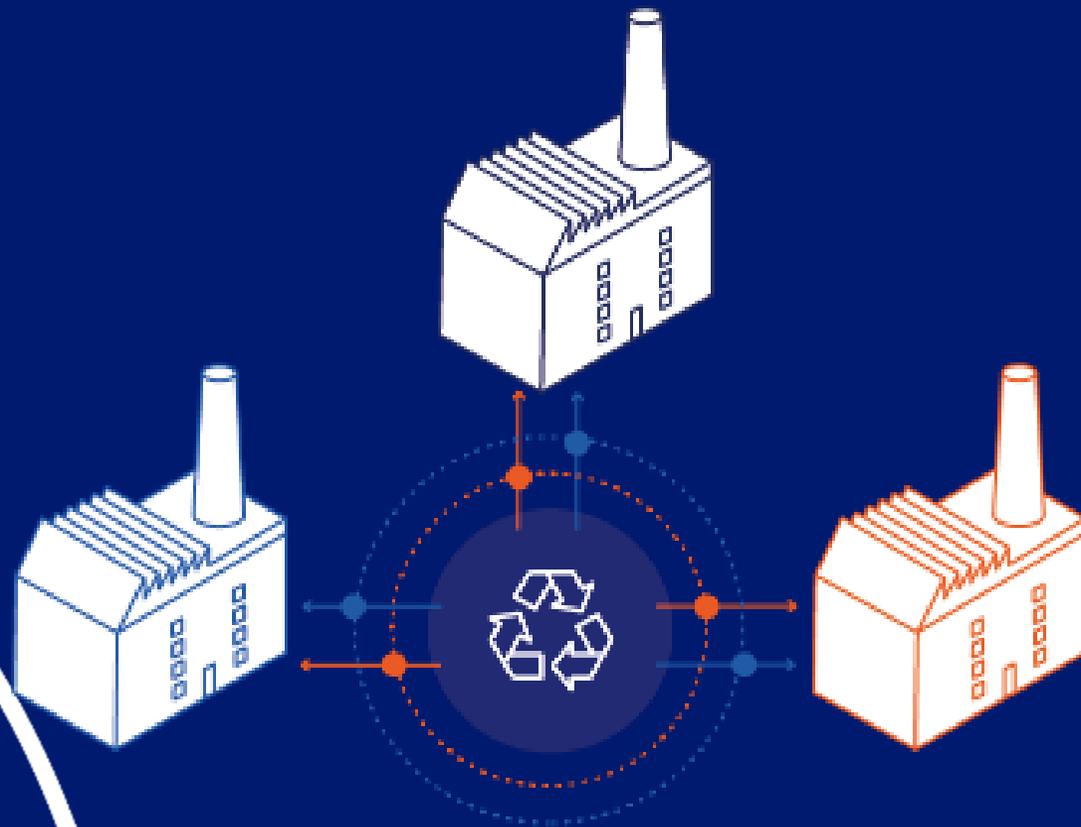




# EPIFLEX

L'économie circulaire  
un avenir décarboné  
des territoires industriels



EDF  
PULSE



Solène LE BOURDIEC - EDF R&D

# Les enjeux des industriels et des territoires



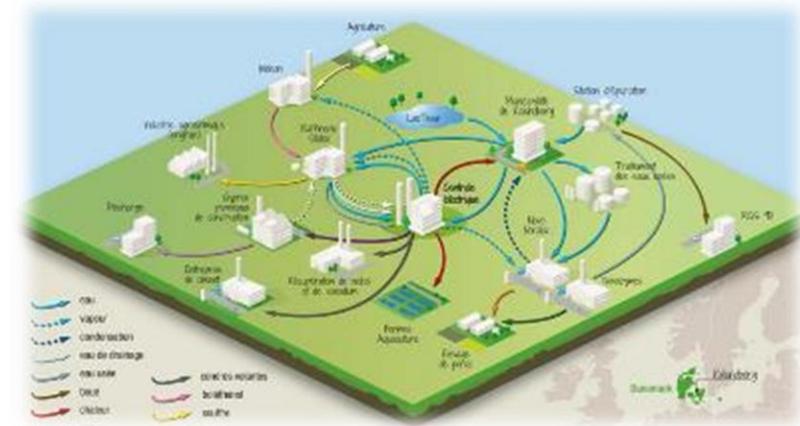
*« La pierre n'a point d'espoir d'être autre chose que pierre.  
Mais de collaborer, elle s'assemble et devient temple »*

*Saint Exupéry*

# Une solution : la symbiose industrielle

Approche **collaborative** qui vise à développer des **synergies** et des boucles physiques d'énergie/matière pour valoriser les flux perdus des industriels

- Réutiliser localement les effluents et co-produits
- Mutualiser des services et des équipements
- Mise en place de **réseaux** et de technologies de valorisation



Intérêts **win/win** pour **les industriels** et pour **les territoires** (acteurs publics, collectivités)

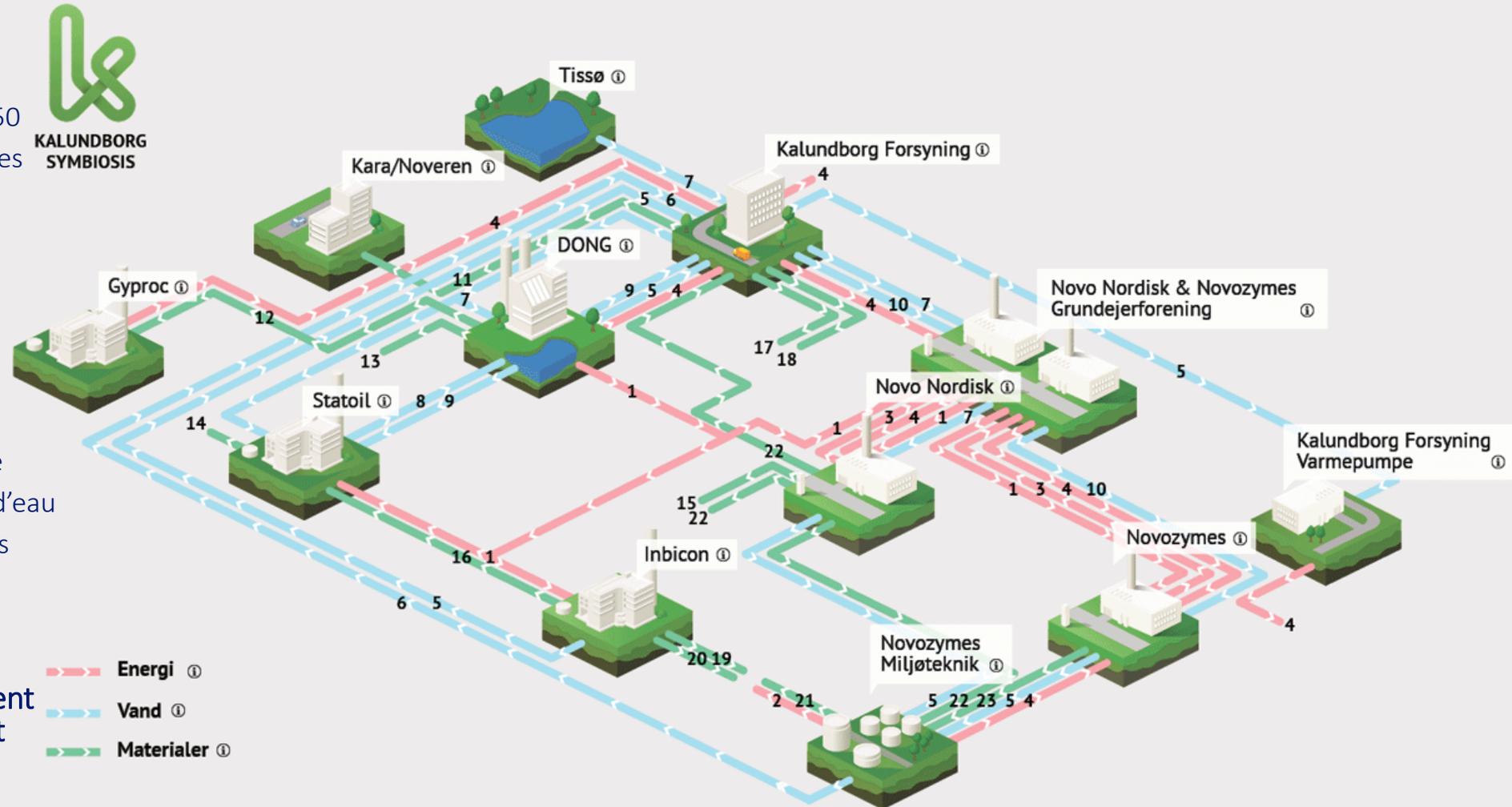


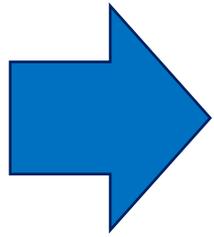
# Kalundborg pionnier

## Eco-parc industriel référent mondialement (Danemark)

- A commencé à la fin des années 50
- Concerne aujourd'hui 9 entreprises dont la municipalité : centrale électrique, raffinerie
- 19 échanges mis en œuvre
- -20kt /an de pétrole
- -2,9 Mm3 d'eau
- Réduction des gaz à effet de serre
- Diminution de la consommation d'eau
- Minimisation de la production des déchets
- Rôle central de l'eau

➔ Ecologie et industrie peuvent coexister harmonieusement





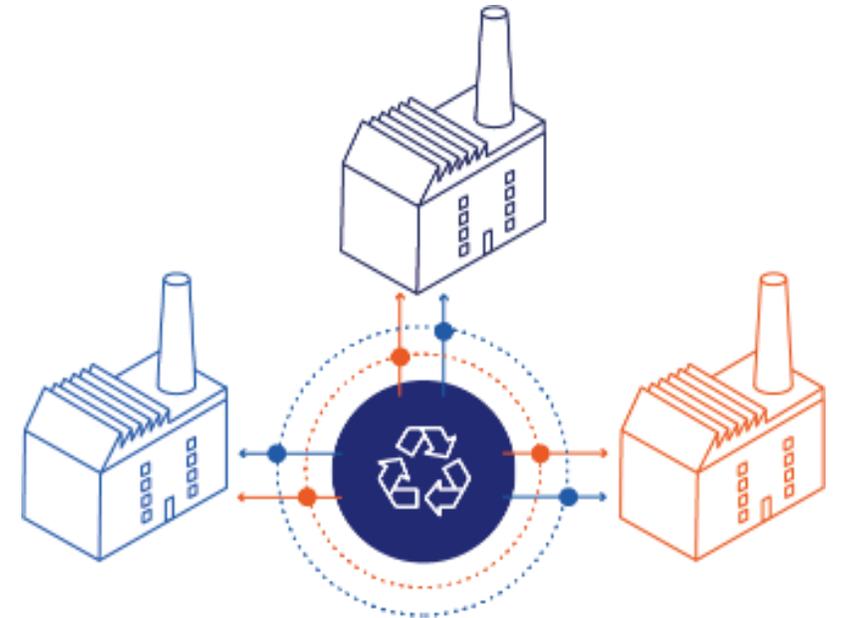
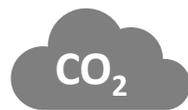
# EPIFLEX : solution d'économie circulaire

## Aide à la décision

Accompagne les territoires dans leurs démarches de **décarbonation**

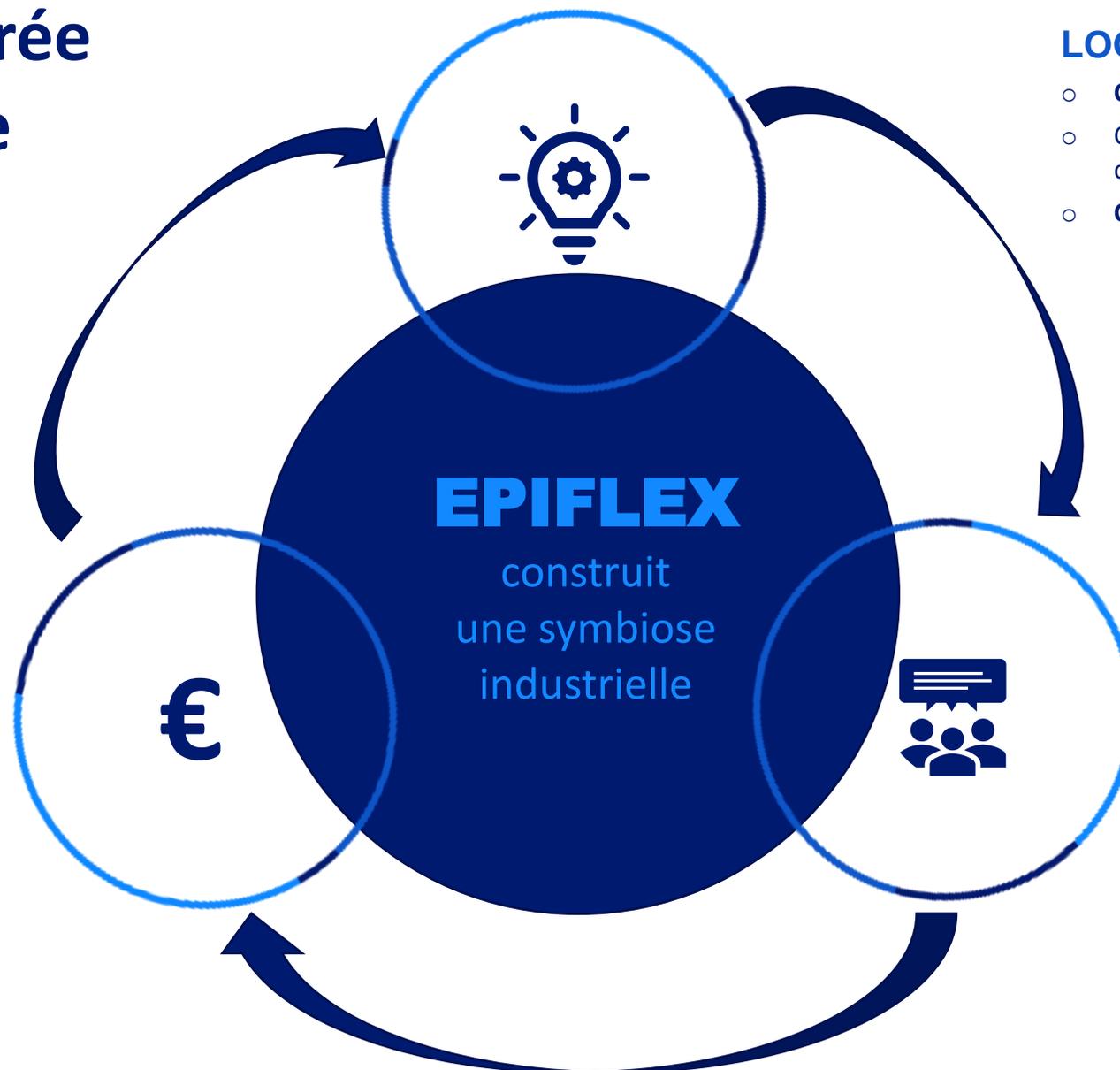
Conçoit des **réseaux locaux** de mutualisation des ressources

## Ancrage territorial



LES DECHETS DES UNS  
=  
LES RESSOURCES DES AUTRES

# Solution intégrée & répliquable



## LOGICIELS INNOVANTS

- Ciblage des acteurs
- Conception **technico-économique** d'une **symbiose industrielle**
- **Cartographie** interactive

## MODELES ECONOMIQUES DURABLES

- Analyse **multi-bénéficiaire** de la **valeur créée** par la symbiose
- **Valeur économique, environnementale & sociale**

## CO-CONSTRUCTION AVEC LES ACTEURS LOCAUX

- Montage d'un **collectif**
- Création d'un climat de **confiance**
- **Adhésion** des parties prenantes

# Les étapes d'EPIFLEX



Diagnostic territorial

Pré-Ciblage des problématiques et analyse du jeu d'acteurs  
Pré-ciblage des flux

**RECYTER**  
Outil de prédiagnostic pour l'économie circulaire



Données/  
Animation

Collecte de données  
Animation d'ateliers  
Montage de partenariats  
Comités techniques  
Comités de pilotage



Solutions optimisées

Identification des symbioses (mutualisation et substitution)  
Matières, énergies couplage des flux  
Analyse technico-éco  
Technologies innovantes  
Etudes itératives avec les parties prenantes



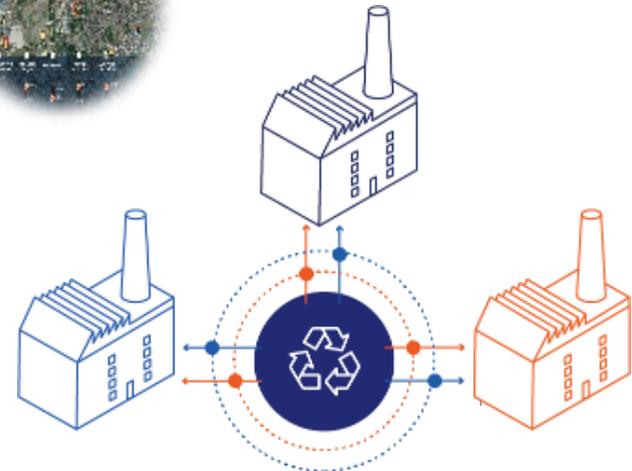
Evaluation des gains & modèle éco

Analyse de la valeur créée, modèles de gouvernance et modèle économique durable  
Impact environnemental avant/après



Capitalisation  
Communication  
Valorisation

Supports communicants interactifs  
Ateliers de restitution auprès des acteurs  
Partage des travaux dans le cadre du réseau national Synapse



Financements

Recherche de financements pour la mise en œuvre



# Capitalisation de 10 ans de travaux de recherche en partenariat avec Mines ParisTech



basé sur l'intégration énergie/Matière



Projet ANR  
2011-2014  
Pilotage EDF



ITE  
2014-2016

THÈSE DE DOCTORAT  
de l'Université de recherche Paris Sciences et Lettres  
PSL Research University

Préparée à MINES ParisTech

Modèles linéaires d'optimisation pour la conception simultanée de réseaux industriels de matière et de chaleur  
Linear optimization models for the design of industrial mass and heat networks simultaneously

École doctorale n°432  
SCIENCE ET MÉTIERS DE L'INGÉNIEUR  
Spécialité Énergie et Matériaux

Composition du jury :  
M. VANDERVELD, Directeur de Recherche, EDF  
M. BENOIST, Ingénieur, EDF  
M. LAFITTE, Directeur de Recherche, EDF  
M. BOUTIN, Directeur de Recherche, EDF  
M. GUYONNET, Directeur de Recherche, EDF  
M. LAFITTE, Directeur de Recherche, EDF  
M. BOUTIN, Directeur de Recherche, EDF  
M. GUYONNET, Directeur de Recherche, EDF

Soutenu par Samir GHAZOUANI le 05 Décembre 2016

Dirigée par Hassan Zaoui



2013-2016

THÈSE DE DOCTORAT  
de l'Université de recherche Paris Sciences et Lettres  
PSL Research University

Préparée à MINES ParisTech

Méthodologie pour la conception optimale des réseaux de chaleur et de froid urbains intégrés

École doctorale n°432  
SCIENCE ET MÉTIERS DE L'INGÉNIEUR  
Spécialité Énergie et Matériaux

Composition du jury :  
M. PASCOT, Directeur de Recherche, EDF  
M. LAFITTE, Directeur de Recherche, EDF  
M. BOUTIN, Directeur de Recherche, EDF  
M. GUYONNET, Directeur de Recherche, EDF  
M. LAFITTE, Directeur de Recherche, EDF  
M. BOUTIN, Directeur de Recherche, EDF  
M. GUYONNET, Directeur de Recherche, EDF

Soutenu par Matthieu APOSTOLOU le 30 novembre 2018

Dirigée par Hassan ZOUHRAÏ



2015-2018

PSL  
UNIVERSITÉ PARIS

THÈSE DE DOCTORAT  
DE L'UNIVERSITÉ PSL  
Préparée à MINES ParisTech

Méthodes d'optimisation pour la conception d'eco-parcs industriels en considération de la dynamique temporelle

Composition du jury :  
Jean-Michel TOULOUSE, Directeur de Recherche, EDF  
Renaud SIBRE, Directeur de Recherche, EDF  
Mouhammad EL KHAYAT, Directeur de Recherche, EDF

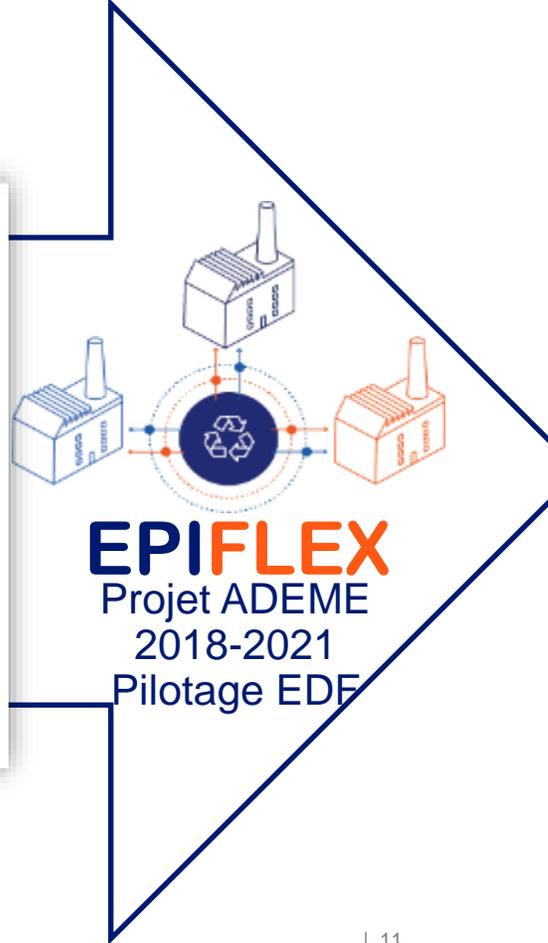
Soutenu par Thibaut WISSOCQ le 19 mars 2021

École doctorale Y21  
Ingénierie des systèmes, énergétique, numérique

Dirigée par Françoise et Ghislain Trépoiteau



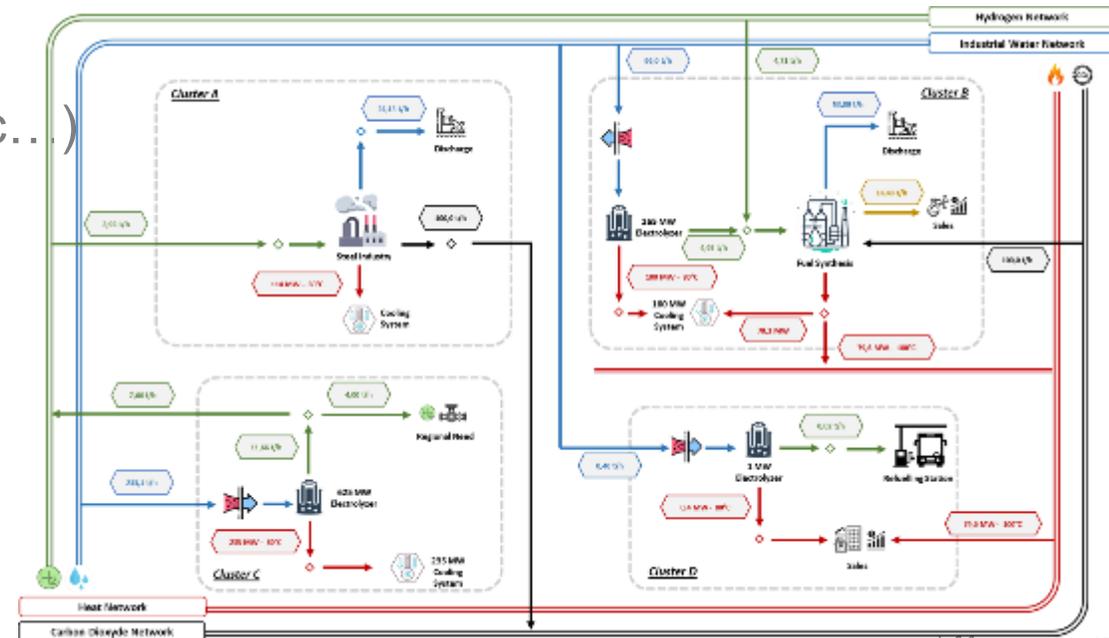
2017-2021



# CONCEPTION D'ECOSYSTEMES BAS CARBONE

## *Couplage énergie-matière*

- Approche  **systémique**
- **Couplage** des flux : chaleur, H2, eau, e-fuels, électricité...
- Proposition de **technologies** : PAC, ORC, électrolyseurs...
- Mise en place de **réseaux** de valorisation
- Identification des **limites** possibles (eau, fourniture élec...)
- Identification de la **cohérence d'ensemble** des projets d'un territoire
- **Scénarios prospectifs** sur la demande en H2
- Etudes de sensibilité sur les **coûts**
- **Marketing territorial**



# EPIFLEX à Dunkerque

DUNKERQUE  
POI



Gisements

20 industriels

20 visites  
10 ateliers

43kt  
de CO<sub>2</sub>  
évités  
/an

1,5Mm<sup>3</sup> d'eau  
économisé  
/an

1,3TWh  
de chaleur  
valorisée  
/an

### CARTES

Etat des lieux

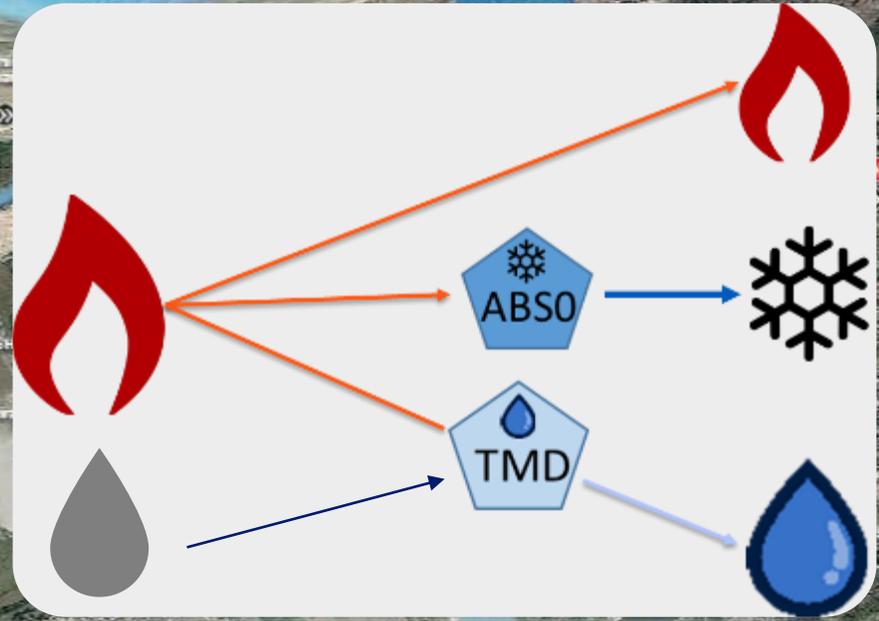
- ✓ >30 industriels sollicités
- ✓ 20 sites modélisés

**Périmètre d'études**  
Nouveaux sites  
Autres industriels

Flux chaud  
Flux froid  
Hydrogène  
CO<sub>2</sub>  
Eau

Choix multiples possible

- Eau
- Chaud
- Froid
- Hydrogène
- CO<sub>2</sub>



JOUER



Crédits

# Les suites d'EPIFLEX à Dunkerque

RETOMBÉES SUR LE TERRITOIRE



AMI « autoroute de la chaleur » porté par Grand Port Maritime



ADEME ZIBAC  
13,6M€



« 2023 est une année exceptionnelle pour Dunkerque »

Raphael Ponce  
Directeur Général Adjoint -CUD



## Projets infrastructures

EXEMPLES CONCRETS D'EDIT



# Où s'applique EPIFLEX ?

**183 Territoires d'industrie** aux enjeux de :

- **Décarbonation** (émissions 80 MtCO<sub>2</sub>e en 2021)
- Renforcement de l'attractivité et de la **compétitivité**
- Développement de **l'emploi qualifié**

110TWh  
de chaleur  
perdue  
(ADEME)

4Mt  
de CO<sub>2</sub>  
évités/an

Et à l'international !

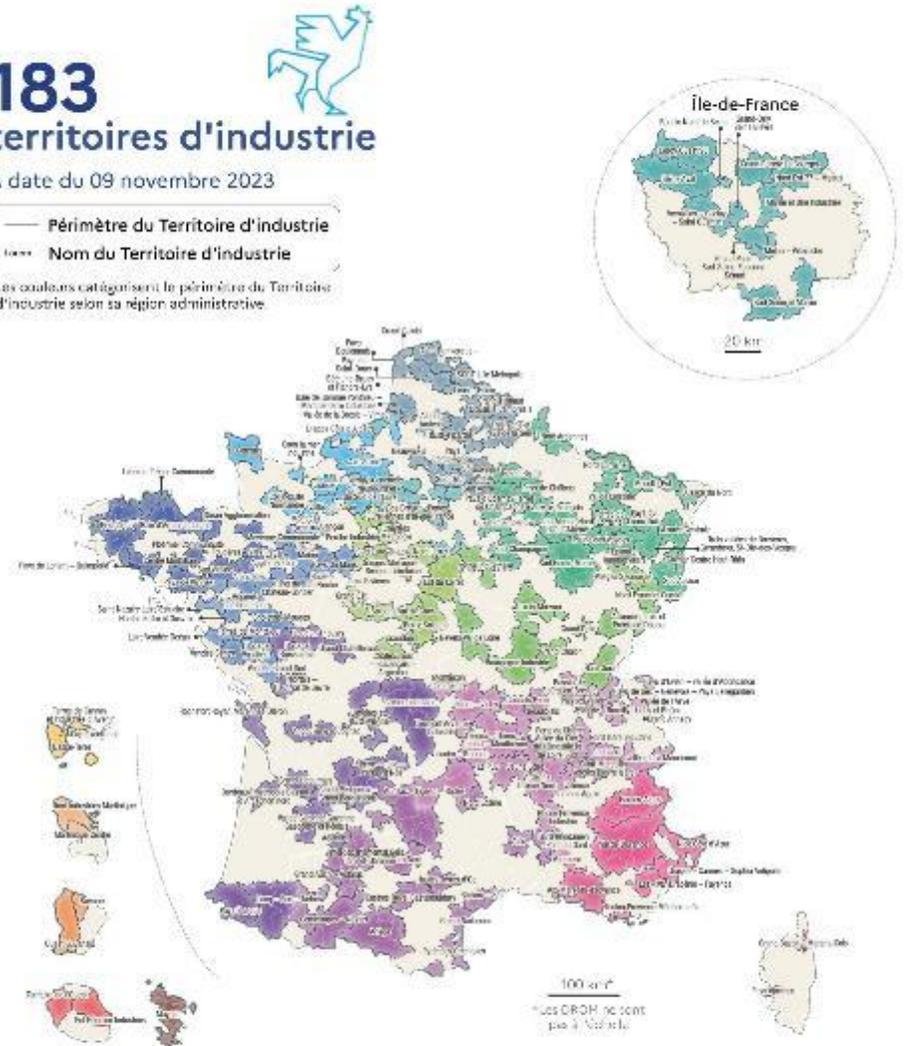
**183**  
territoires d'industrie

À date du 09 novembre 2023

— Périmètre du Territoire d'industrie

••••• Nom du Territoire d'industrie

Les couleurs catégorisent le périmètre du Territoire d'industrie selon sa région administrative



# Démarches EPIFLEX en cours



Grand Port Maritime de  
Bordeau  
ZIBAC – Bees-ZIP



Port de Bayonne  
Dépôt dossier ZIBAC



Port du Havre  
ZIBAC - SOCRATE



Bord de Seine Durable



Andrézieux Bouthéon

# Pour en savoir plus...

[Sur edf.fr](https://www.edf.fr)

04 fév. 2021

## EPIFLEX, une solution d'économie circulaire pour les territoires

Partager

La solution EPIFLEX développée par la R&D d'EDF et les Mines ParisTech est une démarche innovante permettant de concevoir des éco-parcs industriels valorisant les flux de matières et d'énergies d'un territoire via la mise en place de réseaux d'échanges et de technologies innovantes.

Le démarche a été développée dans le cadre du projet de même nom EPIFLEX (2018-2021), porté par le R&D EDF, soutenu et financé par l'ADEME. Elle a été appliquée pour la première fois sur le zone industrielle-portuaire de Dunkerque en partenariat avec différents acteurs industriels et institutionnels, menant à l'ère de ce territoire la première démonstration de cette méthodologie innovante. Une première restitution faite aux parties prenantes en janvier 2021 a montré l'enthousiasme des industriels et du territoire quant aux solutions proposées par EPIFLEX.

[Sur electricdays.fr](https://electricdays.fr)

## Epiflex

### Économie circulaire pour les territoires industriels.

La méthodologie innovante Epiflex propose des solutions d'économie circulaire pour les territoires industriels. Cette solution synergise techniques et innovations industrielles. Elle est déjà appliquée par l'aire de Dunkerque en particulier elle permet des gains économiques via la valorisation de chaleur fatale et de technologies innovantes.

Solution développée par le groupe EDF avec la communauté Urbaine Industrielle de Dunkerque, Région des Hauts-de-France.

## Solution EPIFLEX

Valorisation énergie/matière au service d'un territoire résilient

DUNKERQUE EDF ecopal minesparistech

Assises Européennes de la Transition énergétique

## EPIFLEX Éco-Parc Industriels FLEXibles

Conception optimisée de réseaux de valorisation énergie et matière sur le Dunkerquois

28 janvier 2021 - 1<sup>er</sup> événement de restitution

EDF R&D : S. LE DRASSON, C. ARNOT, F. WESOLOU, P. OLIVIERI  
Mines ParisTech : A. BOUCHARD

[Sur YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=...)  
Chaîne Polénergie (replay de l'événement EPIFLEX du 26/01)



# Témoignages – EPIFLEX Dunkerque



*Dans un monde de plus en plus contraint,  
un contexte de **pénurie énergétique**,  
de **raréfaction des ressources...**,  
le **partage des ressources** devient **INEVITABLE**.*

**EPIFLEX** construit cette **nécessaire coopération**  
du **monde décarboné de demain**.

Contact : [solene.le-bourdiec@edf.fr](mailto:solene.le-bourdiec@edf.fr)

**Merci**  
pour votre soutien !

