



# Gazéification Hydrothermale

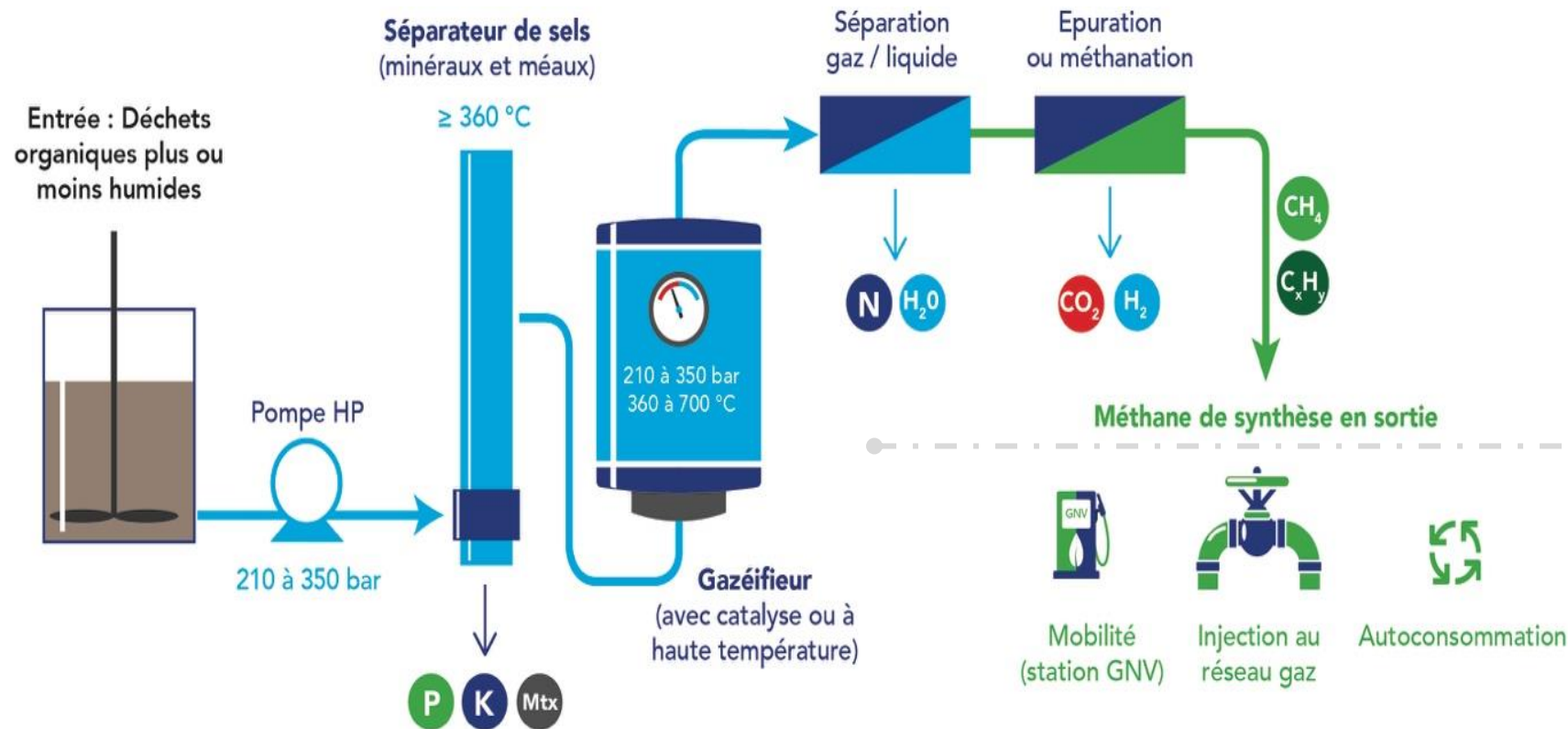
# **Gazéification Hydrothermale**

-

## **Introduction rapide**

*Robert Muhlke (Responsable GH de GRTgaz)*

# Fonctionnement de la Gazéification Hydrothermale (GH)



## Prérequis pour l'intrant

- › Viscosité de l'intrant adaptée à l'équipement GH (haute pression)
- › Un taux de carbone le plus élevé possible dans la matière sèche
- › Absence ou faible taux de composants nuisibles (Chlore, ...)

Composition du syngaz	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>
GH avec catalyse	≤ 70%	0 à 10%	20 à 30%	-
GH haute température	25 à 40%	30 à 50%	~ 30%	≤ 12%

## Procédé de Gazéification Hydrothermale

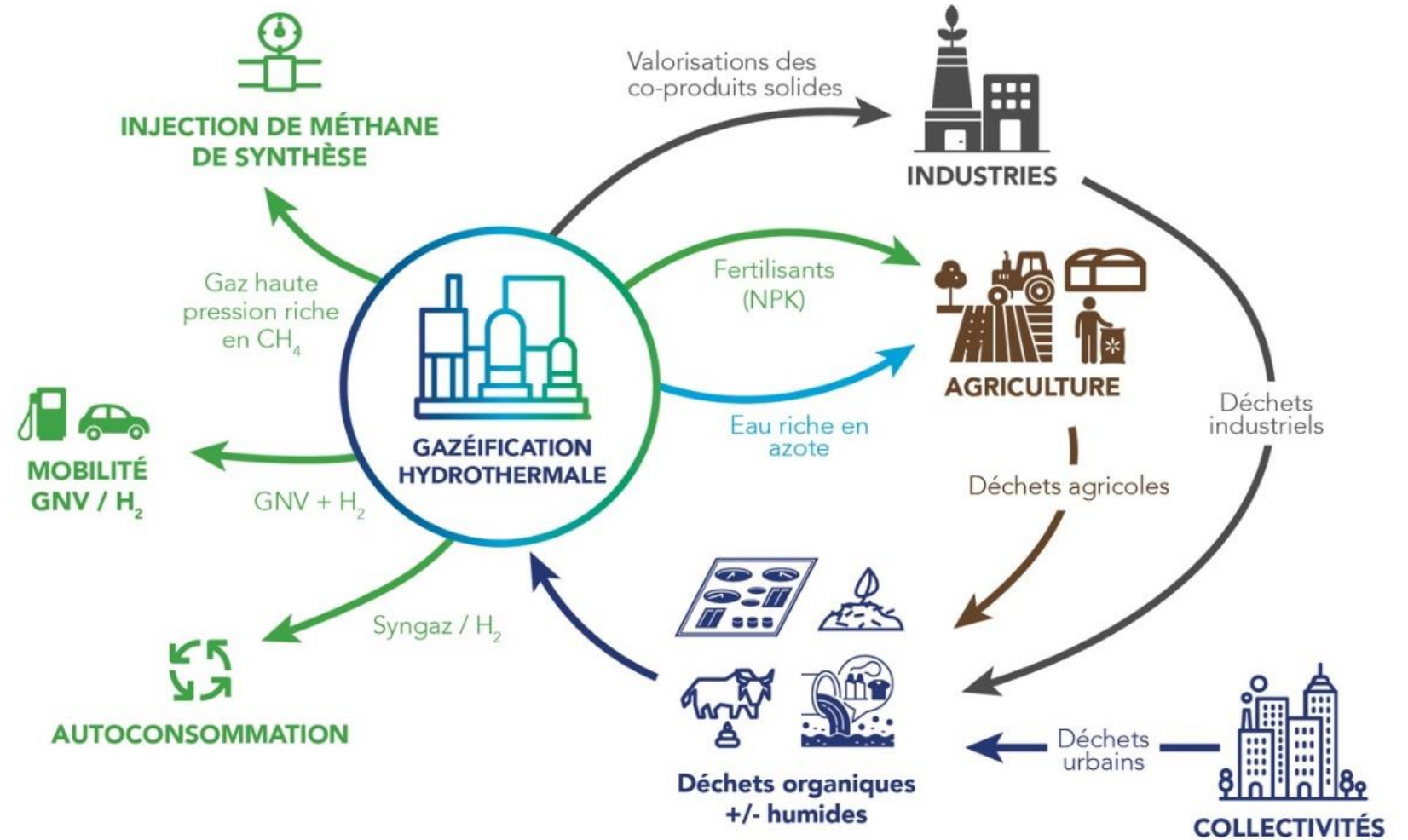
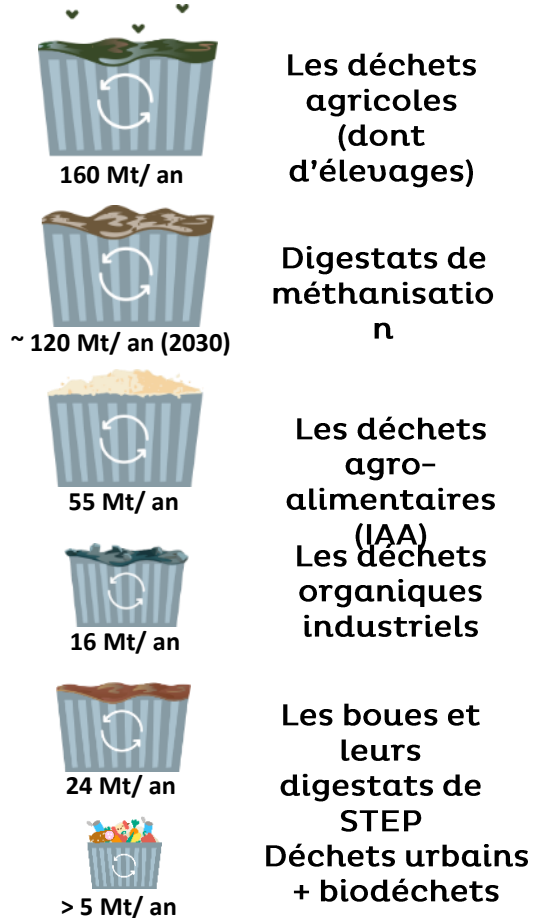
Une conversion thermochimique fonctionnant :

- › En présence obligatoire de l'eau
- › En limite des phases liquide et gaz autour du point critique de l'eau (221 bar/ 374°C)
  - H<sub>2</sub>O devient un solvant (séparation solides) + très réactive (H<sub>2</sub> se décroche plus facilement)
- › Soit avec catalyse : 210 à 300 bars, 360 à 400°C
- › Soit à haute température: 250 à 350 bars, 550 à 700°C
- › Avec un rendement énergétique global élevé : 75 à 90%

Source: adapté GRTgaz

# La chaîne de valeur de la GH

## 6 familles d'intrants (déchets organiques d'origine biogénique)

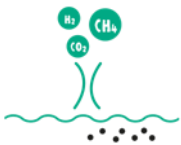


Et aussi : des déchets fossiles (ex: plastiques) !


# Les nombreux atouts de la technologie



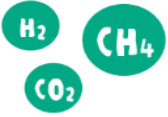
**Forte réduction  
des déchets  
ultimes**



**Conversion  
carbone très  
élevée: > 90 %  
(yc  $\mu$ -plastiques) !**



**Pas de polluants  
atmosphériques  
(NOx, CO,  
particules)**



**Production d'un  
gaz injectable  
très riche en  
méthane**



**Récupération  
de sels minéraux,  
d'azote soluble  
+ de l'eau**



**Récupération  
de métaux et  
métaux lourds**



**Temps de  
conversion  
très rapide  
(1 à 10 min)**



**Installation  
compacte +  
modulaire**



**Rendement  
énergétique  
élevé  
de 70 à 90%**



**Élimination des  
bactéries, virus  
et produits  
pathogènes**



**Multiples  
intérêts  
économiques**

**Bilan GES/ ACV  
a priori très  
favorable  
  
+  
Nuisances  
sonore et olfactif  
faibles**

**La GH supprime tout besoin de prétraitement thermique des intrants tout en évitant leur incinération, mise en décharge ou enfouissement !**

# L'intérêt économique de la technologie et d'un projet GH

- **Une rémunération de base :**
  - Valorisation d'un méthane de synthèse (gaz renouvelable) injectable dans le réseau
- **Des rémunérations complémentaires (pour plusieurs types de déchets) :**
  - Service de traitement de déchets (boues, digestats, déchets industriels et/ou urbains)
  - Valorisation des résidus solides (métaux, sels minéraux, azote) et liquide (eau)
- **Revenus potentiels supplémentaires (économies/ dépenses évitées) :**
  - Forte réduction voire suppression des besoins de transport des déchets ultimes
  - Valorisation du CO<sub>2</sub> résiduel (serre, transformation en carbone solide, matière première pour procédés chimiques et biocarburants, Power-to-Méthane (H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>))
  - Facilité de traitement des déchets en mélange => suppression de certains prétraitements
    - Cas des boues de STEP: économie potentielle de certains traitements des boues aujourd'hui nécessaires: biologique, élimination microplastiques et pathogènes, homogénéisation (bactéries, virus, chaulage), ...

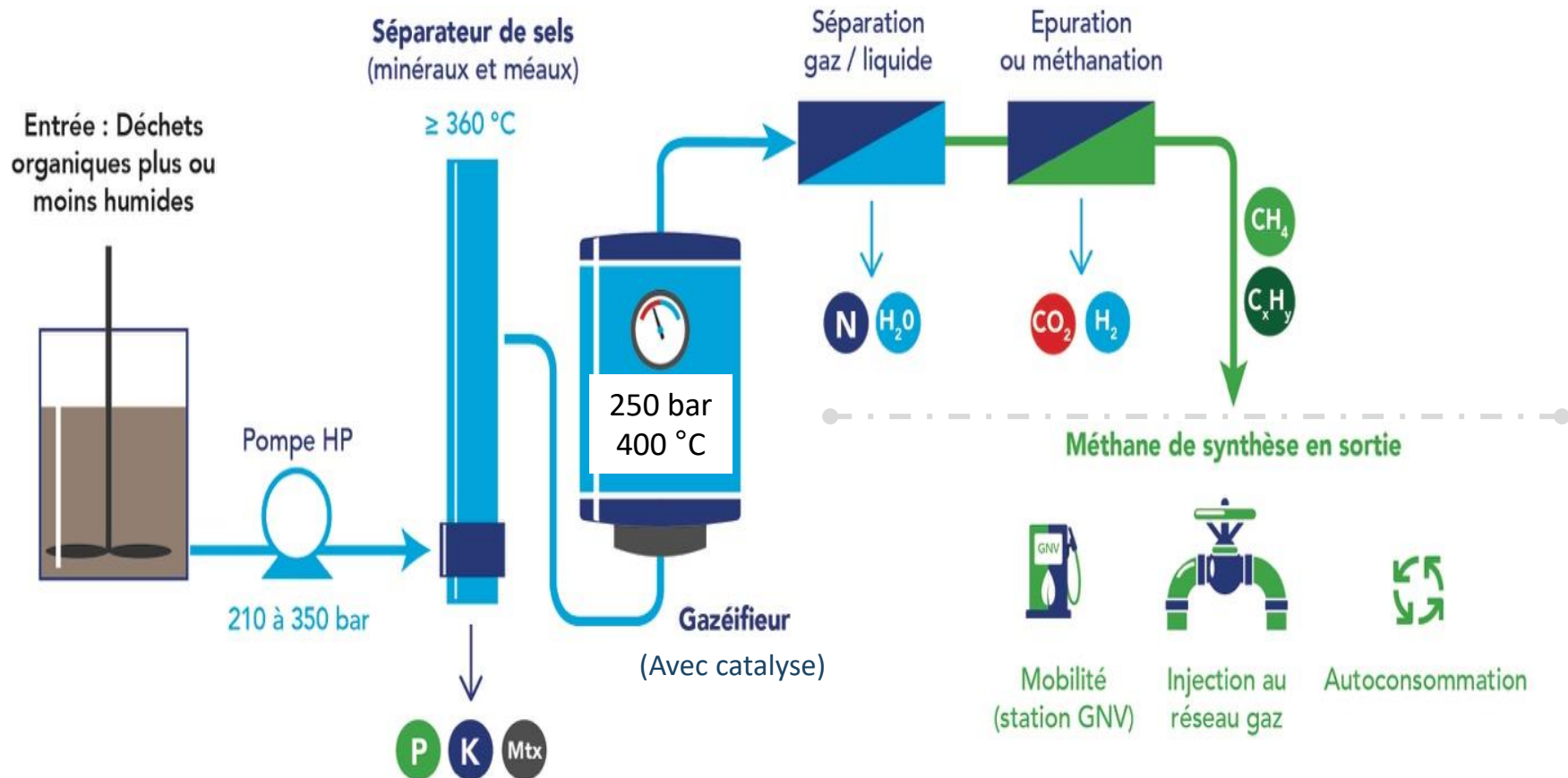
# **Gazéification Hydrothermale**

-

**La technologie développée par la société**

**TreaTech et le Paul-Scherrer - Institut**

# Gazéification Hydrothermale Catalytique (GHc)



Composition du syngaz	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>
GH avec catalyse	≤ 70%	0 à 10%	20 à 30%	-

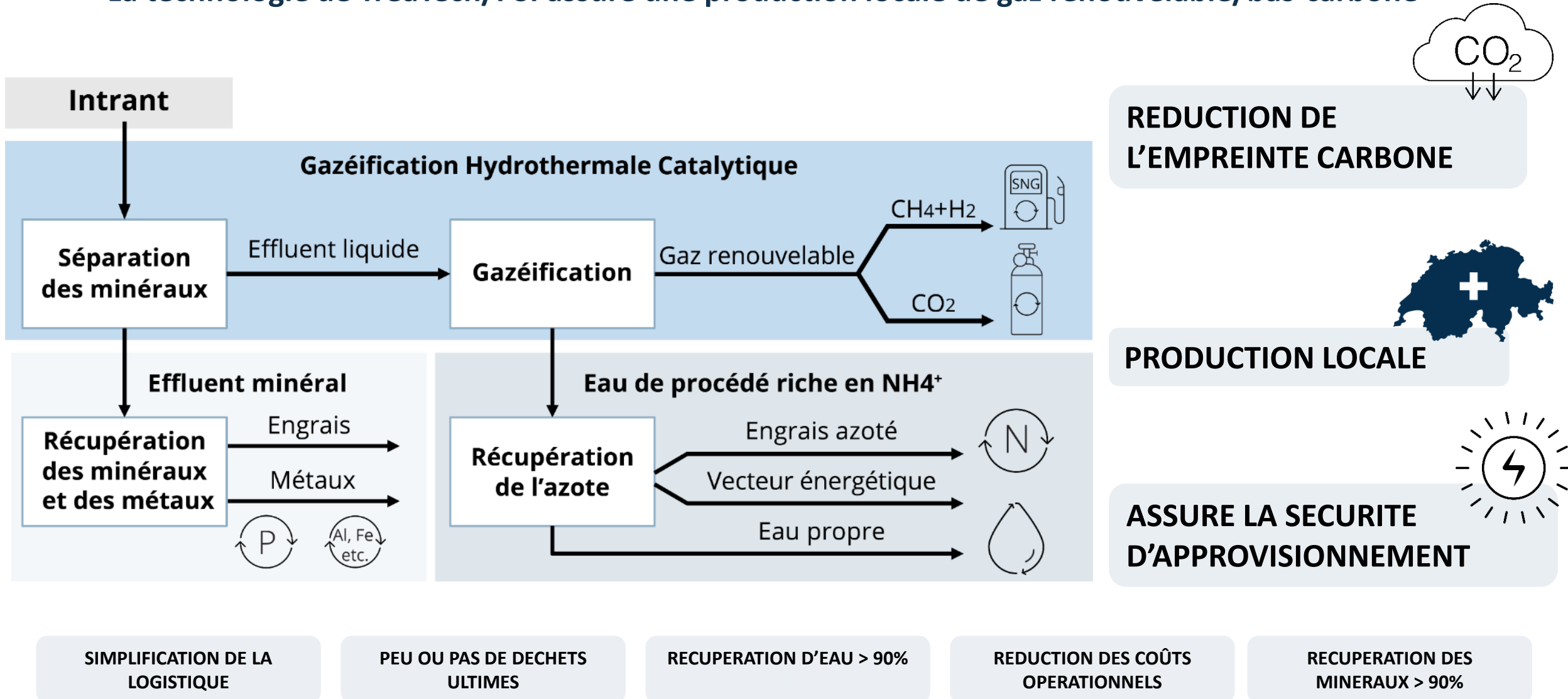
La principale différence de la technologie de **TreaTech** est l'utilisation d'un **catalyseur** :

- Température plus basse (400°C).
- Génère un gaz propre, sans soufre et riche en méthane (jusqu'à 70 % en volume).
- Produit une eau exempte de contaminants et riche en ammonium.
- Permet de récupérer les nutriments (par exemple, le phosphore, l'ammonium).



# Proposition de valeur

La technologie de TreTech/PSI assure une production locale de gaz renouvelable/bas-carbone



# Réalisations techniques

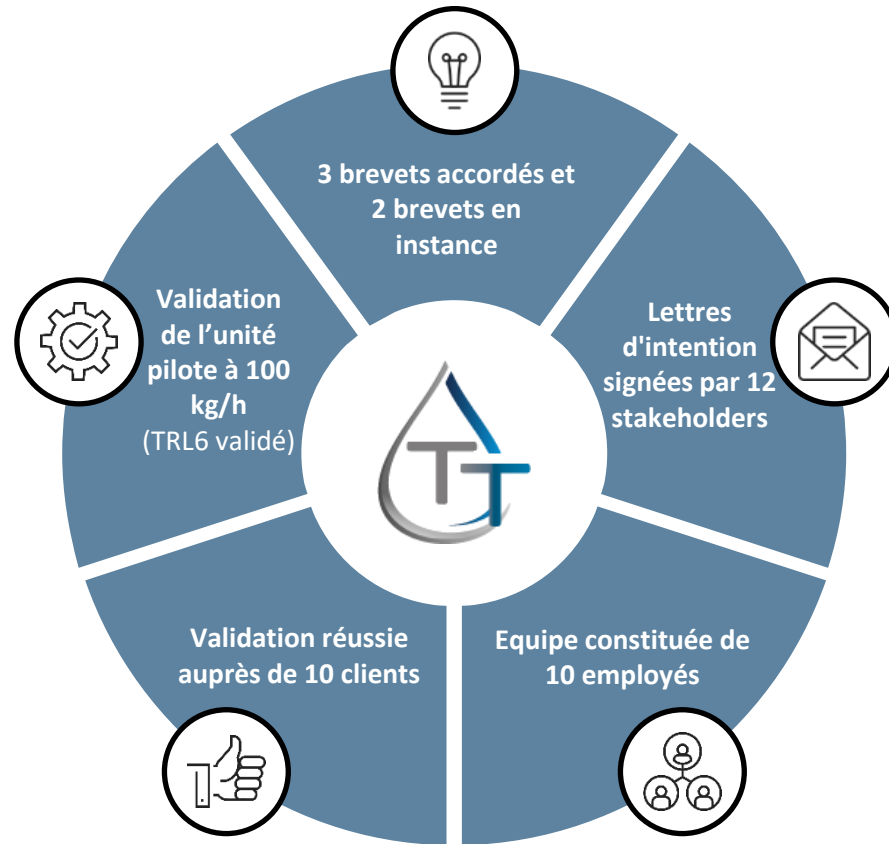


- Installation expérimentale située à la STEP de Villigen (1 kg/h)
- Technologie validée à l'échelle labo avec plusieurs types d'intrants



- Installation pilote opérationnelle à l'Institut Paul Scherrer (100 kg/h)
- Validée avec des intrants organiques

# Expérience avérée en matière d'innovation et de validation par les clients



## LE POTENTIEL DE TREATECH VALIDÉ PAR DES SUBVENTIONS DU GOUVERNEMENT ET DES INVESTISSEURS

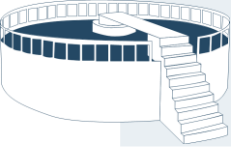
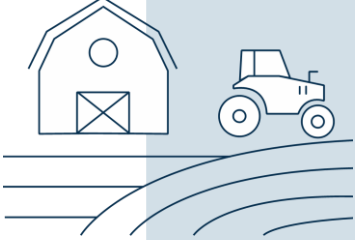


- **US\$ 2.94 millions** de subvention de l'EIC Accelerator (commission européenne)
- **US\$ 1.43 millions** de subvention de l'Office fédérale de l'énergie (OFEN)
- **US\$ 6 millions** en co-investissement de l'EIB (term sheet signé)
- **US\$ 1.54 millions** obtenus par d'autres subventions
- **US\$ 880k** en levée de fonds
- Gagnant des concours Climate KIC et Venture kick start up

**Total de US\$ 5.9 millions de dollars de financement non-dilutif**



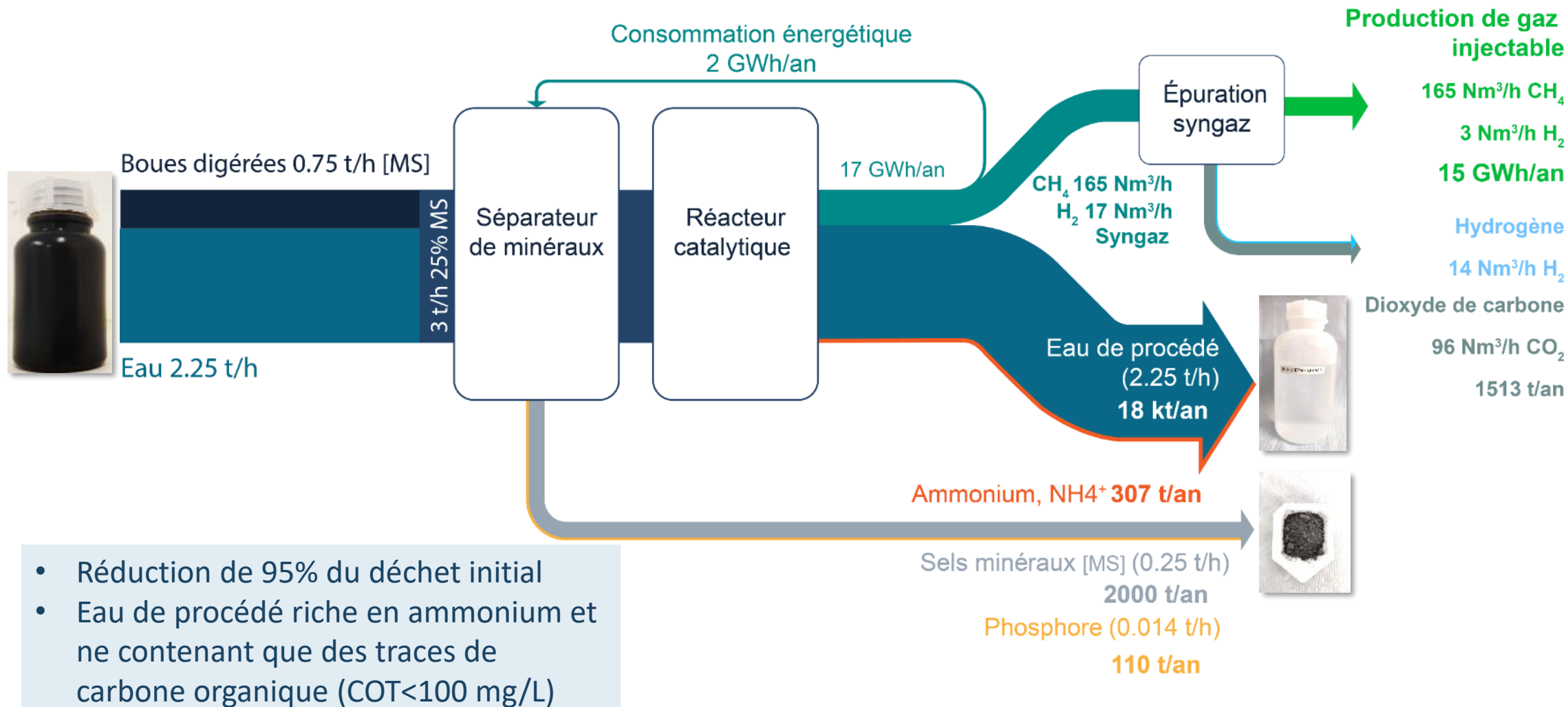
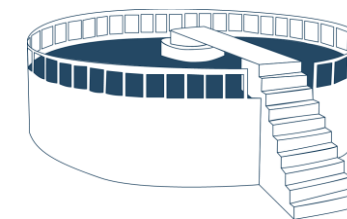
TreaTech has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 101009970

# Opportunités commerciales validées

Secteur	Intrant
 <p><b>Municipal</b></p>	Boues digérées
	Boues non-digérées
 <p><b>Agricole et élevage</b></p>	Digestats
	Mélange de déchets agricoles
	Lisier de porc
	Micro-algues
 <p><b>Alimentaire</b></p>	Résidu liquide de la production de gélatine
	Boues biologiques industrielles
	Marc de café
	Résidus de mélasse provenant de la production de rhum
 <p><b>Industrie chimique</b></p>	Résidu organique de la production de monomères
	Boues biologiques industrielles
	Résidus de plastique (polyamide)
	Résidus industriels (peinture, vernis, encre, solvant usagé)

# Etude de cas n°1: Secteur municipal

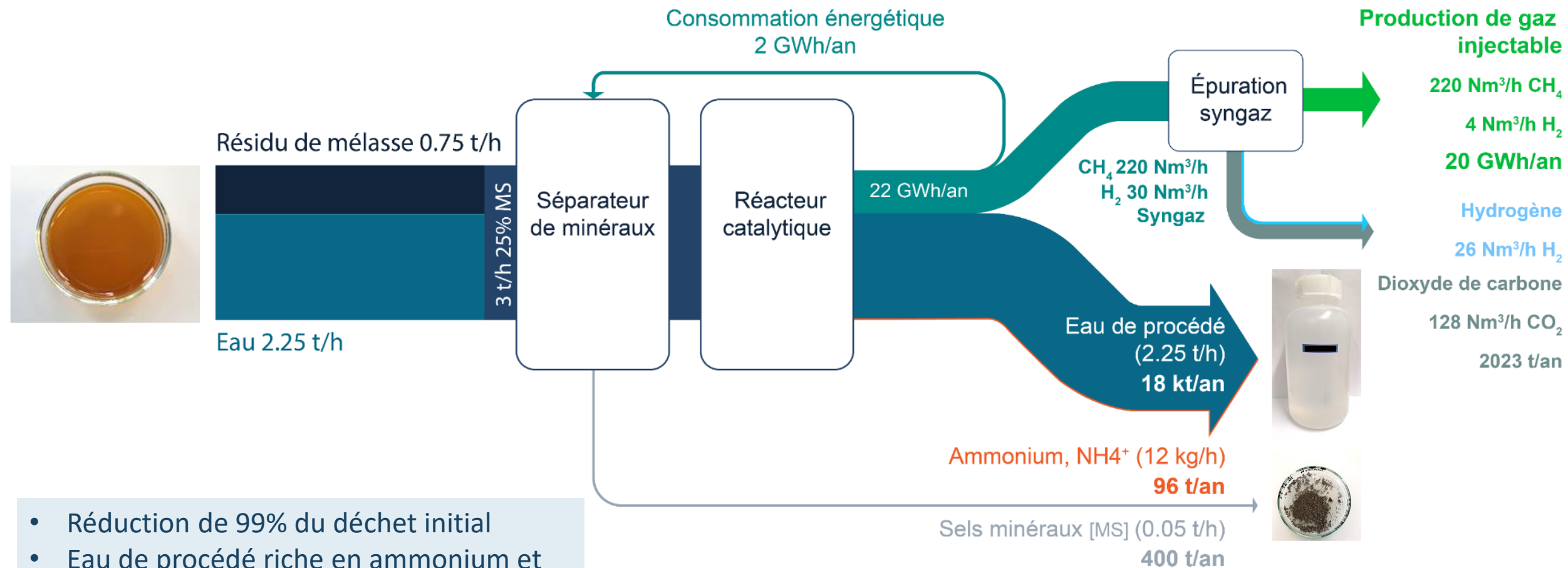
Unité de 3 t/h traitant 24 000 t<sub>MB</sub>/an (soit 6 000 tonne<sub>MS</sub>/an) de boues digérées. La durée annuelle de fonctionnement est de 8 000 h.



- Réduction de 95% du déchet initial
- Eau de procédé riche en ammonium et ne contenant que des traces de carbone organique (COT<100 mg/L)

# Etude de cas n°2: Secteur alimentaire

Unité de 3 t/h traitant 24 000 t<sub>MB</sub>/an (soit 6 000 tonne<sub>MS</sub>/an) de résidu de mélasse. La durée annuelle de fonctionnement est de 8 000 h.

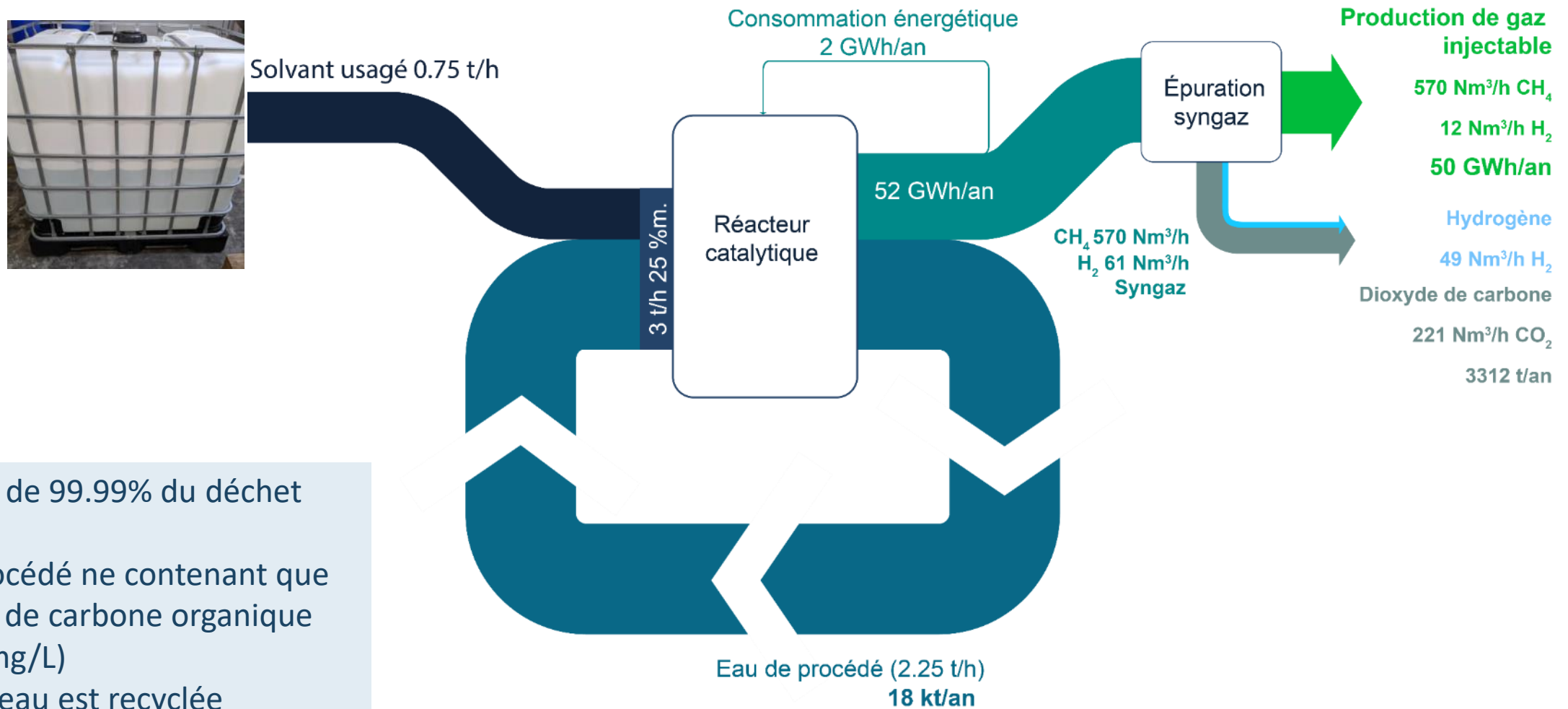


- Réduction de 99% du déchet initial
- Eau de procédé riche en ammonium et ne contenant que des traces de carbone organique (COT<60 mg/L)

Résultats comparables à ceux des boues épaissies

# Etude de cas n°3: Secteur de l'industrie chimique

Unité de 3 t/h traitant 24 000 t<sub>MB</sub>/an (soit 6 000 tonne<sub>MS</sub>/an) de solvant usagé. La durée annuelle de fonctionnement est de 8 000 h.



- Réduction de 99.99% du déchet initial
- Eau de procédé ne contenant que des traces de carbone organique (COT<10 mg/L)
- 100% de l'eau est recyclée

# Comparaison des performances. Unité industrielle de 3 t/h

	1. Boues digérées	2. Résidu de mélasse	3. Solvant usagé
PCI [MJ/kg]	13	19	31
Taux de récupération du carbone dans le gaz [%]	75	86	95
Production spécifique d'énergie [kWh/t]	2'784	3'716	8'637
Production nette de CH <sub>4</sub> injectable [Nm <sup>3</sup> /h]	165	220	570
<b>Production nette d'énergie injectable [GWh/an]</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>50</b>

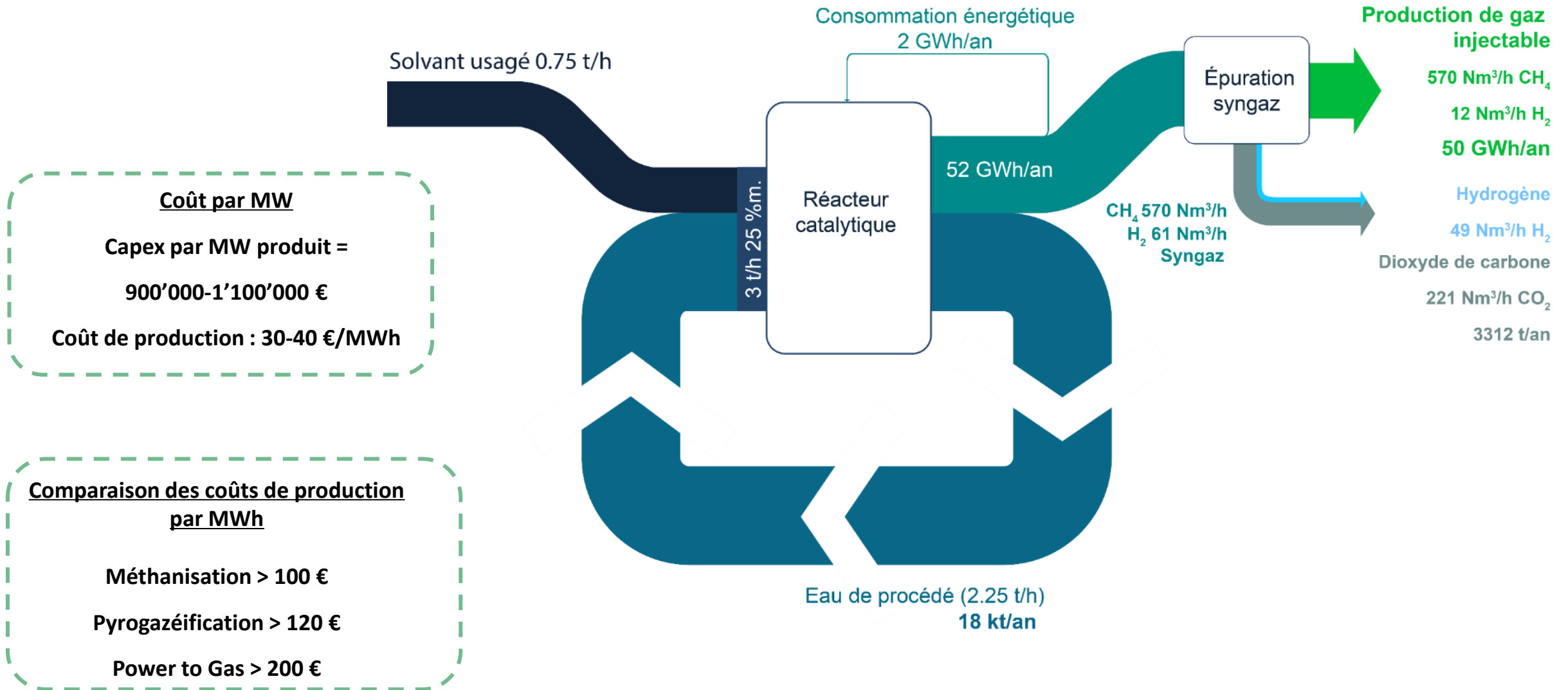


*Comparable à des boues épaissies !*

Référence pour une installation de 3 t/h basée sur les résultats obtenus sur les installations expérimentales.



# La technologie la plus compétitive pour la production de gaz



# Feuille de route

## Unité TreaTech 3 t/h

Déchets industriels (p. ex. solvant usagé)

<b>Coût global de l'unité:</b> (épuration du syngaz incluse)	<b>7,6 M€</b>
<b>Production annuelle de gaz*:</b>	<b>50 GWh/an</b>
<b>CAPEX par MW gaz produit:</b>	<b>0,9 – 1,1 M€</b>
<b>Coût de production du gaz* :</b>	<b>30 - 40 €/MWh</b>

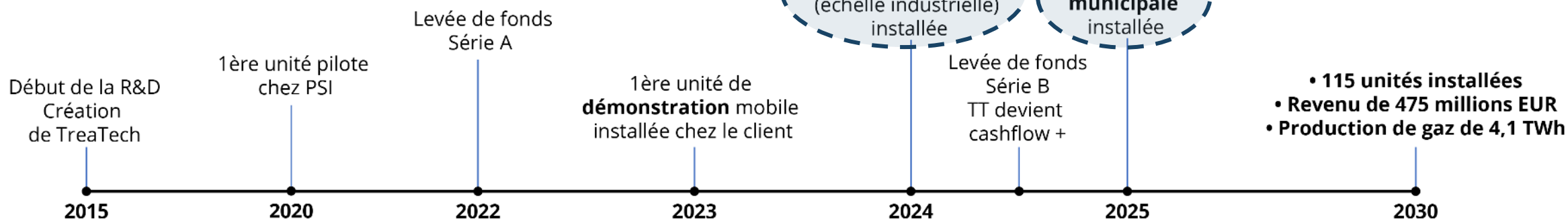
## Unité TreaTech 3 t/h

Boues digérées

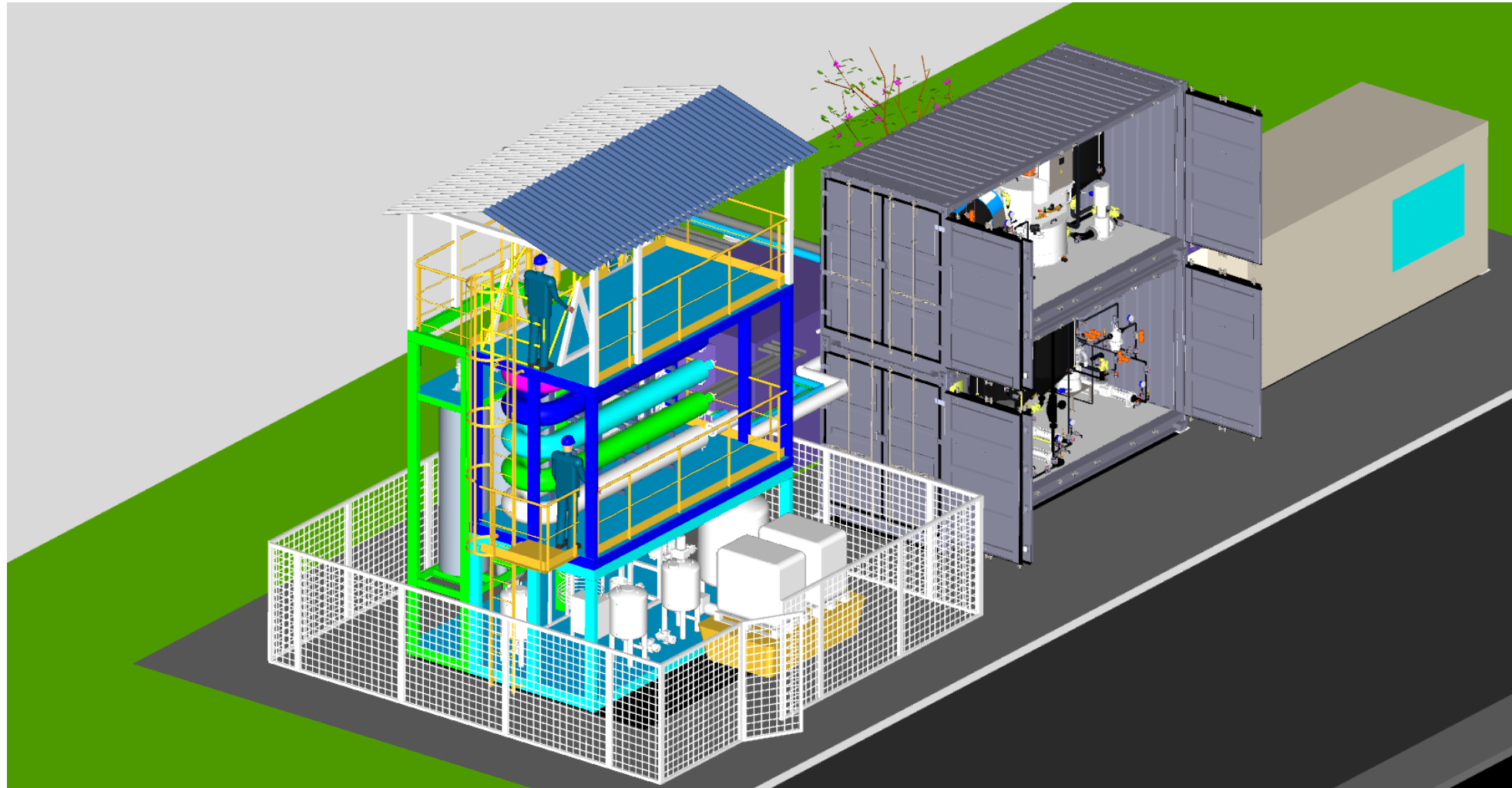
Boues épaissies

<b>Coût global de l'unité:</b> (épuration du syngaz incluse)	<b>9,8 M€</b>	<b>9,8 M€</b>
<b>Production annuelle de gaz*:</b>	<b>15 GWh/an</b>	<b>20 GWh/an</b>
<b>CAPEX par MW gaz produit:</b>	<b>5,2 M€</b>	<b>3,9 M€</b>
<b>Coût de production de gaz*:</b>	<b>150 - 200 €/MWh</b>	<b>100 - 150 €/MWh</b>

(\* gaz veut dire « gaz injectable dans le réseau »)



# Unité de démonstration mobile (mise en service début 2024)



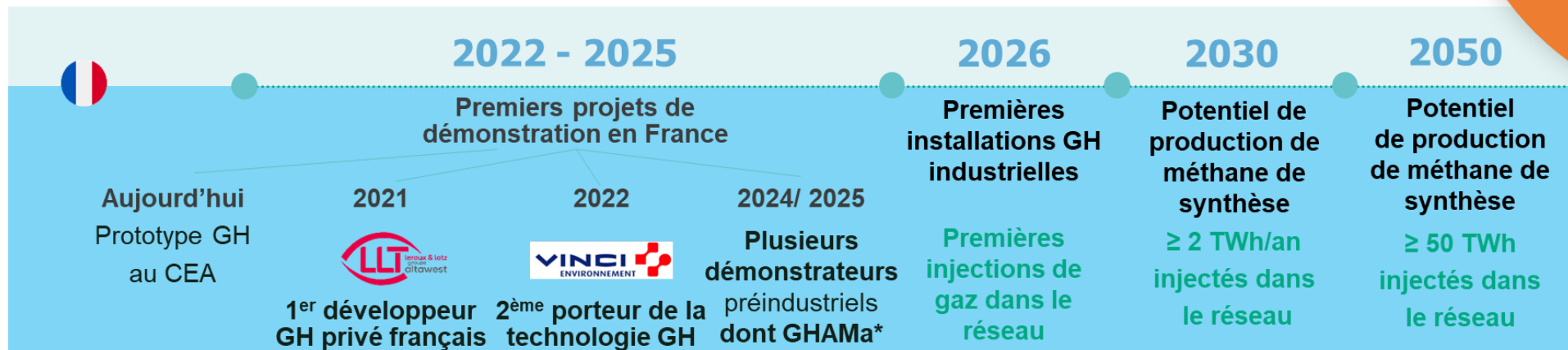
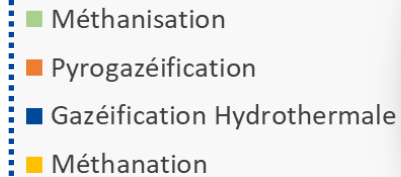
# **La vision de la filière GH sur le futur marché français**

# Le marché français à horizon 2050 : des objectifs de production de gaz renouvelables/ bas carbone et une feuille de route GH ambitieux

Une capacité de production annuelle de méthane renouvelable et bas-carbone (hors hydrogène) estimé à :

## La Gazéification Hydrothermale (GH)

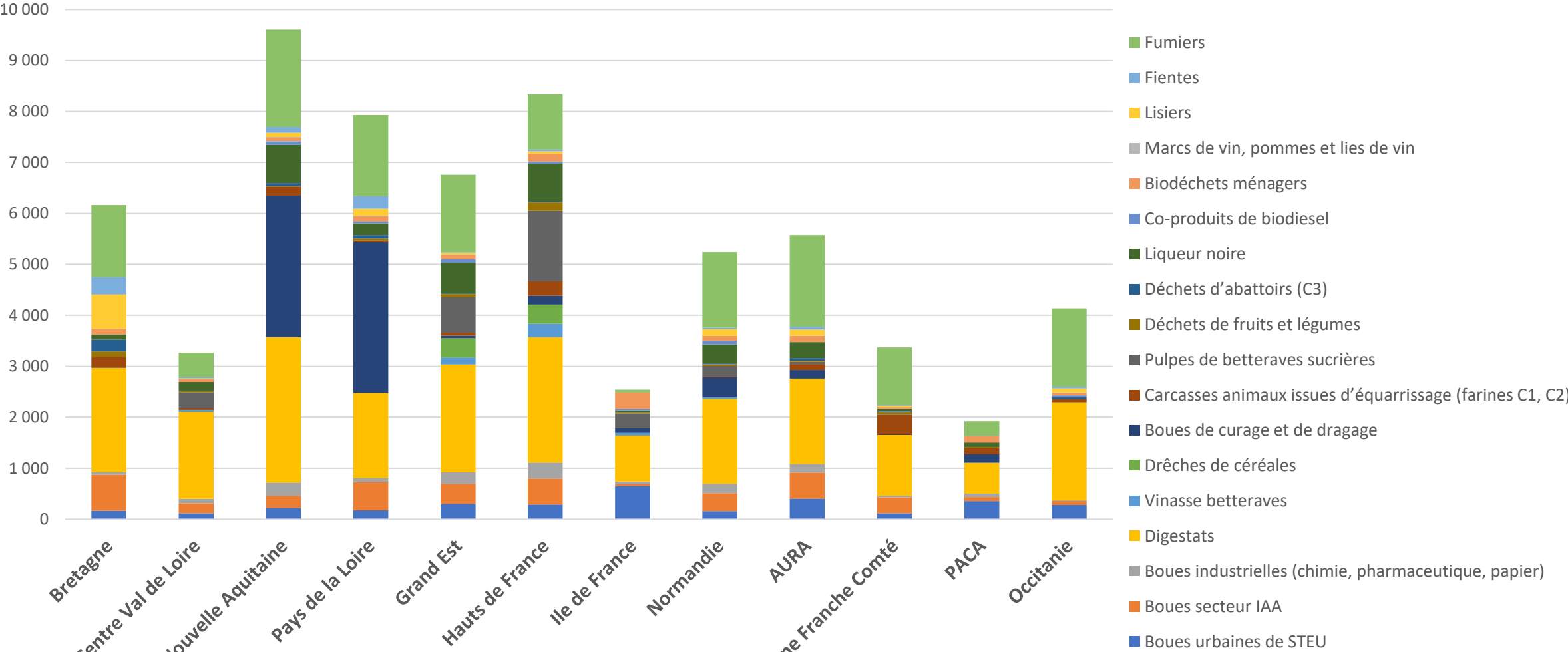
- ❑ génère au moins 50 TWh ou ~15 % de la production totale de gaz en 2050
- ❑ bénéficie d'avancées législatives et réglementaires positives depuis 2021 :
  - Les termes « biogaz » et « biométhane » <sup>(1)</sup> ont été reformulés techniquement neutres, ouverts à toute technologie (dont la GH)
  - La loi prévoit des mécanismes de soutien pour le gaz injecté issu de GH
  - La loi d'accélération ENR ouvre la voie au gaz bas carbone pour la GH autorisant la valorisation d'une petite part de déchets organiques fossiles



\*GHAMa = 1<sup>er</sup> projet de démonstration GH en France (St. Nazaire)

Source: adapté GRTgaz

# Estimation du potentiel régional de production de gaz injectable (GWh PCS/an) via GH pour les 18 intrants majeurs d'origine biogénique (hors déchets ménagers) à horizon 2050



# La projection d'une trajectoire des premiers projets GH industriels en France

Un premier exercice de projection du développement de la filière Gazéification Hydrothermale en France a été effectuée par le Groupe de Travail GH, le représentant de la filière GH en France initié en 2021 et piloté par GRTgaz.

Cette trajectoire repose sur **2 prérequis** :

- La mise en place concrète d'un premier mécanisme de soutien (contrat d'expérimentation) pour la GH par l'État français précédé d'un premier AAP à lancer dès 2023
- L'existence d'un cadre réglementaire administratif a minima (ICPE) d'ici 2024/ 2025 pour les premiers projets GH

Et vise l'atteinte des **3 objectifs suivants** :

- **D'ici 2026**: le montage, la réalisation et la mise en fonctionnement commercial des **premiers projets industriels**
- **D'ici 2030**: la production et l'injection d'**au moins 2 TWh/ an de gaz renouvelable et bas carbone dans le réseau** de gaz avec **environ 40 projets** de gazéification hydrothermale en fonctionnement
- **D'ici 2033**: la production et l'injection d'**au moins 6 TWh/ an de gaz renouvelable et bas carbone dans le réseau** de gaz avec **environ 140 projets** de gazéification hydrothermale en fonctionnement

Nous considérons que la **taille moyenne des installations GH industrielles en France** va se situer entre 4 et 8 t/h ou **environ 4 à 8 MW** complétés par **quelques grands projets pouvant atteindre jusqu'à 40 MW** !

Source: adapté GRTgaz

# L'avancée de la filière GH au niveau européen

## > SCW Systems\*, le précurseur le plus avancé et ambitieux de la filière GH !

Projets Alkmaar  
100 MWth

Roapmap NL  
2030

Roapmap  
Europe 2030

10/2021 : Test et démarrage du 1<sup>er</sup> module GH industriel « 4 t/h » (2<sup>nd</sup>e génération)

Début 2023 : Mise en service commerciale du 1<sup>er</sup> projet GH industriel au monde (4 modules de « 4 t/h » (~ 20 MWth))

D'ici fin 2025: Mise en service de 2 autres projets (2 x 40 MW th) sur le même site totalisant une production de gaz de 0,5 TWh/ an

### Objectifs marché Pays-Bas :

atteindre une capacité globale de production de gaz injectable  
de 5,5 TWh/an d'ici 2027 et  
jusqu'à 10 TWh/an d'ici 2030

### Objectif marché européen:

atteindre une capacité globale de production de gaz injectable  
de 40 TWh/an d'ici 2030

(\* Destination du prochain voyage de presse en 2023 !)

