



22<sup>e</sup>  
ÉDITION

**DUNKERQUE**

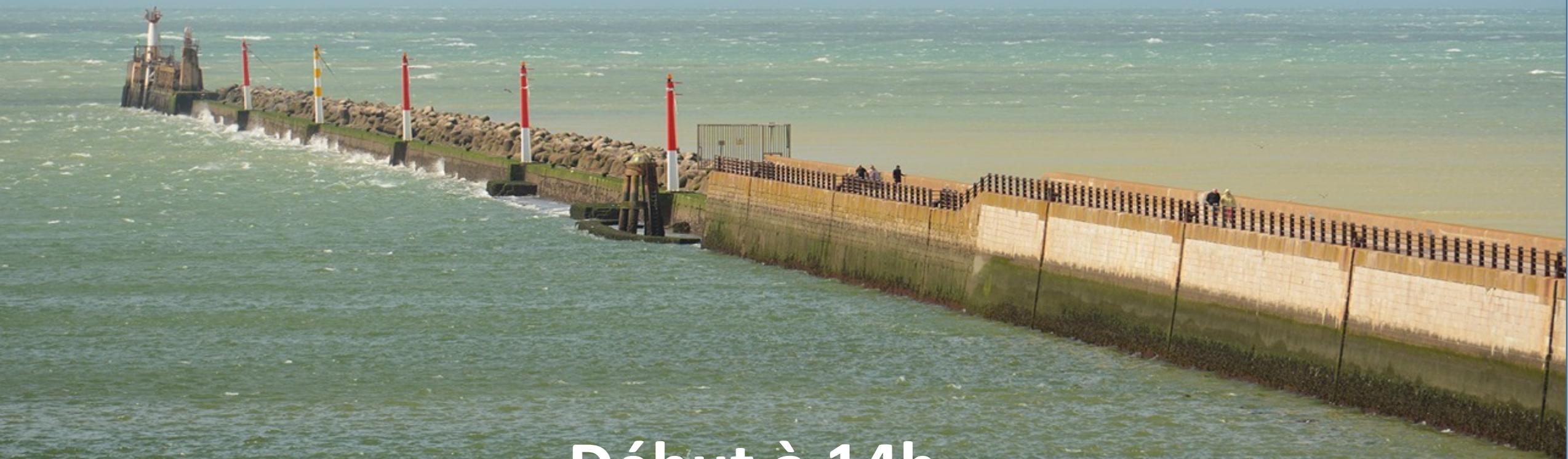
KURSAAL | 12, 13, 14 JANVIER | 2021

3 jours d'ateliers, de débats et de plénières





# La chaleur fatale, une énergie complexe au service de la transition énergétique



DUNKERQUE

Début à 14h

KURSAAL | 12, 13, 14 JANVIER | 2021



# La chaleur fatale, une énergie complexe au service de la transition énergétique

- Clés méthodologiques pour l'émergence de projets à destination des collectivités

*Laurène DAGALLIER - Chargée de mission ENR&R thermiques et réseaux de chaleur, AMORCE*

- Dérisquage et financement des projets

*Elsa CHONY - (ex) Ingénieure Référente Chaleur Fatale, ADEME Service Industrie*

- Valorisation de la chaleur fatale : approche à l'échelle d'un écosystème industriel et solutions innovantes

*Jean GRAVELLIER - Directeur général, Polénergie*

- Chaleur fatale et transition énergétique : l'expérience amiénoise

*Benoît MERCUZOT - Vice-Président de Amiens Métropole et Président de Amiens Energies*



# Clés méthodologiques pour l'émergence de projets à destination des collectivités

**Laurène DAGALLIER**

Chargée de mission ENR&R thermiques et réseaux de chaleur

AMORCE

# L'association



**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
- Gestion territoriale des déchets
- Eau et assainissement

**Force de proposition indépendante et interlocutrice privilégiée des pouvoirs publics (ministères, agences d'État) et du Parlement**

→ Représentation des territoires engagés dans la transition énergétique et dans l'économie circulaire.



+ 950 adhérents

# Qu'est-ce que la chaleur fatale ?



**Industries**  
(métallurgie,  
chimie, raffinerie,  
cimenterie...)



**Usines d'incinération de déchets**



**Data-centers**



**Egouts et systèmes de traitement des eaux usées**



**Production d'énergie**  
(nucléaire, centrales à  
fioul lourd, charbon,  
gaz...)



**Métro**

Réduction des pertes de chaleur



*Fumées, buées, fluides de refroidissement...*  
**Captation**

**Source de chaleur fatale**  
(Usine, incinérateur, data - center...)



**Echangeur de chaleur  
Pompe à chaleur**

*Vapeur, eau*

**Valorisation externe  
sur réseau de chaleur urbain**



*Vapeur, eau*

**Valorisation externe  
sur site voisin**

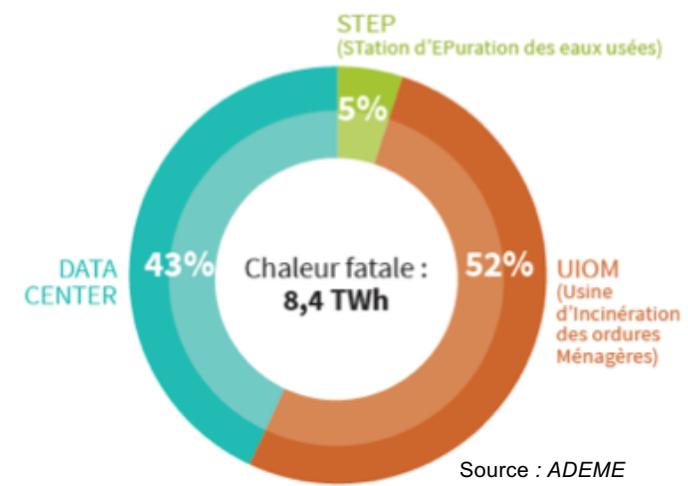
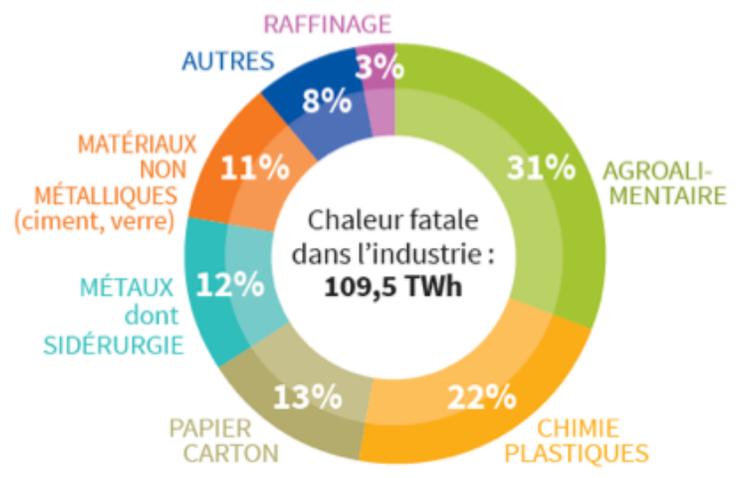


*Vapeur, eau, air*

**Valorisation interne**

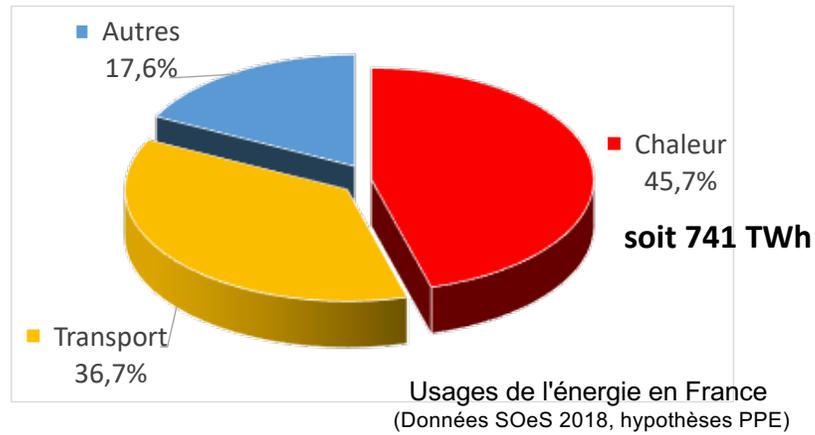
# Le gisement national de chaleur fatale

**Gisement non valorisé, à récupérer**



109,5 TWh de chaleur fatale rejetés en **industrie** (36% de la consommation de combustibles du secteur)

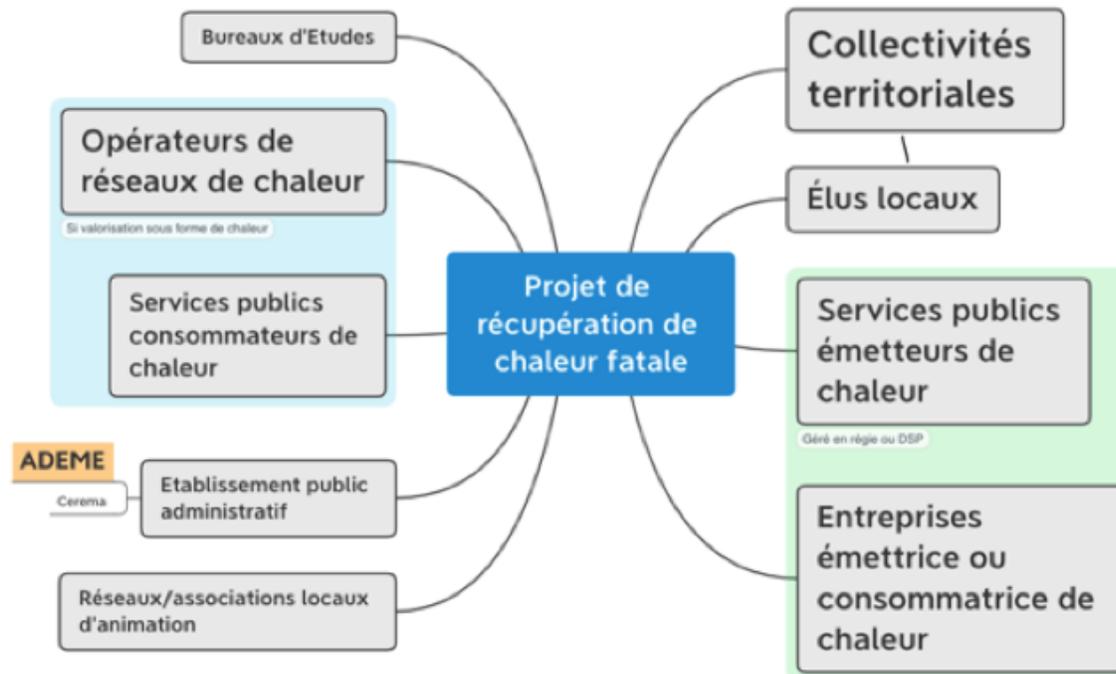
**Besoin**



- ➔ Le gisement de chaleur fatale représente environ 16% de la chaleur consommée
- ➔ Outil de la transition énergétique pour les entreprises et collectivités
- ➔ PPE : x5 à 7 (par rapport à 2016) en 2028 de la quantité de chaleur fatale industrielle + data center récupérée et valorisée sur réseau de chaleur

# Guide « La récupération de chaleur fatale dans les collectivités » - Méthodologie

- **Travail bibliographique** : état de la connaissance sur la chaleur fatale en France – quels sont les documents pratiques pour les collectivités et comment les utiliser ?
- **Enquête** : Obtenir les retours d'expérience des acteurs de la filière questionnaire + entretiens



# Les freins et bonnes pratiques à la récupération de chaleur fatale

Cadre technique



Cadre économique



Cadre administratif



Cadre politique et social



**Chaque  
projet est  
unique**



Merci pour votre attention.  
Des questions ?



# Dérisquage et financement des projets

Elsa CHONY / Théo PIPERIS

*(ex) Ingénieure Référente Chaleur Fatale*

*ADEME Service Industrie*

1. **Dérisquage des projets de Récupération de Chaleur**
2. Le Fonds Chaleur en pratique
3. Le Fonds Décarbonation de l'Industrie



# Dérisquage des projets de Récupération de Chaleur



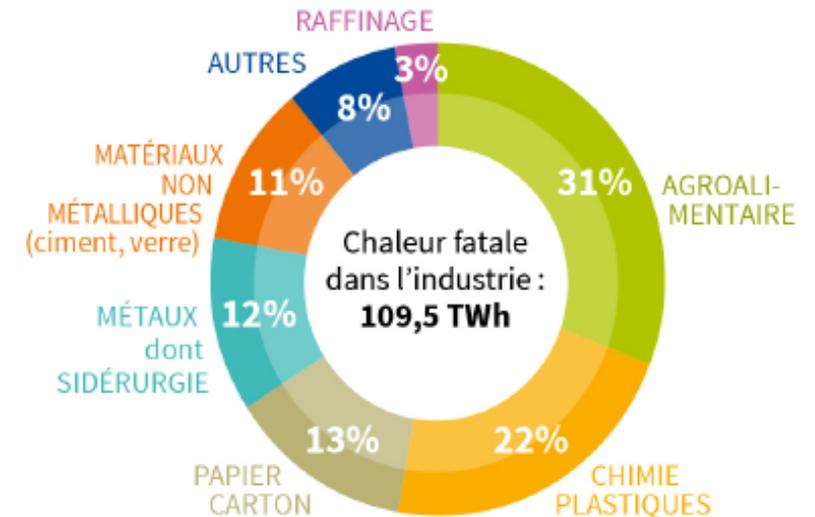
## ■ Constat

- Gisements importants
- Difficulté de concrétisation des projets

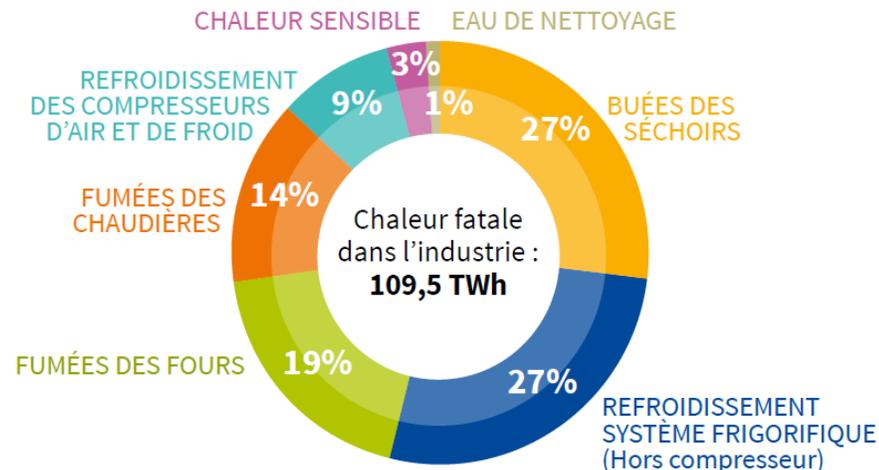
## ■ Pourquoi ?

- Projets complexes :
  - Source de chaleur
  - Valorisation
  - Contextes sites/territoires
- Rentabilité économique
- Juridique, contractuel, réglementaire...
- Sources de financement
  - Asymétrie d'informations entre acteurs financiers et porteurs de projets.

→ 50% du gisement concerne 2 grands secteurs d'activité :



## → Type de rejets diversifiés





# Dérisquage des projets de Récupération de Chaleur



- **Conclusion de l'étude :**
  - Pas de constante identifiable dans la matrice et risques non aléatoires → Solution d'un Fonds de Garantie écartée
  - Soutien nécessaire très en amont du projet
  - Malgré l'hétérogénéité des projets, identification possible de typologies de risques
- **L'ADEME va plus loin :**
  - Création d'outils pour les acteurs financier et porteurs de projets pour dérisquer les projets → la matrice des risques

# Dérisquage des projets de Récupération de Chaleur

Nature	Sous Catégorie	Risque
Technique	Conception	Technologie non adaptée; équipement ou système complexe
Exploitation	Exploitation	Performance non atteinte
Financier	Non respect des termes	Variation des prix des énergies
Contrat	Non respect des termes	Départ imprévu d'une partie

## ■ Etapes suivantes :

- Rendre opérationnelle la matrice ;
- L'intégrer dans des formations (INVEEST, PROREFEI) et des études d'opportunités

Mitigation (Prévention)	Mitigation (Protection)
Benchmark / Etat de l'art / Comité d'expert technique Technologie adaptée (double enveloppe, etc.), filtres	Budget Aléas
Retour d'expérience / Benchmark	Contrat avec objectif de performance
Analyses de sensibilité (Capex / Opex / Fourniture / Achat) +/- disruptif	Assurances Contractualisation avec pénalités, Indéxation des prix sur les marchés de énergies
Identifier les parties prenantes Définir les risques et opportunités des différents types de contrat (DSP ; SEM ; CPE ; SPV etc.)	Clause entrée/sortie Clause de renégociation Propriété intellectuelle Clause de confidentialité Protection des données

1. Dérivage des projets de Récupération de Chaleur
2. **Le Fonds Chaleur en pratique**
3. Le Fonds Décarbonation de l'Industrie



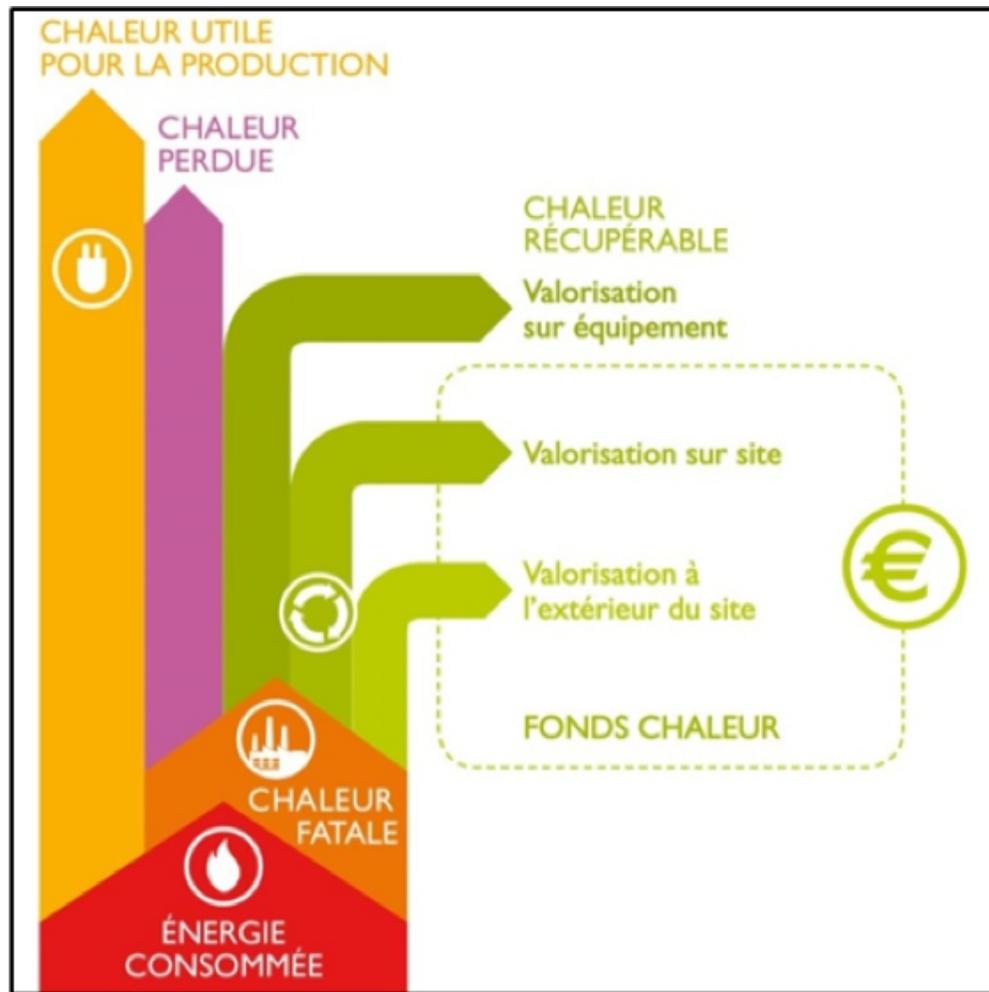
# Le Fonds Chaleur

- **Objectif** : soutenir le développement de la production de chaleur issue de ressources renouvelables, enveloppe budgétaire de 350 M€ en 2021

- **Chaleur Fatale**
- **Solaire Thermique**
- **Méthanisation**
- **Géothermie**
- **Biomasse**
- **+ Réseaux de Chaleur**

## En 2019

- 23 projets de récupération de chaleur fatale aidés : **293 GWh/an**
- **6,6 M € d'aides**
- Avec Réseaux de chaleur valorisant de la chaleur fatale :
  - 17 réseaux accompagnés
  - **383 GWh/an**
  - **18 M€ d'aide**



## ■ Quels sites sont concernés ?

- Sites industriels, *mais aussi* :
- Hôpitaux ;
- Data center ;
- UIOM, STEP...

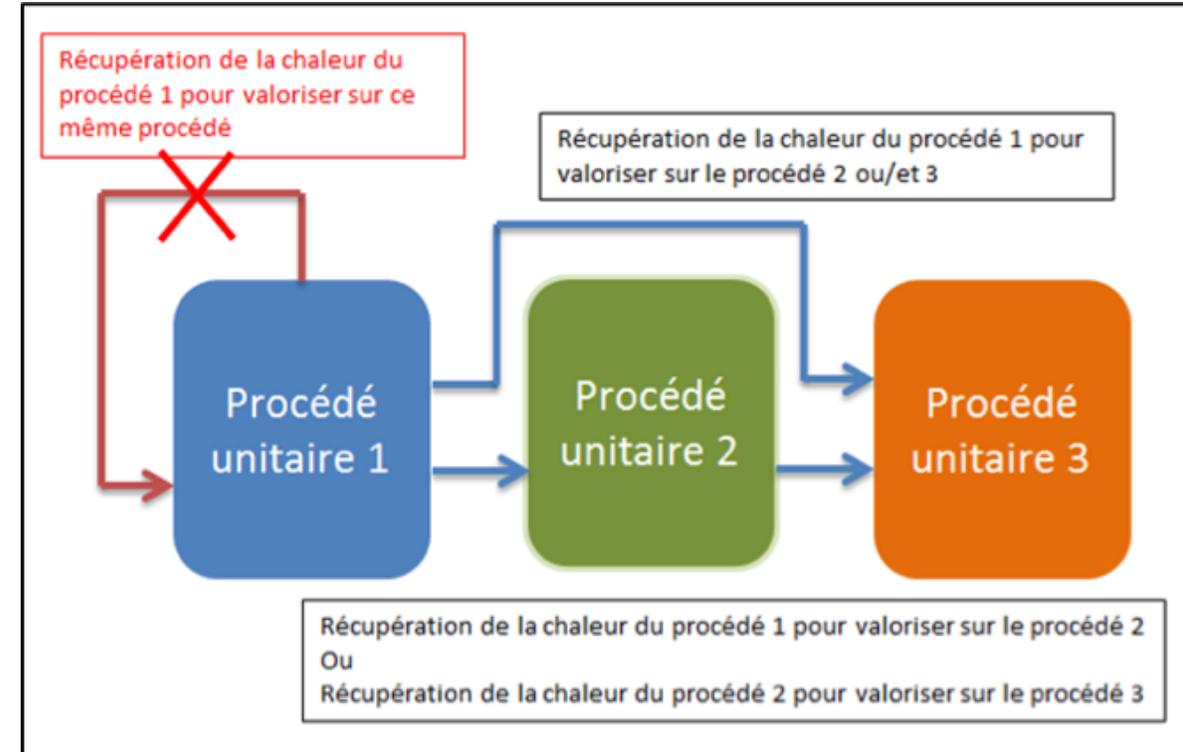
## ■ Quels sont les équipements éligibles ?

- Captage de la chaleur résiduelle ;
- Stockage et relève de température si nécessaire ;
- Distribution et valorisation en interne ou vers un réseau (technique et/ou chaleur).

# Le Fonds Chaleur- Chaleur Fatale

## Principales conditions d'éligibilité (1)

- **Valorisation de l'énergie récupérée:**
  - Vers un autre procédé unitaire
  - Sous forme de chaleur
- **Systèmes de remontée de T° :**
  - Uniquement pour valoriser un nouveau gisement d'énergie par rapport à la situation initiale
  - Gain en énergie primaire
- **Remplacement d'équipements existants:**
  - Uniquement pour accroître la quantité de chaleur valorisée
  - Prise en compte du surcoût
- **Avoir mené une étude énergétique préalable (diagnostic énergétique ou étude faisabilité) permettant 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 chaleur.





# Le Fonds Chaleur- Chaleur Fatale

## Principales conditions d'éligibilité (2)

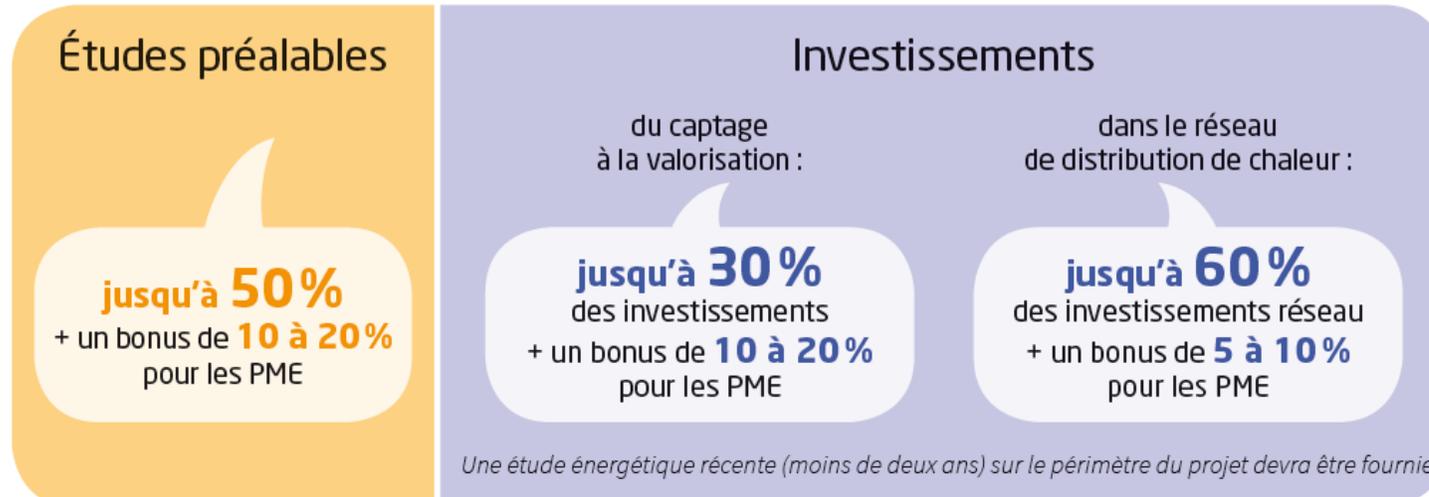


### Ne sont pas éligibles :

- Les projets concernant la **production d'énergie mécanique** et par voie de conséquence la **production électrique** ;
- Les projets portant sur une **cogénération** (à partir d'énergie fossile), sauf dans le cas de la récupération d'énergie perdue (fumée, après détente...), et uniquement si le tarif d'achat de l'électricité produite n'est pas indexé sur l'efficacité énergétique de l'installation ;
- **Les équipements d'appoint / secours** ;
- Les investissements permettant de mettre une installation en **conformité avec la réglementation**.

# Le Fonds Chaleur - Chaleur Fatale

Niveau d'aide de l'ADEME



## Aide à la décision :

Audit énergétique (non obligation) /  
étude de faisabilité chaleur fatale

## Aide à l'investissement

- Défini sur la base des coûts d'investissement du projet
- **Encadrée par deux critères:**
  - *le taux d'aide maximum, défini selon la nature des équipements*
  - *le temps de retour brut sur investissement, calculé après aide > à 24 mois*

# Le Fonds Chaleur- Chaleur Fatale

Niveau d'aide de l'ADEME



## 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

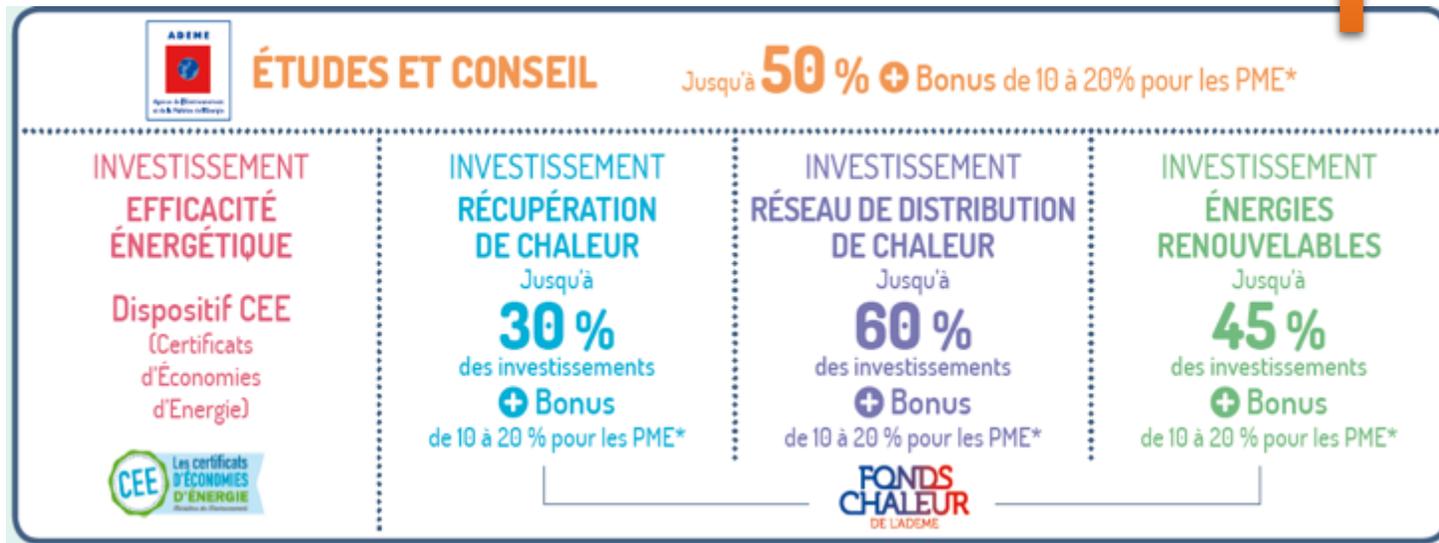
*Courrier attestant  
du renoncement à  
une aide  
complémentaire  
CEE*

## 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)

# Le Fonds Chaleur - Chaleur Fatale



- Audit énergétique (hors obligation) /audits spécialisés
- Etudes de faisabilité EnR&R
- Système de management de l'énergie

- Modalités d'accompagnement Fonds Chaleur :

[www.ademe.fr/fondschaleur](http://www.ademe.fr/fondschaleur)

- Pour savoir si votre opération est éligible au Fonds Chaleur :

<http://www.fonds-chaueur.ademe.fr>

A quel guichet ADEME s'adresser :

- Appels à projets nationaux ;
- Sinon par appel à projet régional ou par gré à gré ;
- Contacter la Direction Régionale de l'ADEME pour vous faire accompagner → [www.ademe.fr/regions](http://www.ademe.fr/regions)



# Le Fonds Chaleur - Chaleur Fatale

Fiches REX en ligne : Ils l'ont fait

Opération	Lien
Récupération et valorisation de chaleur fatale chez Air France - Exploitation d'un Data Center à Valbonne (06)	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-chez-air-france-exploitation-dun-data-center-a-valbonne-06">https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-chez-air-france-exploitation-dun-data-center-a-valbonne-06</a>
Récupération et valorisation de chaleur avec remontée de température chez ADM Chamtor à Bazancourt (51)	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-remontee-temperature-chez-adm-chamtor-a-bazancourt-51">https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-remontee-temperature-chez-adm-chamtor-a-bazancourt-51</a>
Récupération et valorisation de chaleur fatale issue d'une unité de valorisation énergétique chez Continental Foods à Le Pontet (84)	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-issue-dune-unite-valorisation-energetique-chez-continental-foods-a-pontet-84">https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-issue-dune-unite-valorisation-energetique-chez-continental-foods-a-pontet-84</a>
Valorisation de chaleur fatale chez Kimberly-Clark - Chaleur fatale issue d'une tour de lavage pour chauffage/conditionnement d'air de l'atelier machine à papier et préchauffage d'air comburant des brûleurs chez Kimberly-Clark à Villey-Saint-Etienne (54)	<a href="https://www.ademe.fr/valorisation-chaleur-fatale-chez-kimberly-clark-chaleur-fatale-issue-dune-tour-lavage-chauffageconditionnement-dair-latelier-machine-a-papier-prech">https://www.ademe.fr/valorisation-chaleur-fatale-chez-kimberly-clark-chaleur-fatale-issue-dune-tour-lavage-chauffageconditionnement-dair-latelier-machine-a-papier-prech</a>
Récupération et valorisation de chaleur fatale chez ArcelorMittal à Saint-Chély-d'Apcher (48)	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-chez-arcelormittal-a-saint-chely-dapcher-48">https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-chez-arcelormittal-a-saint-chely-dapcher-48</a>
Récupération et valorisation de chaleur fatale chez Lindt & Sprüngli à Oloron-Sainte-Marie (64)	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-chez-lindt-sprunгли-a-oloron-sainte-marie-64">https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-fatale-chez-lindt-sprunгли-a-oloron-sainte-marie-64</a>
Récupération et valorisation de chaleur dans l'industrie papetière chez Sical à Lumbres (62)	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-lindustrie-papetiere-chez-sical-a-lumbres-62">https://www.ademe.fr/recuperation-valorisation-chaleur-lindustrie-papetiere-chez-sical-a-lumbres-62</a>
Papeterie Palm à Descartes (37)	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-chaleur-secherie-methanisation-effluents">https://www.ademe.fr/recuperation-chaleur-secherie-methanisation-effluents</a>
Production de froid à partir de chaleur fatale sur le site de TORAY CFE	<a href="https://www.ademe.fr/recuperation-chaleur-fatale-production-vapeur-froid-via-groupe-frigorifique-a-absorption">https://www.ademe.fr/recuperation-chaleur-fatale-production-vapeur-froid-via-groupe-frigorifique-a-absorption</a>

1. Dérivage des projets de Récupération de Chaleur
2. Le Fonds Chaleur en pratique
3. **Le Fonds Décarbonation de l'Industrie**





# Le Fonds Décarbonation de l'Industrie

En 2020



## 1. Efficacité énergétique :

- AAP IndusEE de l'ADEME : aide à l'investissement (CAPEX > 3 M€)
  - Clôture 20 octobre 2020
  - 73 projets ! 60 M€ engagés à date
- Dispositif guichet ASP (CAPEX < 3 M€)

## 2. Évolution des procédés au service de la décarbonation : électrification, nouveaux intrants matières...

- En parallèle, AMI IndusDECAR pour configurer un AAP en 2021
  - Clôture 9 novembre 2020
  - 125 projets !!!
- Aide à l'investissement en gré à gré pour les projets mûrs en 2020

## 3. Production de chaleur via Biomasse :

- AAP BCIAT : Aide CAPEX + aide OPEX

# Fonds Décarbonation : AAP Efficacité énergétique

	Bénéficiaire dans le cadre d'une activité économique		
	Grande entreprise	Moyenne entreprise	Petite entreprise
Intensité maximum de l'aide ADEME	30 %	40 %	50 %

## ➤ Choix n°1 : Régime d'aide de l'ADEME

- Appliquée à une assiette des dépenses éligibles = coûts éligibles - investissement de référence
- Eventuellement modulée afin de respecter la condition suivante :

$$TRB_{\text{après aides}} = \frac{\text{Surcoût supporté de l'investissement (€HTR)} - \text{Aide ADEME}}{\text{Gains annuels générés par l'investissement (€HTR)}} > 24 \text{ mois}$$

- Surcoût supporté de l'investissement = surcoût de l'investissement - soutien CEE « prévisionnel »
- Gains annuels générés par l'investissement = gains financiers induits par les économies d'énergie + évaluation de la valorisation des émissions de gaz à effet de serre évitées.

- **Cas N°2** : Aide exceptionnelle liée au contexte sanitaire d'un montant maximum de 800 k€ par entreprise. Le critère du TRB > 24 mois s'applique également



# Fonds Décarbonation

Pour 2021

Décarbonation de l'outil productif = efficacité énergétique + électrification + nouveaux intrants matière... → CDC en cours de rédaction

- Cible : Secteur Industrie (outil productif) / Remplacement/mise en place Procédés et/ou Utilité (techno mature)
- Publication de l'AAP 2021 d'ici fin février/début mars pour une 1ère clôture en avril
- Dispositif guichet ASP (CAPEX < 3 M€)
- En première approche, critères d'éligibilité identiques à l'AAP 2020 :
  - CAPEX > 3 M€ (dont grappe de projets)
  - Réduction des émissions GES à iso-production
  - Ratio € aides publiques / t CO2 évitée
  - Cohérence et ambition environnementale (%GES au niveau du site ; stratégie décarbonation du groupe...)
  - Cohérence et d'ambition industrielle (maturité du projet, emploi, formation, filière, qualité produit, nouveaux marchés, répliquabilité...)

Hors autres dispositifs ADEME : Fonds Chaleur, Fonds Economie Circulaire, Fonds H2



Merci pour votre attention.  
Des questions ?



# VALORISATION DE LA CHALEUR FATALE: APPROCHE À L'ÉCHELLE D'UN ÉCOSYSTÈME INDUSTRIEL ET SOLUTIONS INNOVANTES

Jean GRAVELLIER

Directeur général

Polénergie

- 1. Chaleur fatale : l'équation difficile?**
- 2. Hauts-de-France : réalisations emblématiques**
- 3. Etudes emblématiques**
- 4. Création d'un fonds national de garantie contre le risque industriel pour des projets de valorisation de la chaleur fatale**
- 5. Voies innovantes de valorisation**
- 6. Autoroute de la chaleur**
- 7. Le concept du « Heat to Power to Heat »**



# CHALEUR FATALE : Gisements

- **l'ADEME a réalisé l'inventaire du gisement régional des énergies fatales du Nord-Pas-de-Calais en 2011 :**
  - Consommation énergétique industrielle en 2009 : 77 TWh th
  - Chaleur fatale tout confondu : 35 TWh th
  - Chaleur fatale > 150°C : 2,4 TWh th
  - Chaleur fatale < 150°C : 32,6 TWh th dont centrale nucléaire de Gravelines : 18 TWh th(à titre comparatif : centrale de Gravelines : 32 TWh el, consommation française de gaz : 450 TWh th)



# CHALEUR FATALE : l'équation difficile

## ■ Côté « mouton à 5 pattes » des projets de valorisation de chaleur fatale

- Les usines prennent rarement en compte dans leur implantation des considérations d'écologie circulaire
- Conception « après coup » qui nécessitent des prouesses techniques et donc une augmentation des coûts
- La demande n'est pas toujours en phase avec l'offre, en quantité, qualité et temporalité
- Les industriels n'aiment pas devoir adapter leur process pour une utilisation externe
- Les industriels n'aiment pas dépendre du fonctionnement d'une autre industrie pour leur approvisionnement en chaleur
- Contraintes géographiques qui impliquent une valorisation toujours locale, mais du coup limitée par rapport aux gisements disponibles
- Temps long des retours sur investissement, difficilement compatible avec les impératifs industriels

## ■ Hiérarchiser les différents types de la chaleur fatale :

- Haute température : ORC, captage CO<sub>2</sub>, transformation moléculaire
- Basse température : réseaux de chaleur, séchage, usages agricoles, production eaux industrielles
- Stockage par batteries thermique : temporaire intraprocess ou rémanent pour usages extérieurs

## ■ Garantie de la maison mère difficile à obtenir dans des projets de valorisation mettant en jeu un ou plusieurs industriels

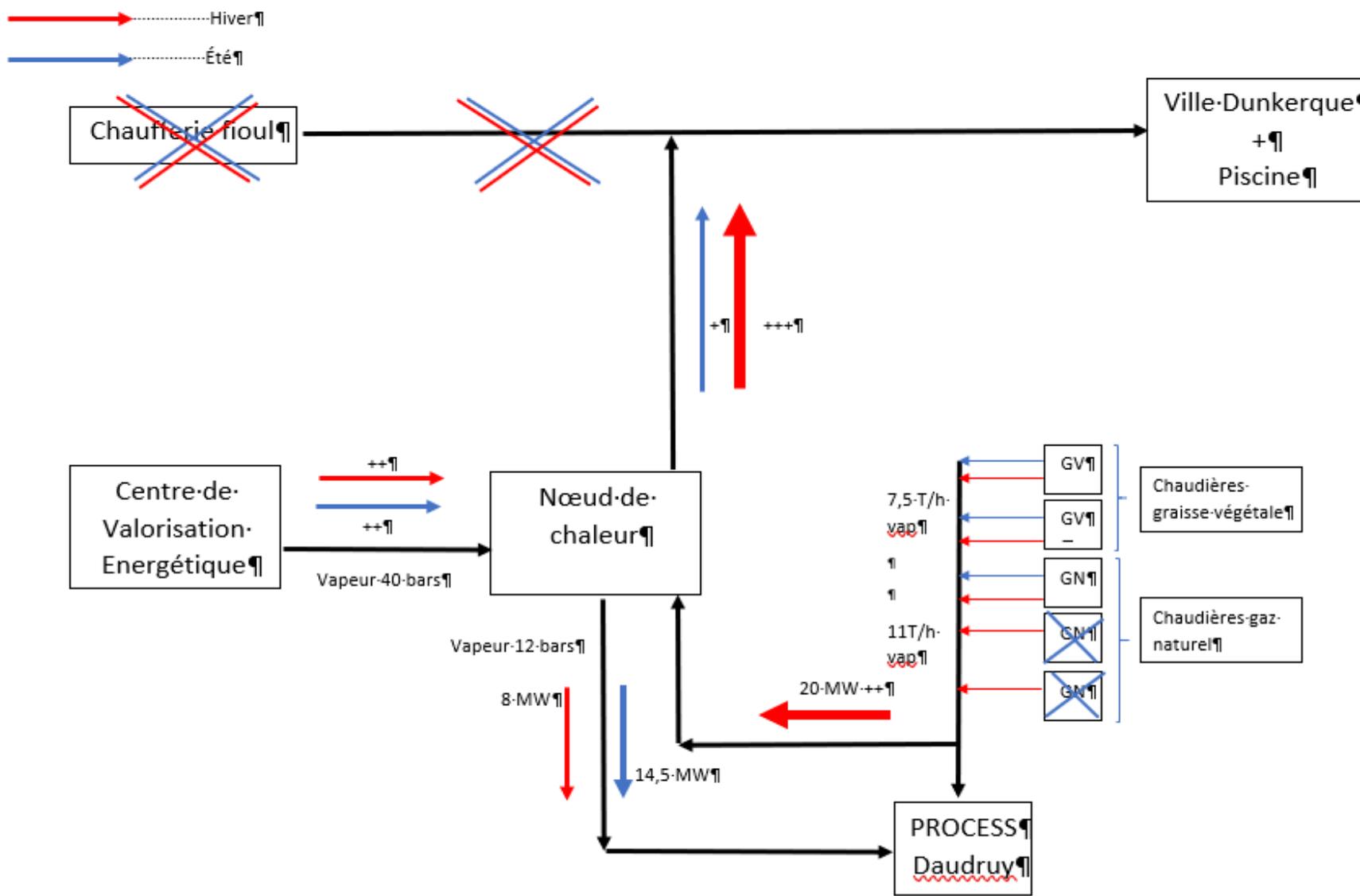
## ■ La chaleur fatale doit-elle être toujours valorisée sous forme de chaleur?

## ■ Problématique CO<sub>2</sub> : certains projets aboutissent à la perte des quotas gratuits de CO<sub>2</sub> pour l'un des industriels et du coup ne se font pas

# CHALEUR FATALE : réalisations emblématiques

- **ARCELORMITTAL Dunkerque vers le RDC de Dunkerque** : Premier projet de récupération/valorisation de chaleur fatale (1986) avec environ 80 GWh/an de chaleur valorisée (65% des besoins du RDC)
- **ARCELOR MITTAL Dunkerque vers le RDC de Grande Synthe** : récupération de chaleur fatale sur process des Agglomérations – mise en service en 2021 - environ 25 GWh/an de chaleur valorisée (95% des besoins du RDC)
- **CVE d'Halluin vers le RDC de la MEL** : « Autoroute de l'énergie » avec un investissement de 40 M€ permettant le verdissement des RDC existants et futurs et donc une TVA réduite
- **CVE Maubeuge vers le RDC de Maubeuge** : récupération de chaleur fatale sur le soutirage des turbines vapeur (HP) permettant de valoriser environ 44 GWh/an de chaleur valorisée (81% des besoins du RDC) – investissements de 800 K€
- **CVE Flamoval vers cartonnerie de Gondardennes** : récupération de chaleur fatale permettant de valoriser 91 GWh/an, via une liaison de 3,8 km dédiée.
- **Béthune** alimenté par le gaz de mine en complément de gaz naturel pour une cogénération dont la chaleur sera distribuée à 400 eq logements avec 32 km de réseau et un taux d'ENR&R de 71%
- **CVE Dunkerque Petite-Synthe vers DAUDRUY et RDC de Dunkerque** : récupération de chaleur fatale sur le soutirage des turbines vapeur (HP) - Travaux réalisé par l'Opérateur du CVE : 0,7 M€ qui prévoit l'alimentation du «nœud» énergétique » entre DAUDRUY et le RDC de Dunkerque

# Le nœud de chaleur Daudruy/CVE /Dunkerque

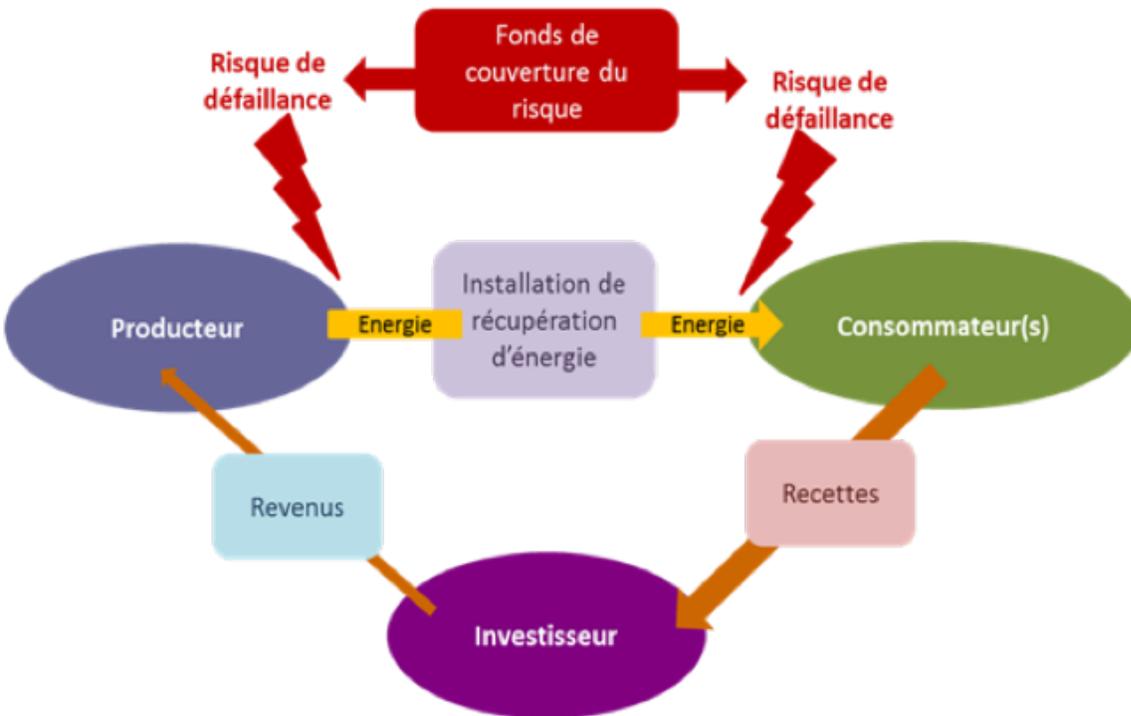




# CHALEUR FATALE : études emblématiques

- **ADEME, FEREST ENERGIES (2011)** : Inventaire du gisement régional des énergies fatales perdues du Nord–Pas-de-Calais
- **PÔLENERGIE, ECOCONSEILS (2016)** : Etat de l'art : valorisation des énergies fatales industrielles, chaleur basse température
- **ADEME, PÔLENERGIE, FEREST ENERGIES (2017)** : Etude de faisabilité sur la création d'un fonds de garantie contre le risque industriel dans des projets de valorisation de la chaleur fatale
- **PIA, CUD, PÔLENERGIE, FEREST ENERGIES (2019)** : Etude de Faisabilité relative a la captation de chaleur fatale industrielle sur le territoire de la CUD (8 industriels) et la valorisation par réseaux, containers ou stockage
- **ADEME, CUD, GPMD, CCI Littoral Hauts-de-France, PÔLENERGIE, GREENFLEX, FEREST ENERGIES (2020)** : Etude de faisabilité pour la valorisation externe de la chaleur fatale industrielle : extensions des réseaux de chaleur de la CUD
- **ADEME, EDF, ECOPAL, PÔLENERGIE (2020)** : Démarche R&D Epiflex « Eco-parcs Industriels Flexibles » : conception optimisée de réseaux de valorisation énergie et matière sur le Dunkerquois

# Création d'un fonds national de garantie contre le risque industriel pour des projets de valorisation de la chaleur fatale



- Mécanisme très attendu par les opérateurs
- Volume projets annuels pour la France : 14,9 TWh, soit un investissement de 784 M€.HT
- Accueil très positif au niveau régional
- Difficulté de constitution du fonds qui pour la partie publique ne devait pas être considérée comme une aide d'Etat
- Positionnement national de l'Ademe : problème de la mise à l'échelle et pérennité financière
- Or le dispositif peut s'adapter à tout projet nécessitant un tiers financeur

# Différentes voies de valorisation à Dunkerque

- **OPTIMISATION DE LA CAPTATION d'ARCELOR PAR STOCKAGE THERMIQUE**

- Chaleur Basse Température

- 2 stockages thermiques de 3000 m<sup>3</sup> pour couvrir les arrêts périodiques de 4h sur deux agglos (toutes les 2 semaines)

- Résultats: TRI brut : 14 ans



- **STOCKAGE THERMIQUE ET TRANSPORT DE CHALEUR VERS RESEAU DE CHALEUR**

- Chaleur Moyenne ou Basse Température

- Résultats: coût de la chaleur livrée : 100 à 150€ HT/MWh (contre 60-70 € HT/MWh pour un RDC alimenté au gaz)



- **PRODUCTION D'HYDROGENE ET VALORISATION POUR LE TRANSPORT PAR BUS URBAINS**

- Chaleur Haute Température

- Production électrique par ORC ou turbine puis électrolyse

- Résultats: coût H<sub>2</sub> = 142€ HT/MWh, soit 4,7 € HT/Kg d'H<sub>2</sub> (contre prix de vente à 2,7 € HT/Kg )



- **HEAT TO POWER TO HEAT (H2P2H)**

- Chaleur Haute Température



- **AUTOROUTES DE LA CHALEUR**

- Chaleur Moyenne ou Basse Température ou haute (après ORC)

- Captation de chaleur d'Amal Dunkerque pour Amal Mardyck : 10km de réseaux et Investissement de 11 millions€

- Captation d'Al Dunkerque vers Gravelines : 8km – investissement de 7,3 millions€ - prix chaleur : 65€HT/MWh





# différentes voies de valorisation à Dunkerque

## Conclusions:

- **Potentiel de chaleur fatale à valoriser!**
  - Valorisation des hautes températures par la production d'électricité
  - Valorisation des moyennes et basses températures par réseaux de chaleur
  - L'ORC valorise la Haute température et participe au financement de la captation pour le RDC aval
- **Rôle d'aménageur foncier du GPMD et de la CUD**
  - Offrir des terrains avec les utilités prêts à l'emploi pour de futurs industriels
  - Augmenter ainsi l'attractivité industrielle du GPMD et de la CUD
- **AMO : vérifier la viabilité économique des deux tracés de réseaux de chaleur en est et ouest**

# Gisement de chaleur et de froid sur le port et industries soumises aux quotas CO2

**DUNKERQUE**  
PORT

MER DU NORD

FerroGlobe

Comilog

GTS Dillinger

Befesa

1

2

3

3'

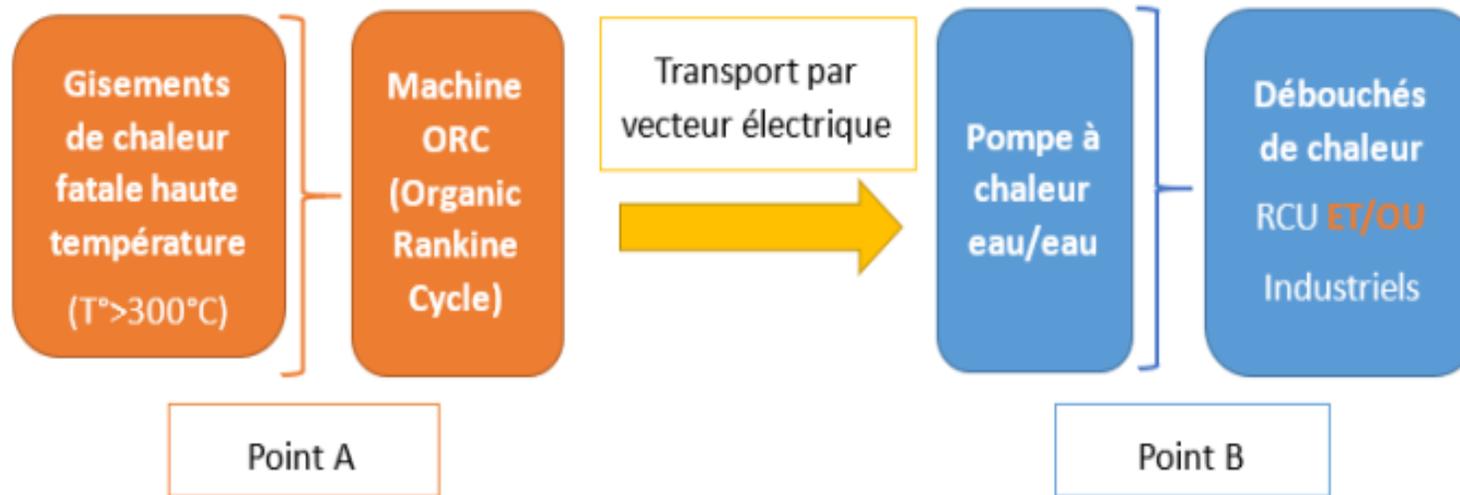
Zones Grandes Industries

## Légende

- Couloirs techniques en place
- Couloirs technique à développer
- Industrie
- Logistique
- Gisement de chaleur basse température
- Gisement de chaleur haute température
- ❄ Gisement de froid
- ☁ Gisement de vapeur
- CO<sub>2</sub> Industrie soumise aux quotas CO<sub>2</sub>
- Réseau eau industrielle
- Réseau chaleur
- Entreprise en place
- INDACHLOR Sites/projets en cours
- Hors circonscription GPM

## Principes:

# Le concept du « Heat to Power to Heat »



## Usages:

- **La géothermie avec PAC** (sur des aquifères type albien ou dogger, sur épingle) : 5,8 TWh annuels en chaleur (500 ktep), soit un besoin en électricité de près de 1,9 TWh, que le « Heat to Power to Heat » pourrait couvrir,
- **La valorisation de la chaleur fatale basse température** disponible après les stations de traitement d'eau, dans l'eau de mer, dans l'exhaure des mines etc..., là encore à relever avec des PAC grâce à l'électricité issue de chaleur fatale ;
- **L'industrie agro-alimentaire, la chimie, la pharmacie** avec besoins simultanés en chaud et froid
- **Autres sites industriels majeurs** intéressés à produire leur propre électricité pour la restituer en chaleur et/ou en froid sur un site voisin ou distant leur appartenant.
- **Bailleur social** intéressés à acheter une telle électricité pour alimenter un parc de maisons individuelles équipées de pompes à chaleur.

# Le concept du « Heat to Power to Heat »

## Cas concret:

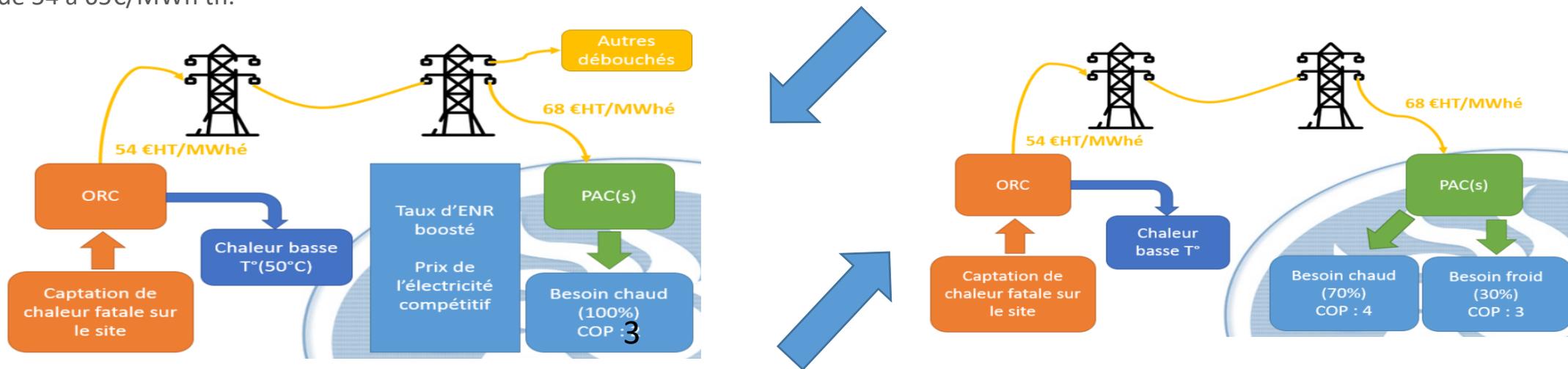
- Hypothèses : industriel disposant de fours dont les fumées sont à une température de 400°C avec un débit de 374 tonnes/h. Il investit dans un échangeur fumées/huile d'une capacité de 15 MW et d'une machine type ORC de 3 MW el. Il produira annuellement 22 500 MWh d'électricité.
- investissement ORC : 11,7 millions d'euros HT financés par 20% de subventions et un emprunt à 2% d'intérêt annuel sur la moitié du montant restant, l'autre moitié étant financé sur fonds propres. La durée d'amortissement considérée dans les calculs est de 30 ans.
- Coût de production de son électricité par ORC sera de **54 euros le MWh el**, soit proche du prix spot moyen sur le marché européen (prix de l'électricité ARENH est actuellement autour de 42 euros le MWh)
- Cette électricité est acheminée vers le point aval via les réseaux de distribution.
- nous prenons un tarif hors CSPE, soit **14 euros le MWh el**, estimant que cette électricité issue de chaleur de récupération et destinée à redevenir de la chaleur peut être considérée comme une **EnR&R**.
- Le point aval reçoit donc une électricité à **68 euros le MWh**.
- à titre comparatif, un site industriel du secteur de l'agro-alimentaire, de la chimie ou de la pharmacie achète son électricité dans une fourchette entre **75 et 85 €/MWh**.

# Le Heat to Power to Heat

**Cas concret:** Au point aval, deux voies de transformation de cette électricité :

Elle alimente les pompes à chaleur réhaussant la température de l'eau issue d'un puit géothermique ou thalassothermique destinée à un réseau de chauffage urbain. Dans ce cas, afin de tenir compte de la production de chaleur uniquement en hiver, on ne valorisera que 50% de l'électricité sous forme de chaleur. Le COP de la PAC sera ici de 3.

Avec un investissement PAC de 3 millions d'euros HT, le prix de revient de la chaleur avec une électricité au prix de 68 euros le MWh devient 54 euros le MWh. Si l'on considère que l'électricité est non issue d'EnR&R, on intègre dans le prix de l'électricité la CSPE à 22,5 €/MWh. Le prix de la chaleur livrée passe alors de 54 à 65€/MWh th.



Elle alimente les pompes à chaleur pour de la production de chaud et de froid d'un industriel agro-alimentaire : le COP pour les besoins en chaleur sera alors de 4 et pour les besoins de froid de 3. 100% de l'électricité est valorisée par cet industriel agro-alimentaire.

Le prix de revient de la chaleur tombe à 31 euros le MWh th. Si l'électricité est non issue d'EnR&R, on intègre dans le prix de l'électricité la CSPE à 22,5 €/MWh. Le prix de la chaleur livrée passe alors de 31 à 35 €/MWh th



# Le Heat to Power to Heat

## Questions juridiques:

- L'électricité produite sera soumise à l'application des taxes liées à la consommation d'électricité : CSPE, CTA et TVA. **La CSPE peut-elle être exonérée** si l'on démontre au code des douanes que la chaleur produite à partir d'électricité est considérée comme un produit ouvrant droit à exonération de taxes (article 266 quinquies C) ? Notons ici la divergence des textes législatifs : d'un côté le codé général des collectivités territoriales parle d'EnR&R sous un seul sigle, alors que le code de l'énergie distingue énergies renouvelables et énergies récupérables avec des régimes d'exonération et de subventions spécifiques à chacune d'elles ;
- L'électricité produite à partir d'une chaleur de récupération peut-elle devenir éligible aux **garanties d'origine** dans la mesure où l'on circonscrit cette disposition aux seuls cas où l'électricité est utilisée à une production de chaleur ou de froid ?
- L'ensemble valorisation amont de chaleur en électricité et distributions aval de cette électricité pour une conversion en chaleur ou froid peut-il être considéré comme un **réseau de chaleur** et donner droit aux différentes aides de l'ADEME (Fonds chaleur) et de l'Etat en matière fiscale ?
- A ce stade, nous n'avons pas étudié les questions liées aux **droits d'émission de dioxyde de carbone**. Il est clair que le mécanisme de Heat to Power to Heat doit promouvoir un système incitatif et non pénalisant pour ce type de projets en donnant un juste droit à l'investisseur à la vente de certificats dans la mesure où il porte le coût d'un évitement d'émissions de CO2 et à l'industriel émetteur de CO2 par des certificats supplémentaires gratuits dans la mesure où il valorise sa chaleur fatale.



# Pôlénergie

Entreprises et territoires  
des **Hauts-de-France**

03 28 61 57 15

2508 route de l'Ecluse Trystram  
59140 Dunkerque

[polenergie.org](http://polenergie.org)

[contact@polenergie.org](mailto:contact@polenergie.org)





Merci pour votre attention.  
Des questions ?

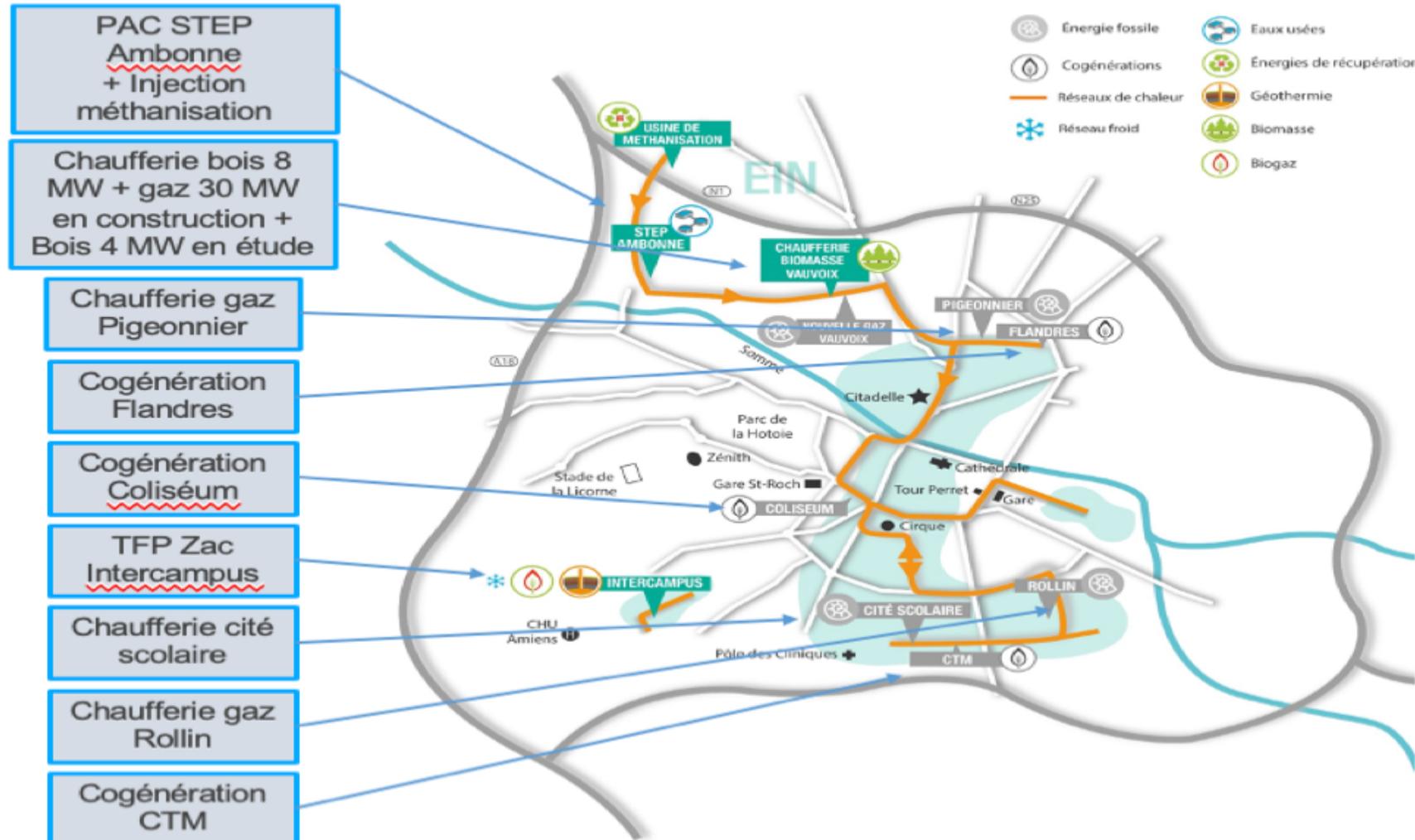


# Chaleur fatale et transition énergétique: l'expérience amiénoise

**Benoit MERCUZOT**

Vice-Président de Amiens Métropole et Président de Amiens Energies

# Chaleur fatale et transition énergétique: l'expérience amiénoise



# Chaleur fatale et transition énergétique : quelques chiffres

Installation de production de chaleur et mix énergétique PROJET (après réalisation de l'ensemble des créations)				
Type d'énergie (à préciser)	Puissance installée	MWh/an injectés sur le réseau	MWh/an%	Tonnes de CO <sub>2</sub> /an produites
Gaz naturel	90	23 904	11%	18 216
Cogénération	13	23 904	11%	
Biomasse	12	71 771	33%	0
PAC sur eaux usées	16,2	88 886	41%	4 938
Chaleur Fatale Usine de Méthanisation	2	7 127	3%	0
<b>Total</b>	<b>113,2</b>	<b>215 591</b>	<b>100%</b>	<b>23 154</b>
<b>Taux EnR&amp;R injecté dans le réseau (%)</b>		<b>65,1%</b>		
<b>Contenu CO<sub>2</sub> du réseau de chaleur (tCO<sub>2</sub> /MWh livré)</b>		<b>0,054</b>		

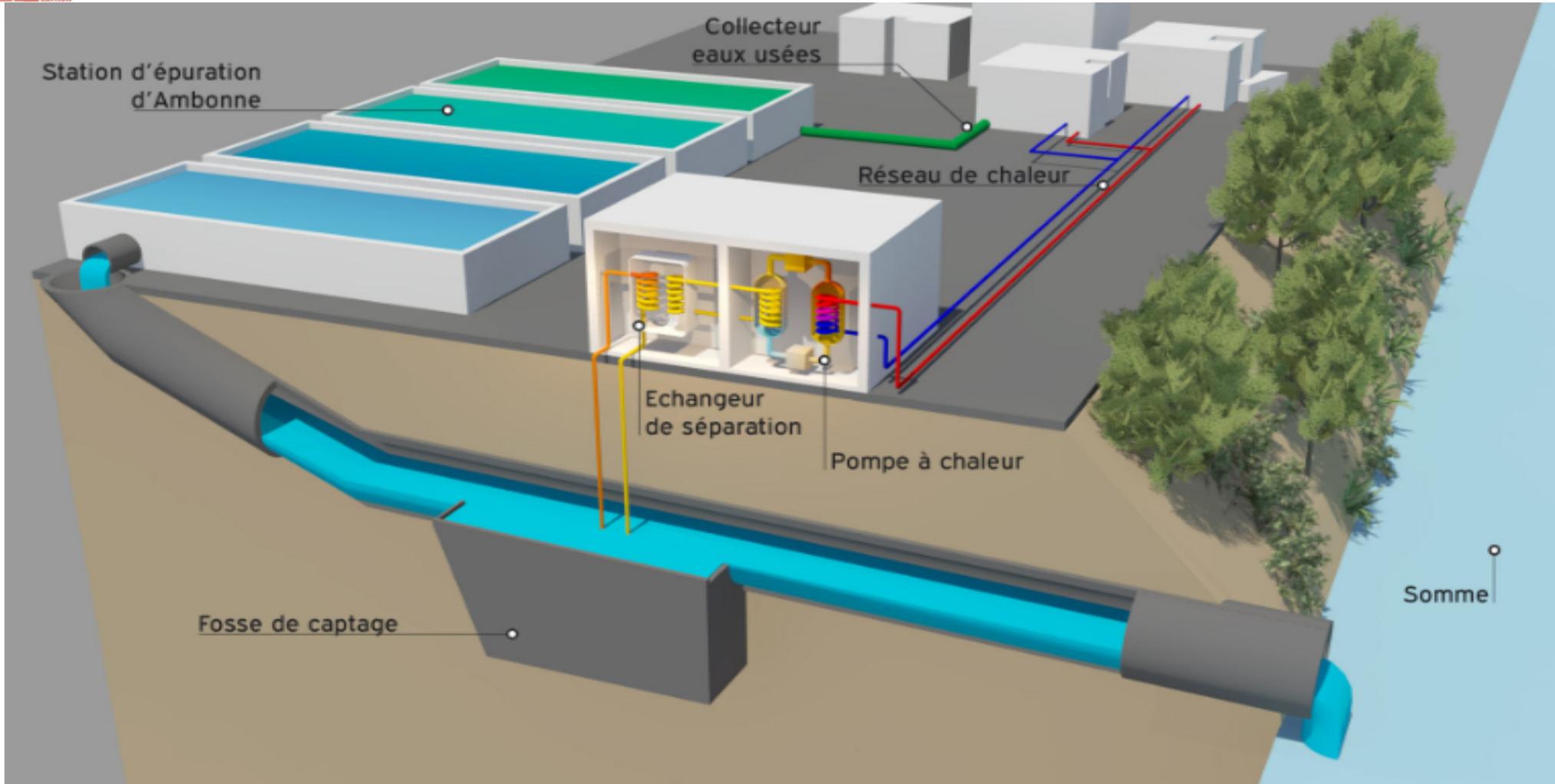
# Chaleur fatale et transition énergétique : quelques chiffres



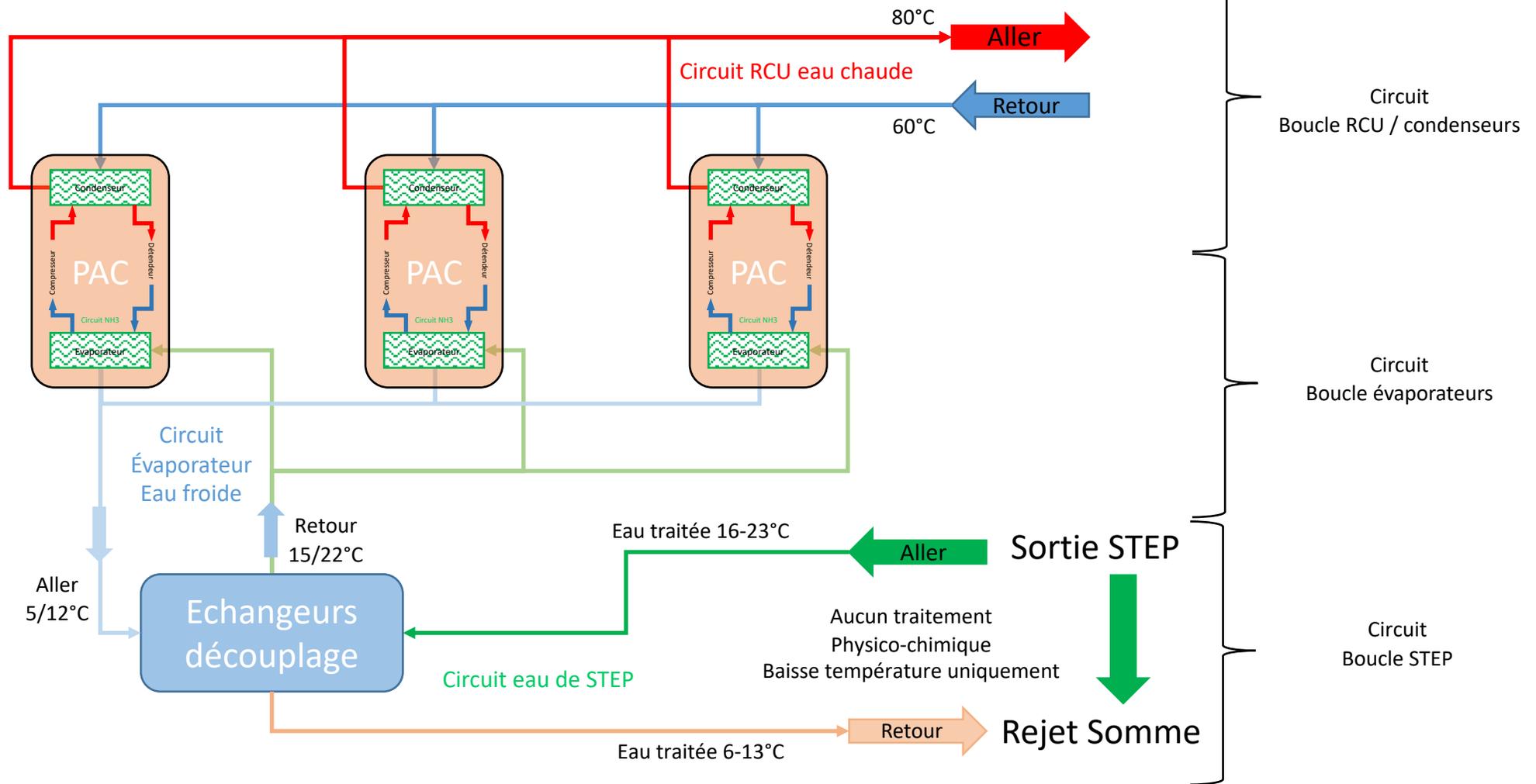
	2019	V3b2020	V1b2021
Tarif R1 moyen HT/MWh	37,68	31,39	33,18
Tarif R2 moyen HT/MWh	22,22	32,46	30,47
R1 et R2 € HT/MWh	59,90	63,85	63,65
R1 et R2 € TTC/MWh	66,70	67,36	67,15
Décompte mixité	-	172 926	238 292
Décompte impact HT /MWh	-	1,42	1,55
Tarif R1 + R2 HT/MWh avec décompte mixité		65,27	65,21
Tarif R1 + R2 TTC/MWh avec décompte mixité		68,86	68,79

*R1CO2 compris à 0,3€ et R1CH en T3, PEG à 11,98€ en 2021*

# Chaleur fatale et transition énergétique : PAC et eaux usées



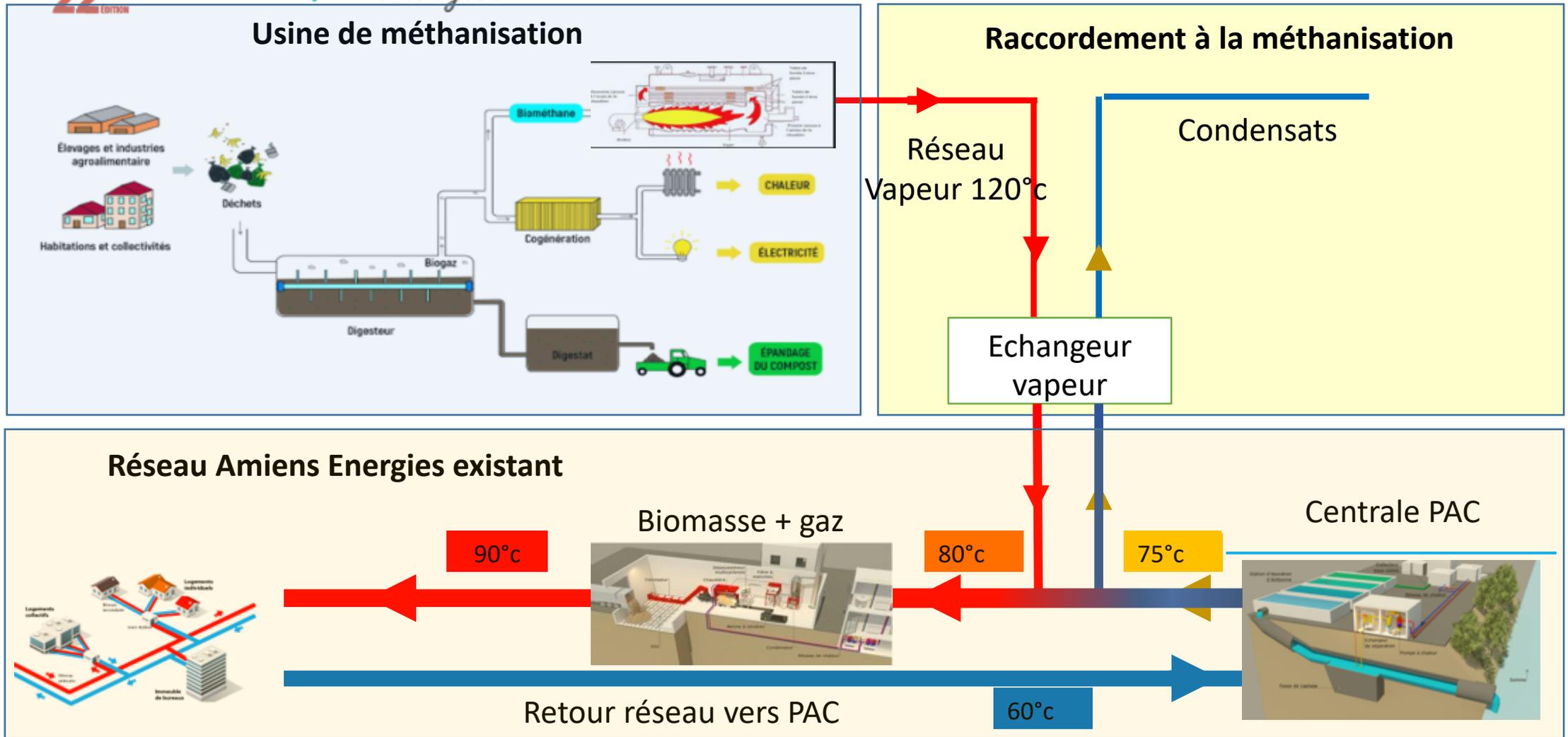
# Chaleur fatale et transition énergétique : PAC et eaux usées



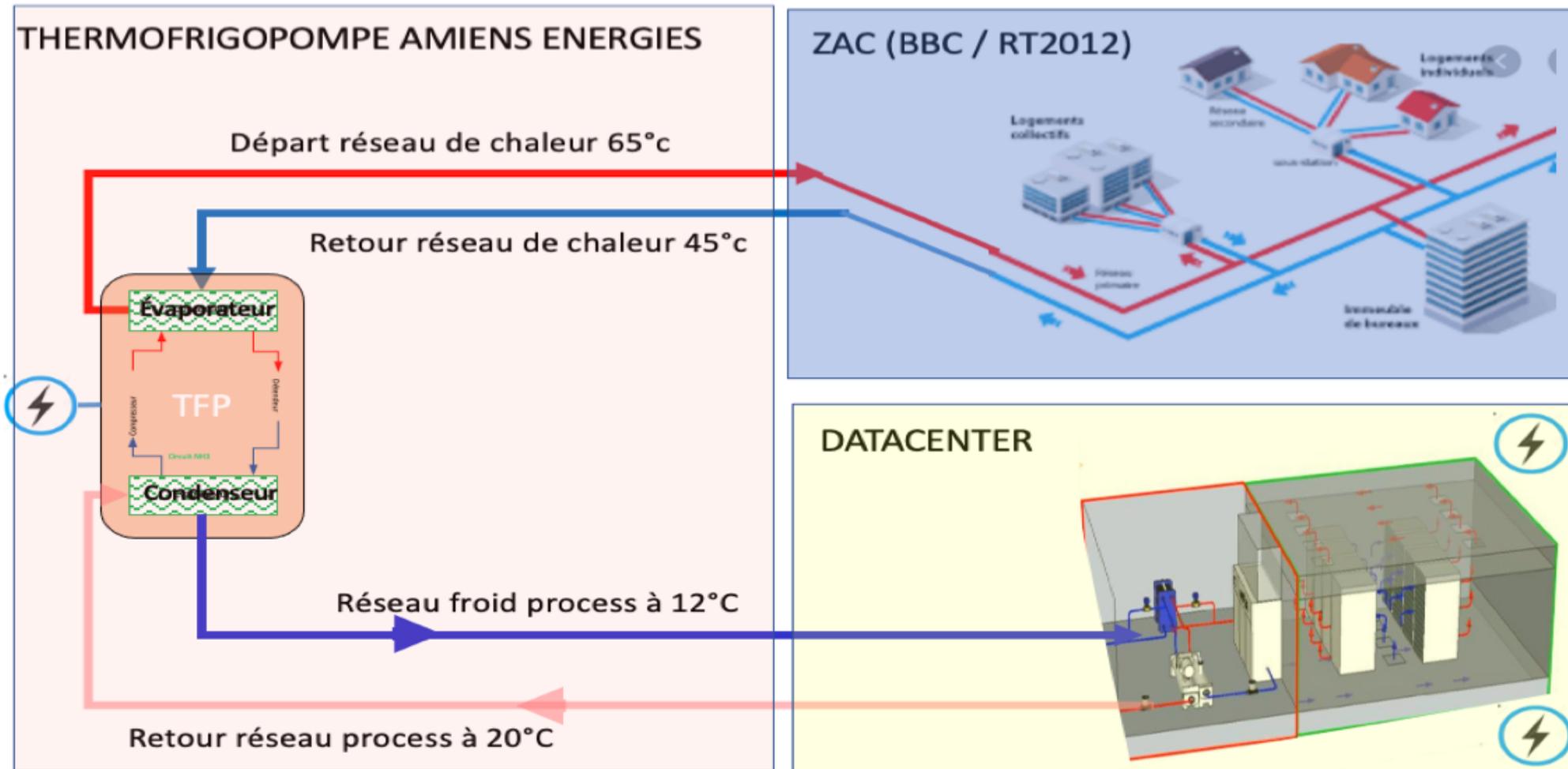
# Chaleur fatale et transition énergétique : méthanisation et RCU



# Chaleur fatale et transition énergétique : méthanisation et RCU



# Chaleur fatale et transition énergétique : datacenter et RCU





Merci pour votre attention.  
Des questions ?