GRTgaz

GAZÉIFICATION HYDROTHERMALE
VALORISER LES DÉCHETS DE BIOMASSES HUMIDES

24 mai 2022

La Gazéification Hydrothermale

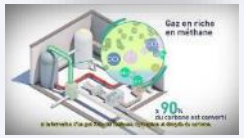
Une technologie innovante,

au centre de l'économie circulaire,

pour valoriser localement quasi complètement

des déchets organiques humides

Supports « Gazéification Hydrothermale » de GRTgaz

	Cahier d'acteurs publié en février 2022 par le Groupe de Travail national Gazéification Hydrothermale sur **le rôle de la technologie dans la future Loi de Programmation Energie Climat (2023)**	✓ Modularité, flexibilité et emplois dans les territoires ✓ Panorama des premiers projets en Europe ✓ Un potentiel minimal de presque 60 TWh en 2050 ✓ Leviers de mécanisme et de soutiens attendus par la filière
	Rapport publié en 2019 sur **les gisements des biomasses humides** et **leur potentiel de production de gaz** via la Gazéification Hydrothermale	✓ Présentation de la technologie ✓ Les premiers projets en cours et à venir en Europe ✓ Une étude des gisements de biomasses humides ✓ Le potentiel de production additionnel de biométhane
	**Vidéo** pédagogique	✓ Vidéo pédagogique présentant la Gazéification Hydrothermale ✓ Elle existe également en anglais
	Brochure pédagogique	✓ Brochure pédagogique présentant la chaîne de valeur de la Gazéification Hydrothermale ✓ Elle existe également en anglais et allemand

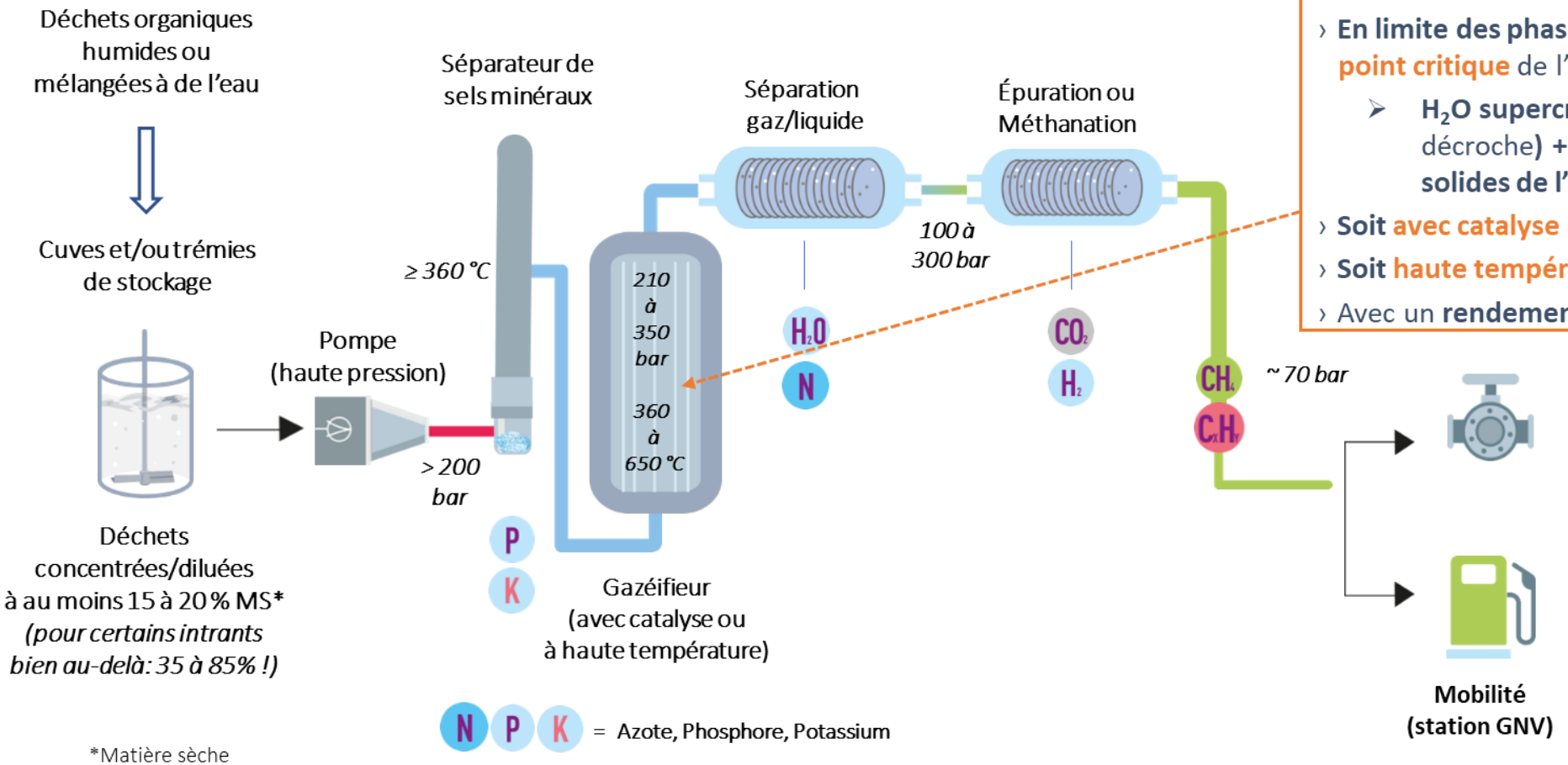
La filière Gazéification Hydrothermale, une nouvelle et très innovante parmi les 4 filières Gaz Renouvelables

Intrants valorisés	Procédé	Maturité technologique
•Déchets **fermentescibles**	Biologique	Méthanisation
•**Biomasses solides** (y compris sous statut de déchets : bois B,…) •**Déchets solides** (CSR, pneus …)	Thermochimique à très haute température (800 à 1500 °C)	Pyrogazéification
•Déchets organiques humides, **biogéniques ou non** (boues, effluents agricoles & industriels, digestats, biodéchets, plastiques,…)	Thermochimique à haute pression (> 210 bar) et entre 360 et 700°C	Gazéification Hydrothermale
•**Électricité** renouvelable + CO_2	Électrolyse (=> H_2) + CO_2	Power-to-Méthane (P2G + méthanation)

Le fonctionnement de la Gazéification Hydrothermale (GH)

GH avec catalyse : CH_4: ≤ 70%, H_2: 0 à 10 %, CO_2: 20 à 30%

GH haute température: CH_4: 25 à 40 %, H_2: 30 à 50%, CO_2: 30%, C_xH_y: ≤ 12%



*Matière sèche

Procédé de Gazéification Hydrothermale

Une conversion thermochimique fonctionnant :

- **En limite des phases** liquide et gaz autour du **point critique** de l'eau **(221 bar/ 374°C)**
  - **H_2O supercritique** devient très réactive (H2 se décroche) **+ facilite la séparation des composants solides de l'intrant qui y deviennent insolubles !**
- **Soit avec catalyse :** 210 à 300 bars, **360 à 400°C**
- **Soit haute température:** 250 à 350 bars, **550 à 700°C**
- Avec un **rendement énergétique global élevé** : 75 à 90%

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, …)**

La chaine de valeurs de la Gazéification Hydrothermale

6 familles d'intrants (déchets humides)

160 Mt/ an — **Les effluents agricoles (dont d'élevages)**

55 Mt/ an — **Les résidus agro-alimentaires (IAA)**

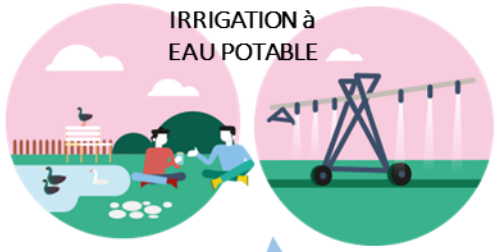
24 Mt/ an — **Les boues et leurs digestats de STEP**

16 Mt/ an — **Les effluents organiques industriels**

<5 Mt/ an — **Biodéchets urbains**

~ 120 Mt/ an (2030) — **Digestats de méthanisation**

Et demain aussi : des déchets non biogéniques !



Valorisation de l'eau de récupération

Élimination des pathogènes, bactéries et virus

Récupération et valorisation des métaux

Valorisation du résidu ultime (métaux lourds, inorganiques)

Valorisation jusqu'à 100% de l'intrant initial !

Pas de polluants atmosphériques

Faibles nuisances sonore et olfactif

Un bilan CO2/ GES très bas voire négatif

Rendement énergétique > 75 à 85%

Bilans GES/ ACV très favorable

N P K

Valorisation des sels minéraux et de l'azote

=> Production de fertilisants

Gaz haute pression riche en CH_4

Conversion de carbone en gaz très élevée (> 90%)

Installation compacte et modulaire

Temps de conversion très rapide (1 à 10 min)

BioGNC + $BioH_2$

Boues de STEP

Eaux usées

XXX : Flux physiques
YYY: Atouts de la GH

* 1) GH avec catalyse + épuration
2) GH haute température + épuration ou méthanation

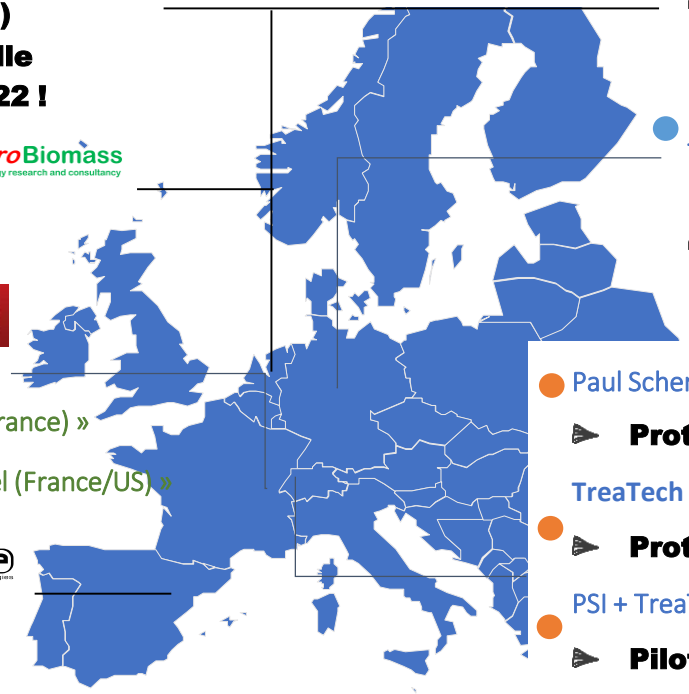
Quels sont les intérêts économiques d'un projet GH?

- Rémunérations de base d'un projet GH:
  - **Service de traitement de déchets** (boues, digestats, déchets industriels, déchets agricoles)
  - **Production d'un méthane de synthèse** (gaz renouvelable) injectable dans le réseau
  - **Valorisation des résidus solides** (métaux, sels minéraux, azote) et **liquide** (eau) se substituant en partie aux besoins devant couverts par ailleurs (eau, métaux, fertilisants (N, P, K))
- Économies potentielles supplémentaires:
  - Forte réduction voire **suppression des besoins en transport** des déchets ultimes
  - **Valorisation du CO2 résiduel** (serre, transformation en carbone solide, matière première pour procédés chimiques et biocarburants)
  - **Absence** de certains **(pré)traitements des déchets en amont** (biologique, élimination microplastiques et pathogènes, homogénéisation (bactéries, virus, chaulage), …)
  - La GH peut traiter **des mélanges de déchets** => plus besoin de les séparer ☺ !

PROTOTYPE, PILOTE ET DÉMONSTRATEUR À L'INTERNATIONAL

(UNIQUEMENT INSTALLATIONS AVEC FONCTIONNEMENT EN CONTINU)

- SCW Systems (Pays-Bas)
  - **Démonstrateur (2018)**
  - **Installation industrielle (16t/h) => MES T1 2022 !**
- ProBiomass (Pays-Bas)
  - **Pilote (2018)**
- CEA (France)
  - **Prototype (2015)**
- « Leroux et Lotz Technologies (France) »
- « VINCI Environnement/ Genifuel (France/US) »
- Cade (Espagne)
  - **Pilote (2018)**



- Bright Circular (Pays-Bas)
  - **Pilote (2018)**
- Karlsruhe Institut of Technology (KIT, Allemagne)
  - **Pilote (2004)**
- Paul Scherrer Institut (PSI, Suisse)
  - **Prototype (2014)**
- TreaTech (Suisse)
  - **Prototype (2018)**
- PSI + TreaTech (Suisse)
  - **Pilote (2020)**

- **Procédé haute température**
- **Procédé catalytique**

International

- Genifuel (USA)
  - **Plusieurs démonstrateurs (2018 - 2021) (500 kg/h)**
  - **Liquéfaction + Gazéification catalytique**
- Osakagas (Japon)
  - **Démonstrateur (2010/ 2015) ~ 250 kg/h**

Fig. 5: Pilot plant set up at actual factory

Focus SCW systems : un acteur NL ultra ambitieux de la GH (HT)

Projets Alkmaar **20 à 100 MWth**

Roapmap NL 2030

Un cout maitrisé

Initiation des premiers projets industriels GH (au monde) :

Oct. 2021 : Tests et démarrage du 1er module 4 t/h (2nde génération) réalisés et validés

***Été 2022* : Mise en service des 4 modules avec injection du gaz issu des 4 modules de 4 t/h (~20 MWth)**

***Fin 2022* : Fonctionnement commercial de l'installation**

Fin 2025: 2 projets supplémentaires de 40 MWth => 0,5 TWh/an

Montée en puissance d'ici 2027: à 5,5 TWh/an

et d'ici 2030: jusqu'à 40 TWh/an dont 10 TWh/an (NL)

Des projets en cours de lancement à couts maitrisés :

Année d'approbation	Projet	Puissance/ Nbre de modules	Subvention* (€/ MWh)	Vente de gaz (€/ MWh)	Total
2018	Alkmaar 1	20 MWth (4 modules x 4 t/h)	55 €/ MWh	20 €/ MWh	**75 €/MWh**
2020	Alkmaar 2.A	40 MWth (8 modules x 4 t/h)	56 €/ MWh	16 € /MWh	**72 €/MWh**

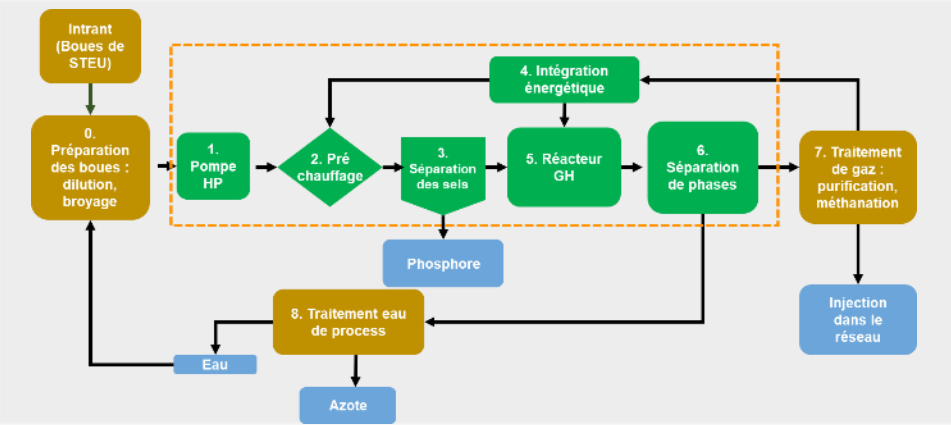
* Subvention allouée par le programme SDE++ du gouvernement néerlandais

2 nouveaux acteurs français pour développer la GH : Leroux et Lotz & VINCI Environnement

2021

Un spécialiste « Waste-to-Energy »

- Fournisseur **de chaudière et de traitement de fumée** de 10 à 150 MWth
- **Pyrogazéification** : développement d'un pyrogazéifieur de 12 MW pour un papetier (2016)
- **Oxydation hydrothermale** : 2 installations en fonctionnement (3 t/j) pour des bateaux de croisière



Un positionnement « cœur de process »

-> Blocs verts

Un partenariat avec le KIT Karlsruhe Institute of Technology

+ de 20 ans d'expériences dans la GH

2022

Un intégrateur BTP à la recherche de diversifications

- **Intégrateur** d'unités de **méthanisation en voie sèche**
- **Intégrateur solaire** (centrale posée au sol)
- **Intégrateur** de briques process pour des **Unités de Valorisation Énergétique**

Vinci signe un partenariat avec GeniFuel : société américaine ayant + de 15 ans d'expériences dans la GH

Pilot, 500kg/h, microalgae, India, 2018

California, Dairy Cow Manure, 2019

Clean Water Svcs, Wastewater Sludge, OR 2021

Vinci apportera son savoir faire sur

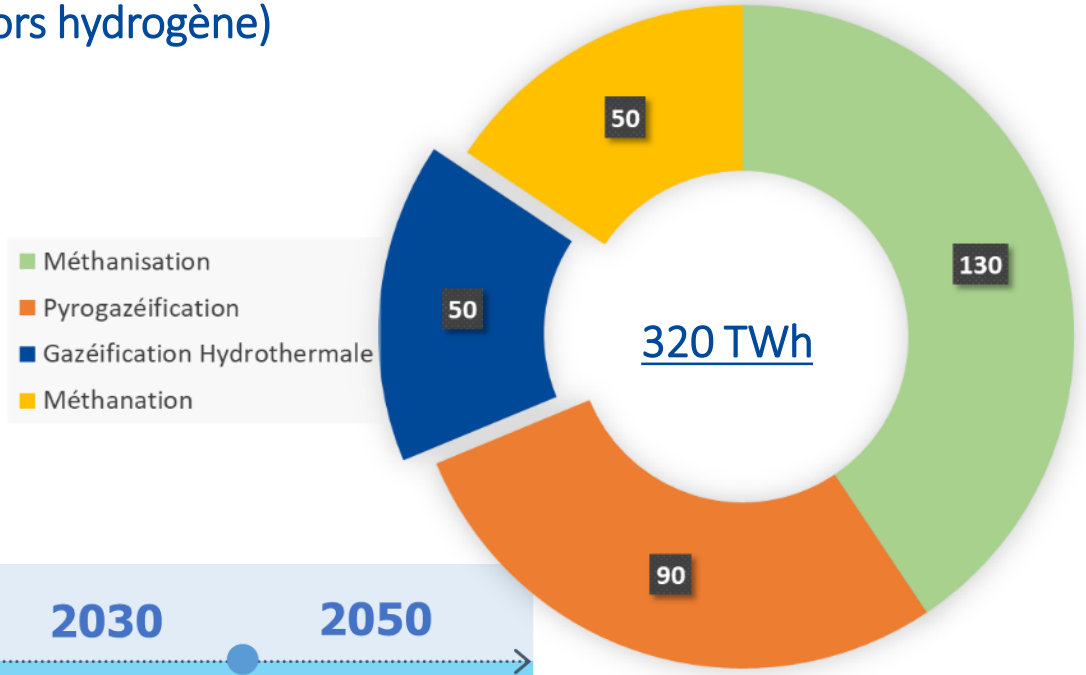
- **La préparation des intrants**
- Le **traitement de l'eau** (dénitrification) en sortie
- **La récupération du phosphore** à travers des partenariats existants
- Intégration de technologies de **traitements des gaz**

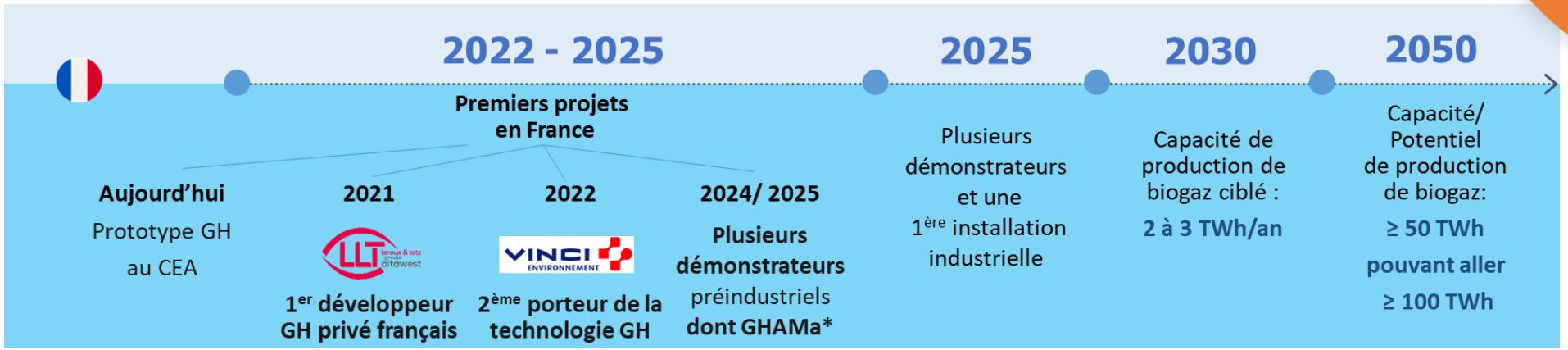
Horizon 2050 : des objectifs de production gaz renouvelables et une feuille de route GH ambitieux en France

Une capacité de production de méthane renouvelable et bas-carbone (hors hydrogène) estimée à au moins 320 TWh dont :

La Gazéification Hydrothermale (GH)

- ❑ Représentera ≥ 50 TWh (~ 15 %) de la production totale
- ❑ Bénéficie d'avancées législatives et réglementaires positives depuis 2021 :
  - Les termes « biogaz » et « biométhane » (1) ont été reformulés techniquement neutres, ouverts à toute technologie (dont la GH)
  - La loi prévoit des mécanismes de rachat pour le gaz injecté issu de GH





*GHAMa = 1er projet de démonstration GH en France (St. Nazaire)

Une filière GH dynamique qui se structure en France …

GAZÉIFICATION HYDROTHERMALE
VALORISER LES DÉCHETS DE BIOMASSES HUMIDES

Initié par GRTgaz le Groupe de Travail GH vise à fédérer tous les acteurs intéressés par la technologie GH dans le but de faciliter sa mise en œuvre dans une véritable filière industrielle d'ici 2024 en France

- **Traiter tous les déchets organiques humides** aujourd'hui peu, pas ou insuffisamment valorisés **en maximisant leur valorisation** et **en diminuant les déchets ultimes au stricte minimum**.
- **Mettre en œuvre des mécanismes de soutien, un cadre administratif adapté à la GH** et **promouvoir des modèles d'économies circulaires et des écosystèmes favorables au gaz renouvelable, aux résidus liquide (eau) et solides (métaux, minéraux et azote).**
- **Participer à la décarbonation des secteurs** industrie, résidentiel, tertiaire et transport **en contribuant a minima (> 50 TWh) à l'objectif de 100% gaz renouvelable dans les réseaux de gaz** français (320 TWh) et européens **d'ici 2050**.

Pilote GT

GRTgaz

~40 membres actifs

Acteurs de l'eau et déchets

VEOLIA

SUEZ

saur

Industriels/ Équipementiers

BRAZO, TOP INDUSTRIE, NASKEO, GREENMAC, Gazfio, arol energy, TreaTech, VINCI, DG SKID, PRODEVAL, LLT, cea, Tereos, ENGIE Les Grigen

GRTgaz Gestionnaire des réseaux gaz — GRDF

Acteurs « publics »

afg, CARENE, ser, IAR, territoire d'énergie, IMT Mines Albi-Carmaux, Cerema, INERIS, AMORCE

Consulting & Engineering

Naldeo, S3d, Green Consult, NOIZET, NEVEZUS, INOVERTIS, voltigital, AFRY, Cabinet MERLIN Groupe MERLIN

Des évolutions réglementaires (DGEC, CRE) récentes jugées aussi positives pour le développement de la filière GH

1. **Contrats d'expérimentation (loi Climat Résilience 2021)** :
   - **Élargissement des contrats d'expérimentation aux PIA**: disposition réglementaire adoptée permettant aux lauréats d'un AAP « programme investissements d'avenir (PIA) de l'ADEME » de bénéficier des contrats d'expérimentation (Art. R. 446-58-1)
     - **Les projets visés par le MTES**: d'abord les projets de la filière pyrogazéification et juste après ceux de la **filière gazéification hydrothermale**
2. CRE, bac à sable (2ème guichet), délibération N°2022-90: le **projet GHAMa** (= 1er projet GH en F !) **bénéficie des mêmes conditions d'accès au réseau gaz qu'un projet méthanisation *(intrants biogéniques)***
   - **Un projet GH est faisable à droit constant (**sous condition de respecter la spécification gaz du réseau) **!**
3. Les 3 **premiers appels d'offre pour des projets** méthanisation **> 25 GWh/ an** ont été **annoncés**
   => un mécanisme similaire est **attendu pour les premiers projets industriels de la filière GH !**
4. **La mise en œuvre prochaine des certificats de production de biogaz (CPB)** nommés « certificats verts » d'abord pour la méthanisation et les ISDND à travers un 1er décret (N° 2022-640 du 25 avril 2022))
5. **Ouverture potentielle du MTES à la demande des industriels consommant du gaz naturel de pouvoir: déduire du système ETS des GO issus de projets GR subventionnés par l'État ??**

Quel faut-il pour industrialiser la gazéification hydrothermale ?

- **Des aides publiques** facilitant la montée en puissance du développement de la technologie GH (TRL 6 à 9) en France **visant l'optimisation de la technologie et son passage à l'échelle industrielle** (limiter la prise de risque des développeurs)
- **La mise en œuvre rapide (dès 2023) des contrats d'expérimentations par le MTES** prévus par la loi Climat résilience **pour soutenir le lancement des premiers projets GH industriels** dont de démonstration avec injection dans le réseau
- **Un cadre réglementaire (accès au réseau, ICPE, …)** pour les projets GH **arrêté avec l'administration française (DGPR, DREAL)**.
- **Une filière GH représentée par le Groupe de Travail national (GT GH) intensifiant ses travaux de lobbying et continue à faire progresser** : le prétraitement des intrants, la valorisation des résidus solides et liquide, les business modèles et la rédaction du **« livre blanc »**, décrivant l'état de l'art de la technologie et de la filière GH en France et en Europe (à paraitre très prochainement

➢ **Encourager et soutenir les premiers clients prêts à se lancer avec les développeurs les plus avancés dans le lancement des premiers projets concrets en France !!**

Merci beaucoup de votre attention !

Robert MUHLKE

GRTgaz
Direction Commerciale
Directeur de Projet « Gazéification Hydrothermale »
T +33 (0) 1 55 66 42 69
robert.muhlke@grtgaz.com
www.grtgaz.com