

7  
NOV.  
2024  
LE CHEYLAS

JOURNÉE

# COLLABORATIVE



Écosystèmes  
industriels



AVEC  
LE SOUTIEN  
DE :



# Bienvenue



**Séverine Jouanneau**

*Déléguée générale*  
**Tenerrdis**



**Mathieu Janin**

*Président*  
**SLS Actiparc Sillon Alpin**



# Programme



- Conférence introductive : Bilan et Perspectives énergétiques en Hauts-de-France à horizon 2050 : conjuguer enjeux industriels et enjeux énergétiques à l'échelle d'une région
- Table-ronde : Les SMR, une partie de l'équation en complément aux énergies renouvelables et aux différents vecteurs énergétiques pour décarboner l'industrie ?
- Ateliers collaboratifs (au choix) : Captage du CO2 - Réhabilitation des friches industrielles - Valorisation des données pour le stockage d'énergie
- Visites (au choix) : Sibuet – Heliup – Serma
- Déjeuner
- Table-ronde : L'industrie au centre de l'économie circulaire territoriale
- Présentation : L'industrie pourvoyeuse d'emplois : les projets partenariaux "compétences" en cours de mise en œuvre
- Ateliers collaboratifs (au choix) : Décarbonation et optimisation de la chaleur - Électrification croissante et transition énergétique : Quelle contribution du courant continu ? - Pyrogazéification & gazéification hydrothermale : de la ressource à la valorisation
- Restitution des ateliers

# Conférence introductive

Bilan et perspectives énergétiques en Hauts-de-France à horizon 2050 : conjuguer enjeux industriels et enjeux énergétiques à l'échelle d'une région

**Jean Gravelier**  
*Directeur général*  
**Pôlenergie**





# Pôlénergie

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

Bilan et Perspectives énergétiques en Hauts-de-France à horizon  
2050 :  
conjuguer enjeux industriels et enjeux énergétiques  
à l'échelle d'une région

Terminus – 7 novembre 2024





**SOMMAIRE Plan et Perspectives énergétiques en Hauts-de-France à horizon 2050 :  
conjuguer enjeux industriels et enjeux énergétiques à l'échelle d'une région »**

- **Présentation Pôlénergie**
  - **La région Hauts-de-France en 2 mots**
  - **Bilans énergétiques HDF 2020 et 2050**
  - **Enjeux des industriels**
  - **Enjeux énergétiques qui en découlent**
- 

# En quelques mots

## NOTRE RAISON

**Promouvoir et industrialiser les solutions de la Transition Energétique et de la décarbonation avec les entreprises et les territoires des Hauts-de-France**

## Nos missions

### Favoriser

l'attractivité des Hauts-de-France

### Soutenir

l'articulation offre/demande entre les acteurs

### Catalyser

l'innovation et l'éclosion de nouvelles compétences

## Nos financeurs

Part Privée - 46%

Région Hauts-de-France - 41%

Collectivités  
8%

ADEME - 5%



# Données clés

**+200**

Nombre d'adhérents  
à fin 2023

**+10**

Années consécutives d'augmentation  
du nombre d'adhérents

**2011**

Année de création, sous l'impulsion de la Région  
Hauts-de-France et de la Communauté Urbaine de  
Dunkerque

**+150**

Structures  
accompagnées par an

**+6000**

Contacts (entreprises, réseaux,  
territoires et universitaires)

**+15**

Collaborateurs dont 12 ingénieurs et présence à la  
demande d'un pool de consultants



Pôlenergie intervient dans toute la  
Région Hauts-de-France



Présidence Pôlenergie

# SERVIR LES FILIERES DE L'ENERGIE DES HAUTS-DE-FRANCE



## Sobriété et Efficacité Énergétique

Maîtrisez vos consommations et valoriser votre potentiel énergétique



## Décarbonation

Réduisez votre impact carbone



## Hydrogène, biométhane & nouveaux gaz bas carbone

Introduisez les nouvelles énergies dans votre mix



## Réseaux et intelligence territoriale

Optimisez vos flux énergétiques à l'échelle de votre territoire



## Mobilités bas carbone

Structurez votre politique de déplacement durable



## Énergies renouvelables électrique et thermique

Réduisez votre dépendance aux énergies fossiles



# EUROPE'S LARGEST CONCENTRATION OF CONSUMERS

**6M** Inhabitants in all

**78M**  
CONSUMERS WITHIN A RADIUS OF 300 KM

**#2** REGION  
THE MOST DENSEST  
of Metropolitan France

**#2** FRENCH REGION  
THE YOUTH POPULATION  
Of Metropolitan France

**31.5%** of population is < age 25  
(vs. 29.5% nationwide)



Source: Experian PH 2011



polenergie.org

# A REGION WITH INTERNATIONAL APPEAL



## FOREIGN DIRECT INVESTMENT (FDI)

### FDI INDUSTRIAL

**#5** EUROPE  
REGION

By number of projects

*(Source : EY 2022)*

**#1** FRENCH  
REGION

By number of projects

*(Source : EY 2022)*

**#1** FRENCH  
REGION

By number of jobs

*(Source : Business France 2022)*

### FDI ALL SECTORS

**#10** EUROPE  
REGION

By number of projects

*(Source : EY 2022)*

**#2** FRENCH  
REGION

By number of jobs

*(Source : Business France 2022)*

**#3** FRENCH  
REGION

By number of projects

2019-2021

*(Source : Business France – EY 2022)*



HAUTS-DE-FRANCE REGION

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

# L'industrie des Hauts-de-France

Leading French region for **railway** construction,

Second French region fo **cars** manufacturing,

Leading French region for **glass production**,

Strong **steel and metal** industry

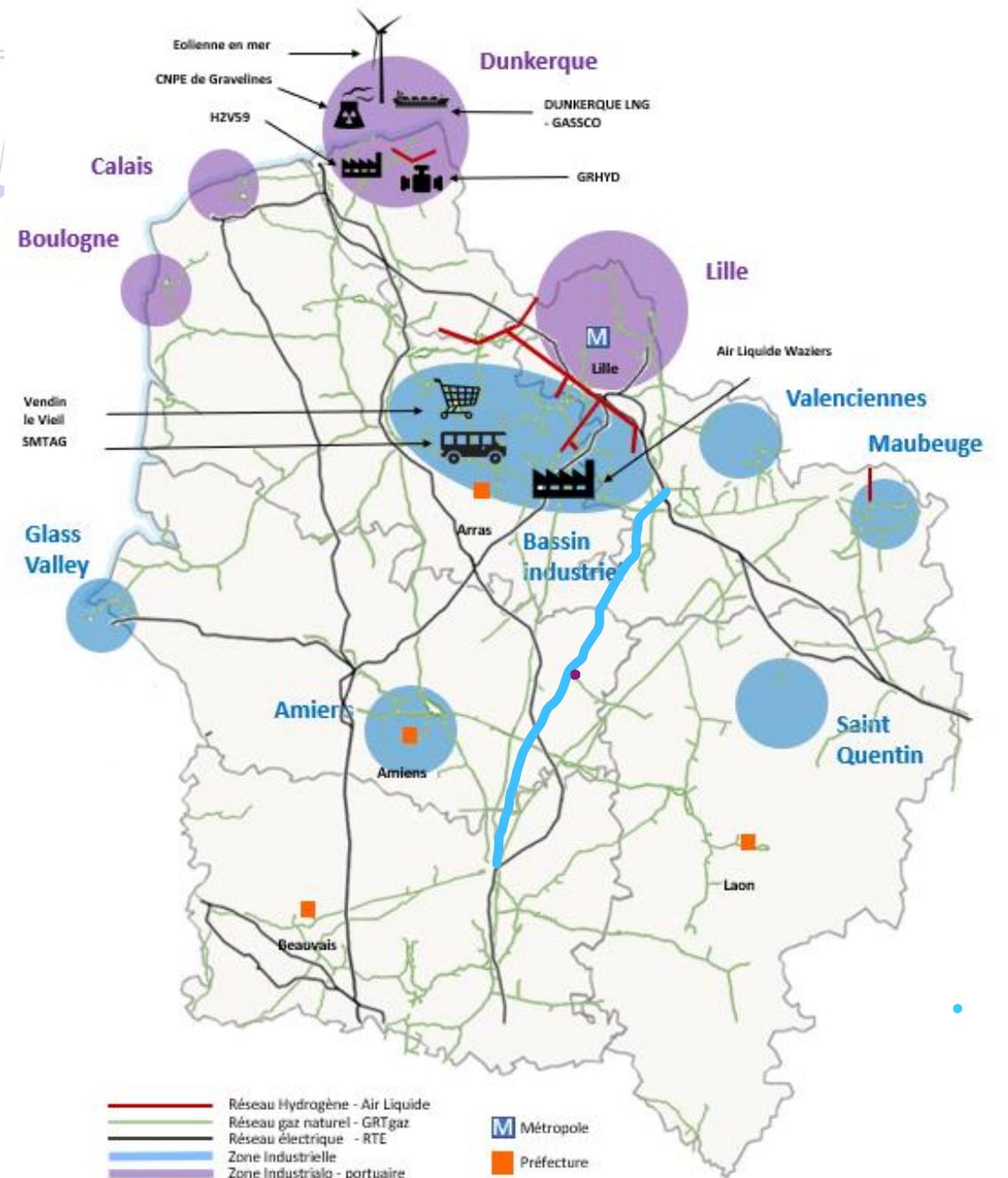
Many **electro-intensives** industries,

Cradle of **mass distribution**.

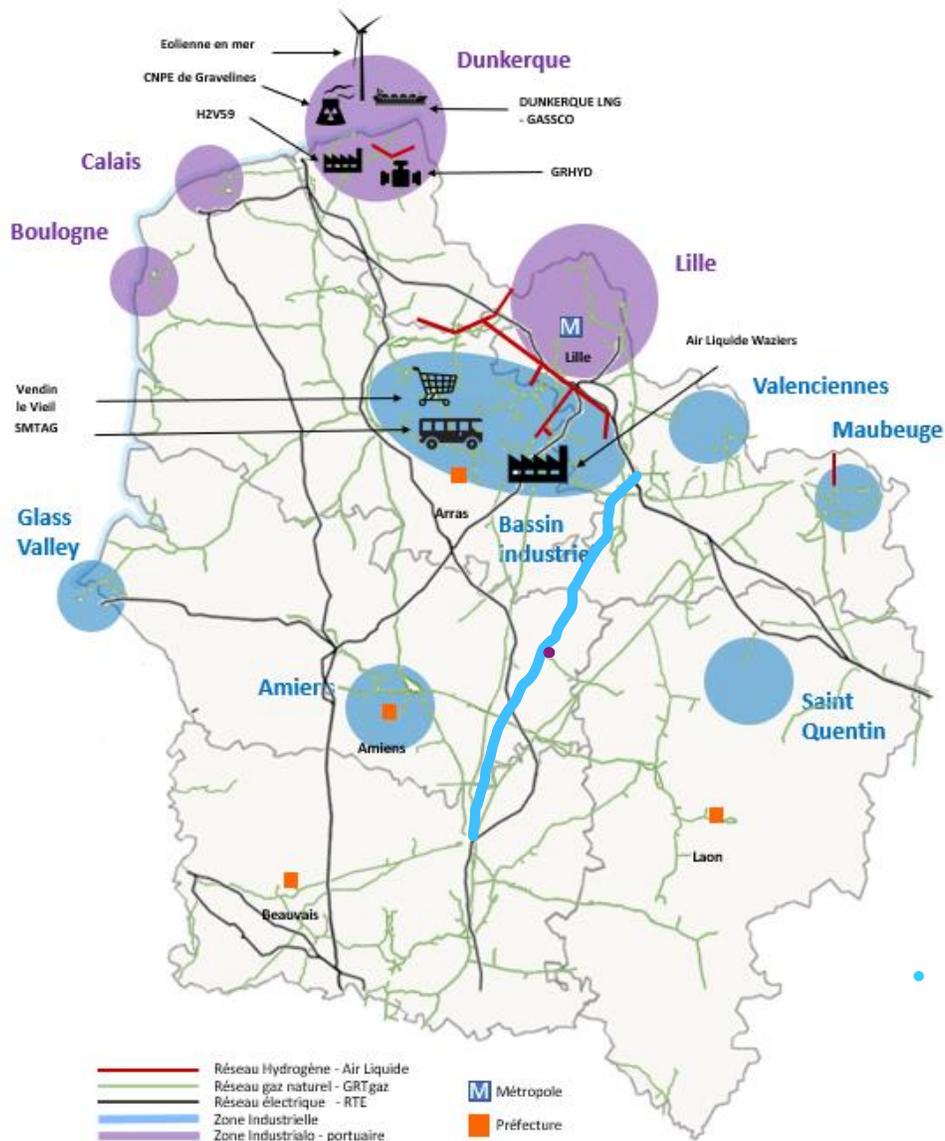
Many industrial areas integrating subcontracting enterprises (boilermaking, piping, assembly)

**Multimodal transport hubs multimodaux** : Dunkirk, Lille, Valenciennes, Béthunes, mining area, Opal coast, Glass Valley,..

Region with **agricultural production and agro industry**



# Les infrastructures énergétiques des Hauts-de-



Leading French region for **wind** power,  
Decarbonated **nuclear** electricity 5,5 GW,  
Project **EPR** (Evolutionary Power Reactor)

8700 km of **electrical** transport networks, connected to North Europ,

4200 km of **natural gas** transport networks fed by Norwegian and Dutch gas Loon Plage and Taisnières,

Developing Renewal energies : **4900 MW electricity** and **350 MW of biogas** installed capacities

Off shore wind farm of **600 MW** in North sea to be installed in 2026

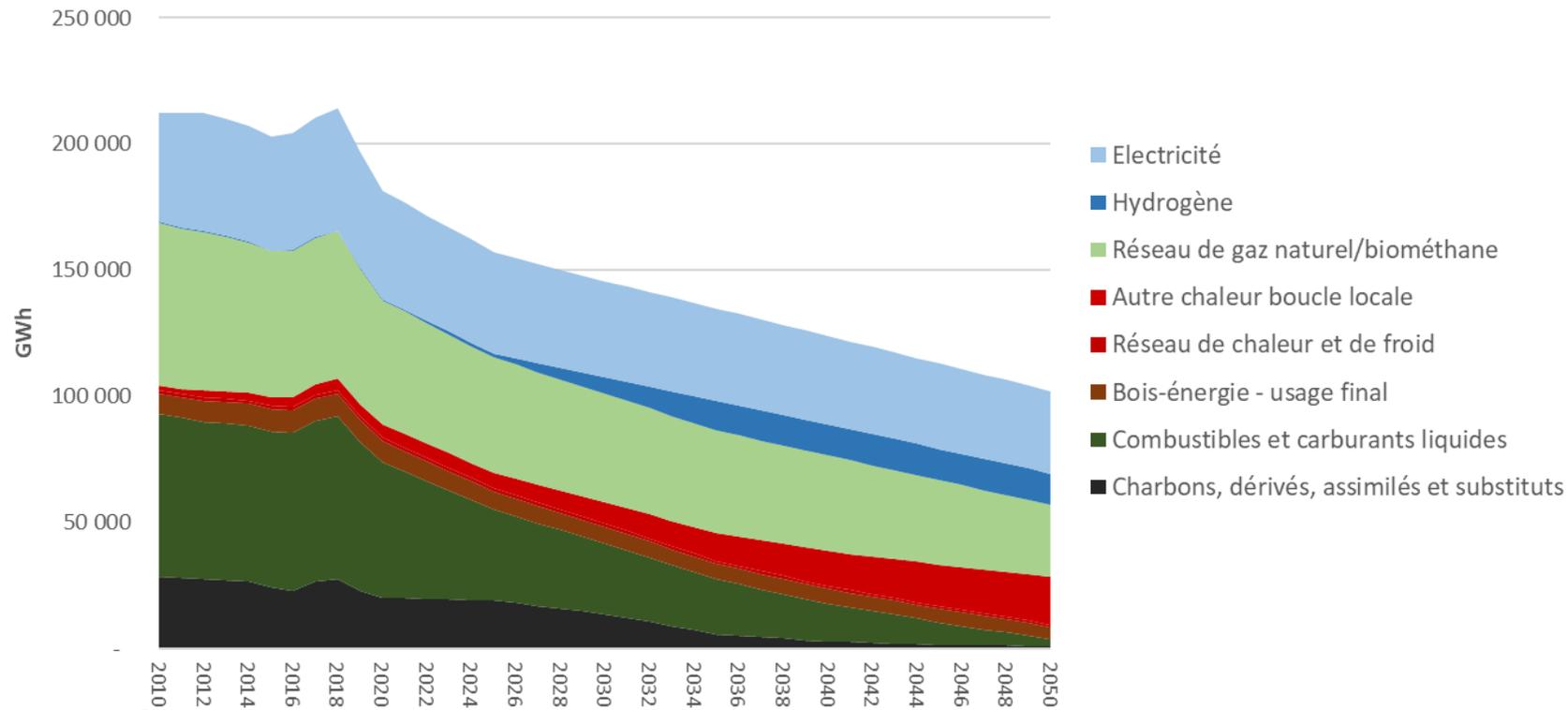
Neighboured off shore wind farm form de Dieppe-Le Tréport : **500 MW** to be installed in 2023.

Large size **Waterway** Seine- North Europ, to be launched in 2030

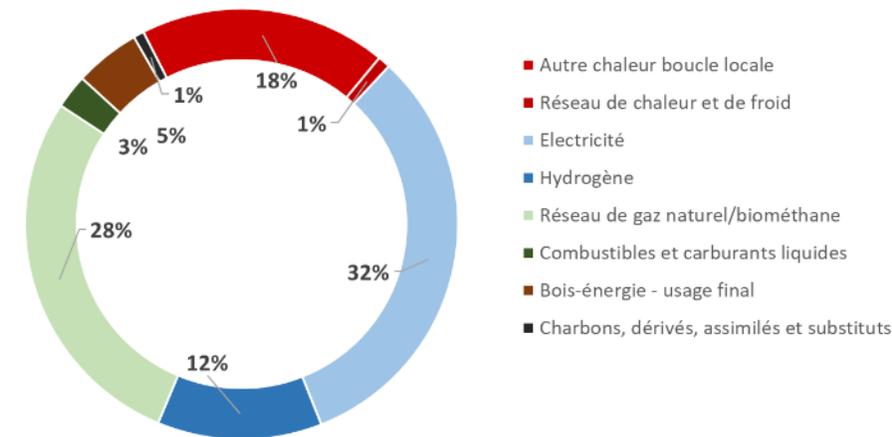
# Profil de consommation des Hauts-de-France

- 210 TWh en 2020 et 101 TWh prévu en 2050
- Soit une division par 2 des consommations sur 30 ans, dont - 34 TWh de sobriété
- Forte évolution du mix énergétique
- Maintien d'une part importante du vecteur gaz

## Répartition des consommations d'énergies par vecteur

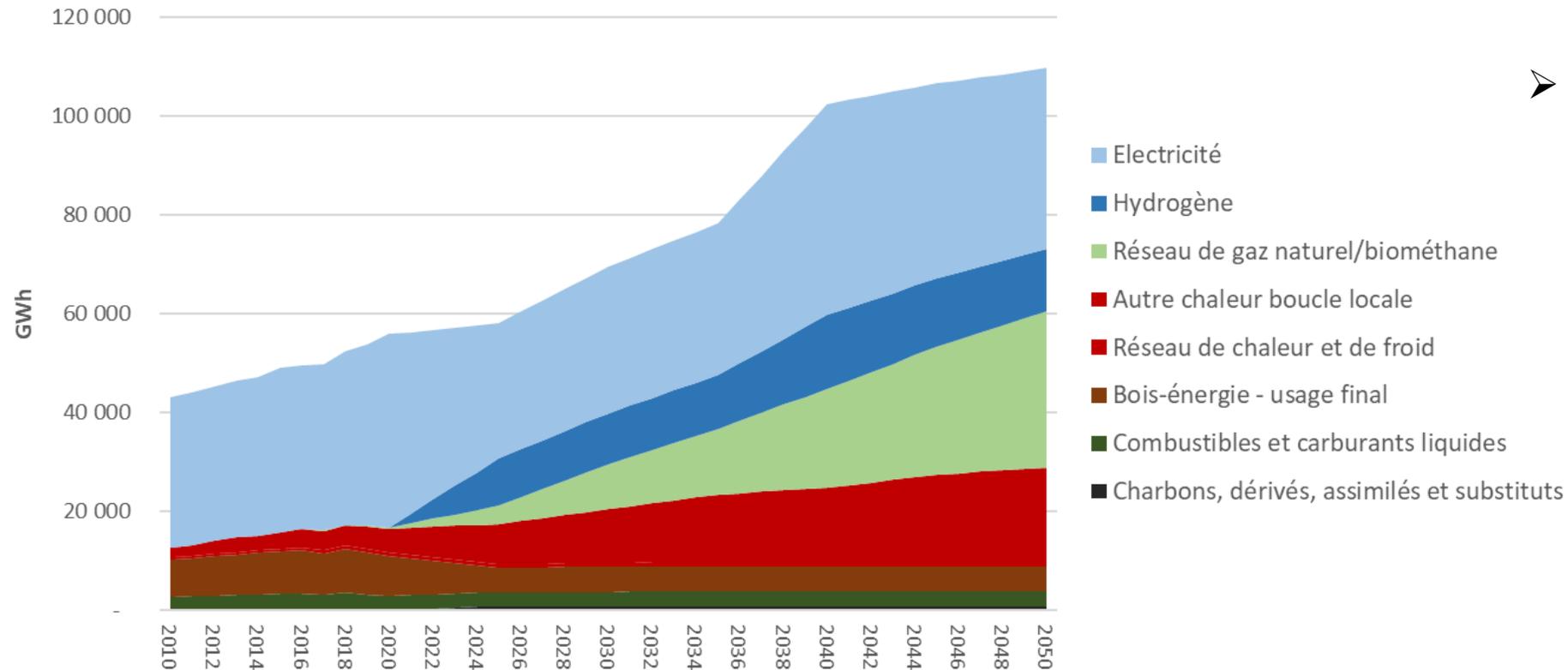


## Consommations énergétiques régionales en 2050



# Profil de Production d'énergies des Hauts-de-France

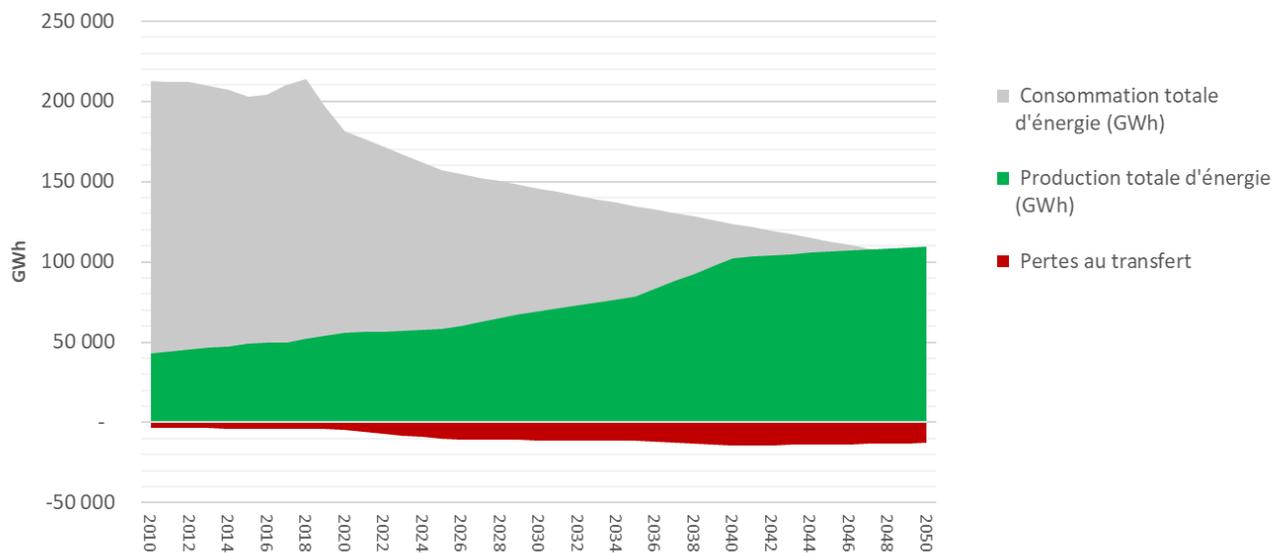
## Répartition des productions d'énergies par vecteur



- 109 TWh de production en 2050
- Mix dominé par les vecteurs électricité, hydrogène, biométhane et autre chaleur
- Données après pertes au transfert (-13 TWh, pertes réseau élec, prod H2, pyrolyse du bois..)

# Superposition des Profils consommation / Production des Hauts-de-France

Equilibre énergétique régional

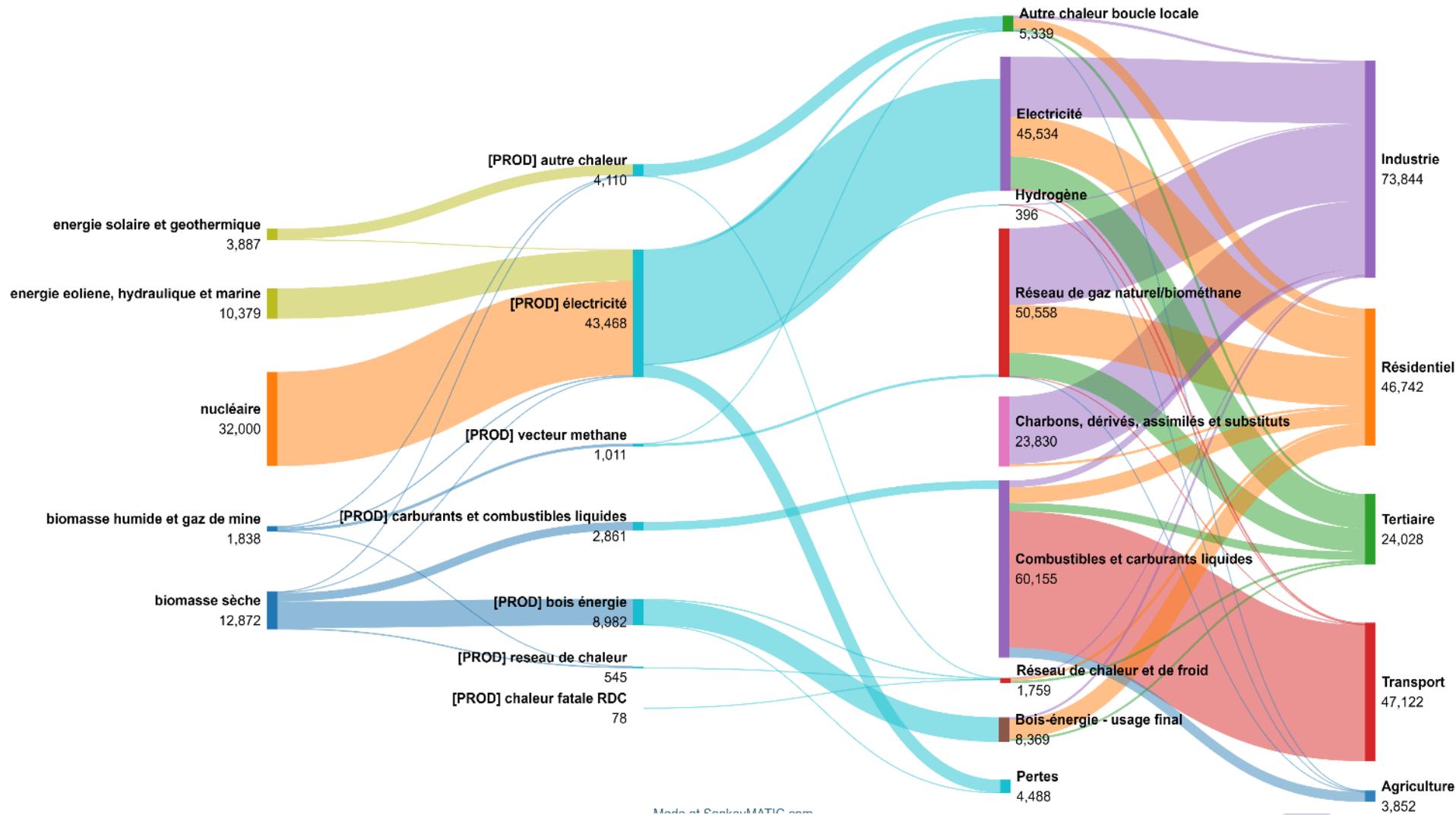


Adéquation totale d'énergie (GWh)	2050
Autre chaleur boucle locale	- 74
Réseau de chaleur et de froid	- 7
Electricité	- 3 802
Hydrogène	- 209
Réseau de gaz naturel/biométhane	- 3 078
Combustibles et carburants liquides	- 295
Bois-énergie - usage final	- 206
Charbons, dérivés, assimilés et substituts	- 5
<b>Total Consommation totale d'énergie (GWh)</b>	<b>- 7 676</b>



- Exercice « théorique » au sens où l'électricité se raisonne au niveau national, voire européen
- Résultats à considérer au regard des hypothèses prises (forte réduction de consommations d'énergie, démographie stable, pas de réindustrialisation, maintien de la majeure partie de la capacité nucléaire historique...)
- Capacité à répondre aux besoins régionaux, y.c. vecteur par vecteur
- Excédent d'énergie en 2050, sur vecteur élec (4 TWh) et biométhane (3 TWh)

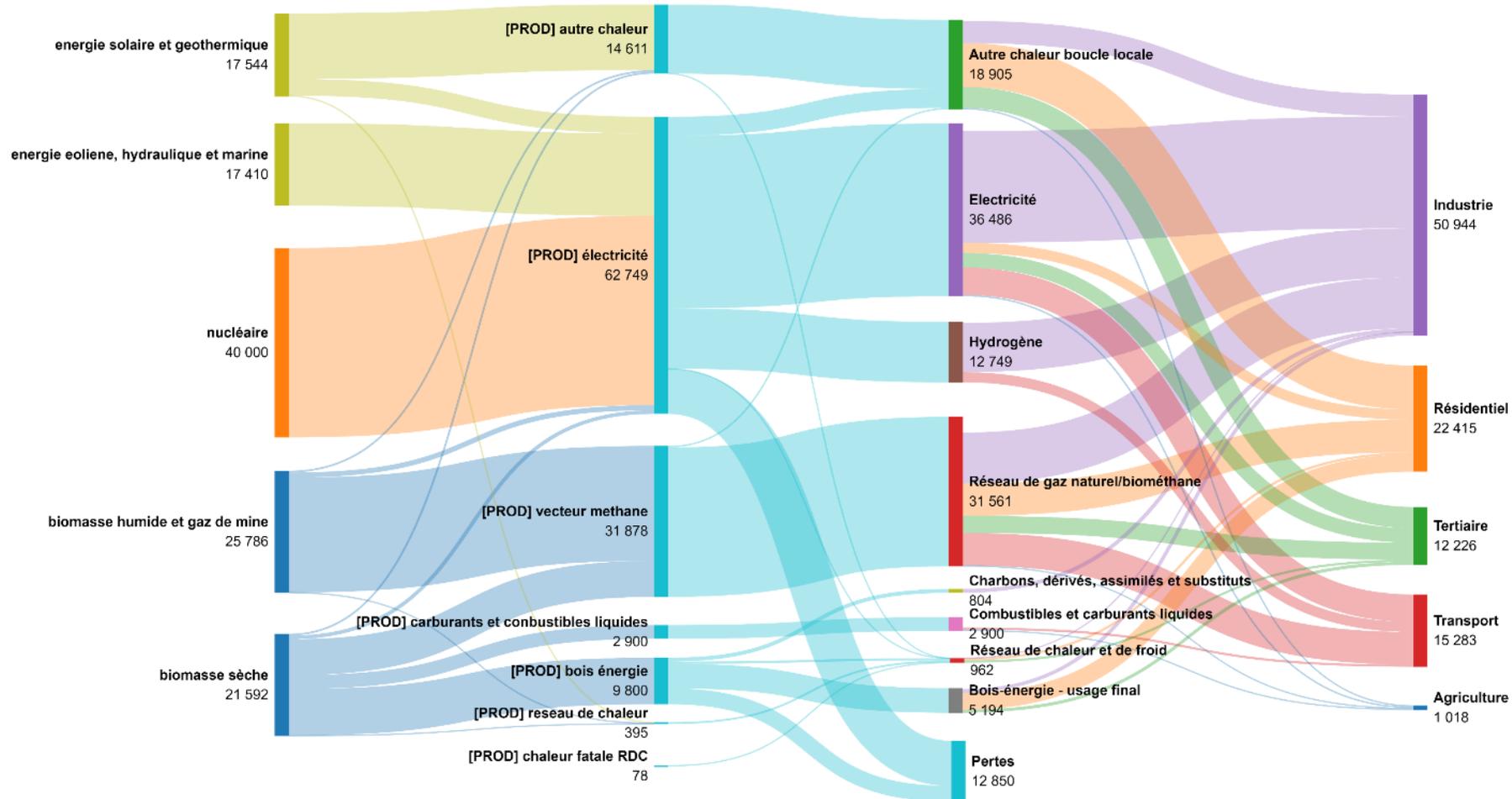
# Diagramme bouclé des flux énergétiques régionaux 2021 (GWh)



Made at SankeyMATIC.com



# Diagramme bouclé des flux énergétiques régionaux 2050 (GWh)



# Focus électricité 2050

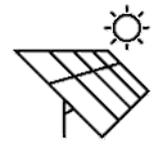
Principales productions brutes

Principaux usages

- Multiplication des usages électriques
- Forte dépendance à la production nucléaire
- 52 TWh utiles sur 101 TWh en 2050
- Peu de capacités d'absorption de nouvelles consommations
- Besoin de flux complémentaires

 Eolien terrestre  
**15 TWh**

 Eolien offshore  
**2 TWh**

 Solaire photovoltaïque  
**4 TWh**

 Nucléaire historique  
**22 TWh**

 EPR  
**18 TWh**

Autres ressources  
**2 TWh**

**63 TWh**

Export  
**4 TWh**

Usage PAC  
**4 TWh**

Usage local direct  
**32 TWh**

Production d'hydrogène  
**13 TWh**

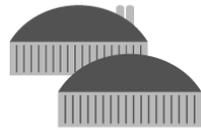
Pertes au transfert  
**9 TWh**



# Focus Gaz décarboné 2050

Principales productions brutes

Principaux usages



Méthanisation  
**15,5 TWh**



Gazéification  
hydrothermale  
**8,5 TWh**



Pyrogazéification  
**7,5 TWh**



Gaz de mine  
**0,5 TWh**

**32 TWh**

Export  
**3 TWh**

Usage PAC  
**0,5 TWh**

Usage local  
direct  
**28,5 TWh**

- Forte dépendance à la ressource biomasse
- 32 TWh utiles sur 101 TWh en 2050
- Deuxième vecteur énergétique en terme de consommation



# ENJEUX DES INDUSTRIELS

- La décarbonation s'articule autour de trois moments:

## RÉGLEMENTATION – TECHNOLOGIE - COÛTS

- Or, nous constatons des retards sur la **réglementation** et la mise en place des mécanismes de subvention associés. A cela s'ajoute une difficulté de parier sur des investissements à ROI long face à un contexte économique dont la vision long terme se brouille.
- **Technologie :**
  - Besoin de technologies éprouvées pour faire basculer les procédés : cf passage des fours à l'hydrogène, cf
  - Approvisionnements en question : cf économie circulaire des batteries, cf ressources biomasse; cf hydrogen
- Pb de **coûts** que l'on ne peut faire répercuter sur les prix en raison de la solvabilité de la demande, en raison aussi de l'exposition des entreprises aux marchés mondiaux. Les business models ne sont pas suffisamment réinterrogés
- **Territorialisation** de l'industrie par l'économie circulaire et la création de grappes d'entreprises interdépendantes (par ex recyclage batteries, récup CO2, etc...)



# ENJEUX autour de l'énergie

- Risque de pénurie sur l'électricité (production, réseaux) et donc risque sur les prix à moyen terme?
- Suffisance des ressources biomasse pour le biogaz et les gaz de synthèse?
- Réseaux privés versus réseaux publics pour les nouveaux fluides tels que l'H<sub>2</sub> ou le CO<sub>2</sub> ?
- Nouveaux business : SAF, nouvelles molécules





# Comment évoluer face à ces incertitudes?

- La sobriété et l'efficacité énergétiques restent les valeurs sûres !
- La CSRD : à prendre au sérieux, malgré sa complexité
- la solution SMR se détache car elle apporte contrôle, autonomie, prédictibilité et permet un développement de l'industrie



CONFERENCE INTRODUCTIVE

# Des questions ?



# Table ronde



**Séverine JOUANNEAU**

Les SMR, une partie de l'équation en complément aux énergies renouvelables et aux différents vecteurs énergétiques pour décarboner l'industrie ?



**Philippe AMPHOUX**  
*CEA*



**Laurene GAUTHERIN**  
*Assystem*



**Laure CLAQUIN**  
*Thozion*



**Frédéric HOFMANN**  
*EDF*



**Didier PAEN**  
*Corys*

TABLE RONDE

# Des questions ?



# Ateliers collaboratifs

RDV au -1 !

Captage du CO2

SALLE DU FOND

Valorisation des données pour le  
stockage d'énergie

SALLE DU MILIEU

Réhabilitation des friches industrielles

ENTREE



ATELIER

# Captage du CO2



Elyse



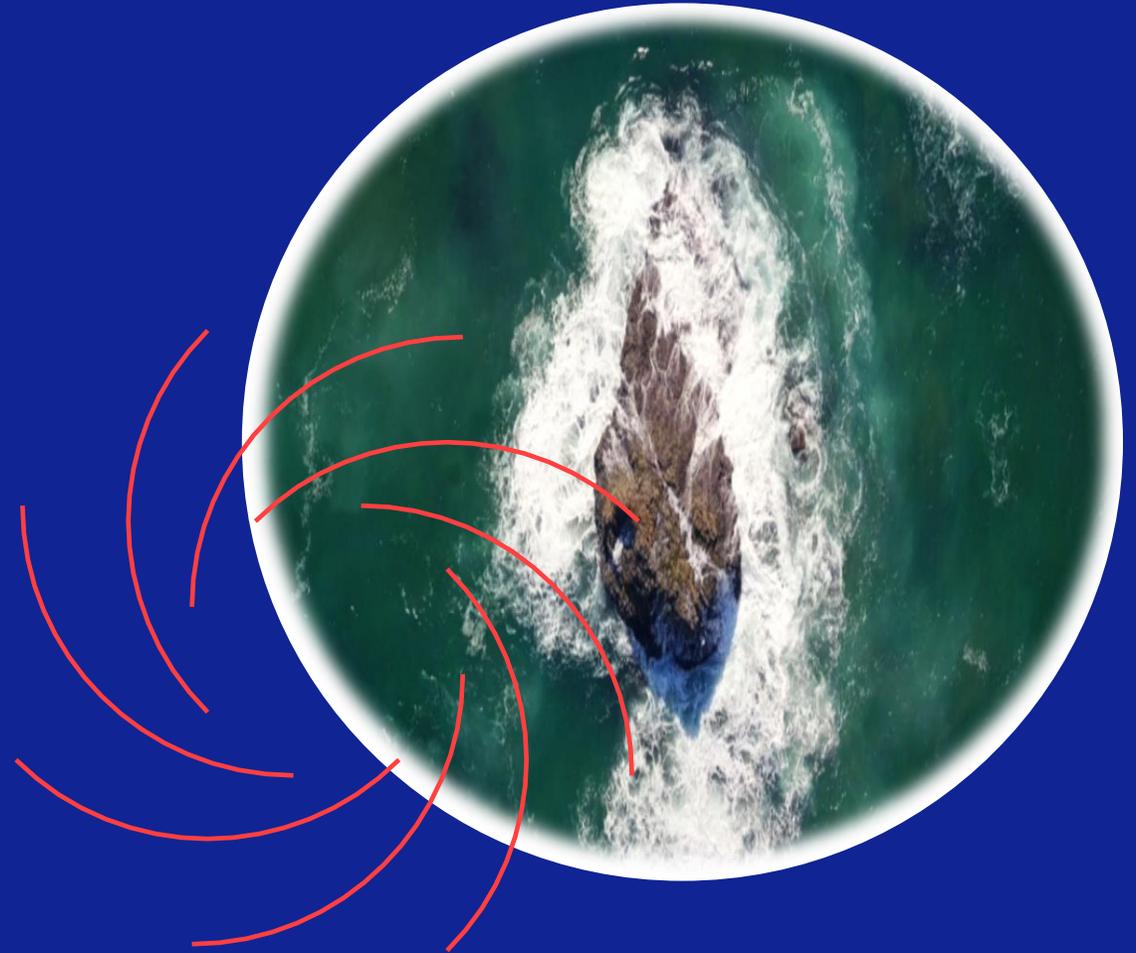
Elyse Energy

# Projet eM-Rhône

Découvrir



07.11.2024





# Les dérivées d'hydrogène, ou « e-fuels »

Une approche circulaire qui repose sur la valorisation du carbone



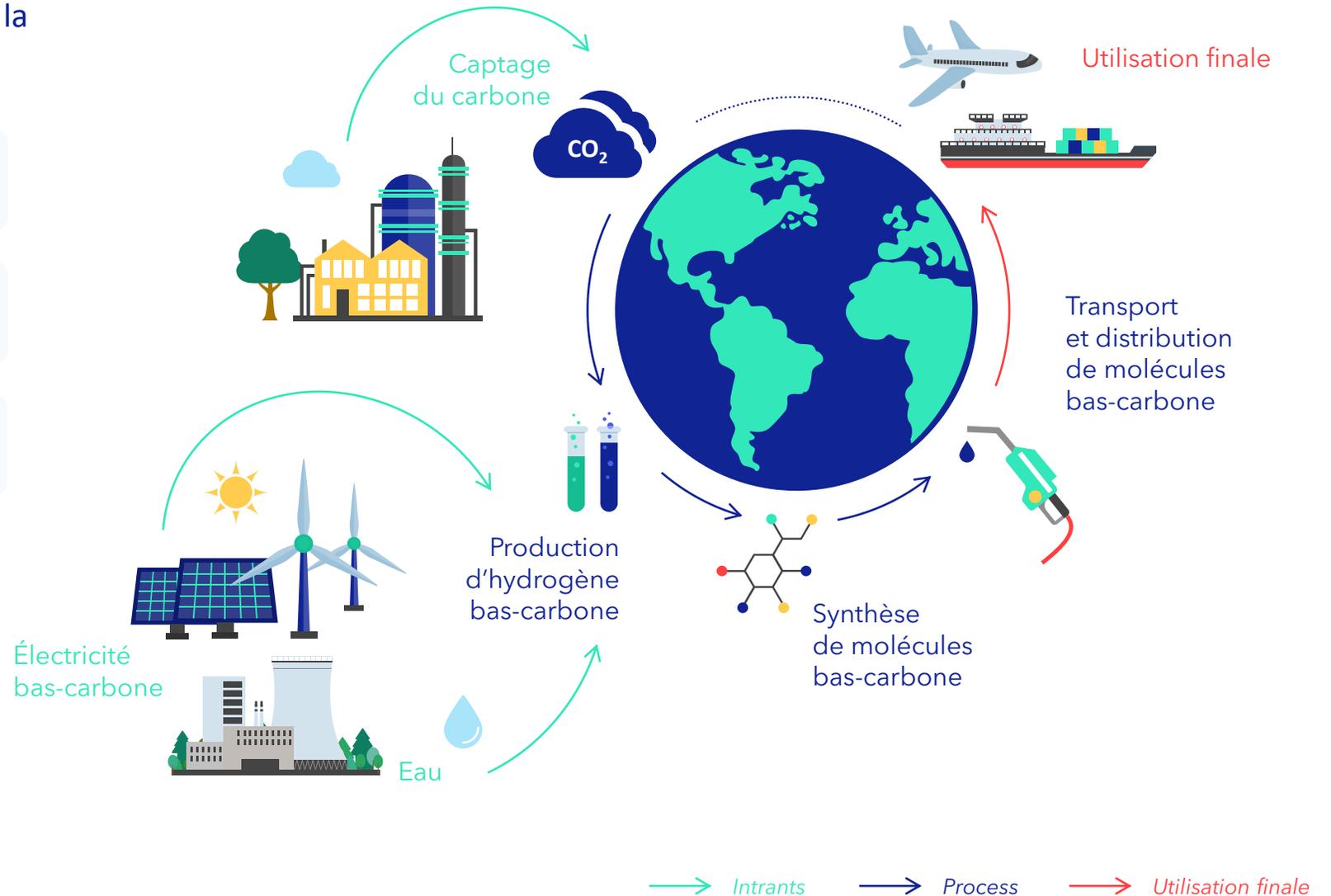
Décarbonation de l'industrie



Souveraineté énergétique



Réindustrialisation



## 70 à 95%

Réduction d'émission de gaz à effet de serre par rapport au carburant fossile



# Cadre réglementaire

Un cadre européen favorable à l'émergence des molécules bas-carbone

## PAQUET FIT-FOR-55 POUR METTRE EN MUSIQUE LES AMBITIONS EUROPÉENNES



### Industrie

RED III



- Objectifs d'utilisation de RFNBO sur les marchés industriels existants en 2030 et 2035.
- Reconnaissance indirecte de l'hydrogène bas-carbone par abattement des objectifs (art.22-a et b)



### Maritime

FuelEU Maritime



- Trajectoire de réduction du contenu GES des carburants utilisés
- Reconnaissance des LCFNBO et RFNBO avec multiplicateurs pour RNFBO
- Possibilité d'un mandat d'incorporation de RFNBO à horizon 2032 si trop faible déploiement



### Aérien

ReFuelEU Aviation



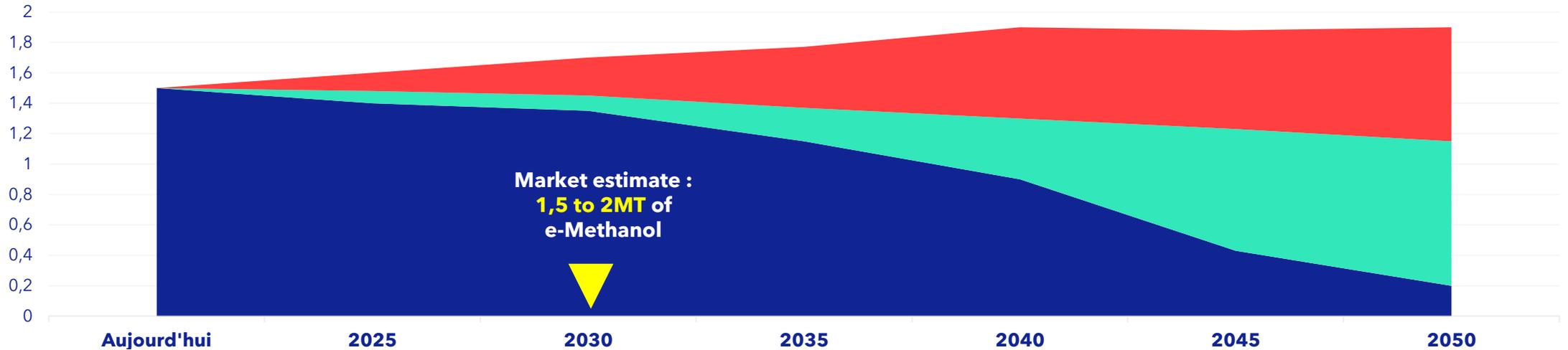
- Trajectoire d'utilisation en volume de carburants d'aviation durables
- Sous mandat d'utilisation de carburants synthétiques
- Reconnaissance équivalente des RFNBO et LCFNBO



# Transport maritime

Le e-méthanol, au cœur des carburants alternatifs pour les porte-conteneurs

→ Projection de la demande EU en exajoules de carburants et rôle des leviers de décarbonation



Avec plus de 200 commandes de navires en cours, **la propulsion méthanol gagne en popularité**, notamment sur le segment des porte-conteneurs.

La capacité à être à **motorisation duale**, à s'appuyer sur une **infrastructure d'avitaillement existante** répond aux engagements du secteur et aux contraintes réglementaires



Note: Régression linéaire entre les objectifs de FuelEU Maritime  
Source : Analyse Elyse



# /02 eM-Rhône Le projet





# Projet eM-Rhône | Vue d'ensemble



## Localisation

Salaise-sur-Sanne (38),  
France



## Molécules

e-Méthanol



## Production

150kt/an



## CO<sub>2</sub>

213kt/an



## Racc. élec.

240 MW



## FID

2025



## RFSU

2028



## Statut

Début CCFT Q1 2025



## Partenaires

Lafarge France



## Emplois

100 + 250



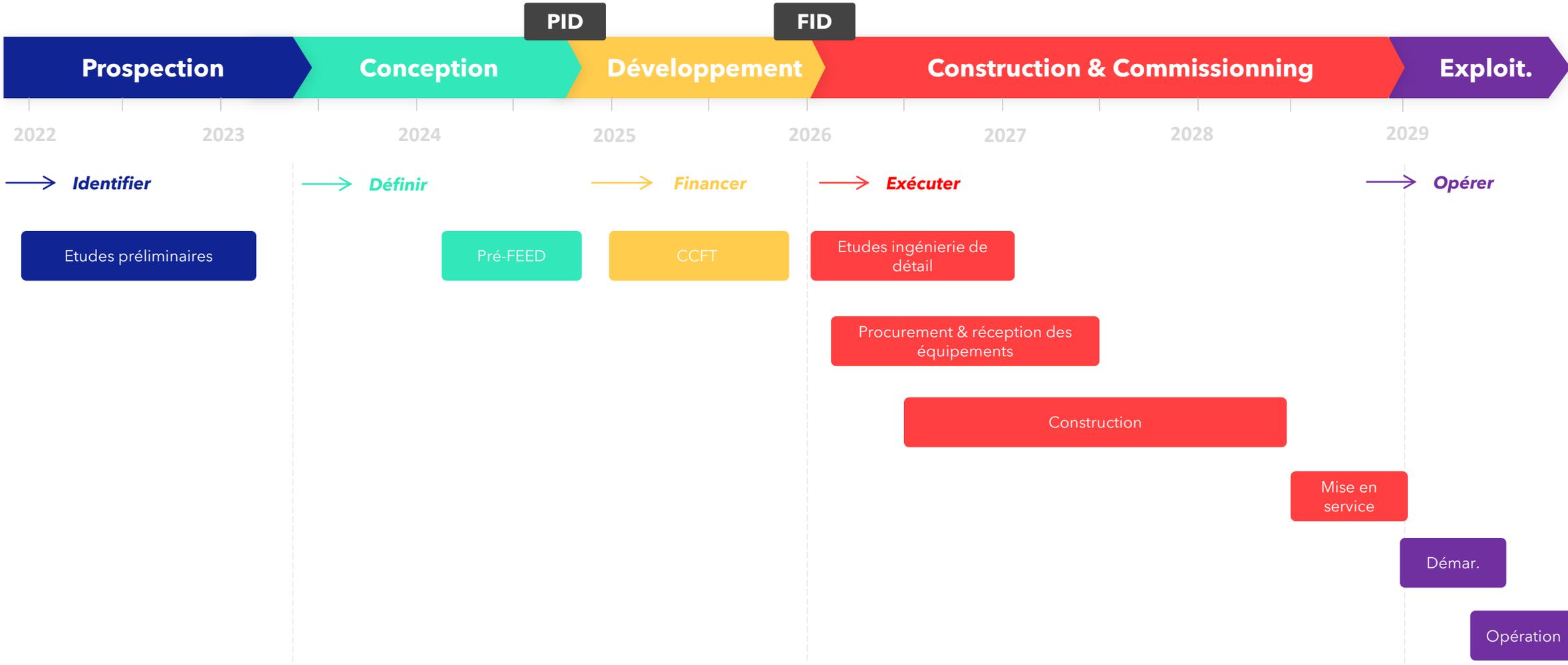
## Soutiens

Fonds européen  
pour l'innovation



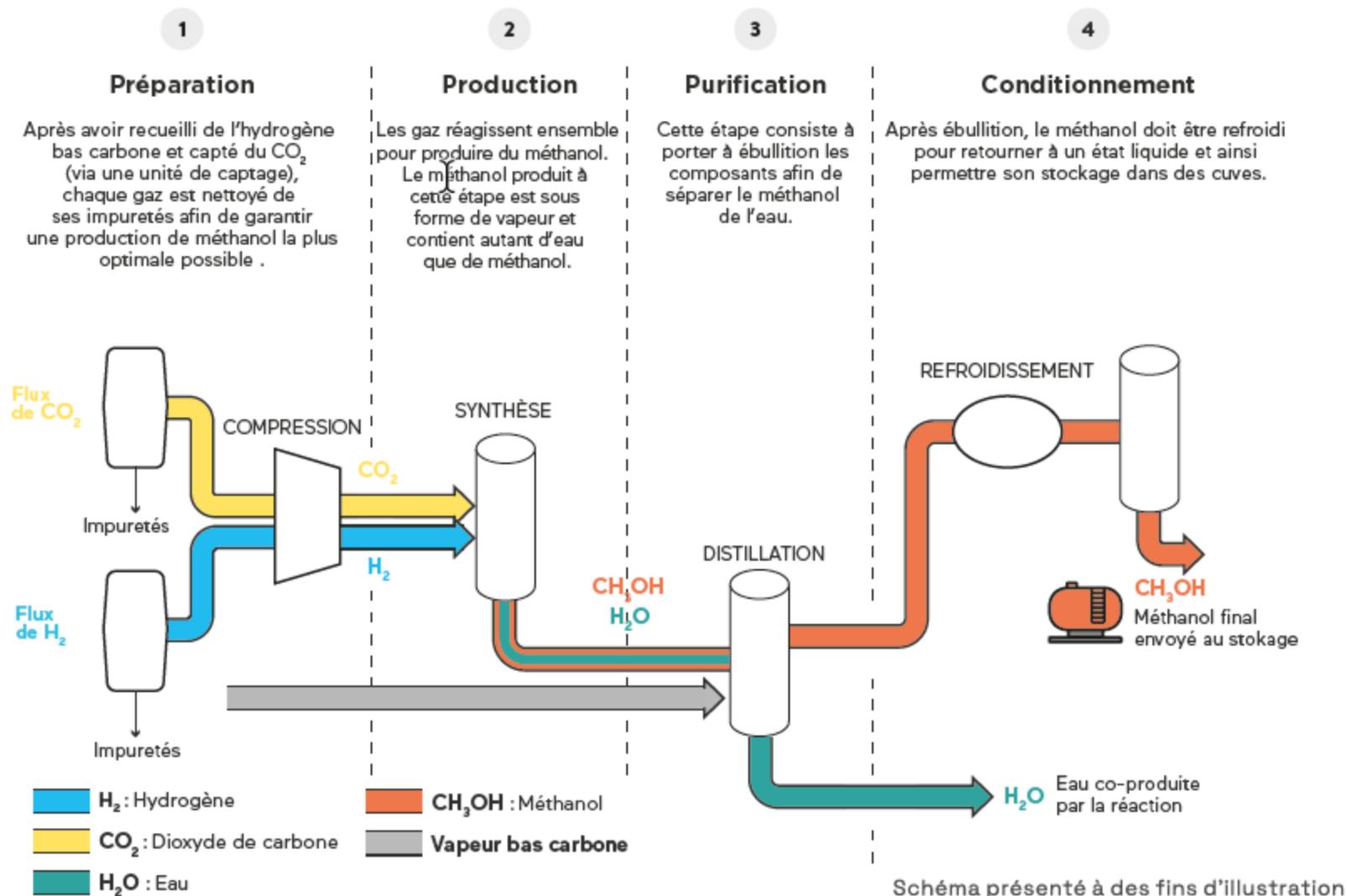
# Calendrier – Une approche par phase

Le projet eM-Rhône



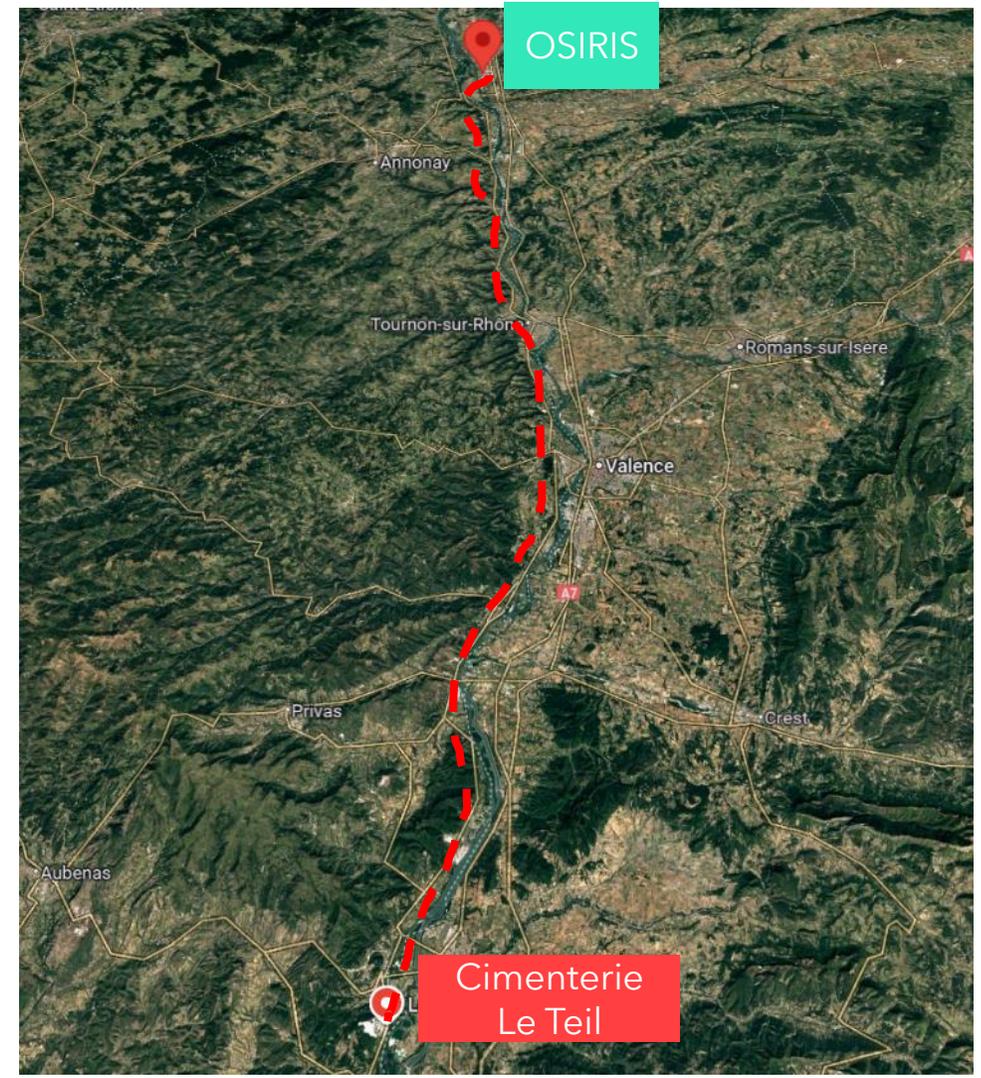
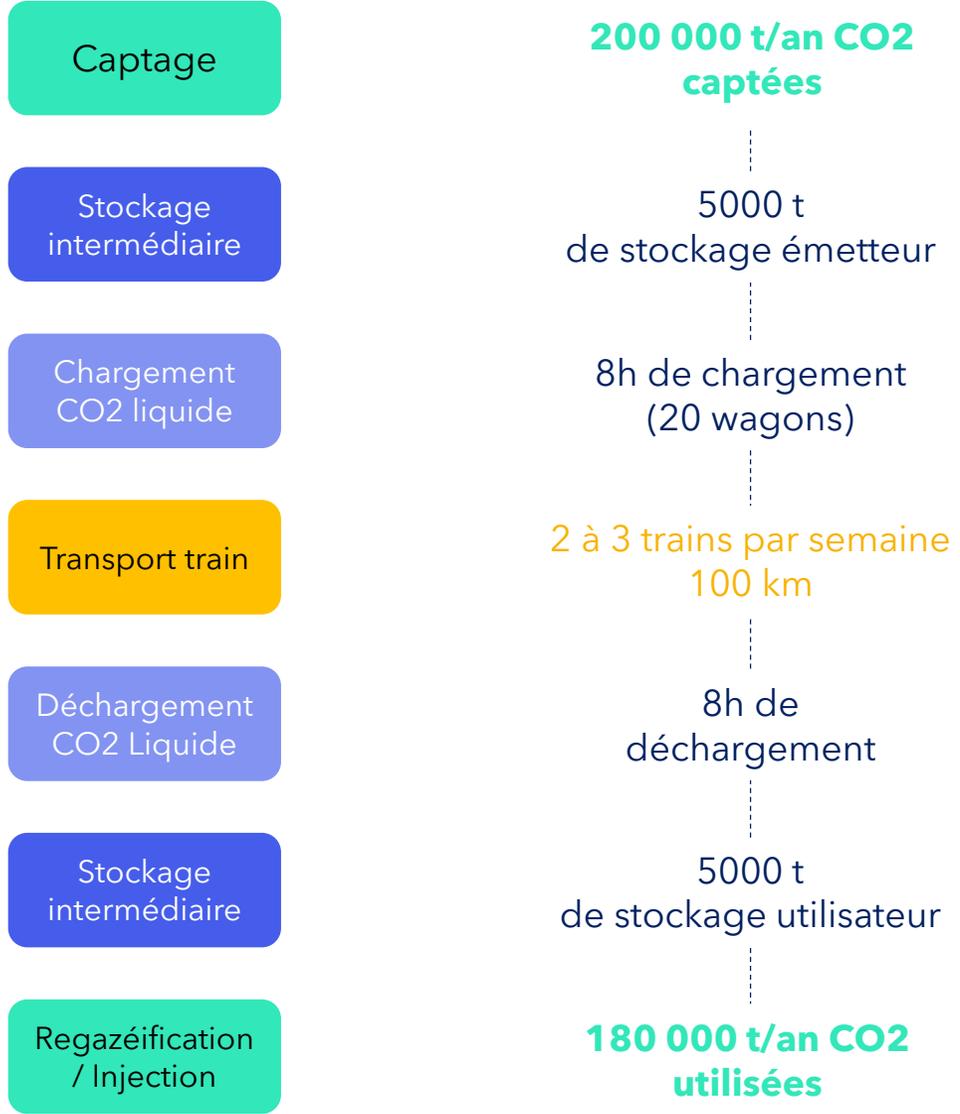


# Schéma du procédé



# Chaîne de valorisation du CO2

Le projet eM-Rhône





# Les enjeux /défis de la valorisation du CO2

- Mise en cohérence des spécifications CO2 en sortie de Carbon Capture et en entrée du process de méthanolation
- Garantie de ces spécifications le long de l'ensemble de la chaîne logistique
- Fiabilité de la solution logistique
- Réconciliation du profil d'émissions CO2 de la cimenterie avec le profil de production d'e-fuels souhaité
- Mécanismes contractuels du contrat de fourniture
- Permitting (impact sur l'asset industriel existant)





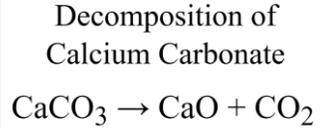
# HOLCIM - GLOBAL LEADER IN INNOVATIVE AND SUSTAINABLE BUILDING SOLUTIONS

## INTRODUCTION TO CCUS INITIATIVES

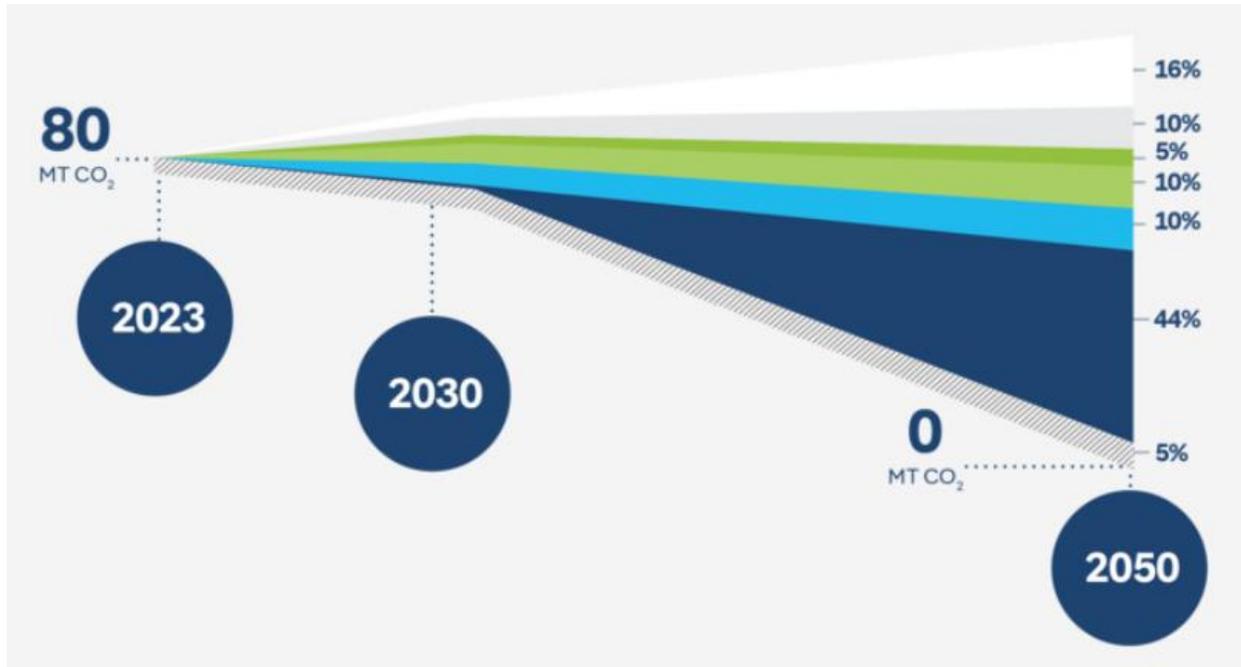
Maxime Butler



# HOLCIM'S PATHWAY TO NET-ZERO: CCUS IS KEY



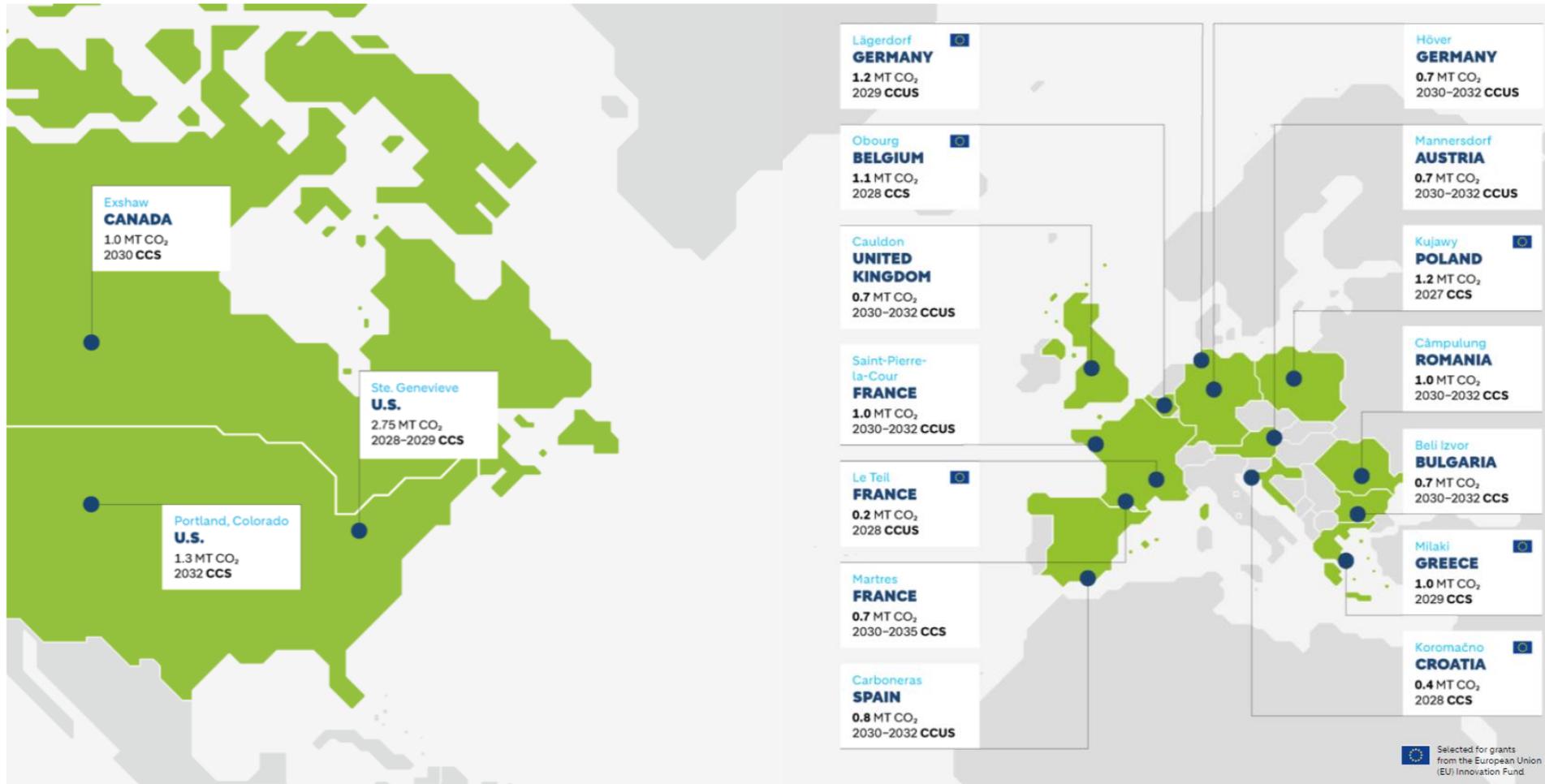
## OUR ABSOLUTE SCOPE 1 + SCOPE 2 EMISSIONS PATHWAY



## OUR LEVERS TO DECARBONIZE OUR SCOPE 1 + SCOPE 2

<b>Efficiency gains in design &amp; construction</b>	Leveraging smart design and low-carbon formulation of concrete, as an increased focus on upfront carbon per m <sup>2</sup> moves the market to more carbon-efficient construction
<b>Efficiency gains in concrete</b>	
<b>Decarbonized electricity</b>	Increasing the share of decarbonized electricity by leveraging power purchase agreements and onsite renewable electricity, together with decarbonization of the electrical grid
<b>Less clinker in cement</b>	Replacing clinker in our final cement products with mineral components, such as calcined clay and novel binders, we aim to reduce our clinker factor from 72 percent in 2023 to 68 percent in 2030
<b>Less CO<sub>2</sub> in clinker</b>	Producing clinker with decarbonized raw materials, increasing energy efficiency and transitioning to alternative fuels. Our thermal substitution rate will increase to 50 percent in 2030 and 70 percent in 2050
<b>CCUS and other advanced technologies</b>	With advanced technologies such as carbon capture, utilization and storage (CCUS) and other breakthrough process innovations, we aim to capture five million tons of CO <sub>2</sub> and produce eight million tons of fully decarbonized cement per year by 2030
<b>Passive recarbonation</b>	Natural reabsorption of CO <sub>2</sub> during the lifetime of concrete products

# STRONG PIPELINE OF CCUS PROJECTS



**17**  
Flagship projects

**5** MT CO<sub>2</sub>/YEAR  
Captured by 2030  
in EUROPE

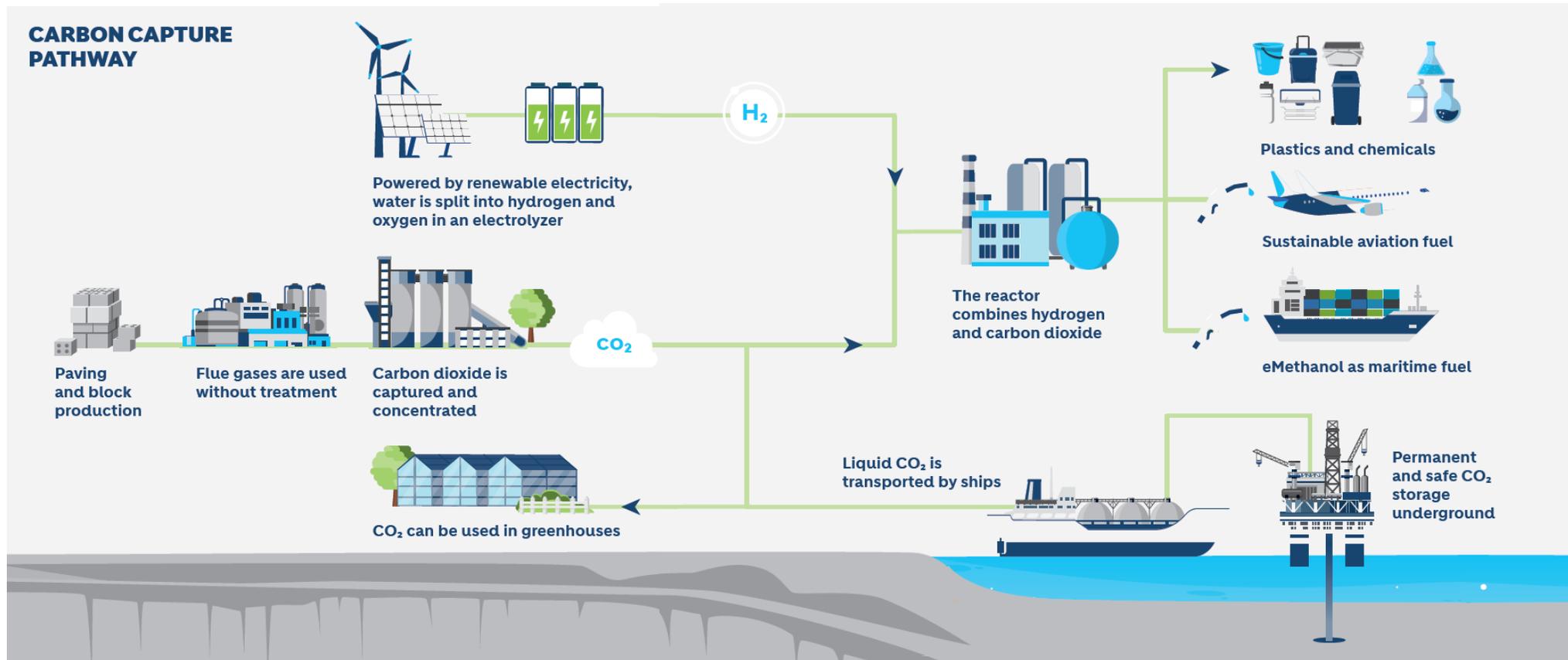
**8** MT/YEAR  
Fully decarbonized  
cement by 2030 in  
EUROPE

# GETTING READY FOR CARBON CAPTURE

Today the Group is working on more than 50 CCUS projects

**CCUS CAPEX: CHF 2.0 billion by 2030 | CO<sub>2</sub> Capture 5 Mtpa before 2030**

Holcim's current projects will require a cumulative CAPEX investment of circa CHF 2.0 billion by 2030 on top of expected public funding. These investments will enable Holcim to reach a total CO<sub>2</sub> capture capacity of more than 5 million tons per year before 2030.



# CARBON CAPTURE IN THE CEMENT INDUSTRY

Testing is needed to derisk carbon capture in the cement industry



## Carbon Capture Technology

- **Historically developed for other industries**
  - different gas composition than cement plants (gas, coal, ...)
  - different available utilities than cement plants (low cost steam or natural gas)
- **Very little experience on cement** Only 2 operating carbon capture plants on cement in the world (for 5 to 10% of the total flue gas flow rate)



## Challenges

- **Cement flue gas composition is a complex matrix** and can vary over the time (air leaks, change in fuel mix,...)
- **CO2 specification** for transport and geological storage **are very stringent**
- Need to verify the performances claimed by the technology suppliers
- Relatively high CO2 content in cement flue gas can be attractive for carbon capture technologies



## Pilot tests opportunities

- **Test different technologies** at the same cement plant for an optimized benchmark
- **Acquire real environment data** to feed economical evaluations
- Do parametric testing to operate technologies at limits
- Test different technologies at the same cement plant for an optimized benchmark

# CEMENT FLUE GAS SPECIFICITIES

Necessity to test capture technologies in the real environment

How to capture and purify the CO<sub>2</sub> to the required specification on a robust and cost effective manner



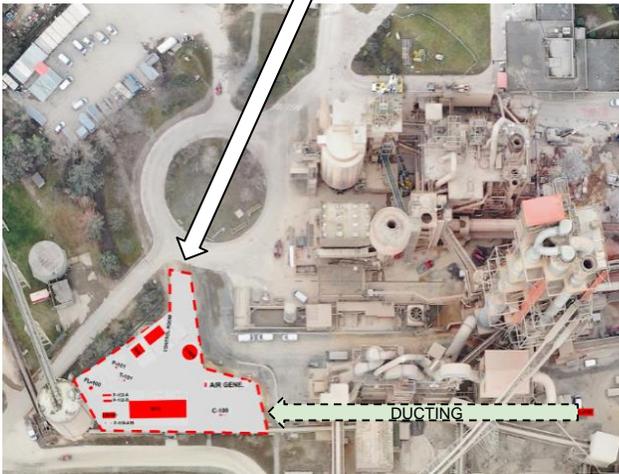
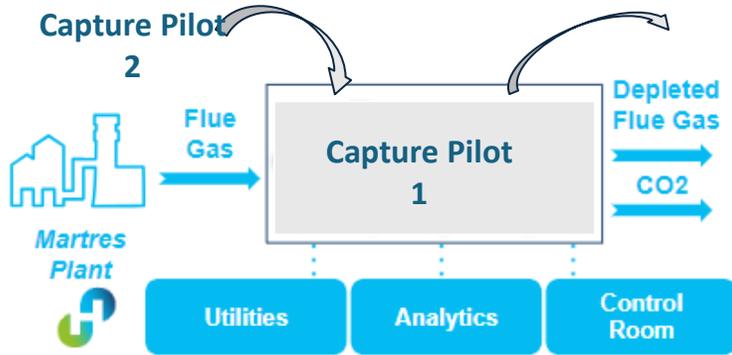
	Flue Gas Composition	CO <sub>2</sub> product Composition
<i>Source</i>	<i>CEMCAP techno-economic analysis</i>	<i>Liquid CO<sub>2</sub> Specification Northern Lights</i>
CO <sub>2</sub>	~22%	>99.7%
N <sub>2</sub>	~60%	<50 ppm
O <sub>2</sub>	~7%	<10 ppm
H <sub>2</sub> O	~11%	<30 ppm
NO <sub>x</sub>	~500 ppm	<1.5 ppm
SO <sub>x</sub>	~250 ppm	<10 ppm
Others (H <sub>2</sub> S,	hundreds of ppm	ppm level

Pilot Test possibilities
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technology performance (recovery rate, purity)</li> <li>• Ability to achieve CO<sub>2</sub> specification</li> <li>• Sensibility regarding flue gas pollutants</li> <li>• Sensibility regarding flue gas dust</li> <li>• Sensibility regarding changes in the flue gas composition</li> <li>• Measurement on the other streams generated (clean flue gas and condensates produced from the humidity of the flue gas)</li> </ul>

# MARTRES PILOT PLATFORM SOLUTION (60 KM SOUTH OF TOULOUSE)

## The Platform

The platform is unique in the Cement Industry to test different pilots



## Rationale



High number of CCUS projects needed in the future to reach net-zero



High CAPEX and energy intensive technologies (several hundred M€ CAPEX and huge power demand increase)



Need to acquire real environment data on cement plant flue gas

## Objectives



Derisk Capture Technologies for large scale implementation



Fast track the development of promising technologies to decrease the cost of capture



Learn the technologies, leading to operational knowledge



# Captage de CO<sub>2</sub>

JT Ecosystèmes industriels

7 novembre 2024

Lucia JIMENEZ – Leroux et Lotz technologies

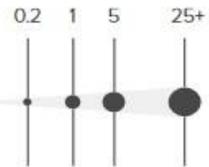
- 1. Rétrospective historique**
- 2. Contexte actuel**
- 3. Les technologies de captage de CO<sub>2</sub>**
- 4. Projet JUPITER1000**

# 1. Rétrospective historique

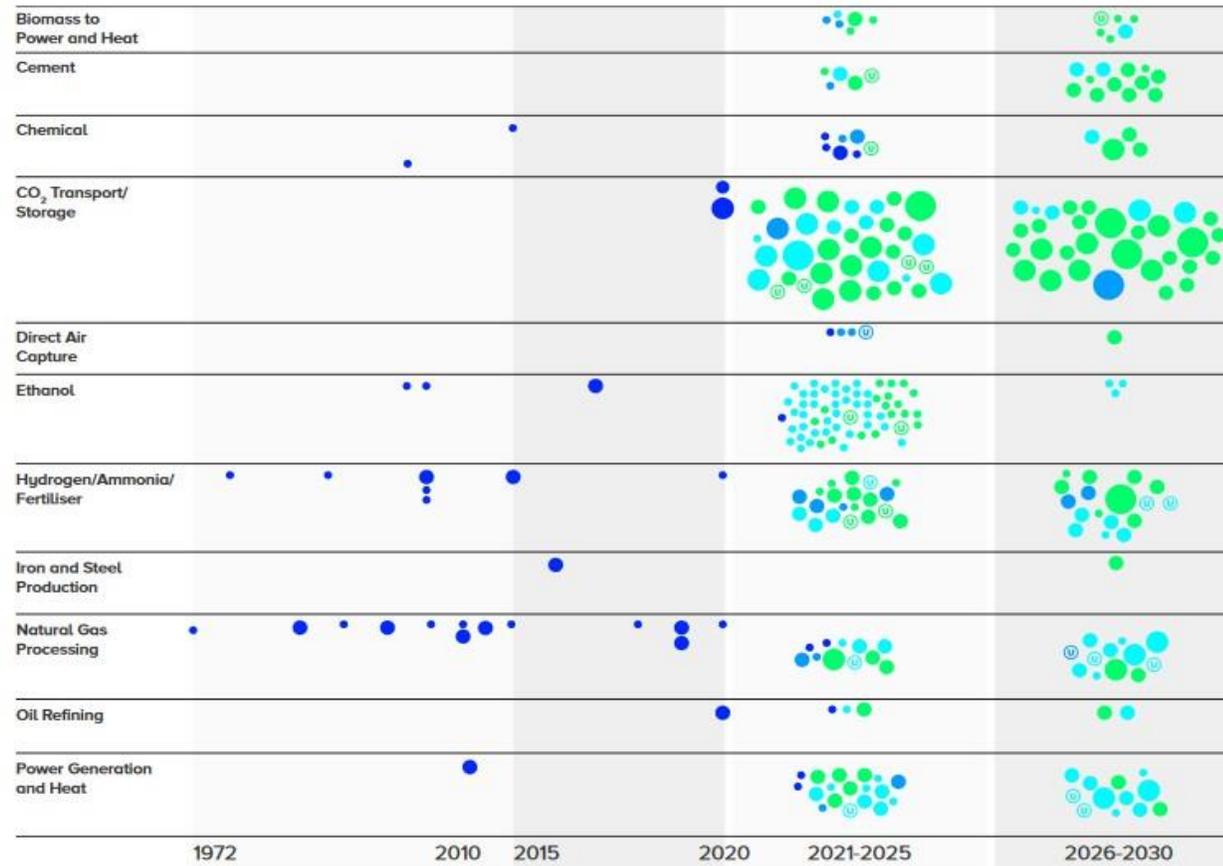
Les technologies de captage de CO<sub>2</sub> ne sont pas nouvelles : le captage et la séparation du CO<sub>2</sub> sont mis en œuvre dans l'industrie depuis des décennies...

Figure 3.1-3:  
CCS project pipeline  
by industry and year of  
operational  
commencement.

Capture, transport  
and/or storage  
capacity (Mtpa CO<sub>2</sub>)



- Early development
- Advanced development
- In construction
- Operational
- Ⓢ Under evaluation



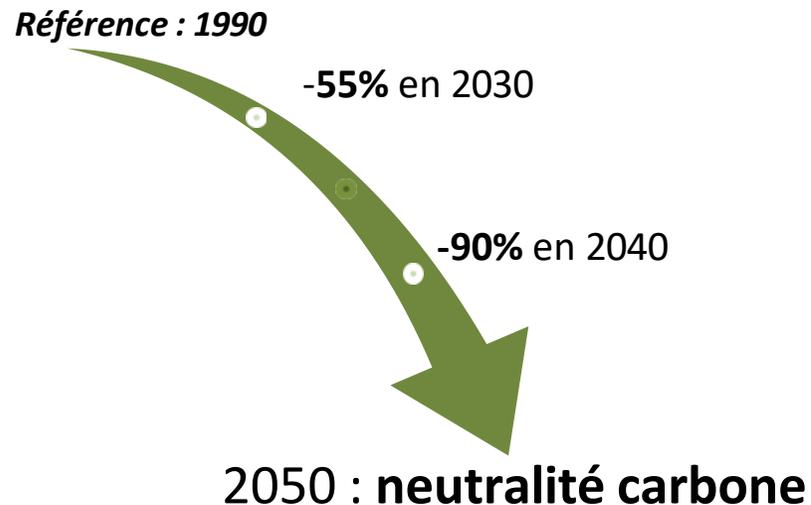
Source : Global CCS Institute

## 2. Contexte actuel

Contexte à l'échelle européenne :



**Des objectifs de réduction des émissions de GES ambitieux** pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris :



**Une stratégie de « gestion industrielle du carbone »  
définie par l'UE  
(Industrial Carbon Management Strategy)**

Un cadre réglementaire et d'investissement pour :

- accélérer le déploiement des technologies de captage et de stockage de carbone
- créer un marché unique du CO<sub>2</sub> en Europe

# 2. Contexte actuel

Contexte à l'échelle européenne :



Evolution du système d'échanges de quotas d'émissions de CO<sub>2</sub> (directive européenne 2003/87/CE)

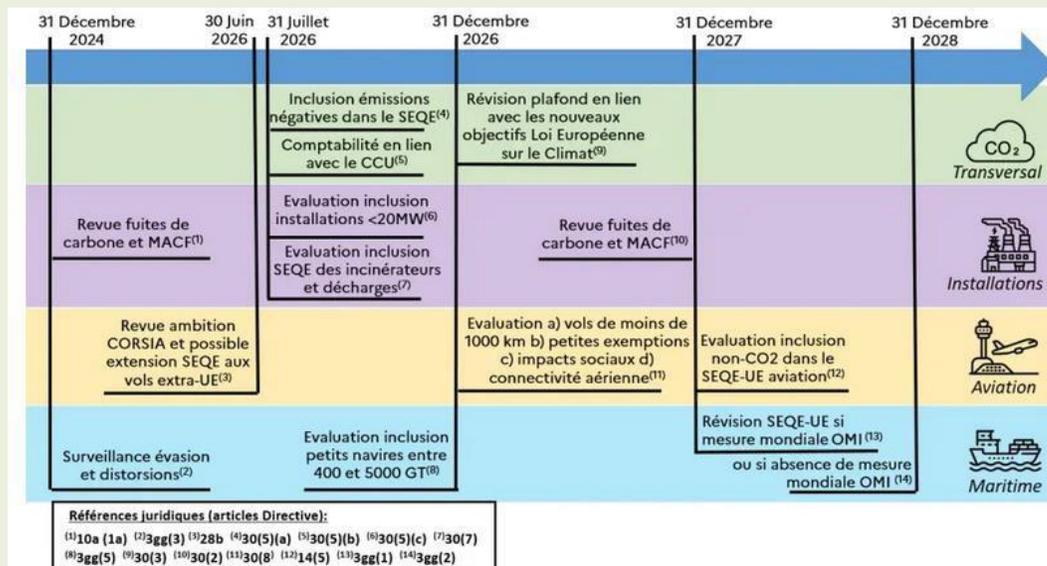


Augmentation du prix de la tonne de CO<sub>2</sub>



Disparition des quotas gratuits de manière progressive

Inclusion probable d'ici 2028 de nouveaux secteurs qui seront soumis au système d'échanges de quotas CO<sub>2</sub>



## 2. Contexte actuel

### Contexte en France :

**Etat des lieux et perspectives de déploiement du CCUS en France publié en juillet 2024 pour donner suite à la consultation faite en 2023**

- Capture des émissions qui ne peuvent être réduites par des actions d'efficacité énergétique, d'électrification, de recours à la biomasse, de recyclage ou d'autres changements de procédé.
  - **Objectifs :**
    - *Capter 4 à 8,5 MtCO<sub>2</sub>/an à l'horizon 2030*
    - *Capter 12 à 20 MtCO<sub>2</sub>/an à l'horizon 2040*
    - *Capter 30 à 50 MtCO<sub>2</sub>/an à l'horizon 2050*
- Une trajectoire de déploiement. Priorité sur 50 sites industriels les plus émetteurs (secteurs : ciment , chaux , chimie , métallurgie ...)
  - Soutien pour accompagner le déploiement des premiers grands hubs CO<sub>2</sub> via des « contrat carbone pour différences » (Carbon Contract for Difference – CCFD)
  - **2028 – 2030** : mise en service des premières installations
    - éprouver les technologies, développer les infrastructures de transport et de séquestration
  - Puis : **diffusion de la filière** de plus petits sites : réseau de chaleur, méthanisation, incineration ...
    - ➔ maillage du territoire

## État des lieux et perspectives de déploiement du CCUS en France

### Trajectoire détaillée du captage de CO<sub>2</sub> en France

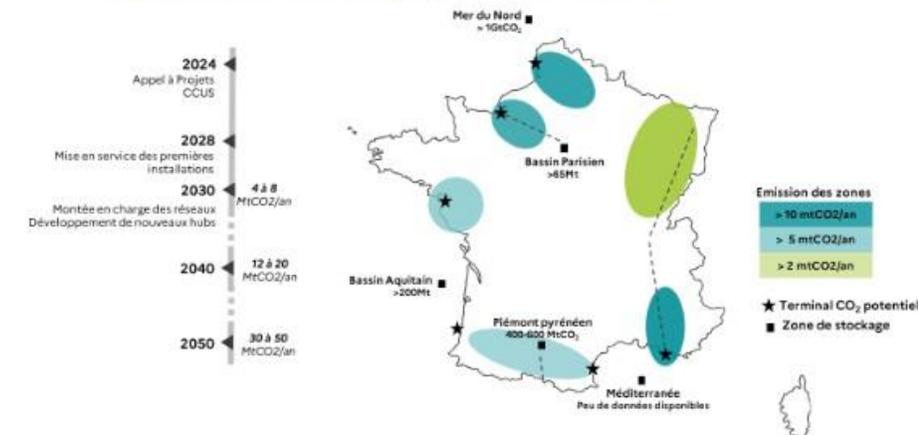
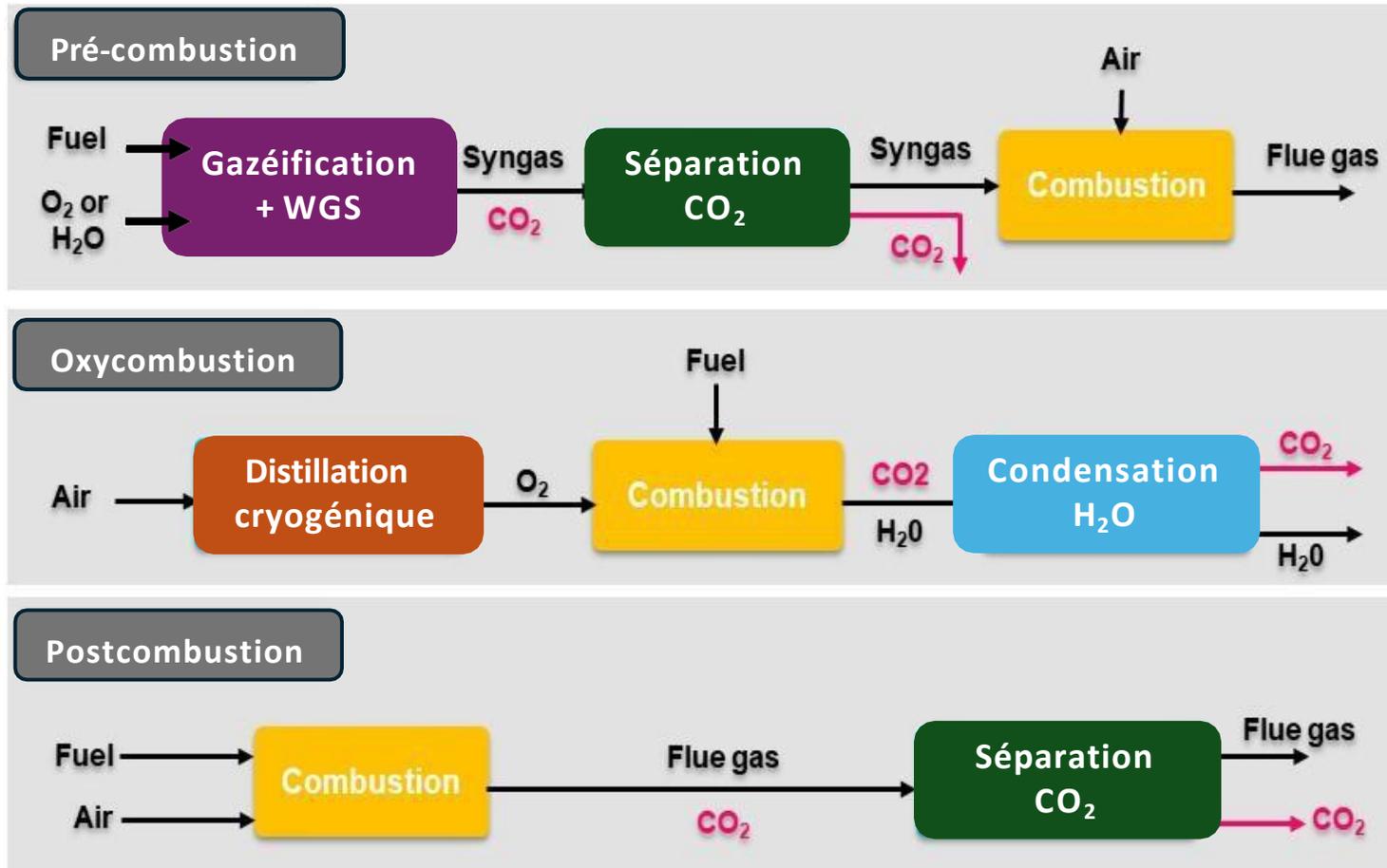
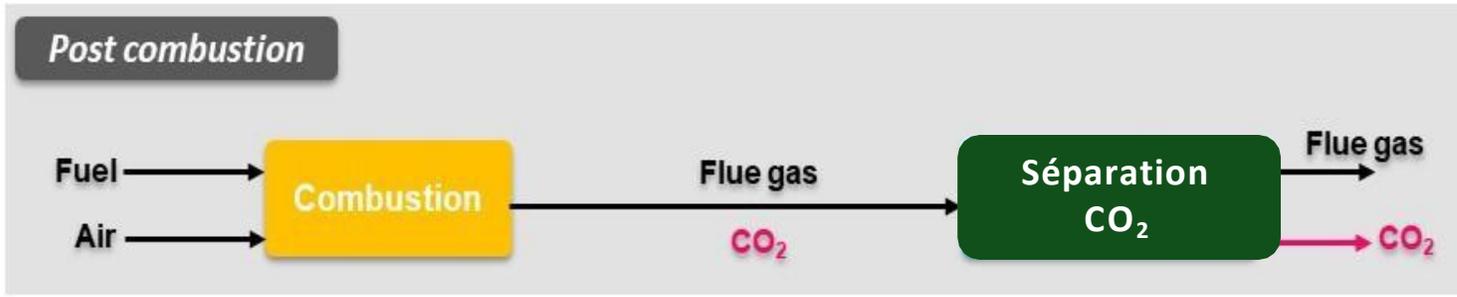


Figure 1 : Carte de la trajectoire du CCUS en France

# 3. Technologies de captage de CO<sub>2</sub>



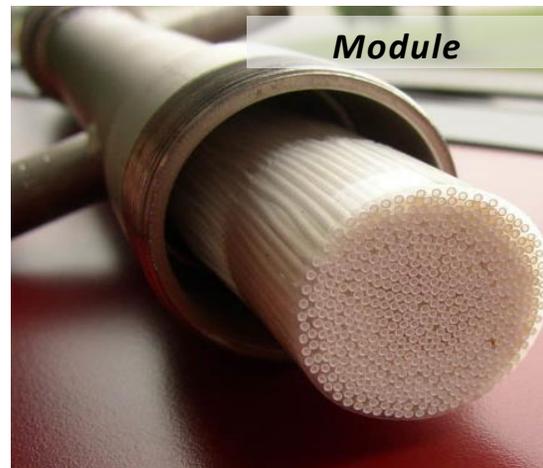
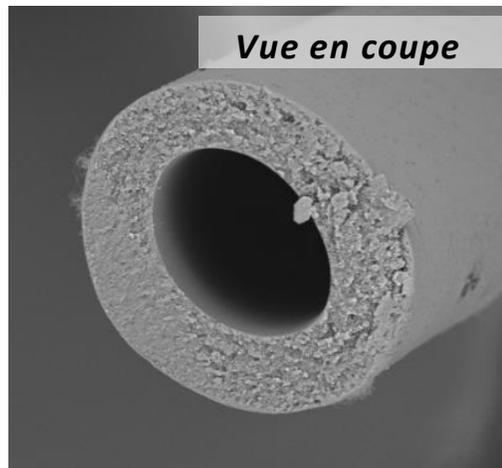
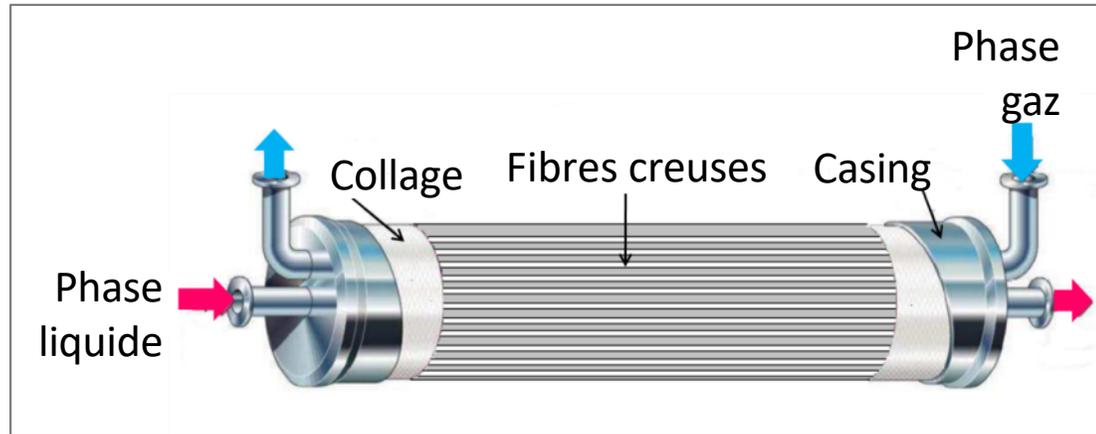
### 3. Technologies de captage de CO<sub>2</sub>



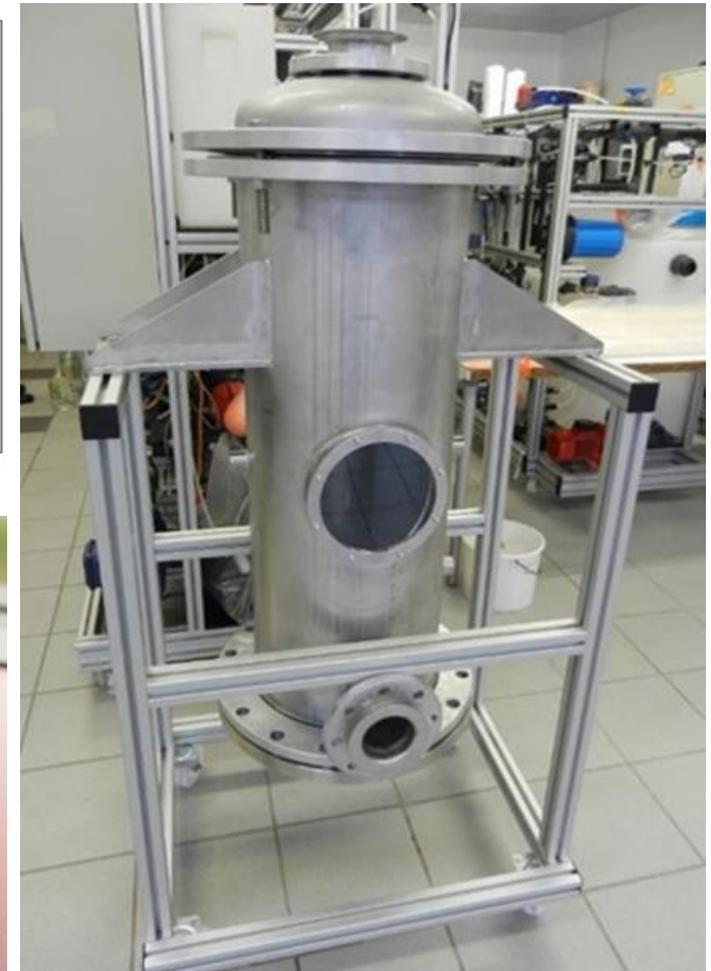
- Capture par cryogénie
- Capture par absorption aux solvants

# 3. Technologies de captage de CO2

## Technologie LLT de captage de CO2 Projet EnergyCapt (2009-2014)



2009/07/28 10:10 D6.2 x300 300 um



# 3. Technologies de captage de CO2

## Technologie LLT

### Séparation membranaire

#### Absorption chimique

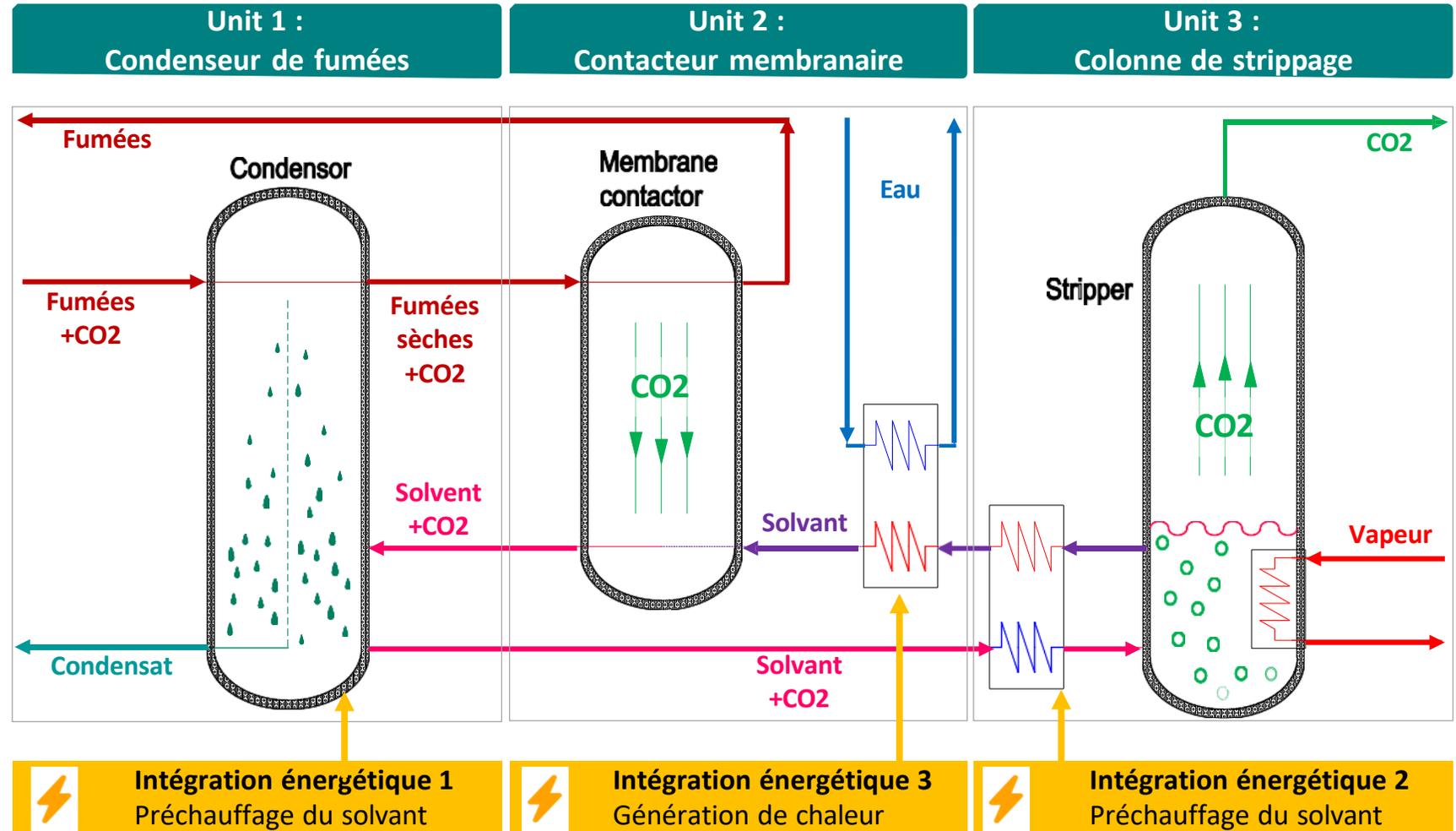
Conditions opératoires : 50°C, 2 bars

Solvant : Monoéthanolamine à 30%

(MEA)

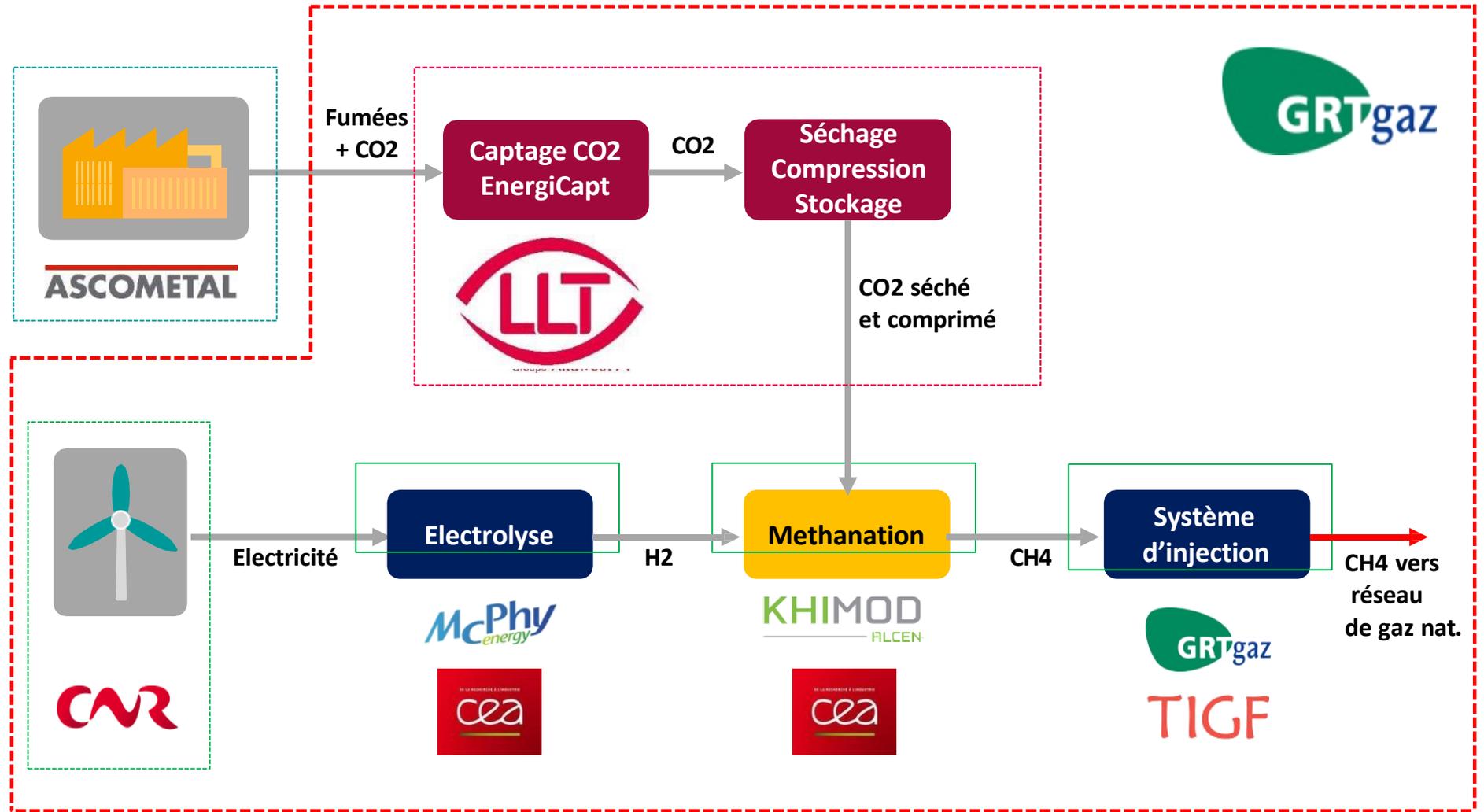


**Système Automatisé**  
Développement de  
l'ECC



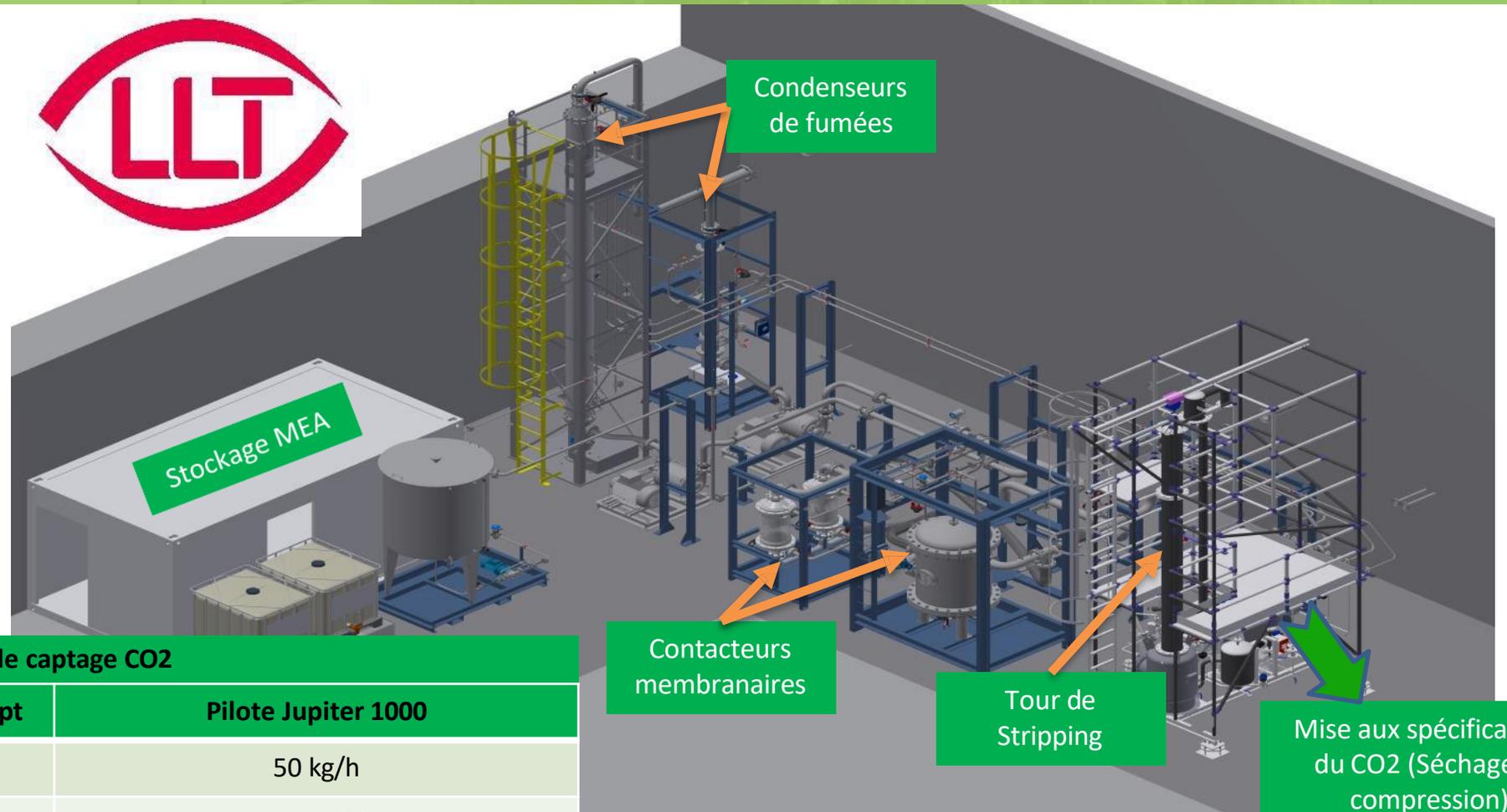


# 4. Projet JUPITER1000





## 4. Projet JUPITER1000



### Unité de captage CO2

Paramètres	Pilote EnergyCapt	Pilote Jupiter 1000
CO <sub>2</sub> capté	10 kg/h	50 kg/h
Q <sub>v</sub> Fumées	100 Nm <sup>3</sup> /h	600 Nm <sup>3</sup> /h
Emprise au sol	6 x 5,5 x 8 m	10 x 20 x 10 m

# 4. Projet JUPITER1000

- Les tests ont permis de valider le fonctionnement du démo captage de CO<sub>2</sub> dans le secteur de la sidérurgie avec des fumées en CO<sub>2</sub> (3-5 %vol.)
- Clôture projet avec l'ADEME en juin 2024.

## Perspectives de développement LLT :

- Utilisation de la technologie avec des fumées chargées en
- Optimisation de la consommation énergétique et l'impact environnemental de la technologie de captage de CO<sub>2</sub>

pouss



*Photo de l'installation de captage de CO<sub>2</sub> de LLT (05/2024)*



Merci pour votre attention



7 NOVEMBRE 2024

# MONTALIEU



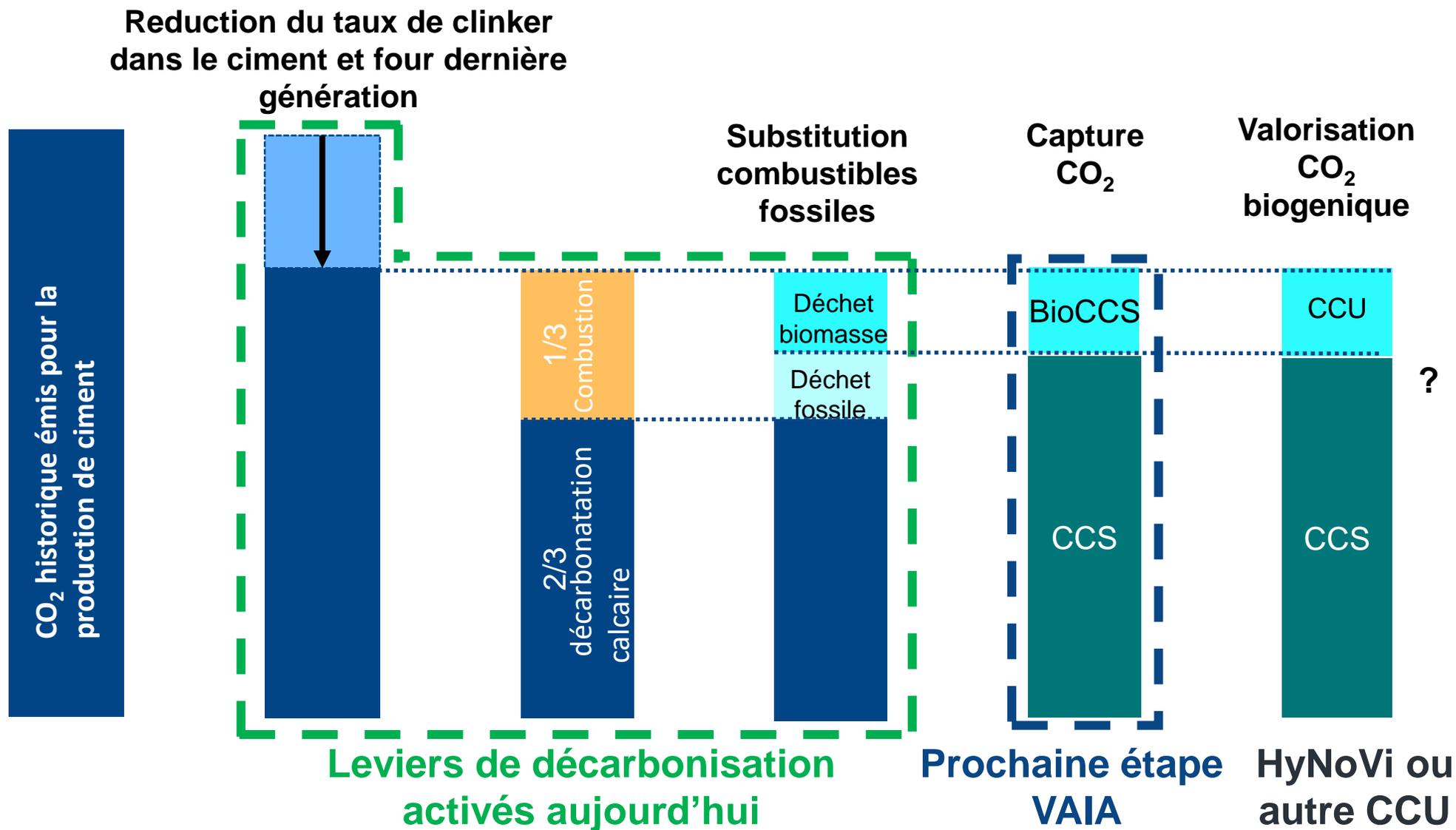


Louis Vicat (1786 – 1861)

- Aujourd'hui présent dans 12 pays, le Groupe développe une offre performante de **matériaux de construction minéraux et biosourcés**, et de services répondant aux besoins des métiers de la construction.
- Partout où ses cimenteries, carrières de granulats, centrales à béton, usines de produits de second œuvre sont implantées, Vicat s'attache à **produire localement**, en développant les **territoires** et **l'emploi**.
- Depuis plusieurs années, le Groupe s'engage dans la **transition écologique** en réduisant l'empreinte carbone de l'ensemble de ses activités et en déployant les vertus de **l'économie circulaire**.
- L'entreprise, sous **contrôle familial**, cultive au quotidien des **relations de confiance** avec ses clients, ses partenaires et ses collaborateurs.

Vicat est une entreprise française créée il y a 169 ans dans la lignée de Louis Vicat, inventeur du ciment artificiel en 1817.

# Les 3 grands axes de decarbonation du ciment



# Carbon Capture, Transport et Stockage

## Cimenterie Vicat de Montalieu

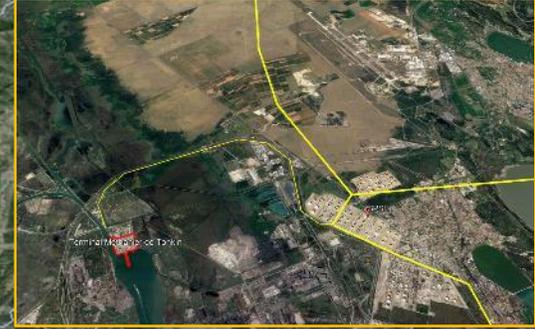
Montalieu-Vercieu, Isère  
En activité depuis 1923  
Capture de CO<sub>2</sub> : 1,2 Mtpa

## Canalisation de CO<sub>2</sub> SPSE

Longueur = 280 km, 100% enterré  
Capacité de transport de CO<sub>2</sub>  
estimée à 5 Mtpa

## Terminal de Fos Tonkin

Le Tonkin, Fos-sur-Mer, Bouches-du-Rhône  
En activité depuis 1972



# Carbon Capture et Stockage : Rhône décarbonation



New installation at Montalieu cement plant (38) with connection to PL2

Repurposing of existing pipeline PL2 from Lyon to Fos-sur-Mer

Liquefaction and export LCO2 terminal on existing site of Fos Tonkin

- 1,2 Mtpa of "hard-to-abate" CO2
- Connection length: 25 km

- PL2 length: 300 km – Capacity : 4 Mtpa
- Connection to LCO2 terminal: 10km

- Liquefaction capacity (-46°C, 7 bars): up to 4 Mt/an
- Temporary storage + ship loading facilities



VAIA project



RHONE CO2 project





Merci pour votre  
attention !



ATELIER

# Valorisation des données pour le stockage d'énergie



# GT Batterie Tenerrdis

## Groupe de travail technique :

- Lancé le 13 juin 2023, exclusif pour les membres Tenerrdis
- 2 réunions/an → Dernière réunion : « Journée Experts Batterie » à Grenoble le 16 avril avec 70 participants
- Sujets traités : Sécurité des batteries, réparation, seconde vie, assurance, et recyclage ...
- Pour plus de contenu sur la filière batterie, consultez le [groupe thématique batterie](#) sur espace membre



# Rôle des données dans le stockage

## Exemples

### → Recherche et Développement (R&D)

Pour améliorer les performances des batteries, leur durabilité et leur coût de production à travers :

- **La modélisation** des nouvelles compositions chimiques et **l'optimisation des matériaux** contenus dans les batteries en étudiant différents paramètres électrochimiques
- **La Prédiction de la durée de vie** et le taux de dégradation qui permettent de réaliser une maintenance prédictive et/ou préventive

### → Optimisation des performances et gestion en temps réel

- **Gestion de l'énergie** à travers un BMS (Battery Management System) pour surveiller en temps réel la tension, le courant, la température, et d'autres paramètres
- **Optimisation des cycles de charge** en analysant les données de charge/décharge pour prolonger la durée de vie des batteries



# Rôle des données dans le stockage

## Exemples

### → Optimisation de l'intégration aux réseaux électriques

Dans le contexte du stockage d'énergie stationnaire couplé avec de l'EnR :

- **Equilibrage de charge** : prévoir les pics de demande afin d'équilibrer l'offre et la demande sur le réseau
- **Optimisation du stockage d'énergie intermittente** à travers les données météorologiques et les prévisions de production

### → Optimisation des infrastructures de recharge

- **Gestion des réseaux de recharge** : développer un réseau intelligent capable d'optimiser la disponibilité des bornes
- **Tarifcation dynamique** : ajuster les prix de la recharge en fonction des données de consommation d'énergie, des prévisions de demande, et des périodes de pointe



# Rôle des données dans le stockage

## Exemples

### → Traçabilité et fin de vie

- **Passeport Batterie** : Suivi des métaux critiques et des matières premières des batteries depuis la phase d'extraction jusqu'à la fin de vie, ainsi que le suivi de l'empreinte carbone liée à la fabrication et à l'utilisation des batteries
- **Diagnostic à la fin de la 1<sup>ère</sup> vie pour définir la suite** : 1) Recyclage ; 2) Reconditionnement ; 3) Usage en 2<sup>nd</sup> vie



### → Marché de l'énergie

- **Arbitrage énergétique** : acheter de l'électricité moins chère pour le stockage et la revendre quand elle est plus chère
- **Marché de régulation de fréquence et de réserve** : équilibrer la fréquence du réseau et assurer une réserve de capacité instantanée





entroview

Battery diagnosis software for gigafactories & mobility

CONFIDENTIAL

# ENTROVIEW

Get to know us

01



Creation date: July 2021



Gaëtan  
DEPAËPE  
CEO



Sohaib  
EI OUTMANI  
CTO & Inventor



Alexia  
BICHON  
Materials Science  
Engineer



Valentin  
NONY  
Chief of Staff



Pierre  
KUNTZ  
Electrochemical  
Engineer



Margo  
LANDRIER  
Project &  
Communication  
Coordinator



Maxence  
BLOMME  
Software Engineer



Walid  
CHRIMNI  
Data Scientist



Entropy based  
software

- 1 Defect detection
- 2 Real time State of Charge (SOC)
- 3 State of Health (SOH)
- 4 Cells matching

## Creation partners



## Structuring partners



## Industrial partners



4 Undisclosed  
Gigafactories

## Academic partners



# THE PROBLEM

No one fully **understands batteries**

02

Batteries are a **complex system**

This leads to **huge losses** in production, unexpected failure and deaths in use

The circular value chain remains **unstructured**

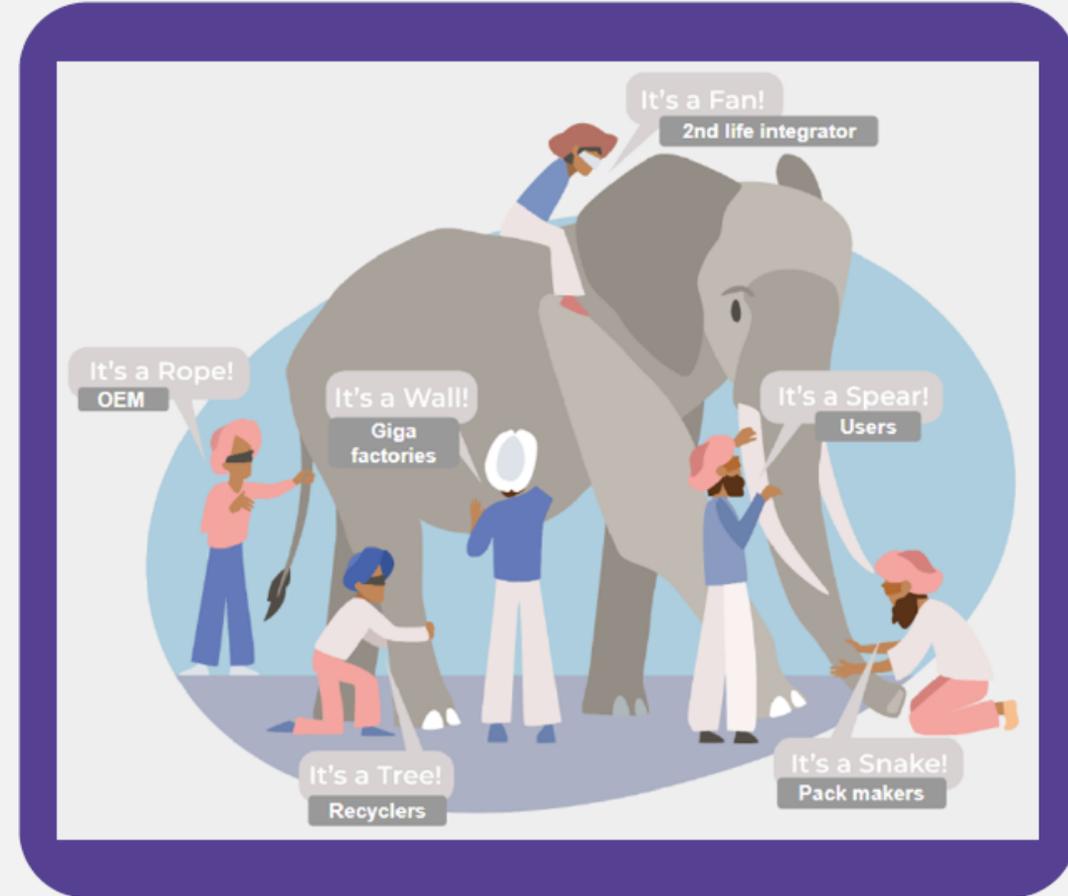


GM recalls 141,000 Bolt EVs at a cost of \$1.8 billion

Hyundai recalls cost \$874 million

Volkswagen recalls 100 000 cars

Stellantis recalls 127 000 cars



# THE SOLUTION

Our edge : **Entropy physical correlation**



Entropy is a measure of the **number of possible microscopic configurations** of individual atoms and molecules in a system that comply with the system's macroscopic condition.

**For example**



In a glass of water, **water molecules** could take many **space configurations**



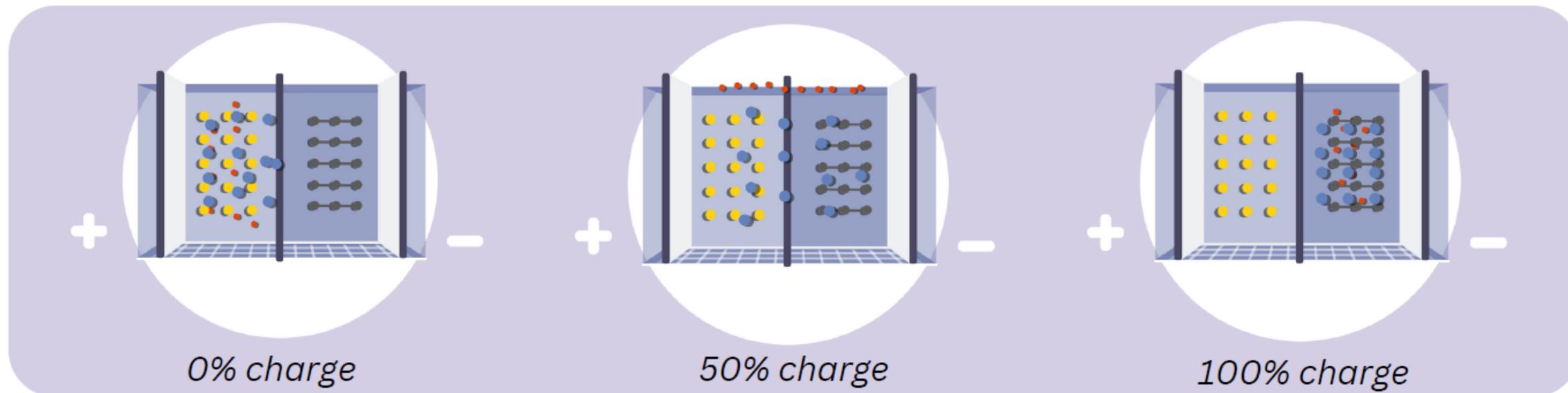
This configurations number is **Entropy**



# THE SOLUTION

Entropy is a key to understanding batteries

04



Representation of the journey of lithium molecules during charge



**Entropy** is a measure of the number of atom configurations & is linked to the microscopic structure of the electrodes

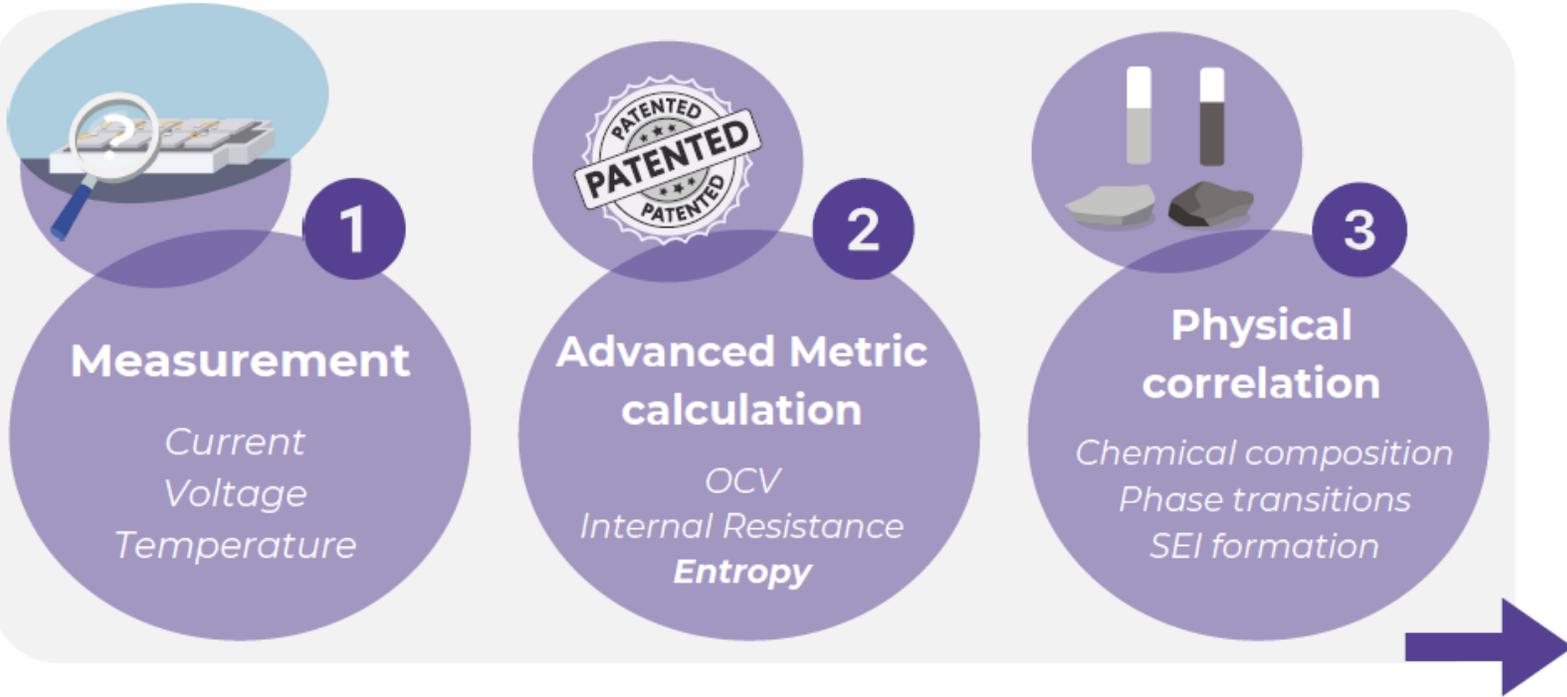


Can be calculated in **real time and in operando thanks to OUR PATENT**

# THE SOLUTION

Our edge : **Entropy physical correlation**

05



**4**

## Solution

**Entropy based software for:**

- Micro Short Circuit detection
- Defect detection for gigafactories
- Real time State of Charge (SOC)
- State of Health (SOH)

Results backed by **physics** : reliable and more accurate

# 1

# FEATURES

Entropy allows accurate **default detect**

06



To **detect defaults** at the end of the production line of the gigafactory, a test is conducted that typically takes an average of **10 days**.

## Entroview solution



Reduce testing time from 10 days to 10 hours



Drive down cost for cells



Enhance battery efficiency & safety



Reduce environmental impact

Next steps: set up our solution on one pilot line in a undisclosed gigafactory

# 2

## FEATURES

07

Entropy allows accurate **SOC measuring**



A precise measure of the SOC is critical for ensuring autonomy of the vehicle and to increase lifespan of the battery pack. Currently it is almost impossible to measure a precise SOC on LFP cells.

### Entreview solution

- ✓ Accurate SOC measure
- ✓ Increase autonomy of the vehicle
- ✓ Increase safety and lifespan
- ✓ Increase the trust into the vehicle for the client

# 3

# FEATURES

Entropy allows **SOH characterization**

08



A precise understanding of the SOH is critical for **ensuring safety** in the battery pack and to manage end of life to be able to increase the length of use and the second-life battery market.



## Entroview solution



**Accurate SOH calculation**



**Characterization of ageing effect (Plating..)**



**Increase safety and lifespan**



**First and Second life warranty**

**Next steps:** Developing a Proof Of Concept with one car manufacturer and one second life battery integrator

# THE PRODUCT

First focus : **defect detection** for gigafactories

09

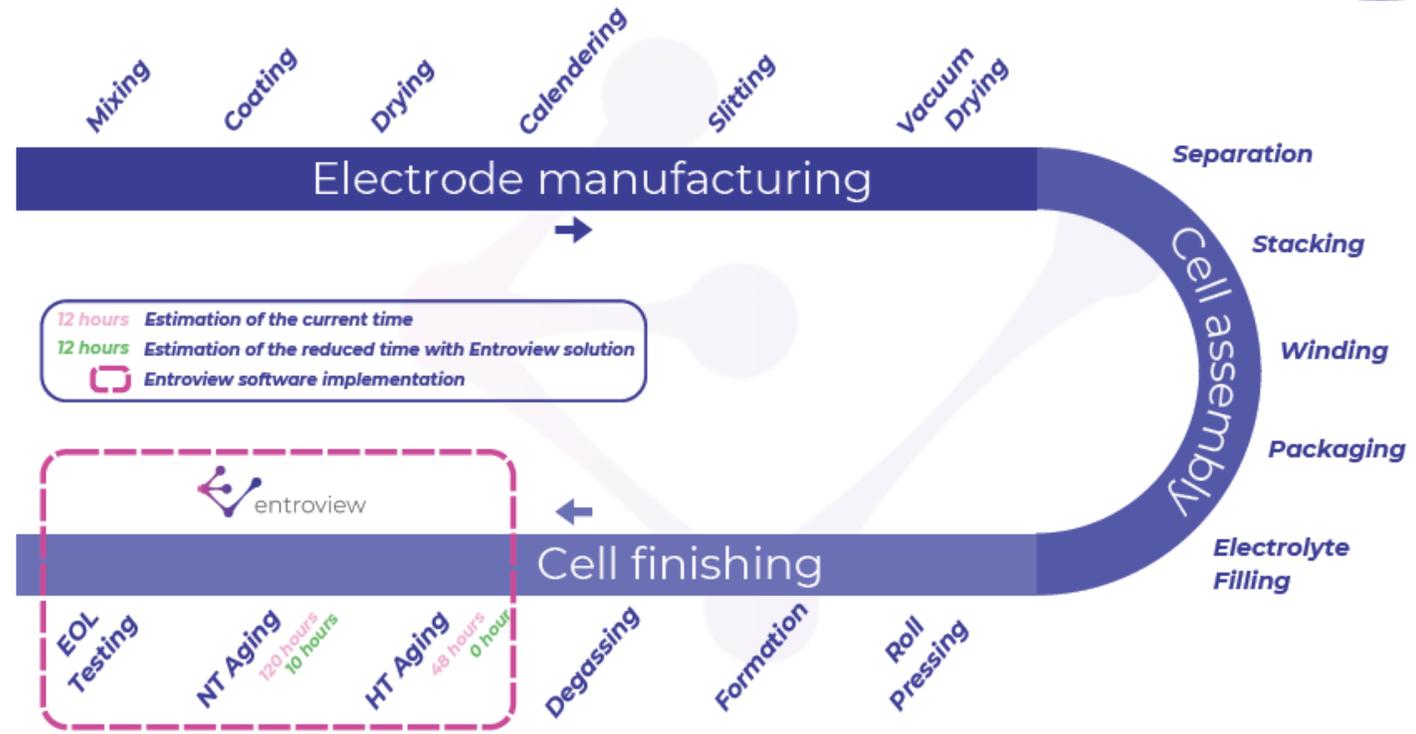
Enter Giga with advanced algorithms

State of the art

8 days tests

Entroview software

10 hours



Standard end-of-line test in the Gigafactory process.  
Our software solution will replace the four circled steps.

# DIAGNOSTIC SOFTWARE

SOH complete test in 5 hours

10

## State Of Health

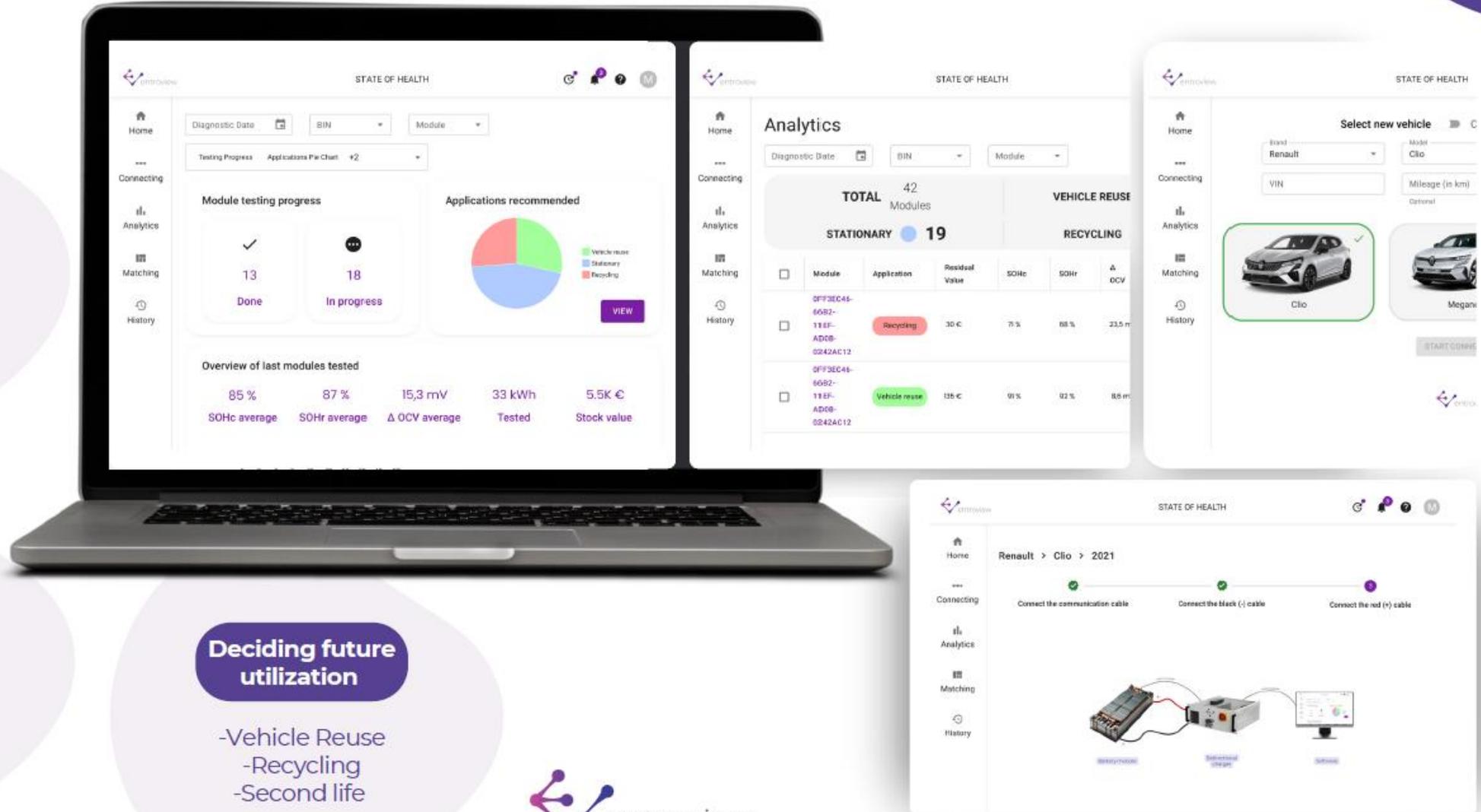
Residual capacity and internal resistance with high level of accuracy

## Residual value

Based on degradation modes (LLI, LAM, SEI)

## Deciding future utilization

- Vehicle Reuse
- Recycling
- Second life

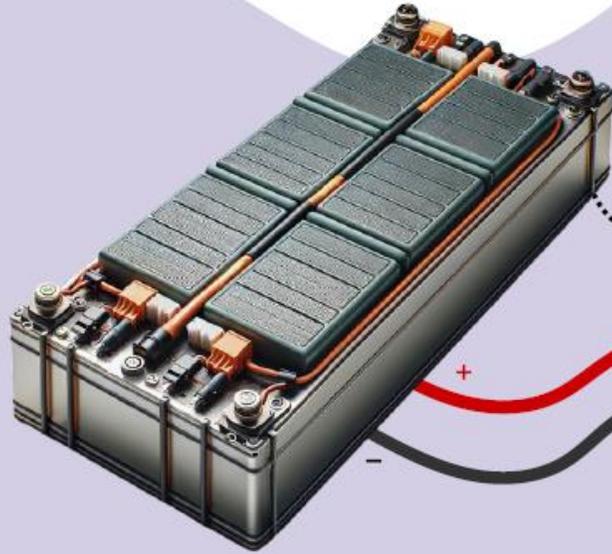


# PROTOTYPE

Connecting

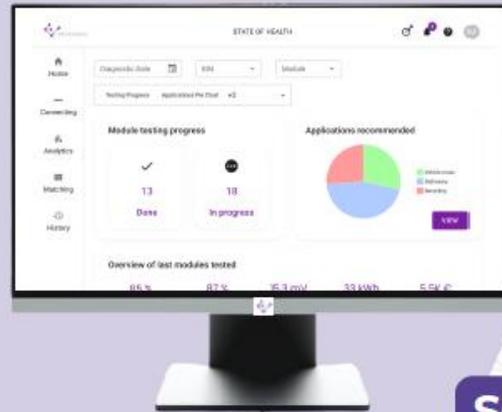
11

Battery module



communication

Bidirectional  
charger



communication

Software

# THANK YOU



+33 6 63 44 86 74



[enterview.com](http://enterview.com)



[gaetan.depaepe@enterview.com](mailto:gaetan.depaepe@enterview.com)



enterview

A sustainable world fuelled by smart batteries

[www.enterview.com](http://www.enterview.com)



# ECLIPSE - PRESENTATION TENERRDIS

---



Novembre 2024

# Eclipse, les spécialistes français du **stockage par batteries**



## **Un acteur innovant de l'énergie**

Acteur innovant de l'énergie basé en France, Eclipse œuvre pour l'indépendance des réseaux énergétiques



## **Nous finançons et construisons des projets BESS**

Projet à grande échelle, du développement à la maintenance



## **Nous Optimisons des BESS grâce à notre technologie**

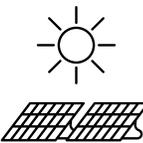
Outils d'optimisation internes maximisant les performances de la batterie et le service rendu au réseau



# Un contexte nécessitant un fort développement des capacités de flexibilité sur le réseau



Electrification des usages  
(mobilités, chauffage, etc...)



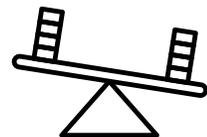
Augmentation de la production  
ENR décentralisée et  
intermittente



Augmentation de la fréquence  
des évènements climatiques  
(sécheresses, inondations..)



Contexte Géopolitique tendu



- Instabilité du réseau  
(congestion / déséquilibre  
offre-demande)
- Risque de perte de  
souveraineté



Nécessité d'augmenter nos  
capacité de flexibilité



**Mieux consommer**

- Effacement
- Ecowatt
- Indicateur prix



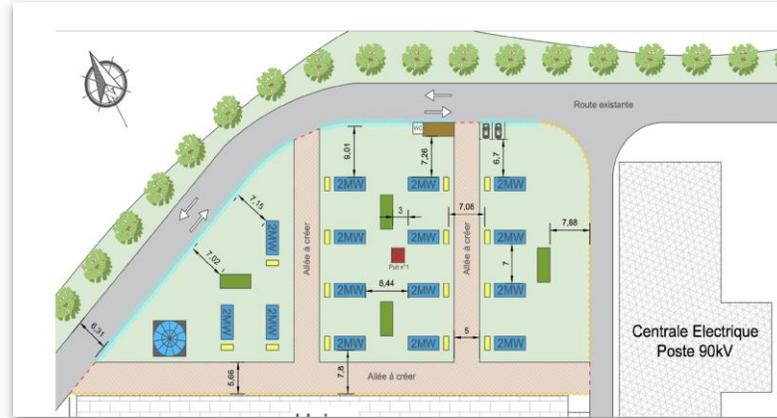
**Stocker**

- STEP
- Batteries

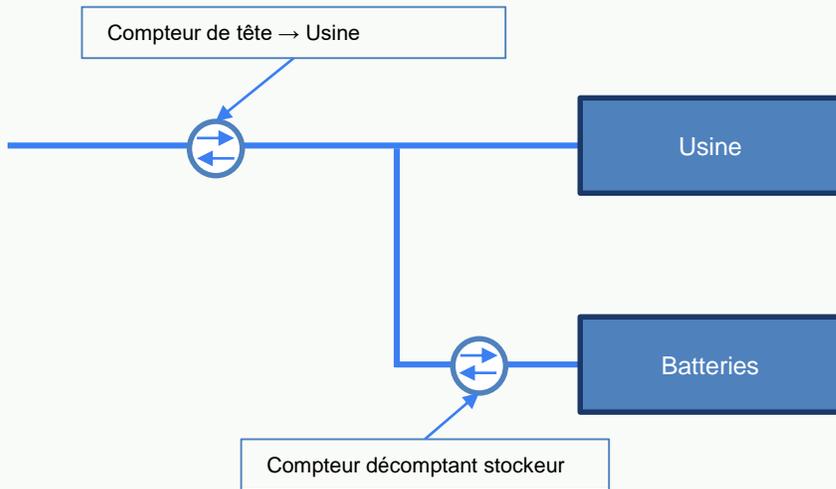
Objectif fixé par le ministère de l'environnement:  
25 GW de flexibilité en 2030 dont 10 GW de batteries

# Qu'est ce qu'un projet de batteries? (ex: application industrielle)

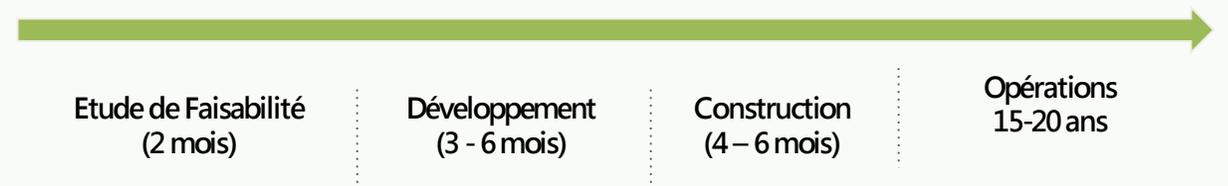
Projet 30MW/90MWh sur 3400m2



- Conteneurs de batteries 2MW/6MWh
- Onduleurs
- Transformateurs BT/HTA



Délai de déploiement d'un projet : 9 à 14 mois

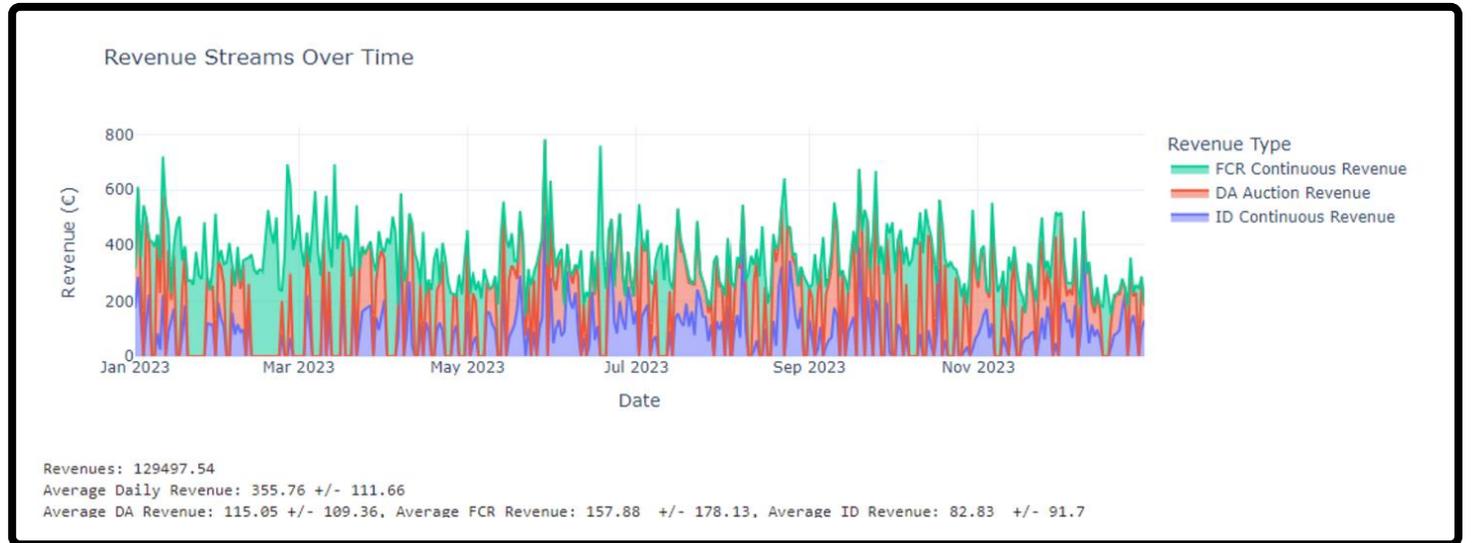


Le projet de stockage vient en décompte du site industriel



# Comment une batterie génère-t-elle un revenu?

ECLIPSE		
Services Systèmes (Réserve Primaire et secondaire)	Marchés Energie Day-ahead/ Intraday	Mécanisme de capacité
✓	✓	✓



# Du manuel au trading algorithmique

## Avant

- ✓ FCR: Enchère journalière pour la reserve primaire

## Maintenant

### NEW MARKETS LEAD TO REAL TIME TRADING

- ✓ DA: de 24 à 96 produits à trader par jour
- ✓ ID: Marché en temps reel + 3 enchères
- ✓ aFRR: Enchères journalières de la reserve secondaire

## Bientôt

+ Facteur de Dégradation de la batterie

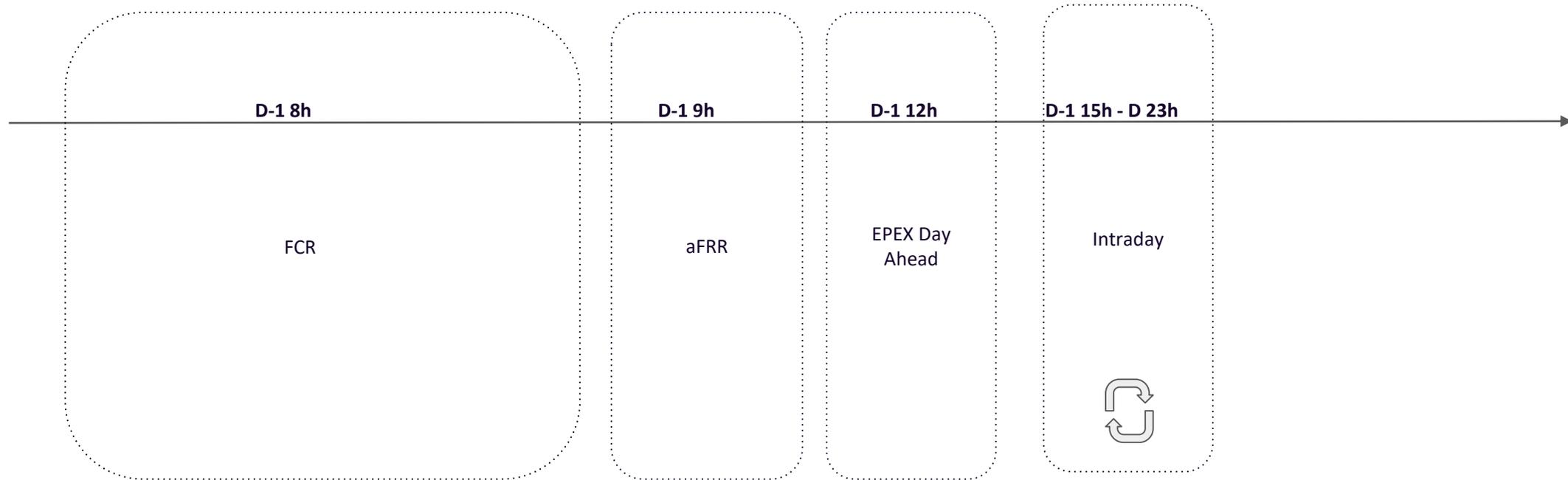
+ Optimisation de la consommation industrielle (peak-shaving..)

+ Gestion des congestions du réseau

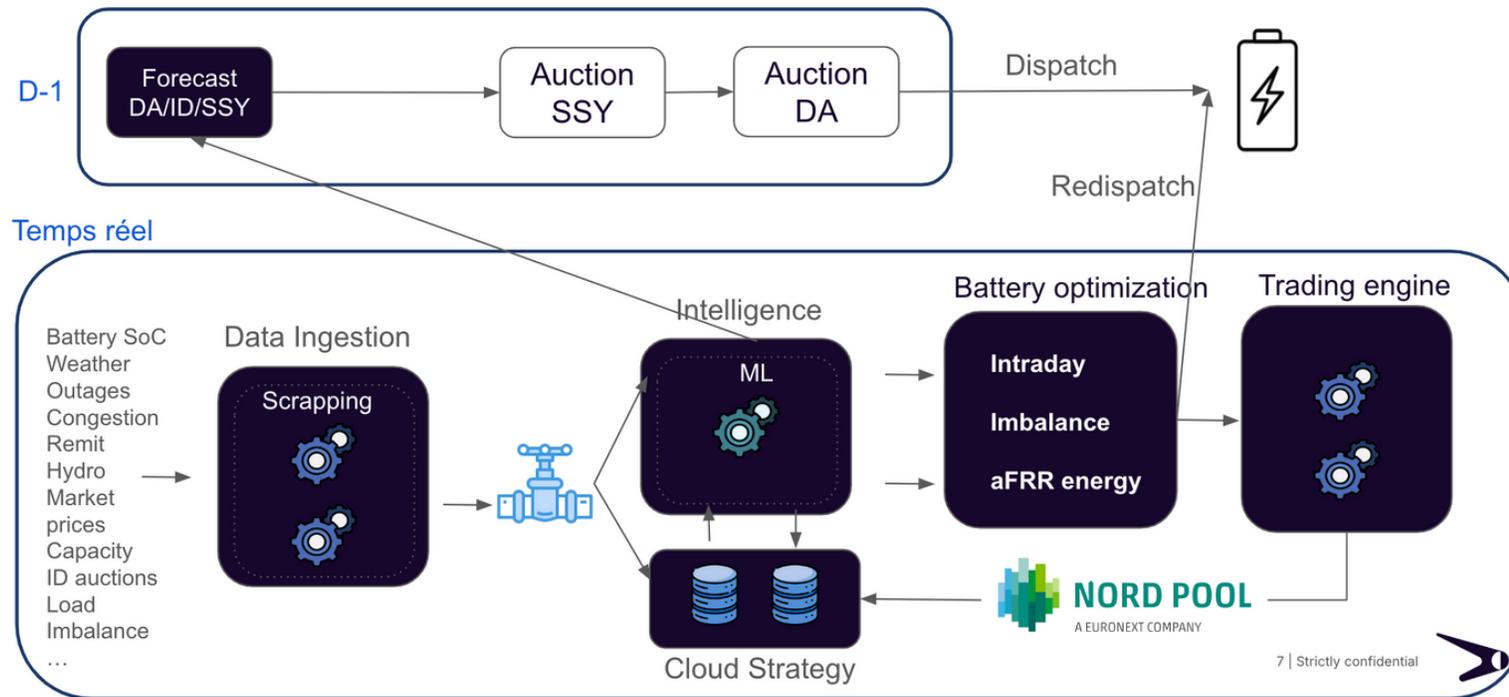
Et bien plus encore ...

**Il est nécessaire de faire appel à la technologie et d'avoir une profonde connaissance de l'ensemble des mécanisme pour être performant sur l'optimization d'un parc de batteries**

# Séquence des enchères



# Fonctionnement de notre plateforme d'algo trading



# Contact



Julien BRUNET

Directeur du Développement

Email : [jbrunet@eclipse-flow.com](mailto:jbrunet@eclipse-flow.com)

Tel : 06 37 32 60 11

ATELIER

# Réhabilitation des friches industrielles



# Déroulé



**3 Interventions de 15mn puis 30 mn de travail collaboratif - Echanges entre participants**

**Le SLS Actiparc" ; UNE PÉPINIÈRE D'ENTREPRENEURS À ÉNERGIES POSITIVES, Mathieu JANIN**

**"Quelles sont les étapes pour la conception d'un système énergétique performant l'échelle d'un site industriel? " Albéric VAN OVERBEKE**

- Aspects techniques et méthodologiques
- Ordres de grandeur
- Quid de l'autonomie énergétique : un indicateur pertinent pour la performance énergétique?

**Retour d'expérience Lhyfe: Antoine DECOUT**

# Atelier



3 tables - 2 questions:

**1** : Réhabiliter une friche industrielle ; opportunités et freins pour accélérer les projets de décarbonation?

Quels indicateurs de succès retenir? Comment valoriser ces indicateurs?

**2** : Concevoir un système énergétique innovant à l'échelle d'une zone d'activité industrielle : un premier pas vers un projet d'Ecologie Industrielle Territoriale?



Réhabiliter une friche industrielle ;  
opportunités et freins pour accélérer les  
projets de décarbonation?

Quels indicateurs de succès retenir?

Comment valoriser ces indicateurs?



Concevoir un système énergétique  
innovant à l'échelle d'une zone d'activité  
industrielle :  
un premier pas vers un projet d'Ecologie  
Industrielle Territoriale?



**SLS ACTIPARC  
SILLON ALPIN**



**PÉPINIÈRE D'ENTREPRENEURS À ÉNERGIES POSITIVES**

[WWW.SLS-ACTIPARC.FR](http://WWW.SLS-ACTIPARC.FR)

# SOMMAIRE

- 1 **Présentation du site**
- 2 **Travaux réalisés**
- 3 **Embranchement ferroviaire**
- 4 **Equipements**
- 5 **Réindustrialisation verte**
- 6 **Engagement sociétal**
- 7 **Une offre sur-mesure**
- 8 **Nos types de biens**
- 9 **Plan pôle energie**
- 10 **Comment nous trouver**



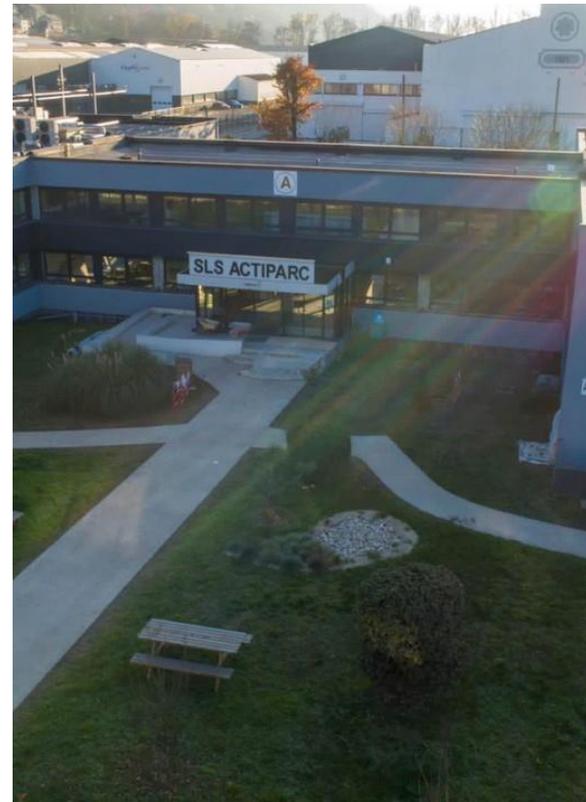
# PRÉSENTATION DU SITE

SLS Actiparc Sillon Alpin, à équidistance entre Chambéry et Grenoble, est un site de 45 hectares avec 40 000 m<sup>2</sup> de bâtiments, en réhabilitation depuis 2017 suite à la fermeture d'Ascometal en 2015.

Le site dispose d'une connexion ferroviaire opérationnelle, d'une forte puissance électrique, et de puits de pompage.

## Développement économique et social :

Actuellement, plus de 50 entreprises y sont implantées, générant 350 emplois. Le site prévoit d'atteindre 500 emplois d'ici trois ans, dont 200 en réinsertion. Adapté à toutes tailles d'entreprises, SLS Actiparc propose des espaces clé-en-main dans un environnement dynamique.



# TRAVAUX RÉALISÉS

Site de 45 hectares avec des projets de bâtiments de 1 500m<sup>2</sup> / 3 000m<sup>2</sup> / 6 000m<sup>2</sup>



# EMBRANCHEMENT FERROVIAIRE



Le site offre un accès direct au rail depuis la ville du Cheylas, une infrastructure précieuse renforcée par l'arrivée d'ALSTOM en 2021, avec un hall réhabilité pour la maintenance et modernisation de trains.



# EQ UIP EM ENT S

## Services et infrastructures :

Le site met à disposition  
services : de nombreux équipements, un espace coworking, salle de réception, vélos électriques et bornes de recharge, créant un environnement de travail moderne dans la Vallée du Grésivaudan.



# REINDUSTRIALISATION VERTE

## Engagement écologique et énergétique :

En tant que "pépinière d'entrepreneurs à énergies positives," SLS produit 1,6 GWh d'énergie verte et consomme 1,2 GWh. Grâce à des panneaux solaires, une éolienne et des projets en développement (champ photovoltaïque, recyclage de batteries, production d'hydrogène vert), SLS vise 15 GWh de production annuelle d'ici deux ans.





# ENGAGEMENT SOCIÉTAL

SLS Actiparc soutient des initiatives sportives et culturelles et fait partie du CLUB DES PARTENAIRES H+SPORT pour l'inclusion des personnes handicapées. Des ruches sont également installées sur le site pour encourager la biodiversité.

# UNE OFFRE SUR-MESURE

SLS Actiparc propose des espaces modulables et un emplacement stratégique. Ses infrastructures et équipements avancés répondent aux besoins de bureaux, d'espaces artisanaux, de bâtiments industriels, ou de terrains en location, offrant un accompagnement sur mesure dans la région.



# BATIMENTS INDUSTRIELS

Un futur bâtiment industriel à construire de 6 000 m<sup>2</sup>, le démarrage des travaux peut être rapide et une livraison au dernier trimestre 2024 (à louer)

# BUREAUX

- Des bureaux neufs à louer, dans des locaux entièrement rénovés de 15m<sup>2</sup> à 1 000m<sup>2</sup>
- un futur parc d'activité en construction de 1 500m<sup>2</sup> et ses bureaux d'accompagnement
- une pépinière d'entrepreneurs



# PLAN PÔLE ÉNERGIE

Projets :

- champs photovoltaïques
- Hydrogène vert
- recyclage de batteries
- activité ferroviaire

Silos

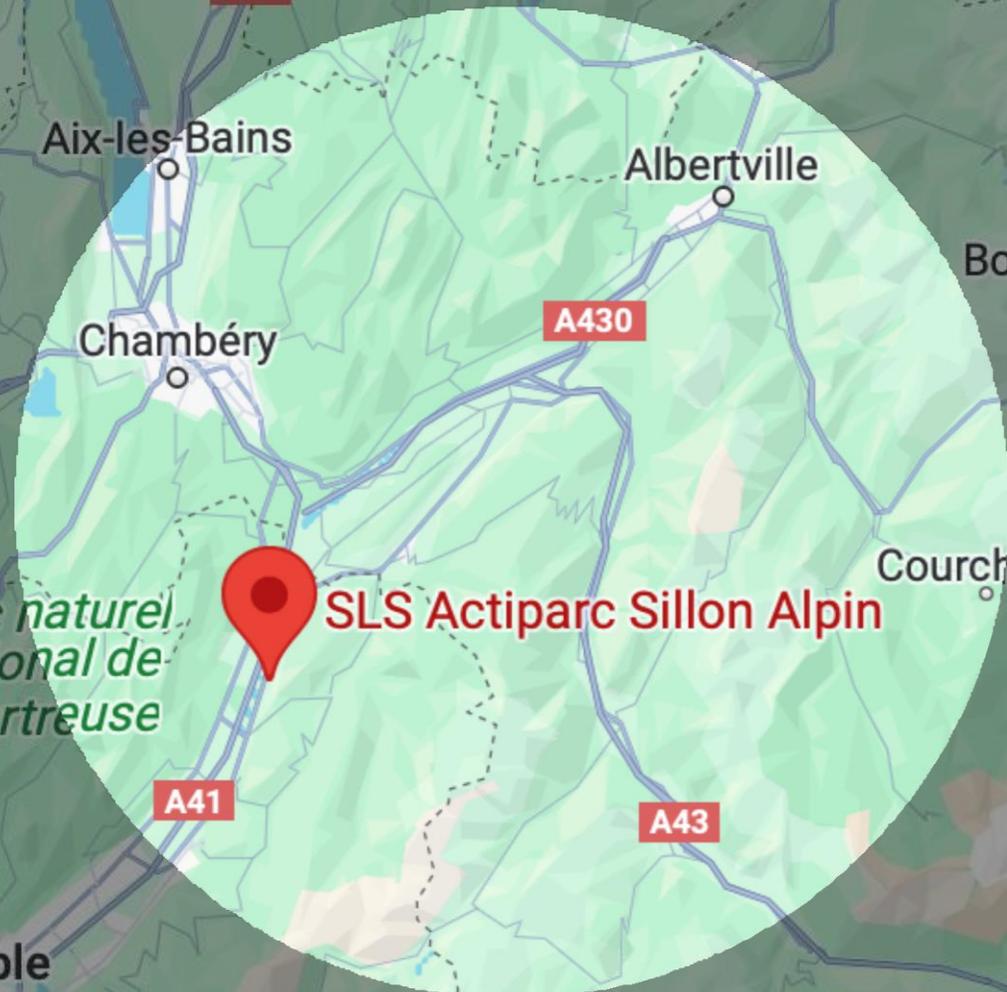
Bâtiment  
6000 m<sup>2</sup>

Zone de  
chargement  
Photovoltaïque

# COMMENT NOUS TROUVER

Différents accès

- À 5 min de Sortie (autoroute A41) 22- Allevard/ direction Allevard/ la Rochette/Pontcharra
- À 10 min de Sortie (autoroute A41) 23- Le Touvet direction Le Touvet/Allevard
- À 1h15 de l'aéroport de Lyon Saint Exupéry (LYS)
- À 1h15 de Genève
- À 25 minutes de Grenoble
- À 25 minutes de Chambéry



POUR SUIVRE NOS ACTUALITÉS @SLS.ACTIPARC





# MAÎTRISE ÉNERGÉTIQUE & DÉCARBONATION

> DUO GAGNANT POUR LA LOGISTIQUE



Centrales de toiture



Ombrières de parking



Centrales sol



Intégration architecturale



Pilotage énergétique

## NOS MISSIONS

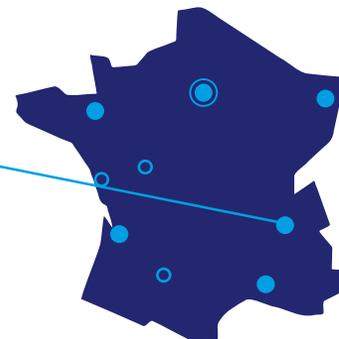
- Conseil & études
- Conception technique
- Financement
- Construction clé en main
- Maintenance
- Exploitation

**Albéric VAN OVERBEKE**

Directeur d'agence | Rhône-Alpes

avo@solstyce.fr

+33 (0)6 11 79 18 95



## Groupe Solstyce

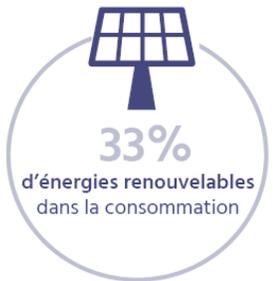


# VALORISER SES ACTIFS ET FAVORISER L'ACCEPTABILITÉ DES PROJETS

Principaux objectifs climatiques français



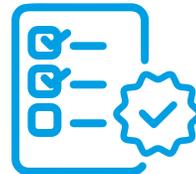
D'ici 2030



CONTRIBUER À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



GÉNÉRER DES LEVIERS FINANCIERS



RÉPONDRE À LA RÈGLEMENTATION



FACILITER LA LABELLISATION



EXPLOITER TOUTES VOS SURFACES

# SORTIR DES ÉNERGIES FOSSILES EN 2050

## CLIMAT ET RÉSILIENCE

Obligation de solarisation



30%



50%

APER

ZAN

## LOM

Par tranche de 20 PLACES  
à usage non résidentiel



x5%



x1

2025

OBLIGATION DE ZFE  
+ 150 000 habitants

2030

70%

**OBJECTIF DE VÉHICULES À  
FAIBLES ÉMISSIONS**

En cas de renouvellement  
des flottes de +100  
véhicules

2040

**FIN DE VENTE  
DES VÉHICULES  
À ÉNERGIES  
FOSSILES**

2050

**DÉCARBONATION  
COMPLÈTE  
DES TRANSPORTS**  
en émissions directes

DÉCRET  
TERTIAIRE  
consommations

- 40%

DÉCRET  
TERTIAIRE  
consommations

- 50%

DÉCRET  
TERTIAIRE  
consommations

- 60%

# LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE, UNE PROMESSE MAJEURE



ÉCONOMISER



DIVERSIFIER



DÉCARBONER



VALORISER

## Une électricité **décarbonée à prix fixe** pendant **30 ans**

- Economiser > miser sur l'autoconsommation de votre production d'énergie
- Diversifier ses apports > choisir le mix énergétique pour assurer ses approvisionnements
- Contribuer à la décarbonation > le PV, une énergie verte et durable
- Valoriser ses actifs fonciers > plus-value de l'investissement et exploitation de toutes les surfaces

## 3 clés d'accompagnement pour lever les verrous économiques et technologiques et accélérer le photovoltaïque :

- **ANALYSER ET COMPRENDRE** vos besoins énergétiques (dimensionnement, puissances etc.)
- **CHOISIR** la destination des centrales et le matériel (projection métier à moyen long terme)
- **MAITRISER** la valorisation de sa production (modèle de revalorisation et évolutions)



# ANTICIPER POUR PRÉVOIR VOS BESOINS DE DEMAIN

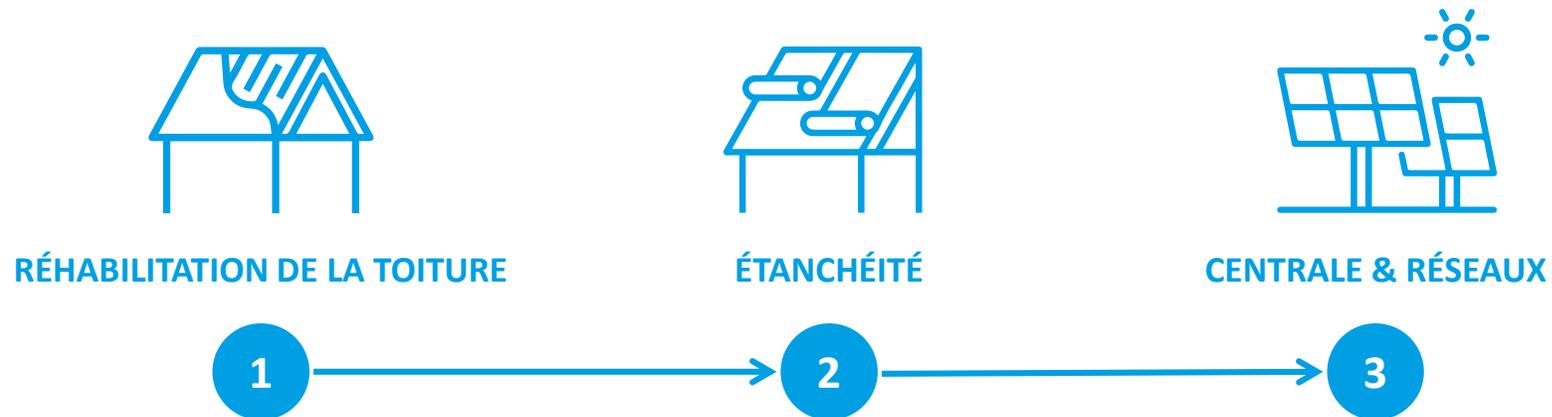
Investir dans sa stratégie de transition énergétique c'est démarrer un nouveau chapitre de son entreprise résolument tourné vers l'avenir !



# DÉFIS TECHNIQUES ET TOITURES PHOTOVOLTAÏQUES

**Penser l'installation** d'une centrale dès la planification des rotations de travaux de réhabilitation de vos toitures.

**Transformer votre toiture** existante en générateur d'énergie verte.



# DES MODÈLES ÉCONOMIQUES SANS PARTI-PRIS

Le conseil de Solstyce est **indépendant du modèle économique** qui convient le mieux à vos attentes

Nos experts étudient et proposent des solutions optimales répondant financièrement à vos ambitions



**AUTOCONSOMMATION**



**AUTOCONSOMMATION ET VENTE DE SURPLUS**

**100%**

**VENTE TOTALE**



**INVESTISSEMENT**

# MIXER LES SOLUTIONS POUR EXPLOITER LE POTENTIEL DE VOTRE FONCIER

Nous **conseillons** et **concevons** tous types de centrales photovoltaïques.  
Notre ambition ? Vous apporter **maitrise et performance énergétique** !



## 1 | COUVRIR VOS TOITURES

- Un savoir-faire reconnu du travail en hauteur
- Une forte maîtrise technique de l'étanchéité

EN SAVOIR PLUS



## 2 | OPTIMISER VOS PARKINGS

- Une installation sans interruption de votre activité
- Une intégration architecturale en fonction de votre site

EN SAVOIR PLUS



## 3 | EXPLOITER LES SURFACES AU SOL

- Une conception adaptée au relief et à la dimension de vos surfaces
- Une installation facilitée hors contraintes du bâti

EN SAVOIR PLUS

# VALORISER L'ÉNERGIE DURABLE AVEC UN SERVICE DE RECHARGE

Alimenter les **infrastructures de recharge** pour véhicules électriques sur votre site.  
Proposer un service de recharge gratuit ou payant avec un **prix du KWh compétitif et rémunérateur**.



# AVANCER VERS L'INDÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE



20%

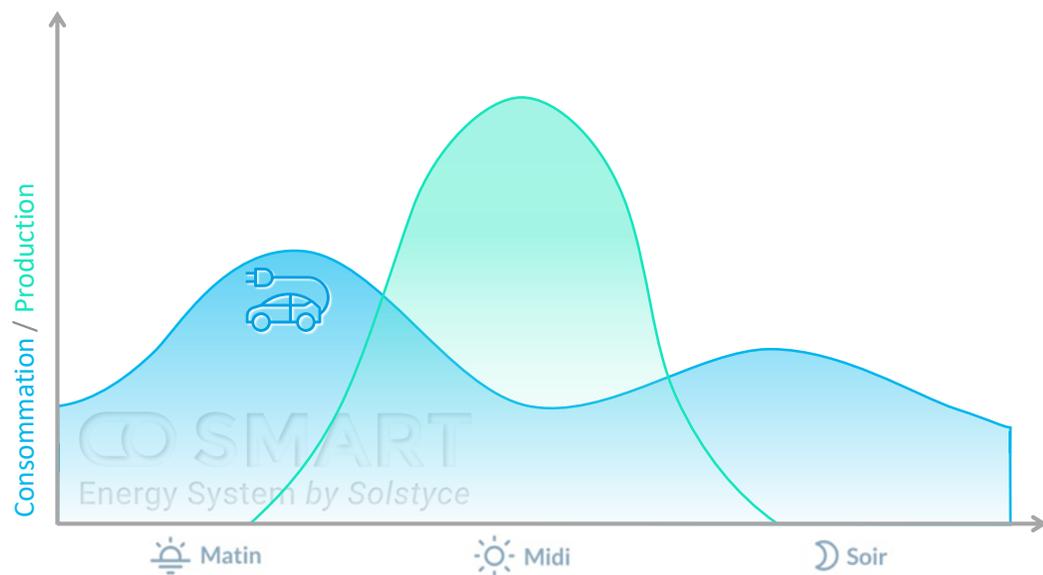


80%

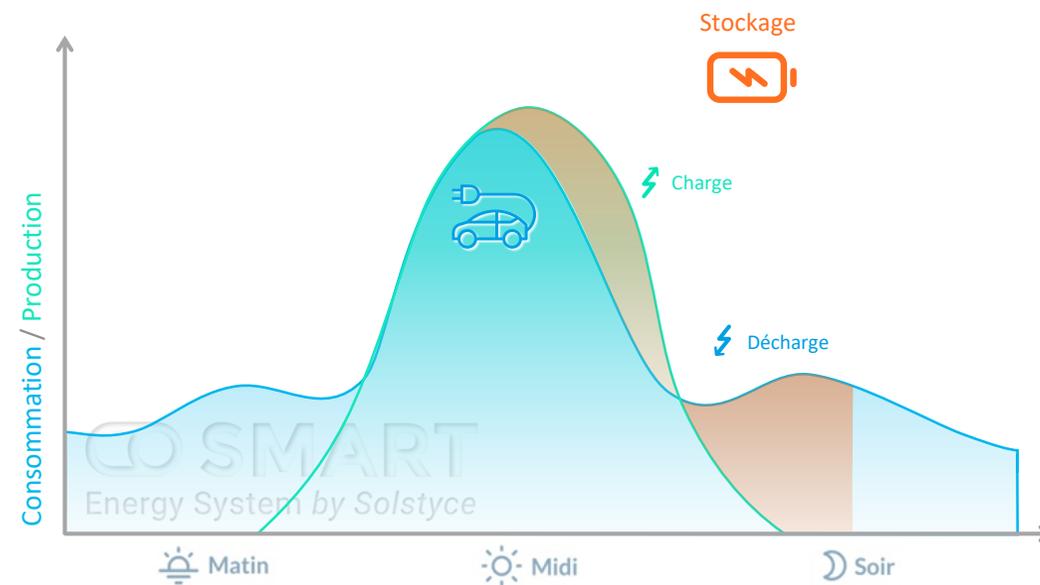


# COMMENT FAIRE ?

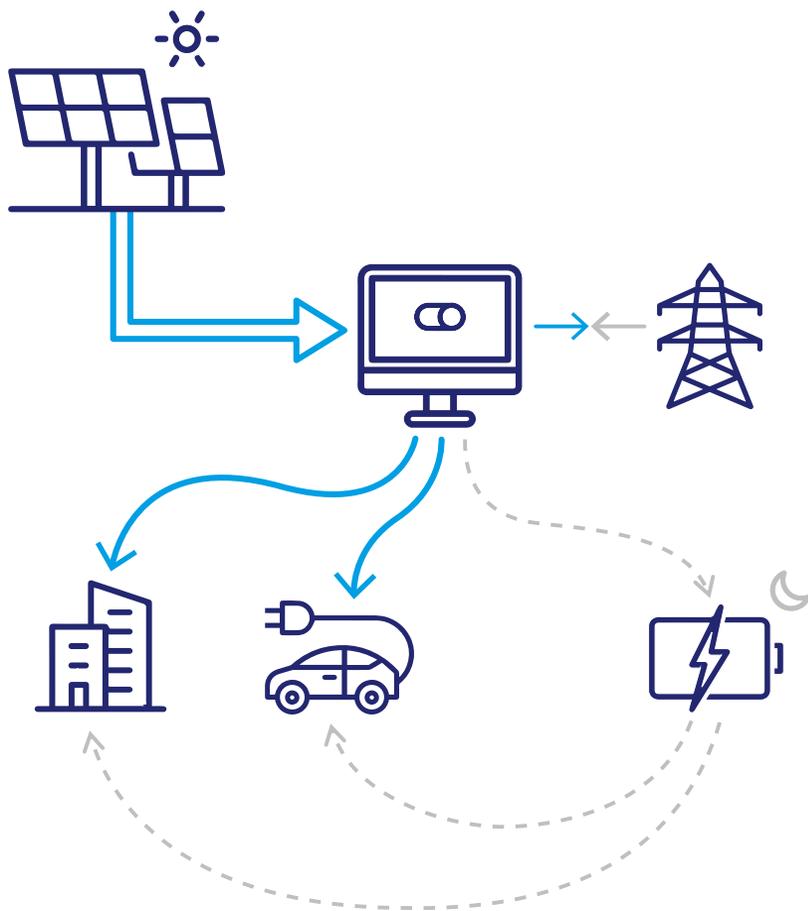
Sans SMART ES®



Avec SMART ES®



# AVEC UN SYSTÈME DE PILOTAGE ÉNERGÉTIQUE



**SMART**

Energy System *by Solstice*

## SYSTÈME D'AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE

pour **produire** son électricité  
et **piloter** sa consommation

- ✓ **DÉCARBONER** votre mix énergétique
- ✓ **RÉDUIRE** votre facture d'électricité
- ✓ **PROTÉGER** votre activité des pénuries et de la volatilité des prix de marché

# ILS NOUS FONT DÉJÀ CONFIANCE

Penser à l'énergie de son site,  
c'est déjà agir !

Ils l'ont fait, prêt à les rejoindre ?





## Solstyce S.A.S

Siège | 38 avenue Léon Gaumont, 75020 PARIS  
[www.solstyce.fr](http://www.solstyce.fr)



VOTRE INTERLOCUTEUR PRIVILÉGIÉ :

**Albéric VAN OVERBEKE**  
Directeur d'agence Rhône-Alpes

+33 6 11 79 18 95 | [avo@solstyce.fr](mailto:avo@solstyce.fr)



# Table ronde



**Thomas DELPLACE**  
*SETEC Energie  
Environnement*

L'industrie au centre  
de l'économie circulaire territoriale



**Laureline BOURIT**  
*Métropole de Lyon*



**Caterin SALAS REDONDO**  
*ROSI*



**Patrick RAKOTONDRAHAHY**  
*Enedis*

## ■ L'exemple du Cuivre

- Réserves estimées entre 30 et 50 ans (source : [P. Gauthier](#))
- Baisse de la rentabilité des gisements : de 6% à 0,6% (source : [A. Stephan](#))
- Le recyclage de cuivre ne couvre que 16 à 19,7 % de la demande (source : [J.-F. Labbé](#))
- La demande en cuivre liée à la transition énergétique devrait augmenter de 30 à 50% augmentation dans les années à venir (source : [BRGM](#))
- Pour respecter les +1,5 °C : plafonner la production primaire de cuivre dès 2024 et la réduire de 60% d'ici 2050 (source : Watari et al., Global copper cycles and greenhouse gas emissions in a 1.5 °C world, cité par Utopies)



# Industrie circulaire : vers une utilisation en cascade des produits, composants, matières

## Les «12 R» de l'industrie circulaire

### Première vie : production

Réduction  
(matière)

Remplacement  
(matière)

Rallongement  
(produit)

Réparabilité  
(produit)

Réversibilité  
(produit)

Revamping  
(produit)

### Deuxième vie : régénération

→ Réemploi  
(produit et  
composant)

Reconditionnement  
(produit et  
composant)

Remanufacture  
(produit et  
composant)

Retrofit  
(produit)

Repurpose  
(produit)

Recyclage  
(matière)

MÉTROPOLE

GRAND LYON



Faire émerger de nouveaux business models  
réparation, réemploi, remanufacture, rétrofit, réversibilité,  
filières biosourcées,...



Une démarche accompagnée par :

MÉTROPOLE  
GRAND LYON

France  
Clusters

opeo  
operations & organisations

RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

ADEME  
AGENCE NATIONALE  
DE LA DÉCHARGE  
ÉCARTÉE

LA RUCHE  
INDUSTRIELLE

KICKMAKER.

Parcours  
collectif



Parcours  
individuel



1. AMORÇAGE  
3 mois

Ateliers « pairs  
industriels »

2. EXPLORATION & TESTS  
4 mois

Go / No go

3. LANCEMENT  
6 mois

Info et Inscription [ici](#)  
jusqu'au 30 nov.



# L'industrie pourvoyeuse d'emplois

Les projets partenariaux "compétences"  
en cours pour répondre aux besoins

**Philippe CHUZEL**

*Responsable Réseau & Croissance*

**Tenerrdis**



# Défis de recrutement dans les EnR



La région AURA est un leader de la transition énergétique en France

Cela nécessite des investissements dans la formation et la création d'emplois.

# Défis de recrutement dans les EnR



1

## Pénurie de compétences

20% des entreprises signalent des difficultés de recrutement dans les secteurs techniques liés aux énergies renouvelables.

2

## Évolution rapide des compétences

Les nouvelles technologies créent un décalage entre les formations et les besoins du terrain.

3

## Attractivité et rétention

Les métiers industriels manquent d'attrait pour les jeunes générations, face à la concurrence internationale.

# Études sur les filières Hydrogène et Biogaz

## Hydrogène

Potentiel de 150 000 emplois en France d'ici 2050.

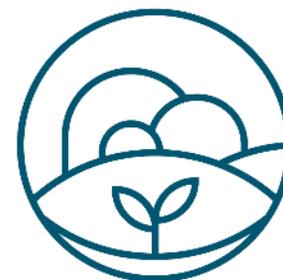
Besoin de techniciens et ingénieurs spécialisés.



## Biogaz

3 à 4 emplois créés par unité de méthanisation.

Défis de recrutement dans les zones rurales.



# Étude en cours : Réseaux électriques

1

## Objectifs

Analyser les besoins en compétences pour l'adaptation des infrastructures aux énergies renouvelables.

2

## Méthodologie

Cartographier les besoins et proposer des solutions pour adapter les cursus de formation.

### Financeurs :



# Étude Réseaux électriques : pistes de solution



## Formation Accélérée

Mettre en place des parcours de formation accélérés et faciliter la reconversion professionnelle.



## Partenariats Public-Privé

Renforcer les collaborations entre entreprises, pôles de compétitivité, universités et écoles.



## Attractivité et Diversité

Attirer les jeunes talents et encourager la participation des femmes dans les métiers techniques.

# Étude Réseaux électriques : messages clés



## Opportunité

La transition énergétique en AURA est une opportunité majeure pour créer des emplois durables.

## Défi

Un effort concerté est nécessaire pour répondre aux pénuries de compétences actuelles et futures.

## Action

Des initiatives innovantes de formation et de partenariat sont essentielles pour soutenir la croissance.

# RDV le 29 novembre



# Ateliers collaboratifs

RDV au -1 !

Décarbonation et optimisation de la chaleur

SALLE DU FOND

Pyrogazéification & gazéification hydrothermale : de la ressource à la valorisation

SALLE DU MILIEU

Boucles de courant continu MVDC

ENTREE



ATELIER

# Décarbonation et optimisation de la chaleur



# Déroulé



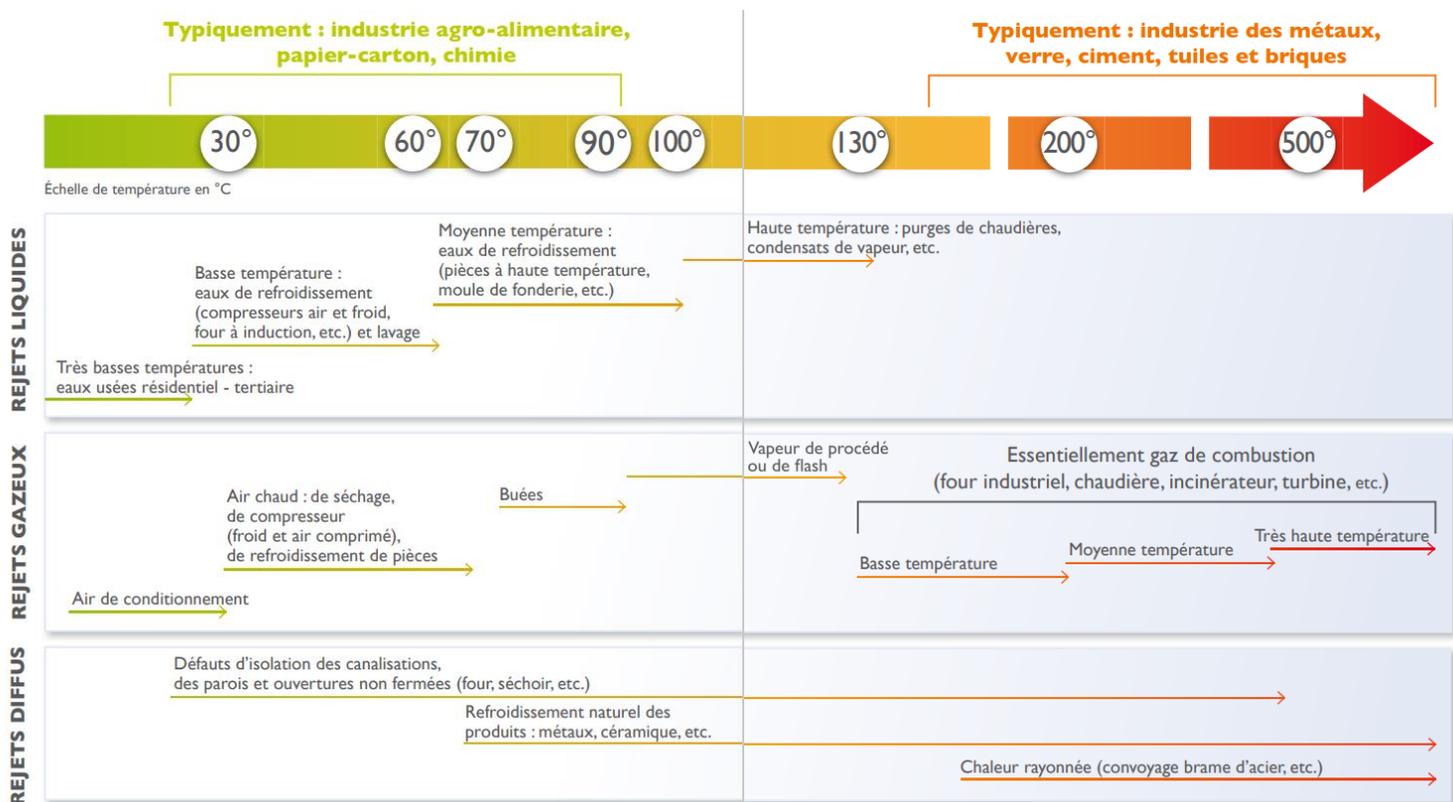
**Durée:** 1h10

**Objectif :** identifier les leviers d'actions pour décarboner la chaleur dans l'industrie

- Tour de table (*5min*)
- Valorisation de la chaleur fatale, et décarbonation de la production de chaleur, quelles sont les solutions matures disponibles ? (*30min*)
  - **New Heat:** présentation des solutions de production de chaleur renouvelable et de récupération + étude de cas.
  - **Energy Pool:** présentation de solutions de décarbonation de la production de chaleur basées sur la flexibilité (électrification/hybridation et stockage thermique) + étude de cas.
- Présentation et retour d'expérience: Usine de Placo Saint-Gobain (*15min*)
- Questions/échanges (*10min*)

# Chaleur fatale dans l'industrie

## Sous quelle forme?



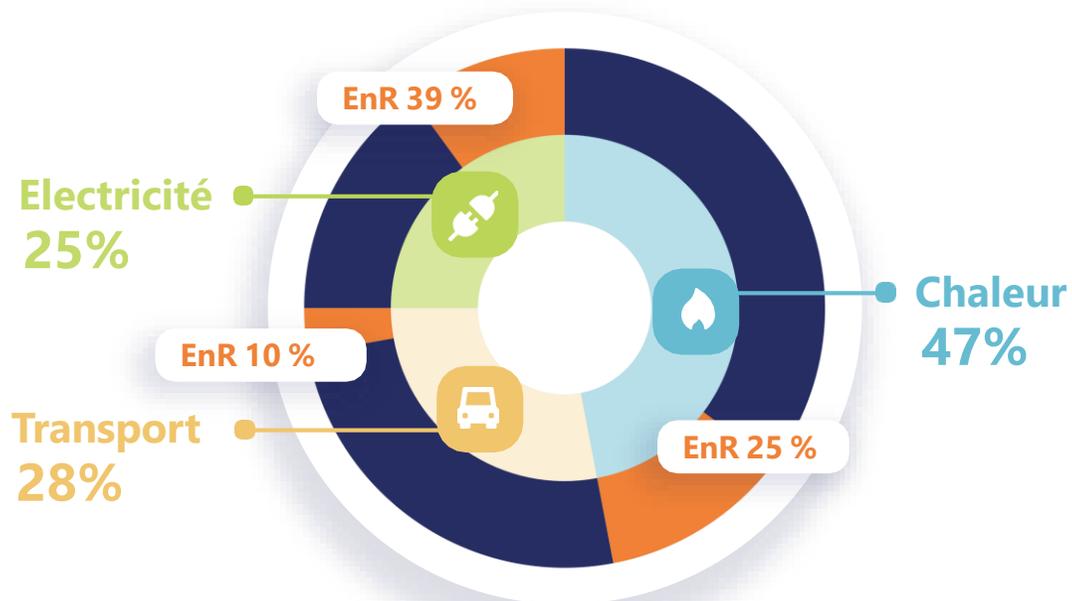
Région AURA 3<sup>ème</sup> région en terme de potentiel de chaleur fatale avec 14GWh soit 25% de la chaleur consommée en France.

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

# Contexte : la chaleur renouvelable

Un enjeu prioritaire pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>

Les EnR dans la consommation finale d'énergie de l'UE (2022)



Un enjeu clé pour la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>



En 2022, près de

**50%**

de la consommation finale d'énergie de l'Union Européenne provient des besoins sous forme de chaleur



C'est environ

**2X**

plus que les besoins sous forme d'électricité (25%) ou de transport (28%)



En France et en Europe, environ

**75%**

de cette chaleur est encore carbonée car produite par des énergies fossiles

Développer la chaleur renouvelable est la 1<sup>ère</sup> priorité pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> françaises et européennes

# Contexte : les nouvelles orientations de la Stratégie Française Énergie Climat

## Une hiérarchisation explicite des sources d'EnR&R pour atteindre des objectifs ambitieux



### Nouvelles orientations stratégiques

**Objectif d'accélérer le développement de la chaleur renouvelable :**  
en 2035, cible d'un doublement par rapport à 2024 (+150 TWh)

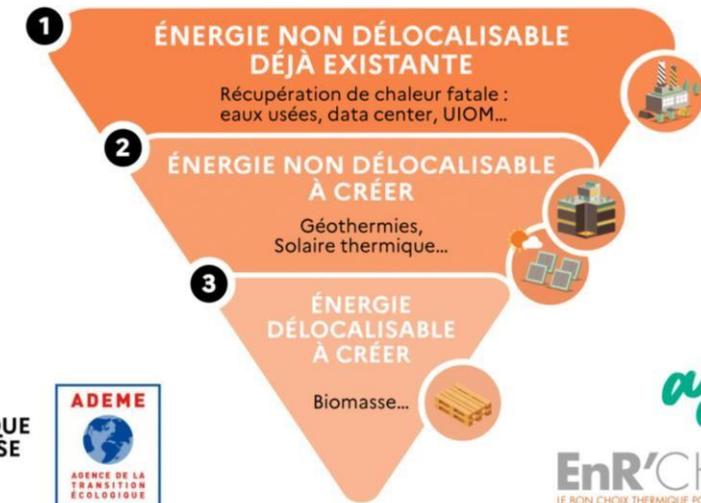
**Des enjeux croissants sur la disponibilité de la biomasse,**  
qui ne pourra couvrir qu'une part limitée de ce besoin

**Des objectifs ambitieux pour les autres filières d'ici 2035 :**

- › **Solaire thermique X 8** pour atteindre 10 TWh/an
- › **Chaleur fatale X 4** pour atteindre 20 TWh/an



### Un soutien renforcé et conditionné

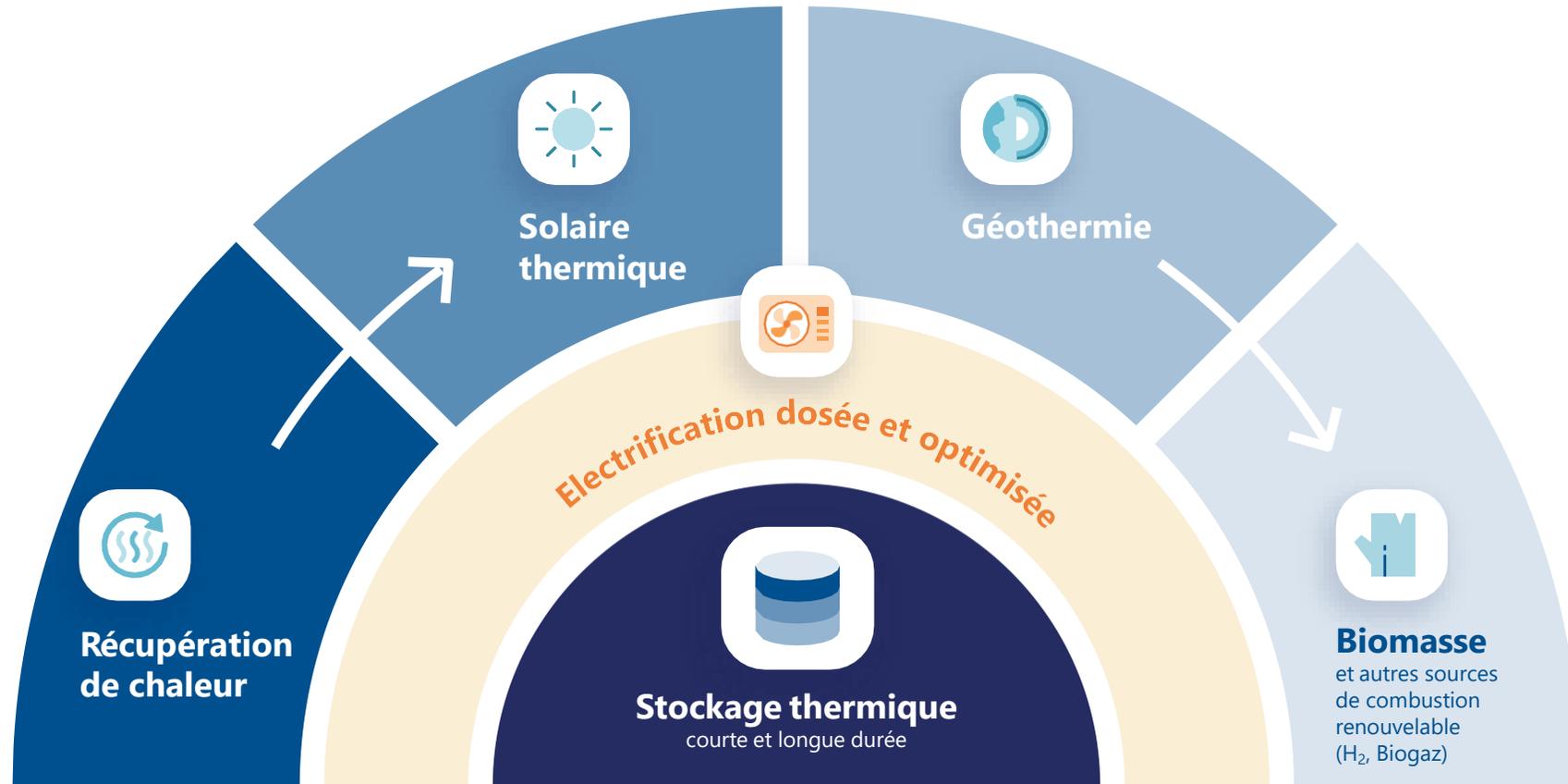


**Mise en place d'une règle de hiérarchie des usages pour obtenir le soutien d'un Fonds Chaleur en forte augmentation (800 M€ pour 2024)**

**Des sources d'EnR&R à sélectionner avec précaution en fonction des attributs du territoire, avec une attention particulière sur la hiérarchisation des usages de la biomasse**

# Notre vision : fournir de la chaleur renouvelable et durable

Valoriser les ressources locales en combinant les technologies les plus vertueuses



Combiner les technologies les plus vertueuses selon un « Merit Order »,  
autour de systèmes innovants de stockage de chaleur pour répondre aux enjeux  
économiques et environnementaux de nos clients

# Notre modèle : fournisseur de chaleur renouvelable intégré et indépendant

Des solutions complètes de décarbonation pour les sites industriels et les réseaux de chaleur urbains



## Concevoir

- › Définition précise des besoins client
- › Sélection et dimensionnement des meilleures technologies
- › Définition d'une stratégie de pilotage



## Développer

- › Maitrise foncière (recherche et location terrains, etc.)
- › Etudes environnementales et autorisations administratives
- › Mise en place contrat de fourniture long terme



## Réaliser

- › Réalisation « clé en main »
- › Sélection des prestataires et fournisseurs et coordination des travaux
- › Engagement sur les délais, les coûts et la performance



## Exploiter

- › Supervision de l'installation à distance
- › Pilotage de la maintenance et optimisation de la performance
- › Facturation de l'énergie thermique



## Financer

Recherche de soutien public

Apport des fonds propres

Négociation des financements bancaires

Pilotage audits technique, légal et assurances

**Un positionnement de fournisseur de chaleur intégré et indépendant technologiquement, pour proposer des solutions optimales et garantir leur performance sur la durée**

# Schéma de principe d'une solution

Créer un mix pertinent pour vos process et vos niveaux de températures

## Exemples :

% du besoin client

100%

Très Haute Température

Biomasse, RMV, Chaudière  
Electrique

Haute Température

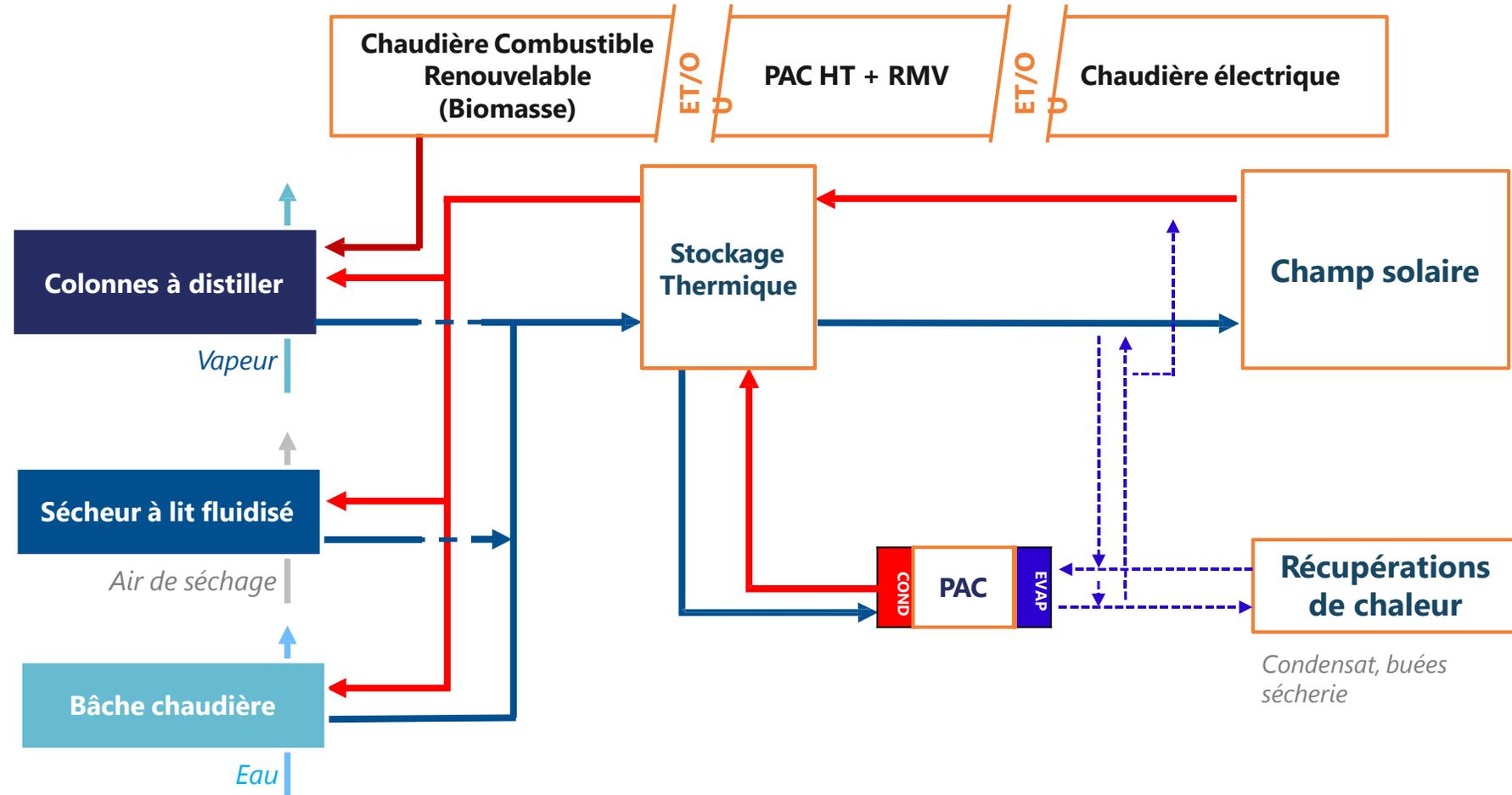
PAC HT sur récupération de chaleur

20%

Basse Température

PAC BT sur récupération de chaleur  
Solaire Thermique, ...

En fonction  
du taux d'électrif-  
ication  
souhaité



# Nos références : sites industriels

## Usine de séchage de Lactosérum (groupe Lactalis)

Mise en service :  
juin 2023

Il s'agit de la plus **grande centrale solaire thermique** de France



### Rôle Newheat

Concevoir

Développer

Réaliser

Exploiter

Financer



Puissance solaire crête :

**12,4 MW<sub>th</sub>**

Surface de capteurs solaires :

**15 317 m<sup>2</sup>**

Énergie annuelle livrée :

**~8 000 MWh / an**

Surface totale au sol :

**5 ha**

Capacité de la cuve de stockage :

**3 000 m<sup>3</sup>**

Tonnes de CO<sub>2</sub> évitées :

**~2 000 Tonnes / an**



### Spécificité site et intégration technique

#### 3 intégrations au sein d'une tour de séchage :

- › Préchauffage de l'air principal **alimentant la tour de séchage**
- › Préchauffage de l'air **du système de déshumidification**
- › **Préchauffage de l'air alimentant** des applications annexes



### Spécificité contrat

- › **Subventions** : ADEME, Région Grand Est et GIP « Objectif Meuse »
- › **Client chaleur** : Lactosérum France
- › **Durée du contrat de fourniture** : 25 ans

# Nos références : sites industriels

## Usine de tuiles Terreal Saint-Martin-Lalande (groupe Wienerberger)

Mise en service :  
septembre 2024

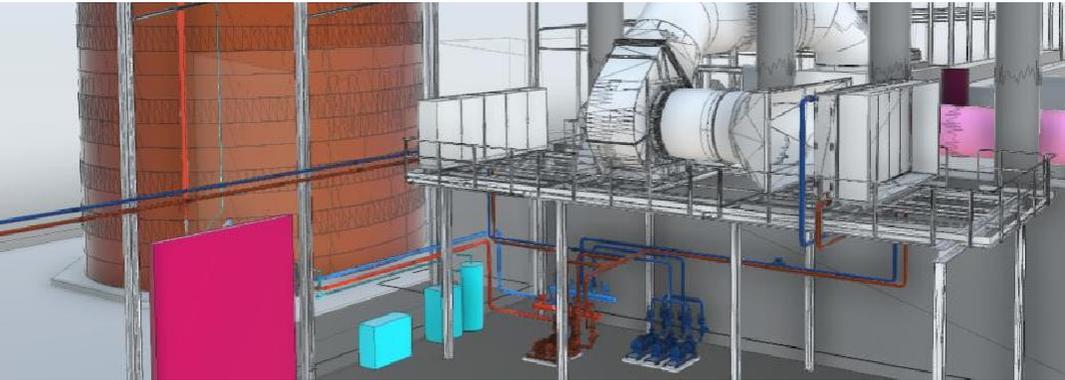
1<sup>ère</sup> projet Newheat de  
récupération de chaleur fatale

h

Rôle Newheat

Concevoir

Réaliser



Réduction de la  
consommation gaz du  
séchoir:

~80%

Réduction de la  
consommation gaz du site:

~20%

Énergie annuelle  
valorisée :

10 000 MWh/ an

Capacité de la cuve  
de stockage :

1500 m<sup>3</sup>

Tonnes de CO<sub>2</sub>  
évités :

~2100 Tonnes / an



### Spécificité site et intégration technique

#### > Récupération de chaleur sur 3 sources

- Fumées du four
- Air sous-wagon
- Séchoir



### Spécificité contrat

#### > Type de contrat: Clé en main

> Options: Maintenance et suivi des performances)

# Merci pour votre attention

## Achille AUTHIER

Chef de Projets Développement Industrie

Tel.: +33 (0) 7 56 10 81 11

Mail : [achille.authier@newheat.fr](mailto:achille.authier@newheat.fr)

## Thibault PERRIGAULT

Directeur Développement Industrie

Tel.: +33 (0) 6 95 01 86 75

Mail : [thibault.perrigault@newheat.fr](mailto:thibault.perrigault@newheat.fr)



## Une entreprise indépendante, internationale et multi-segments

Une **expérience de 15 ans** dans la **gestion et la valorisation de la flexibilité électrique**  
 Une **organisation décentralisée et agile** pour favoriser l'initiative et l'innovation.



Chiffre d'affaires brut  
**100 M€**



**> 7000** actifs  
**8 GW** de capacité



**~400** collaborateurs  
 Activités dans plus de **15 pays**,  
 dont Japon, Turquie, Arabie  
 Saoudite et Côte d'Ivoire.



Des références internationales parmi  
 les acteurs des **systèmes électriques,**  
**industriels et de production**  
**d'énergie renouvelable.**

### Smart energy manager au service de la transition énergétique

Opérateur de flexibilités

Transformation et décarbonation  
 des procédés industriels

Solutions logicielles et optimisation microgrids



3 centres d'opérations 24/7  
 (France, Japon, Turquie)

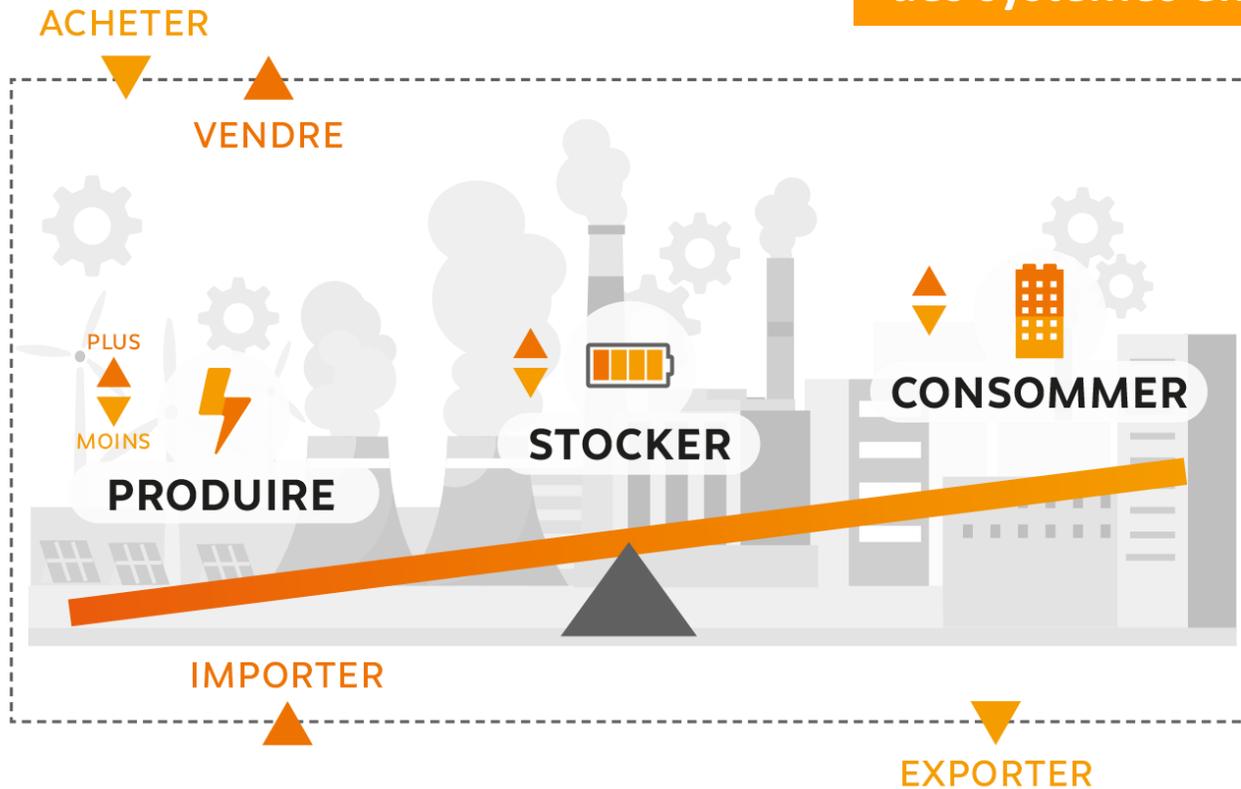


Clients industriels et  
 secteur tertiaire



Parcs d'énergie renouvelable,  
 Stockage et production décentralisée

**CONCEVOIR, OPTIMISER ET OPÉRER 24/7  
des systèmes énergétiques complexes (microgrids, prosumer...) :**



- Tous types d'actifs  
(consommation, production, stockage)
- Valorisation de la flexibilité
- Arbitrage multi-énergies
- Accès aux marchés de l'énergie
- Réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

# GESTION DYNAMIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

Un domaine d'expertise unique pour une décarbonation compétitive

Le pilotage dynamique 24/7 des actifs et la valorisation sur les marchés permettent d'optimiser le coût énergie global et de générer de nouveaux revenus.



## BENEFICES CLIENTS

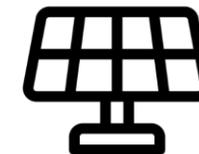
Améliorer l'attractivité financière  
Des technologies de transition énergétique

Electrification,  
hybridation

Production  
d'hydrogène

Stockages : énergie,  
thermique et  
matières

Faciliter le déploiement des  
énergies renouvelables



Electrification de la chaudière gaz pour  
le séchage du papier

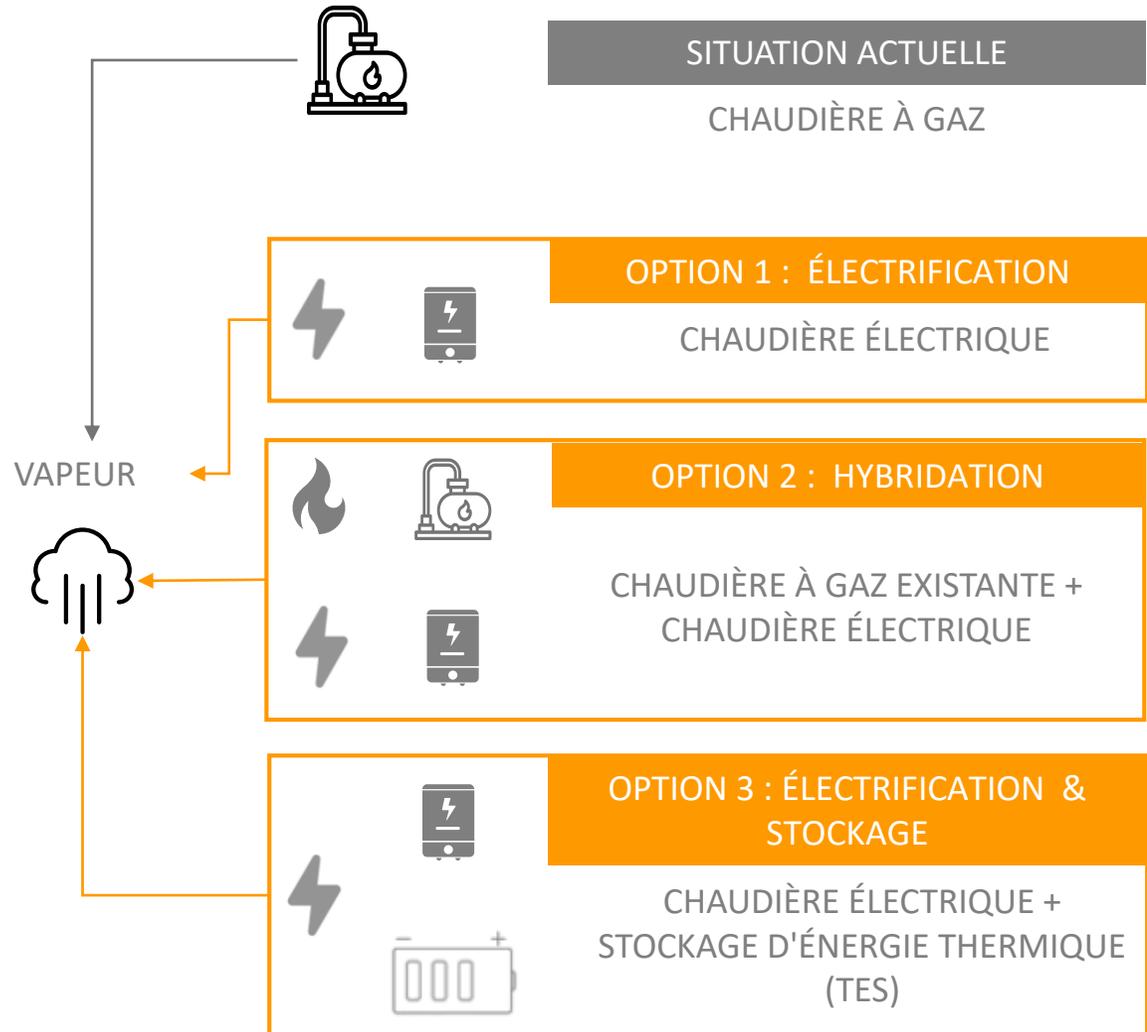


Notre client est un papetier français.

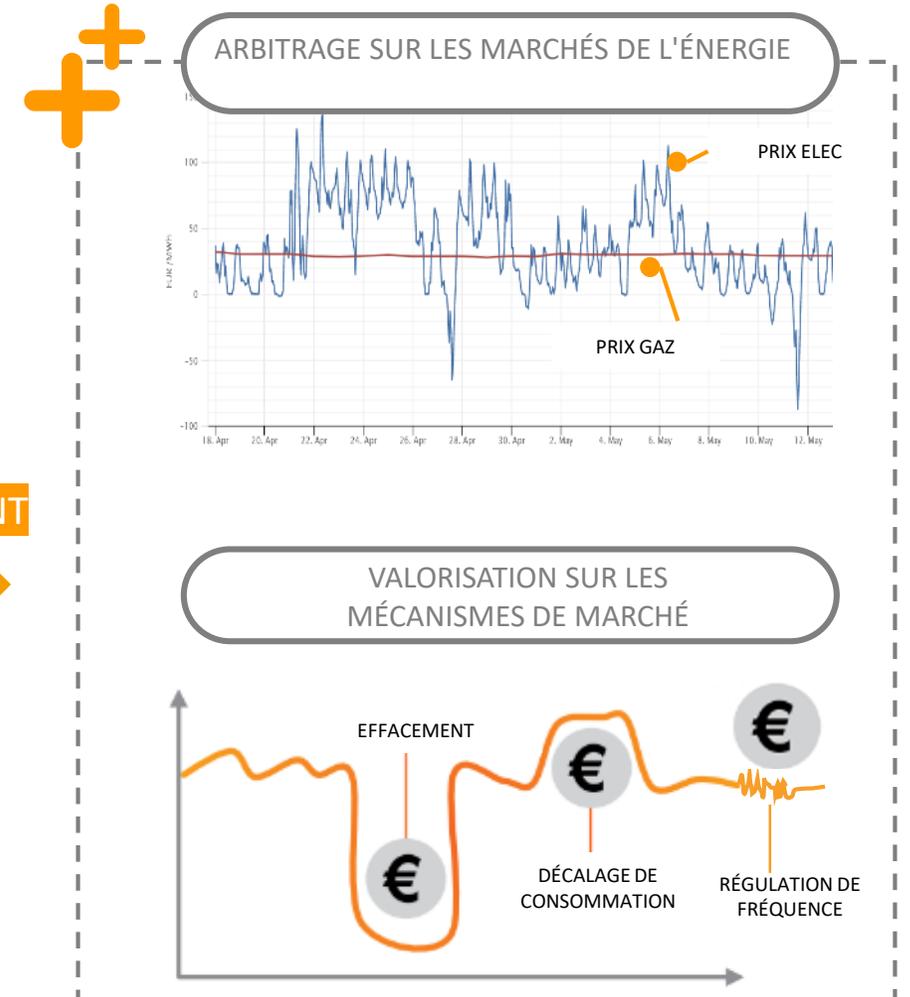
Il est engagé dans une démarche environnementale ambitieuse, allant de l'éco-conception à la consommation d'électricité renouvelable.

Il souhaite **étudier et comparer des solutions bas carbone pour remplacer sa chaudière gaz.**

# ANALYSE COMPARATIVE POUR DÉCARBONER LA PRODUCTION DE VAPEUR

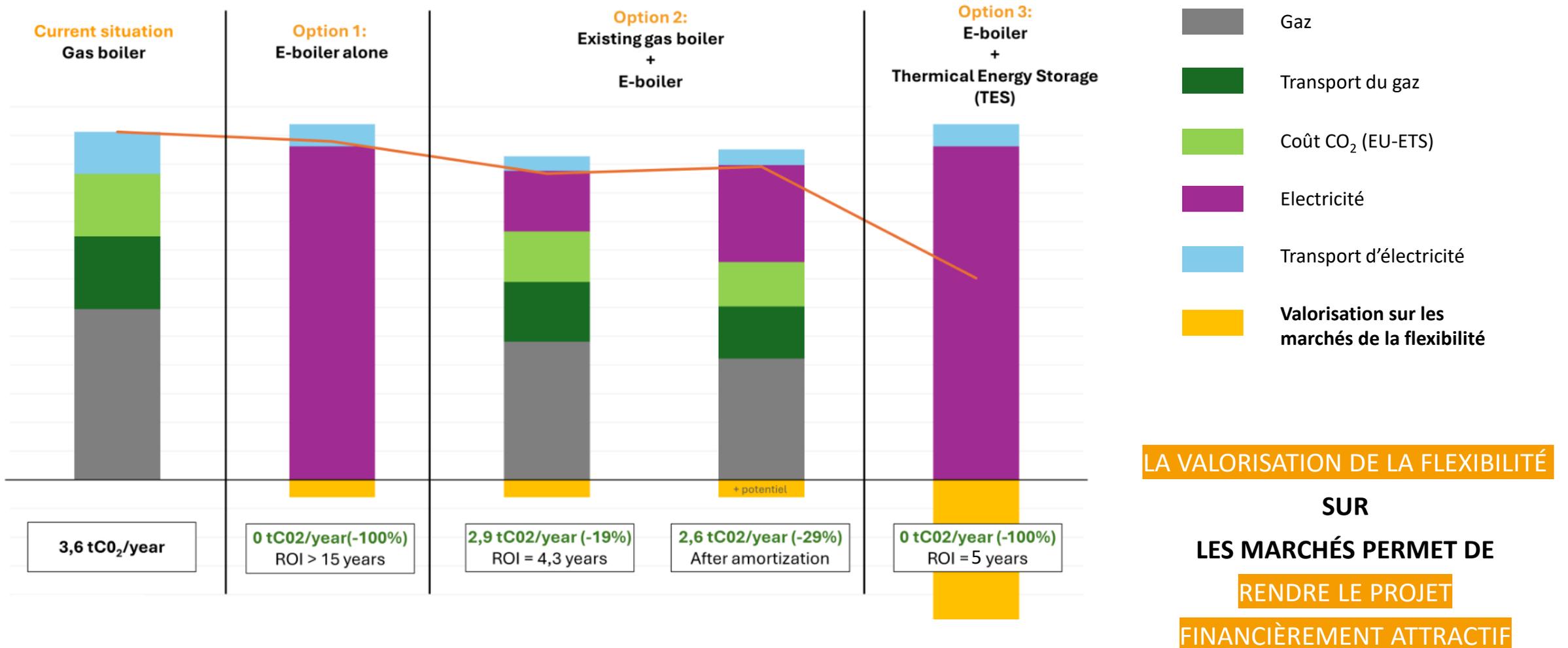


PERMETTENT



# TIRER PARTI DE LA VALORISATION DE LA FLEXIBILITÉ

PERMET DE RENDRE LES SOLUTIONS DE CHAUDIÈRES ÉLECTRIQUES FINANCIÈREMENT VIABLES



ATELIER

# Pyrogazéification & gazéification hydrothermale : de la ressource à la valorisation





BIOMÉTHANERNE, BASSY (74) ©GRÉGORY BRANDEL

## Nouvelles filières de production de gaz renouvelables et bas-carbone

Émergence d'un écosystème et accompagnement des projets

Le Cheylas (38)

7 novembre 2024

Julien SCHMIT - GRTgaz





# Ambitions Biogaz 2028, qu'est-ce que c'est ?

- 9 partenaires engagés pour accompagner et accélérer le **développement vertueux du biogaz** en région **Auvergne-Rhône-Alpes**
- Atteindre les **objectifs** fixés par le schéma régional biomasse (**SRB**) à horizon **2035**
- Ouverture à **d'autres technologies** que la **méthanisation**



## Des instances de pilotage



## Des groupes de travail

- ▶ GT1 - Retours d'expérience et observation
- ▶ GT2 - Mobilisation durable des intrants - épandages de qualité
- ▶ GT3 - Émergence et accompagnement des projets de méthanisation
- ▶ GT4 - Accompagnement des entreprises et innovation en méthanisation
- ▶ GT5 - Émergence d'un écosystème et accompagnement des projets dans le cadre des nouvelles filières de production de gaz renouvelables et bas carbone

[Contexte - objectifs - organisation régionale \(biogaz-aura.fr\)](http://biogaz-aura.fr)





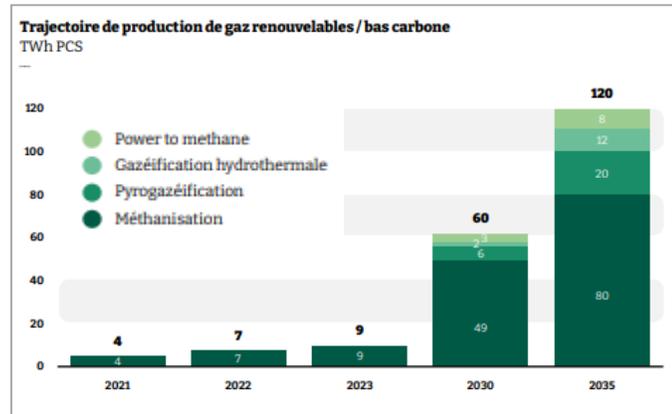
# Les ambitions sont fortes pour développer les gaz renouvelables et bas-carbone

Le Secrétariat général à la planification écologique propose un scénario central « ambitieux » de 44 TWh de biogaz injecté



[La planification écologique dans l'énergie - 12 juin 2023](#)

Les opérateurs de réseaux gaz proposent des scénarios de perspectives avec 60 TWh de gaz renouvelables et bas-carbone en 2030



[perspectives-gaz-2024.pdf](#)

Le SRB en région Auvergne-Rhône-Alpes ambitionne d'atteindre 4 TWh de biogaz injecté en 2035, hors nouvelles filières



[2028-2024\\_Charte-regionale-ambitions-biogaz\\_signee.pdf](#)



# Gaz renouvelables et bas-carbone, c'est quoi ?

## Gaz renouvelable

Energie [gaz] produite à partir de sources non fossiles renouvelables

[Article L211-2 - Code de l'énergie - Légifrance](#)

## Gaz bas-carbone

Gaz constitué principalement de méthane qui peut être injecté et transporté de façon sûre dans le réseau de gaz naturel et dont le procédé de production engendre des émissions inférieures ou égales à un seuil fixé par arrêté

[Article L447-1 - Code de l'énergie - Légifrance](#)



Les vecteurs énergétiques que sont l'électricité, l'hydrogène et le méthane disposent désormais de définitions similaires pour « renouvelable et bas-carbone »

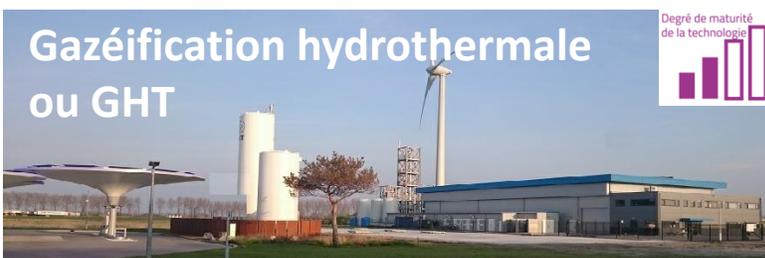
# Quelles sont les technologies de transformation pour obtenir des gaz renouvelables et bas-carbone et d'autres co-produits ?



Létang Hoche Biogaz à Épaux-Bézu (02)  
Crédit photo : à préciser



Démonstrateur pyrogazéification [ENGIE Gaya](#) à Saint-Fons (69)  
Crédit : ENGIE



Installation industrielle de gazéification hydrothermale SCW Systems Energy à Alkmaar, Pays-Bas  
Crédit : SCW Systems Energy



Démonstrateur Jupiter 1000 à Fos-sur-Mer (13)  
Crédit : GRTGAZ/BECHET BENJAMIN



# Avec quels intrants les gaz renouvelables et bas-carbone peuvent-ils être obtenus ?

## Méthanisation : matières fermentescibles « qui peuvent entrer en fermentation »

ser-panoramagazrenouvelables2023\_web.pdf

**EFFLUENTS D'ÉLEVAGE**  
Les lisiers (composés des déjections liquides et solides des animaux) et les fumiers (mélange du lisier avec la litière des animaux) représentent la majeure partie des effluents d'élevage.

**RÉSIDUS DE CULTURES**  
Les résidus de culture sont les parties aériennes des végétaux non récoltées et laissées sur le sol dans les champs ou les vergers au moment de la récolte : les tiges et les chaumes, les balles et les pailles par exemple.

**CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION ÉNERGÉTIQUE / CULTURES INTERMÉDIAIRES PIÈGE À NITRATES**  
Une Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique (CIVE) est une culture espérée et récoltée entre deux cultures principales dans une rotation culturale. Les CIVE peuvent être récoltées pour être cultivées en tant qu'intrant dans une unité de méthanisation agricole. Une Culture Intermédiaire Piège à Nitrates (CIPAN) est une culture temporaire de plantes à croissance rapide destinées à piéger les nitrates entre deux cultures principales. Ces couverts sont obligatoires dans certaines régions ou zones à cause de la pollution des nitrates.

**COPRODUITS D'INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES**  
Les industries agroalimentaires génèrent toutes sortes de matières au cours des processus technologiques qu'elles utilisent afin d'élaborer leurs produits finis (produits laitiers, viandes, produits du grain, fruits et légumes, etc.). Dès lors que cette matière est valorisée autrement qu'un produit fini, on l'appelle « coproduit » : marc de pomme, fruits & légumes décaféinés, emulsif de recettes, couilles d'œufs, etc.

**SOUS-PRODUITS ANIMAUX**  
Le règlement européen (CE) n°1069/2009 classe les déchets d'origine animale en trois catégories. Il définit la manière dont le matériel de chaque catégorie devrait ou pourrait être éliminé ou valorisé pour certains usages dans le souci de maintenir un niveau élevé d'hygiène.

**CULTURES PRINCIPALES**  
Ce sont des cultures destinées essentiellement à la production d'énergie. La réglementation limite strictement leur utilisation dans les unités de méthanisation, afin de limiter la concurrence entre la production d'énergie et l'alimentation.

**BIODÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS**  
Il s'agit des déchets sous des ménages et des déchets assimilés. Les déchets produits par les services municipaux, déchets de l'assainissement collectif, déchets de nettoyage des rues, de marché ne relèvent pas de ce périmètre.

**DÉCHETS VERTS**  
Un déchet vert désigne un déchet végétal résultant de l'entretien et du renouvellement des espaces verts (parcs et jardins, terrain de sport, etc.), des collectivités territoriales, des organismes publics et parapublics, des sociétés privées et des particuliers.

**BOUES**  
Il s'agit des boues traitées dans les stations d'épuration des eaux usées urbaines mais également des boues d'origine agroalimentaire ou sont des matières liquides provenant des abattoirs, laiteries, fromageries, boucheries, brasseries, conserveries, etc.

## Pyrogazéification : résidus carbonés solides (taux d'humidité généralement < à 20%)

Biomasses	Valorisation de biomasses sèches			
	Déchets	Issus de biomasse		
Non renouvelables				

Crédit : GRTgaz

## GHT : déchets ou de mélange de déchets (taux d'humidité entre 50 et 80%)

- Boues urbaines de STEU | priorité 1**
- Boues industrielles (secteur IAA) | priorité 1**
- Boues industrielles | priorité 1 (chimie, pharmaceutique, papier)**
- Boues de curage et de dragage | priorité 1**
- Digestats\* | priorité 1**
- Biodéchets ménagers | priorité 2**
- Co-produits de biodiesel | priorité 2**
- Liquueur noire | priorité 2**
- Lisiers\* | priorité 3**
- Fientes\* | priorité 3**
- Fumiers\* | priorité 3**
- Vinasse betteraves | priorité 1**
- Pulpes de betteraves sucrières | priorité 2**
- Drèches de céréales | priorité 1**
- Déchets de fruits et légumes | priorité 2**
- Carcasses animales issues d'équarrissage (farines C1, C2) | priorité 1**
- Déchets d'abattoirs (C3) | priorité 2**

Un livre blanc pour tout savoir sur la Gazéification Hydrothermale | [grtgaz.com](http://grtgaz.com)



# Pourquoi la région Auvergne-Rhône-Alpes va-t-elle lancer une étude sur les nouvelles filières de gaz renouvelables et bas-carbone (pyrogazéification et gazéification hydrothermale) ?

Fixer des objectifs actualisés et des moyens d'accompagnement pour les nouvelles filières de gaz renouvelables et bas-carbone

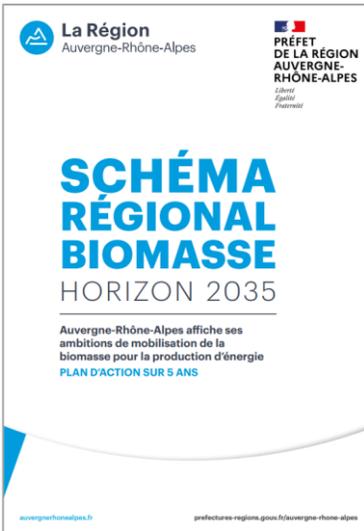


Schéma régional biomasse 2019-2023 | DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes

« Zéro enfouissement des déchets d'ici 2030 »



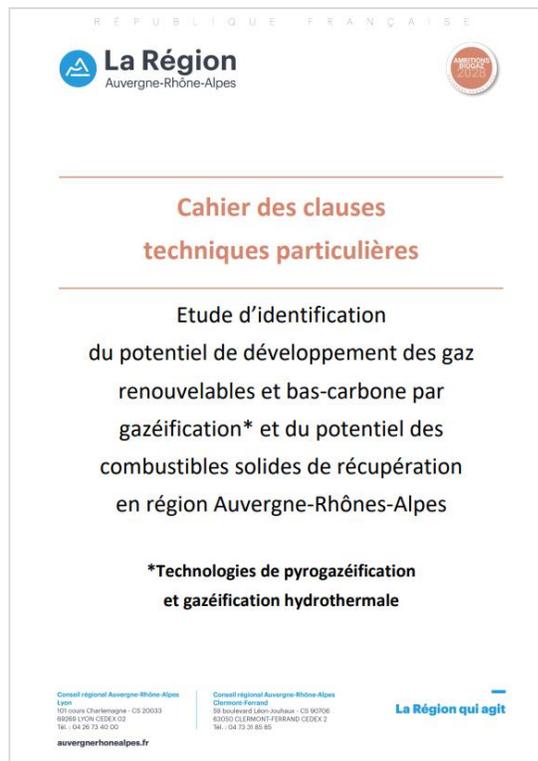
Zéro enfouissement des déchets d'ici 2030 | Région Auvergne-Rhône-Alpes

Générer du développement économique pour des acteurs régionaux





# L'étude va être menée durant l'année 2025



- La région Auvergne-Rhône-Alpes est maître d'ouvrage
- ADEME, services de l'Etat, Tenerrdis, Axelera, GRDF et GRTgaz sont membres du Comité de Pilotage
- Périmètre : pyrogazéification et gazéification hydrothermale avec focus sur les Combustibles Solides de Récupération (CSR)
- L'appel d'offres a été ouvert entre le 10 septembre et le 18 octobre 2024
- La revue des offres est prévue mi-novembre
- Les attendus sont
  - Analyse comparée des technologies de transformation
  - Gisements et potentiels conflits d'usages pour définir une ligne politique sur les intrants
  - Analyse des acteurs (détenteurs de ressources, porteurs de projets, ...)
  - Définition d'une stratégie régionale
- Rendu final : automne 2025



Vous avez des questions ? Vous souhaitez en savoir plus ? Vous disposez de ressources à valoriser ? Vous souhaiteriez développer un projet ?

	Structure	Titre	Email
Yann RENARD	Région Auvergne-Rhône-Alpes	Chargé de mission Direction de l'Environnement et de l'Ecologie Positive	<a href="mailto:yann.renard@auvergnerhonealpes.fr">yann.renard@auvergnerhonealpes.fr</a>
Valentin MAILLOT	Tenerrdis	Chargé de Mission Innovation	<a href="mailto:valentin.maillot@tenerrdis.fr">valentin.maillot@tenerrdis.fr</a>
Laurent RIVOLLET	GRDF	Chargé développement nouveaux gaz	<a href="mailto:laurent.rivollet@grdf.fr">laurent.rivollet@grdf.fr</a>
Julien SCHMIT	GRTgaz	Développeur territorial	<a href="mailto:julien.schmit@grtgaz.com">julien.schmit@grtgaz.com</a>



Merci





**Journée écosystèmes industriels**

**Atelier Gazéification**

**Les voies de valorisation de syngas: méthane, hydrogène,  
méthanol**

Marion GUILLEVIC  
Business Development Director  
[marion.guillevic@energo.green](mailto:marion.guillevic@energo.green)

# ENERGO



- Technologie **française**, fabriquée en France



**French Tech 2030** • Promotion 2023



- Entreprise innovante: **8 brevets**

- **16,5 M€ levés** en mars 2024

- 1600 m2 de hall d'essai, laboratoire et production

- **Technologie validée** sur la méthanation:

Démonstrateur de 10Nm3/h démarré en 2021



Juillet 2022: 1ere injection de biométhane de synthèse dans le réseau



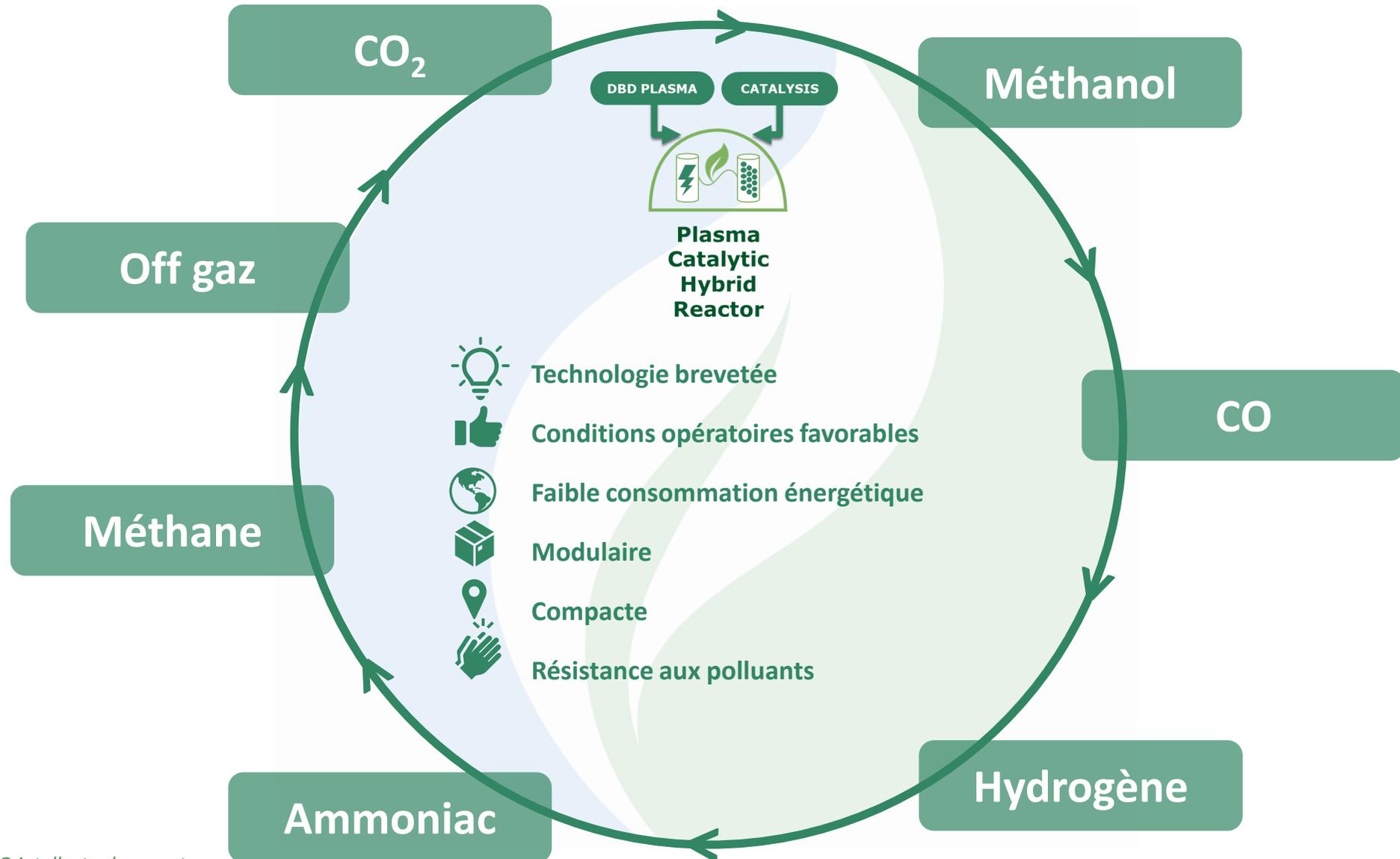
avec le soutien de



**Une ambition**

Apporter une solution **miniaturisée** et **adaptable**, **peu énergivore** et à **faible investissement** pour permettre une **approche décentralisée** de la décarbonation, dans une logique d'**économie circulaire**.

# Une solution de valorisation de gaz en molécules d'intérêt



*Conditions opératoires*

Pyro

Patm, HT

GH

HP, HT



Conversion à Patm, BT

Pyro

GH



Conditions opératoires

Patm, HT

HP, HT

Conversion à Patm, BT

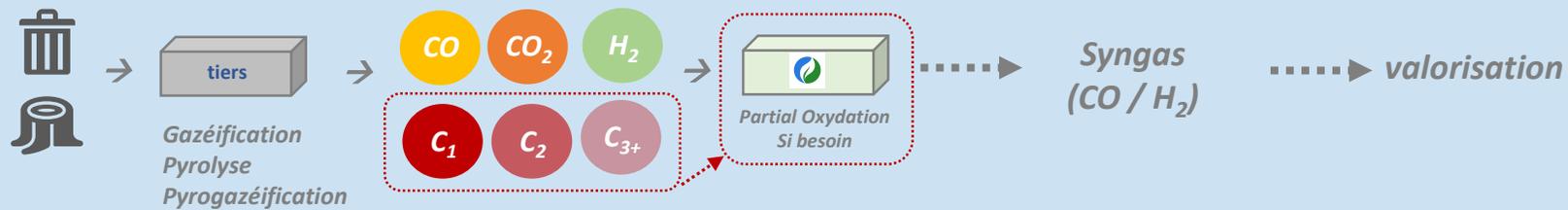
Polluants



Dépend des intrants & oxydant

## Gestion des polluants

- ✓ Technologie hautement résistante aux polluants ( $O_2$ ,  $N_2$ , BTX, COV,  $NH_3$  ...)
- ✓ En cas de concentration > 1% → destruction des chaînes carbonées en amont de la valorisation



Pyro

GH



Conditions opératoires

Patm, HT

HP, HT

Conversion à Patm, BT

Polluants



Dépend des intrants & oxydant

Haute résistance aux polluants  
Destruction des chaînes carbonées

Composition gaz

Majorité de



Majorité de



Pyro

GH



Conditions opératoires

Patm, HT

HP, HT

Conversion à Patm, BT

Polluants



Dépend des intrants & oxydant

Haute résistance aux polluants  
Destruction des chaines carbonées

Composition gaz

Majorité de



Majorité de



## Voies de valorisation du gaz

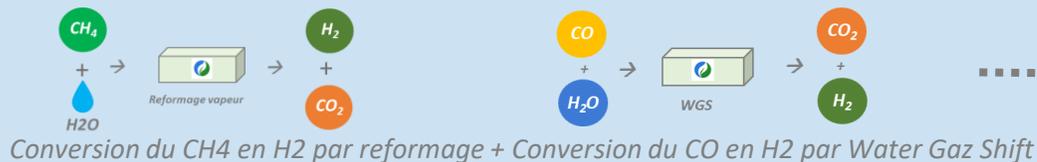
Méthane



Utilisation sur site ou Injection



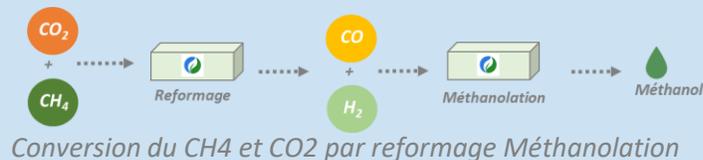
Hydrogène



Besoins industriels ou mobilité



Méthanol



Besoins industriels ou Maritime ou SAF



Pyro

GH



Conditions opératoires

Patm, HT

HP, HT

Conversion à Patm, BT

Polluants



Dépend des intrants & oxydant

Haute résistance aux polluants  
Destruction des chaines carbonées

Composition gaz

Majorité de



Majorité de



## Voies de valorisation du gaz



Méthane

TRL 8

2021-2022



Hydrogène

TRL 4 → 8 fin 2024 / début 2025

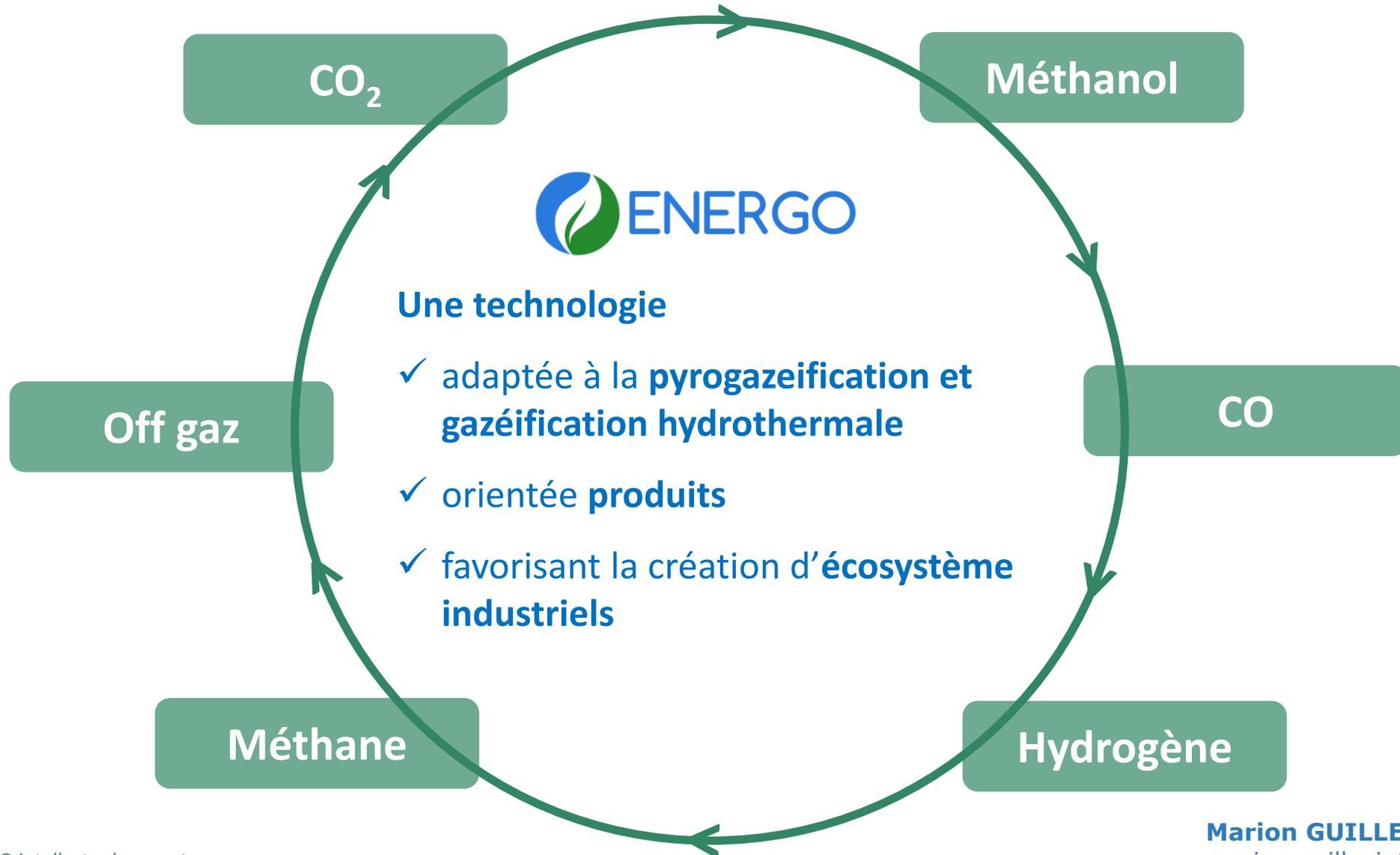
2024



Méthanol

TRL 4 → 8 fin 2024 / début 2025  
1ere industrielle: fin 2025

# Une brique clé pour la chaîne de valeur de la gazéification





# La pyrogazéification et la gazéification hydrothermale

JT Ecosystèmes industriels

7 novembre 2024

Lucia JIMENEZ – Leroux et Lotz technologies



# Sommaire

- 1. La pyrogazéification**
  - 1. Généralités**
  - 2. Les combustibles**
  - 3. Les technologies de pyrogazéification**
  - 4. Le projet ESKA**
  - 5. Le projet TITAN V**
- 2. La gazéification hydrothermale**
  - 1. Généralités**
  - 2. Le projet GHAMa**



# 1.1 La pyrogazéification : généralités

La pyrogazéification en quelques lignes ...

- Conversion thermochimique d'un combustible solide sous l'action de la température, (de la pression), en milieu réducteur
- Présence de très nombreuses réactions homogènes et hétérogènes
- Formation d'un vecteur énergétique : un gaz de synthèse combustible riche en CO et H<sub>2</sub>
- Mais production aussi de polluants ayant un impact sur la valorisation du gaz de synthèse



# 1.2 La pyrogazéification : les combustibles

## Les combustibles

### Biomasse

Bois  
(Bûches, granulés, plaquettes...)



Sous-produits issus de la filière transformation bois ou du bois recyclé (branches, palettes ...)



Produits de l'agriculture (Betterave, canne à sucre, céréales ...)



Résidus agricoles (Pailles, balle de riz ...)



Sous-produits de l'industrie (boue issue de la pâte à papier, pulpes de raisin...)

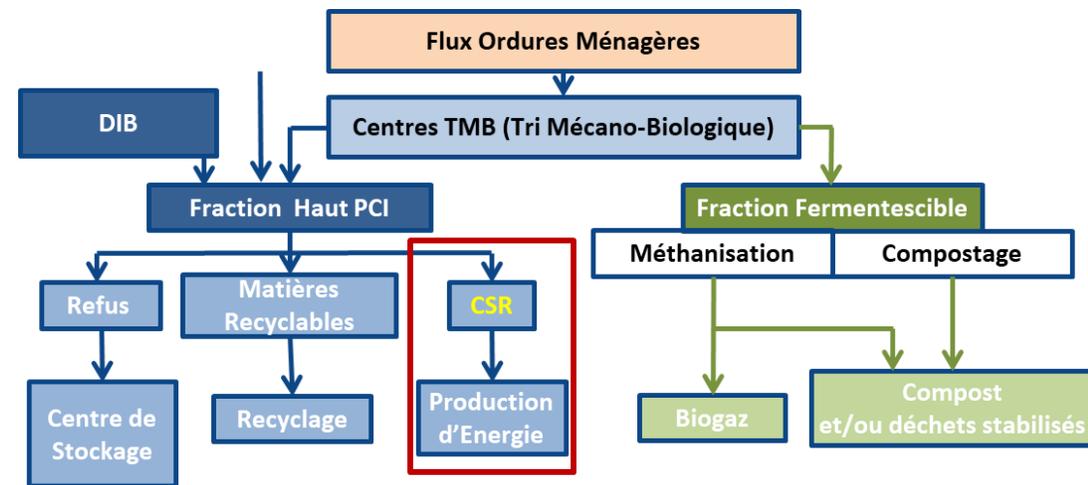


Plantations énergétiques (Miscanthus, peuplier ...)



### CSR

(Combustibles Solides de Récupération)



environ 50% fossile (plastiques) et 50% renouvelables (bois papier carton textiles)

PCI: 12-23 MJ/kg Masse Volumique: 50-150 kg/m<sup>3</sup>



## 1.2 La pyrogazéification : les combustibles

### Des propriétés très variables

- Humidité
- Taux de cendres
- Teneur en soufre
- Teneur en chlore
- Variabilités importantes également du PCI, des teneurs en polluants dans les cendres...

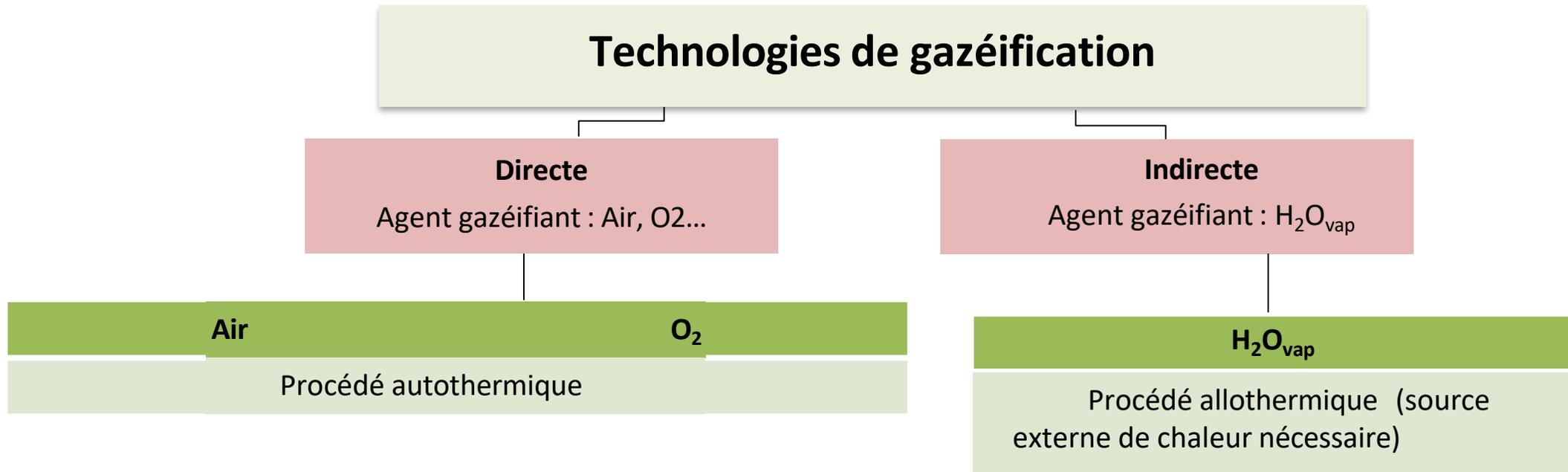


Propriétés qui vont impacter *le design/dimensionnement des installations ainsi que leurs performances (rendement thermique/électrique...)*





# 1.3 La pyrogazéification : les technologies

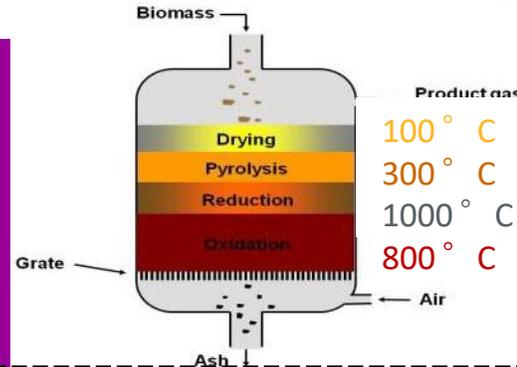




# 1.3 La pyrogazéification : les technologies

Lit fixe

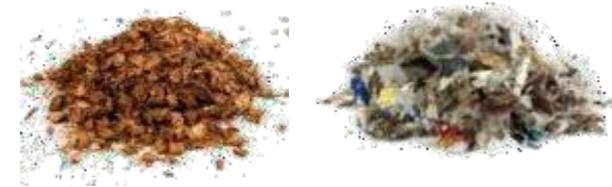
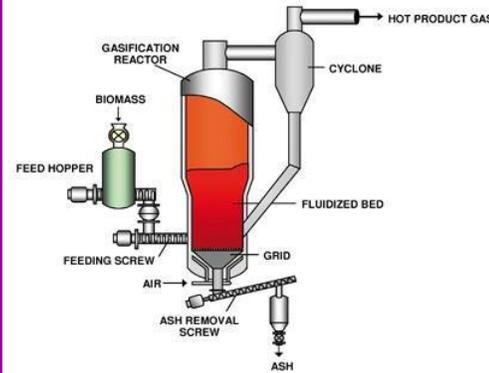
1 MW



Biomasse

Lit fluidisé

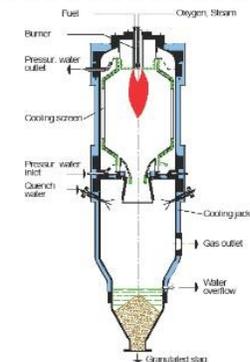
10 MW



Biomasse/CSR

Réacteur à flux entraîné

100 MW



Adaptée aux ressources fossiles pour l'instant



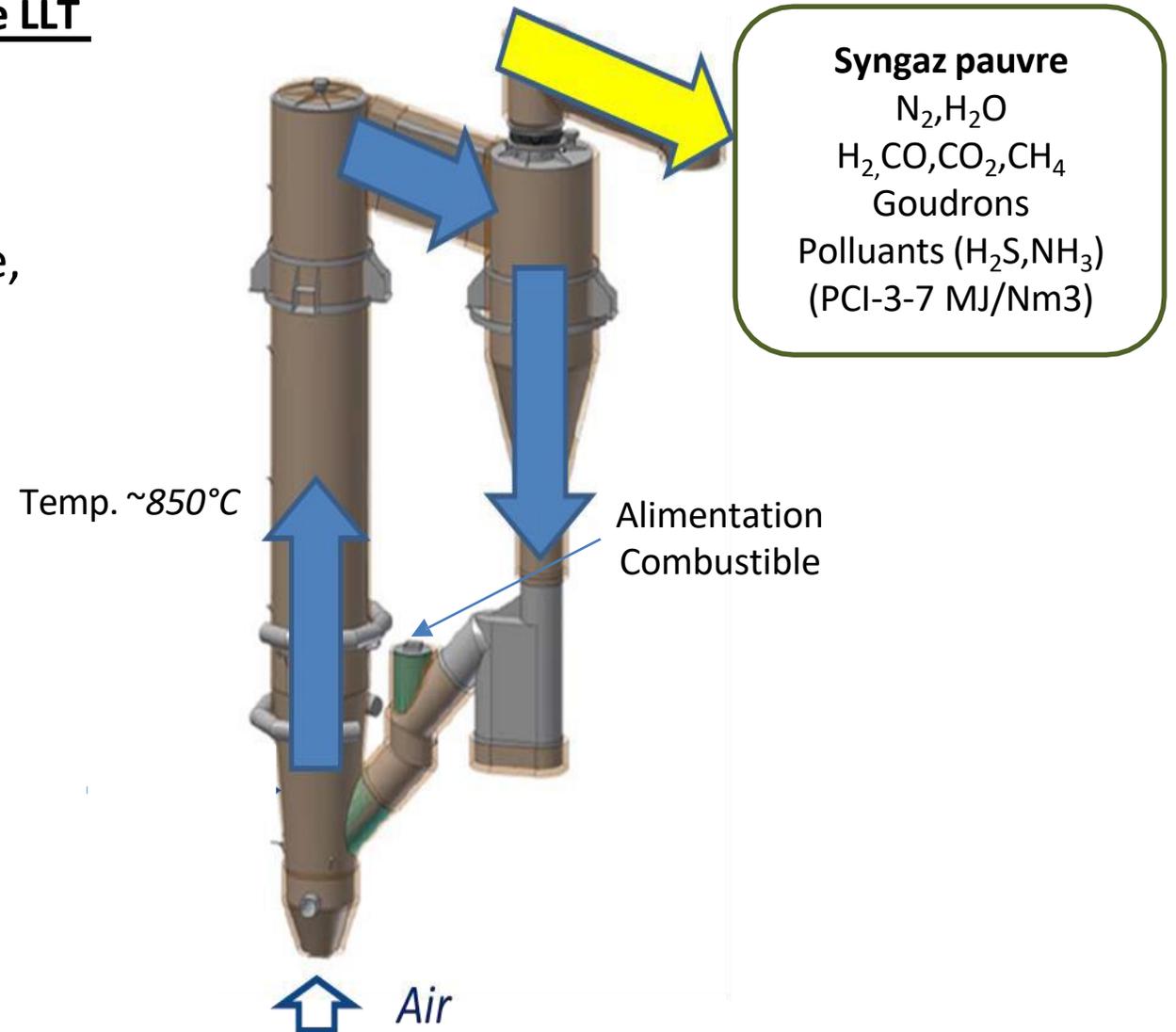
Taille de particules



# 1.4 La pyrogazéification : les technologies

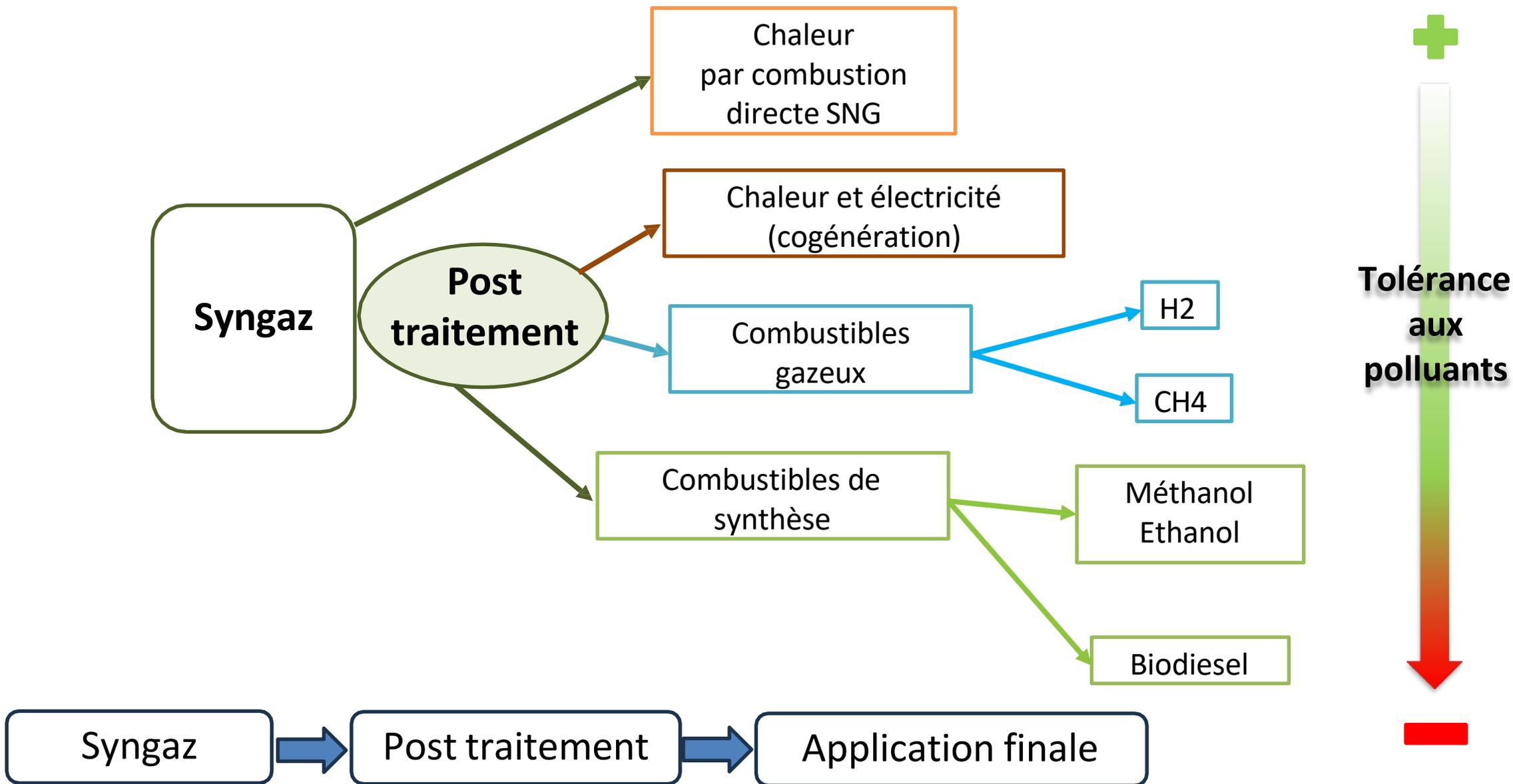
## Exemple de technologie de gazéification : technologie LLT

- LFC
- Gazéification à l'air à pression atmosphérique,  $T \approx 850^{\circ}\text{C}$
- Capacité: 10-80 MW
- Matériaux du Lit : Olivine
- Technologie mature déployée à l'échelle industrielle (TRL 9)



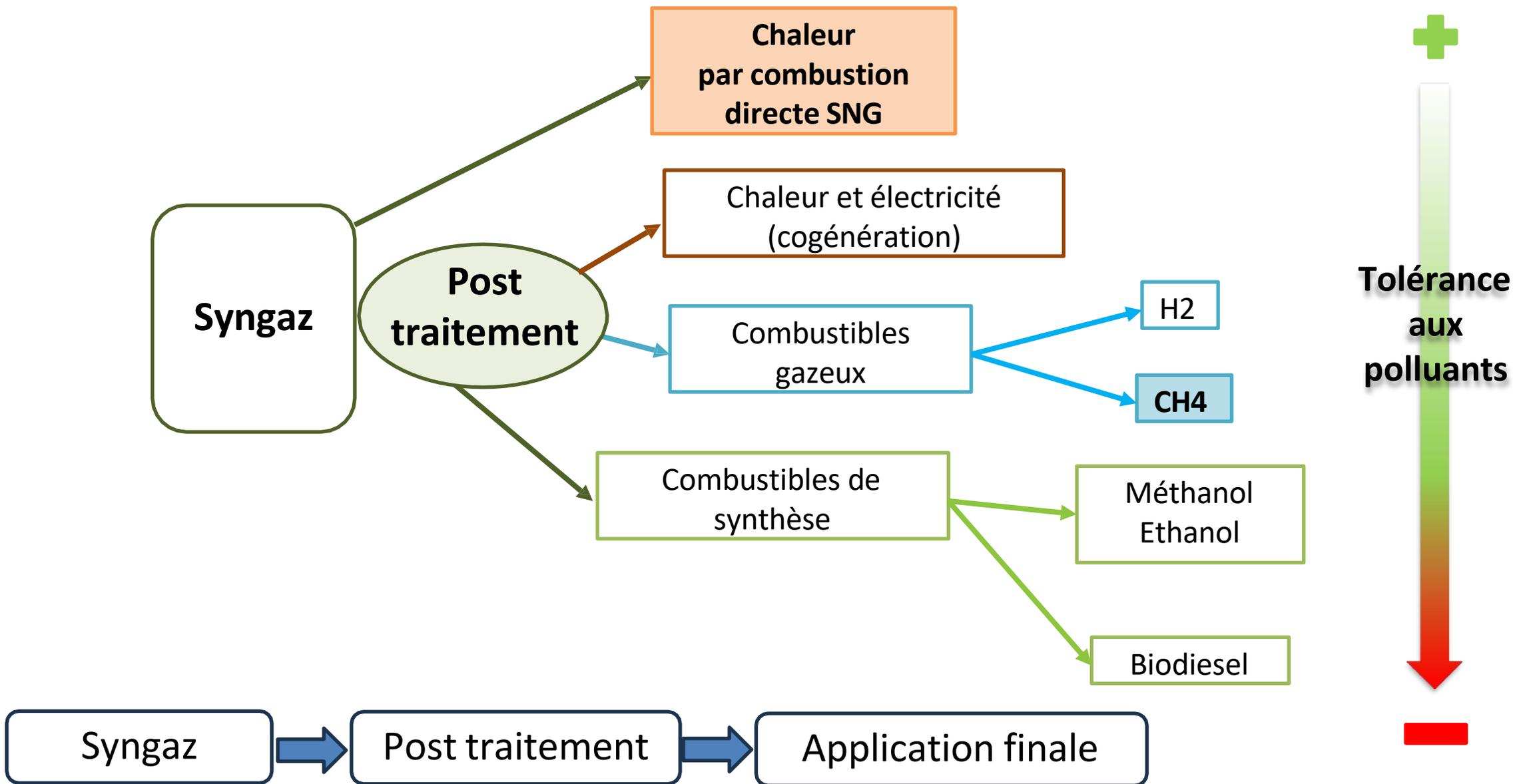


# 1.4 La pyrogazéification : les technologies





# 1.4 La pyrogazéification : les technologies





# 1.4 La pyrogazéification : le projet ESKA

**Chaleur**  
Combustion directe  
(TRL 9)

**PROJET ESKA : PRODUCTION VAPEUR PROCESS**  
**SITE**

Combustible : 100% CSR (Refus pulpeur)  
Gazeifieur LFC à l'air



Fuel : rejects from waste paper pulping process



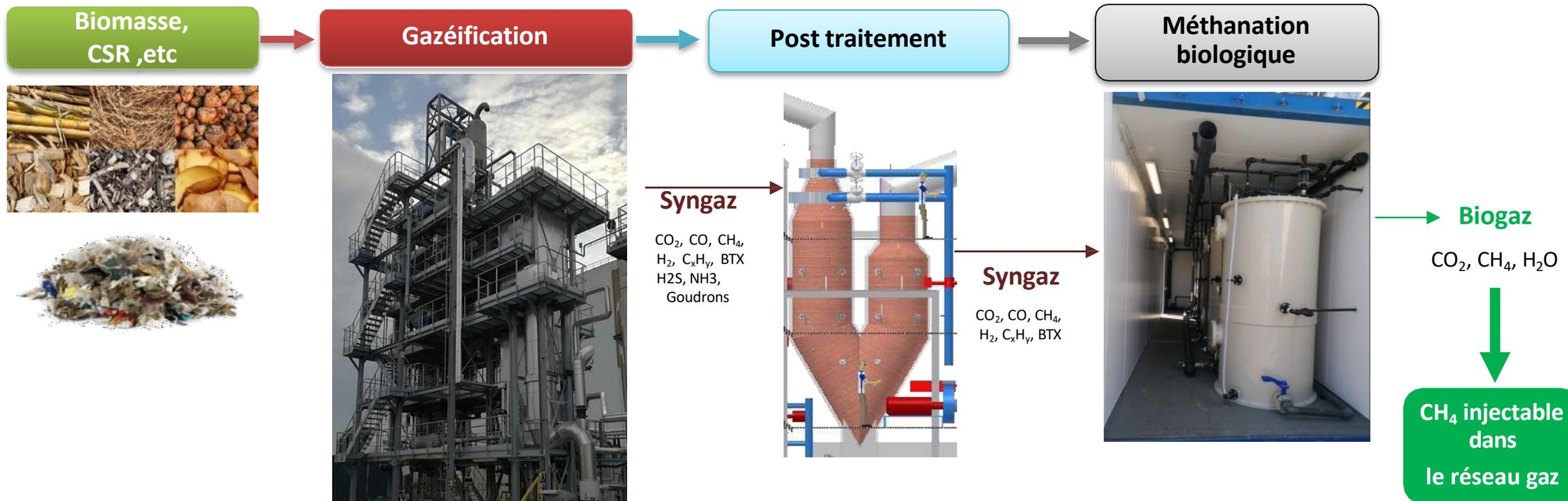
**25 kt/an de déchets traités**  
**Substitution de 30% de la consommation de gaz de l'usine**





# 1.5 La pyrogazéification : le projet TITAN V

**CH4**  
Méthanation biologique du syngaz  
(Solution en cours de développement via le projet TITAN V - TRL  
cible en fin de projet : 7)





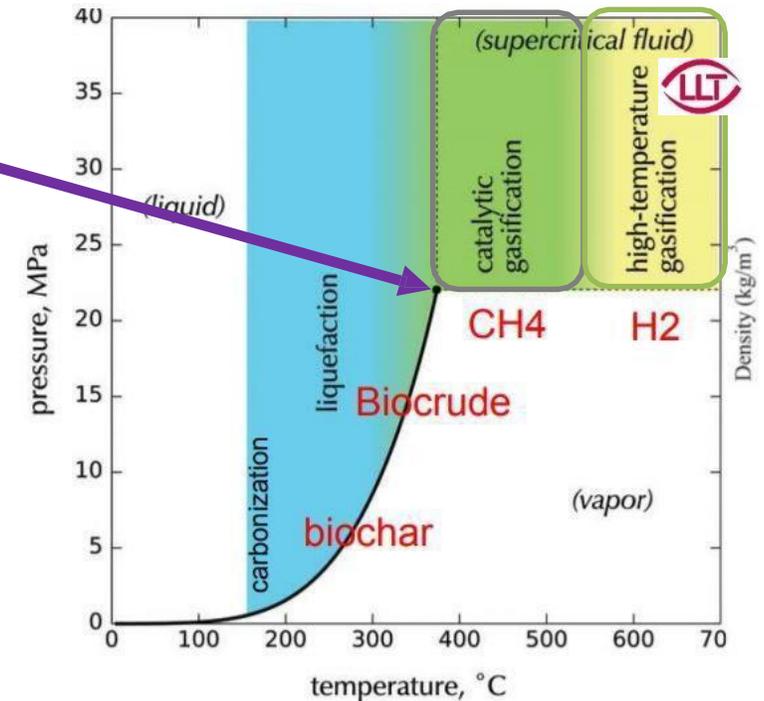
# 2.1 La gazéification hydrothermale : généralités

- Conversion thermochimique de déchets organiques à haute teneur en humidité (avec une teneur en matière sèche  $\leq 20\%$ ) en un vecteur énergétique : un gaz de synthèse composé principalement de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et hydrogène ( $\text{H}_2$ ).
- Utilise l'eau à l'état supercritique (au-delà du **point critique** (221 bar,  $374^\circ\text{C}$ ) de l'eau) comme milieu réactionnel.
- 2 types de procédé :



**GH haute température**  
 $T \approx 600^\circ\text{C}/700^\circ\text{C}$   
 $\text{CH}_4 \approx \text{H}_2$

**GH catalytique**  
Présence d'un catalyseur  
 $T \approx 400^\circ\text{C}$   
 $\text{CH}_4 > \text{H}_2$





## 2.1 La gazéification hydrothermale : généralités

### Forces

Solution **alternative à l'incinération et enfouissement** en produisant un **vecteur énergétique** : gaz de synthèse renouvelable

Solution **alternative aux pratiques actuelles de valorisation de certains déchets** comme les boues qui pourraient être remises en question par une évolution réglementaire

**Moins de polluants atmosphériques** (NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>) par rapport aux voies actuelles de valorisation

**Valorisation possible de sous-produits** (minéraux et eau process)

**Installations compactes et modulaires**

### Faiblesses

**Energie chauffage** (20°C → 700°C)

**Sels minéraux** pour les ressources riches en sels peuvent provoquer bouchage/encrassement/agglomération dans le réacteur et tuyauteries.

**Tenue mécanique et corrosion de matériaux** due aux conditions opératoires sévères et à la présence de l'eau supercritique et des sels qui n'auraient pas été séparés précédemment



## 2.2 Le projet GHAMa\* (Gazeification Hydrothermale A Montoir de bre

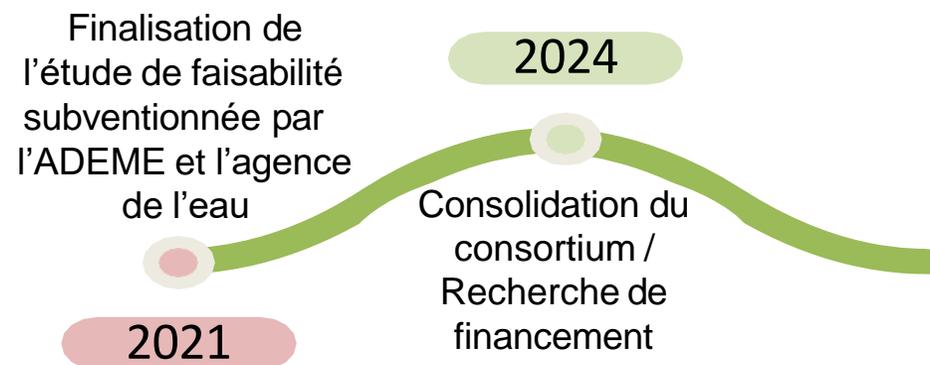
### Objectifs

**Optimiser le fonctionnement de la technologie GH dans une installation quasi industrielle (assurer passage d'un TRL 6 à 8)**

La première phase du projet GHAMa est la construction et mise en service d'un démonstrateur de 500 kg/h de boues avec une siccité de  $\approx 13\%$ .

Ce démonstrateur permettra la validation des hypothèses de fonctionnement (caractéristiques / performances / disponibilité) pour définir un business model pour la commercialisation de la technologie.

**Ancrer le projet dans une dynamique d'économie circulaire sur le Grand Port Maritime de Nantes St Nazaire (site d'IDEA) répondant aux enjeux climat territoriaux de la CARENE (gestionnaire des STEU's locales)**



\*a: premier projet de GH



Merci pour votre attention



ATELIER

# Boucles de courant continu MVDC



# Programme



**1- Electrification croissante et courant transition énergétique – Quelles contributions du courant continu ? Propos introductifs et projet Ophélie**

*Paul VINSON, Directeur des partenariats et du développement commercial, Supergrid Institute*

**2- Vers une planification des réseaux haute tension HTA hybrides (AC/DC)**

*Bertrand Raison, Professeur UGA/G2ELab*

**3 – Présentation de cas concret d'application : projet des Fonderies de Poitou – Centrale PV en MVDC**

*Yann Debernardy, Directeur convergence et Inès Taf, Ingénieur conception, TSE Energy*

**4- Les défis opérationnels de l'intégration du DC dans des projets maritimes**

*Xavier Bourgeat, Pilote d'Etudes/Projets, RTE*

**5- Débats et échanges avec la salle**



# Électrification croissante et transition énergétique

Quelles contributions du courant continu ?

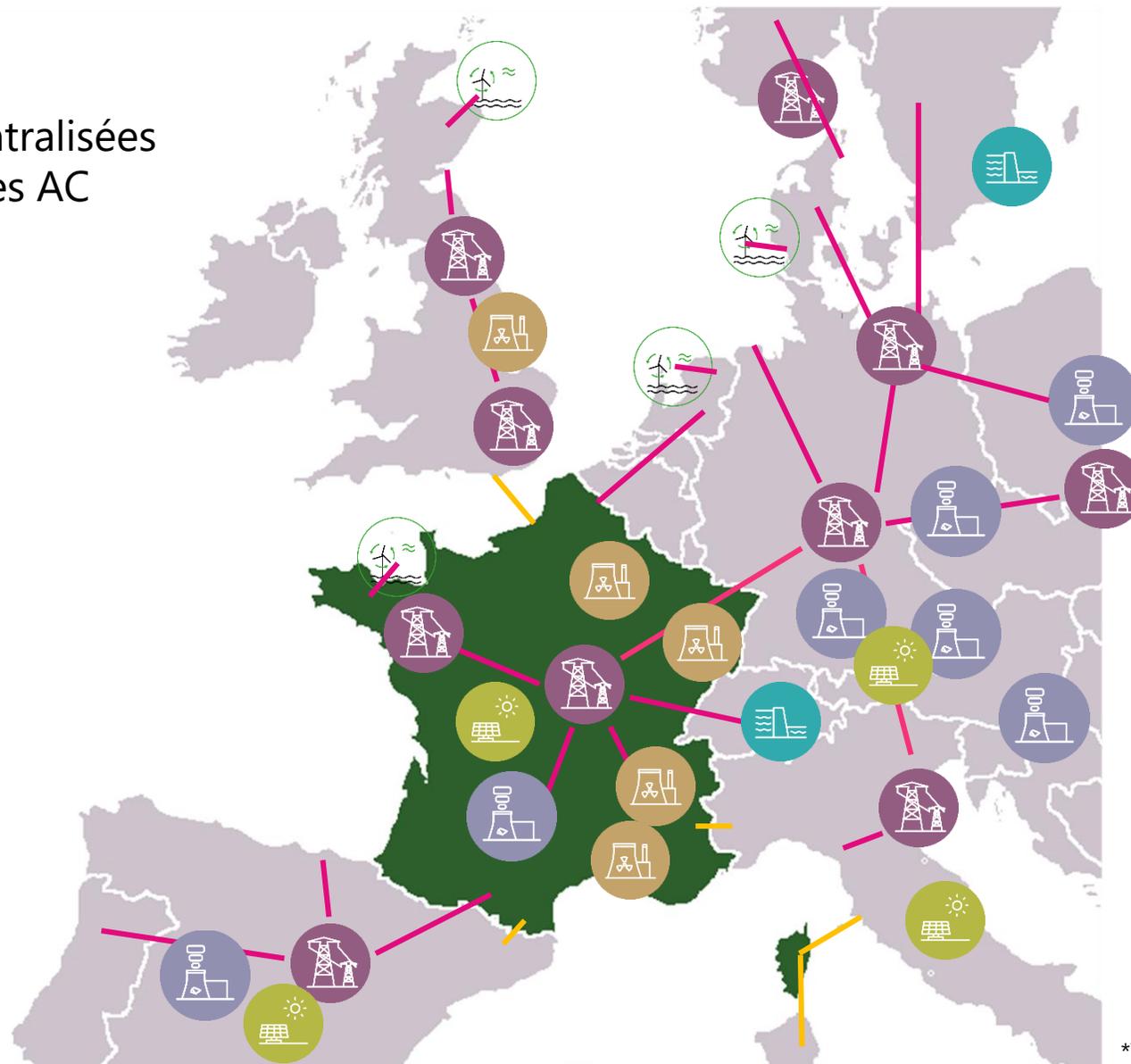
JCT Tenerrdis

7/11/2024



# Un réseau en héritage...

Sources centralisées  
Technologies AC



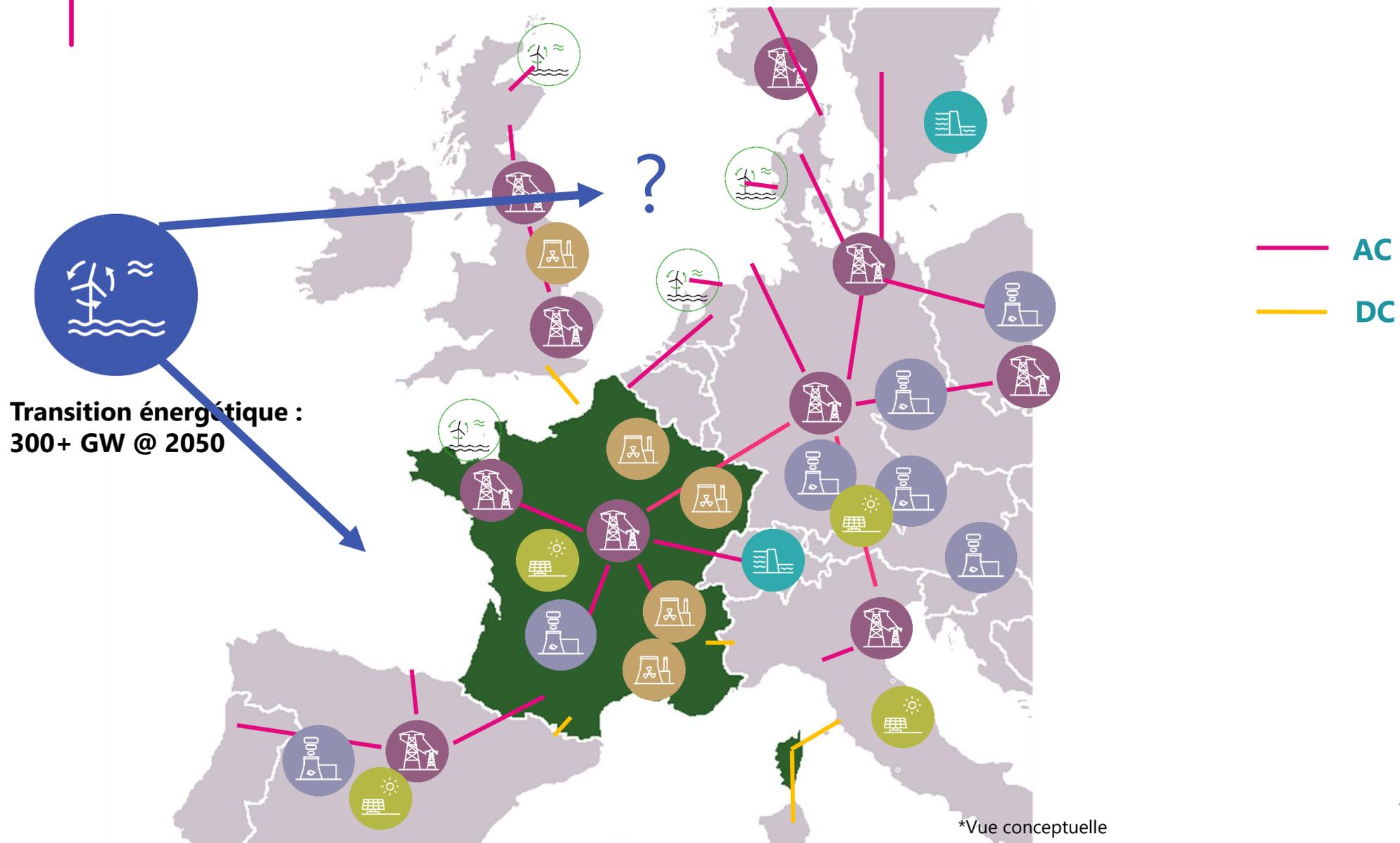
— AC  
— DC

Le DC apparaît pour  
les interconnexions  
frontalières

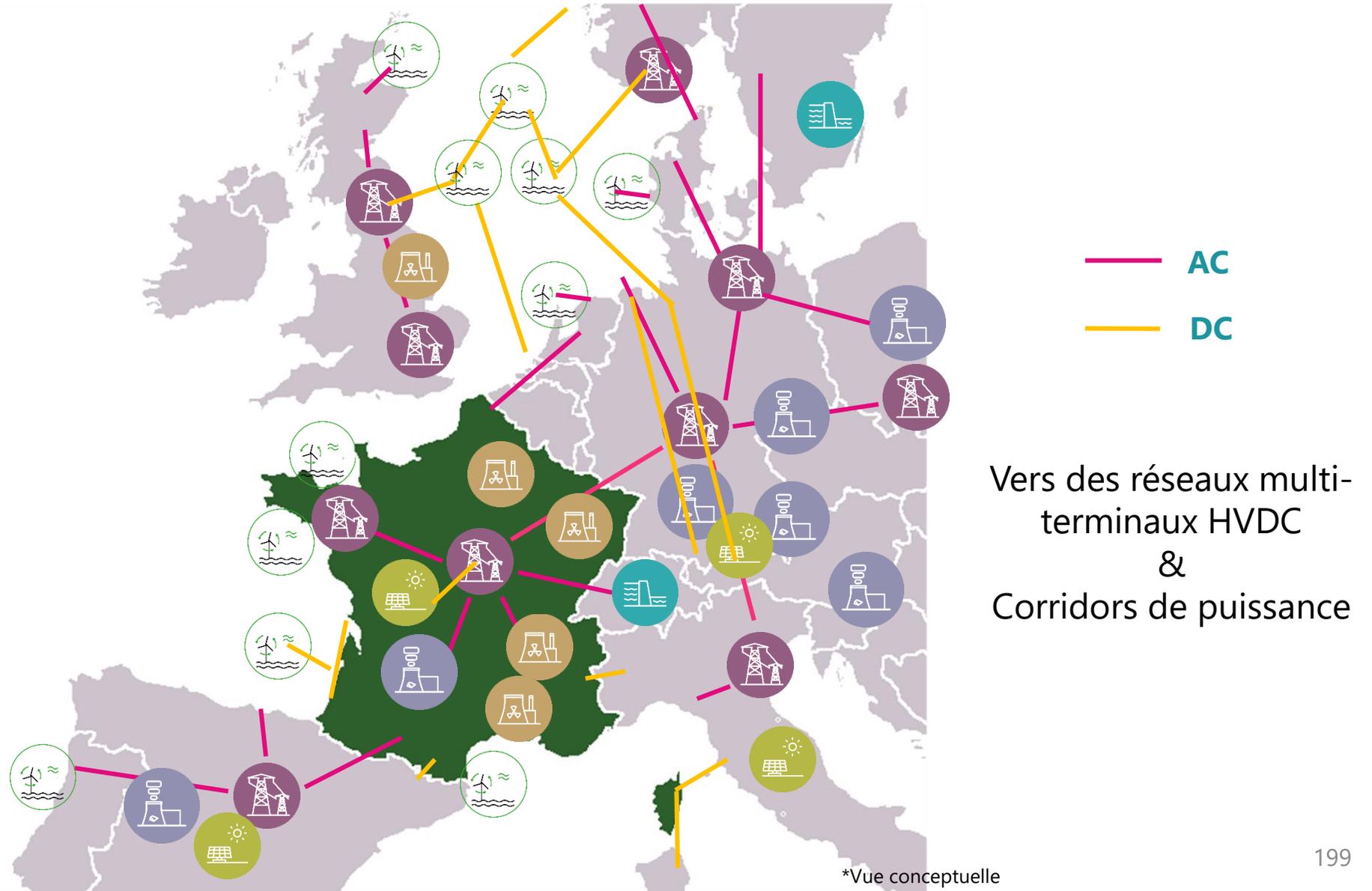
Ex:  
1967 : SACOI  
1990 : France Italie  
2002: INELFE  
2010: IFA  
...

\*Vue conceptuelle

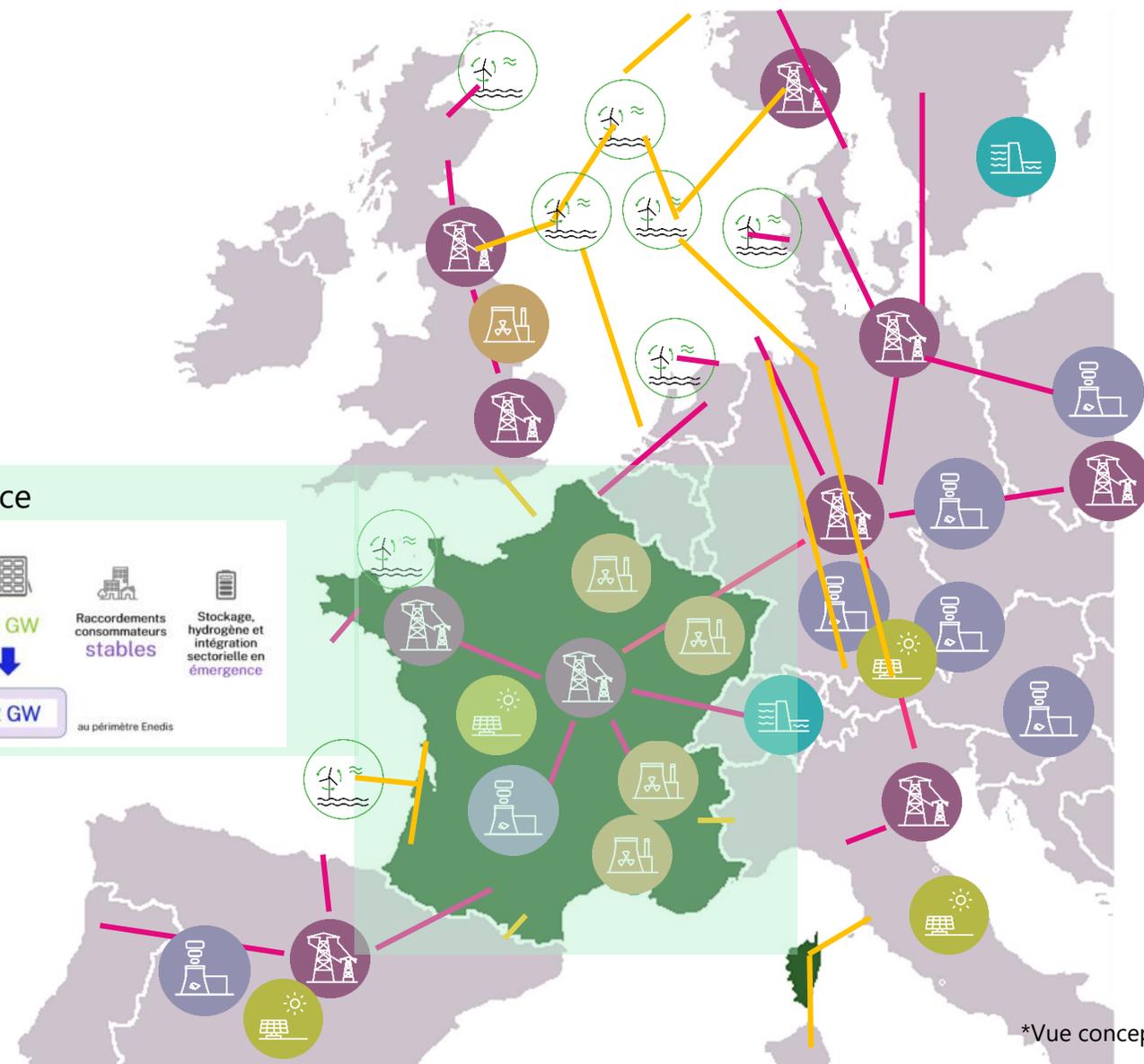
# ... face au défi de la transition énergétique



# Où le courant continu devient incontournable en HT



# Conduisant à un réseau hybride AC/DC



— AC  
— DC



PDR 2023 Enedis

Plus d'ENR & plus d'électrification = Plus de réseaux

\*Vue conceptuelle

# Une dynamique de renforcement forte mais quelques verrous

## Héritage d'un réseau AC en arborescence avec des sources centralisées

- Existence & capacité du point de raccordement (PR) ?
- « Force » du réseau au PR et capacité locale de dispatch

## Evolution & changement des usages

- Bidirectionnalité et intermittence des flux
- Pénétration de technologies à base d'électronique de puissance (Perte d'inertie...)
- ...

## Associés à des contraintes d'usage et de déploiement

- Accès au point de raccordement (permis, distance, mutualisation ? ...)
- Disponibilité et conflit d'usage du foncier

Le courant continu est une technologie clé pour traiter ces verrous

## Le courant continu revient en force avec quelques atouts

### ■ Le DC est une réalité et gagne du terrain :

- En HT sur le réseau de transport (1ere ligne commerciale HVDC en 1954)
- En BT au niveau des usages
  - Parcs PV, recharge véhicules électriques , stockage
  - Réseaux locaux LVDC, embarqués,...

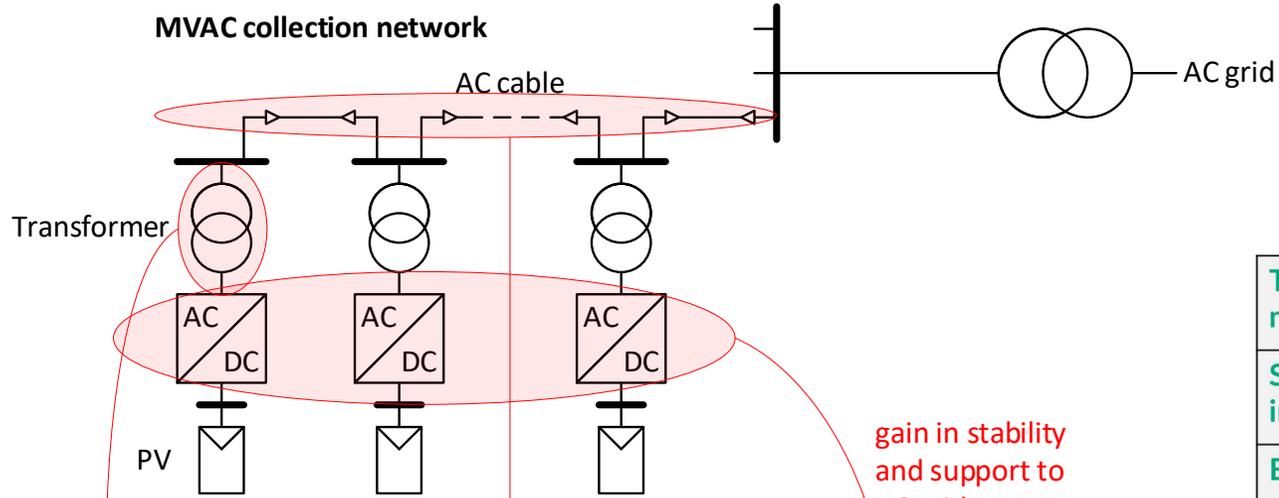
### ■ Ses principaux atouts :

- Meilleure gestion des flux de puissance
- Hausse de la capacité de transfert
- Support aux réseaux AC (fréquence, réactif, ...)
- Réglage des niveaux de tension

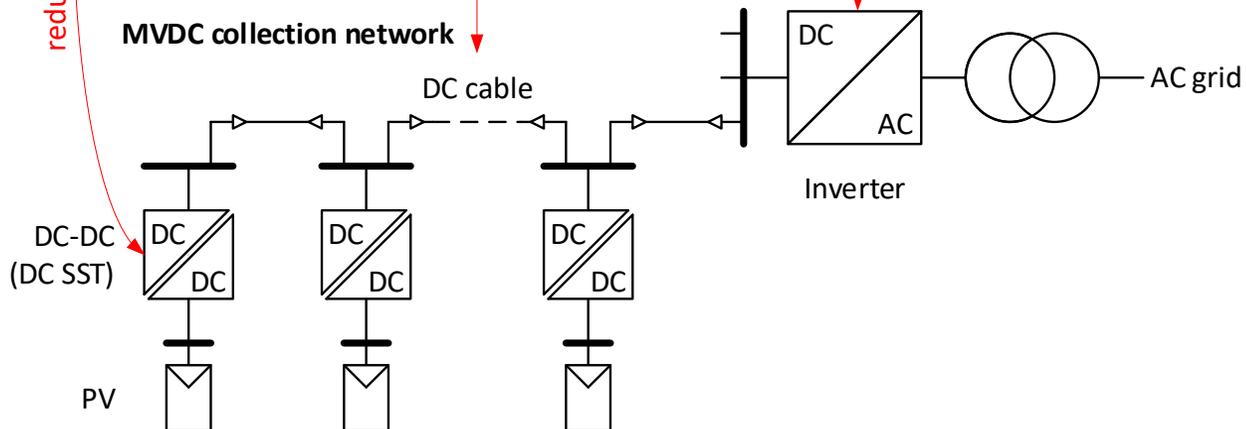
La moyenne tension en courant continu tarde à se développer mais représente un enjeu fort à court terme pour l'insertion des ENR

# Bénéfices escomptés des systèmes et des technologies MVDC

**AC**



**DC**



	AC	DC
Technological maturity	+++	---
Size of installations	-	++
Efficiency	-	+
Controllability	-	++

# Exemple d'un projet MVDC– PV collection network

## OPHELIA - Pilote 08/2025

### Enjeux :

- Viser les objectifs de 2050
- Préserver le milieu naturel : utiliser des terrains déjà artificialisés : routes, voies ferrées, rivières/canaux

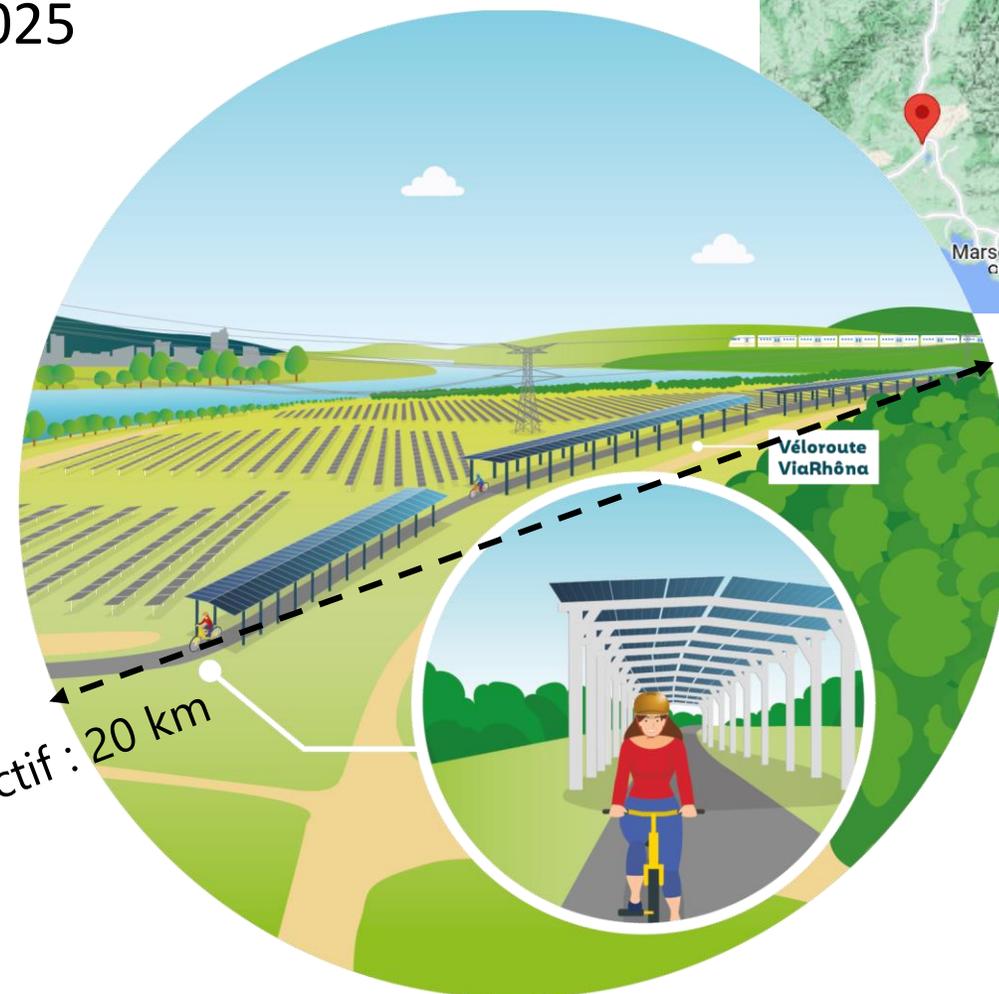
### Challenges :

- efficacité énergétique du réseau de collecte d'une centrale photovoltaïque longue (>1 km) mais étroite (<10 m)
- Sous-station présente étriquée

### Résultats :

- Faisabilité technico-economique
- Démonstration des briques technologiques

Objectif : 20 km



# SuperGrid Institute: your partner for innovation

Developing key technologies for future electricity grids and massive RES integration



## SuperGrid Institute:

- European leader in HVDC & MVDC technologies & services
- Private research & innovation company
- Pooling the expertise of industrialists and academics
- Equipped with state-of-the-art test platforms
- Member of:



**90+**  
patent  
applications



**60+**  
PhD students



**315+**  
international  
publications



**26**  
nationalities



**78**  
M€ of  
investment



**140**  
collaborators

# Merci pour votre attention

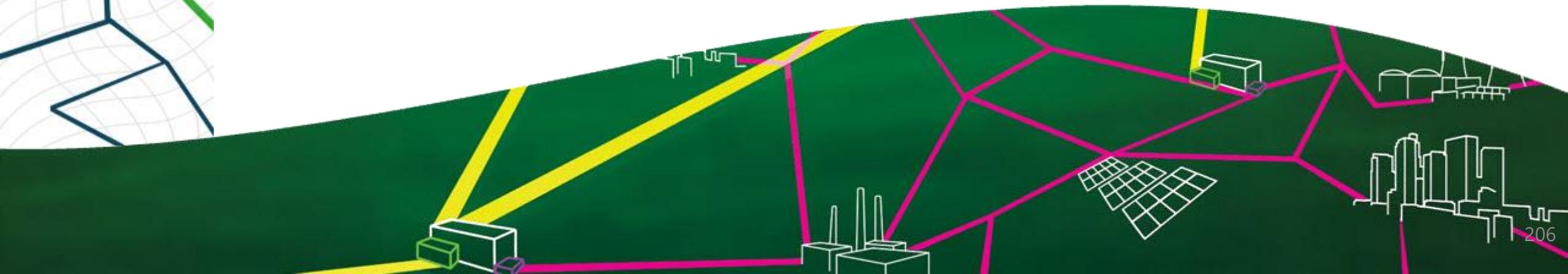
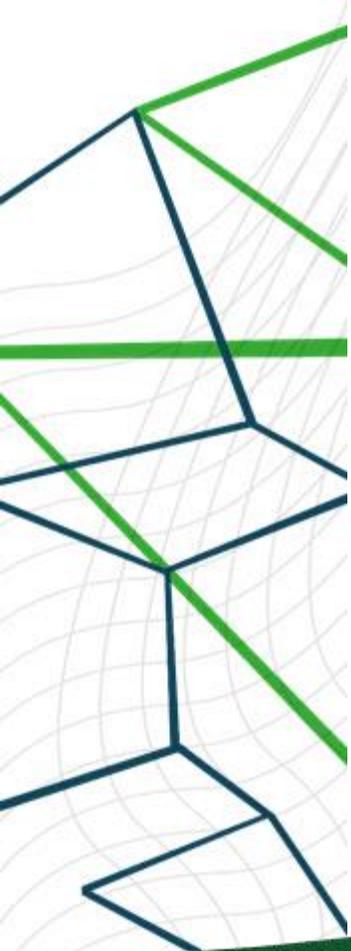
---

Paul VINSON

Directeur des partenariats et du développement commercial

@ :paul.vinson@supergrid-institute.com

Tel : + 33 7 60 77 32 31



# AC/DC Medium Voltage Distribution Systems Planning

**Heitor FARIAS DE BARROS**  
*G2Elab – Université Grenoble Alpes*

**Supervision:**

Bertrand RAISON  
*Professeur, UGA*

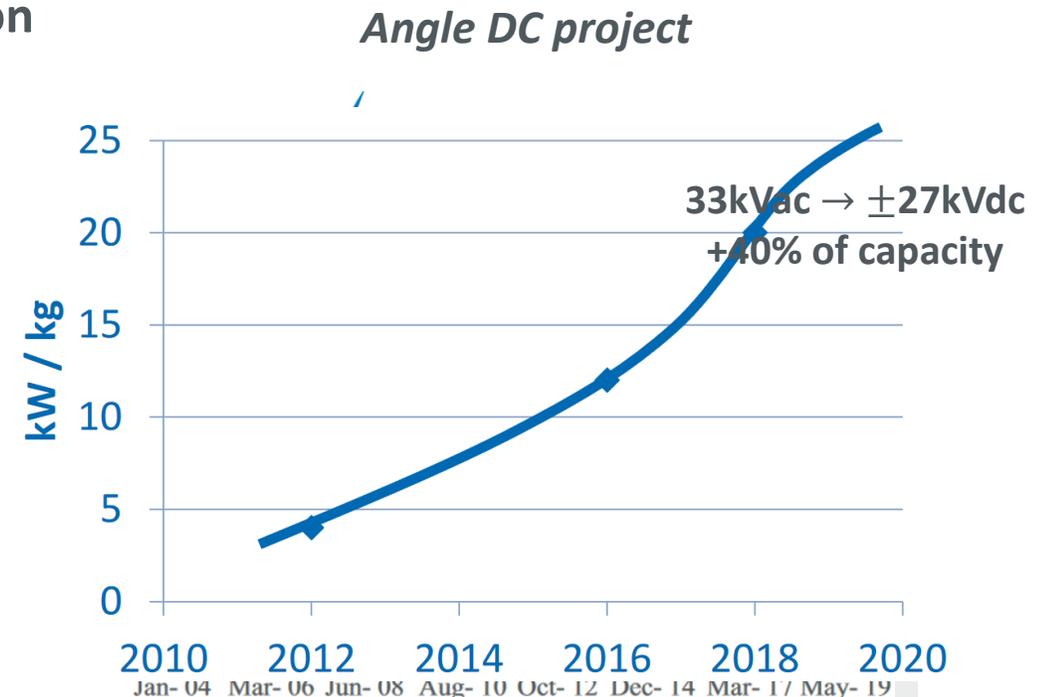
Marie-Cécile ALVAREZ-HERAULT  
*Maîtresse de conférences HDR,  
Grenoble INP-UGA*

Quoc Tuan TRAN  
*Directeur de recherche, CEA LITEN*

# INTRODUCTION

## Motivations for AC/DC distribution systems

- Integration of **distributed resources for energy transition**
  - **DC-native**
  - Need to **reinforce** distribution systems
- **Development of MV power electronics**
  - 5x reduction in **AC/DC converters** costs 
  - Advancements in **DC/DC isolated converters** 
    - Control **flexibility** and **high power density**
    - Expected **high efficiency** (>98%)
    - **Decrease in costs** could enable **hybrid AC/DC distribution systems**



Estimated price evolution of DC/DC transformers for MV applications. Source: Doncker, 2018.  
Power density evolution of isolated DC/DC converters for MV applications. Source: Grainger and Doncker, 2021.

# INTRODUCTION

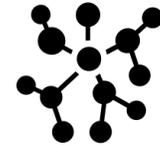
## *Research Questions*

- In which **cases** hybrid MV AC/DC distribution systems can **outperform** MV AC systems?
- What are the MV AC/DC **topological requirements** and how to model them in **optimal Distribution System Planning** formulations?
- How hybrid MV AC/DC distribution systems can be **economically evaluated**? What is the **impact** of hybrid topologies on the **costs sharing** between Distribution System **stakeholders**?

*Use cases*



*Topological requirements*



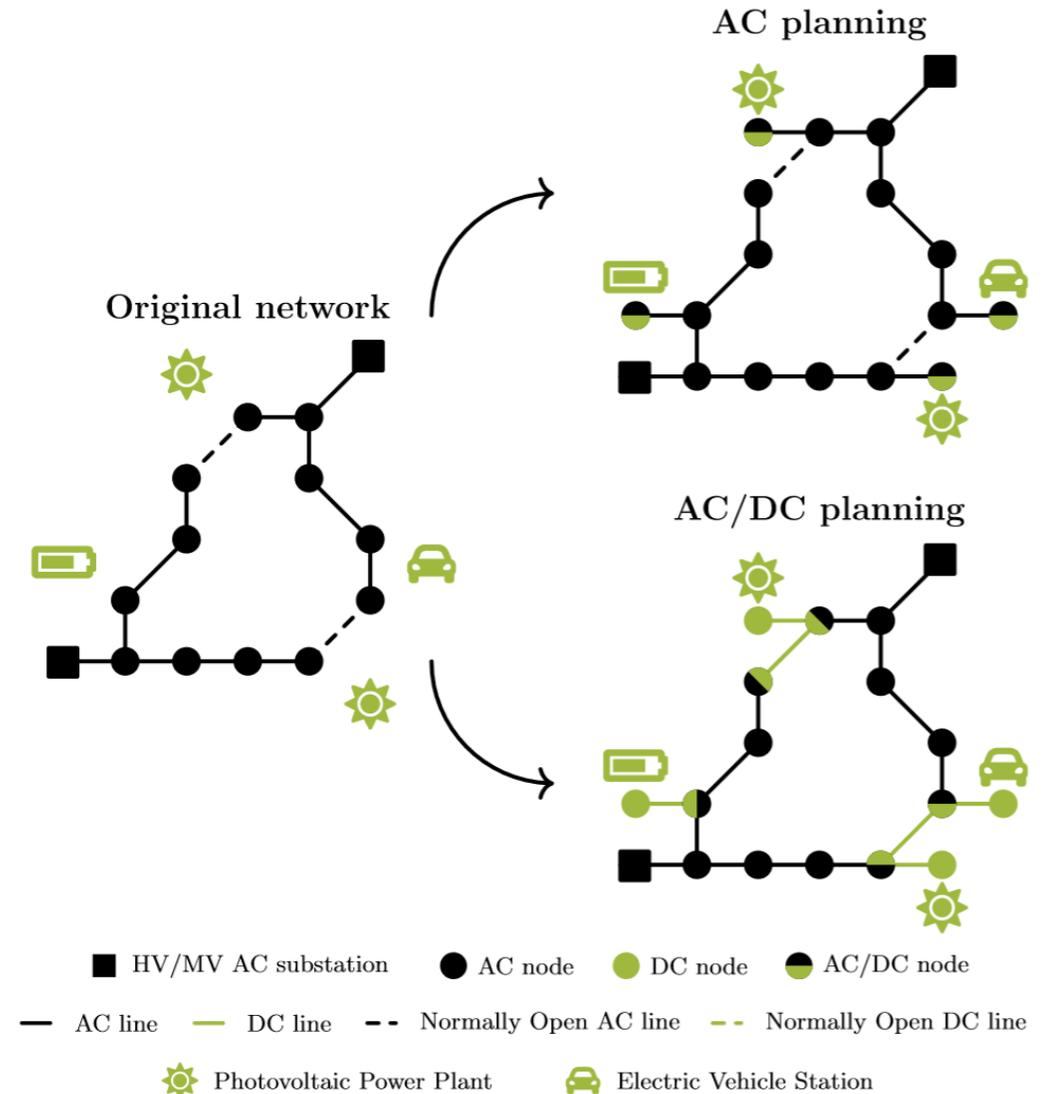
*Economic evaluation*



# PLANNING INCLUDING DC-CONNECTED RESOURCES

## OPTIMAL PLANNING FORMULATION

- **Optimal siting, sizing and operation**
  - Economic optimization
  - Representative scenarios for losses computation
- **Objective function: Net Present Cost**
  - New conductors
  - AC/DC conversion stations
  - LVDC/MVDC conversions stations
  - Losses (network, transformers and converters)
- **Optimal operation/Active power flow**
  - Possibility to mesh network with radial AC and DC grids



# PLANNING INCLUDING DC-CONNECTED RESOURCES

## OPTIMAL PLANNING FORMULATION

- **Formulation overview**
  - **Discrete variables** for topological constraints and decisions
  - **Quadratic objective function** to approximate **line losses** from power
  - Linear distribution flow (**LinDistFlow**) power flow constraints
  - **Linearized SOCP relaxation** for converters losses and power capacity
  - **Mixed Integer Quadratic Programming (MIQP) optimization problem**
    - Can be solved by commercial off-the-shelf optimization solvers

$$\underline{v}_{ac} \leq v_{ac,i}^s \leq \overline{v}_{ac} \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$P_{ac,i}^s = -P_{LD,ac,i}^s \quad \forall i \in \mathcal{N}_{NS} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$Q_{ac,i}^s = -Q_{LD,ac,i}^s \quad \forall i \in \mathcal{N}_{NS} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$\sum_{\mathcal{L}(i)} P_{ac,ij}^s + P_{ac,i}^s + P_{acdc,i}^s = 0 \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$\sum_{\mathcal{L}(i)} Q_{ac,ij}^s + Q_{ac,i}^s + Q_{acdc,i}^s = 0 \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$v_a^s \quad S_{acdc,i}^s = \sqrt{P_{acdc,i}^s{}^2 + Q_{acdc,i}^s{}^2} \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S} \quad \mathcal{S}$$

$$P_{acdc,l,i}^s = c_{0,acdc} S_{acdc,i}^{rated} + c_{1,acdc} S_{acdc,i}^s \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$S_{acdc,i}^s \leq S_{acdc,i}^{rated} \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$P_{dc,i}^s = P_{DER,dc,i}^s \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

$$LC \quad \sum_{\mathcal{L}(i)} P_{dc,ij}^s + P_{dc,i}^s - P_{acdc,i}^s = 0 \quad \forall i \in \mathcal{N} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

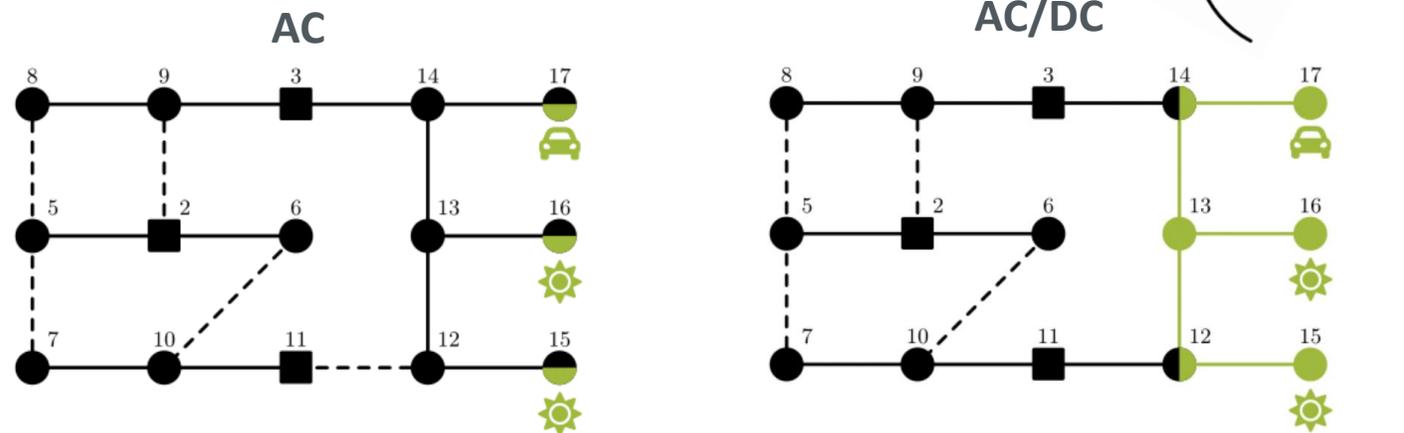
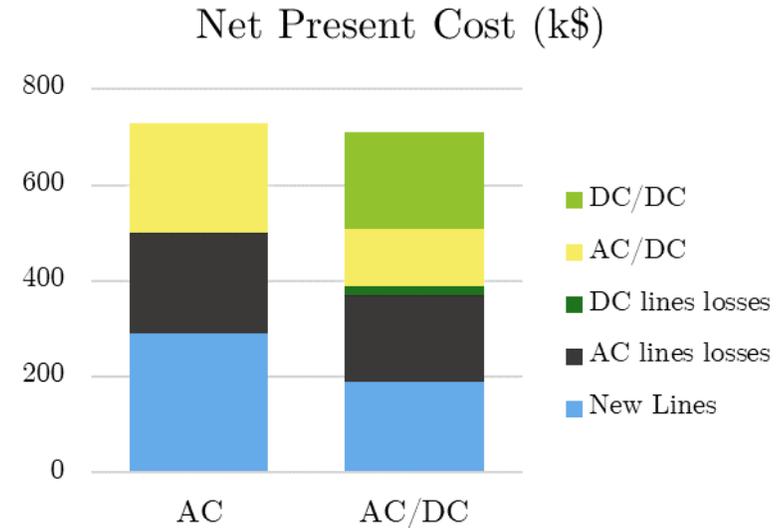
$$v_{dc,i}^s - v_{dc,j}^s - 2r_{dc,ij} P_{dc,ij}^s = 0 \quad \forall ij \in \mathcal{L} \quad \forall s \in \mathcal{S} \quad j^2)$$

$$-\overline{P}_{dc,ij} \leq P_{dc,ij}^s \leq \overline{P}_{dc,ij} \quad \forall ij \in \mathcal{L} \quad \forall s \in \mathcal{S}$$

# PLANNING INCLUDING DC-CONNECTED RESOURCES

## RESULTS

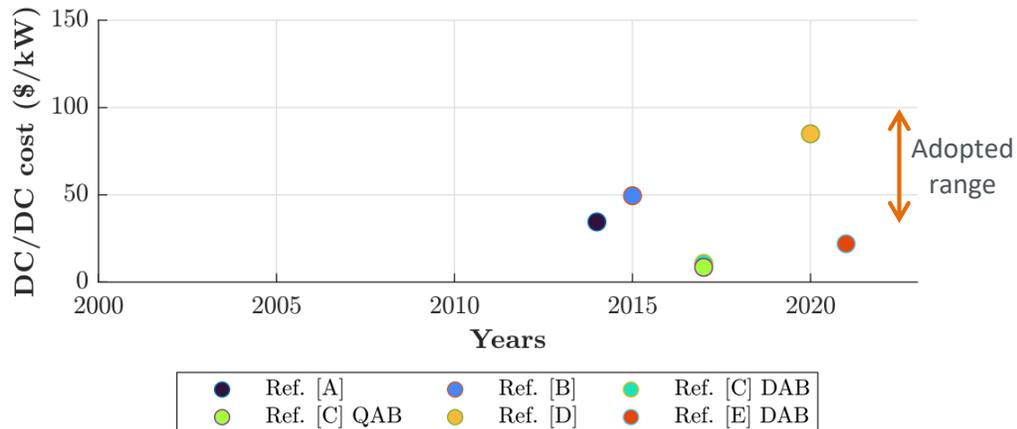
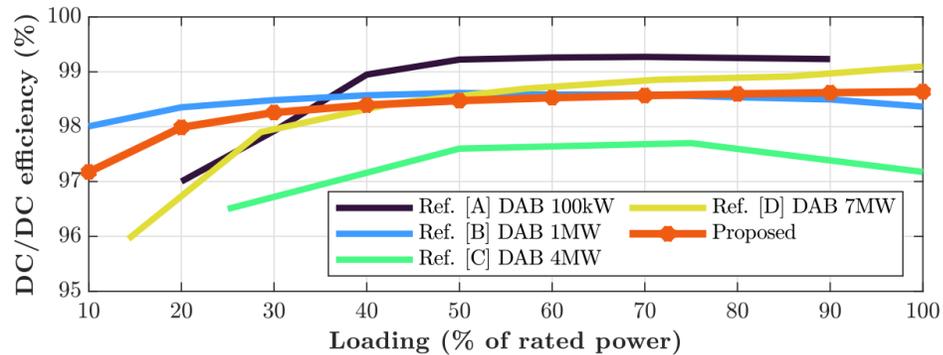
- **Case study: PREDIS network**
  - **AC/DC advantages**
    - Cheaper lines (-33%)
    - Less lines losses (-5%)
    - Reduce rating of AC/DC conversion stations (-50%)
  - **AC/DC drawbacks**
    - DC/DC converter costs



# PLANNING INCLUDING DC-CONNECTED RESOURCES

## RESULTS

- Case study: PREDIS network
  - Sensitivity analysis: DC/DC converter efficiency and cost



DC/DC converter nominal eff. (%)	DC/DC converter cost (\$/kW)	Net Present Cost (M\$)		
		AC	AC/DC	Cost comparison
Moderate 98.6%	Low 30	0.72	0.66	-9%
	Med. 60	0.72	0.71	-2%
	High 100	0.72	0.79	+9%
High 99%	30	0.72	0.63	-12%
	60	0.72	0.69	-4%
	100	0.72	0.75	+4%

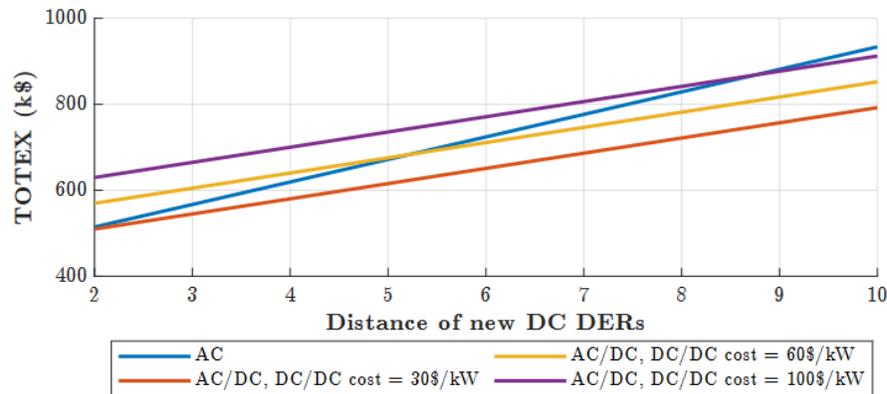


Prospective values

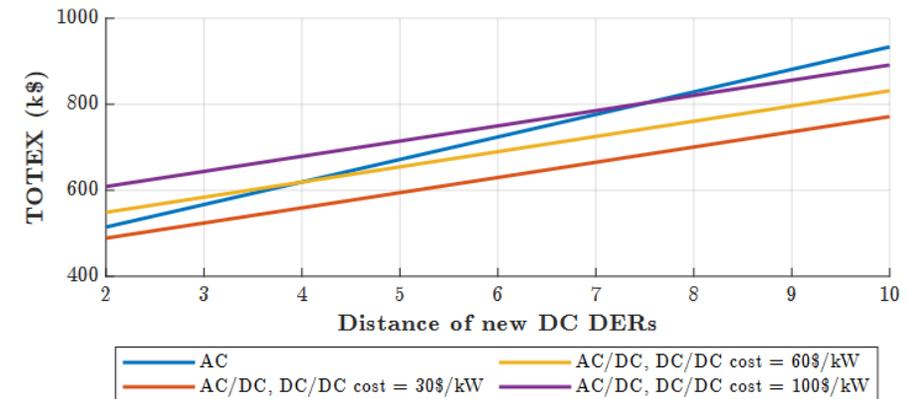
# PLANNING INCLUDING DC-CONNECTED RESOURCES

## RESULTS

- Case study: PREDIS network
  - Sensitivity analysis: Distance of DER connection
    - Equal load and generation (reduction of AC/DC converters sizing by 50%)
    - Between 1 and 9km depending on the DC/DC converter costs and efficiency
    - Prospective costs and efficiency of DC/DC converters



(a) DC/DC converters with moderate efficiency.

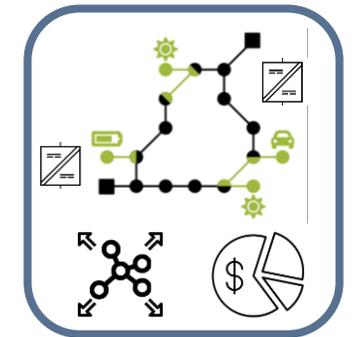


(b) DC/DC converters with high efficiency.

# CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES

## 💡 TAKEAWAY MESSAGES

- **Main contributions**
  - Extensive review of **hypotheses**
    - Particular effort to bound **conversion stations costs** within realistic values
  - MV **AC/DC** topologies with **DC-connected resources** can be interesting when **loads** and **generators** are together
    - **Mutualize AC/DC** conversion stations
    - **Cost** and **efficiency** of **DC/DC converters** is a very important factor
    - Needs of **special charging policy** in AC/DC planning
  - **Moderate outlook** on the advantages of **MVDC** systems



# CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES

## PERSPECTIVES

- **Specific use cases**
  - **BESS, Data centers** and electric transport
  - Integrate specific **design choices** into planning problem
- **Formulation and solving**
  - **Clustering** methods in solving
  - Different **formulation of piecewise radiality** and use of **meta-heuristics**
  - **Multi-stage** optimization: siting, sizing and operation problems
- **Additional services provided by hybrid topologies**
  - **Reliability** improvement in critical loads
  - **Energy arbitrage** between different market zones
- **Technical and operational aspects**
  - Protection
  - Control and stability

Yann DEBERNARDY  
Inès TAF



**l'électrification croissante et transition énergétique :**  
**Quelle contribution du courant continu ?**

7 novembre 2024



# TSE, l'acteur français référent de l'énergie solaire

TSE est un développeur et exploitant français de centrales solaires. **Inscrit dans la vie locale des territoires** et se développant uniquement sur le territoire national, TSE est le **réfèrent français de l'agrivoltaïsme**



Cofondé en 2016 par ALTUS et SOLAÏS, pionniers du secteur depuis 2008



2,5GW en cours de développement en France



321 MW en opération ou en construction



2<sup>ème</sup> plus grande centrale solaire de France (Marville)



160M€ levés en 2023



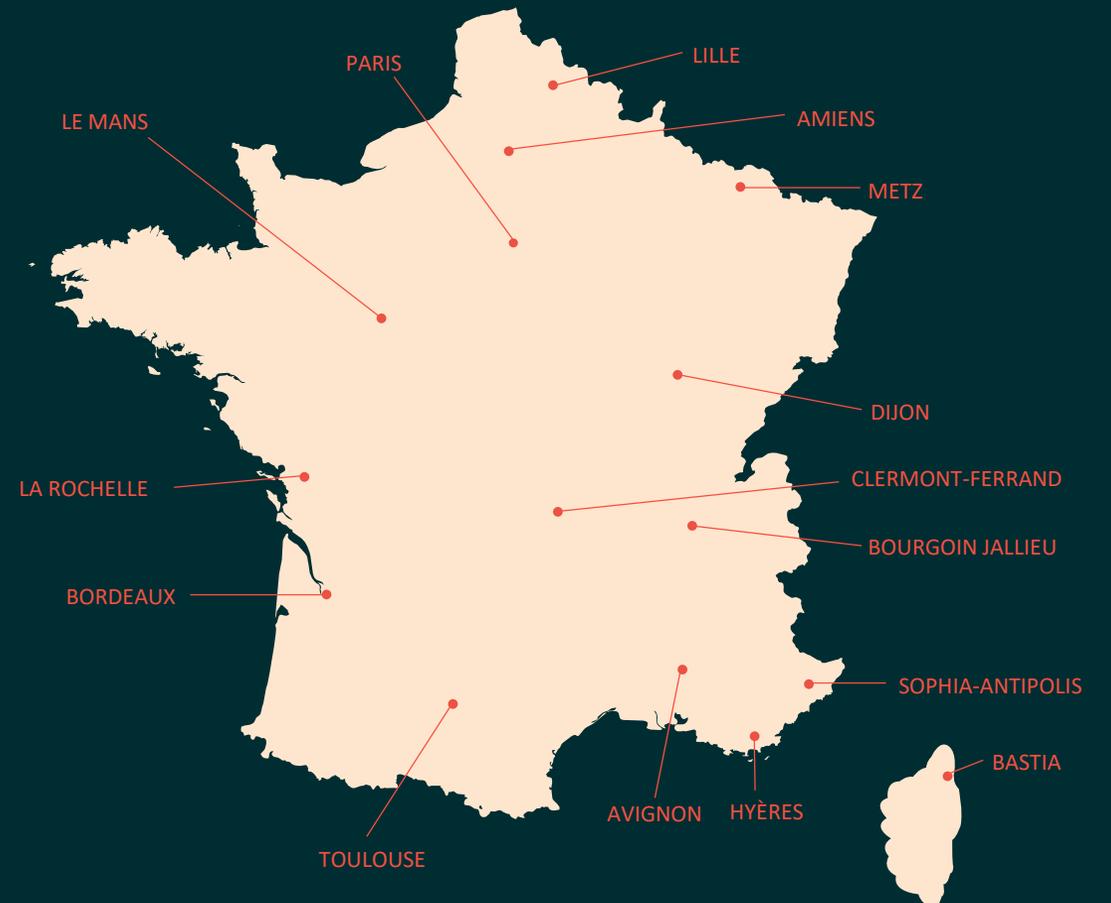
270 collaborateurs



7M€ R&D pure depuis janvier 2020 en AgriPV

Notre parc produit l'équivalent de la consommation électrique de 155 000 habitants.

## Une entreprise de proximité



Nos **15 bureaux** nous permettent d'être un partenaire local des territoires et du monde agricole.

# Une entreprise engagée

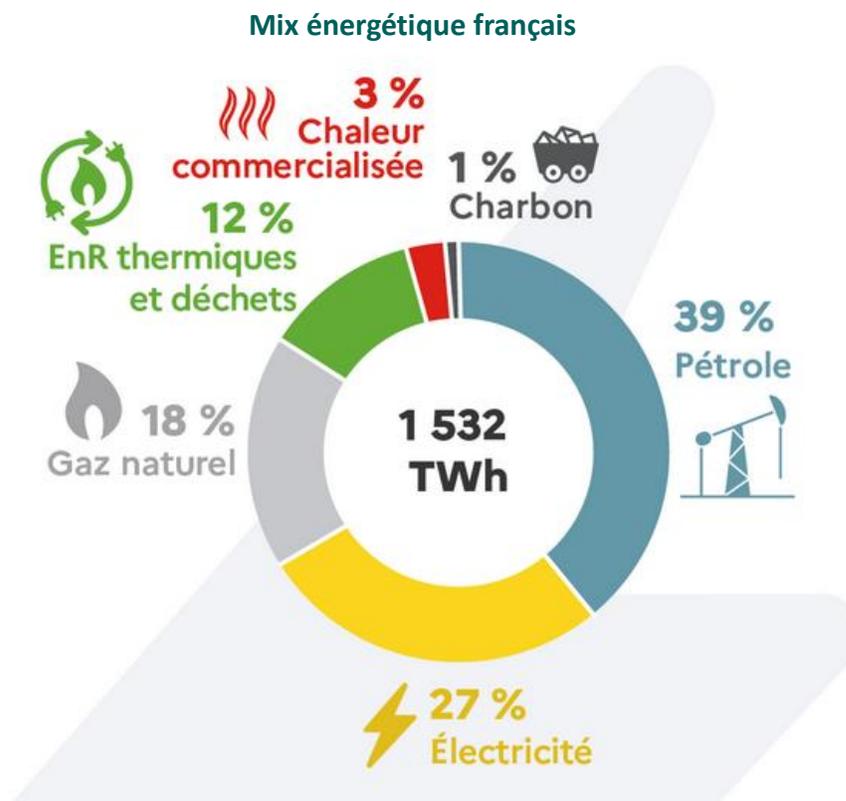
## Nos engagements fondateurs

1. Lutter contre le réchauffement climatique et contribuer à la préservation de la biodiversité
2. Être un acteur des transitions énergétiques et agricoles
3. Redonner de la compétitivité aux territoires, industriels et agriculteurs

Demain, ce seront nos territoires qui, en plus de nourrir notre pays, produiront son énergie.

## Les principaux atouts de l'énergie solaire

1. L'énergie solaire est la moins chère, elle est décarbonée, illimitée, décentralisée, recyclable à plus de 94%.
2. Elle est la mieux acceptée et la plus rapide à déployer.
3. Elle génère de la valeur au niveau local, des revenus pour le monde agricole et des recettes fiscales pour les collectivités territoriales.
4. Elle est un outil de souveraineté et permet de réduire le déficit de la balance commerciale française.
5. Elle permet de renforcer la compétitivité et le bilan carbone des entreprises et améliore le pouvoir d'achat des ménages.



Source : [statistiques.developpement-durable.gouv.fr](https://statistiques.developpement-durable.gouv.fr)

# Des solutions photovoltaïques et agrivoltaïques adaptées aux différents besoins

## SOLUTIONS PHOTOVOLTAÏQUES



Expert en énergie solaire, nous concevons des centrales solaires photovoltaïques au sol, **adaptées aux problématiques des terrains dits dégradés**, comme les friches industrielles.

## SOLUTIONS AGRIVOLTAÏQUES



Depuis plusieurs années, l'agriculture fait face à des événements climatiques de plus en plus forts. TSE a développé des systèmes agrivoltaïques qui permettent aux agriculteurs de **lutter contre ces aléas climatiques**.

## SOLUTIONS POUR LES ENTREPRISES & COLLECTIVITÉS



Nous avons développé un ensemble de solutions permettant aux industriels de **créer des espaces industriels et tertiaires décarbonés, sobres et énergétiquement compétitifs**.

## NOS SOLUTIONS SUR LES FRICHES



TSE participe à la **réindustrialisation verte du pays sous contrainte de la zéro artificialisation nette des territoires**. En partenariat avec d'autres acteurs majeurs des énergies renouvelables, nous développons des projets multi-énergies (H<sup>2</sup>, e-carburants, stockage) et industriels.

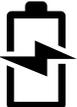
# Projet Fonderie du Poitou à Ingrandes 2026-2027

- ❖ Projet en consortium avec Lhyfe pour créer une plateforme d'activité autour des énergies vertes
- ❖ Production électrique locale avec stockage batterie pour l'équilibre réseau
- ❖ Réflexion sur infrastructure existante et raccordement existante du site



# Distribution MVDC centrale Photovoltaïque

## Intérêt distribution MVDC

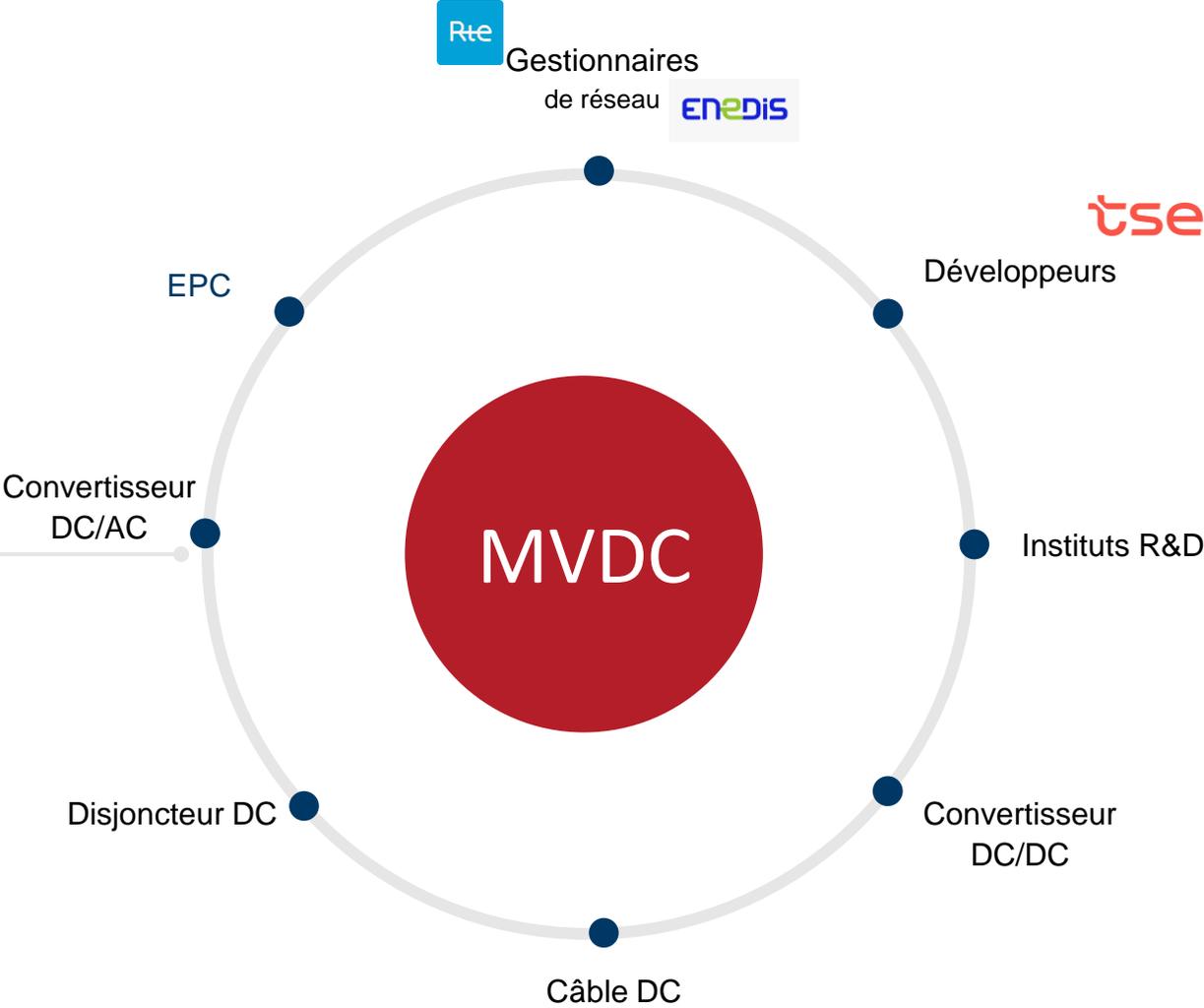
-  Optimisation des équipements : Transformateurs
-  Réduction des pertes d'énergie dans la transmission
- Optimisation des coûts des câbles
- Réduction des coûts de construction
-  Connexion efficace et directe de plusieurs centrale PV sur un même bus MVDC
-  Compatibilité optimisée avec système de stockage

## Les défis du MVDC

-  Cadre réglementaire en DC / Normes applicables
-  Qualification du matériel de comptage ENEDIS / RTE : Définir niveau de tension (+/-10kV ; +/-20kV)
-  Faisabilité et fiabilité technique
-  Coûts d'infrastructures initiaux élevés
-  Maturité des équipements MVDC 2027/2028

# Développement écosystème

Maîtrise des risques



# Fournisseurs équipements DC

## Convertisseur DC/DC



- Solutions existantes pour capacité < 50kW
- Prototype convertisseurs DC/DC: 250kW de 1,5kV à 10kV

## Câble DC

Top Cable



- Adaptation câble AC 12kV pour DC +/-10kV
- Adaptation câble AC 22kV pour DC +/-20kV

## Disjoncteur DC



Schneider Electric

- Solutions existantes pour marchés ferroviaire et HVDC
- Prototype disjoncteur MVDC de +/-2,5kV à +/-5kV

## Convertisseur DC/AC

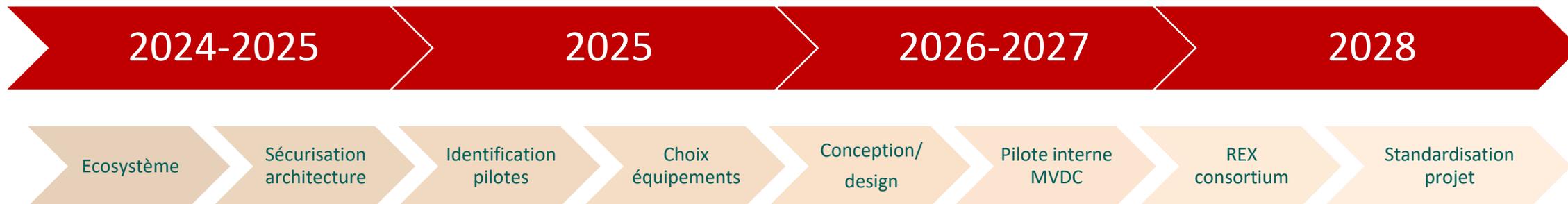
HITACHI



SIEMENS energy

- Adaptation convertisseurs MMC du HVDC pour le MVDC

## Feuille de route MVDC



### Site Oyré - fonderie du Poitou:

- ❖ Projet pilote hybride AC/DC de plusieurs MWc – distance 10km – 2027/2028
- ❖ Etablir des groupes de travail avec les différents partenariats établis
- ❖ Assurer la cohérence globale du projet avec l'expertise de tous les acteurs



Yann DEBERNARDY : Directeur Convergence Industriel  
Inès TAF : Ingénieur conception

[www.tse.energy](http://www.tse.energy)



7 novembre 2024

# **RTE**

## **Réseau de transport et courant continu**

Xavier Bourgeat, RTE R&D



# Réseau de transport et courant continu

**Une réalité opérationnelle : les interconnexions  
entre la France et ses voisins**



**Angleterre : 2000 MW + 700 MW**

**Espagne : 2000 MW + 2000 MW en construction**

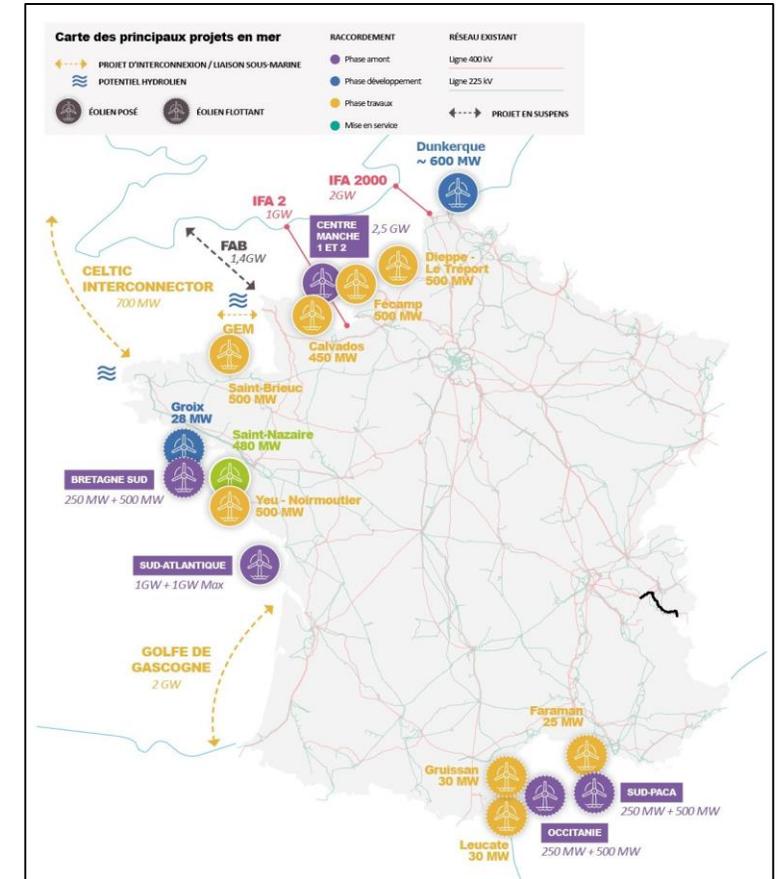
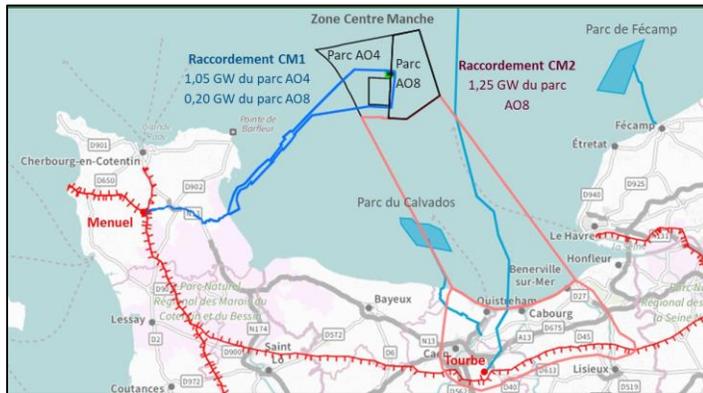
**Italie : 1200 MW**

**Irlande : 700 MW en construction**



# Les projets de raccordement

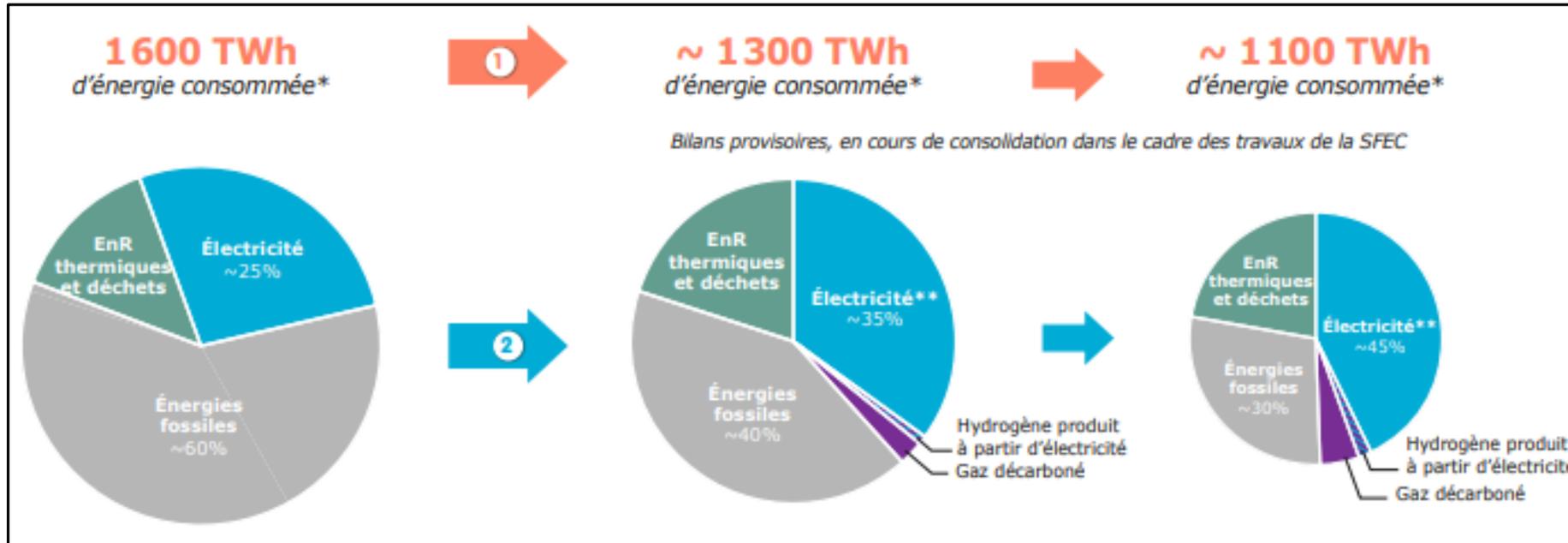
**Le court terme en courant alternatif.**  
**Le moyen et long terme en courant continu.**



La France prévoit de raccorder 40 GW d'éolien en mer en 2050 : majoritairement en courant continu.  
 L'Europe prévoit de raccorder 300 GW d'éolien en mer en 2050 : majoritairement en courant continu.

# Réseau de transport et courant continu

Dans le cadre général d'une augmentation prévu de la consommation d'électricité :



Source : RTE BP2050



# Réseau de transport et courant continu

**Sujet fondamental :**

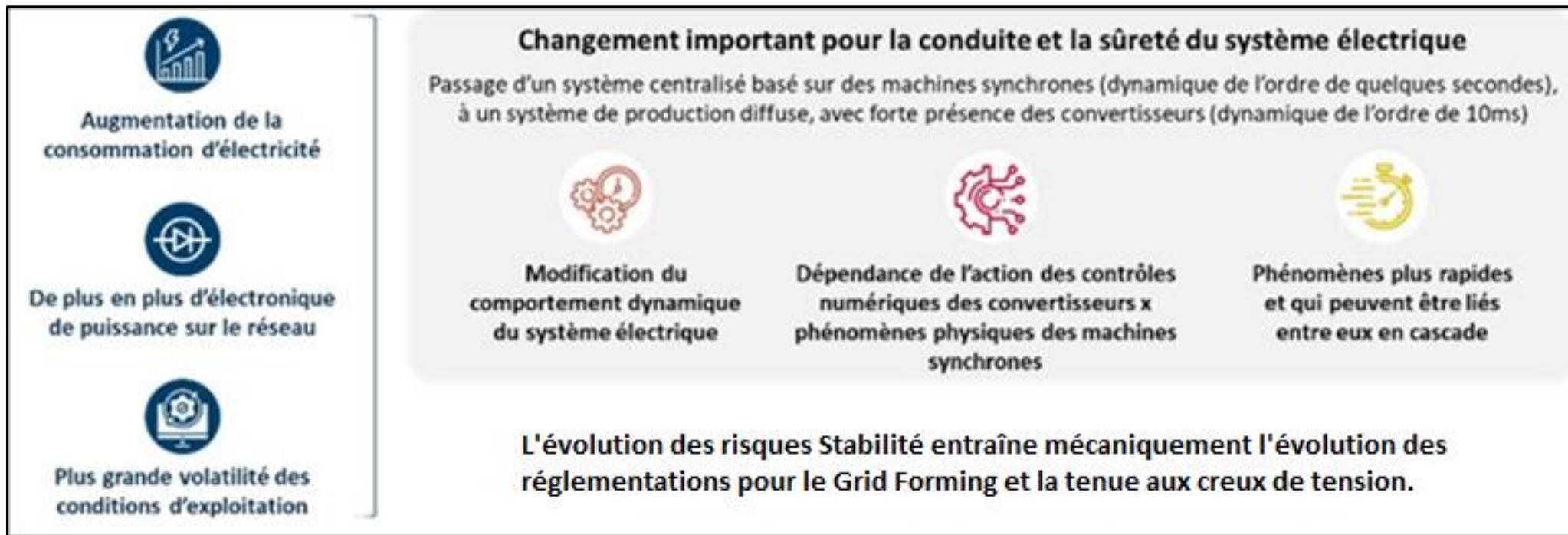
**Au moins : garantir l'innocuité des convertisseurs raccordés au réseau.**

**Au mieux : utiliser les convertisseurs raccordés au réseau au profit du réseau.**

- Réglage U, réglage f.
  - Optimiser les flux de P.
- Stabilité en général.**

# Réseau de transport et courant continu

## Électronique de puissance et stabilité :



Cf. rapport RTE – AIE : [RTE et l'AIE publient leur étude sur les conditions d'un système électrique à forte part d'énergies renouvelables en France à l'horizon 2050 | RTE \(rte-france.com\)](https://www.rte-france.com/medias/rapport-rte-aie-2023)

# Réseau de transport et courant continu

## Électronique de puissance et stabilité :

Avant  
(stabilités historiques maîtrisées)

- Équilibre  $P = C$  : tenue en fréquence.
- Maintien de  $U$ ,  $\gamma$  compris lors d'incident.
- Angle des rotors (équilibre des couples, synchronisme).

Avec beaucoup d'EP

- Stabilité entre convertisseurs.
- Résonance (à éviter) : stabilité torsionnelle, stabilité harmonique.



**Dynamique plus rapide**

# Echanges



## **BRAINSTORMING**

**Des questions ?**

**Vous envisagez le DC ?**

**A quelle échéance ?**

**Les freins et les leviers ?...**

ATELIER

# Restitution des ateliers



# Réhabilitation friches industrielles

Avec Mathieu JANIN- SLS Actiparc, Albéric VAN OVERBEKE – Solstyce et Antoine DECOUT – Lhyfe

## Retour d'expériences sur le projet porté par SLS Actiparc

- Cf vidéo en ligne : <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7259942945586372608/>
- Opération portée par une initiative entrepreneuriale
- Engagement des partenaires sur une collaboration étroite pour partager vision et avancer ensemble sur les questions administratives, dont relations avec collectivités territoriales et attractivité de la zone.
- Enjeux énergétiques traités en amont du projet avec volonté le foisonnement des solutions techniques recherché pour une optimisation des ressources
- La mobilité électrique est aussi un levier clé pour le l'équilibre énergétique

Le modèle Actiparc est-il répliquable ailleurs ? Probablement Oui, la priorité actuelle est donnée à la consolidation de l'existant.

Suites à venir : Extension possible de la zone possible, intégration de nouveaux projets de production ENR dont PV flottant et méthanisation.

# Pyrogazeification et gazeification hydrothermale

**Avec** Julien SCHMIT - GRTGaz, Lucia Jimenez - Leroux et Lotz et Marion Guillevic - Energo

Tous les gaz Bas-carbone ne sont pas issus de biomasse; c'est le seuil d'abattement de CO2 qui définit le gaz bas-carbone.

Une étude régionale sera lancée en 2025 pour identifier la ressource (biomasse et CSR) disponible en région. Les attendus de cette étude visent à définir une stratégie régionale de l'utilisation de cette ressource:

- Analyse comparée des technologies de transformation

- Gisements et potentiels conflits d'usages pour définir une ligne politique sur les intrants

- Analyse des acteurs (détenteurs de ressources, porteurs de projets, ...)

2 voies de transformation des ressources en gaz Bas-carbone sur site sont présentées avec leurs avantages et inconvénients respectifs.

Les gaz issus de la pyrogazéification peuvent être utilisés pour des applications autre que combustion directe : par exemple, le projet Titan V (par LLT), vise la production de Méthane à partir de syngaz (TRL 7 en fin de projet).

Le projet GHAMA, porté par LLT, en construction vise à optimiser le fonctionnement de la technologie dans une installation quasi industrielle (assurer passage d'un TRL 6 à 8). Appel à partenariat.

Energo a développé une technologie innovante de plasma catalyse permettant de convertir des gaz en molécules d'intérêt. Les voies de valorisation de syngas: méthane, hydrogène, méthanol. Des projets sur chacune de ces applications sont identifiés

# Décarbonation et optimisation de la chaleur



**Avec** Achille Authier - Newheat, Alexandre Manon – Energy Pool et Erwan Allanic – Saint Gobain

Présentation des solutions techno de production de chaleur renouvelable et de récupération ainsi que la complémentarité avec la flexibilité

# Nos prochains rendez-vous



**INSCRIVEZ VOUS !**