

Programme GAZHYVERT

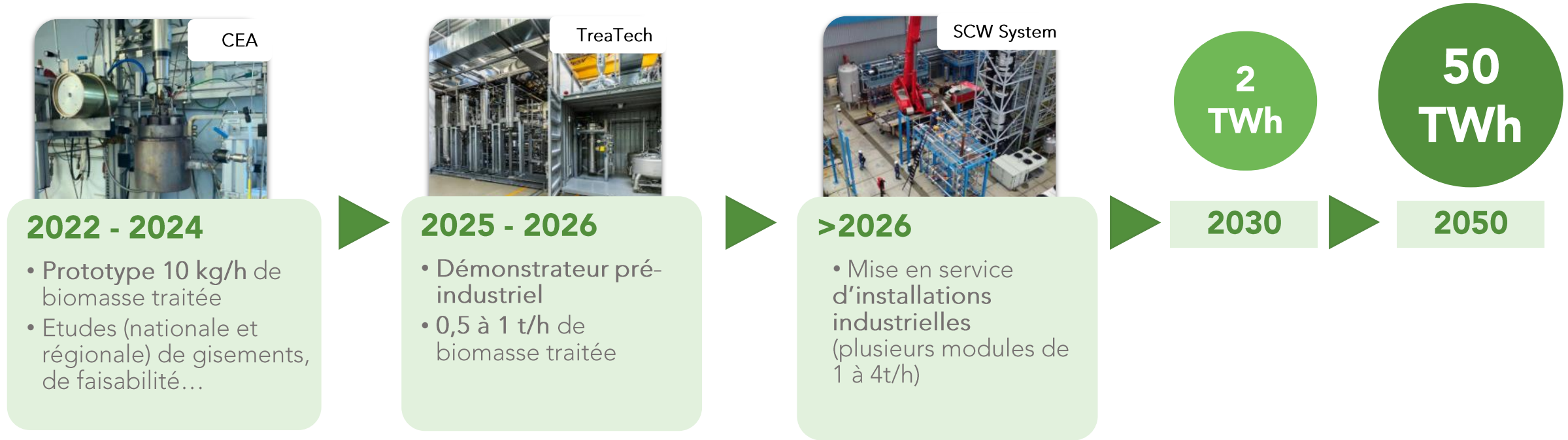
Catalyser la R&D pour lever des verrous de la Gazéification Hydrothermale

25 janvier 2024

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



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**



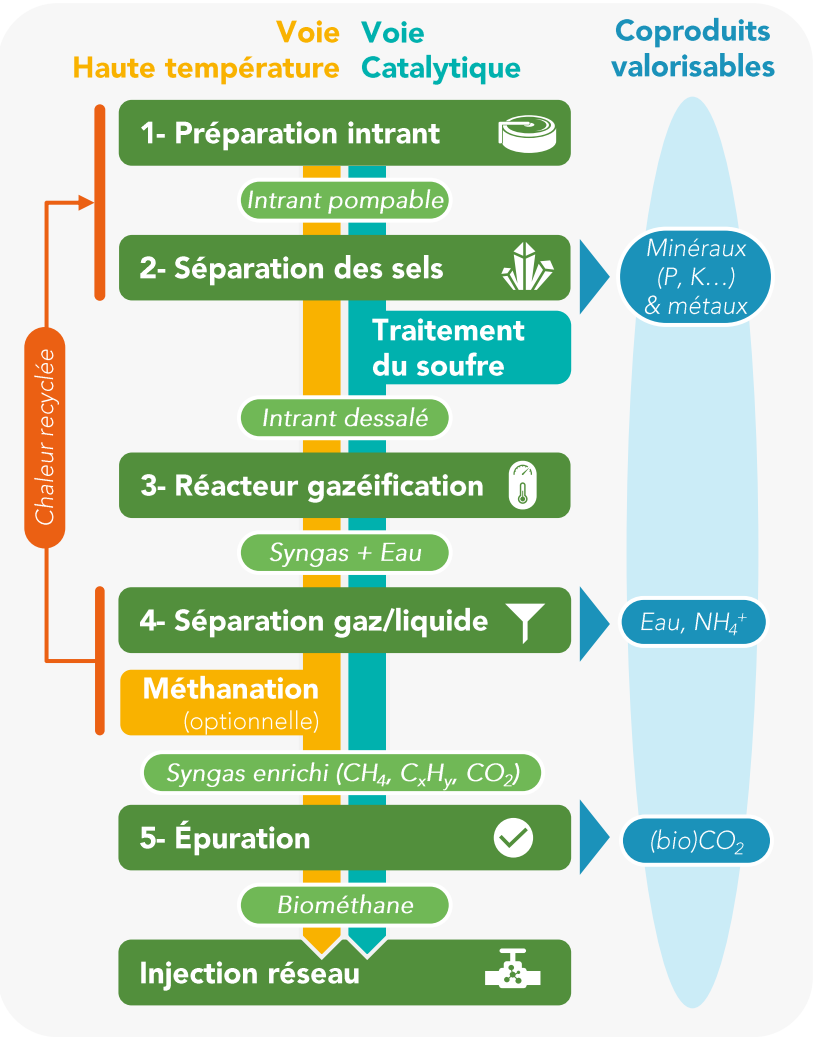
Gaz
(~20%)

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 ₄	20-40%	50-70%
C _x H _y	0-10%	-
H ₂	20-50%	0-10%
CO ₂	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)



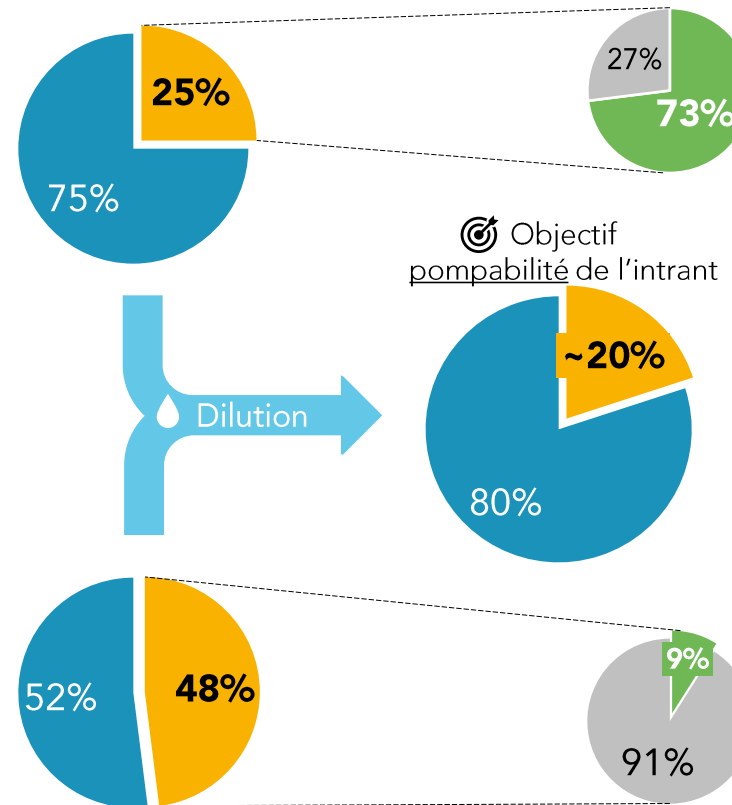
Boues de dragage

issues du port du Bassin d'Arcachon

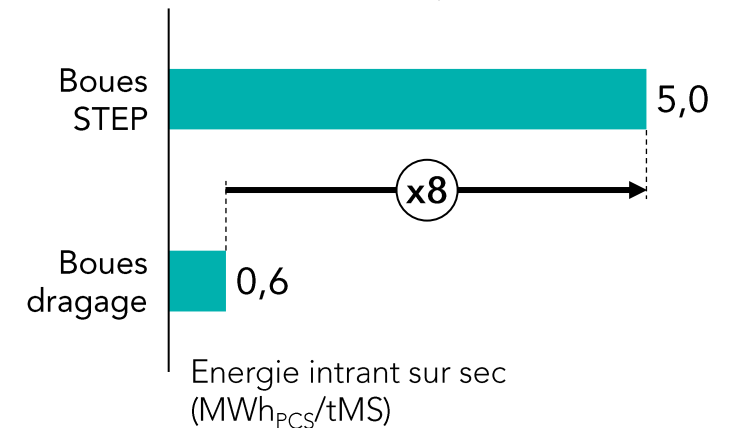


Composition de la matière brute

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

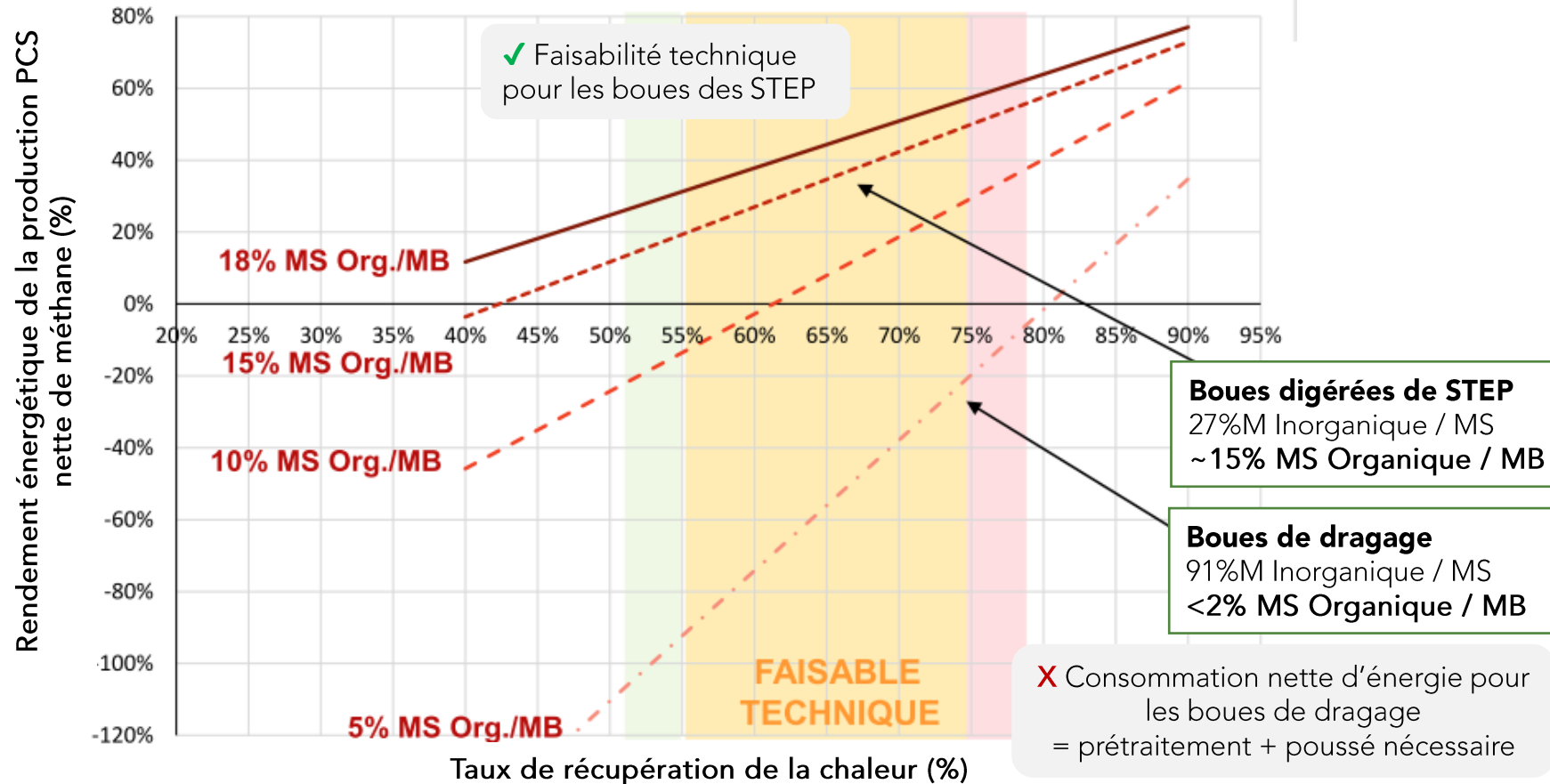


Modélisation

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

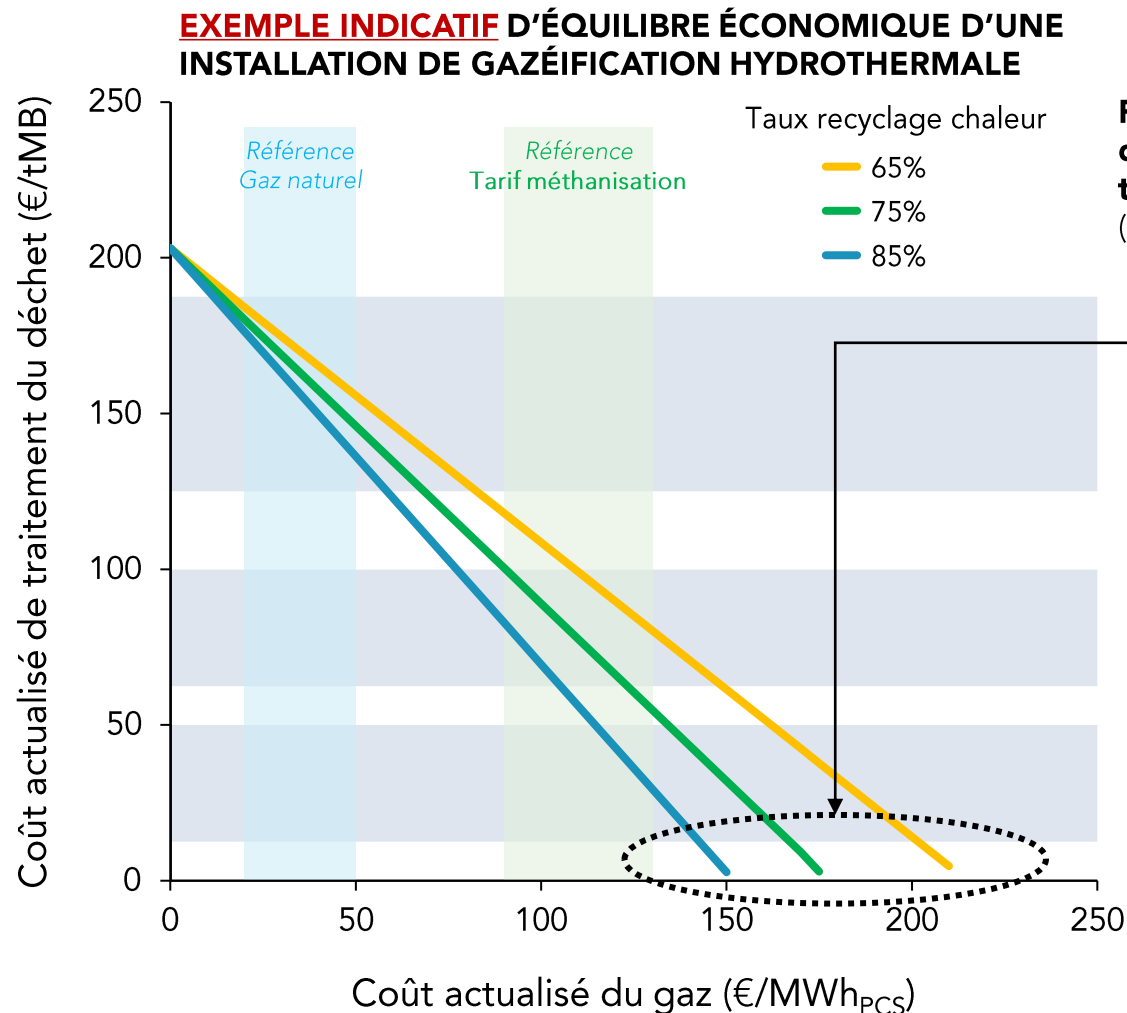
→ Prise en compte l'autoconsommation partielle du gaz produit pour compléter besoin thermique

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 »



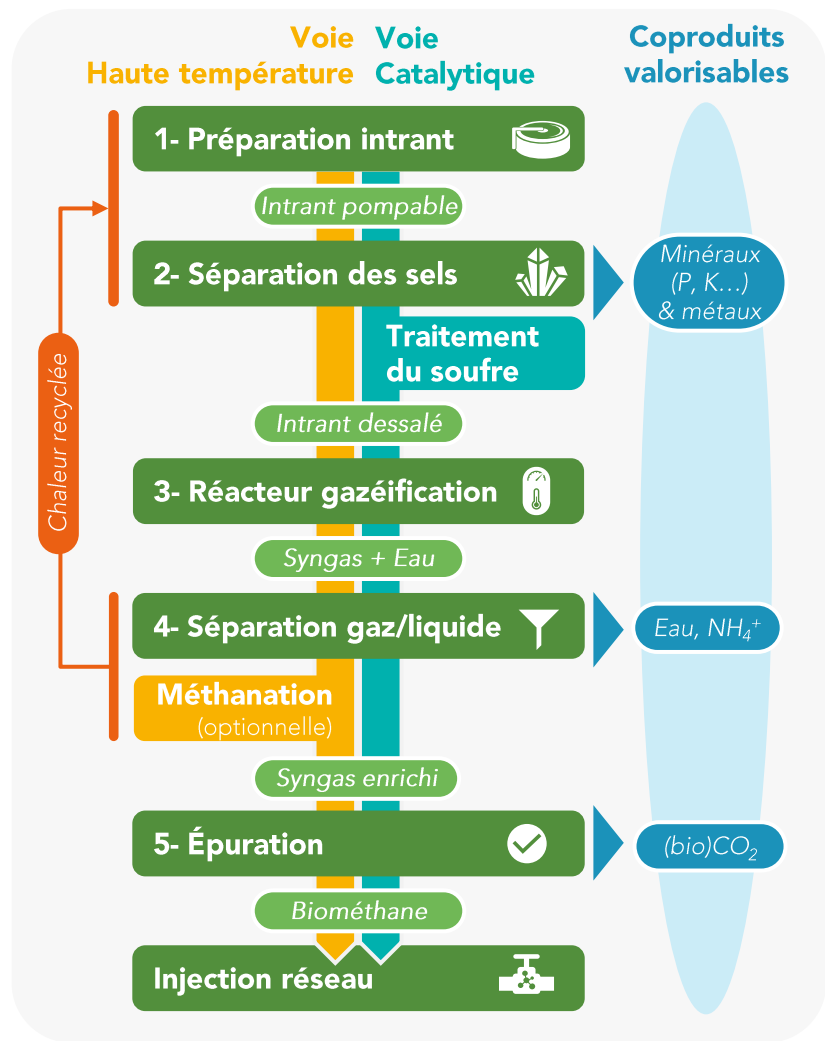
Sans redevance lié au traitement des déchets, l'équilibre nécessite un prix de vente du gaz + élevé



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...)

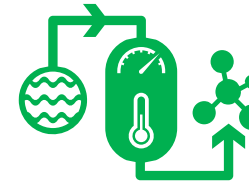
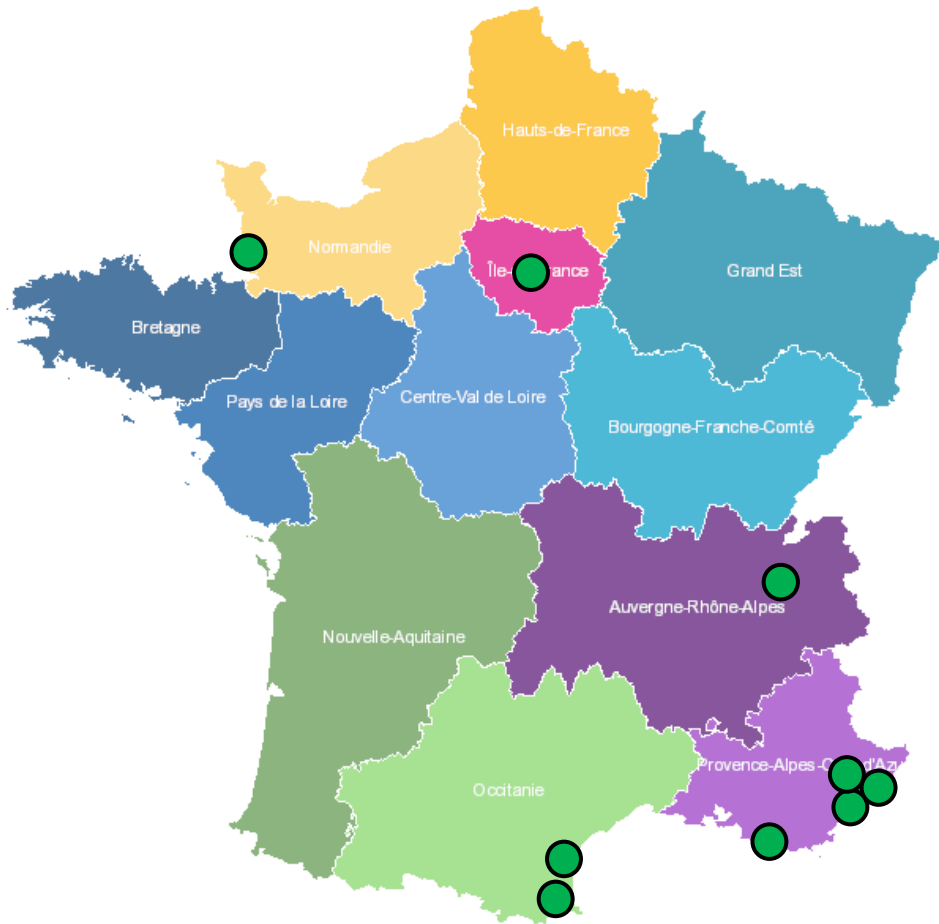
Source: calculs GRDF à partir de GAZHYVERT1 – CEA et Livre Blanc GT GH

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 chaine de production	Objectifs GAZHYVERT2 (haute température)
Préparation intrant (broyage / criblage / défilassage / concentration ou dilution)	Procédés amont et matures
Injection de la ressource en continu et à haute pression (300 bar)	✓
Traitement soufre amont (éviter dégradation catalyseur)	GHT catalytique uniquement
Conception d'un séparateur de sels en continu (éviter encrassement/bouchage)	✓ Choix boue = intrant complexe « qui peut le + peut le - »
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 ₂	
Méthanation haute pression	Enjeux pour injection réseau de transport uniquement
Épuration haute pression	

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