

La Pyrogazéification pour injection

une solution locale de traitement des
déchets et de décarbonation immédiate
de tous usages gaz

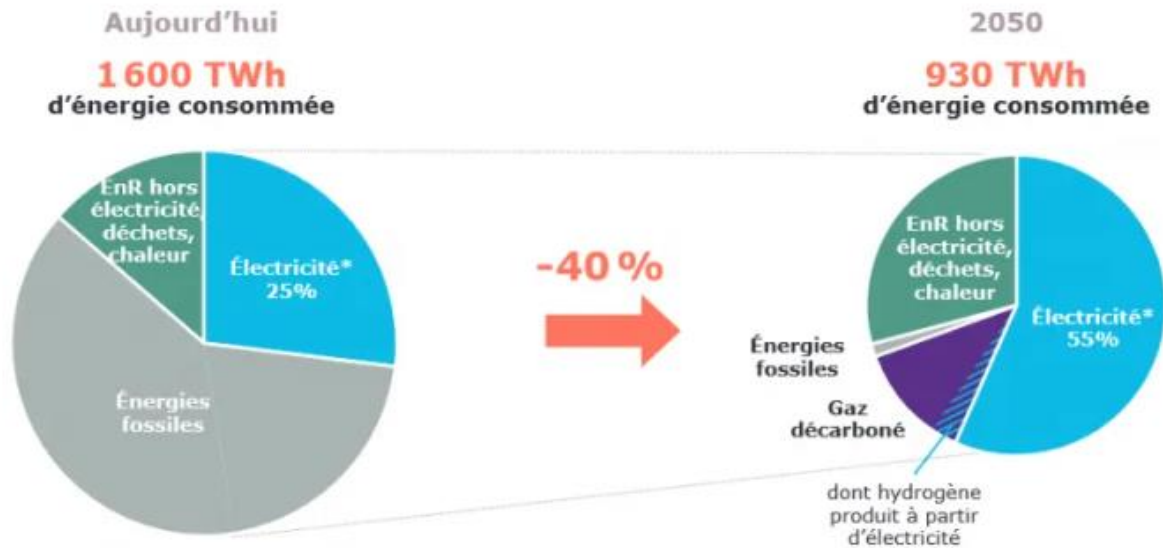
Chourouk NAIT SAIDI
Déléguée Générale Club Pyrogazéification – ATEE



VALORISER LES RÉSIDUS SOLIDES DU TERRITOIRE EN ÉNERGIE RENOUVELABLE LOCALE

De quoi avons-nous besoin ?

Consommation d'énergie finale en France et dans la SNBC



* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène)
Consommation finale d'électricité dans la trajectoire de référence de RTE = 645 TWh

@Source RTE, FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050 | PRINCIPAUX RÉSULTATS | OCTOBRE 2021

De quoi disposons-nous ?

Une grande diversité de ressources

Matières organiques sèches (Biomasse)



Plaquettes forestières



Déchets verts et résidus d'agriculture



Déchets vinicoles



Déchets d'ameublements

Déchets carbonés non recyclables et non renouvelables



Combustibles solides de récupération (CSR)



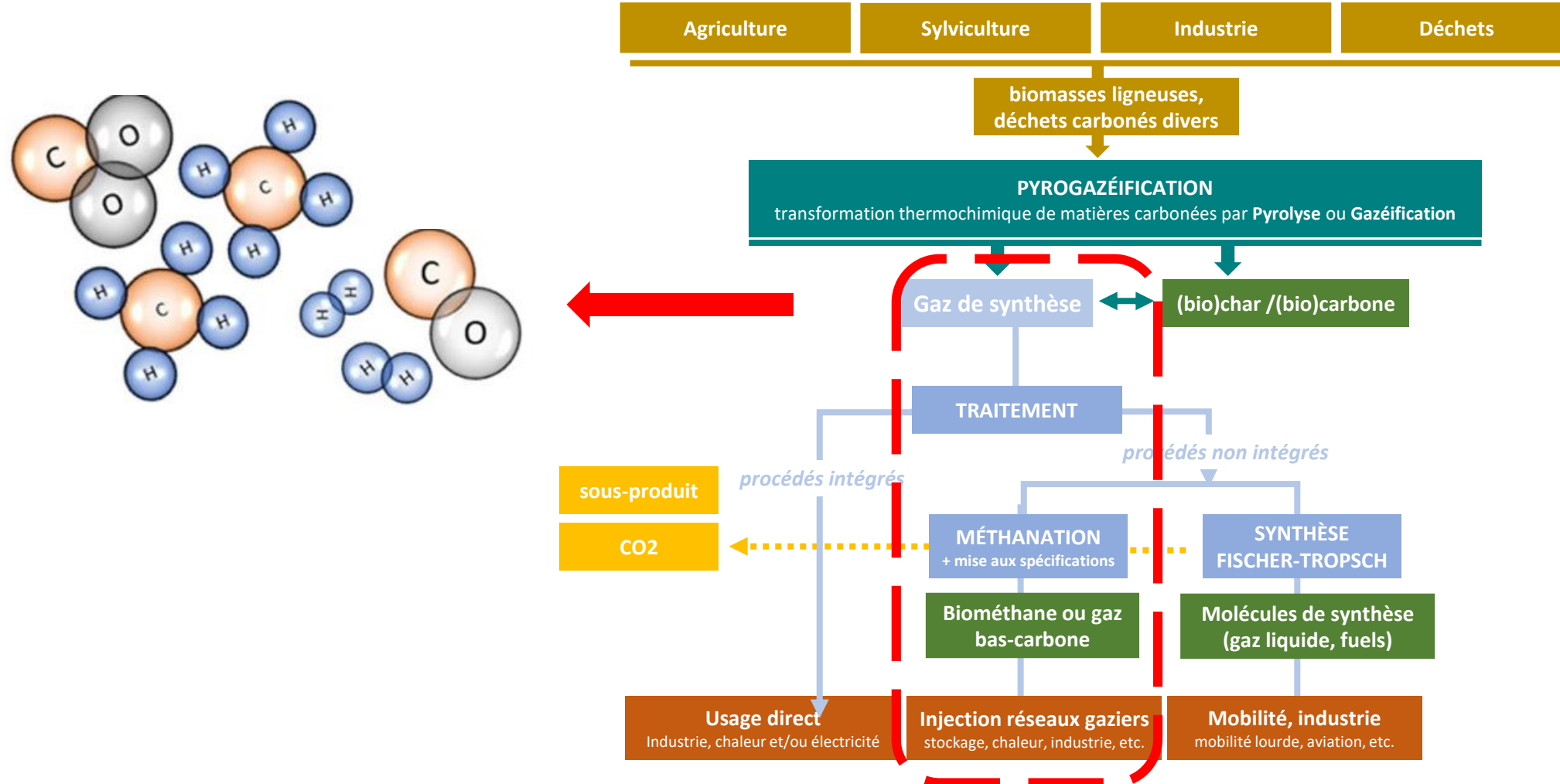
Pneus usagés



Plastiques non recyclables

VALORISER LES RÉSIDUS SOLIDES DU TERRITOIRE EN ÉNERGIE RENOUVELABLE LOCALE

La pyrogazéification, une solution de décarbonation énergétique



LES ATOUTS DES PROJETS DE PYROGAZÉIFICATION POUR PRODUCTION DE GAZ RENOUVELABLE ET BAS-CARBONE



Energie

- Une énergie non intermittente facilement stockable
- **Compatibilité avec des installations existantes :** usages gaz, industriels, résidentiels et tertiaires, mobilité



Déchets

- Gestion des déchets : création d'exutoire de valorisation pour traiter quantité de déchets non recyclables « CSR » actuellement éliminés pour **réduire l'enfouissement**



Environnement

- Valorisation d'un gaz propre, réduction des émissions polluantes (poussières, dioxines, furanes, NOx)
- Une réduction de l'empreinte carbone

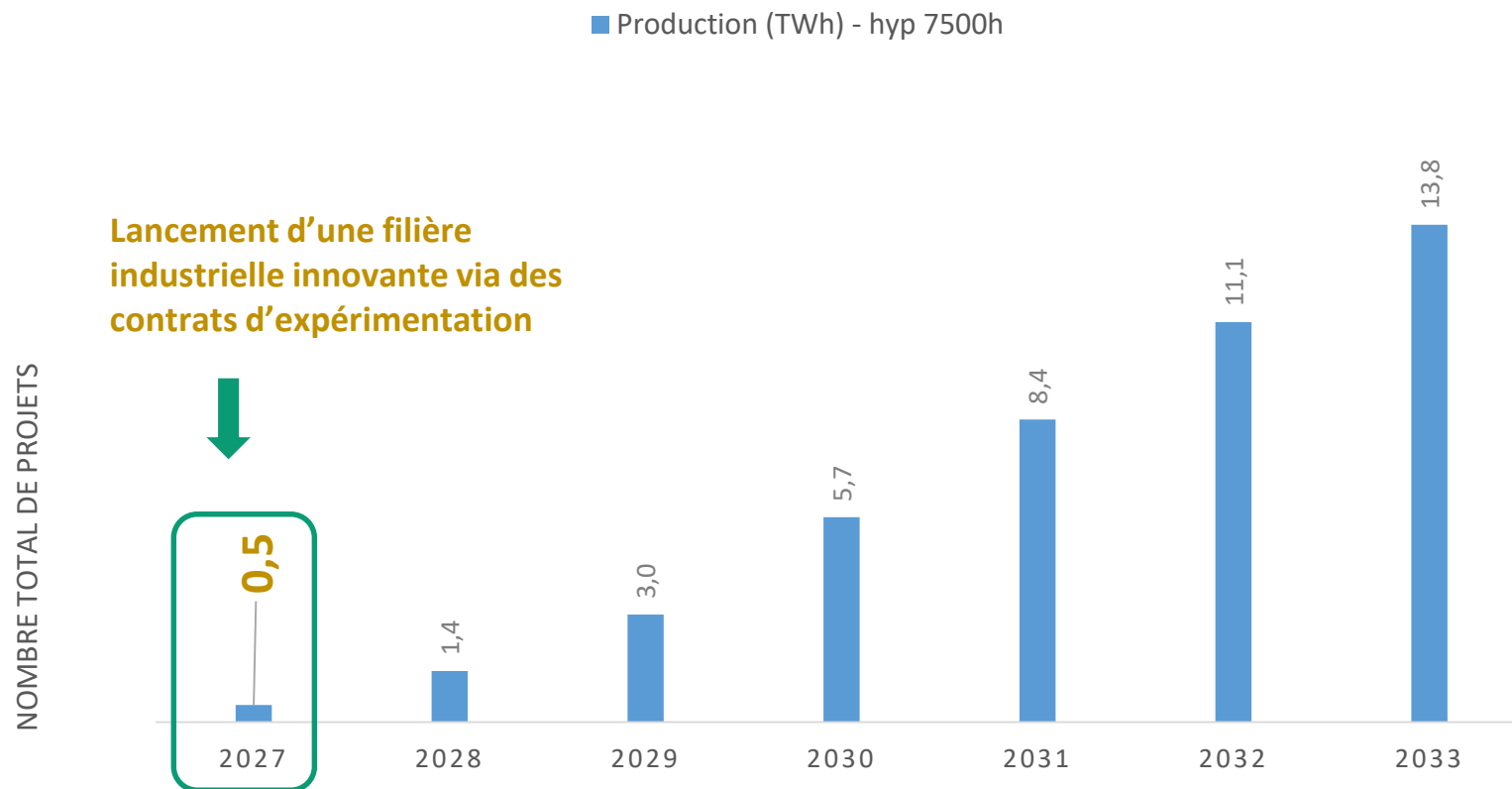


Socio-économie

- Une **économie circulaire** à l'échelle des territoires
- **Création d'emplois** non délocalisables
- Une **souveraineté énergétique** des territoires

TRAJECTOIRE DE DÉPLOIEMENT DES PROJETS DE PYROGAZÉIFICATION POUR INJECTION

Des projets en développement, impulsés par la demande des territoires.



AMI 2022 (Appel de
Manifestation d'intérêt)
Pyrogazéification pour Injection

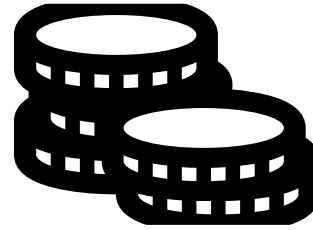
- **49 projets** ont déposé un dossier sur l'ensemble du territoire national
- avec une **puissance totale** des projets recensés évaluée à **4,1 TWhPCS/an.**

LES DÉFIS ET ATTENTES DES ACTEURS

Des technologies nécessaires au mix énergétique de demain et qui ont aujourd'hui besoin d'un soutien public pour se développer.

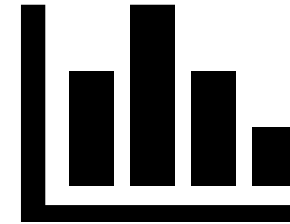


Une réglementation adaptée
(difficultés de classification ICPE),
via des modifications de la
nomenclature ICPE et des AMPG
associés



**Mettre en place à court terme les
contrats d'expérimentation** pour
la production de biométhane et
gaz bas carbone.

**Préparer un dispositif de soutien
pérenne** permettant
d'accompagner l'industrialisation
de la filière.

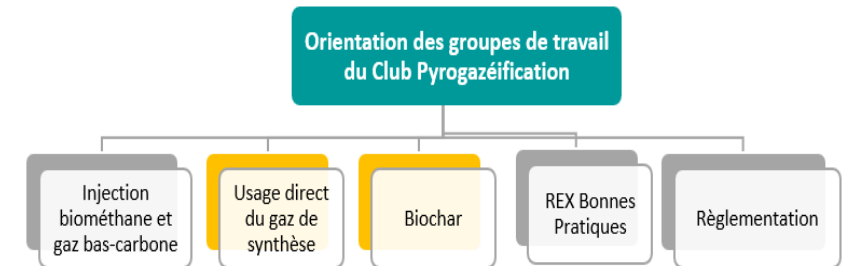


**Des objectifs de production
clairement intégrés** dans les
scénarios prospectifs orientant la
politique énergétique (**PPE 3/
SNBC**) de la France et de l'Union
Européenne (RED, Gas package ...)

Le Club Pyrogazéification de l'ATEE

Le Club **Pyrogazéification** a été fondé en 2014 pour structurer et animer une plateforme d'échanges entre tous les acteurs de la filière et les représenter collectivement

- **Veille juridique**, réglementaire et économique,
- **5 groupes de travail** (**GT Injection gaz de synthèse**, GT usage direct, GT Réglementation, GT Technique « Rex Bonnes Pratiques »), GT biochar
- **Représentation de la filière**, organisation de consultation et élaboration de propositions,
- **Cartographie et suivi des projets**,
- **Participation aux instances européennes** (EBA...) et internationales (IEA Bioenergy Task33),
- **Elaboration de ressources techniques** et pédagogiques (webinaires, kit de communication...)
- Participation à des événements visant à faire connaître la filière pyrogazéification.



Contact : Chourouk NAIT SAIDI
Déléguée Générale – ATEE

email: c.naitsaidi@atee.fr
Tel : 07 52 62 58 29

LE GROUPE DE TRAVAIL GT INJECTION GAZ DE SYNTHÈSE DE L'ATEE

50+ acteurs se mobilisent au GT Injection de gaz de synthèse

Acteurs du déchet / recyclage



Acteurs d'influence nationaux et régionaux



- Pilote le GT « Injection gaz de synthèse »
- Siège au Conseil d'Administration du Club Pyrogazéification



Opérateurs de réseaux et acteurs gaziers



Équipementiers



Bureaux d'étude



24-25 janv/jan 2024 Nantes FR

l'événement Biotransition / the Biotransition event

FEUILLE DE ROUTE DU GT PYROGAZÉIFICATION POUR INJECTION DES GAZ DE SYNTHÈSE



Une ambition

Industrialiser la filière en France :

- en s'appuyant sur les **appels à projet prévus par la loi Energie Climat** (pour les filières innovantes de production de biogaz) et
- en faisant émerger un **mécanisme de soutien pour la valorisation des déchets non renouvelables**



Trois actions principales

- ✓ Transmettre les **enjeux de la filière et des porteurs de projets** aux pouvoirs publics et **mettre en visibilité** le dynamisme de la filière
- ✓ **Partager des études** techniques et réglementaires et capitaliser sur les résultats des démonstrateurs et des projets industriels existants et en développement
- ✓ Communiquer les résultats de **qualité du méthane produit** et poursuivre les **campagnes de mesure**

Pilote de GT



Clotilde Villermaux

Chef de Projet Pyrogazéification
chez GRTgaz

clotilde.villermoux@grtgaz.com



Merci de votre attention

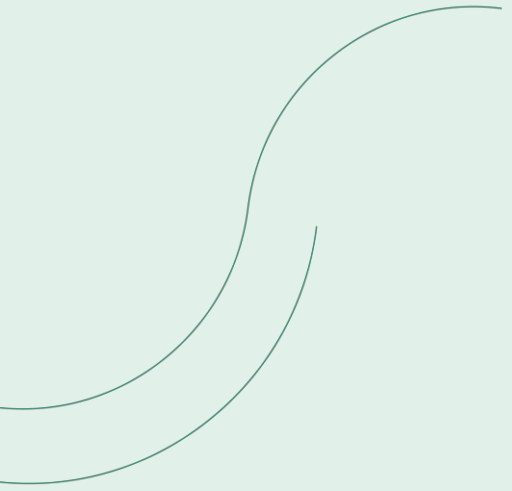
Pour plus d'échange

**Le Club Pyrogazéification
est présent au STAND D24**





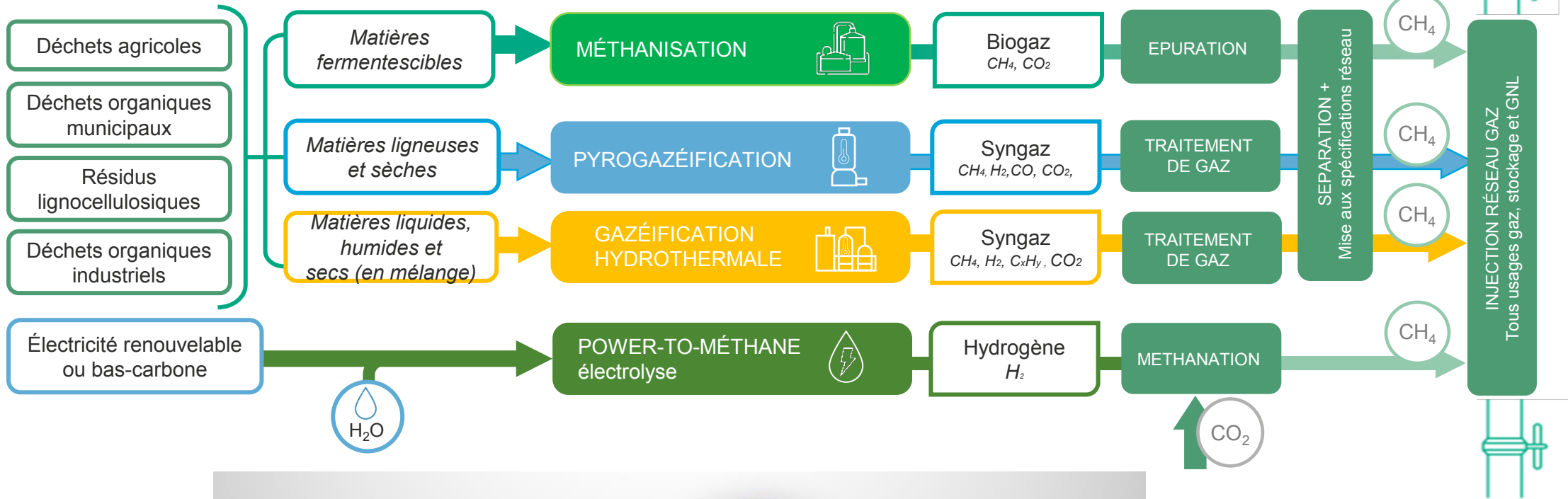
Pyrogazéification
Porteurs de projets et opérateurs de réseaux au rendez-vous



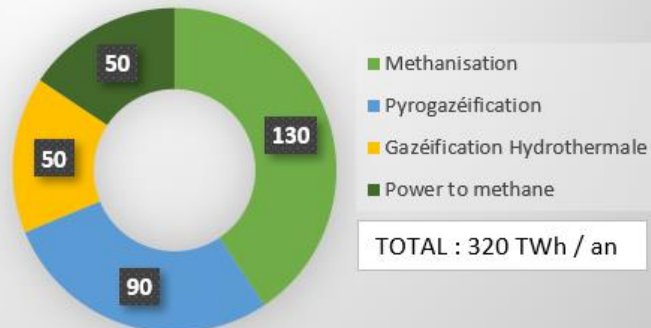
**La pyrogazéification :
solution industrielle de traitement des
résidus peu ou mal valorisés en gaz
injectable dans les réseaux existants**

Gaz renouvelable et bas carbone : 4 filières complémentaires

La France dispose d'un potentiel de déchets suffisants pour décarboner le mix gazier d'ici 2050



Estimation du potentiel de production de gaz renouvelable et bas carbone (TWh/an) par filière (hors H_2) en France à horizon 2050*



*Analyse GRTgaz / GRDF / FGR / ATEE / GT Gazéification Hydrothermale basée sur les études disponibles (Ademe, Solagro, France Stratégie, Enea).

La Pyrogazéification : une solution de traitement des résidus solides peu ou mal valorisés

- La pyrogazéification s'adresse à des intrants non valorisés en matière s'inscrivant ainsi dans la hiérarchie de traitement des déchets

Biomasses

Valorisation de biomasses sèches



Bois emballages en fin de vie



Bois forestier et connexes



Sarments et ceps de vigne

Biométhane

Déchets

Issus de biomasse



Bois faiblement traités : déchets de bâtiment



Déchets d'éléments d'ameublement (DEA)



Résidus de papeterie

Biométhane

Non renouvelables



Déchets plastiques de refus de tri



Combustibles solides de Récupération (CSR)



Pneumatiques usagés

Gaz renouvelable,
bas-carbone, ou
de récupération

Tous les résidus carbonés solides sont adressables par pyrogazéification

La Pyrogazéification pour injection permet de valoriser des résidus solides en gaz injectable dans les réseaux

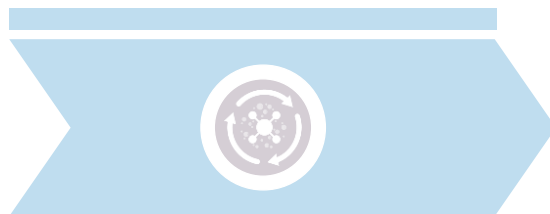
Des technologies matures (TRL 8-9) existent sur chaque brique de la chaîne

RÉSIDUS
SOLIDES

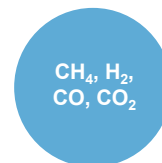


Renouvelables ou
non renouvelables

PYROGAZÉIFICATION
 $T^{\circ}\text{C} : 700 \text{ à } 1\,500^{\circ}\text{C}$



SYNGAS



Co produits :
(Bio)char
(Bio)huiles

EPURATION ET
MÉTHANATION



Co produits :
Chaleur
(Bio)CO₂

METHANE INJECTABLE



**Injection dans les
réseaux de gaz**



Projet GoBiGas à Göteborg (Suède)



Projet à Güssing (Autriche)



Projet GAYA à Saint Fons (69, France) : ENGIE



Projet Swindon (Angleterre) : ABSL



Un rendement net sur la production de gaz injecté de l'ordre de **50% à 60%**
Un rendement global sur la production de méthane et valorisation de chaleur de **65% à 85%**



Temps de fonctionnement ~ **7500 à 8000 h/an**

L'enjeu technique est de trouver le **meilleur assemblage de technologies** pour **optimiser la production de méthane**



La pyrogazéification pour injection : au service d'une économie circulaire des territoires en France

La pyrogazéification pour injection apporte une réponse aux enjeux des territoires



Enjeux déchets

- Valorisation d'une **large variété de matières résiduelles** jusqu'ici peu ou mal valorisées
- **Valorisation de résidus locaux** au service d'une **énergie accessible sur tout le territoire**.
- Solution locale de traitement de déchets sur place qui **limite leur transport** physique



Enjeux énergie

- Production d'une **énergie non intermittente** et **stockable**
- **Réseau gaz existant** déjà largement maillé
- **Production locale** en substitution d'une énergie fossile importée
- Un méthane de synthèse **utilisable pour de multiples usages**

Enjeux socio-économiques

- Projets s'inscrivant dans une logique **d'économie circulaire**
- **Projets à taille des territoires** avec des unités valorisant en moyenne 5 et 100 kt/an de résidus
- **Création d'emplois** à tout niveau de qualification et **non délocalisables**
- **Filière compétitive** au regard d'un soutien adapté

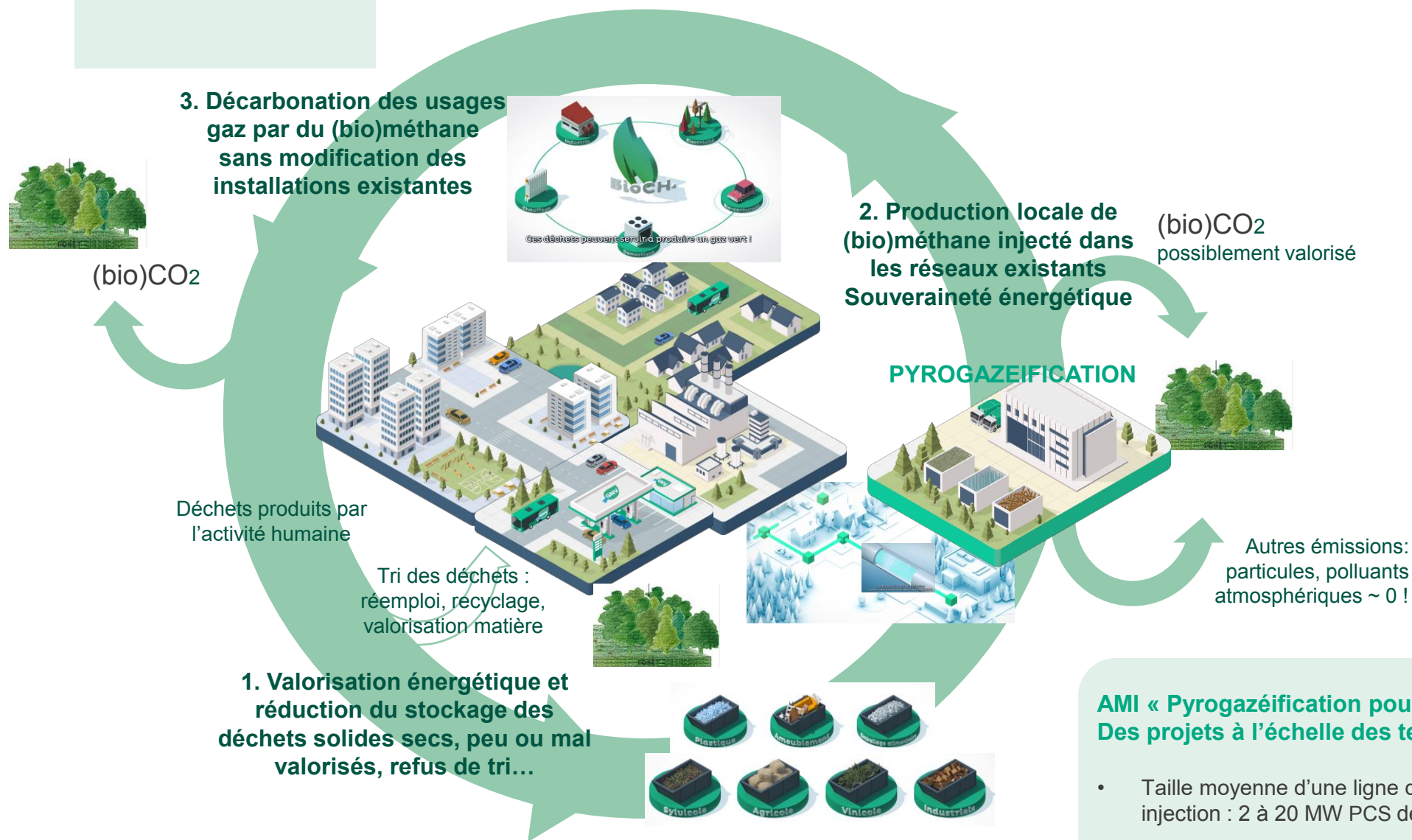


Enjeux environnementaux et sanitaires

- **Diminution des émissions de GES**
- **Réduction** pouvant aller jusqu'à la suppression **des fumées, particules fines et poussières**



Des projets de pyrogazéification au cœur d'une économie circulaire des territoires



AMI « Pyrogazéification pour injection » 2022
Des projets à l'échelle des territoires:



- Taille moyenne d'une ligne d'installation de pyrogazéification pour injection : 2 à 20 MW PCS de méthane produit/an (200 à 2000 Nm³/h)
- Une capacité de résidus à traiter de ~10 à 70 kT/an par installation

L'AMI (Appel à Manifestation d'Intérêt) filière « Pyrogazéification pour injection » : des projets en attente d'un dispositif de soutien pour être lancés

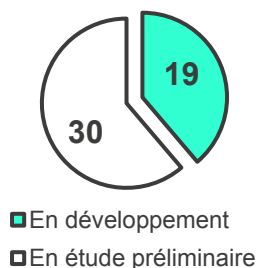
AMI organisé en 2022 par le **CSF NSE** et piloté par **GRTgaz**



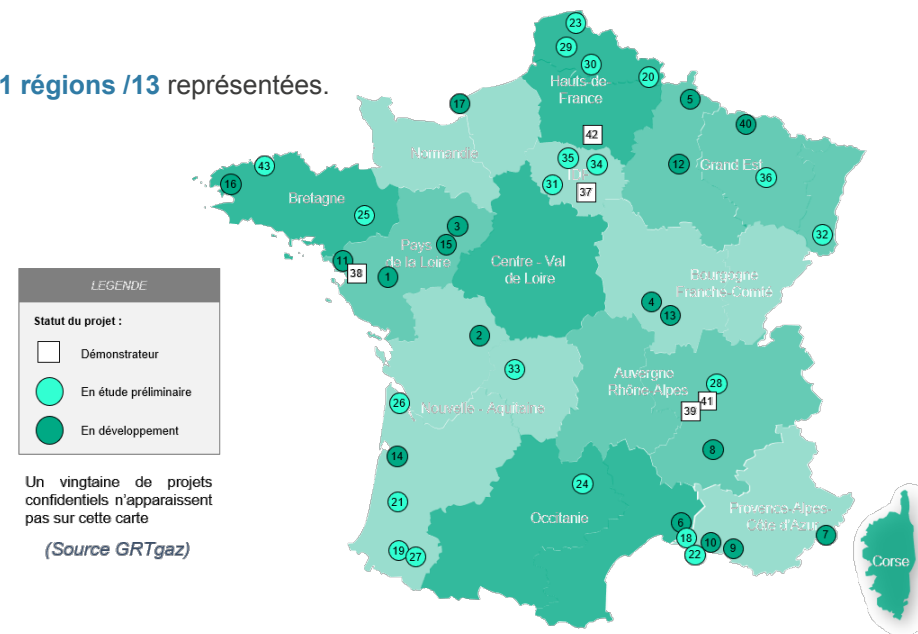
Les objectifs de l'AMI

- Dresser un état des lieux de la filière / recenser les projets dans la perspective de la mise en place des contrats d'expérimentation.
- Accompagner les projets : structuration de leur dossier, conditions d'accès au réseau, qualité gaz.

49 projets se sont manifestés.



11 régions /13 représentées.



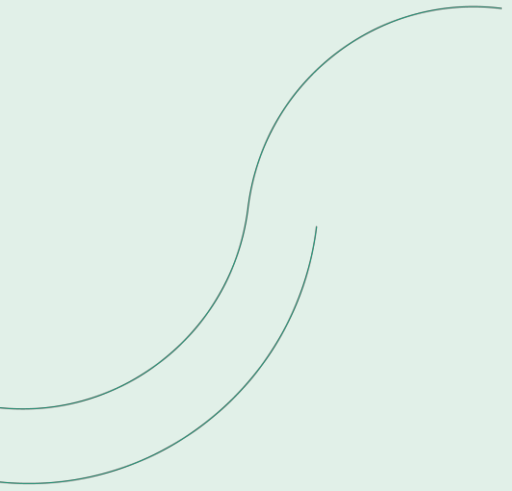
La production de méthane de synthèse :

- Taille moyenne d'un projet : 10 MW_{CH4}
- Capacité de production des projets recensés : 4,1 TWh_{PCS} /an permettant le chauffage de 360 000 foyers.

Une solution de traitement des déchets peu ou mal valorisés :

- Jusqu'à 1,3 Mt de déchets résiduels traités par an

La biomasse et le bois B majoritaires à ce stade, mais quelques projets avec du CSR sont déjà identifiés



**La pyrogazéification pour injection :
un cadre réglementaire largement clarifié
ces derniers mois, et des ajustements à
prévoir**

Des avancées sur la reconnaissance du gaz bas-carbone

Loi d'accélération de la production d'EnR - 10 mars 2023

Rappel Biométhane = biogaz injecté dans les réseaux. Certification RED : selon les usages. Soutien public si référentiel usage « Chauffage résidentiel & tertiaire ».

REDII - Seuil d'émissions GES par usage et date de mise en service	Référence fossile	< oct. 2015	≥ oct. 2015	≥ 2021	≥ 2024
⚡ Production électrique (origine biologique) gCO2e/kWh	659	–	–	197 (-70%)	132 (-80%)
🛢️ Carburant (origine biologique) gCO2e/kWh _{PCI}	338	169 (-50%)	135 (-60%)	118 (-65%)	
Carburant (origine non-biologique) gCO2e/kWh _{PCI}		–	–	102 (-70%)	
🔥 Chauffage résidentiel & tertiaire (origine biologique) gCO2e/kWh _{PCI}	288	–	–	86 (-70%)	58 (-80%)

Neutralité technologique

✓ Gaz bas-carbone : gaz constitué principalement de méthane qui peut être injecté et transporté de façon sûr dans le réseau de gaz naturel et dont le procédé de production engendre des émissions inférieures ou égales à un seuil fixé par arrêté du ministre chargé de l'énergie.

Respect prescriptions + compatibilité H₂ résiduel

✓ Cadre d'accès au réseau étendu au gaz bas carbone :

- Réfaction tarifaire + droit à l'injection pour les installations de production de gaz renouvelable, dont le biogaz, ou de gaz bas-carbone

✓ Ouverture des contrats d'expérimentation au gaz bas-carbone

Compatibilité seuil RED II démontrée sur plusieurs projets

Loi d'accélération de la production des EnR

Loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables

- Définition gaz bas-carbone (Art. L447-1 du Code de l'énergie)
- Extension réfaction tarifaire (Art. L452-1 et 452-1-1 du Code de l'énergie)

- Extension du droit à l'injection (Art. L453-9 du Code de l'énergie)
- Contrat d'expérimentation au gaz bas-carbone (Art. L447-4 du Code de l'énergie)

Ventes/achat de production de biométhane et gaz bas carbone produits par pyrogazéification

Facilité de mise en œuvre à date

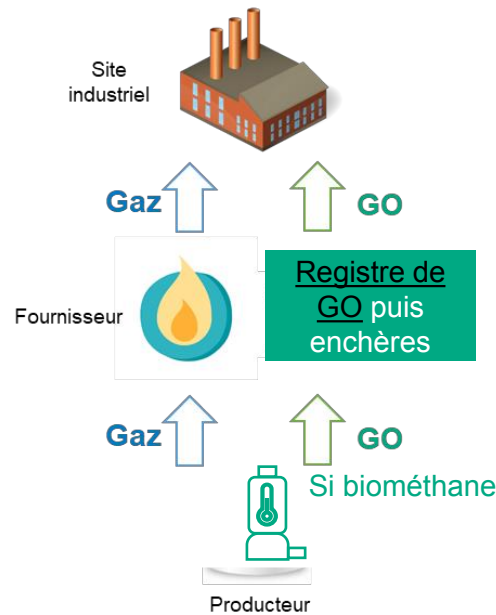
Mécanismes de soutien public

Mécanismes de soutien adossés à des financements privés

Cadre concerné à date par la filière pyrogazéification - Biométhane (et gaz bas carbone)

6 TWh / an : cible 2030 de production par la filière pyrogazéification

Achat de GO



AAP 2024 annoncé

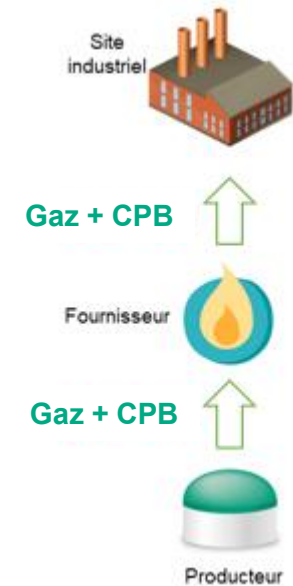
« GGPA » ou « BPA »

Contrat direct de fourniture de gaz vert



Aujourd'hui

Certificat de production de Biogaz CPB



> 2028

Décret du 8/12/2022 précise l'usage de la GO dans l'ETS



**La pyrogazéification pour injection :
une démarche de raccordement conjointe
entre opérateur de réseau et porteur de
projet**

Des spécifications techniques communes aux opérateurs

Les valeurs de 3 paramètres seront ajustées par rapport aux prescriptions existantes



Des teneurs admissibles révisées et harmonisées bientôt retranscrites dans la norme européenne relative aux caractéristiques du gaz (EN 16726)

- H₂ : < 2% (molaire)
- CO : < 0,1% (molaire)
- Densité : 0,500 à 0,700



Ces seuils sont compatibles avec l'intégralité des usages en France

- Un seul consommateur en France poursuit des études d'impact



La composition cible du gaz produit est atteignable techniquement

Les projets de pyrogazéification intègrent le registre des capacités

Un premier pas vers un traitement non différencié de tous les producteurs de gaz bas carbone

2013

Création du registre des capacités qui recense tous les projets de production de biométhane **dès la signature de la première étude de raccordement**

2022

Extension à tous les **gaz renouvelables et de récupération**
Intégration du premier projet de pyrogazéification



Recensement de tous les projets de production permettant de

- ✓ **Dimensionner les réseaux**
- ✓ **Publier les chiffres clés de la production de gaz renouvelables et bas carbone**

Annexe 1 : Organigramme de gestion des jalons du registre des capacités pour la phase initiale



GRTgaz

TERÉGA

GRDF



GT Injection Biométhane

Procédure de gestion des capacités d'injection de gaz renouvelable et de récupération sur les réseaux de transport et de distribution de gaz naturel

Révision 5

Date : Juillet 2022

Sommaire

1. Principes.....	2
2. Définitions.....	3
3. Prérequis à l'intégration du registre : la définition de l'opérateur projet	5
4. Étapes d'un projet entre son entrée dans le registre et sa mise en service	5
a. Signature de la convention d'étude de phase 2 et entrée dans le registre (jalon D1).....	5
b. Remise du rapport d'études de phase 2 par le gestionnaire de réseau (jalon D2).....	6
c. Accord de principe pour la poursuite du projet (jalon D3).....	6
d. Dépôt du dossier ICPE (jalon D4).....	6
e. Recevabilité du dossier ICPE (jalon D5).....	7
f. Validation du dossier ICPE (jalon D6).....	7
g. Signature du contrat de raccordement et d'injection (jalon D7).....	7
h. Mise en service de l'unité de production de gaz renouvelable (jalon D8).....	7
5. Augmentations ou diminutions de capacités	8
a. Entrée dans le registre des augmentations de capacités (jalon D1').....	8
b. Dépôt du dossier ICPE associé à l'augmentation de capacité (jalon D4').....	8
c. Mise en service de l'augmentation de capacité (jalon D8').....	8
d. Demande de diminutions de capacités	9
6. Conditions de sortie du registre des capacités	9
a. Sortie du registre	9
b. Exceptions à la sortie du registre.....	9
c. Demande de réintégration d'un projet	9
7. Évolutions des consommations et risques de saturations	10
Annexe 1 : Organigramme de gestion des jalons du registre des capacités pour la phase initiale	11
Annexe 2 : Organigramme de gestion des jalons du registre des capacités pour une augmentation de capacité	11

GT Injection Bion
Procédure de gestion d
Révision 5

GT Injection Biométhane
Procédure de gestion des capacités d'injection de biométhane sur les réseaux de transport et de distribution de gaz naturel
Révision 5

1/11

Extrait de la procédure du registre datant de
juillet 2022

Le développement des réseaux grâce au droit à l'injection

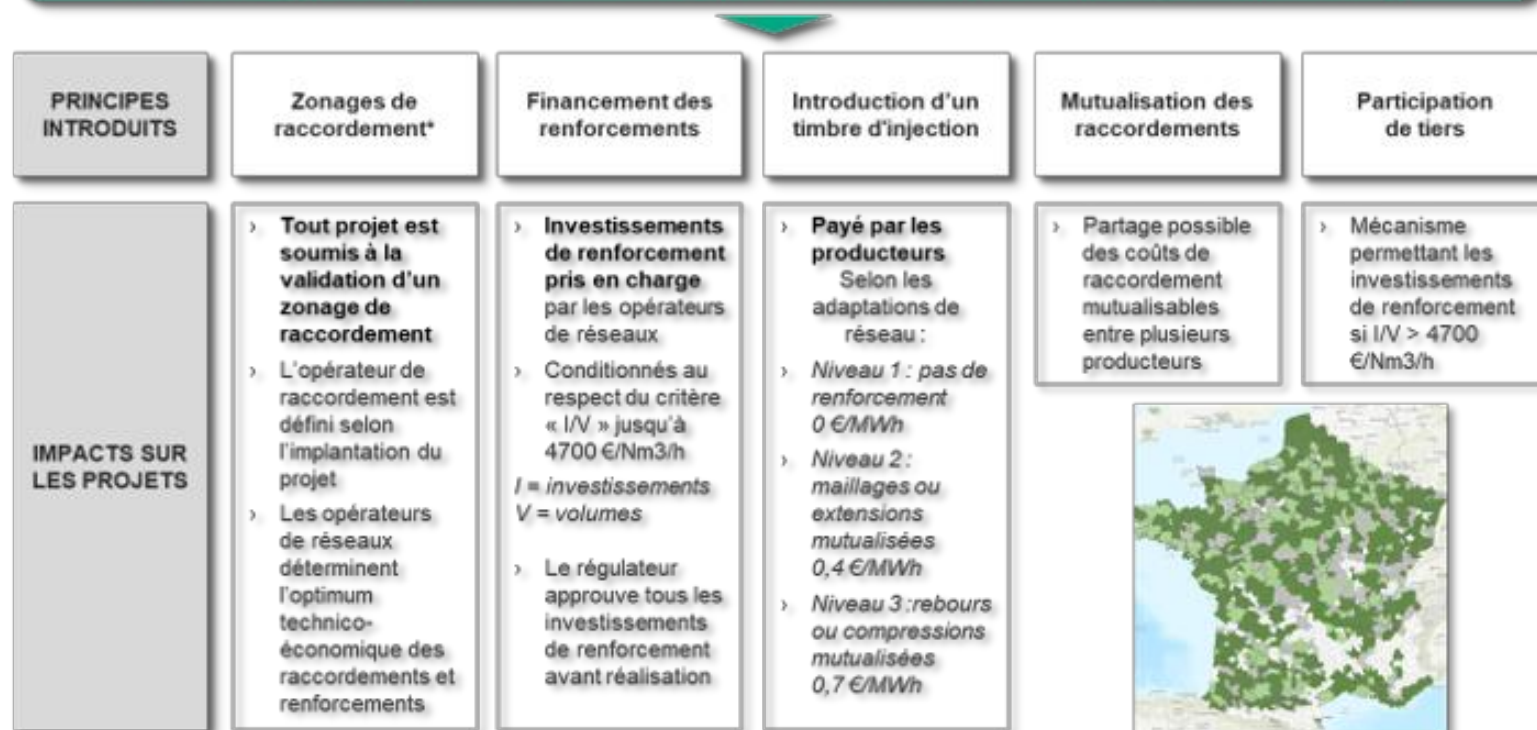
Tous les projets de production de gaz renouvelables et bas carbone peuvent en bénéficier dont la pyrogazéification

Grands principes

Octobre 2018 : Loi EGalim introduisant le droit à l'injection de biométhane dans les réseaux de gaz

Juin 2019 : décret « Droit à l'injection » décrivant les modalités de réalisation des investissements

Nov 2019 : publication de la Délibération N°2019-242 de la Commission de Régulation de l'Energie



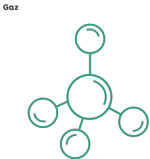
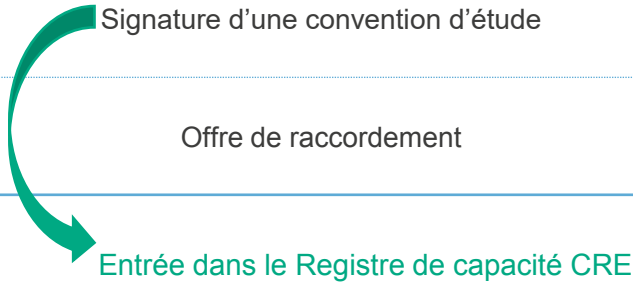
En résumé

- ✓ Des **renforcements de réseaux** sont rendus possible si les capacités d'accueil doivent être augmentées pour permettre l'injection de votre production
- ✓ Les **gestionnaires de réseaux se concertent** pour définir le réseau auquel vous pourrez vous raccorder dans les meilleures conditions technico économiques. Ce gestionnaire de réseau est appelé « **Opérateur projet** »
- ✓ En plus du droit à l'injection, vos projets bénéficient d'une **réfaction de 60%** sur le raccordement, plafonnée à 600 k€.

La démarche de raccordement au réseau

Chaque projet est unique : les opérateurs de réseaux vous accompagnent dès les phases amont de votre projet

Unité de pyrogazéification	Développement / Études d'ingénierie / Construction / Commissioning / Démarrage		
Raccordement réseau	Analyse préliminaire*	Etudes de raccordement	Réalisation et mise en service
Objectif de la phase	Donner un premier avis non engageant sur la solution de raccordement	Définir de manière engageante les modalités de raccordement	Construire puis vous permettre d'injecter votre gaz dans le réseau
Délai estimatif	1 à 4 mois	Au moins 4 mois	Selon projet
Prix	Gratuit	Payant (voir catalogue des prestations des opérateurs)	Payant (voir catalogue des prestations des opérateurs)
Engagement contractuel	Aucun	Signature d'une convention d'étude	Signature d'un contrat de raccordement et d'injection
Livrable	Rapport d'analyse préliminaire	Offre de raccordement	Votre installation injecte



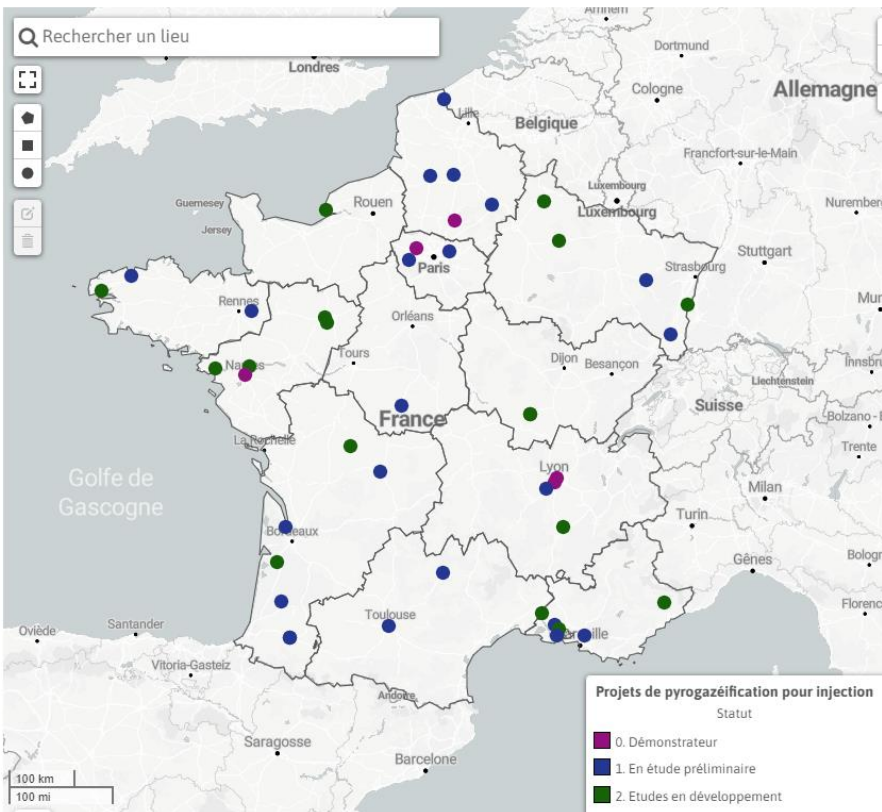
Injection de gaz dans le réseau

* Une fois que l'opérateur projet identifié lors du zonage de raccordement

Une filière dynamique qui s'organise, prête à s'industrialiser

Projets de production de gaz renouvelable et bas carbone
par pyrogazéification pour injection dans les réseaux gaziers

Informations Tableau Carte Export API



Plus d'une soixantaine de projets industriels identifiés en territoire

Mise en place d'une cartographie des projets, avec statut de leur développement

https://opendata.reseaux-energies.fr/explore/dataset/projet-commerciaux-et-demonstrateurs-en-france-de-pyrogazéification/custom/?disjunctive.statut&disjunctive.energie&disjunctive.nom_region

A date : 8 **installations de pyrogazéification** figurent dans le registre de capacités relativement à l'injection de réseaux gaziers :

→ soit **690 GWh_PCS /an**

→ Pour 8300 nm³/h de biométhane et gaz bas carbone

Les projets industriels français de pyrogazéification pour injection se déclarent prêts à se lancer



MERCI!



Clotilde Villermaux : Chef de Projet Pyrogazéification chez GRTgaz – clotilde.villermoux@grtgaz.com



Etienne Goudal : Chef de projet Senior chez GRDF – etienne.goudal@grdf.fr



LIMOGES MÉTROPOLE
TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE

Production de biométhane de deuxième génération

Un projet territorial pour Limoges Métropole



La question du biométhane

à Limoges



Limoges c'est là



La durabilité de son territoire au cœur de son projet

- Objectif PCAET :
 - Division par 2 des consommations finales d'ici 2050
 - Triplement de la productions d'EnR d'ici 2050
- Concernant le biométhane :
 - Objectif à 2050, consommer moitié moins de gaz soit 800 GWh/an, et 100% de gaz vert dans le réseau.
- Pour cela :
 - Développer la méthanisation agricole avec injection sur le réseau (mobilisation des biodéchets / mutualisation avec les agriculteurs). Aujourd'hui 100 GWh injectés / an soit près de 12,5% de l'objectif.
 - Innover et recourir à la production de biométhane de 2^{ième} génération par pyrogazéification (80 à 100 GWh)

Etude et recherche d'un opérateur



2020

Etude de faisabilité (S3D) pour l'implantation d'une unité de production de biométhane de 2^{ème} génération sur le territoire de Limoges Métropole



Recommandations pour une unité de gazéification de 40 kt/an basée sur du bois A et du bois B en complément à terme

03/2021

Adoption du PCAET de Limoges Métropole



Objectif de production > 1000 GWh/an d'énergie renouvelable sur son territoire d'ici 2030



04/2022

Réponse à l'AMI GRDF pyrogazéification pour injection

S2 2022

Appel à projet lancé par Limoges Métropole pour le développement d'une unité de 40 kt/an



Attribution du projet à un Groupement composé des sociétés Idex et EQTEC en janvier 2023

Inscription du projet au sein de l'écopole ASTER

- Objectifs :
 - Agir sur les transitions au sein d'un même lieu
 - Favoriser le développement économique exogène autour des transitions
 - Valorisation la chaleur fatale, la production d'oxygène ou le CO₂
- Devoir d'exemplarité :
 - Dans l'aménagement durable du site (continuité écologique, prendre en compte les enjeux de la transition hydrique...)
 - Dans l'approvisionnement en biomasse au démarrage (local, durable et évitant les conflits d'usage) pour diversifier progressivement les intrants (bois B)

I dex / E qtec

à Limoges



Les points clés du projet

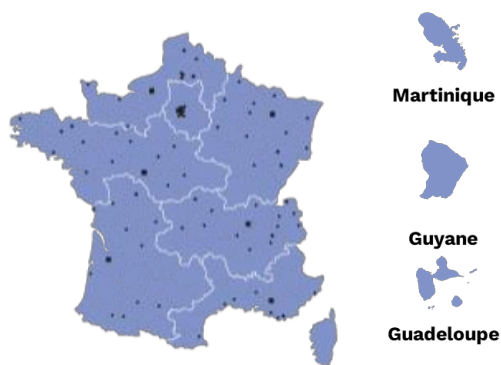
- Installation de production de **biométhane de deuxième génération** par gazéification de biomasse et méthanation
- **40 000 t/an** de biomasse locale gazéifiée, entre 4 et 5 t/h de biomasse consommée par heure de fonctionnement en moyenne
- Démarrage de l'installation avec un approvisionnement exclusif en **bois A**, et une diversification progressive vers le **bois B**
- **95 GWh** de production annuelle de biométhane de synthèse, de quoi alimenter 400 bus roulant au GNV, injectés dans le réseau GRDF

IDEX en Bref

Leader indépendant d'une énergie utile, locale, décarbonée et compétitive depuis 1963

Organisation et performance

110 agences de proximité
France métropolitaine & DROM-COM



+ Présence en Belgique et en Lituanie



5 300 collaborateurs et entrepreneurs innovants



2 milliard €
chiffre d'affaires 2022

Reconnaissance et certifications



ECOVADIS
Note 2022 : 67/100
Gold

Nos quatre métiers

24

Unités de Production d'Énergie Industrielles ou propriétaires (UPE)

14

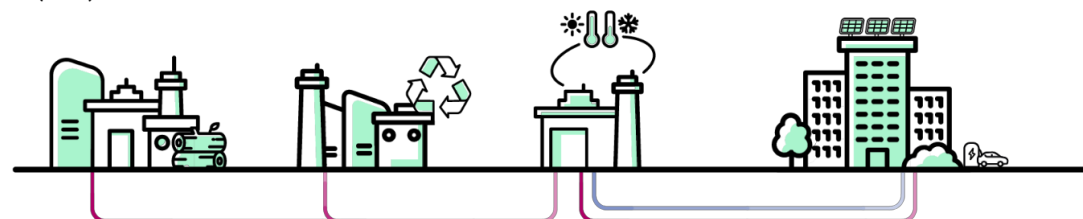
Unités de Valorisation Énergétique des Déchets (UVED)

60

Réseaux de Chaleur & de Froid (RCF)

18 000

Infrastructures Énergétiques Bâtimentaires (IEB)



930 GWh/an
d'énergie thermique produite

780 GWh/an
d'énergie électrique produite

60 % d'EnR&R (hors garanties d'origine biométhane)

1,7 TWh/an d'énergie thermique distribuée

plus de 2 600
contrats de services aux bâtiments et à leurs occupants

Une salle des marchés

GoO

2ème fournisseur de GoO biogaz

CEE

Obligé

PPA

fournisseur

Aggregation

sur le marché de l'électricité

EQTEC, un partenaire technologique de choix

- EQTEC est une société qui conçoit, fournit et construit des installations de gazéification avancées de **1 MW à 30 MW**
- Les solutions polyvalentes d'EQTEC traitent plus de **60 variétés d'intrants**, y compris des biomasses forestières et agricoles, des bois B, des CSR, des déchets industriels et les boues de step, le tout sans émissions dangereuses ou toxiques.
- Les solutions d'EQTEC produisent un **gaz de synthèse pur et de haute qualité** (« syngas ») qui peut être utilisé pour la plus large gamme d'applications, comprenant la production d'électricité et de chaleur, la production de gaz naturel synthétique (par méthanation) ou de biocarburants (par Fischer-Tropsch, traitement gaz-liquide) et le reformage de l'hydrogène.

Installations en fonctionnement

Movialsa, Espagne

MSI : 2011
4 réacteurs de 1t/h
4 t/h grigon olives
6 MWe (Jensbacher * 3)
6.6 MWth

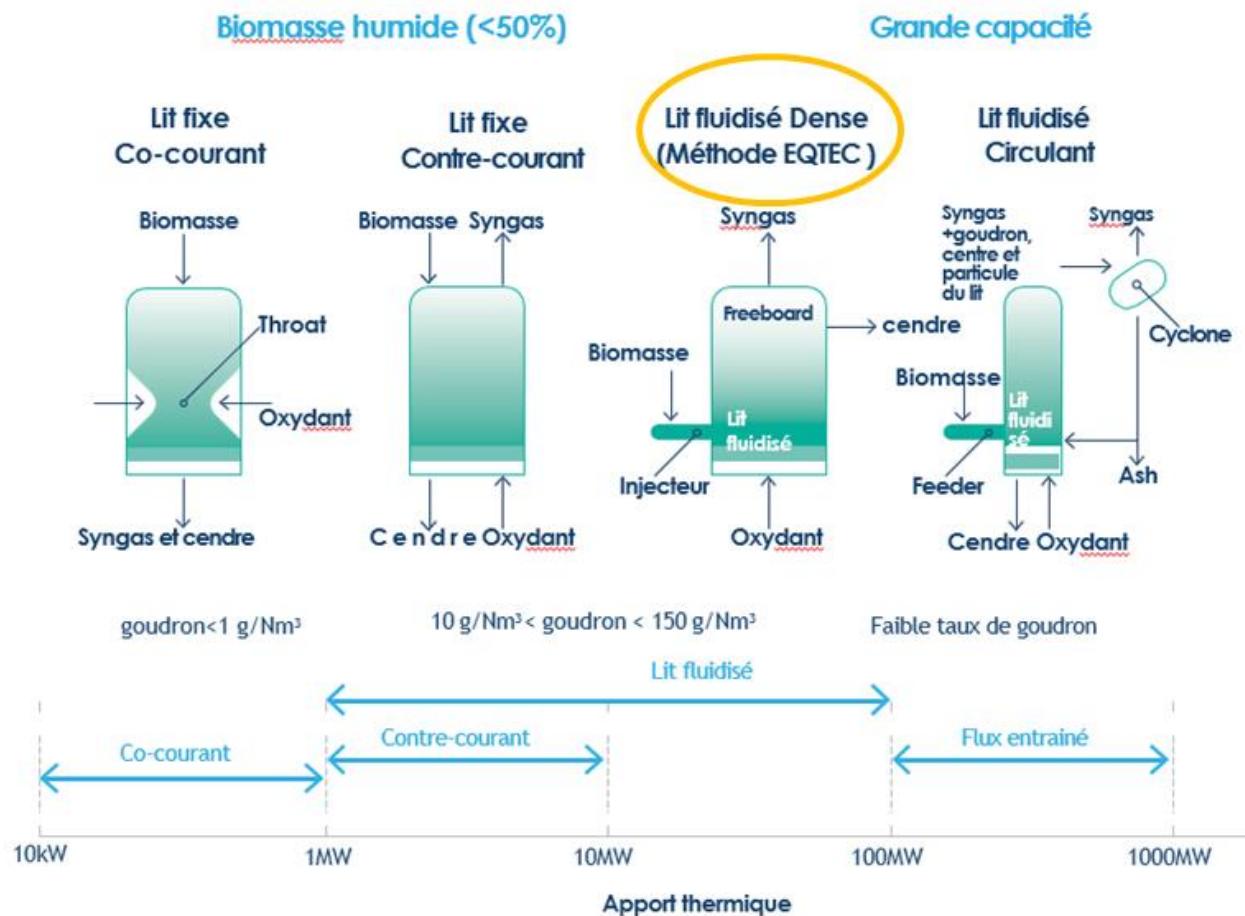


Galina, Italie

MSI : 05/2023
1 réacteur de 1t/h
1 t/h plaquettes
1.1 MWe (Jensbacher * 1)



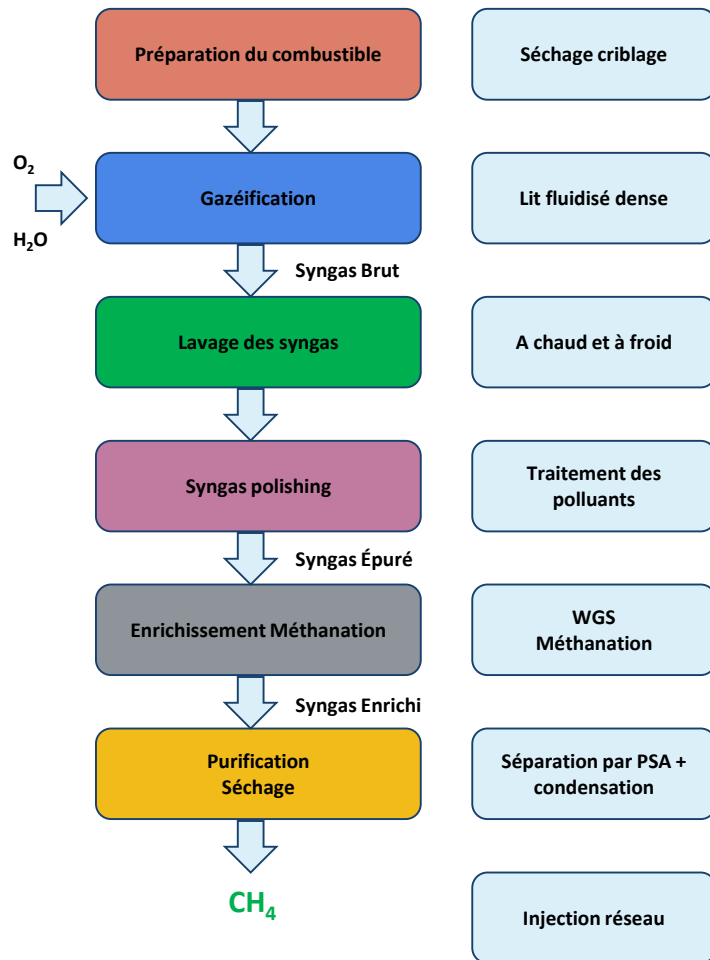
Technologie proposée : le réacteur à lit fluidisé bouillonnant



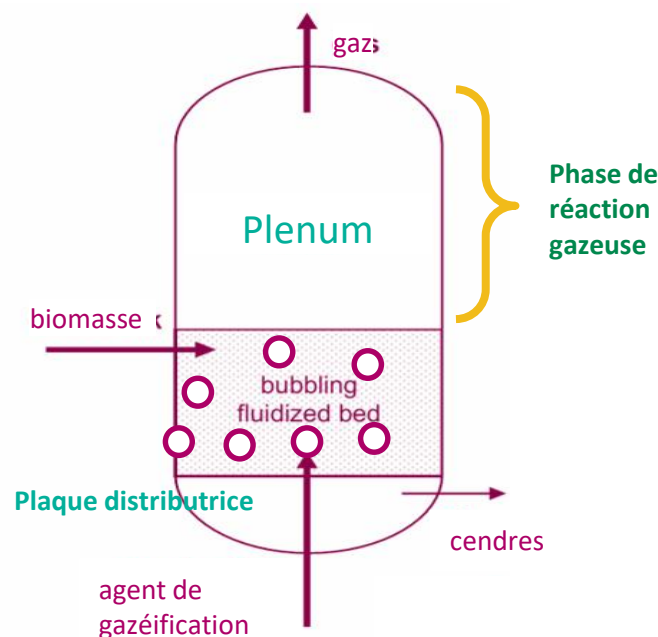
Les atouts de la technologie brevetée EQTEC pour le projet de Limoges Métropole :

- **La taille de l'unité** : les gazéificateurs EQTEC peuvent traiter entre 1 t/h et 10 t/h d'intrants biomasse pour une production entre 5 et 50 MWth.
- Les gazéificateurs EQTEC sont conçus pour traiter des **intrants complexes** : bois B, CSR, biomasse complexe et même 100% de plastique PET et PHED.
- Les gazéificateurs EQTEC sont très polyvalents en termes d'application et permettent notamment une gazéification O₂/vapeur d'eau pour la production de CH₄ et H₂.

Technologie proposée : le réacteur à lit fluidisé bouillonnant



Technologie de lit fluidisé dense (BFB)



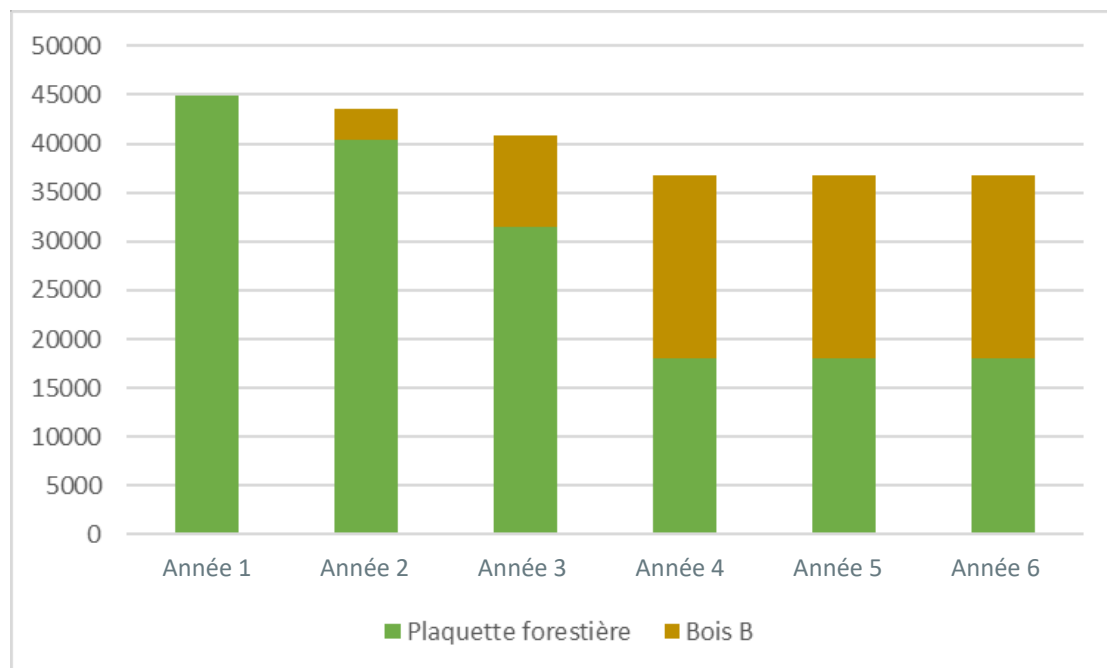
Partenaire WGS et méthanation

Discussions en cours avec

- Wood
- Khimod
- Hitachi

► Recherche d'une bonne intégration entre les technologies de gazéification, d'épuration du syngaz (EQTEC) et de conversions catalytiques (partenaire)

Approvisionnement biomasse : une stratégie de diversification



Approvisionnement prévisionnel en biomasse (tonnes)

Approvisionnement bois A :

- Rayon d'approvisionnement < 100 km
- Gisement local disponible, ne laissant pas présager de conflit d'usage
- Plus grande stabilité process
- Possibilité de valoriser le biochar

Approvisionnement bois B :

- Rayon d'approvisionnement < 300 km
- Marché local plus restreint
- Des tensions actuelles sur le marché
- Valorisation agronomique du biochar impossible

Actualités et... ?



- Signature de la convention de subventionnement GRDF lors du salon des maires avec les partenaires du projet : Limoges métropole, Idex et EQTEC

- Lancement par la métropole de Limoges de pré études environnementales sur le pôle ASTER



- Obtention d'un financement pour les études préliminaires de la part de la Région Nouvelle Aquitaine
- Attente de la publication de l'AAP début 2024
- Adaptation du projet à l'étude au vu des possibles contraintes de l'AAP et notamment la recherche d'alternatives à la plaquette forestière
 - Bois B potentiellement disponible mais avec des rayons d'approvisionnement sans doute plus importants
 - CSR ?
 - Finalisation des études APS en attente du cahier des charges de l'AAP

Questions ?



LIMOGES MÉTROPOLE
**TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE**

19 rue Bernard Palissy - CS 10 001
87 031 LIMOGES CEDEX 1

05 55 45 79 00

accueil@limoges-metropole.fr

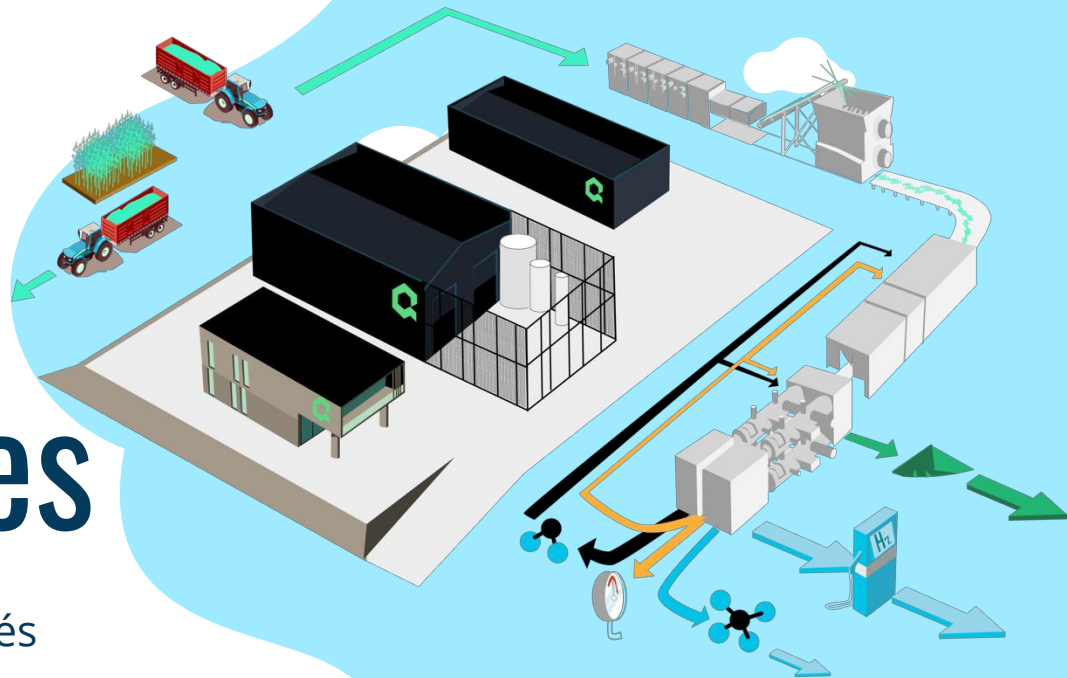
[limoges-metropole.fr](https://www.limoges-metropole.fr)





Le projet Qairos Energies

L'agriculture au service des souverainetés





QAIROS ENERGIES: répondre à deux enjeux majeurs



La crise de l'énergie

...

IMPACT ENVIRONNEMENTAL & MOBILITÉS

IMPACT GÉOPOLITIQUE & DÉPENDANCE

IMPACT ÉCONOMIQUE & INSTABILITÉ



La crise du monde agricole

...

APPAUVRISSMENT DES SOLS

STRESS HYDRIQUE

BESOIN DE DIVERSIFICATION

**SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE,
ÉNERGÉTIQUE ET INDUSTRIELLE**



Parlons du Chanvre ...

TÊTE DE ROTATION (+10% BLÉ SUIVANT)

CULTURE ZÉRO PHYTO (DIVERSIFICATION)

NÉCESSITE PEU D'EAU (-66% VS MAÏS)

CAPTURE RAPIDE DU CO₂ (15T /HA)

PIÈGE À NITRATE (DÉPOLLUTION NAPPES)



Productions à l'hectare vue de la culture

Graines

50% huile, 50% tourteau
valeur protéinique équivalent colza



Tête
d'assolement
céréales

Racines profondes
Cycle de l'azote naturel



Paille

Fibres (20%)
(débouchés industriels)

Résidus de défibrage (80%)
(débouchés restreints,
majoritairement paillage /
litière / bâtiment)

Pas de culture possible sans
débouché industriel pour
90% de la plante !

Production du site industriel par an

CONFIDENTIEL



bottes de paille de
chanvre achetées aux
agriculteurs locaux

Extraction Fibres courtes & poussières

Energies (CH_4 / H_2)

CO_2 (liquide)

Chaleur fatale (eau 65°C)

Crédit carbone

Boucles circulaires
industrielles et agricoles

Cendres épandues (apport minéral au champs)

PARLONS

PROCESS INDUSTRIEL

- **OPÉRANT**
- **FIABLE**
- **TOTALEMENT ÉQUIPÉ**



CE QU'IL FAUT RETENIR

**EN CHIMIE CE QUI SE STRUCTURE FACILEMENT
ET RAPIDEMENT SE DÉSTRUCTURE TOUT
AUSSI FACILEMENT, C'EST LE CAS DU
CHANVRE**

Le process

INRAE



2020 : Qualification labo

...

Pureté et rendements
gaz validés en
laboratoire



2021 : qualification
démonstrateur

...

Pureté et rendements
validés à l'échelle industrielle



2022 : qualification ACV

...

Validation de l'Analyse
du Cycle de vie



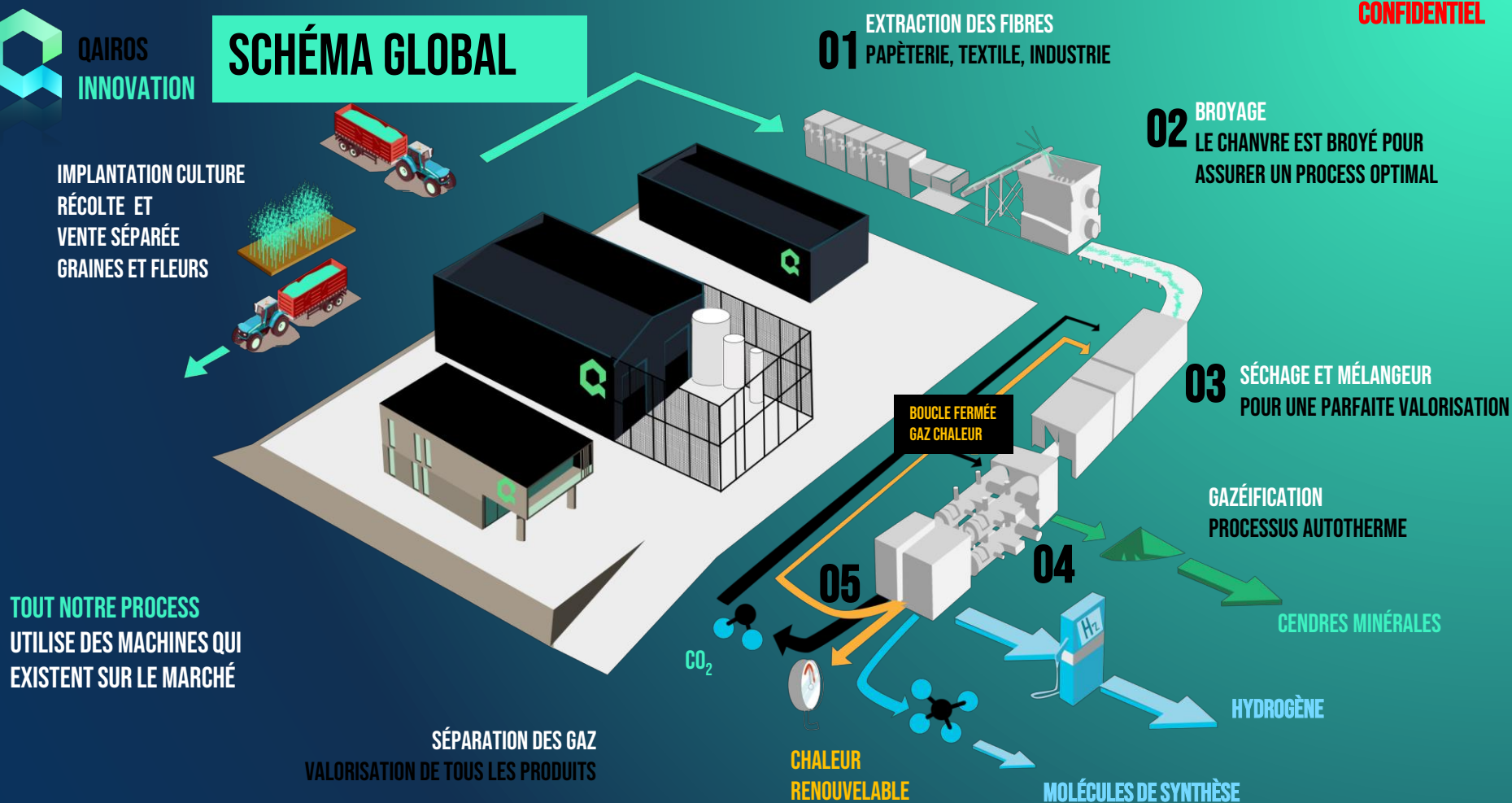
...

Premières commandes
d'unités industrielles



SCHÉMA GLOBAL

CONFIDENTIEL





Chiffres clés

UNE UNITÉ = 1500 HECTARES
(RENDEMENT MOYEN 8T/HA)

150 exploitations impliquées, 30 ETP directs
29 000 Tonnes de CO₂ évités par an

SOUVERAINETÉ ÉNERGÉTIQUE

200 000 HECTARES DE CHANVRE =

- + 150 000T d'hydrogène par an
(1/6 production actuelle d'H₂)
- + 5 TWH de biométhane injecté
(5% du gaz russe importé en 2021)

SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE



200 000 HECTARES DE CHANVRE =

100 000T de tourteau (graines pressées)
remplacent 3% du soja importé en 2022

SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE



200 000 HECTARES DE CHANVRE =

300 000T de fibre cellulosique
soit 1/6 des fibres importées en 2022



AWARDS



Solar Impulse –
Avril 2020

**Solar Impulse
Efficient solutions**



Member of

WORLD ALLIANCE
for EFFICIENT SOLUTIONS

by **SOLARIMPULSE**
FOUNDATION



CRE
– Mars 2021

**Lauréat Bac à Sable
Règlementaire –
injection méthane**



Ministère de
l'Industrie –
Septembre 2022

**Prix du jury catégorie
production ENR**

...



The Arch – Mars
2023

**Lauréat des 100
solutions européennes**

...





Merci!



questions?

Jean FOYER

06 15 41 68 58

jfoyer@qairos-energies.com

Les Chênes

72540 Mareil-en-Champagne



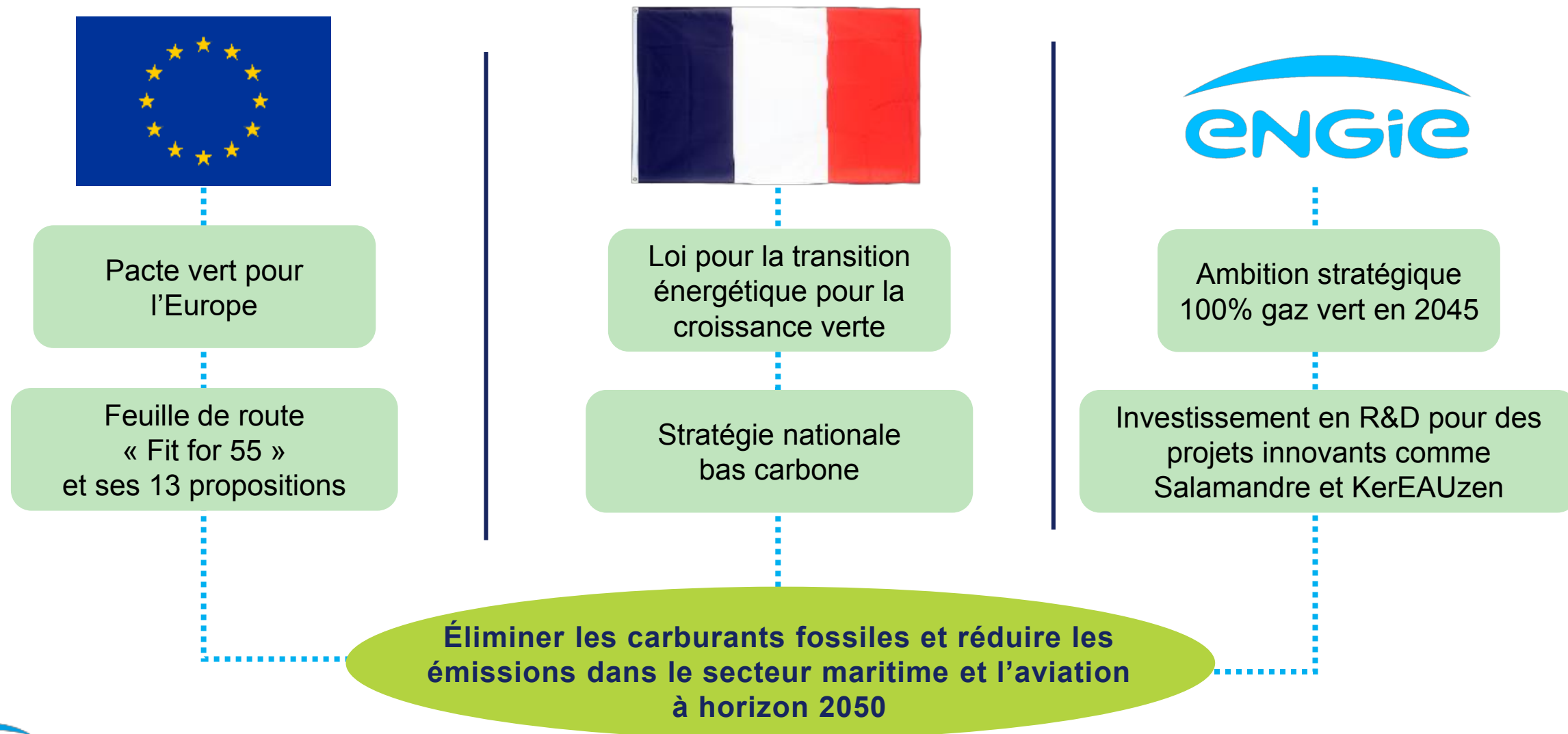


SALAMANDRE par ENGIE au HAVRE

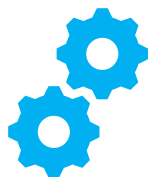
Construction d'une unité de production de gaz renouvelable de synthèse



Une ambition partagée pour la transition énergétique



Salamandre, la première unité de production de gaz renouvelable de synthèse s'installe au Havre



Le fruit de 10 ans de R&D sur la **pyrogazéification** et la **méthanation**.



Une solution pour **décarboner** les transports lourds.



CMA CGM, principal partenaire d'ENGIE en tant qu'actionnaire et acquéreur de la production.

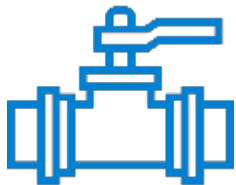


Une capacité de **production** de **11 kt/an**, soit **170 GWh/an**.



Le site d'implantation sur la zone industrialo-portuaire du Havre

Une innovation pour accélérer la transition énergétique



Réduction des émissions de gaz à effet de serre en remplaçant le gaz fossile

- La production de Salamandre sera **80% moins émettrice de CO₂** que celle du gaz fossile
- Sur 10 ans d'exploitation, **600 kt de CO₂** sont évités grâce à leur utilisation dans le process de KerEAUzen



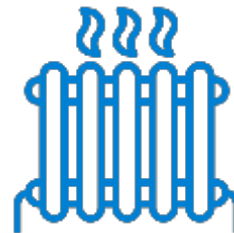
Transition énergétique des transports lourds, en particulier maritimes

- **CMA CGM** acquerra l'intégralité de la production de l'unité
- L'armateur veut atteindre **Zéro Emission Nette** pour sa flotte de bateaux en 2050



Réduction et valorisation des déchets

- Salamandre valorisera chaque année **70 000 tonnes de déchets** impossibles à recycler
- Ces déchets seront soustraits à l'**incinération** et à l'**enfouissement**



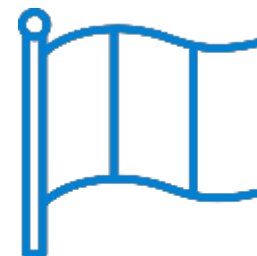
Possible utilisation pour tous les usages du gaz

- Le gaz produit présente les **mêmes caractéristiques** que le gaz naturel
- Il peut ainsi servir de **carburant**, pour l'**industrie**, pour le **secteur domestique**, pour **produire de l'électricité**



Economie circulaire locale

- Le projet crée une **chaîne de valorisation énergétique** en circuit court
- Il s'insère dans le **tissu industriel et économique local**.



Renforcement de la souveraineté énergétique nationale

- Du fait de l'utilisation de matières premières facilement disponibles, Salamandre est **aisément répliquable**.
- La technologie permettra à terme de **limiter les importations de gaz fossile** dont la France est encore fortement dépendante.

Une technologie basée sur les déchets

Bois-déchets grade B

Bois faiblement traité ou traité non-dangereux (peints ou vernis) issu des filières :

- de l'ameublement
- de la menuiserie
- de l'emballage non SSD (sortis du statut des déchets)
- de la démolition



Combustibles solides de récupération (CSR)

Déchets solides non dangereux

= déchets municipaux, industriels et commerciaux, de construction et de démolition refusés au tri pour des raisons techniques

Ils sont préparés, traités et homogénéisés par le fournisseur avant d'être valorisés sur le site.



70 000 t/an de déchets valorisés pour produire le gaz renouvelable de synthèse

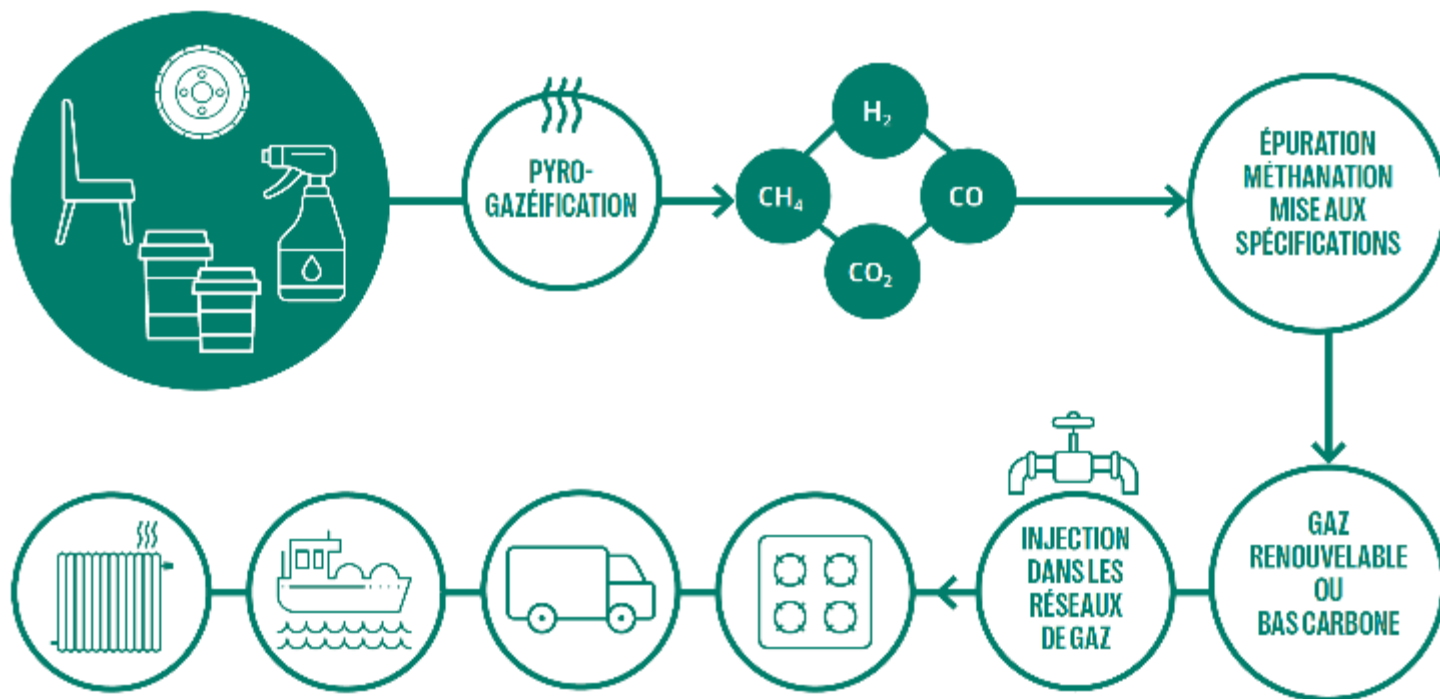


Les déchets seront collectés dans un rayon de 150 km autour du Havre pour favoriser les circuits courts



La technologie en 3 étapes

Au cœur de la technologie, trois procédés perfectionnés pendant 10 ans de recherche au sein du démonstrateur Gaya



Pyrogazéification

Les matières sèches (bois-déchets et CSR) sont chauffées à environ 800° en l'absence d'oxygène. La gazéification produit du syngas, mélange de méthane (CH_4), d'hydrogène (H_2) et d'oxydes de carbone (CO/CO_2).

Épuration

Le syngas est épuré par différents procédés physiques et chimiques pour éliminer les polluants contenus dans les déchets.

Méthanation

Par un procédé de réaction catalytique, l'hydrogène et le carbone sont transformés en méthane pour obtenir un gaz homogène aux caractéristiques similaires au gaz conventionnel.

Un modèle d'écologie industrielle

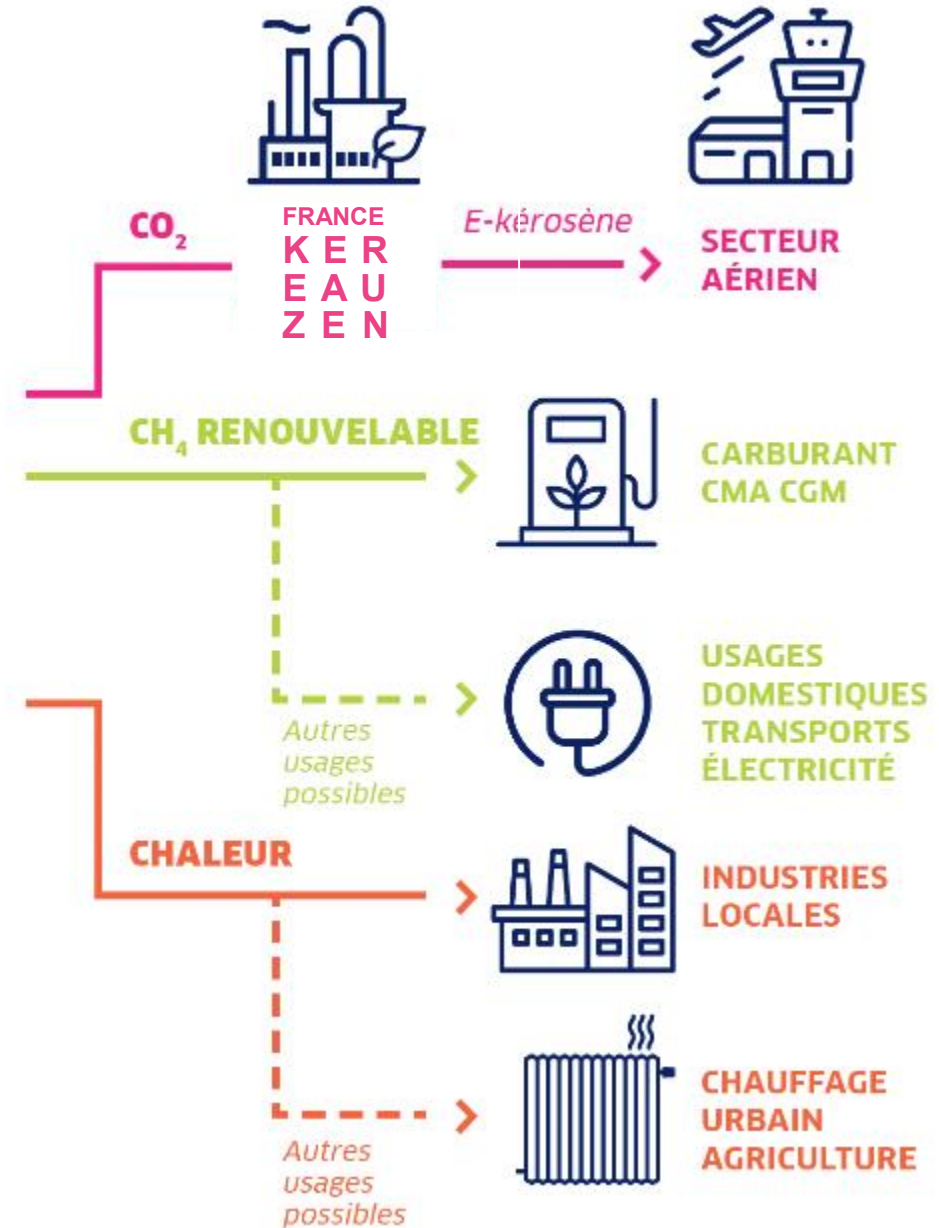


BOIS-DÉCHET

CSR



L'écologie industrielle est un modèle visant à optimiser et valoriser les ressources présentes sur un territoire, notamment les déchets.



Un partenariat pour la décarbonation du transport maritime

Le transport maritime, un secteur difficile à décarboner

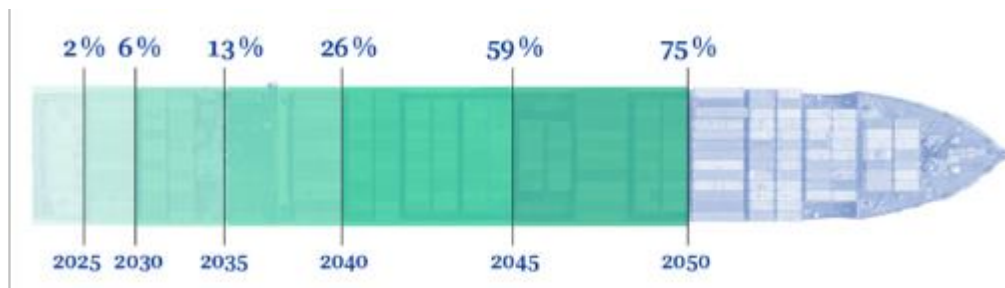


Des émissions en hausse constantes, qui représentent 3% des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial



Un secteur dépendant des énergies fossiles : gaz naturel, produits pétroliers...

La réglementation européenne FuelEU Maritime obligera les navires de plus de 5 000 tonnes de jauge brute faisant escale dans des ports européens à réduire l'intensité des gaz à effet de serre de l'énergie utilisée à bord comme suit :



Réduction annuelle moyenne de l'intensité en carbone par rapport à la moyenne de 2020.



L'ambition CMA CGM en partenariat avec ENGIE

Produire 200 000 tonnes de gaz renouvelables dans le monde d'ici 2030



Atteindre le Net Zéro Carbone en 2050



Des synergies sur la zone industrialo-portuaire havraise

Salamandre s'inscrit dans une boucle d'économie circulaire locale

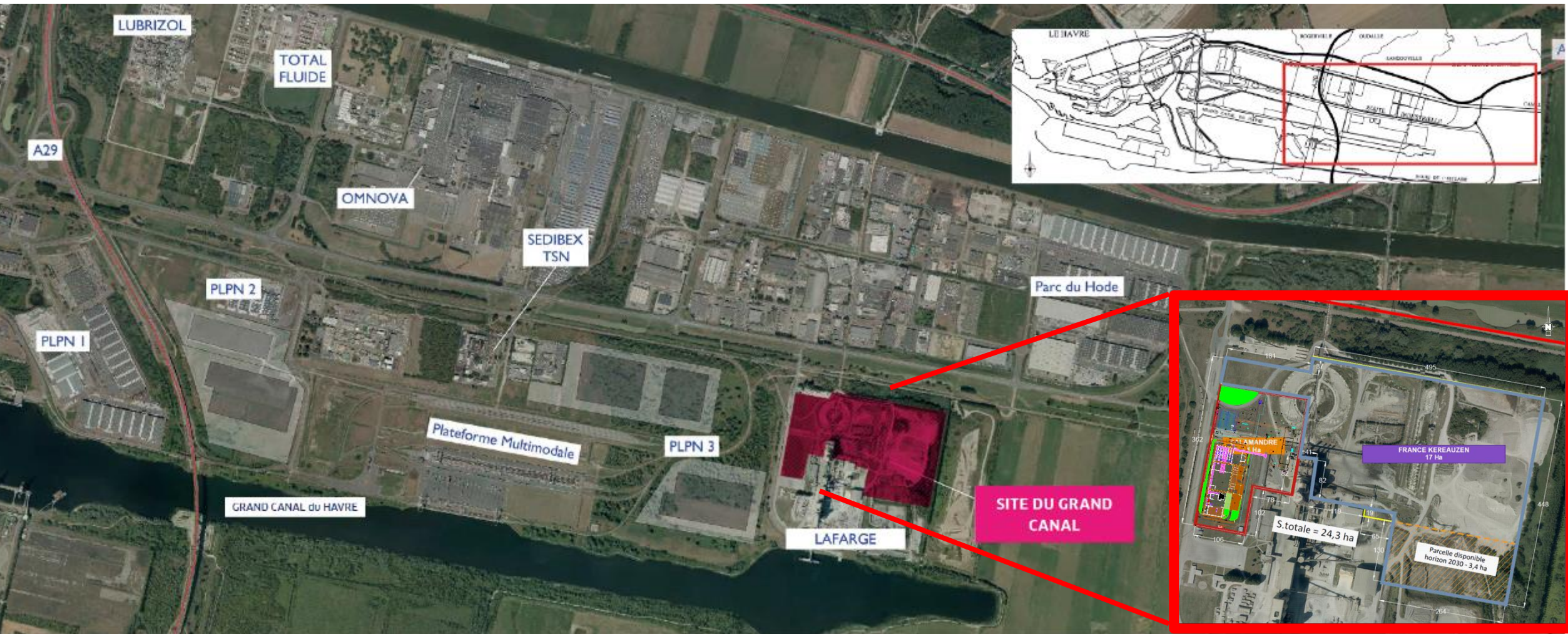


La chaleur dégagée par Salamandre pourra être utilisée par les autres industries de la zone-industrialo portuaire, qui bénéficieront à leur tour d'une source d'énergie renouvelable.



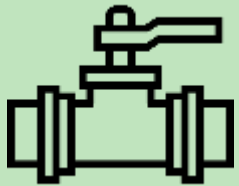
France KerEAUzen, autre projet porté par Engie au Havre, utilisera le CO₂ biogénique de Salamandre en le combinant à de l'hydrogène renouvelable pour produire de l'e-kérosène à faible teneur carbone.

L'implantation sur la ZIP du Havre



Les chiffres clefs

11* De gaz
renouvelable
produit
Kt/an



170* D'équivalence
énergétique
GWh



80* d'émissions de GES
évitées par rapport
% au gaz fossile



50* emplois directs
150* emplois indirects



40* De chaleur
produite
GWh



20* De capacité
installée
MW



70K* De déchets
recyclés
tonnes

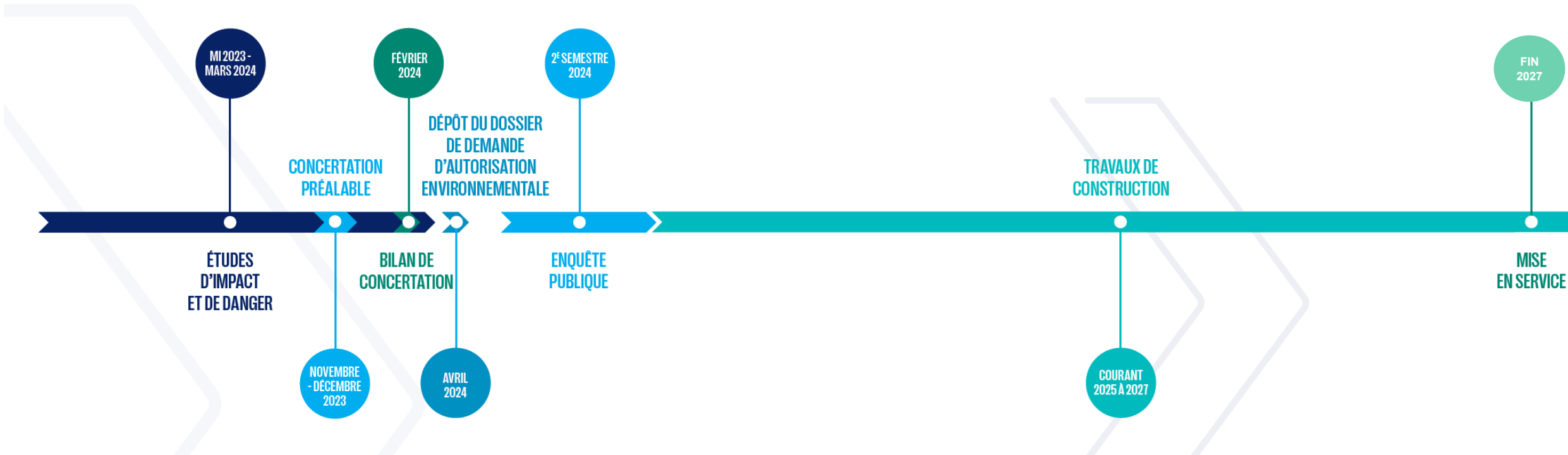


175* D'euros
investis
M



*Estimations

Le calendrier du projet







BUTTERFLY

Gasification for the flexible production of SNG and rDME; the BUTTERFLY project

Berend Vreugdenhil (TNO)



TNO – Energy and Materials Transition Unit



Sustainable subsurface



Climate and air quality



Circular economy



CO₂ Neutral Industry



Renewable Energy



System transition



Biomass – a versatile feedstock

TNO – EMT focusses on utilizing a broad range of feedstocks for the production of high value fuels, chemicals and materials



waste



wood



(agro) residues

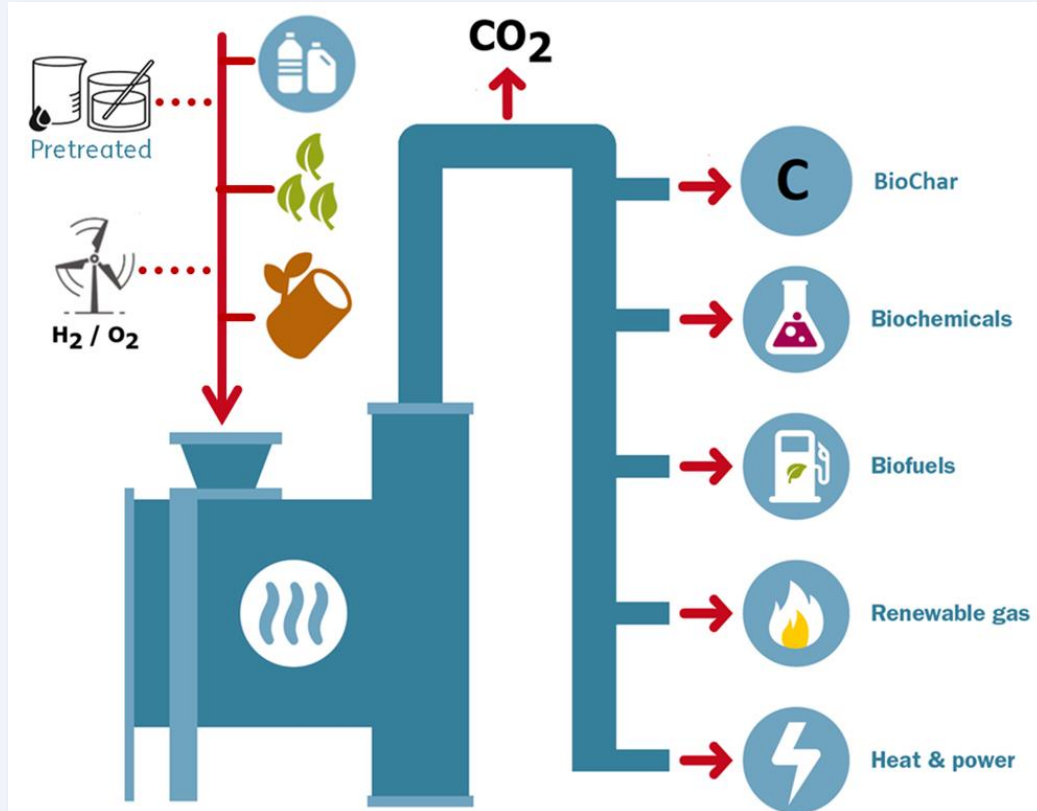


energy crops



aquatic

Thermo-chemical conversions



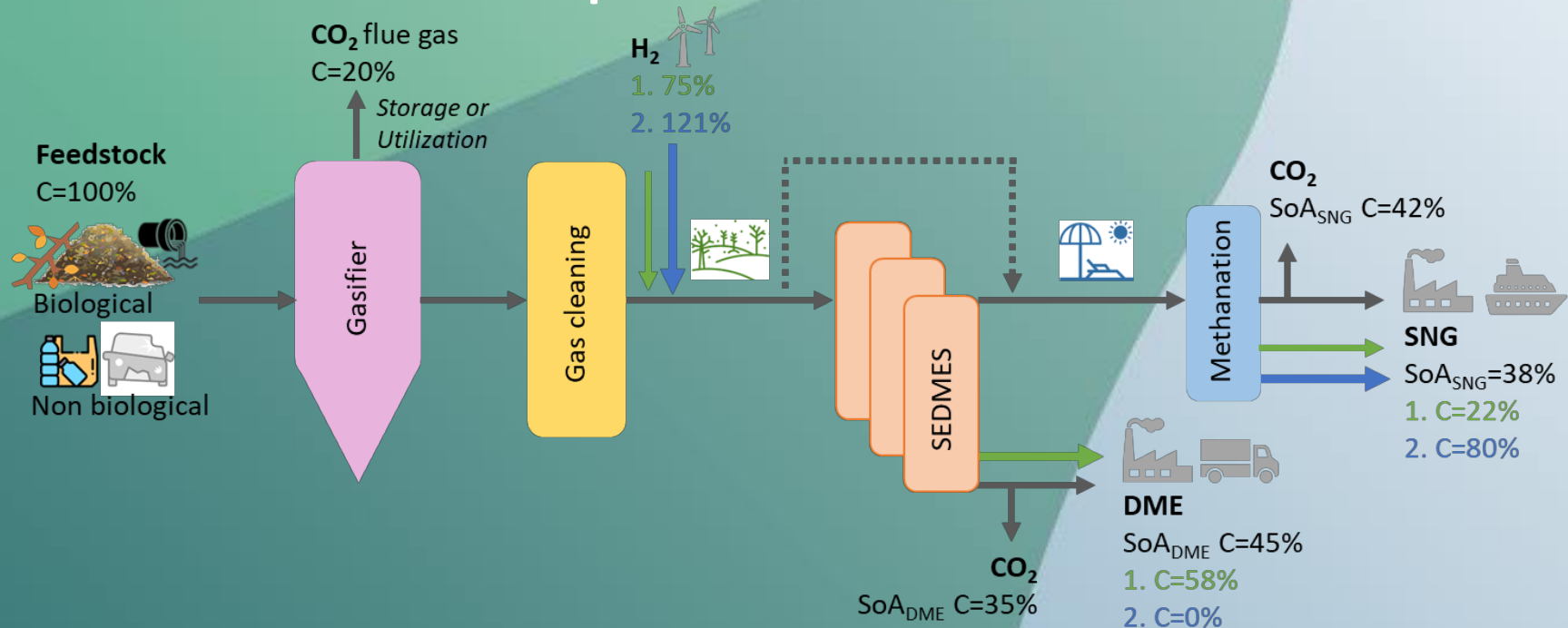
TNO Technology development

- Enerchar
- MILENA
- Fabiola
- SEDMES
- Torwash™

To be discussed over the break ☺



BUTTERFLY – The concept in brief



BUTTERFLY project in brief



- Flexible production of SNG and renewable DME
- Support scale-up and role out of transition technology (GAYA, Torwash, SEDMES)
- Derisk at small scale the effect of new feedstocks and implementation of the SEDMES technology for GAYA
- Evaluate products obtained with the large scale demonstrators
- Provide TEA and LCA support for the role out of technology



BUTTERFLY consortium



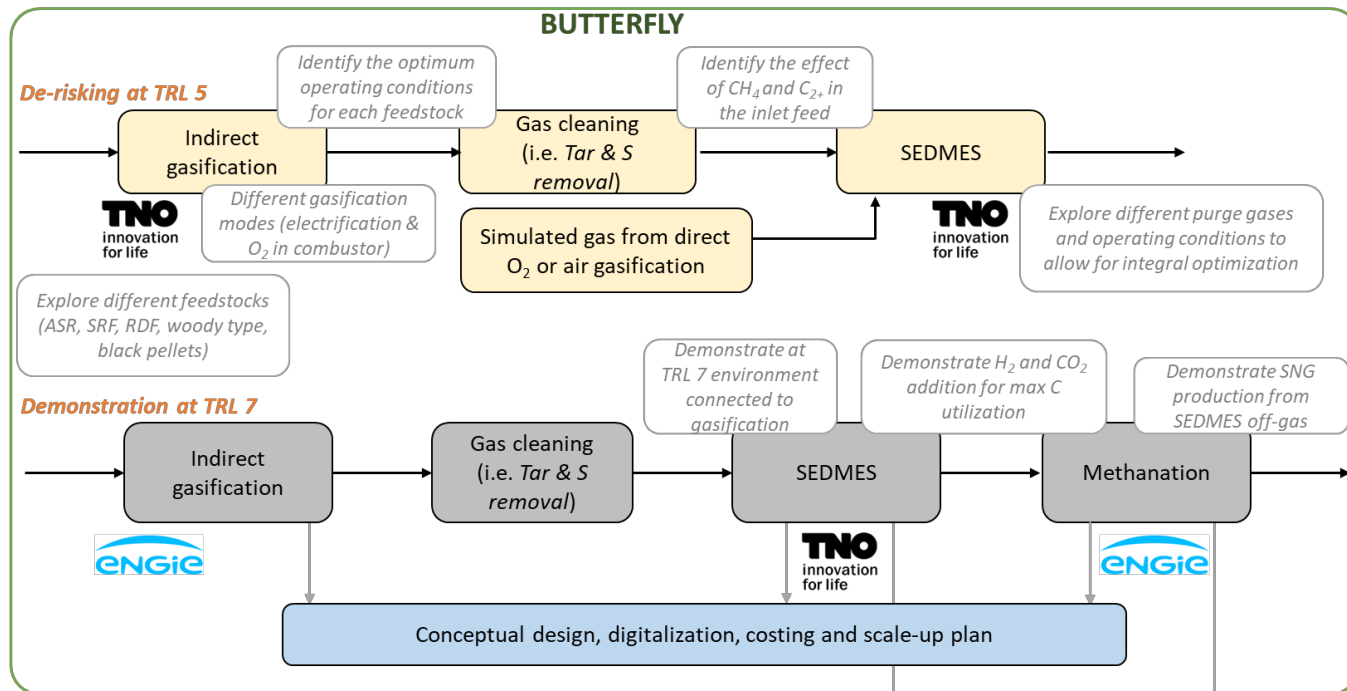
Feedstocks



toriwash



Feedstocks



ADVISORY BOARD



SYSTEM STUDIES & DISSIMINATION



END USERS & BUSINESS CASES





TNO TRL 5 support of the complete value chain

- Create a physical connection between two important line ups.
- Validate various feedstocks and map the impurities, translate to the Gaya implementation
- Model the effect of cyclic operation, flexible operation, and integration with renewable power

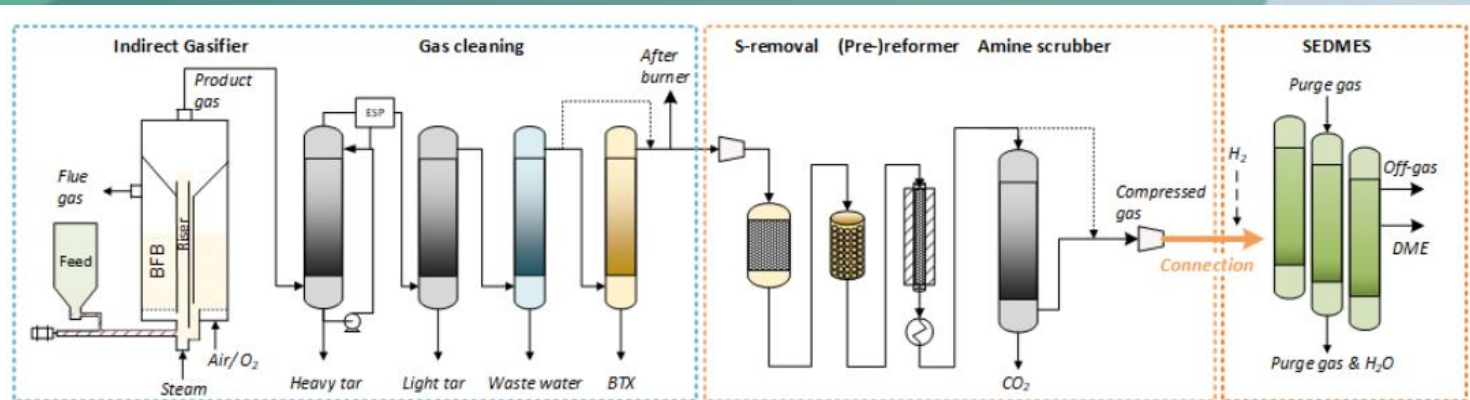
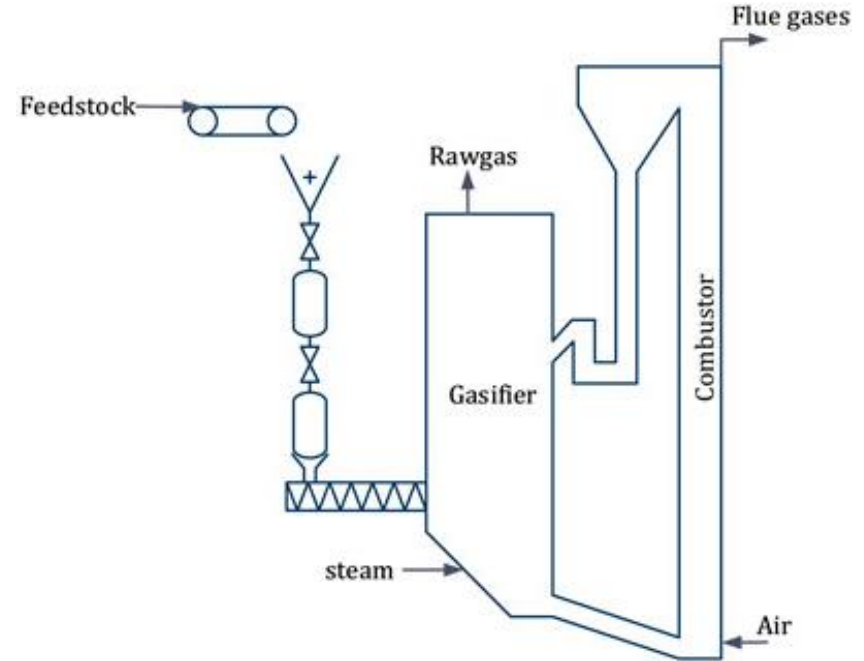
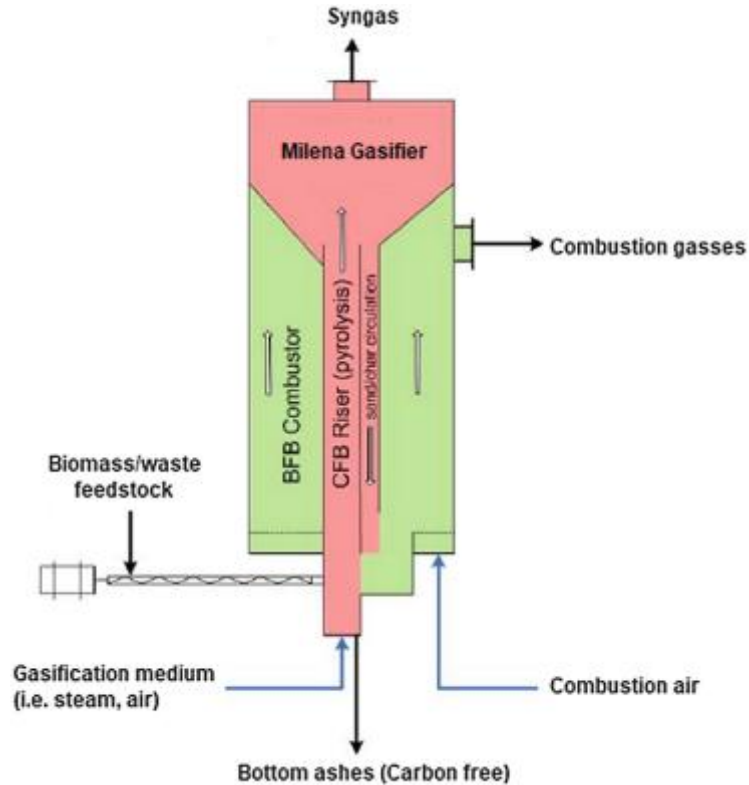


Figure 7 – Line-up for TRL5 testing

Spot the differences to understand our focus!



Feedstock screening → mapping the gas compositions

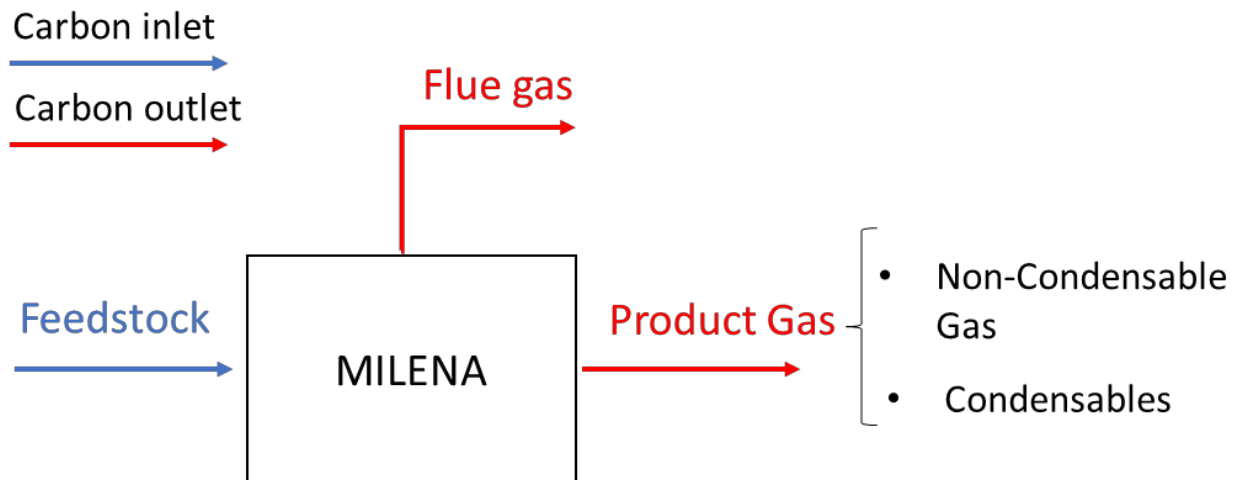


		Waste Wood	Olive Pomace	RDF
Br	mg/kg db	< 10	< 10	87
Cl	mg/kg db	511	1139	11693
F	mg/kg db	< 10	< 10	55
S	mg/kg db	354	1293	5884
Ash (550°C)	% db	1.7	5.7	16.1
Volatiles	% db	81.3	78.6	77.4
Humidity	% ar	3.1	8.7	4.1
HHV	MJ/kg db	16/8	20.6	25.1
C	% db	49.3	53.2	54.9
N	% db	0.8	1.4	0.8
H	% db	4.9	6.2	6.8
O	% db	38.1	30.6	18.6

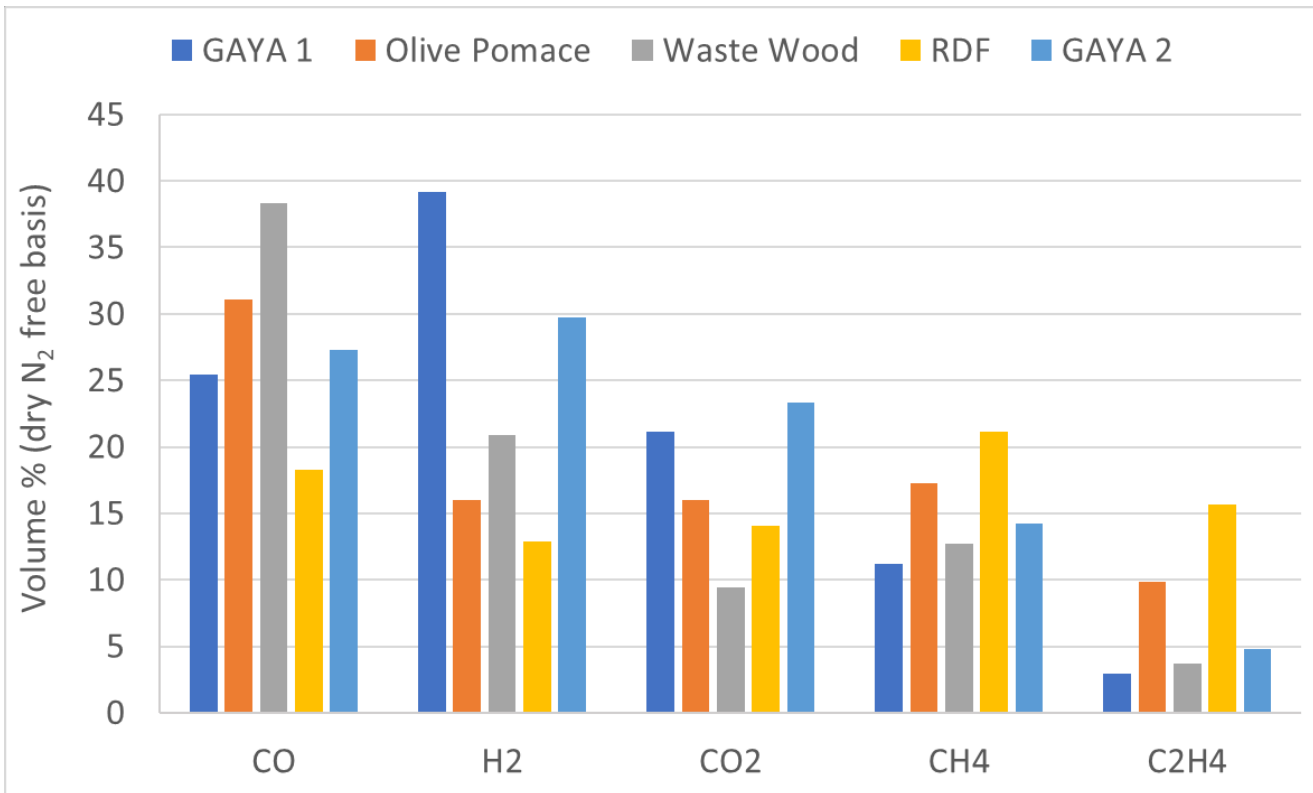
Sulphur highest in RDF

Nitrogen highest in Olive Pomace

Carbon accounting to understand the process



Comparison to Gaya gas compositions

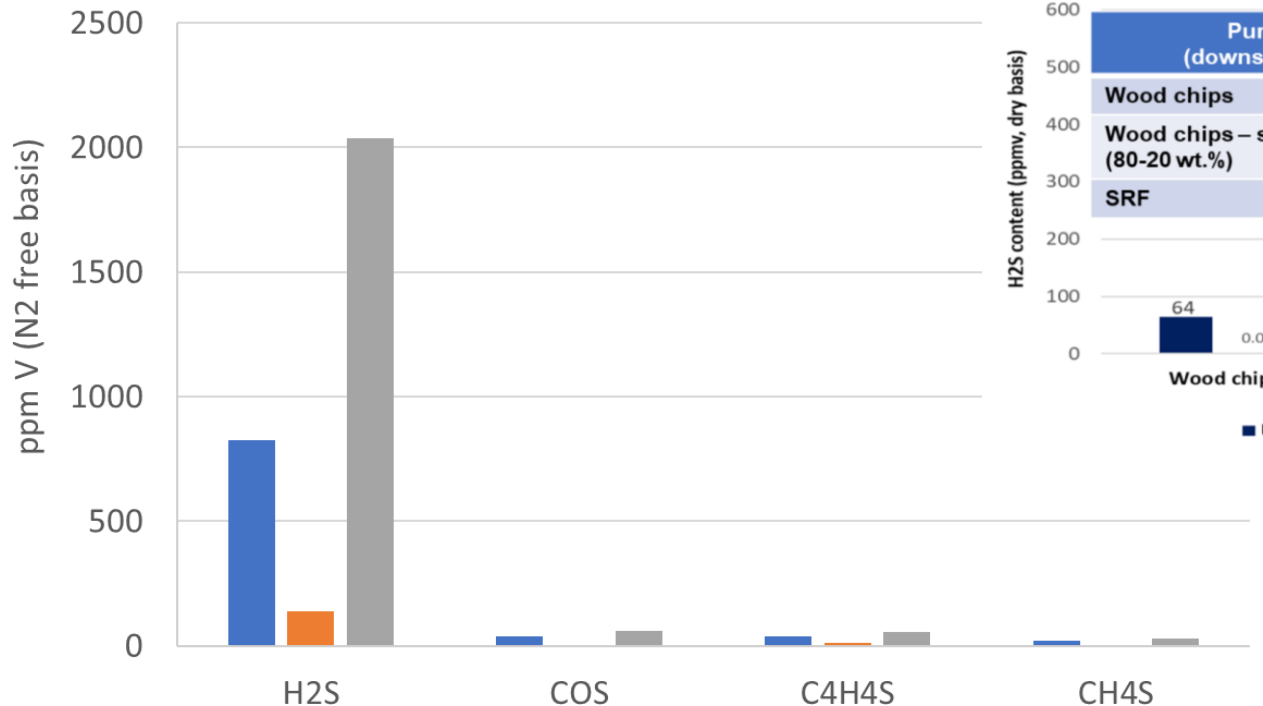


Effect of residence time

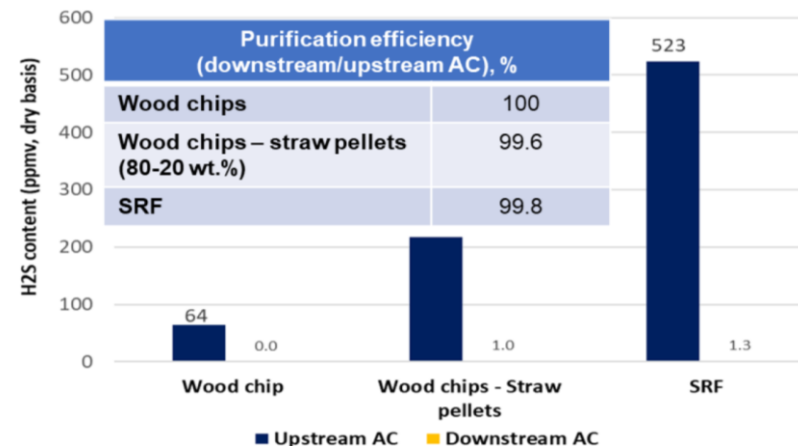
- CO – CO₂ and H₂
- Higher hydrocarbons

Fate of sulphur components

■ Olive Pomace ■ Waste Wood ■ RDF



H₂S

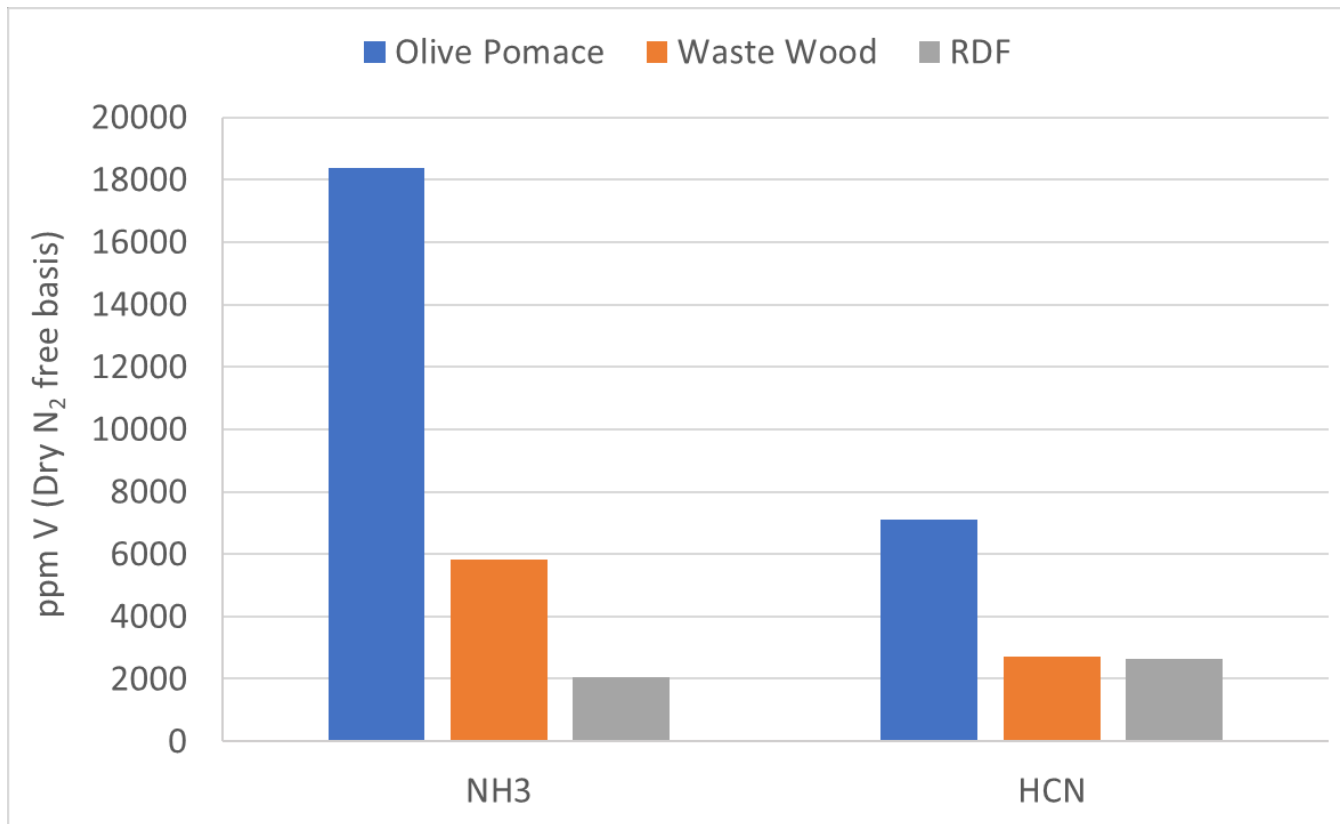


Purification efficiency
(downstream/upstream AC), %

Wood chips	100
Wood chips – straw pellets (80-20 wt.%)	99.6
SRF	99.8

■ Upstream AC ■ Downstream AC

Fate of nitrogen components



Conclusions

- Preliminary results are good. The discussions on how to translate MILENA results to Engie results are ongoing.
- Clear differences observed, for N-species the fate of it all is an open question
- The main gas composition looks similar, with the big shift in CO, H₂ and CO₂ due to catalytic activity

Way forward

- Increase types of feedstock testing in MILENA
- Realization of the physical connection between gasification and SEDMES technology
- Demonstration on TRL 7 plant in France for the production of both SNG and rDME
- Follow-up presentation at the EUBCE 2024 in Marseilles

Thank you!



BUTTERFLY

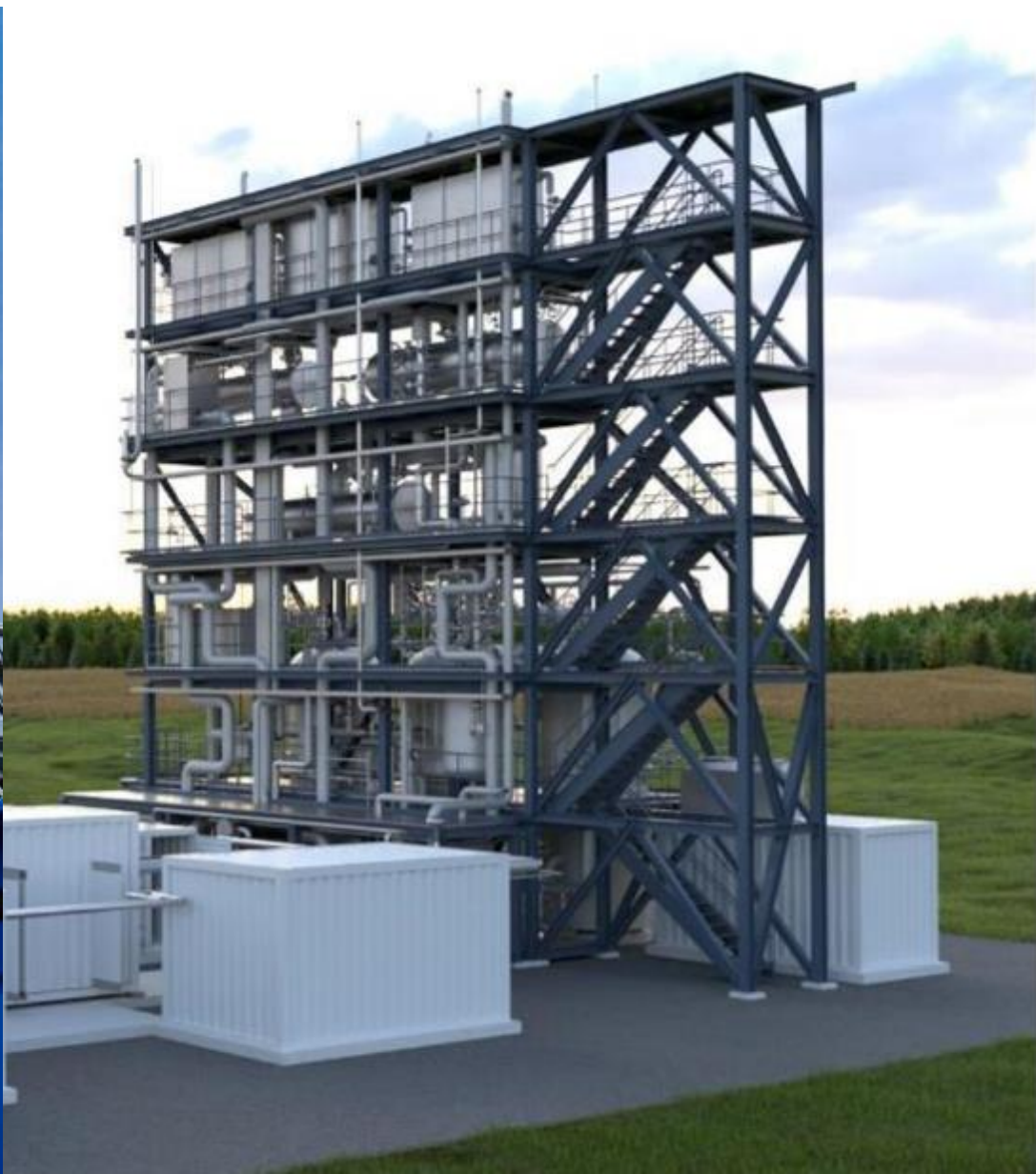


Funded by
the European Union

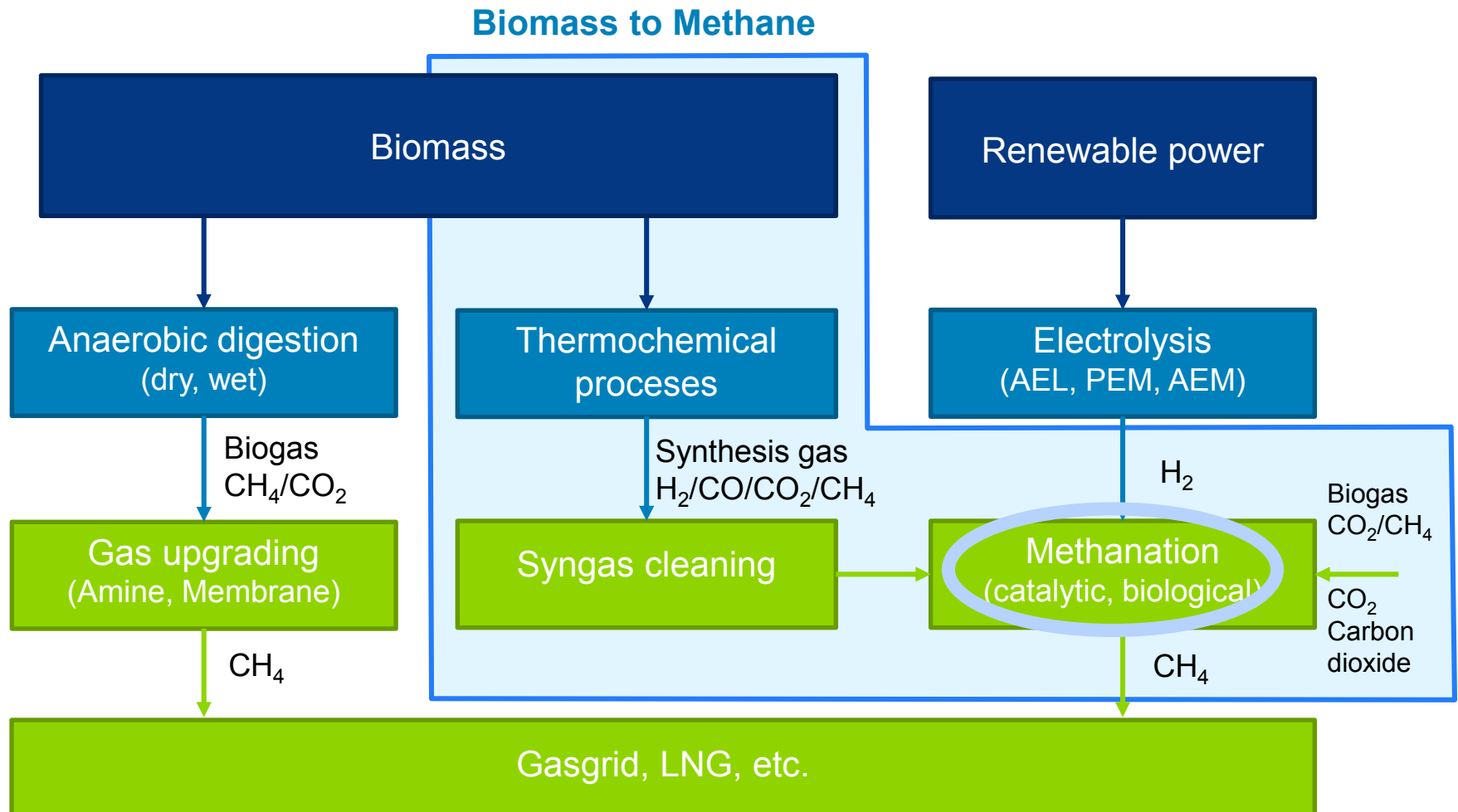
Funded by the European Union. Views and opinions expressed are those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Commission. Neither the European Commission nor the granting authority can be held responsible for them. This project has received funding from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme under Grant Agreement No. 101118241.

Les étapes clés d'un
projet de production de
méthane de
synthèse à partir de
pyrogazéification

Key steps in a Biomass
pyrogasification to
methane project

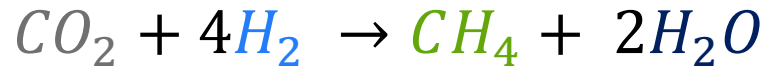


Biomass-to-Methane, Power-to-H₂, Hydrogen-to-Methane



Methanation basics

Thermodynamic reaction



- | 1 mol of CO₂ \Leftrightarrow 4 mols of H₂
- | 1200 Nm³/h of CO₂ \Leftrightarrow 4800 Nm³/h of H₂
- | Exothermic reaction producing heat (steam) and CH₄
=> Calorific value of CH₄ vs. Calorific value of H₂ * 4

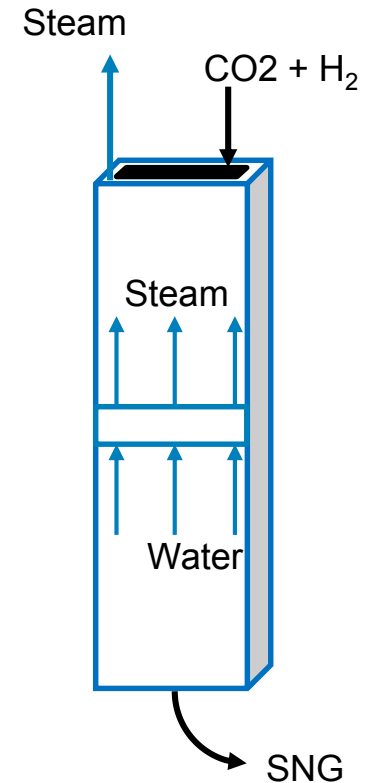
With calorific values of

- | H₂ = 3 kWh/Nm³ (LHV)
- | CH₄ ~ 10 kWh/Nm³ (LHV)

Thermodynamic energy conversion (if no heat recovery):

$$\mu \sim 10 / (4 * 3) \sim 83\% (LHV)$$

$$(\sim 78\% HHV)$$

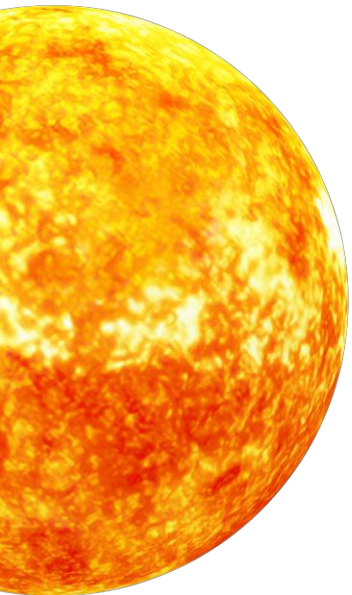


Biomass to Methane projects: Challenges to consider

- | For economic feasibility:
 - | Long-term supply contracts
 - | Which products:
 - | BioChar
 - | Methane
 - | LBG
 - | CO2
- | For technical feasibility:
 - | Catalysts used in catalytic methanation are very sensitive to impurities
 - | The quality of syngas
 - | The design of the syngas ultra-purification process
 - | The maturity level of pyro-gasification technologies
 - | The quality of the feedstock (virgin wood, A wood, B wood...)
 - | Quality & Stability
 - | Feedstock Supply & Logistics

Conditions for success

| An alignment of 3 planets:



+ *Methanation
Technology
from HZI
(Catalytic or
Biological)*



Syngas
Ultra-Cleaning



Pyro-gasification
Technology



Biomass

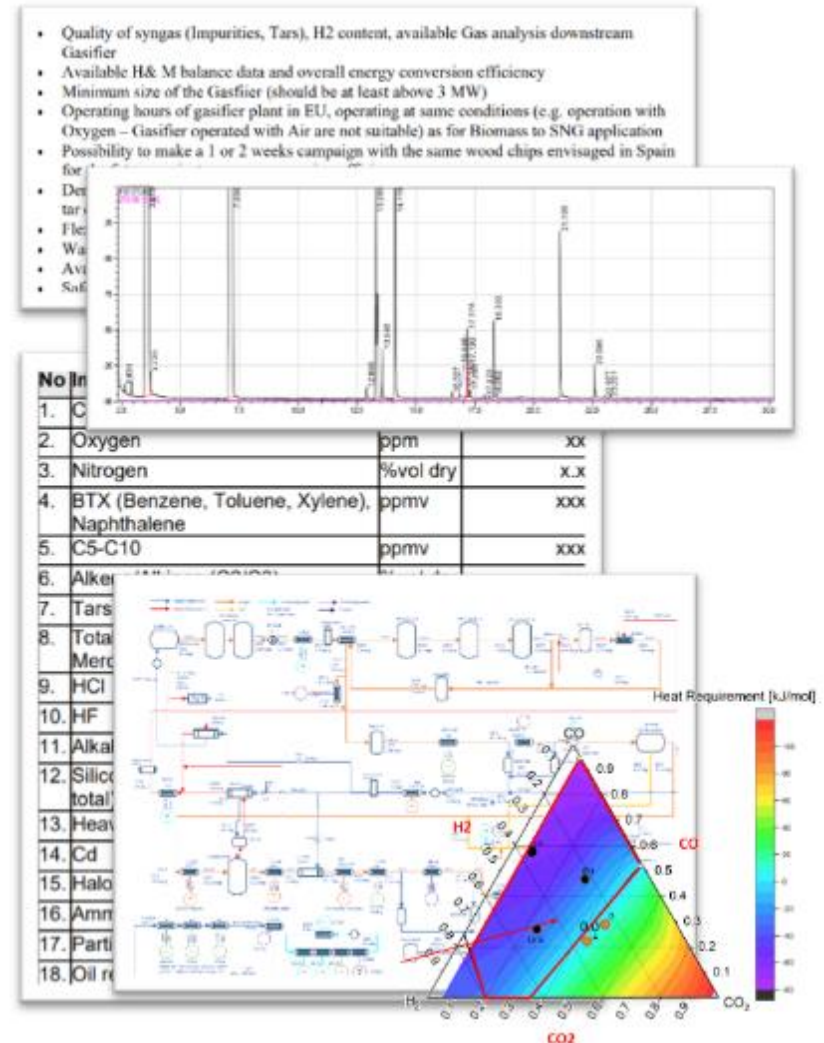
HZI involvement in Biomass to Methane projects

- | Different options proposed:
 - | Option 1: EP supply of Pythia6000 (complete methanation tower) + membrane purification-
 - | Option 2: EP supply of syngas cleaning + Pythia6000 + membrane purification
 - | Option 3: EPC supply of syngas cleaning + Pythia6000 + membrane purification

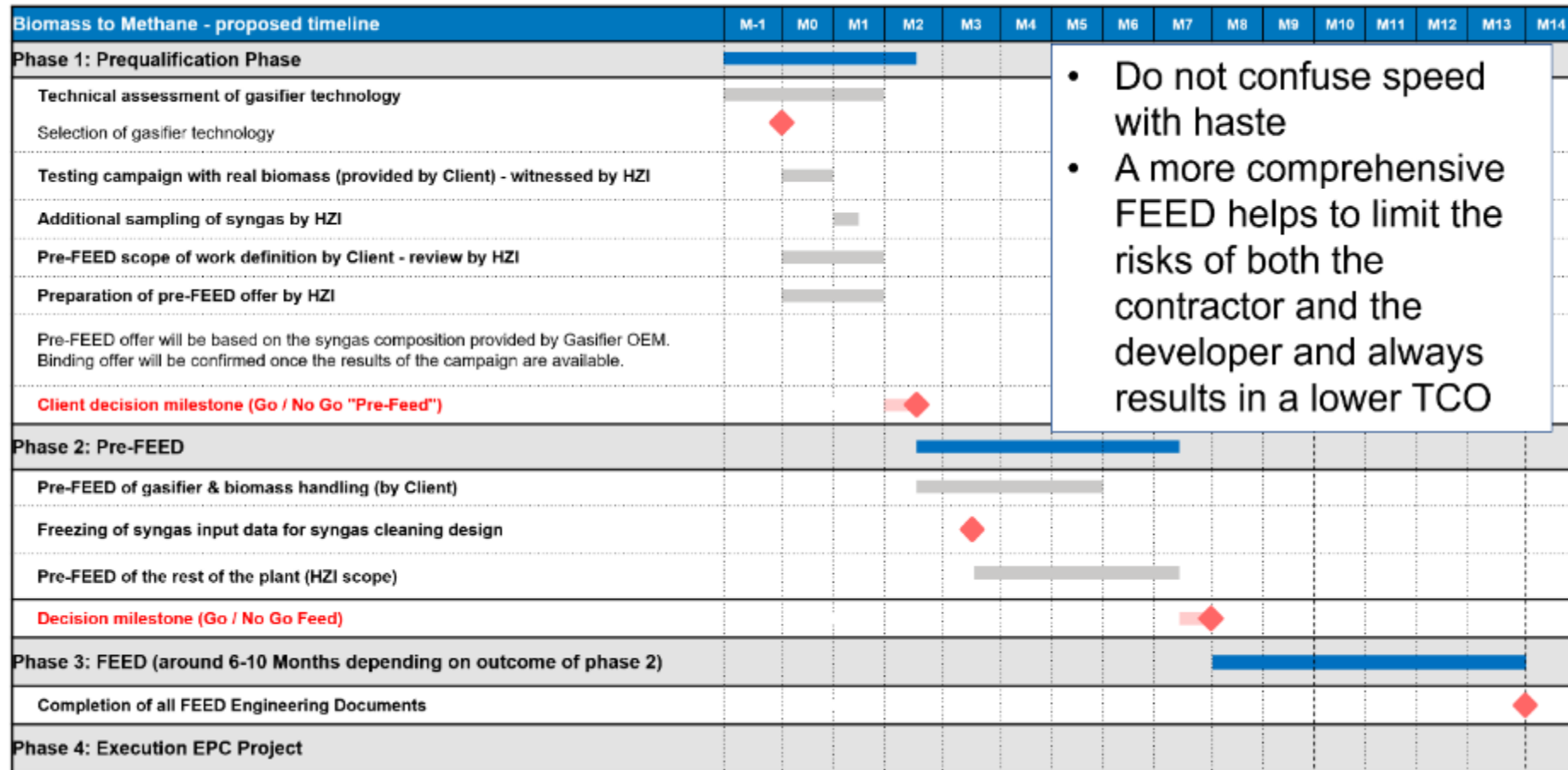
- | Options 2 and 3 are subject to chargeable studies, generally as follows:
 - | Feasibility + pre-FEED then FEED
 - | Or pre-FEED then FEED
 - | Pre-FEED main outcome is a non binding budgetary offer
 - | FEED main outcome is a binding EP or EPC offer

Key steps

- The first step is to choose the gasification technology
 - ...
 - Several selection criteria
 - The 1st : the quality of the syngas
 - Test campaign to be carried out with the future biomass
 - Accurate measurement by impurity sampling (detection, sampling method)
- ... before launching the technical feasibility study of the complete installation
 - Pre-FEED
 - FEED
- Allotment: a seemingly promising idea, but in reality, not very effective
 - Maximizing energy efficiency requires energy integration of the entire facility

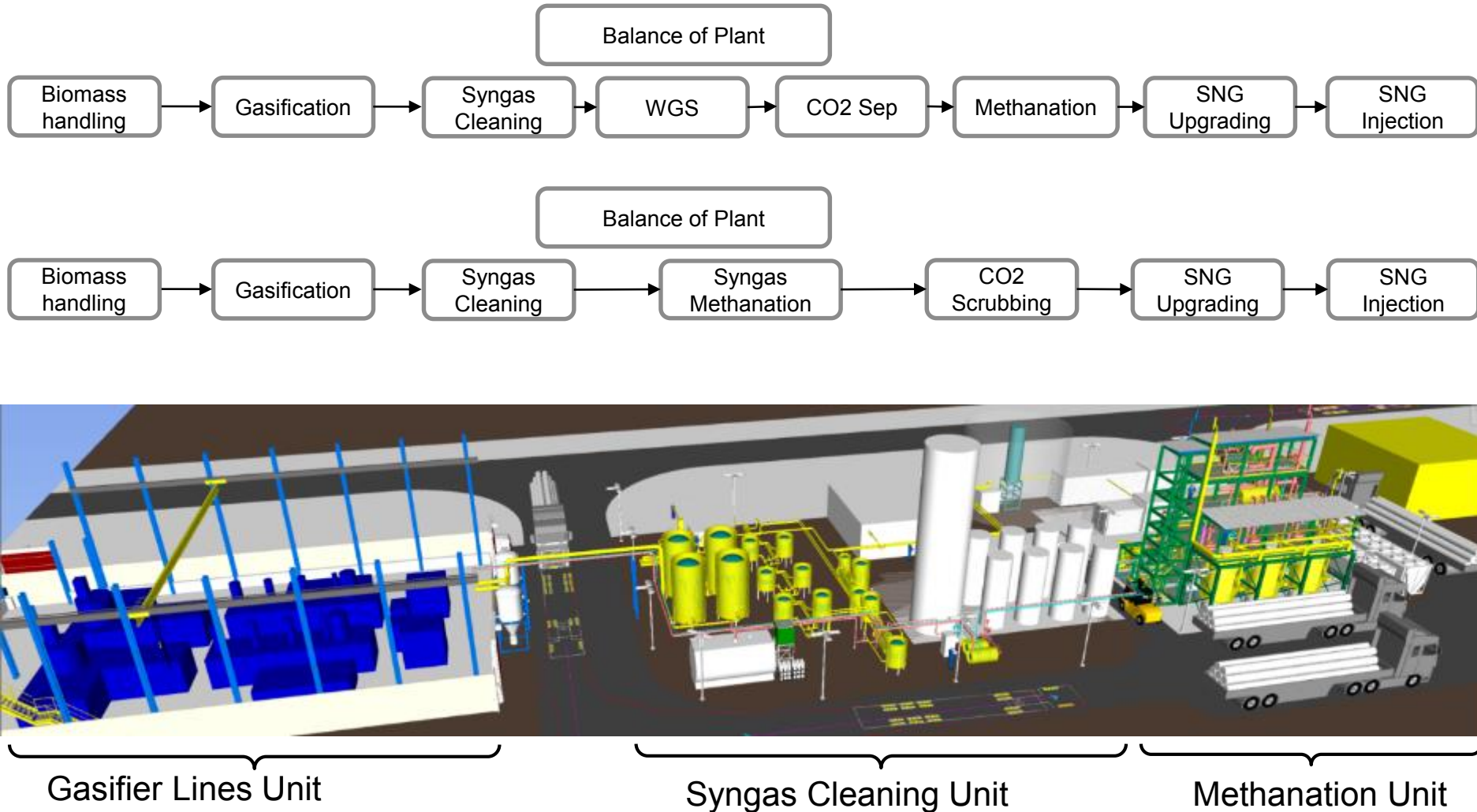


Typical project schedule involving pre-Feed and Feed



- Do not confuse speed with haste
- A more comprehensive FEED helps to limit the risks of both the contractor and the developer and always results in a lower TCO

Typical process steps of a Biomass Gasification to Syngas to Methane project



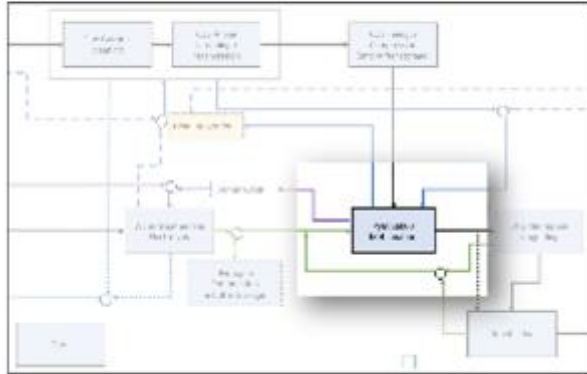
HZI Catalytic Methanation standard turn-key plant: Pythia6000

Methane purity

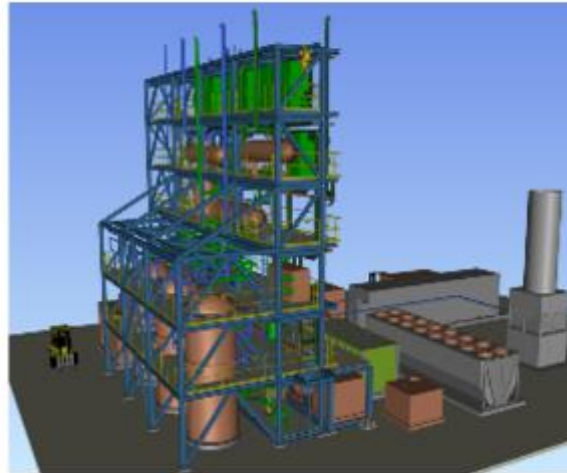
> 96 % (gas purification
as add-on)



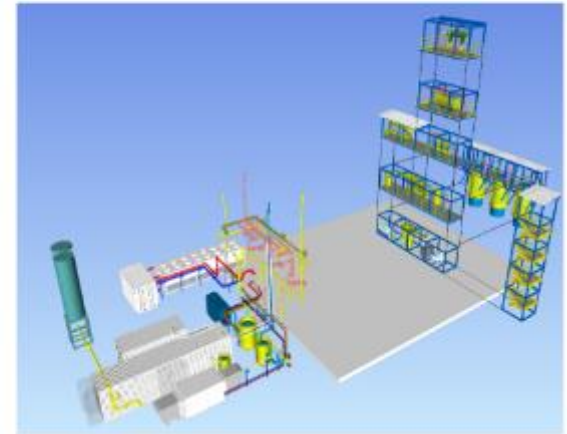
- Optimised heat & water integration



Compact design

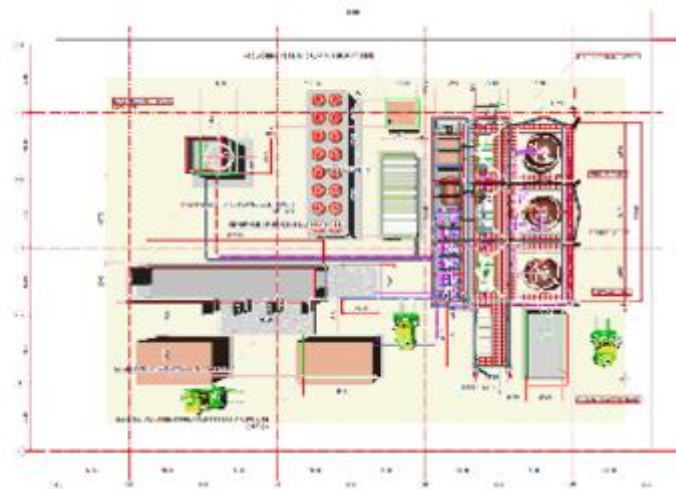


**Modular design
reduced erection cost**



Reliability and low opex

- One step methanation, robust temperature control
- Minimum moving parts
- Minimum electrical consumption
- No oil cooling (improved safety and reduced maintenance)
- Gravity flow
- High temperature heat extraction
- Demineralised water and high-pressure steam as by-products



**Industrial proven proprietary
reactor technology & Catalyst**



Thank you !

