bien **prendre en compte les différents calendriers afin de les faire coïncider** : plannings des études, des travaux, et des mises en service du système de récupération de chaleur fatale, plannings des réseaux (renouvellement de DSP, opérations de maintenance/rénovation), des industriels (décisions d'investissements et de travaux en internes), de la collectivité (élections, vote de budgets) et des autres acteurs (ex : assemblées générales de copropriétés).



**Les opérateurs énergétiques ont une position stratégique sur la récupération et la distribution de chaleur. Ils jouent souvent un rôle d'intermédiaire entre les producteurs et consommateurs de chaleur.**

Dans de nombreuses entreprises, la présence d'un opérateur énergétique ayant obtenu la compétence de gestion de l'énergie sur le site dans le cadre d'un **marché global de performance**<sup>30</sup> permet l'initiation et la réalisation des projets de récupération et valorisation de la chaleur fatale de par :

- Leurs intérêts économiques. De ce fait, ils sont bien souvent à l'initiative des projets et moteurs tout au long de leur réalisation,
- Leur expertise sur les technologies de récupération et la fourniture de chaleur,
- Leur culture du dialogue et de la contractualisation sur les questions énergétiques bien plus développée chez les opérateurs,
- Leur aptitude à gérer les contrats de fourniture d'énergie, ce qui permet à l'industriel de déléguer à cet intermédiaire les engagements sur la fourniture de chaleur. Cela augmente l'acceptabilité des projets par les industriels mais permet également des prix de vente de la chaleur plus compétitifs,
- Le transfert des investissements à celui-ci, permettant d'effacer pour l'industriel ses obligations de recherche du temps de retour sur investissement le plus court (cf. partie 5.3.3).

La présence d'une entreprise spécialisée et délégataire de la compétence énergie des sites producteurs de chaleur fatale, jouant le rôle d'intermédiaire entre la collectivité et l'industriel apparaît donc, selon le contexte local, comme un remarquable atout pour que les projets de récupération de chaleur fatale aillent à leur terme.

Cependant des complexités de ces montages sont les contraintes de commercialisation. En effet, la vente de chaleur impliquant au moins 3 acteurs (consommateur, producteur, opérateur de RC), nécessite deux types d'accords :

- Un contrat de vente de la chaleur entre le producteur et l'opérateur du RC (voire la collectivité)
- Un contrat (abonnement) entre les consommateurs et l'opérateur du RC

L'opérateur de réseau de chaleur a souvent besoin d'obtenir la signature d'un contrat d'exclusivité sur la vente de chaleur avec le producteur pour limiter les risques liés à une potentielle mise en concurrence qui par ailleurs ajoute un degré de complexité aux projets.

<sup>30</sup> Les marchés globaux de performance permettent aux acheteurs d'associer l'exploitation ou la maintenance à la réalisation ou à la conception-réalisation de prestations afin de remplir des objectifs chiffrés de performance. Les objectifs sont définis notamment en termes de niveau d'activité, de qualité de service, d'efficacité énergétique ou d'incidence écologique.

### 5.2.3. Contractualisation

**Étape cruciale du montage de projet, la contractualisation nécessite d'être réalisée rigoureusement, au bon moment et avec une bonne compréhension des calendriers de tous les acteurs du projet.**

Une contractualisation entre un fournisseur et un transporteur doit intégrer les points suivants :

- **Identification des risques** encourus : Ce point semble même, pour la réussite d'un projet, plus critique que l'identification de la solution technique et du montage économique. Voir section 5.3.4 pour plus de détails.
- **Contractualisation des conditions de mise à disposition de la ressource** : Nécessité d'encadrer contractuellement les conditions techniques de fourniture de chaleur (puissance mise à disposition du réseau de chaleur en continu, volume de chaleur vendu, saisonnalité des ventes de chaleur, température départ/retour, qualité de l'eau) ainsi que les pénalités associées en cas de non-respect des engagements fixés (pour qu'elles soient en cohérence avec les conséquences économiques associées pour chacune des parties) afin d'assurer l'adéquation entre la production et les besoins en chaleur.

Un autre frein observé, d'autant plus dans le cas de récupération de chaleur fatale sur un réseau géré en DSP, est le problème d'**échéances relatives des contrats** pouvant décaler les projets de récupération de chaleur fatale dans le temps. Mais si des objectifs sont clairs dans le contrat et que la collectivité impose la mise en œuvre de ces projets, le concessionnaire doit s'y conformer. De plus, en fin de DSP, la collectivité récupère l'ensemble des études et autres qui ont été entamées, justement pour que le concessionnaire suivant puisse prendre la suite sans trop de difficulté.

Exemple de la récupération de chaleur fatale de la fonderie PSA à Charleville-Mézières<sup>31</sup> : ce projet a été initié en fin de contrat de DSP du réseau. La question s'est alors posée de réaliser le projet dans le cadre d'un avenant au contrat en cours et qu'il profite au prochain délégataire (pouvant être différent de l'actuel, du fait de l'obligation d'ouverture à la concurrence) ou de l'inclure dans le programme de travaux de la future DSP. Il a été finalement choisi d'intégrer ce projet lors du renouvellement de la DSP.

Des points d'attention particuliers sont à prendre en compte s'il est envisagé un avenant à un contrat de DSP :

- Le projet ne se fait pas au détriment de l'exploitant titulaire,
- Le temps restant sur la DSP est suffisant pour que le délégataire ait un retour sur investissement<sup>32</sup>, ou bien la collectivité peut indemniser la part non amortie en fin de concession, en mettant cet amortissement à la charge du concessionnaire suivant. La collectivité peut aussi faire elle-même l'investissement mais cela peut causer des difficultés contractuelles puisque cela fait basculer la concession dans un contrat hybride (concession-affermage), souvent non prévu contractuellement.
- Si la collectivité souhaite accélérer le projet et ne pas attendre la remise en concurrence, elle peut établir un avenant motivé par le raccordement à une source de chaleur fatale. L'avenant doit toutefois se conformer aux règles de la commande publique (L3135-1 du CCP).

A noter que la DSP est le mode de gestion des réseaux de chaleur le plus courant en France (74% de l'énergie livrée en 2018, voir Figure 14).

<sup>31</sup> <https://www.dalkia.fr/fr/references/recuperation-chaleur-fonderie>

<sup>32</sup> Exemple de la communauté d'agglomération du Grand Paris Sud pour laquelle un projet de récupération de chaleur sur UIOM réalisé en mai 2019 avec un temps de retour sur investissement de 23 ans a nécessité une résiliation et une renégociation de la DSP aux vu des montants d'investissement engagés.

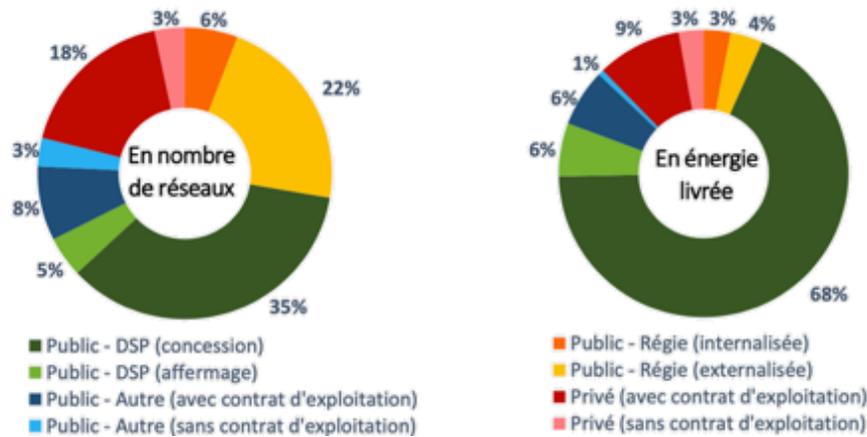


Figure 14 : Mode de gestion des réseaux de chaleur en France en 2018 (Source SNCU [21])

Pour plus d'information sur la contractualisation d'un projet de réseau de chaleur et le montage d'une DSP voir le Guide AMORCE *L'élu et les réseaux de chaleur* de 2017 [22] ainsi que le *Guide des montages juridiques : Production d'EnR et réalisation de réseaux de de chaleur et de froid par les Collectivités (ENJ15)* de Mai 2020.

Encadré 6

**FOCUS**

**La réalisation d'un avenant à un contrat de DSP ou à un marché d'exploitation d'un réseau de chaleur ou de froid**

Conformément aux dispositions de l'[article L. 2194-1](#) du code de la commande publique, relatives à l'ensemble des marchés, y compris ceux de défense ou de sécurité, et à celles de l'[article L. 3135-1](#) du même code pour les contrats de concession, l'acheteur ou l'autorité concédante peut, en cours d'exécution, modifier régulièrement son contrat initial sans nouvelle procédure de mise en concurrence lorsque l'une des conditions suivantes est remplie :

- les modifications ont été prévues dans les documents contractuels initiaux ;
- des travaux, fournitures ou services supplémentaires sont devenus nécessaires ;
- les modifications sont rendues nécessaires par des circonstances imprévues ;
- un nouveau titulaire se substitue au titulaire initial du marché ;
- les modifications ne sont pas substantielles ;
- les modifications sont de faibles montants.

Les modifications envisagées doivent intervenir dans le respect des conditions précisées dans la partie réglementaire du code à savoir, s'agissant des marchés (y compris de défense ou de sécurité) 7 des articles [R. 2194-1](#) à [R. 2194-9](#) du code et, s'agissant des contrats de concessions, des articles [R. 3135-1](#) à [R. 3135-9](#) du code. Elles ne sauraient, par ailleurs et en tout état de cause, « changer la nature globale du contrat »

Les modalités de réalisation d'un avenant au contrat de DSP sont détaillées dans la fiche technique *Les modalités de modification des contrats en cours d'exécution* [publiée par la Direction des Affaires Juridiques](#).

## 5.3. L'attractivité économique de la valorisation de chaleur fatale

### 5.3.1. Concurrence des énergies fossiles

**Le principal frein au développement des EnR&R est le fait qu'elles ne sont aujourd'hui pas assez compétitives par rapport aux énergies fossiles sans aides publiques.** Dans la période actuelle les énergies fossiles et particulièrement le gaz (qui représente 37% du bouquet énergétique des réseaux en France [21], voir Figure 15 ci-contre) sont très bon marché, voir le graphique d'évolution du prix du gaz en Annexe 7. Il est à noter que la compétitivité des solutions fossiles est d'autant plus grande pour les grands groupes qui ont des capacités de négociation de leurs tarifs d'achat d'énergie à l'échelle nationale.

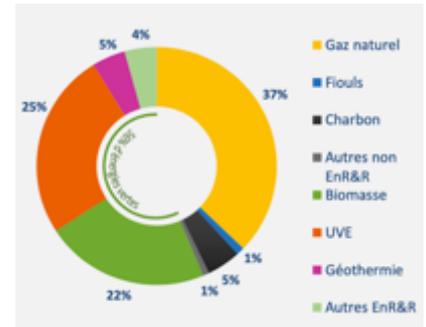


Figure 15 : Bouquet énergétique (en énergie entrante) des réseaux de chaleur en 2018 (Source SNCU)

Le statut de la chaleur de récupération est aujourd'hui bien encadré et n'est pas en soi une limite à la naissance des projets. En effet, elle a un statut comparable aux énergies renouvelables (notion d'EnR&R) dans la détermination des mix énergétiques des réseaux de chaleur et permet d'accéder à la TVA à taux réduit. A noter tout de même que, concernant une chaleur fatale **d'importation** (dans le cas de projets transfrontaliers comme la récupération de chaleur fatale dans l'aciérie BSW à Kehl en Allemagne pour le réseau de chaleur strasbourgeois), les procédures sont longues pour obtenir la confirmation ministérielle du statut d'EnR&R ouvrant droit à TVA réduite.

Encadré 7

## FOCUS

### La définition officielle de la chaleur de récupération pour application d'une taxe à taux réduit

Le paragraphe B de l'[article 278-0 bis du code général des impôts \(CGI\)](#) soumet au taux réduit de 5,5 % de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA), entre-autres, aux abonnements relatifs aux **livraisons d'énergie calorifique distribuée par réseaux** ainsi que la fourniture de chaleur distribuée par ces réseaux lorsqu'elle est produite au moins à 50 % à partir de sources d'énergie renouvelables ou de récupération. Il s'agit de l'énergie calorifique produite à partir de la biomasse, de la géothermie, de l'énergie solaire thermique, des déchets et d'énergie de récupération<sup>31</sup>

Il s'agit des abonnements relatifs aux livraisons d'énergie calorifique, généralement fournie sous forme de vapeur d'eau ou d'eau chaude, distribuée par réseaux de chaleur. L'éligibilité au taux réduit est réservée aux réseaux de chaleur dont la fourniture d'énergie calorifique est facturée à une pluralité de clients finaux. Le taux réduit de 5,5 % s'applique à la consommation lorsque l'énergie est produite au moins à 50 % à partir de ces sources d'énergie. Le seuil de 50 % s'apprécie de manière globale pour chaque réseau. Lorsque l'énergie calorifique délivrée par un même réseau est issue de plusieurs sites de production, il est fait masse de l'ensemble des sources d'énergie utilisées pour apprécier le seuil d'éligibilité.

Source : Bulletin officiel [BOI-TVA-LIQ-30-20-20](#) du 30 octobre 2012

<sup>31</sup> Déchets et énergie de récupération : fraction non biodégradable des déchets ménagers ou assimilés, des déchets des collectivités et des déchets industriels, résidus de papeterie et de raffinerie, gaz ou biogaz issus du traitement des déchets ménagers, industriels, agricoles et sylvicoles, des décharges ou des eaux usées, gaz de récupération (mines, cokerie, haut-fourneau, aciérie et gaz fatals) et récupération de chaleur sur eau de mer, de rivière ou d'égout ou de chaleur fatale à l'exclusion de la chaleur issue de la cogénération pour la part issue de l'énergie fossile.

S'ajoute à cela la relative **complexité des projets EnR&R** par rapport aux énergies fossiles présentant des solutions techniques plus faciles à implémenter, des installations moins lourdes et la présence de moins d'acteurs impliqués sur les projets.

Cependant la chaleur de récupération a un autre **avantage purement économique notable** (donc sans évoquer ses intérêts environnementaux et sociaux) qui doit être pris en compte dans la stratégie énergétique des territoires : la **stabilité des prix de l'énergie fatale**. En effet, le prix de la chaleur est soumis simplement aux politiques locales, contrairement au prix des énergies fossiles fortement soumis à la géopolitique mondiale des énergies, notamment aux décisions des pays de l'OPEP.



**Face à la concurrence des énergies fossiles la faisabilité des projets de récupération de CF est rendue possible par les mécanismes de subvention des EnR&R. Cependant face à la chute des prix du gaz, le secteur a plus que jamais besoin de subventions adaptées à la conjoncture actuelle. Il est à noter que le calcul du soutien accordé par le Fonds Chaleur prend en compte la réalité du prix du gaz (mise à jour du prix du gaz de référence).**

### 5.3.2. Le subventionnement des projets de récupération de chaleur fatale

Au regard du travail d'enquête réalisé il apparaît que, surtout depuis que l'articulation des CEE et du Fonds Chaleur a été rendue possible (cf. section 2.2.2 et encadré ci-dessous), **le niveau des aides publiques et privées pour les installations de récupération de chaleur fatale et les réseaux semble adapté : les projets sont compétitifs. Les limites économiques au développement de la filière résident majoritairement dans l'adaptation de l'obtention des aides à la singularité des projets et au temps de retour sur investissement.**

Encadré 8

**FOCUS**

#### Les conditions de l'articulation des CEE et du Fonds Chaleur

L'aide aux sites industriels pour la mise en place de solutions techniques de réduction des consommations d'énergie a évolué, fin 2019. Ainsi, les sites soumis à quotas d'émission de carbone, dits « EU ETS » et peuvent, depuis la parution de l'arrêté du 20 Septembre 2019, bénéficier de Certificats d'Économie d'Énergie (CEE). Cette mesure pour les sites très consommateurs d'énergie pouvant présenter un certificat de management énergétique ISO 50 001 est d'ailleurs rétroactive au 1er Janvier 2019. (Source : [xpair.com](http://xpair.com)) Depuis la publication le 9 décembre 2019 du décret n°2019-1320 relatif aux CEE et à la prolongation de la quatrième période d'obligation du dispositif, l'interdiction de l'articulation entre les **CEE et Fonds Chaleur** a été levée.

Pour le raccordement à un réseau de chaleur :

- Pas d'articulation possible pour les projets soumis à une aide forfaitaire selon les règles du Fonds chaleur, c'est-à-dire en dessous de 12 GWh/an ;
- Articulation possible pour les projets relevant d'une analyse économique selon les règles du Fonds chaleur, sous réserve d'avoir déclaré la liste du volume prévisionnel (en puissance) des raccordements.
- Le porteur du projet sollicitant une aide du Fonds chaleur assumera le rôle de coordinateur et de collecteur des informations nécessaire à l'instruction du dossier, auprès des acteurs concernés (bailleurs, collectivités, abonnés, usagers, autres). Il devra remplir à la fois la Fiche Articulation de la Méthode Fonds chaleur et les Fiches Raccordement CEE BAR-TH-137 et BAR-TH-127. L'aide du fonds Chaleur tient compte de l'aide CEE sur une base de 5,5 €/MWh cumac.

Pour la récupération de chaleur fatale, il y a également deux cas de figure :

- Pour les opérations supérieures à 6 GWh, la méthode Fonds chaleur indique une "possibilité d'articulation" avec les CEE. Cela signifie que l'aide du Fonds chaleur sera ajustée en fonction des CEE pour obtenir un temps de retour brut (TRB) supérieur à 18 mois sur la base d'une analyse économique ;
- Pour les opérations de moins de 6 GWh mettant en œuvre un système thermodynamique (thermofrigopompe, groupe à absorption, PAC, compression mécanique de vapeur) ou couplées à du solaire thermique, ces technologies étant plus coûteuses, une articulation est également possible ;
- Dans les autres cas, aucune articulation avec les CEE n'est possible.

Nota : il est possible que les conditions de cumul et d'articulation des CEE et du fonds chaleur évoluent, renseignements auprès de l'ADEME et AMORCE

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 (PAC, CMV, Thermofrigopompe, groupe à absorption) OU solaire thermique : Articulation CEE/Fonds Chaleur

Courrier attestant du renoncement à une aide complémentaire CEE

Energie valorisée > 6 GWh/an : Articulation CEE/Fonds Chaleur

Courrier attestant du volume de CEE, en MWh cumac, contractualisé avec le délégataire ou l'obligé retenu <

**Articulation** = L'aide Fonds Chaleur tiendra compte de l'aide CEE (prix fixe de 5,5 €/MWhcumac)

Figure 16 : Articulation CEE et Fonds chaleur pour les projets de récupération de chaleur fatale (source : ADEME)

**Obtention du Fonds Chaleur :**

Pour obtenir des subventions du Fonds Chaleur, une étude énergétique préalable récente (de moins de deux ans) devra obligatoirement avoir été menée sous la forme d'un **diagnostic énergétique ou d'une étude de faisabilité**. Cette étude doit porter sur les éléments visés par le projet (procédés, bâtiment...) ainsi que sur tous les autres éléments du site en interaction sur le plan énergétique avec lesdits éléments, mais aussi sur une potentielle valorisation de la chaleur à l'extérieur du site. Ceci afin de :

- caractériser le gisement de chaleur fatale,
- faire un état des lieux sur les besoins énergétiques du site,
- identifier les actions d'économie d'énergie à mener et définir un plan d'actions,
- définir la meilleure stratégie de valorisation de la chaleur ainsi que le potentiel d'une solution de stockage.[13]

Ces études sont, sauf si la collectivité et/ou l'opérateur du réseau disposent des compétences et des moyens humains en interne, réalisés par des bureaux d'études spécialisés qui doivent présenter des compétences techniques, économiques et juridiques. Le diagnostic énergétique ou l'étude de faisabilité peuvent être accompagnés financièrement par l'ADEME<sup>34</sup> permettant de limiter les coûts pour le porteur du projet. Toutefois, des études technico-économiques préalables sont souvent souhaitées par les porteurs de projet afin de statuer sur la pertinence de lancer l'étude de faisabilité ou le diagnostic énergétique et aider à bien cadrer leur périmètre

<sup>34</sup> Dans le cas d'un financement par l'ADEME, le diagnostic énergétique doit être conforme au cahier des charges de l'ADEME «Diagnostic et accompagnement énergie dans l'industrie » disponible sur [www.diagademe.fr](http://www.diagademe.fr). Dans le cas contraire : le diagnostic énergétique devra être conforme au minimum au référentiel normatif NF EN 16247. **Remarque** : si un diagnostic énergétique est réalisé suite à une exigence réglementaire, dans ce cas il ne pourra pas être aidé par l'ADEME.

et le contenu. Les opérateurs de réseaux mettent fréquemment en avant qu'une aide publique à la réalisation de ces pré-études serait un bon moyen d'initier les démarches en contournant les réticences liées aux coûts de ces études préalables.

### A propos des CEE :

Pour les opérations standardisées CEE, le dossier de demande ne comporte désormais plus qu'un tableau récapitulatif des opérations d'économies d'énergie réalisées, à adresser au PNCEE<sup>35</sup> **après** réalisation de l'investissement. Certaines opérations spécifiques d'économies d'énergie correspondent à des opérations qui n'ont pas pu être standardisées, notamment pour définir de manière forfaitaire le volume de CEE à délivrer. Dans ce cas, le dossier technique d'une demande de CEE spécifiques comporte obligatoirement les 6 éléments suivants : [23]

- Un audit énergétique,
- Une description de la situation avant l'opération,
- Une description de la situation de référence,
- Une description de la situation prévisionnelle après l'opération,
- Un calcul des économies d'énergie annuelles attendues, du montant des certificats demandés et une justification du choix de la durée de vie retenue,
- Un calcul du Temps de Retour Brut (TRB) de l'opération.

Cependant la visibilité concernant les modes de calcul des CEE spécifiques est souvent jugée problématique. De fait, certains porteurs de projets souhaiteraient, pour avoir une visibilité quant aux aides mobilisables, voir évoluer les modalités de demandes d'aides et avoir la possibilité de **pré-instruire** des dossiers d'opérations spécifiques auprès du bureau national des CEE pour avoir des indications sur le mode de calcul utilisé et ainsi avoir une visibilité sur le volume de CEE auquel s'attendre.

Pour plus d'informations sur les CEE pour les collectivités se référer au guide ADEME *Certificats d'économie d'énergie pour les collectivités - dispositif 2018-2020* et pour les opérations spécifiques au *Guide technique des certificats d'économies d'énergies - opérations spécifiques dans les installations fixes*.

**De fait, le volume des aides, les modalités d'instruction ainsi que les mécanismes d'obtentions** (conditions d'éligibilités, visibilité sur le processus de validation des dossiers, temps d'obtention de la réponse à une demande) **sont parfois considérées comme inadaptés à la réalité de ces projets.**

Certaines collectivités porteuses de projets ont rapporté le fait que les fiches d'éligibilité aux aides (comme les fiches standardisées d'opérations CEE) ne sont pas assez adaptées à la réalité opérationnelle. Ces dispositifs semblent ainsi trop éloignés de la réalité technique du terrain.

On peut citer le seuil d'éligibilité au Fonds Chaleur pour **la densité thermique énergétique** du réseau est **1,5 MWh/ml/an** de réseau. Si une source de chaleur fatale relativement éloignée est raccordée au réseau de chaleur, la densité thermique n'est pas suffisante. Ce seuil ne prend pas assez en considération le fait que **les industries sont la plupart du temps situées à une distance conséquente des zones urbanisées et donc des puits de chaleur urbains**. Ceci constitue un **frein majeur**, car ces projets sont impossibles sans subvention. A noter également que la position d'un **réseau de captation de chaleur industrielle hors des zones urbanisées présente de fait, des coûts de construction de réseau plus faibles et un impact sur les riverains plus limité** par rapport à une zone urbanisée. Ces impacts plus limités devraient être pris en compte dans les conditions d'éligibilités aux aides.

*Exemple* : Projet de captation sur cimenterie de Lumbres (62) comprenant un réseau de vapeur vers les industriels à proximité ainsi qu'un réseau de chaleur vers une zone résidentielle plus éloignée avec une densité énergétique totale estimée mesurée à 0,8 MWh/ml/an. La longueur du réseau n'impactait alors que les subventions pour la récupération de chaleur fatale et pas l'appoint en gaz.

Les subventions sont aujourd'hui indispensables pour permettre à la plupart des projets de récupération de chaleur fatale d'être suffisamment compétitifs (en plus des valeurs sociales et environnementales) et d'atténuer le point le plus sensible de ces projets pour les **industriels** : le **temps de retour sur investissement**.

<sup>35</sup> Pôle National CEE, service à compétence nationale de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), qui instruit les dossiers de demande de CEE.

À lire : [Publication AMORCE de Mai 2020](#) : Guide des montages juridiques : production d'énergie renouvelable et réalisation de réseaux de chaleur et de froid par les collectivités (ENJ15).

### 5.3.3. Le temps de retour sur investissement

Pour les structures privées, cette donnée est fondamentale et bien souvent à l'origine de l'abandon des projets.

En effet, **les industriels ne souhaitent s'engager que sur des investissements avec un temps de retour court** (très difficilement supérieur à 3 ans). Cela est au contraire moins critique pour les activités de services publics comme l'incinération des ordures ménagères ou le traitement des eaux usées où le temps de retour sur investissement est une donnée moins importante du fait de la pérennité de l'activité (pérennité des flux de déchets accompagnée par des besoins en production d'énergie issue de l'incinération grandissant par exemple).



Cependant la **vision à court-terme** de certains interlocuteurs notamment pour des installations générant de l'électricité à partir de déchets peut tout de même compliquer ces démarches de raccordement aux installations de la collectivité. C'est alors la collectivité qui détient le rôle de sensibilisation et mobilisation des sites sur leur **responsabilité sociétale** (en dehors des incitations financières pour l'efficacité énergétique telle que la TGAP) pour une valorisation de l'énergie en accord avec la stratégie territoriale de développement durable.

***Remarque** : pour les activités d'incinération des déchets les problématiques de diminution de la quantité des déchets due au développement des politiques publiques « zéro déchet » n'apparaît pas, au regard de notre enquête, comme une inquiétude sur l'avenir de la filière.*

Cette problématique du temps de retour sur investissement important des projets des entreprises (qui recherchent des temps de retour sur investissement très courts) peut être dépassée par divers moyens :

- La priorisation de l'étude de faisabilité de projets avec des **industriels historiquement présents sur le territoire** avec une activité relativement pérenne : on peut notamment citer les entreprises de sidérurgie et métallurgie<sup>36</sup> bien souvent présentes depuis de nombreuses années sur le territoire, avec des processus relativement stables, les cimenteries ou encore les industriels de la chimie et de l'agroalimentaire pour lesquels de nombreux projets ont vu le jour (voir Tableau 3 pour quelques exemples supplémentaires). A noter cependant que la longévité des usines sur un territoire est fortement soumise au rythme des fusions/acquisitions par différentes structures, qui n'ont pas les mêmes priorités ni les mêmes axes de développement, notamment dans des groupes internationaux.
- **Relation avec les responsables de site** : ce sont les premiers interlocuteurs à embarquer dans les projets mais c'est aussi fréquemment le premier frein. Il est important pour la collectivité **d'entretenir les relations avec les responsables de sites** pour que ces sujets soient accueillis positivement et qu'une discussion puisse être engagée. Il apparaît qu'un **changement d'interlocuteur** au niveau de la commune ou de l'entreprise puisse relancer des projets qui avaient été abandonnés faute de retours positifs du côté de l'entreprise émettrice de chaleur fatale.
- **Accompagner le site sur les arguments à mettre en avant pour valoriser cette ressource auprès des décideurs finaux à l'échelle de l'entreprise**. Bien souvent les décisions d'investissement des grands groupes industriels sont prises dans les sièges sociaux situés hors du territoire concerné par cette récupération de chaleur voir même dans d'autres pays. Les intérêts de ces projets sont alors plus complexes à défendre auprès des interlocuteurs occupant des postes stratégiques et décisionnels et pour qui la dimension économique est souvent la seule donnée importante à leur échelle. Les entreprises doivent traiter avec la confrontation des visions court-terme/long-terme, la stratégie globale de l'entreprise et la stratégie locale d'évolution du site ainsi que la considération du site comme une simple partie de l'entreprise ou comme un élément essentiel du tissu économique du territoire. **La**

<sup>36</sup> L'industriel Arcelor Mittal en France est un exemple historique

**faisabilité de ces projets dépend alors beaucoup de la capacité d'un responsable de site à faire accepter ses objectifs auprès de la direction.**

- **Investissement fort des collectivités** qui doivent bien souvent prendre en charge la majeure partie des investissements pour qu'une entreprise accepte d'investir dans un projet avec un temps de retour long à son échelle habituelle de projection. À noter également qu'un fort investissement d'une collectivité lui permet d'être plus en mesure de négocier les conditions de mise à disposition et le prix de la chaleur.

**Pour fixer les prix de la chaleur de récupération vendue deux questions doivent se poser :**

- Combien cette chaleur coûte à récupérer et distribuer (CAPEX et OPEX) ?
- Quel prix est suffisamment incitatif pour que le consommateur ait recours à cette source de récupération plutôt qu'à d'autres énergies (sources fossiles ou même renouvelables selon les ressources géothermiques et de biomasse locales) ?

La nécessité de réaliser cet effort financier par les collectivités est rendue plus acceptable de par le fait que ces projets sont un **moyen d'ancrer l'activité économique sur le territoire**, de la pérenniser et de rendre le tissu industriel local plus résilient grâce à ces démarches d'EIT<sup>37</sup> (voir section 5.4.3). **Le maintien de l'activité économique du territoire et donc des emplois est une priorité des collectivités et la récupération de chaleur fatale peut être un outil.**

### 5.3.4. Le dérisquage des projets : comment favoriser les investissements ?

Une des recommandations de l'étude du cabinet Espelia [12] a été de « Faciliter l'acculturation des acteurs du financement à ce type de projets en **améliorant la perception des risques** (lisibilité, compréhension et valorisation) et en augmentant la visibilité globale des projets relatifs à ce marché : pipeline de projets et opportunités d'investissement ». Un travail de développement de méthodologies est en cours au sein de l'ADEME pour favoriser la **montée en compétence des acteurs grâce au développement opérationnel d'une grille d'analyse des risques, partagée** entre les acteurs. Cet outil soutiendra la mise en place systématique d'une analyse des risques liés aux projets dès les phases amont de leur structuration technique, économique et contractuelle

Cette matrice de dérisquage des projets de récupération de chaleur fatale est en cours de réalisation par l'ADEME et Greenflex. Celle-ci **cartographie des points de blocage et associe à chacun d'entre eux des moyens de mitigation** (mesures pour atténuer le risque), tant sur la prévention des risques lors des phases d'étude, que sur des moyens de protection une fois ces écueils rencontrés. L'ADEME entend **rendre obligatoire cette analyse des risques lors des études de faisabilité de projets de récupération de chaleur fatale financées par l'ADEME afin d'accompagner les acteurs très tôt dans l'élaboration de leurs projets pour garantir autant que possible leur succès**. Une quarantaine de risques environnementaux, contractuels, financiers, techniques, d'organisation ainsi que d'exploitation sont référencés dans cette matrice. **La matrice de dérisquage sera fournie avec un outil qui, à partir de quelques données sur les projets, définira les risques et le degré de criticité associé auxquels ces derniers sont exposés.**

La caractérisation de ces risques et leur association à des méthodes de mitigation doit apporter un **cadre rassurant aux investisseurs**, en particulier privés, qui rendra les projets de récupération de chaleur fatale plus attractifs, facilitera le dépassement des premiers freins et déverrouillera au maximum les projets à l'arrêt pour leur permettre de se poursuivre (nouvelles réglementations, évolution des aides, changement d'interlocuteur, de politique des acteurs).

<sup>37</sup> Écologie Industrielle et Territoriale

## 5.4. L'appropriation du sujet par les collectivités et le dépassement des freins politiques

### 5.4.1. Convaincre les entreprises et dépasser la culture du secret

**Pour dépasser les problématiques de culture de confidentialité des industriels, la collectivité doit adopter une posture d'animateur neutre créateur d'un espace d'échange multi-acteurs.**

Au-delà des freins économiques et techniques, les porteurs de projets sont bien souvent confrontés au **secret industriel**. En effet, malgré les opportunités d'amélioration de la rentabilité des sites industriels, les données concernant la consommation et l'émission de chaleur du procédé peuvent être jugées sensibles par les industriels. Cette culture du secret résultant du climat très concurrentiel reste très influente et le montage de projet est souvent freiné du fait de la difficulté d'accès aux données sur les flux de chaleur. **La collectivité doit alors jouer son rôle d'acteur public neutre** pour faire émerger des **discussions** dans un **climat de confiance** entre les acteurs. Les structures interprofessionnelles (associations locales d'animation, CCI...) peuvent aider à rassembler les acteurs autour d'une même table et présenter les gains potentiels.

Afin d'intéresser les entreprises il faut non seulement axer le discours sur l'attractivité économique mais aussi mettre en avant l'intérêt de ces projets en termes **d'image extérieure** (insister sur la mise en valeur des objectifs de verdissement de l'activité industrielle) mais aussi **intérieure** (valorisation des initiatives réalisées auprès de leur direction par le site et les porteurs du projet en interne).

Ces projets, comme en est témoin la Métropole du Grand Lyon dans le cadre de la mission **Vallée de la Chimie** (voir section 6.2), nécessitent un **suivi continu et une agilité de la collectivité** pour adapter les projets à l'évolution du secteur industriel (évolution des processus, achat et vente des structures, changement d'interlocuteur...) pour à la fois **adapter les projets aux nouvelles contraintes socio-techniques et économiques** (quotas de CO<sub>2</sub>), réaliser un **suivi technique du potentiel de récupération** et **animer les nouvelles discussions**.

Un projet de récupération de chaleur fatale n'est **pas souvent duplicable à l'identique** car le contexte énergétique et industriel est différent pour chaque collectivité. Cependant, pour un même industriel, un retour d'expérience sur un site peut servir de **référence** facilitant la réalisation de projets similaires sur d'autres sites avec le même type d'activité (un procédé industriel donné ne varie souvent que très peu pour une même entreprise) car il permet de **le rassurer quant à la faisabilité technico-économique de ces projets ainsi que les risques réellement associés**.

**L'acceptabilité des projets de récupération de chaleur fatale étant soumise à de nombreux facteurs, elle est en constante évolution. Il est donc important que la collectivité suive l'évolution du potentiel de récupération sur le territoire et tire parti de sa position pour remettre chaque année la récupération de chaleur fatale au centre des échanges sur la maîtrise de l'énergie sur son territoire.**

### 5.4.2. Une volonté politique essentielle

**La collectivité doit afficher une volonté politique forte pour la concrétisation de projets de récupération et endosser un rôle pédagogique auprès des acteurs économiques.**

**La volonté politique de faire émerger des projets est essentielle.** La collectivité doit être réellement actrice de la stratégie territoriale de maîtrise de l'énergie. Elle a les capacités d'emmener les acteurs locaux vers l'identification et la réalisation de projets, en jouant son rôle de facilitateur.

Les élus ayant une telle volonté politique peuvent faciliter la **mise en relation des acteurs** du territoire et d'avoir une véritable démarche territoriale de maîtrise de l'énergie. On peut citer à titre d'exemple (et ce ne sont pas les seuls) le cas de Dunkerque où les élus locaux ont joué un rôle majeur d'intermédiaire entre Arcelor Mittal et la collectivité pour faire comprendre aux acteurs les intérêts mutuels que présente la source de chaleur fatale.

Un autre exemple plus récent est le cas de Vienne Condrieu (voir section 6.1) où les élus (président et vice-président) en charge de la transition énergétique ont su porter cette volonté de mener des projets à leurs termes.

#### Le rôle pédagogique de la collectivité :

La collectivité peut développer les compétences en interne ou mobiliser des animateurs sur le territoire pour faire comprendre aux différents acteurs l'impact écologique de leurs activités sur le territoire, en comparaison notamment avec les autres secteurs (industriel, tertiaire, résidentiel, transport...). Le rôle de la collectivité est de mettre en avant l'intérêt économique, écologique et social de la récupération de chaleur fatale. L'attractivité économique parfois restreinte de ces projets n'est pas le seul argument à leur réalisation et la collectivité doit porter la question de l'intérêt général (économique, social, environnemental...) dans les échanges.



#### La priorité du maintien de l'activité économique du territoire :

La récupération de CF a un effet de **renforcement**, localement, **des liens entre structures publiques et privées permettant une pérennisation du tissu industriel local**. Le financement et le soutien par la collectivité de ces projets peut donc s'inscrire dans la volonté **de pérennisation de l'activité économique et des emplois locaux**. Un financement public avec des avantages financiers directs restreints peut alors se concevoir dans une logique de contractualisation dans le temps avec un industriel.

Il a été rapporté que certaines **collectivités sont prêtes à partager le risque d'une rupture de la fourniture de chaleur due à une fermeture éventuelle d'un site producteur** car l'enjeu principal réside non pas dans la fourniture de chaleur car des solutions alternatives existent et sont relativement facile à mettre en œuvre, mais dans des questions économiques, d'emploi et d'attractivité du territoire.

### 5.4.3. -Rassembler les acteurs autour de projets territoriaux d'EIT

**Les démarches d'Écologie Industrielle et Territoriale (EIT) et l'intégration de la chaleur fatale à ces réflexions se sont avérées être des initiatives efficaces pour la réconciliation du développement économique du territoire et à la gestion des ressources énergétiques.**

On observe un réel besoin de rassembler les acteurs économiques des territoires pour croiser rejets et besoins en chaleur et élaborer des stratégies de mutualisation des flux physiques et d'énergie.

Comme défini par le [Réseau Synapse](#)<sup>38</sup>, l'EIT, pilier de **l'économie circulaire**, vise à **optimiser les ressources sur un territoire**, qu'il s'agisse d'énergies, d'eau, de matières, de déchets mais aussi d'équipements et d'expertises, via une approche systémique qui s'inspire du fonctionnement des écosystèmes naturels.

Ainsi, à une échelle territoriale donnée (zone industrielle, agglomération...), et quel que soit son secteur d'activité, chacun peut réduire son impact environnemental en optimisant et/ou en valorisant les flux (matières, énergies, effluents, ...) qu'il emploie et qu'il génère. Concrètement, c'est ainsi que les déchets et co-produits d'une activité peuvent devenir une matière première d'une autre, ou que **l'énergie d'une entreprise peut provenir de la chaleur fatale d'un site voisin**. Ce type d'opération est appelée « synergie de substitution de ressource ».



L'EIT s'appuie donc sur l'étude de la nature, de la provenance et de la destination des flux pour identifier et développer des synergies inter-entreprises. L'un des enjeux fort de l'EIT consiste donc à faire se rencontrer les entreprises, et plus largement l'ensemble des acteurs économiques, pour instaurer un climat de confiance propice à la circulation de l'information et à l'émergence de telles **synergies**, d'où le **rôle clé de l'animateur**

<sup>38</sup> Premier réseau d'animation de l'EIT en France. C'est une communauté rassemblant plus de 600 membres travaillant sur la **pérennisation de la démarche** d'EIT, la **massification des données** (création notamment d'une nomenclature des flux) ainsi que sur la question du lien entre **EIT et développement économique**.

de la démarche d'EIT. Il a notamment été remarqué au sein de la Métropole d'Amiens l'importance de la pérennité de cet animateur qui est garant de la continuité des démarches engagées dans le temps.

L'EIT, par ses démarches collectives et volontaires menées sur un territoire en vue d'en optimiser les ressources, **réconcilie ainsi développement économique et meilleur usage des ressources**, en privilégiant l'ancrage des activités et de l'emploi dans les territoires. L'objectif étant de changer la vision trop restreinte des structures qui souvent ne pensent la gestion de l'énergie qu'à l'échelle de leur site.

Les démarches d'EIT sont menées auprès des collectivités, industriels, clubs d'entreprises, associations de zones, CCI, ..., et se déroulent généralement sur 3-4 ans. Un animateur doit être nommé parmi les acteurs économiques du territoire (collectivité), et peut être rémunéré par des fonds de l'ADEME au travers d'appels à projets qui financent aujourd'hui la partie Recherche et Développement de l'EIT. Actuellement les animateurs EIT sont recrutés au sein de structures très diverses : chargés de mission EIT en collectivités, en CCI, agence de développement économique, associations d'entreprises, syndicats déchets...

**A terme, l'EIT doit devenir un levier de mobilisation des acteurs économiques pour l'ensemble des forces en présence dans les territoires.** Il a l'avantage de réconcilier développement économique et préservation des ressources. Par la concrétisation de synergies inter-entreprises, le territoire conforte ses emplois locaux, relocalise certains flux et engendre des économies, tout en optimisant ses ressources. L'EIT contribue au renforcement de l'ancrage territorial des entreprises et à l'émergence de nouvelles activités économiques. L'objectif de la démarche est aussi de rassurer les industriels et de surmonter les **méfiances liées à l'interdépendance** des acteurs sur la fourniture de chaleur. En effet, concernant le sujet de la chaleur fatale, **plus le nombre d'entreprises incluses dans une démarche locale de récupération est grand plus les risques liés aux interdépendances sont dilués.**

*A voir : [retours d'expériences](#) de synergies d'EIT mise en œuvre par le Réseau Synapse, en particulier sur une [synergie inter-entreprises de valorisation de chaleur fatale](#) en cours d'exploitation.*

*Une [fiche zoom](#) a été publiée par le réseau Synapse concernant la valorisation de chaleur fatale dans les zones industrialo-portuaires. Elle apporte plusieurs éclairages via des retours d'expériences concrets de territoires ayant mis en œuvre ce type de projets.*

## 6. Deux retours d'expériences

### 6.1. Récupération de chaleur fatale industrielle dans l'agglomération de Vienne Condrieu – la valorisation dans un réseau de proximité

#### 6.1.1. Description du projet



Figure 17 : Usine Yoplait à Vienne (Source : Yoplait)

Dans l'agglomération de **Vienne Condrieu** un raccordement du réseau de chaleur privé du quartier du **Grand Estressin**, actuellement alimenté par une chaudière gaz, à une usine de **l'industriel Yoplait** (agroalimentaire, produits laitiers) émettant de la chaleur fatale est en cours de construction. **ENGIE Solutions**, opérateur énergétique de l'usine Yoplait, récupère la chaleur fatale émise par les groupes froids de l'usine pour chauffer l'eau du réseau de quartier (alimentant un groupe résidentiel ainsi qu'une école) grâce à des **pompes à chaleur**.

#### Chiffres clés :

- À terme, cette installation doit couvrir **60 % des besoins des logements du réseau** du quartier du Grand Estressin, le complément étant assuré par les chaudières à gaz déjà en place,
- Un groupement de **791 logements sociaux** et une **école** seront ainsi alimentés par cette chaleur de récupération,
- Plus de **3 000 MWh d'énergie valorisée par an**,
- Environ **720 tonnes d'émissions de CO2 évitées** chaque année.

## 6.1.2. Un projet s'inscrivant dans les démarches territoriales de maîtrise de l'énergie

Dans le cadre de sa démarche **TEPOS** l'agglomération de Vienne Condrieu s'est engagée dans des actions pour la transition écologique passant par une maîtrise des sources d'énergie présentes sur le territoire. Les **études de potentiel de développement du réseau de chaleur urbain** (menées par le bureau d'étude ÉEPOS) ont mené entre-autre à **l'identification du gisement de chaleur fatale** issu du processus industriel de l'usine historique de Yoplait. Le projet s'inscrit dans le cadre de la dynamique TEPOS : **diagnostic énergétique territorial**.

L'usine Yoplait avait pour avantage (relativement rare en France) d'être situé en zone urbaine, proche du quartier résidentiel et de l'école (150m). Ceci a permis d'avoir des investissements de raccordement de l'usine au réseau de proximité relativement faibles avec un industriel implanté depuis de nombreuses années dans le paysage urbain.

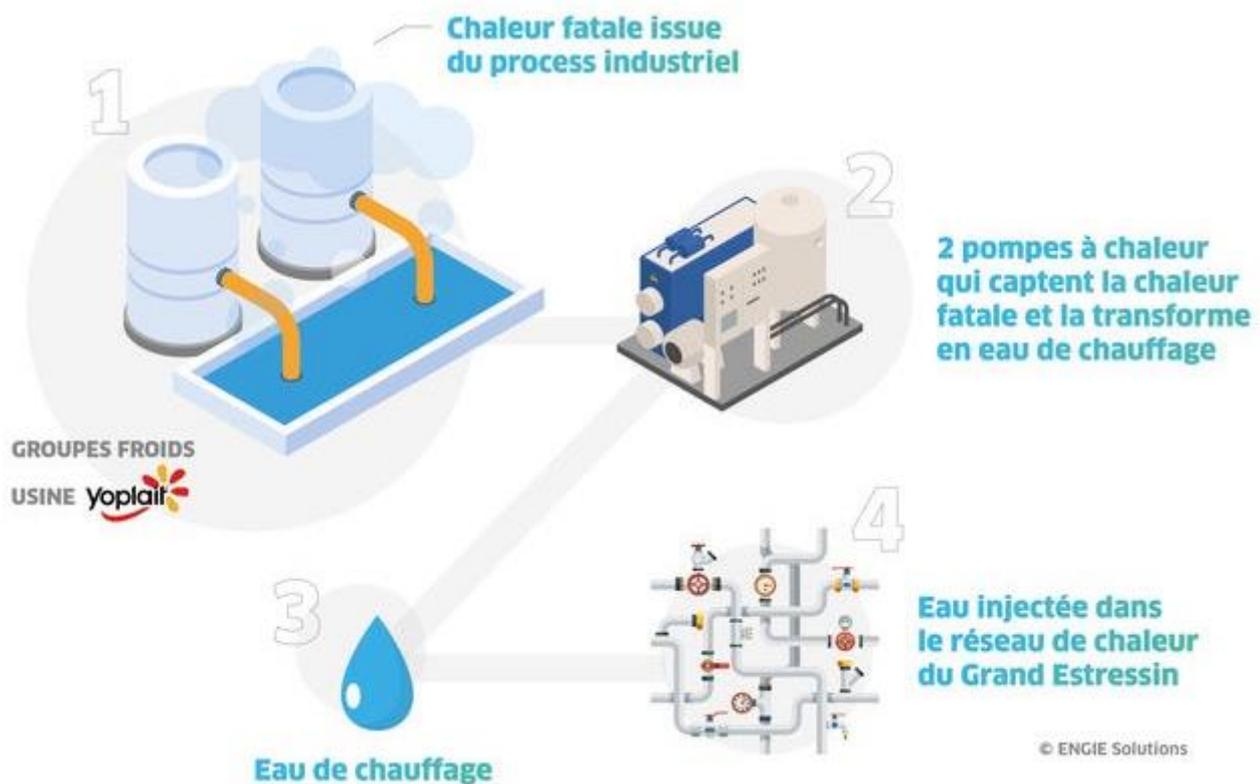


Figure 18 : Processus de récupération de chaleur fatale issue de l'usine Yoplait et de valorisation.

Le travail réalisé en partenariat avec Yoplait, le bailleur social Advivo, la Ville de Vienne et l'opérateur ENGIE Solutions sous l'égide de Vienne Condrieu Agglomération est un excellent exemple du **rôle clef que joue la collectivité** (en l'occurrence la communauté d'agglomération) dans ces projets de récupération d'énergie fatale. En effet la collectivité, animé par une **volonté politique forte** sur les questions de transition énergétique, a joué un rôle central de médiateur pour rassembler les acteurs locaux et gérer la gouvernance du projet. Cette collaboration étroite entre les principaux acteurs concernés a notamment permis de dépasser les difficultés contractuelles et économique.

La **forte dynamique de réalisation concrète de projet** au sein de la collectivité, la volonté d'agir de manière pragmatique en étroite collaboration avec tous les acteurs territoriaux a été le grand facteur de réussite ce projet. Cet objectif de mener à bout des projets, de tout mettre en œuvre pour trouver la solution de valorisation de l'énergie fatale du territoire a permis de définir le montage technico-économique le plus adapté à la réalité à l'instant « t » et aux perspectives d'évolution des acteurs.

Les études menées conjointement avec ENGIE Solutions, le bailleur social et la collectivité et ses prestataires ont permis de dessiner la meilleure solution de valorisation de cette chaleur de récupération qui alimentera donc le réseau de proximité du quartier de Grand Estressin.

### 6.1.3. Une opportunité pour l'industriel

Ce projet a été vu comme une forte opportunité pour l'industriel Yoplait. En effet, la présence de l'opérateur **ENGIE Solutions portant majoritairement les investissements** de l'installation de récupération et le raccordement du Grand Estressin (chiffré à environ 1 million d'euros dont plus d'un tiers financé par le Fonds Chaleur) est une opportunité pour Yoplait de valoriser sa chaleur perdue tout en **évitant les risques associés à cet investissement** et de ne pas s'engager sur plusieurs années.

Dans ce projet l'industriel ne s'engage pas sur la fourniture de chaleur, le risque associé à la baisse ou la rupture de la fourniture de chaleur est porté par ENGIE Solutions. Ce type d'opérateur a de plus une **culture du dialogue et une expérience de contractualisation** pour les projets de récupération de chaleur fatale fortement valorisable pas la collectivité pour mener à bout des projets auprès d'industriels. Associé à cela, l'industriel possédait des compétences sur la question de maîtrise des flux énergétiques de l'usine. Cette expertise et l'intérêt des responsables de site sur ces questions ont grandement facilité les discussions.

Ce projet s'inscrit également dans la démarche de RSE de l'industriel et l'apport d'une telle installation est fortement valorisable lors des audits de certification ISO 14 001 et ISO 50 001. L'intégration de ce projet dans ces démarches a été un argument pour convaincre le groupe General Mills, propriétaire de Yoplait basé aux États-Unis, d'investir dans ce projet malgré les difficultés qu'apporte la présence du centre de décision à l'étranger, loin de la réalité locale. Malgré les efforts encore très conséquents restant à fournir pour atteindre les objectifs de transition énergétique, on observe tout de même **évolution positive de la volonté de réduction d'empreinte carbone des industries** qui n'est plus anecdotique mais bien stratégique.

**Ainsi, la confrontation de la démarche TEPOS de la collectivité aux ambitions de RSE fortes de cette usine Yoplait, notamment sur la réduction de son impact environnemental et d'amélioration de sa performance énergétique, l'ambition importante de verdissement du réseau par ENGIE (permettant une réduction de la TVA à 5,5% sur cette fourniture de chaleur), ainsi que l'accord des partenaires clients (Advivo et la Ville de Vienne) ont permis la naissance de ce projet à ancrage territorial fort.**

Après 3 ans d'études et de contractualisation, les travaux sur le domaine public ont démarré le 3 août 2020 et se sont poursuivis jusqu'à la première semaine de septembre de la même année pour une inauguration le 17 septembre 2020 et une mise en service effective en janvier 2021.



Figure 19 : Plan du réseau de chaleur du quartier du Grand Estressin à Vienne (Source : Vienne Condrieu Agglomération)



## 6.2. Récupération de chaleur fatale dans la Vallée de la Chimie à Lyon – exemple d'un grand projet

### 6.2.1. La Vallée de la Chimie et les premières études d'identification de la chaleur fatale industrielle



Figure 20 : Vue de la Vallée de la Chimie depuis Saint-Fons

Lyon [Vallée de la Chimie](#) (VDLC) est une **plateforme industrielle et économique majeure** intégrée à la 1<sup>ère</sup> agglomération industrielle de France (hors Île-de-France) et un projet de territoire porté par la Métropole de Lyon pour impulser et entretenir une dynamique de changement et de régénération du tissu économique. La Mission Vallée de la Chimie, née en 2013 mais résultant d'une réflexion complexe avec de nombreux acteurs de la zone industrielle datant de 2007, pilote aujourd'hui le projet directeur du territoire à l'horizon 2030. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une charte de partenariat qui mobilise 10 grands industriels<sup>39</sup>, la préfecture, la région Auvergne-Rhône-Alpes et France Chimie Auvergne-Rhône-Alpes, et d'un plan guide réalisé par le groupement OMA/Base/Suez Consulting.

En juin 2011, le Grand Lyon exprime la demande d'une identification du potentiel en énergies fatales dans la Vallée de la Chimie, avec l'ambition d'une valorisation dans les réseaux de chaleur urbains. Une réflexion cordonnée par le pôle AXELERA est ensuite entamée sur le travail à mener, en collaboration avec les industriels de la Vallée de la Chimie et l'UIC, un cahier des charges est constitué et un prestataire (la société ATANOR) est sélectionné pour mener l'étude. L'**étude VALCHIM** a permis d'identifier, sur la base d'un audit de 9 sites industriels de la Vallée de la Chimie le volume du gisement de chaleur fatale ainsi que les voies de valorisation. Suite aux conclusions de cette étude, la Métropole de Lyon a engagé fin 2014, une **étude de faisabilité de la mise en place d'une filière de récupération de chaleur industrielle**, en collaboration avec 2 industriels (Arkema et Solvay), visant à étudier les modalités d'exploitation de ce potentiel d'un point de vue économique, juridique et technique, et à analyser les possibilités de contribution du secteur industriel aux problématiques d'approvisionnement en énergie du territoire.<sup>40</sup> La réalisation de cette étude a aussi été une motivation pour la collectivité de Grenoble Alpes Métropole pour réaliser une étude similaire avec le pôle Axelera.

<sup>39</sup> Air Liquide, Arkema, Elkem, ENGIE, IFP Energies Nouvelles, KemOne, Novacap, Solvay, Suez, Total

<sup>40</sup> Source : [Axelera](#)

CONSTRUCTION DU PROJET DIRECTEUR

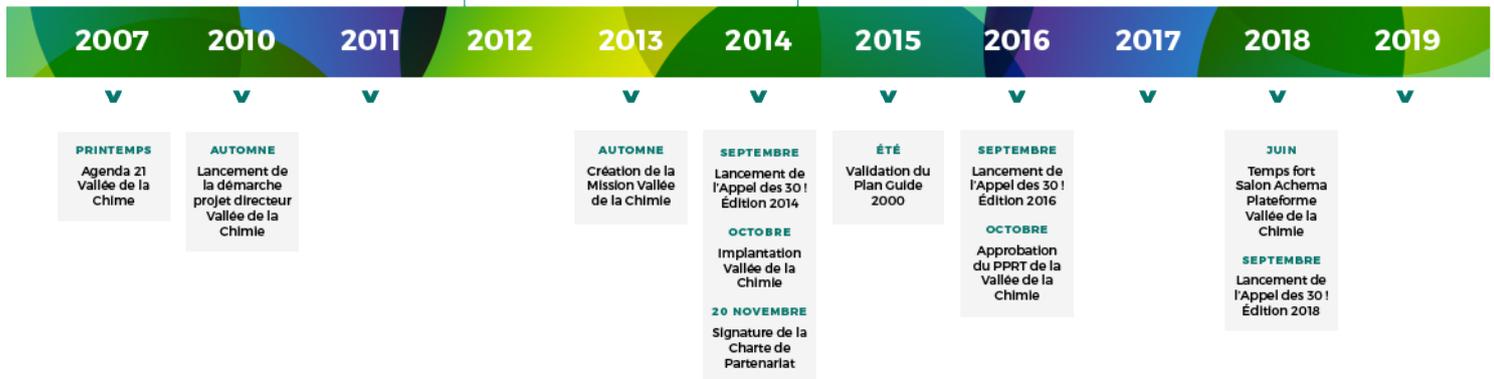


Figure 21 : Historique de la Vallée de la Chimie (Source : [Mission VDLC](#))

### 6.2.2. La production d'énergie dans la Vallée

La question énergétique dans la Vallée de la Chimie est au centre des réflexions. 49 % des énergies renouvelables et de récupération consommées sur le territoire de la Métropole sont déjà produites dans la Vallée. Une position idéale pour développer l'innovation au service des énergies renouvelables.

Pôle industriel majeur, la plateforme Lyon Vallée de la Chimie héberge sur son territoire plus du quart de l'industrie chimique en France, qui est le premier secteur industriel consommateur d'énergie.

La plateforme industrielle produit déjà près de la moitié des énergies renouvelables et de récupération de la Métropole de Lyon, grâce notamment à la présence sur son territoire de :

- L'**usine hydroélectrique** de la Compagnie Nationale du Rhône,
- L'**Unité de Traitement et de Valorisation Énergétique des déchets** de Lyon Sud,
- Les **centrales photovoltaïques** installées dans certains sites industriels, réalisées notamment dans le cadre du projet Lyon Rhône Solaire (installations de panneaux photovoltaïques sur les toits des industries de la Vallée fournissant une puissance de 74 MWc).

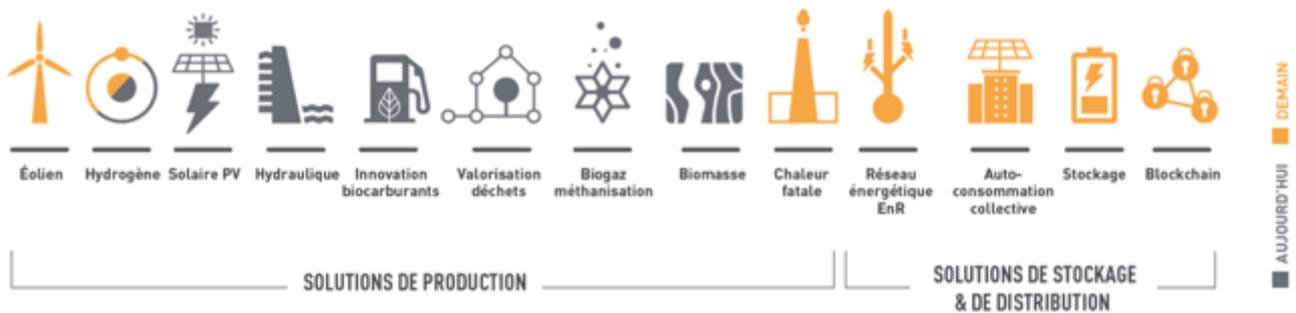


Figure 22 : Solutions de productions, stockage et distribution d'énergie dans la VDLC (Source : Grand Lyon)

Est également présente la plateforme technologique **GAYA** développée par ENGIE expérimentant la **production de biométhane** à partir de bois, végétaux et déchets alimentant le réseau de distribution de gaz naturel de la métropole

### 6.2.3. Le projet Feeder

Dans l'optique de maîtriser les flux d'énergie sur la plateforme et pour profiter des réseaux de chaleur urbain de Lyon Centre Métropole (en rouge sur la Figure 23 ci-dessous) et de Vénissieux (en vert) et sur le réseau de chaleur privé de la VDLC (en jaune), la Métropole de Lyon a lancé le projet **Feeder** qui a pour objectif de relier ces réseaux.

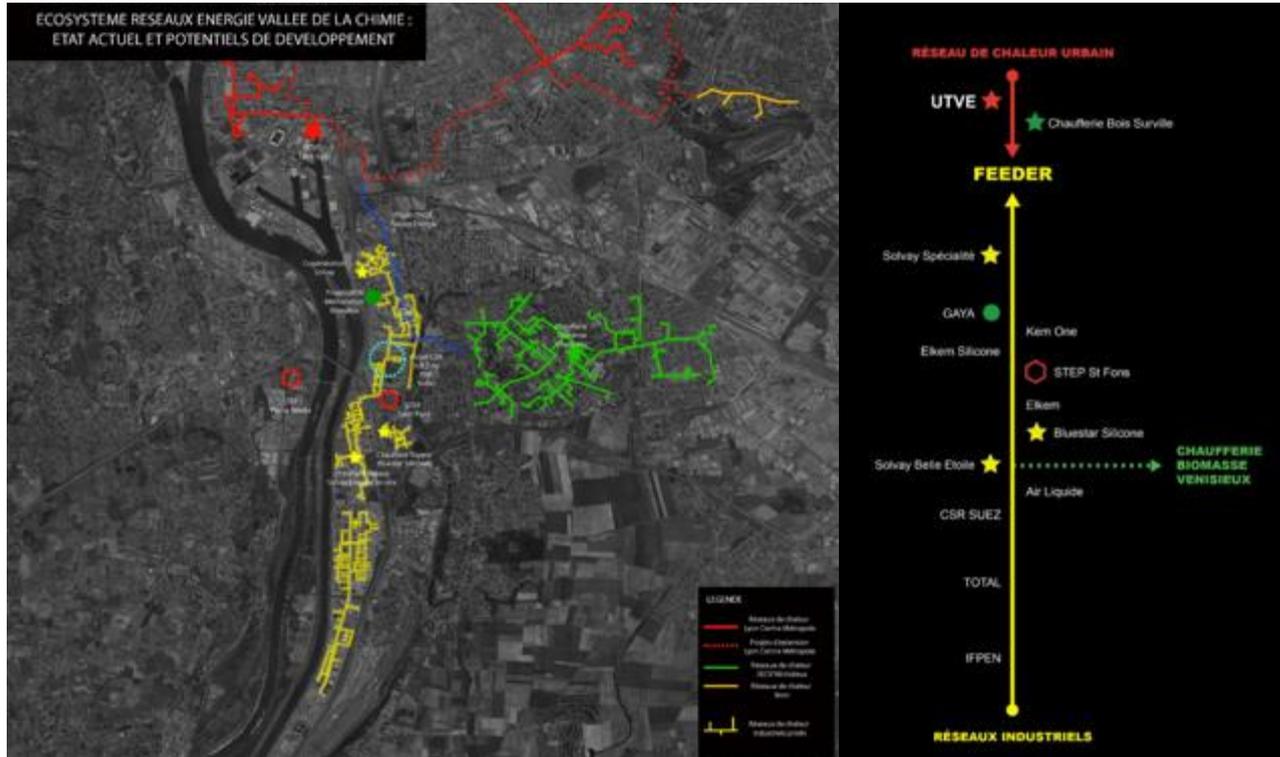


Figure 23 : Le Feeder dans l'écosystème des réseaux de chaleur de la Vallée de la Chimie : état actuel et potentiels de développement (Source : Grand Lyon)

Un projet stratégique pour le projet directeur Vallée de la Chimie 2030 :

- Issu de la démarche VALDEN, initiée en 2017 : intérêt des industriels pour la création d'un réseau mutualisé d'approvisionnement en énergie renouvelable, complémentaire au réseau de vapeur « fossile » de la Vallée, dans une logique d'écologie industrielle ;
- Et du projet « VAL'ENERGY » porté par SUEZ, lauréat en avril 2017 de l'Appel à Projets « Appel des 30 ! », visant à créer une installation de valorisation énergétique de **Combustibles Solides de Récupération** ;
- Intégré à la candidature commune des Métropoles de Lyon et Saint-Etienne, lauréate de l'Appel à Manifestation d'Intérêts « Territoires d'innovation » (TIGA) lancé par l'État.

Le projet associe à ce jour des industriels de la Vallée de la Chimie (Domo Chemicals, Solvay, Kem One, Elkem Silicones...), des énergéticiens (Dalkia, Suez CSR), des acteurs institutionnels (CDC, Ademe, Grand Lyon).

Toutes ces études et démarches ont été financées par la Métropole du Grand Lyon.

« **L'appel des 30 !** » est un appel à projets visant à faire connaître la VDLC et établir des partenariats. C'est une **stratégie foncière de réhabilitation des friches industrielles SEVESO** (certaines emprises ayant été abandonnées à mesure de l'optimisation des processus industriels). Un cahier des charges a été fait pour identifier ces friches et permettre uniquement dans le cadre de l'appel à projet à des entreprises classées ICPE chimie - environnement de s'installer sur ces friches (réglementé par le PPRT de la vallée).

Le projet Feeder est aligné avec la stratégie énergie-climat de la Métropole :

- Contribue à l'objectif de 17 % d'énergies renouvelables et de récupération dans la consommation du territoire à 2030 fixé par le Schéma directeur des énergies (SDE) adopté en mai 2019
- Action n°60 du SDE : objectif de valoriser plus de 500 GWh/an de chaleur industrielle de récupération, entre industriels et vers les réseaux de chaleur urbains.

En outre, des travaux de connexions des réseaux de chaleur et de froid publics de l'agglomération lyonnaise (comptant aujourd'hui 7 réseaux publics distincts) sont en cours avec une fin des travaux prévue en 2025.

#### 6.2.4. Les réussites d'un processus long et complexe

Malgré les premières réticences, la raffinerie Total de Feyzin est aujourd'hui ouverte à des discussions pour son intégration au projet Feeder (phase d'étude de faisabilité technique, financière et juridique en cours). Ces discussions ont entre autres été permises par les accords successifs trouvés avec les industriels de la vallée et un tel projet, à mesure de sa construction, peut alors embarquer d'autres entreprises à y prendre part rendant ainsi ce réseau de chaleur d'autant plus attractif. Le portage des investissements par un plus grand nombre d'acteurs permet ainsi de diminuer le risque encouru par un abonné au réseau.

Malgré cela, dans ce projet la métropole pourrait proposer un investissement 100% public du fait des CAPEX élevés, qui sont un frein majeur pour les industriels réticents à s'engager financièrement à long terme. Il en va alors d'une décision politique de l'exécutif de la collectivité sur cette décision de portage.

La Mission Vallée de la Chimie est donc un **long travail d'échange**, de **suivi d'activité** et de **négociation** soumis à l'évolution des processus industriels, des achats et ventes des sites à différents groupes, des mentalités des directions au sein des sites et des sièges sociaux et de l'évolution de l'exécutif à la tête de la métropole. Malgré les difficultés rencontrées de nombreux projets ont pu voir le jour pour faire de cette zone industrielle une véritable **usine de production d'énergie locale et d'intégrer ces projets à une réflexion territoriale de maîtrise de l'énergie**, non seulement au sein de la Vallée mais aussi dans le territoire urbain dans sa globalité. **Le processus est complexe mais les barrières économiques se lèvent, les entreprises ouvrent leurs portes et la chaleur fatale industrielle gagne de plus en plus de place dans le mix énergétique métropolitain.**



#### Références :

- F. Duchêne, L. Marchand, et D. Desaleux, Lyon, vallée de la chimie : traversée d'un paysage industriel. Edition Libel, 2015.
- <https://lyonvalleedelachimie.fr/>

## CONCLUSION

Malgré la multiplication des études sur les gisements de chaleur fatale (en particulier industrielle) et l'intégration de plus en plus précise des énergies de récupération dans les objectifs nationaux de transition énergétique, un grand nombre de freins économiques, techniques, administratifs, politiques et sociaux subsistent face aux initiatives à l'échelle territoriale. La collectivité a un rôle décisif à jouer dans le dépassement de ces freins compte tenu de sa position au centre de l'activité économique et politique territoriale. Seule une mobilisation des élus locaux pour impliquer les acteurs économiques et institutionnels du territoire permet l'activation des leviers financiers existants et la mise en place des bonnes pratiques mises en évidence dans les retours d'expériences rassemblés dans cette publique.

Les conclusions tirées dans ce guide sur l'état de la récupération de chaleur fatale en France présentent un véritable besoin de multiplication des initiatives de récupération de chaleur fatale. Ceci afin de mettre en avant les intérêts multiples de ces projets (écologiques, sociaux, économiques, politiques...) et d'effacer les réticences à leurs réalisations.

AMORCE soutient les initiatives à la décarbonation des industries et de manière générale au recours à la chaleur de récupération sur les réseaux. Celles-ci doivent être accompagnées à la fois d'une intégration précise de la chaleur fatale dans les objectifs de transition énergétique à l'échelle nationale et locale, d'un soutien de la part des collectivités, d'un travail de dérisquage des projets et plus globalement, d'un appui afin de dépasser les freins technico-économiques repérés.



## Bibliographie

- [1] Syndicat des Energies Renouvelables, FEDENE, ADEME, CIBE, et Uniclimate, « Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération 2020 ». Septembre 2020, [En ligne]. Disponible sur : <https://www.fedene.fr/wp-content/uploads/sites/2/2020/10/panorama-chaleur-2020.pdf>
- [2] ADEME, « La Chaleur Fatale ». sept. 2017, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/chaleur-fatale>.
- [3] ReUseHeat, « Accessible urban waste heat ». nov. 2018, Consulté le: avr. 22, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.reuseheat.eu/wp-content/uploads/2019/02/D1.4-Accessible-urban-waste-heat.pdf>.
- [4] Stratego Project - Heat Roadmap Europe, « Background report 7 : Quantifying the Excess Heat Available for District Heating in Europe ». 2015, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.euroheat.org/our-projects/stratego-multi-level-actions-enhanced-heating-cooling-plans/>.
- [5] E. DERVAUX, « STATE OF THE ART : What recovery potential for fatal heat of wastewater? » mars 02, 2020.
- [6] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, « Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2023, 2024-2028 ». janv. 25, 2019, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>.
- [7] Haut Conseil pour le Climat, « Rapport 2020 du Haut Conseil pour le Climat : redresser le cap, relancer la transition ». juill. 2020, [En ligne]. Disponible sur: [https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/07/hcc\\_rapport\\_annuel-2020.pdf](https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/07/hcc_rapport_annuel-2020.pdf).
- [8] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, « Stratégie Nationale Bas Carbone ». mars 2020, [En ligne]. Disponible sur: [https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25\\_MTES\\_SNBC2.pdf](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf).
- [9] ADEME et Ferest Energies, « Etude des potentialités de récupération d'énergie fatale perdues en Nord-Pas-de-Calais (confidentiel) ». févr. 2012.
- [10] ADEME et Délégation régionale (Île-de-France), « Étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en Ile-de-France des unités d'incinération de déchets non dangereux (UIDND), industries, Data Centers et eaux usées ». ADEME, Direction régionale Ile-de-France, 2017.
- [11] ADEME, « Fonds Chaleur 2020 : Réseau de chaleur - Fiche descriptive des conditions d'éligibilité et de financement ». déc. 20, 2019, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-descriptive-eligibilite-financement-reseaux-chaleur-2020.pdf>.
- [12] ADEME et ESPELIA, « Etude sur le financement des investissements de chaleur de recuperation industrielle ». sept. 2019, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/etude-financement-investissements-chaleur-recuperation-industrielle>.
- [13] ADEME, « Fonds Chaleur 2021 : Récupération de chaleur fatale Fiche descriptive des conditions d'éligibilité et de financement ». Février 2021, [En ligne]. Disponible sur: <https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/sites/default/files/2021-02/conditions-eligibilite-financement-recuperation-chaleur-fatale-2021.pdf>
- [14] ADEME et AMORCE, « Certificats d'économie d'énergie pour les collectivités - dispositif 2018-2020 ». mars 2020, [En ligne]. Disponible sur : <https://amorcer.asso.fr/publications/guide-certificats-d-economies-d-energie-pour-les-collectivites-ent37>.
- [15] Pôle d'Excellence ENERGIE 2020, « Étude d'un fonds de garantie des risques industriels pour la valorisation des énergies fatales - Rapport final - Phase 1&2 ». févr. 2017.
- [16] ADEME et GRDF, « Guide méthodologique : Le Schéma directeur des énergies ». janv. 2020, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/schema-directeur-energies>.
- [17] AMORCE, « ENJ11 - Le SRADDET : Éclairages sur la notion de prescriptivité ». Septembre 2018, [En ligne]. Disponible sur: <https://amorcer.asso.fr/publications/sraddet-eclairages-sur-la-notion-de-prescriptivite-enj11>.
- [18] ADEME et FNCCR, « Cahier des Charges : Etude territoriale de connaissance des potentiels de recuperation de chaleur sur son territoire ». janv. 26, 2018, [En ligne]. Disponible sur: [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/cahier\\_des\\_charges\\_etude\\_territoriale\\_chaleur\\_fatale\\_fnccr\\_v4.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/cahier_des_charges_etude_territoriale_chaleur_fatale_fnccr_v4.pdf).
- [19] ATEE, « Plan Climat-Energie Territorial : Une opportunité de collaboration entre les collectivités et les

entreprises ». sept. 2012.

[20] ADEME, « Guide Méthodologique : Système de management de l'énergie : ce sont les entreprises qui en parlent le mieux ». mars 2015, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/systeme-management-lenergie-entreprises-parlent-mieux>.

[21] SNCU, « Resultats d'enquête annuelle 2018 : les réseaux de chaleur et de froid ». [En ligne]. Disponible sur: [https://www.fedene.fr/wp-content/uploads/sites/2/2018/12/20171214\\_Rapport-global\\_restitution-enquete-2018-donnees-nationale-2017\\_v1.1.pdf](https://www.fedene.fr/wp-content/uploads/sites/2/2018/12/20171214_Rapport-global_restitution-enquete-2018-donnees-nationale-2017_v1.1.pdf).

[22] AMORCE, « Guide l'élu et les réseaux de chaleur ». juin 2017.

[23] ADEME, « Guide technique des certificats d'économies d'énergies - opérations spécifiques dans les installations fixes ». oct. 2016.

## Annexes

### Annexe 1 Quelques exemples de projets de récupération de chaleur fatale ayant obtenu une subvention Fonds chaleur

Commune	Type de chaleur fatale	Date dépôt dossier fonds chaleur	Extension/création de réseau de chaleur
Vire	Agro-alimentaire	2017	Création
Bailly-Romainvilliers	Data-Center	2011	Création
Courbevoie	Cimenterie	2018	Création
Montpellier	Data-Center	2019	Création
Montrouge, Paris 9 <sup>e</sup>	Sidérurgie/métallurgie	2015	Création
Bitche	Verrerie	2019	Création
Desvres	Sidérurgie/métallurgie	2017	Création
Laval	ISDND	2015	Extension
Levallois-Perret	Data-Center	2015	Extension
Vitré	Agroalimentaire	2017	Extension
Dunkerque	Sidérurgie-métallurgie	2019	Extension
Plaisir	UIOM	2019	Extension
Ugine	Sidérurgie-métallurgie	2019	Extension
Pont de Claix	Incinération de déchets industriels et hydrogène fatal issu d'une plateforme chimique	2018	Extension

## Annexe 2 Le cas historique de la Communauté urbaine de Dunkerque

Ci-dessous une présentation de l'historique du cas de la Communauté Urbaine de Dunkerque extrait de la publication réalisée par A. Fontaine & L. Rocher en 2020 : *Géographies de la chaleur. L'énergie de récupération comme ressource territoriale* (processus de publication en cours)

« Le territoire dunkerquois, régulièrement qualifié de “Qatar de l'énergie fatale”, est un cas historique et emblématique de la récupération de chaleur fatale de source industrielle en France. Pour en dresser un bref portrait, il convient d'évoquer les différentes phases de récupération de chaleur industrielle, la place de la livraison de chaleur dans la stratégie énergétique territoriale, ses développements récents ainsi que ceux à l'étude.

Le Syndicat intercommunal de chauffage urbain de la région dunkerquoise (SICURD) a joué un rôle moteur en initiant au début des **années 1980** plusieurs opérations successives de récupération issues de la production métallurgique. Une première opération sur le site de l'entreprise Usinor (qui deviendra Arcelor puis Arcelor Mittal) a été réalisée en 1985 pour alimenter le réseau de chauffage de Dunkerque, géré par la Compagnie Générale de Chauffe (qui deviendra Dalkia). **Outre le gain énergétique, la captation des fumées répondait à des injonctions environnementales dans un contexte de mauvaise qualité de l'air dans la zone industrielle.** Une seconde captation de la chaleur d'Arcelor Mittal a été réalisée en 2008, ce qui a permis d'augmenter le taux d'EnR&R dans le mix du réseau et bénéficier ainsi d'avantages fiscaux. **L'intérêt environnemental, économique, symbolique, sont autant de motivations pour les industriels et pour les acteurs investis dans la concrétisation de ces opérations dont l'investissement infrastructurel est toujours assumé par la collectivité par le biais d'une délégation de service public.** En 2011, la fusion des communes de Dunkerque, Saint-Pol-sur-Mer et Fort-Mardyck entraîne la dissolution du SICURD et le transfert à la ville de Dunkerque du rôle d'autorité concédant du réseau de chaleur. Ces compétences sont en 2015 transférées à la Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) conformément à la loi MAPTAM.

La prise de compétence de la CUD en matière de réseau de chaleur intervient à la suite d'une mobilisation ancienne et affirmée sur les questions énergétiques territoriales. Dès 1998 se tenaient à Dunkerque les premières Assises Territoriales de l'Énergie (devenues les Assises Européennes de la Transition Énergétique), scène d'échange pour les acteurs territoriaux sur la thématique énergétique à un moment où celle-ci est une prérogative de l'État et d'entreprises nationales. **A l'occasion de la signature de la Convention des Maires en 2008, la CUD s'est dotée d'un scénario énergétique pour 2020 prévoyant le développement de l'éolien, du solaire photovoltaïque et thermique, mais surtout un doublement de la chaleur distribuée par les réseaux.** La “chaleur du dunkerquois” est la pierre angulaire de ce scénario, repris par le **Schéma directeur des réseaux de chaleur 2013-2018**. Ce dernier, qui repose sur une évaluation quantifiée du gisement disponible, acte une stratégie de développement du réseau par extensions successives tant sur le plan de la récupération que de la distribution de chaleur.

**A partir de 2019, plusieurs extensions sont engagées dans l'optique d'atteindre une longueur de 65 kilomètres et un approvisionnement composé à 75% d'énergie de récupération,** complété par du gaz et du fioul lourd. Il s'agit d'une part d'étendre le réseau à la commune de Grande-Synthe, et de l'alimenter par une nouvelle captation de chaleur sur le site d'Arcelor Mittal dont l'investissement est assuré dans le cadre d'une délégation de service public. D'autre part, le Centre de Valorisation des Déchets communautaire, qui produisait jusqu'à aujourd'hui de l'électricité à un faible rendement, desservira désormais un industriel voisin en vapeur et l'excédent de chaleur sera injecté sur le réseau de chaleur. Ce raccordement est envisagé comme un facteur de sécurisation permettant de ne pas faire dépendre le réseau exclusivement de la chaleur industrielle.

Le développement du réseau de chaleur manifeste une volonté de faire des flux d'énergies fatales des industriels locaux une richesse du territoire. Elle prolonge les efforts menés par l'association ECOPAL et l'Agence d'Urbanisme Flandre-Dunkerque autour de projets d'écologie industrielle et de construction de synergies territoriales visant à développer des formes de résilience pour ce territoire très dépendant d'activités

industrielles. Cette approche industrielle de la récupération de chaleur fatale est au cœur du projet « **Dunkerque, l'énergie créative** », lauréat du programme **Territoires d'Innovation à Grande Ambition (TIGA)**<sup>41</sup>. **De nouvelles études ont estimé à 5 TWh le gisement de chaleur disponible auprès des principaux industriels locaux. Cela correspond à une consommation annuelle de 500.000 équivalents logements, c'est-à-dire bien plus que la demande résidentielle de la CUD.** De tels volumes appellent des solutions techniques, économiques et juridiques, de même qu'ils impliquent de redessiner un territoire d'usage de cette énergie présente en masse.

A Dunkerque, la récupération de chaleur fatale d'origine industrielle est une pratique ancienne qui s'inscrit dans le cadre d'un positionnement affirmé de la Communauté urbaine sur les questions énergétiques. **La récupération de chaleur s'avère évolutive, toujours à renégocier même lorsqu'elle implique les mêmes acteurs.** Elle repose sur une prise de risque inégalement assumée entre un industriel soumis à des impératifs de rentabilité qui ne garantit pas dans la durée l'approvisionnement de chaleur et la collectivité qui construit une infrastructure sans assurance de retour sur investissement à long terme. **Si la chaleur industrielle fait partie de l'identité territoriale, le registre de l'autonomie énergétique ne semble pas prédominant dans les discours et stratégies de la collectivité. Ce qui ne doit pas surprendre dans la mesure où l'activité industrielle repose sur des matières massivement importées et où le gisement d'énergie fatale dépasse les besoins locaux.** »

---

<sup>41</sup>Le programme TIGA finance des projets territoriaux d'innovation à grande échelle dans le cadre du Grand Plan d'Investissement (450 millions d'euros).

### Annexe 3 Interactions entre les documents d'urbanisme et de planification énergétique

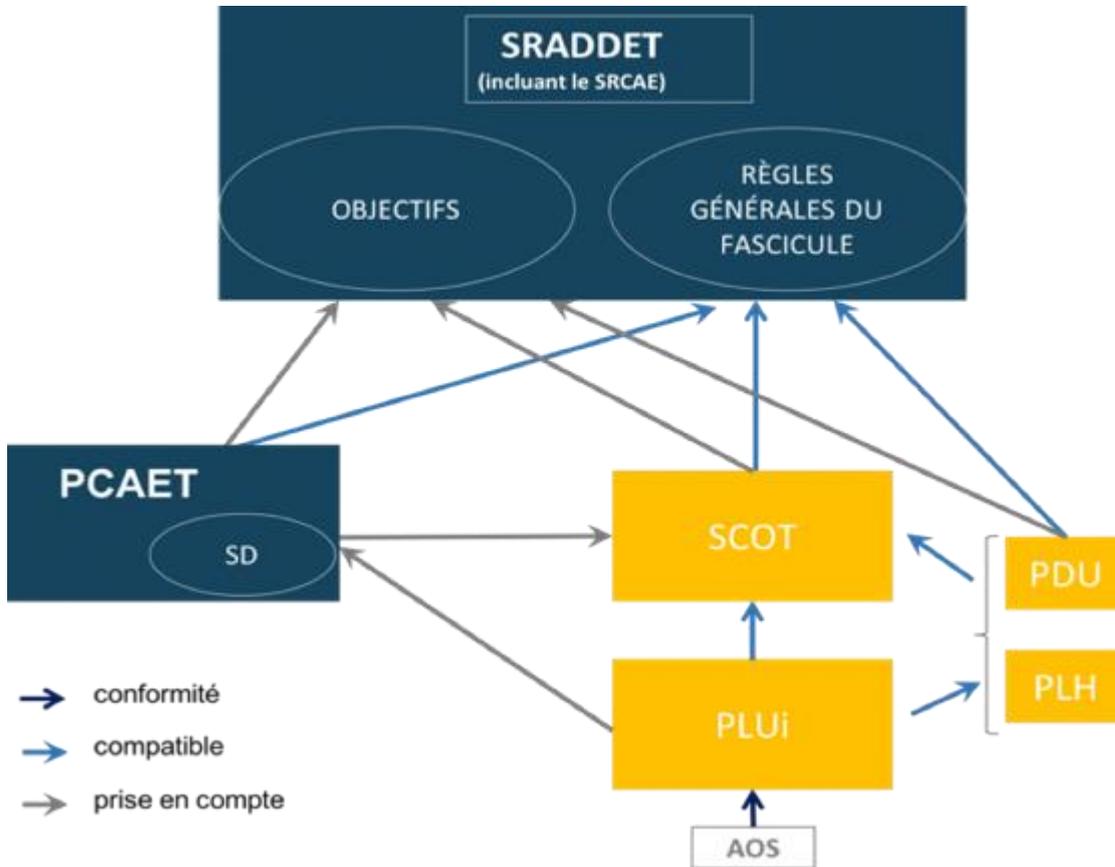


Figure 24 : Schéma des interactions entre les documents d'urbanisme et de planification énergétique (Source : AMORCE)

## Annexe 4 Structures répondantes à l'enquête

Ce tableau résume les structures ayant répondu à l'enquête réalisée via le questionnaire fourni ou via un entretien téléphonique/visio-conférence.

Tableau 5 : Structures interrogées dans le cadre de l'enquête

Structure	Type de structure	Type d'échange	Type de projets de récupération / sujet principal d'échange
Grand Paris Sud	Communauté d'agglomération	Questionnaire	Chaleur d'UVE
Hautes-Alpes	Département	Questionnaire	Groupe de froid patinoire
SMIREC	Syndicat d'énergie	Questionnaire	Data-Center
Strasbourg	Métropole	Questionnaire	Chaleur fatale industrielle – projet transfrontalier
Arlysère	Communauté d'agglomération	Questionnaire	Industrie métallurgique
Riom Limagne et Volcans	Communauté d'agglomération	Questionnaire	Industrie pharmaceutique (récupération sur groupe de froid)
Rouen Normandie	Métropole	Questionnaire	Industrie pétrochimique
Aix-Marseille-Provence	Communauté d'agglomération	Questionnaire + entretien	L'intégration de la CF dans les discussions sur la maîtrise de l'énergie dans la métropole
Grenoble	Métropole	Questionnaire + entretien	Stratégie d'une collectivité pour la chaleur fatale, projet de récupération chaleur industrielle et difficultés rencontrées
Grand Lyon	Métropole	Entretien	Mission Vallée de la Chimie, chaleur fatale industrielle
Lorient	Communauté d'agglomération	Entretien	Stratégie d'une collectivité pour la chaleur fatale
Oloron Sainte Marie	Commune	Entretien	Valorisation interne chaleur industrielle
Vienne Condrieu	Communauté d'agglomération	Entretien	Projet de valorisation de chaleur fatale industrielle
ENGIE Solutions	Opérateur de réseau	Entretien	Projet à Vienne Condrieu Le rôle d'un opérateur de réseau dans le développement de la récupération de chaleur, les freins au développement
Dalkia	Opérateur de réseau	Entretien	Le rôle d'un opérateur de réseau dans le développement de la récupération de chaleur, les freins au développement
IDEX	Opérateur de réseau	Entretien	Cf. ci-dessus
Coriance	Opérateur de réseau	Entretien	Cf. ci-dessus
Ferest Energies	Bureau d'étude	Entretien	Chaleur fatale industrielle, travail des BE
Épos	Bureau d'étude	Entretien	Projets de récupération de CF industrielle
Réseau Synapse		Entretien	L'animation de l'EIT en France
CCI Savoie		Entretien	Le rôle des CCI dans la récupération de chaleur fatale industrielle
Polénergie	Association	Entretien	L'animation de la filière, concept du heat to power to heat
ADEME	Agen	Entretien	Travail réalisé sur le sujet, dérisquage des projet
ATEE	Association	Entretien	Chaleur fatale industrielle état de la filière
Euroheat and Power	Association	Entretien	DHC+ Technology Platform, travail réalisé à l'échelle européenne, sources d'information européennes sur la chaleur fatale

## Annexe 5 L'étude de la chaleur fatale à l'échelle européenne

**Euroheat & Power** est un réseau international pour l'énergie urbaine, qui promeut la production de chaleur et de froid renouvelable en Europe. Des recommandations politiques sur la récupération de chaleur fatale ont également été proposées par Euroheat & Power et sont disponibles [en ligne](#).

Le [Knowledge Hub](#) est une excellente source d'informations sur la chaleur fatale à l'échelle européenne. Sur cette plateforme sont disponibles librement des liens vers des rapports, webinaires ou même des cours universitaires sur le sujet... Ce centre d'information regroupe alors **des publications générales sur la chaleur fatale** mais aussi des **études centrées sur des sources particulières de chaleur fatale**.

De nombreux programmes sont développés par la plateforme technologique sur les systèmes de chauffage et froid urbain DHC+ Technology Platform et leurs objectifs et résultats sont publiés sur leur [site internet](#). On peut citer en particulier les réalisations des programmes suivants :

- Le programme **ReUseHeat** ayant démarré en 2017 s'intéresse aux obstacles techniques et non techniques pour débloquer des projets et des investissements de récupération de chaleur fatale urbaine à travers l'Europe issue des **4 activités suivantes** :
  - Les Data-Centers
  - Les systèmes de transport urbain souterrains
  - Les systèmes de traitement des eaux usées
  - Les hôpitaux
- Autre projet majeur dont les résultats ont été publiés en 2016 : le projet **STRATEGO** [présente](#) des actions multi-niveaux pour l'amélioration des plans de chauffage et froid urbain. Sur le sujet de la chaleur fatale le rapport *Background Report 7 « Quantifying the Excess Heat Available for District Heating in Europe »* est particulièrement riche et intéressant à consulter.
- Le [site](#) très intéressant du projet **Waste Heat** permet d'en apprendre plus sur les sources de chaleur fatale dites « classiques » et sur la manière dont cette chaleur peut être récupérée et valorisée. Ce projet présente des **analyses de potentiels** ainsi que des applications pratiques de ces analyses à l'aide notamment de boîtes à outils.
- La [librairie HeatNet](#) présente des guides sur comment démarrer un projet de réseau de chaleur urbain (et pas seulement sur la chaleur fatale).
- Dans le cadre du projet [Cool DH](#) traitant de l'utilisation de sources de chaleur de faible température pour le chauffage urbain) a été réalisé le démonstrateur de Lund : le plus grand réseau de chaleur basse température du monde alimenté par de la chaleur fatale sans aucune utilisation d'énergie fossile : <https://www.cooldh.eu/demo-sites-and-innovations-in-cool-dh/brunnshog-in-lund/>.

## Annexe 6 Récapitulatif des technologies de stockage de chaleur

Type		Durée (LT/CT/mixte <sup>1</sup> )	Temp. de stockage	Densité (kWh/m <sup>3</sup> )	Maturité
Cuve de stockage sensible	Eau (P <sub>atm</sub> )	CT	<100°C	35	Indus.
	Eau sous pression	CT	>100°C	Jusqu'à 40	Indus.
Sol	Sol/roche	LT	<90°C	5-15	Indus.
Aquifère	Eau/sable	LT	≈ 5 à 50°C	15-20	Indus.
Fosse	Eau (P <sub>atm</sub> )	LT	<90°C	Proche de 35	Indus.
	Eau/gravier ou Eau/sable	LT	<90°C	15-25	Indus.
Grand Réservoir	Eau (P <sub>atm</sub> ou sous pression)	LT- Mixte	>100°C	35-40	Indus.
MCP	Classique	CT- Mixte	-	80 - 100	R&D
	Surfondu	LT	-	≈100	Faible
	Solide/solide	LT	-	≈100	Très faible
Thermochimique	-	LT	-	300 - 500	Très faible

CT = Court Terme ; LT = Long Terme ; MCP = Matériau à Changement de Phase

Source : publication AMORCE : RCT 45 - Le stockage thermique dans les réseaux de chaleur, Juin 2016

## Annexe 7 Évolution du prix du gaz



Figure 25 : Évolution des prix du gaz depuis 2012 (Source : Opera Energie)

**AMORCE**

18, rue Gabriel Péri – CS 20102 – 69623 Villeurbanne Cedex

**Tel** : 04.72.74.09.77 – **Fax** : 04.72.74.03.32 – **Mail** : [www.amorce.asso.fr](http://www.amorce.asso.fr) –  **@AMORCE**

