

# Programme GAZHYVERT

## Catalyser la R&D pour lever des verrous de la Gazéification Hydrothermale

25 janvier 2024

Etienne PHILIPPE  
Chef de projets Nouvelles filières Gaz Verts  
Direction de la Stratégie - GRDF

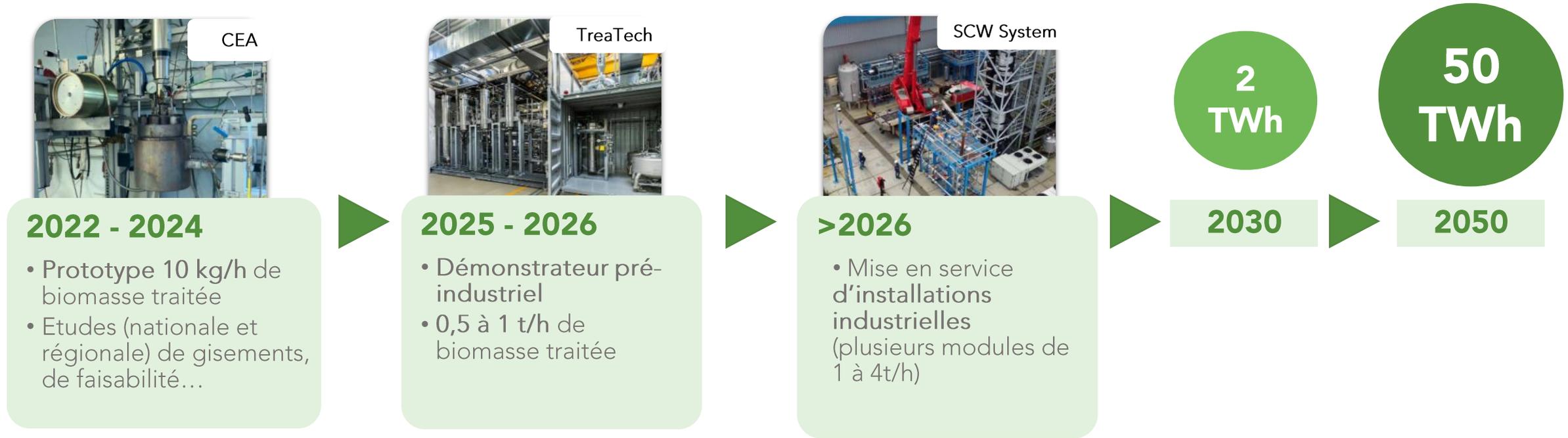


24-25 janv/jan 2024 Nantes FR



→ l'événement Biotransition / the Biotransition event

# Le programme de R&D GAZHYVERT en collaboration avec le CEA vise à préparer l'industrialisation de la filière à horizon 2025



**GAZHYVERT** : un programme de R&D en partenariat entre GRDF et CEA



✓ Phase 1 (2021) : Résultats expérimentaux, études technico-économique préliminaires

▶▶ Phase 2 (2022-2024) : Adaptations nécessaires pour une industrialisation à l'horizon 2025

# La gazéification hydrothermale en 10 secondes!

## Intrants

**Matière organique humide**  
(~80% d'eau)



## Conditions opératoires

**Haute température**  
(400-700°C)



**Haute pression**  
(300 bars)



## Produits bruts (avant traitement/épuration)

≈ **Cocotte-minute**



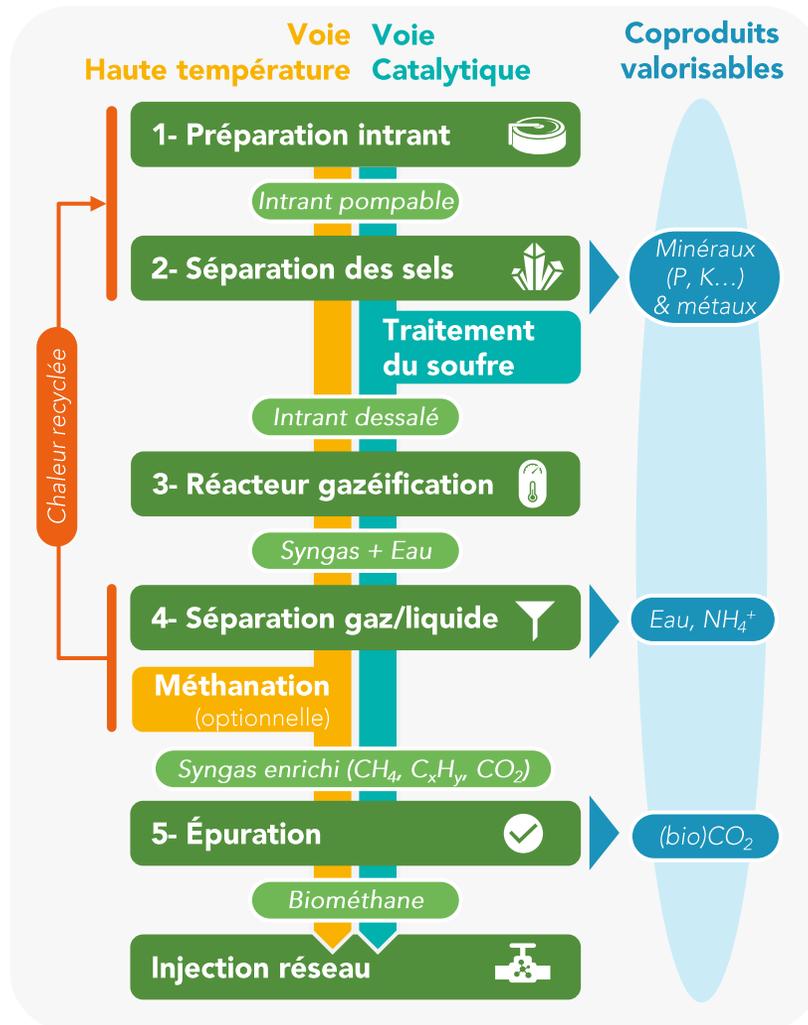
**Gaz**  
(~20%)

**Eau usée**  
(~75%)

**Sels et minéraux**  
(~5%)

# La chaine technique plus détaillée

## ÉTAPES DE LA GAZÉIFICATION HYDROTHERMALE



## Principe de fonctionnement

- Procédé de conversion thermochimique d'intrants organiques humide, en gaz
- Utilisation des propriétés de l'eau supercritique
- 2 technologies : haute température ou catalytique

Technologie	Haute température 500-700°C	Catalytique 400-500°C
CH <sub>4</sub>	20-40%	50-70%
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0-10%	-
H <sub>2</sub>	20-50%	0-10%
CO <sub>2</sub>	20-30%	20-35%

# Deux intrants ont été analysés et testés expérimentalement dans le cadre de GAZHYVERT1 : boues d'épuration digérées et boues de dragage

## Boues d'épuration digérées

issues de la station Aquapole (Grenoble)



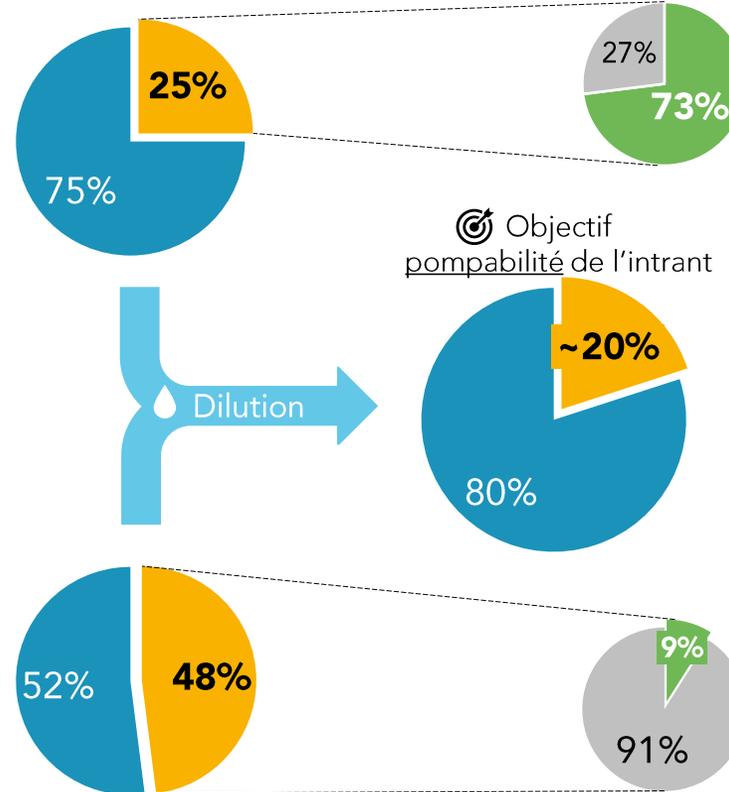
## Boues de dragage

issues du port du Bassin d'Arcachon

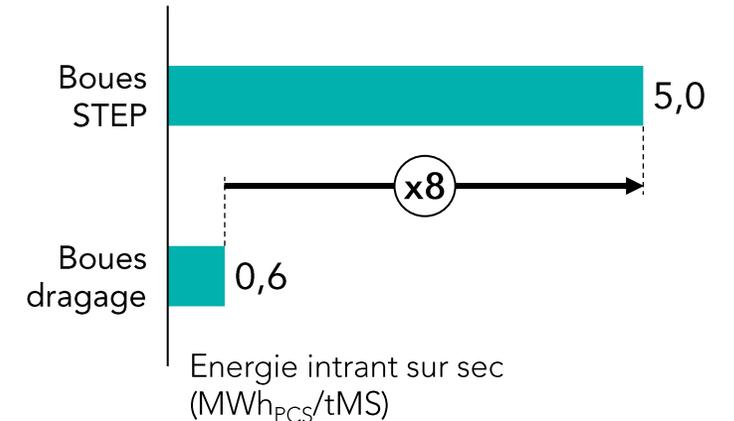


## Composition de la matière brute

Le **taux d'humidité** de l'intrant est ajusté pour atteindre ~20% de **matière sèche**



- Les **éléments inorganiques** (sels, métaux) n'ont pas été séparés dans le cadre des essais : une séparation est nécessaire sur une unité industrielle (encrassement...)
- Seule la **part organique** contient **l'énergie**



Source: Etude GAZHYVERT1 - CEA

# La modélisation suite aux essais confirme la faisabilité d'une production nette de gaz à partir de boues d'épuration – sous condition d'intégration thermique

## Essais de gazéification hydrothermale

- Réacteur batch CEA
- 600°C, 300 bar

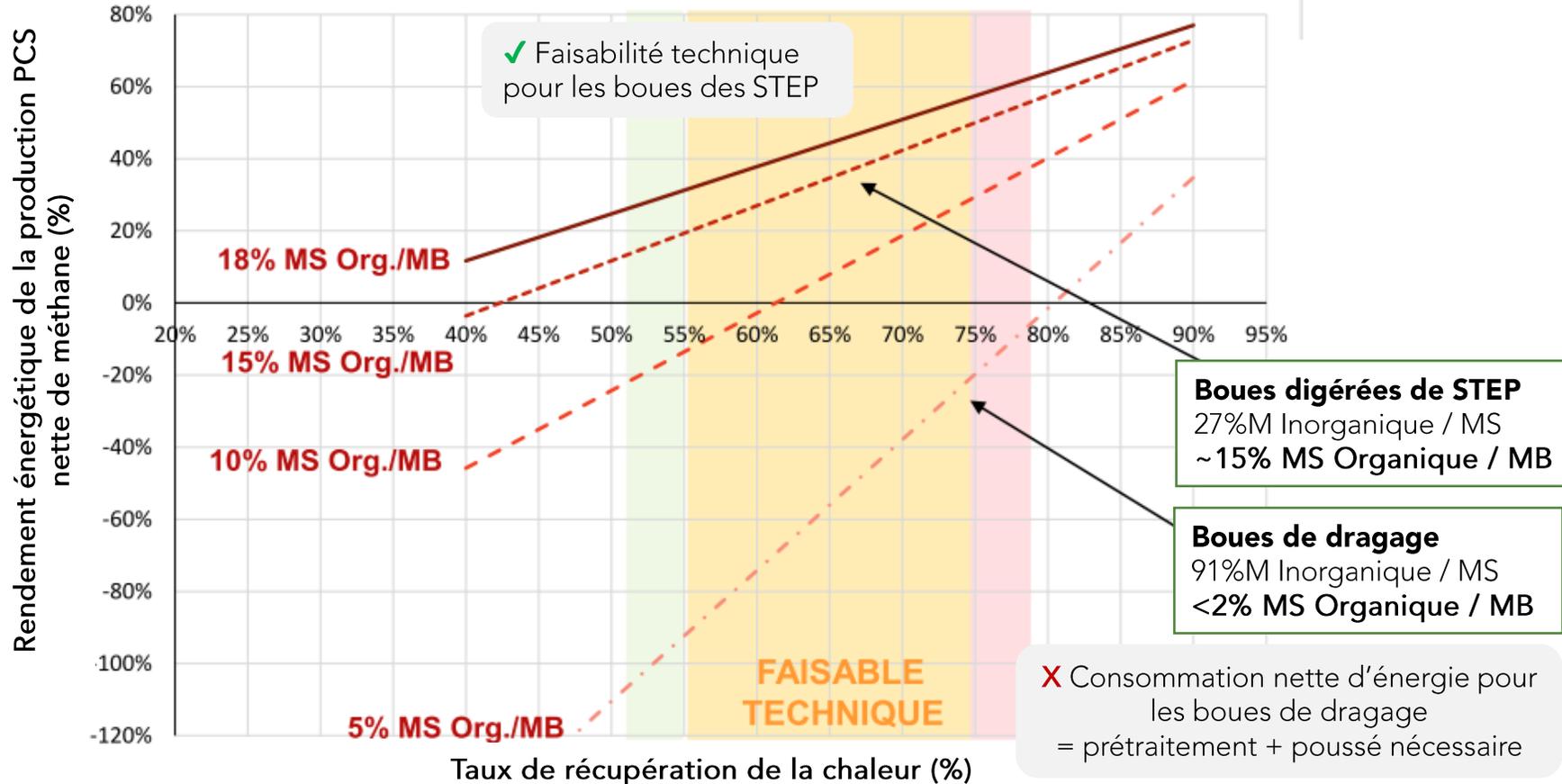


▼ Modélisation

$$\text{Rendement} = \frac{\text{PCS net CH}_4 \text{ (hors autoconso.)}}{\text{PCS intrant} + \text{Conso élec}}$$

→ Prise en compte l'autoconsommation partielle du gaz produit pour compléter besoin thermique

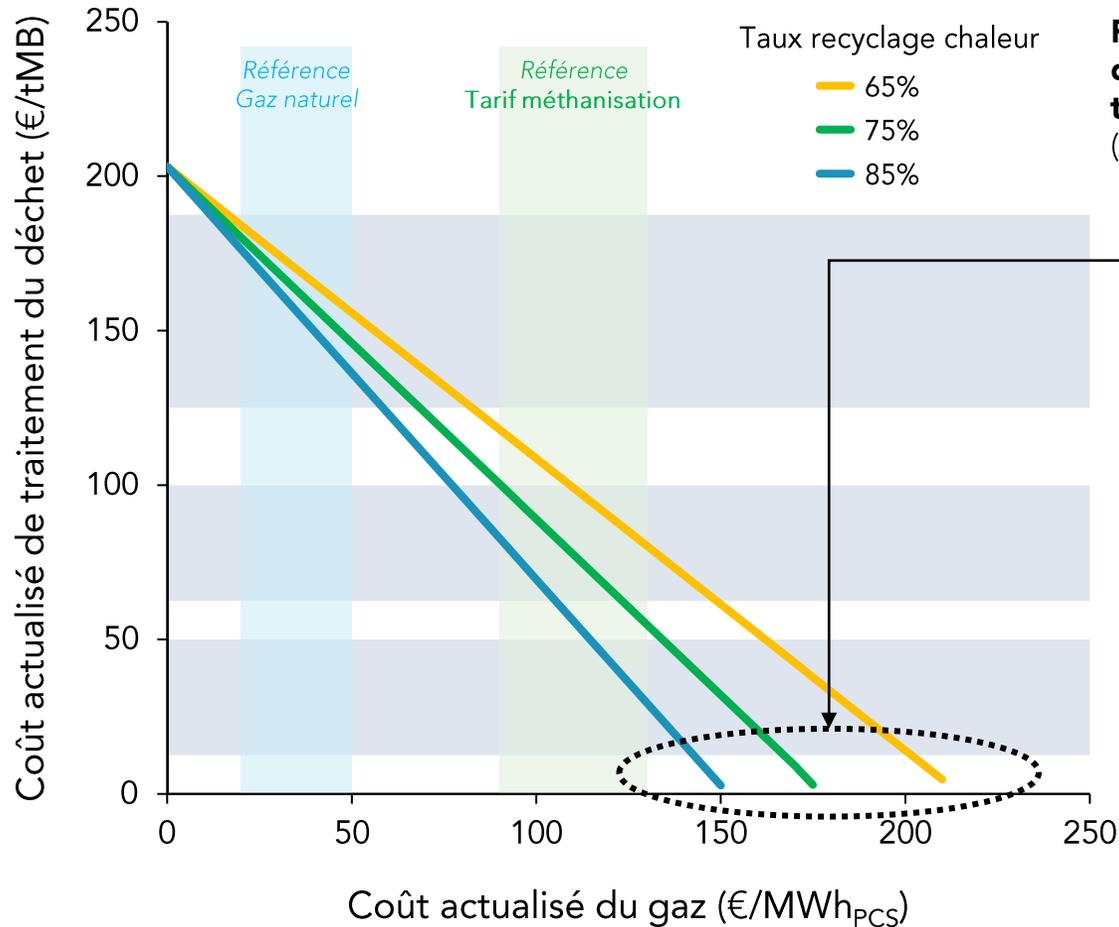
## IMPACT DU TAUX DE RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR SUR LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE



Source: Etude GAZHYVERT1 - CEA

# L'analyse économique d'une installation de gazéification hydrothermale doit tenir compte du double service rendu « production d'énergie » / « traitement du déchet »

## EXEMPLE INDICATIF D'ÉQUILIBRE ÉCONOMIQUE D'UNE INSTALLATION DE GAZÉIFICATION HYDROTHERMALE



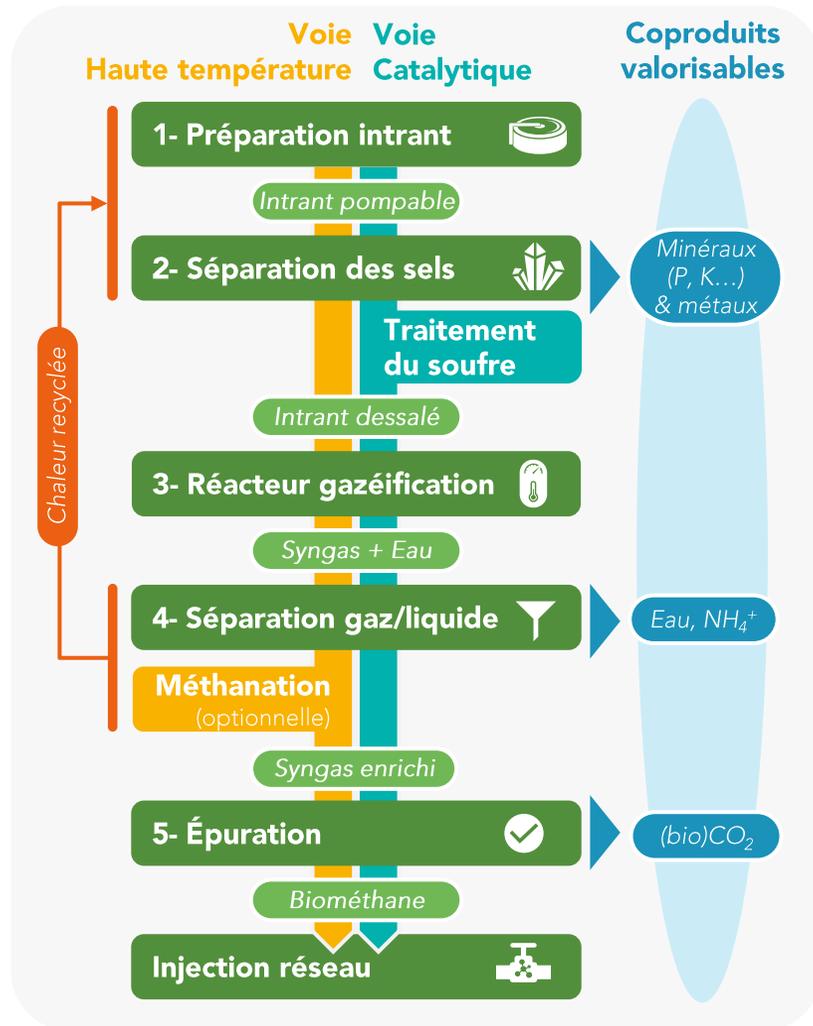
Sans redevance lié au traitement des déchets, l'équilibre nécessite un prix de vente du gaz + élevé

La gazéification hydrothermale représente une alternative intéressante à l'incinération, lorsque le retour au sol de la matière organique – à prioriser – n'est pas possible

→ Analyse économique à affiner et adapter au cas par cas (nature des intrants, taille installation, coûts évités, valorisation coproduits, subventions...)

Source: calculs GRDF à partir de GAZHYVERT1 – CEA et Livre Blanc GT GH

# Le programme GAZHYVERT2 cible la plupart des enjeux techniques clés pour l'industrialisation de la gazéification hydrothermale



## Enjeux primaires

= verrous critiques au fonctionnement de la chaîne de production

Préparation intrant (broyage / criblage / défilassage / concentration ou dilution)

Injection de la ressource en continu et à haute pression (300 bar)

Traitement soufre amont (éviter dégradation catalyseur)

Conception d'un séparateur de sels en continu (éviter encrassement/bouchage)

Conception du réacteur (tenue mécanique, optimisation de la cinétique, intégration thermique, gestion de la corrosion)

## Enjeux secondaires

= leviers d'optimisation technico-économique

Valorisation des coproduits : sels → fertilisants, eau résiduelle, (bio)CO<sub>2</sub>

Méthanation haute pression

Épuration haute pression

## Objectifs GAZHYVERT2 (haute température)

*Procédés amont et matures*

✓

*GHT catalytique uniquement*

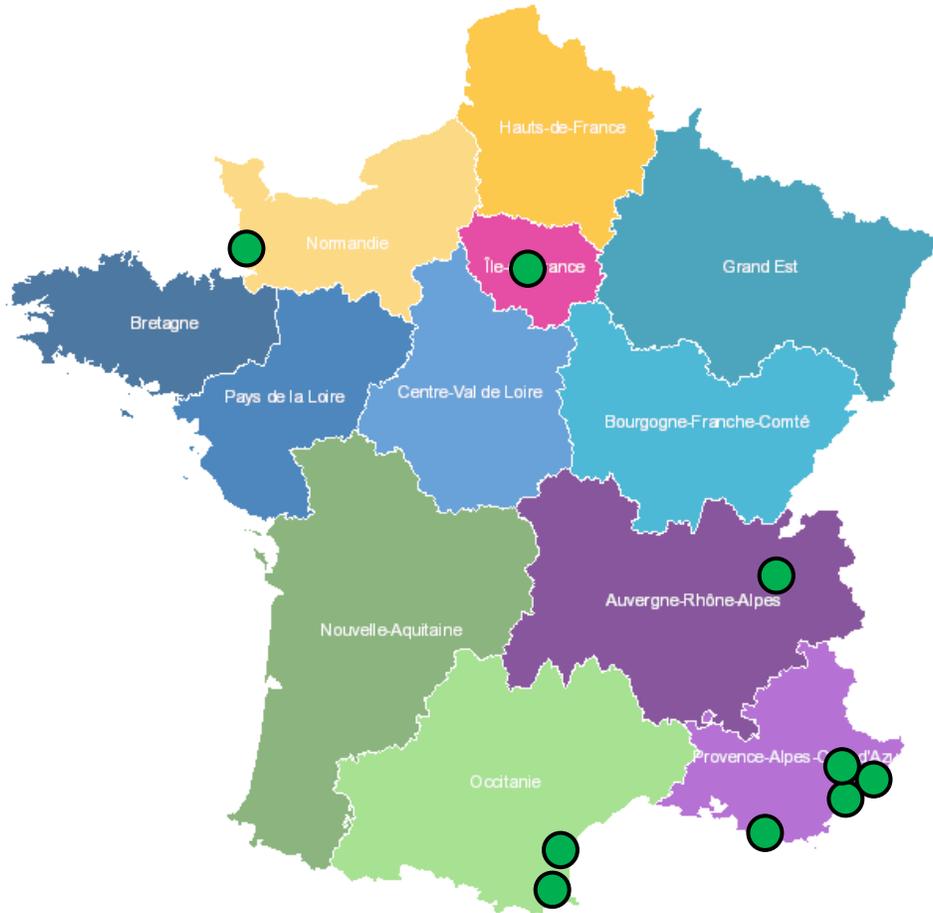
✓

*Choix boue = intrant complexe  
« qui peut le + peut le - »*

✓

*Enjeux pour injection réseau de transport uniquement*

# GRDF s'implique dans les territoires pour accompagner les collectivités et industriels intéressés par la gazéification hydrothermale



- Au-delà de la R&D, accompagnement d'une dizaine d'acteurs à date (cofinancement, études réseau...)
- Intrants: boues d'épuration (enjeu court-terme)... mais aussi autres effluents industriels (ex: drêches de parfumeries)
- Réflexions sur potentiel futur AAP GRDF



Merci de votre attention