
Power-to-methane

Une technologie innovante de production de méthane renouvelable ou bas-carbone en valorisant le CO₂ biogénique

Agir ensemble pour une énergie durable, maîtrisée et respectueuse de l'environnement.

24 janvier 2024

Ordre du jour

- 1 Introduction de la conférence (*Malika Madoui-Barmasse, ATEE*)
- 2 Méthanation catalytique de CO₂ - Challenges et opportunités pour l'industrie du biogaz en Allemagne (*Christian Bidart, Fraunhofer IMM*)
- 3 Projet Occi-biome : Démonstrateur de Power-to-Méthane en Occitanie via la Biométhanation - Couplage et synergies avec la méthanisation (*Stéphane Hattou, Armelle Sfiligoï, Arkolia*)
- 4 La méthanation dans le power-to-gas : biologique et catalytique (*Yannick Saint, Hitachi Zosen Inova*)
- 5 Projet Métharen, production de e-methane flexible et durable (*Geneviève Geffraye, CEA*)
- 6 Questions - Réponses

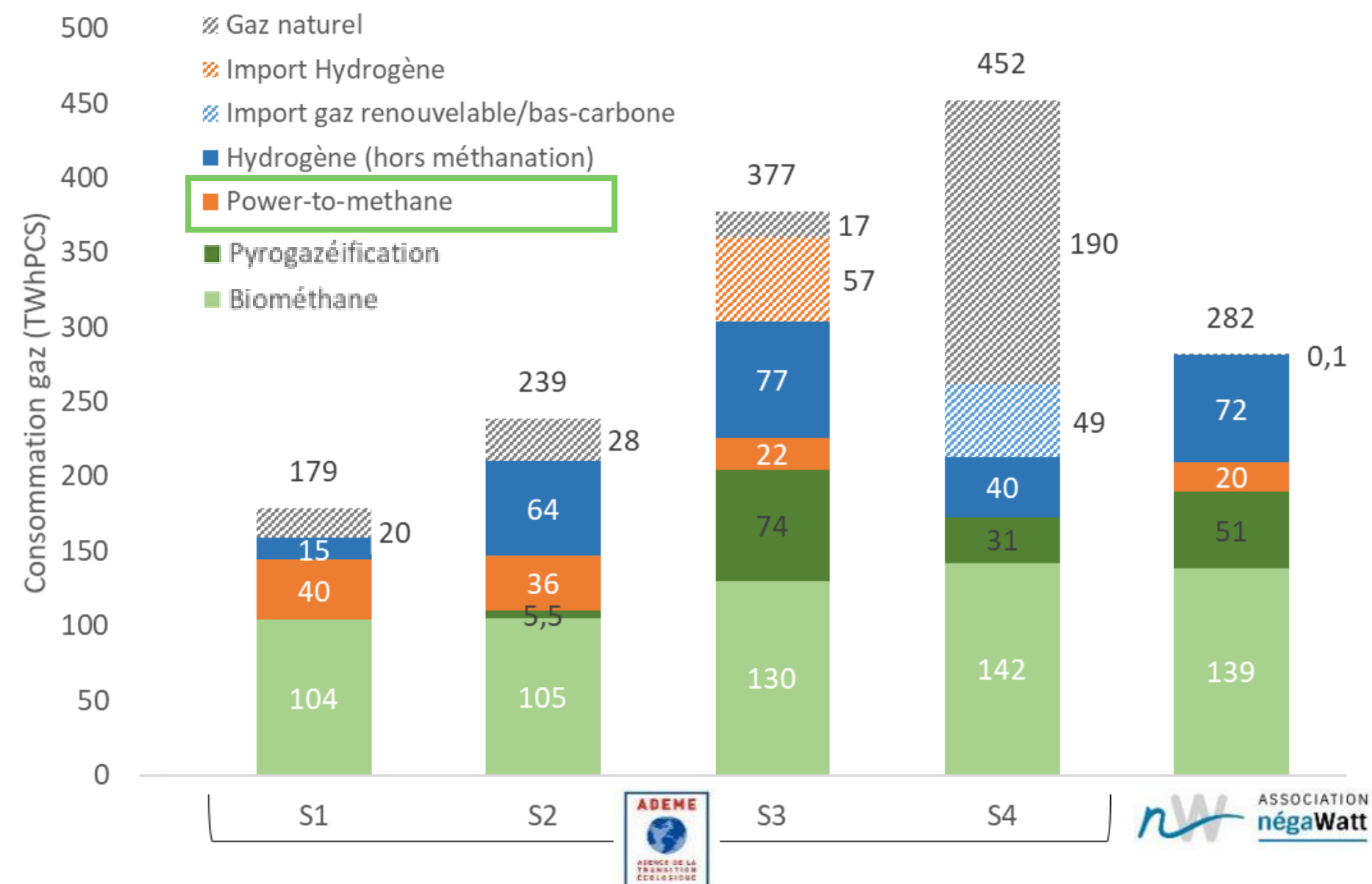


Introduction

Le power-to-methane, une technologie innovante de production de méthane renouvelable ou bas-carbone en valorisant le CO₂ biogénique

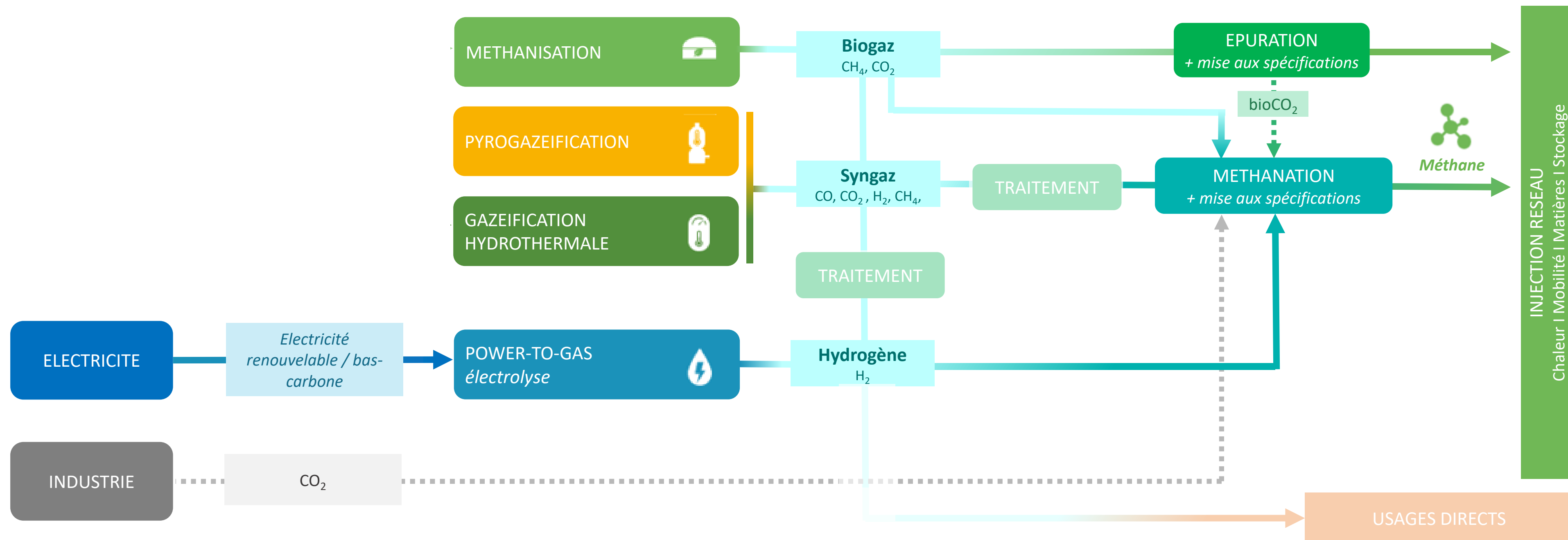
Malika MADOUY-BARMASSE
Déléguée générale du Club Power-to-gas de l'ATEE

Le **power-to-methane** est un élément clé pour **décarboner** les usages gaz résiduels à horizon 2050 avec un potentiel de **40TWh à 50TWh sur le territoire français**

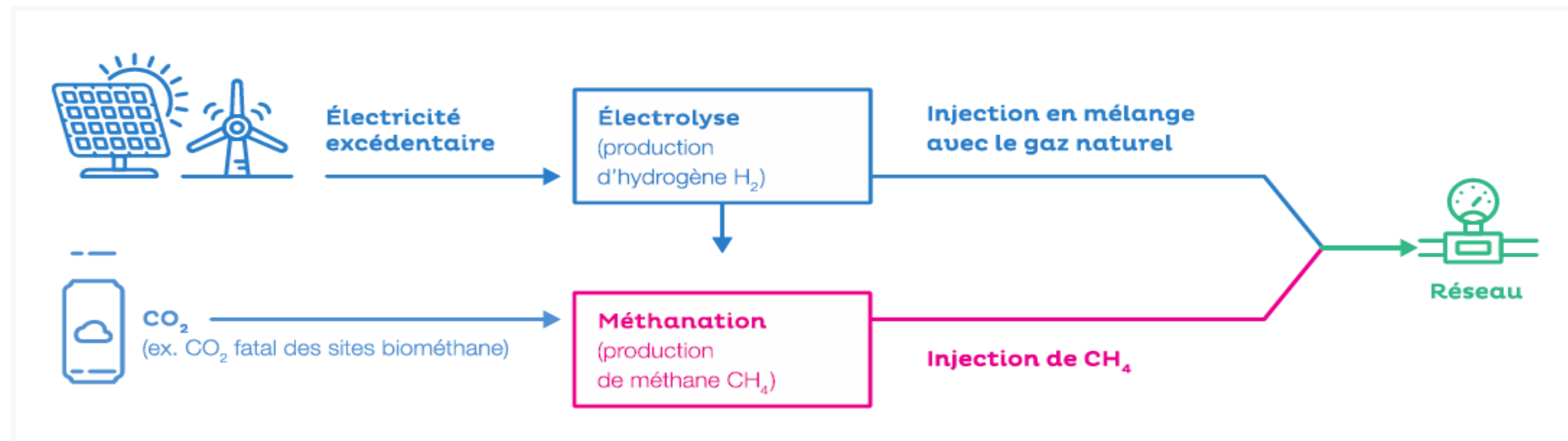


Scénarios du mix gazier à horizon 2050 (TWh PCS)

Le power-to-methane, par sa brique méthanation, permet de **valoriser la biomasse méthanisée** en combinant le CO₂ biogénique issu de méthanisation avec de l'hydrogène renouvelable et bas-carbone. Il permet également de **décarboner les territoires** en méthanisant le CO₂ industriel.



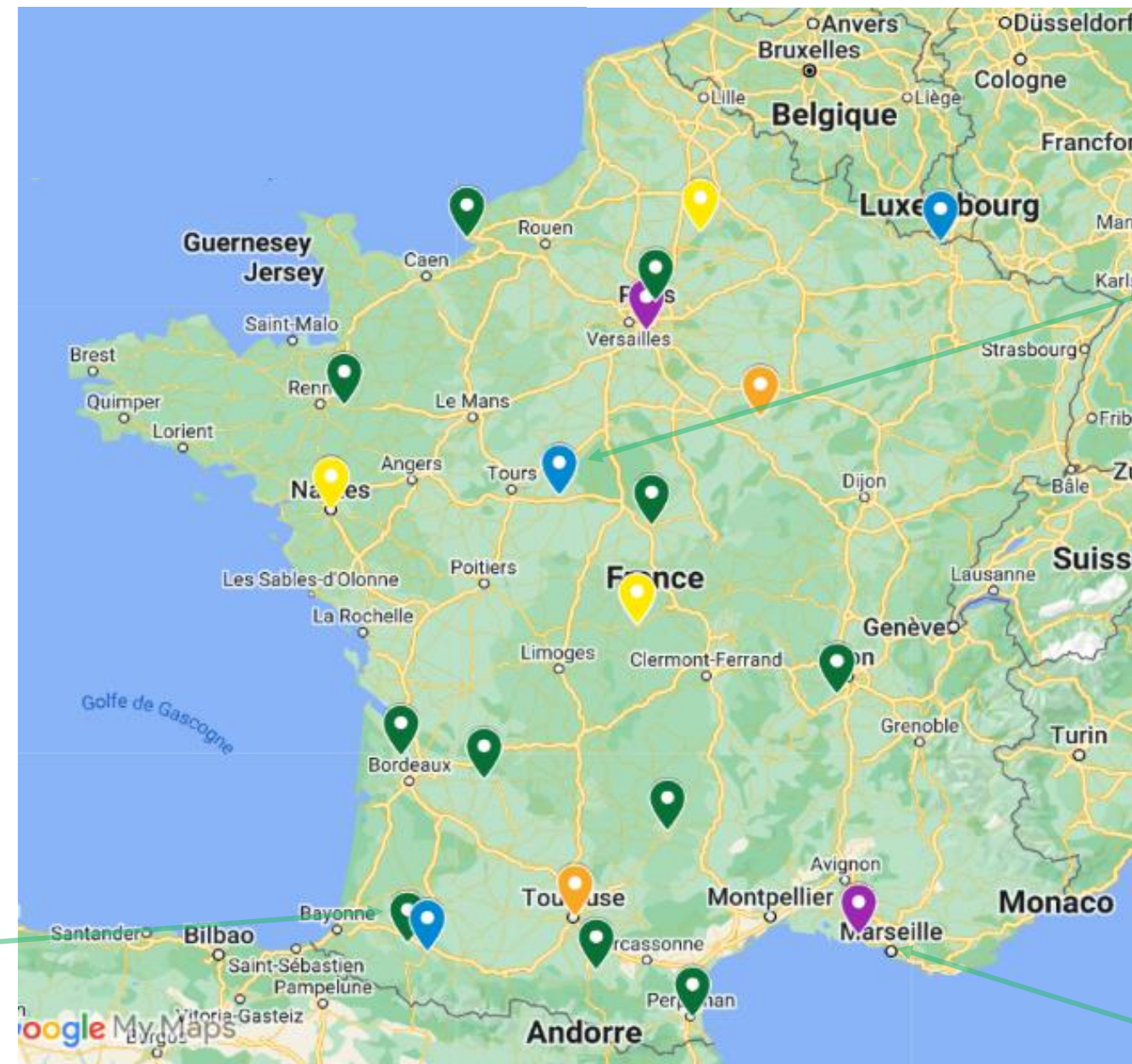
Le power-to-methane, une technologie aux intérêts multiples



- ✦ **Nécessaire pour décarboner** les usages gaz résiduels à horizon 2050 - potentiel de **40TWh à 50 TWh sur le territoire français**
- ✦ Permet d'encore mieux **valoriser la biomasse** et de **décarboner les industries et les territoires**
- ✦ **Outil de flexibilité** du système électrique qui utilise **les infrastructures gaz existantes**
- ✦ Soutien aux **1^{ers} projets de production d'hydrogène vert dans les territoires**

Une quinzaine de projets aujourd'hui dans le bac-à-sable réglementaire de la CRE

Projet Pau'wer-two-gas :
Méthanation du CO2 issu du biogaz de la station d'épuration de PAU Lescar



- Projets à l'étude
- Projets en construction
- Projet en phase de test
- Projets terminés
- Projets abandonnés

Projet Méthycentre
Méthanation associée à de la méthanisation



Projet Jupiter 1000
Démonstrateur industriel de Power-to-gas



Sa mission

Structure de concertation sur les technologies existantes, représentant l'ensemble de la filière, afin de contribuer à l'élaboration d'un environnement propice au déploiement des technologies les plus pertinentes.

Ses actions

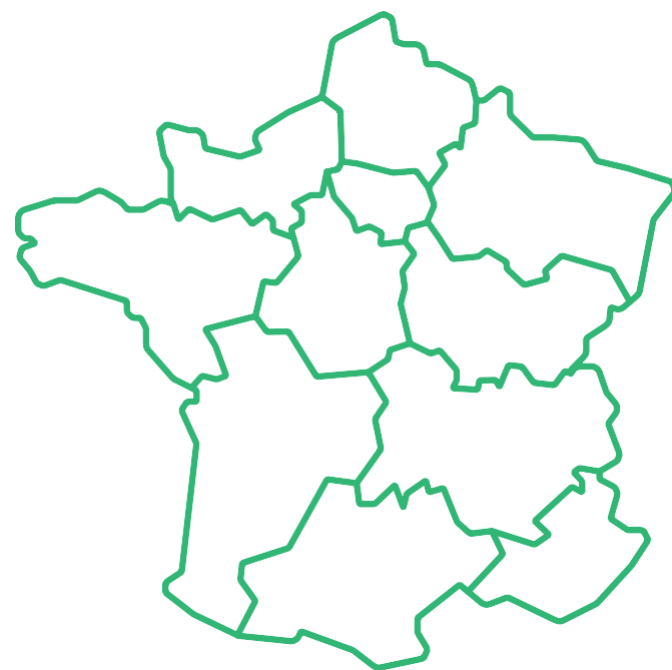
- ➔ **Elaboration d'une feuille de route** pour la filière basée sur une vision globale des **modèles économiques sous-tendant son émergence**,
- ➔ **Veille sur les enjeux technologiques, économiques et réglementaires de la filière**
- ➔ **Représentation de la filière et élaboration de propositions** : mesures et aménagements réglementaires, tarifaires et fiscaux, avis sur les textes en préparation,
- ➔ **Communication** auprès des décideurs et du public sur les enjeux de la filière

ATEE - Association Technique Energie Environnement

Fondée en 1978

Loi de 1901

Agir ensemble pour une énergie durable, maîtrisée et respectueuse de l'environnement



➔ **2 400 adhérents**

➔ **11 délégations régionales** : un réseau au service de ses adhérents (*industriels et collectivités*) pour les informer des actualités du secteur et favoriser les échanges entre acteurs locaux (*+ de 100 événements par an*).

➔ **7 domaines d'expertise répartis en deux pôles :**



EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

- Département **Maîtrise de l'Énergie** qui anime une **Communauté de Référents Énergie**
- Club **C2E** (Certificats d'Économie d'Énergie)
- Club **Cogénération**
- Programmes nationaux :
 - **OSCAR – FEEBAT** (bâtiment)
 - **PACTE INDUSTRIE : PROREFEI – PRO-SME_n**



ÉNERGIES RENOUVELABLES

- Club **Biogaz**
- Club **Stockage d'Énergies**
- Club **Power-to-gas**
- Club **Pyrogazéification**



Energie Plus : la revue de la maîtrise de l'énergie



Méthanation catalytique de CO₂ Challenges et opportunités pour l'industrie du biogaz en Allemagne

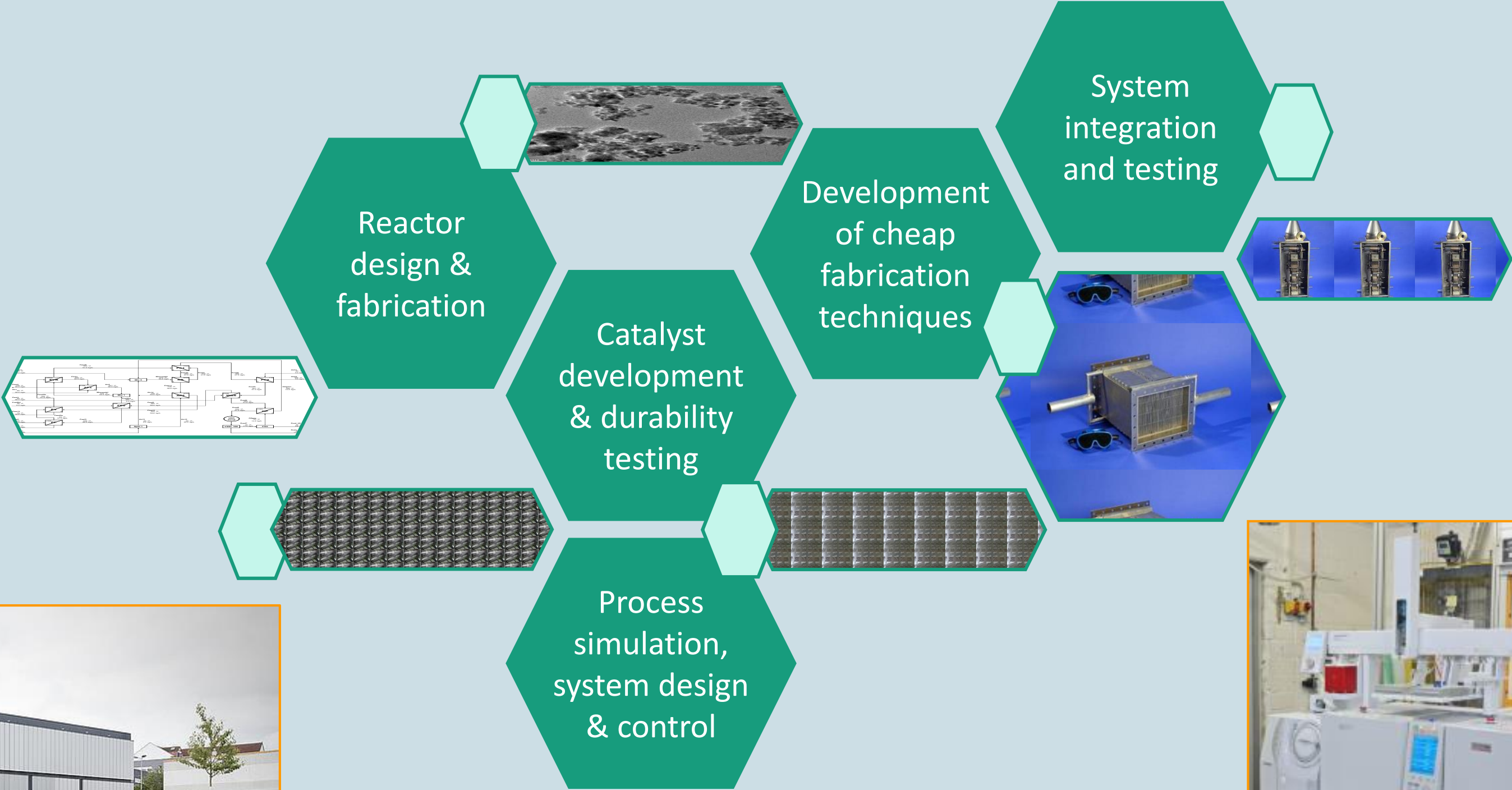
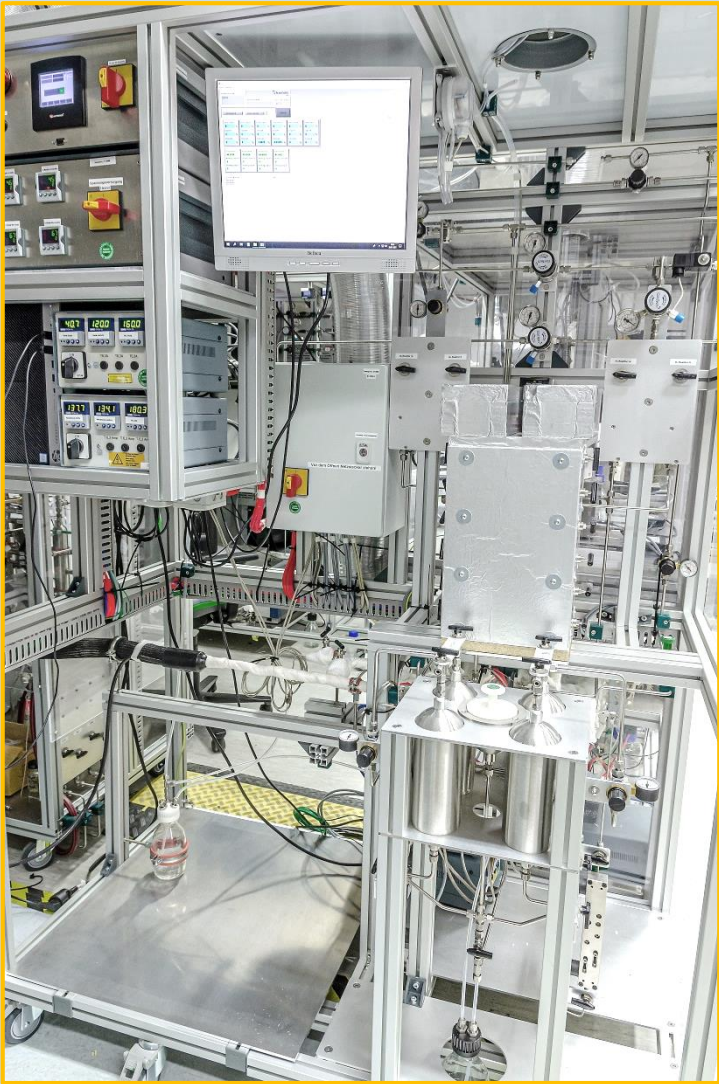
Christian BIDART, Fraunhofer IMM

Catalytic methanation of CO₂ in microstructure reactors Challenges and opportunities for the biogas industry

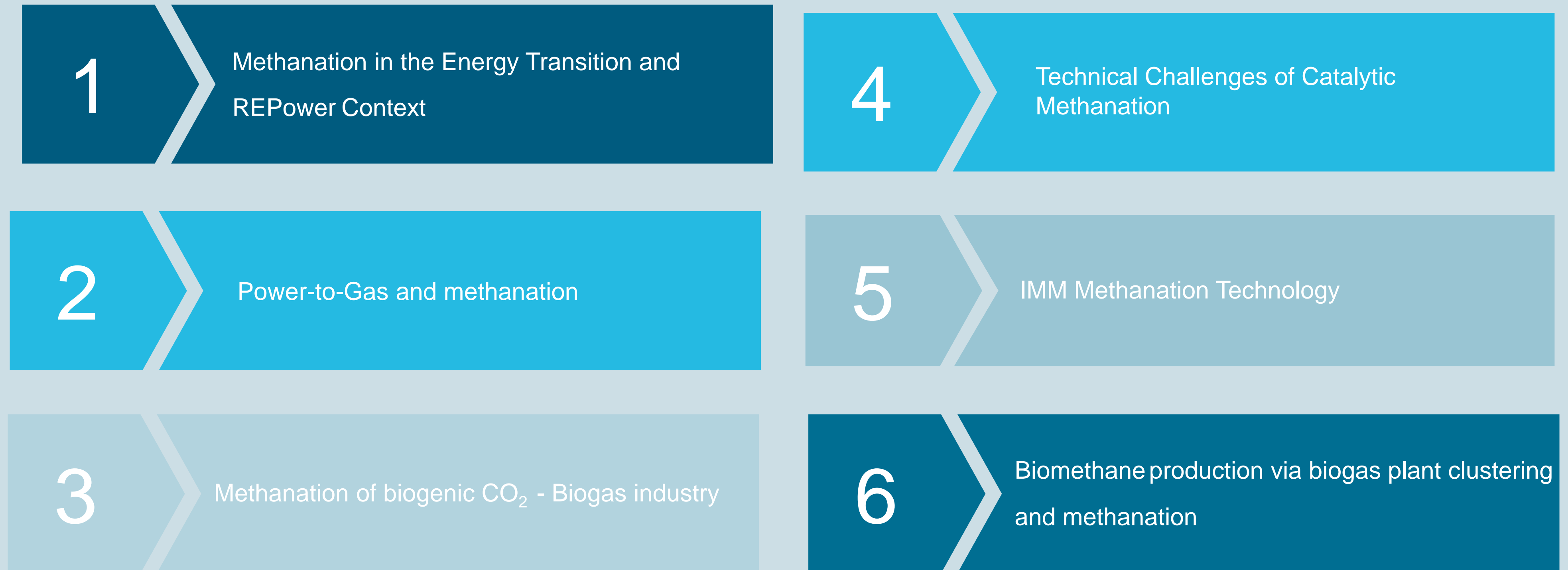
Business Division Energy

Christian Bidart, Martin Witcher, Gunther Kolb

Fraunhofer IMM – Division Energy



Schedule



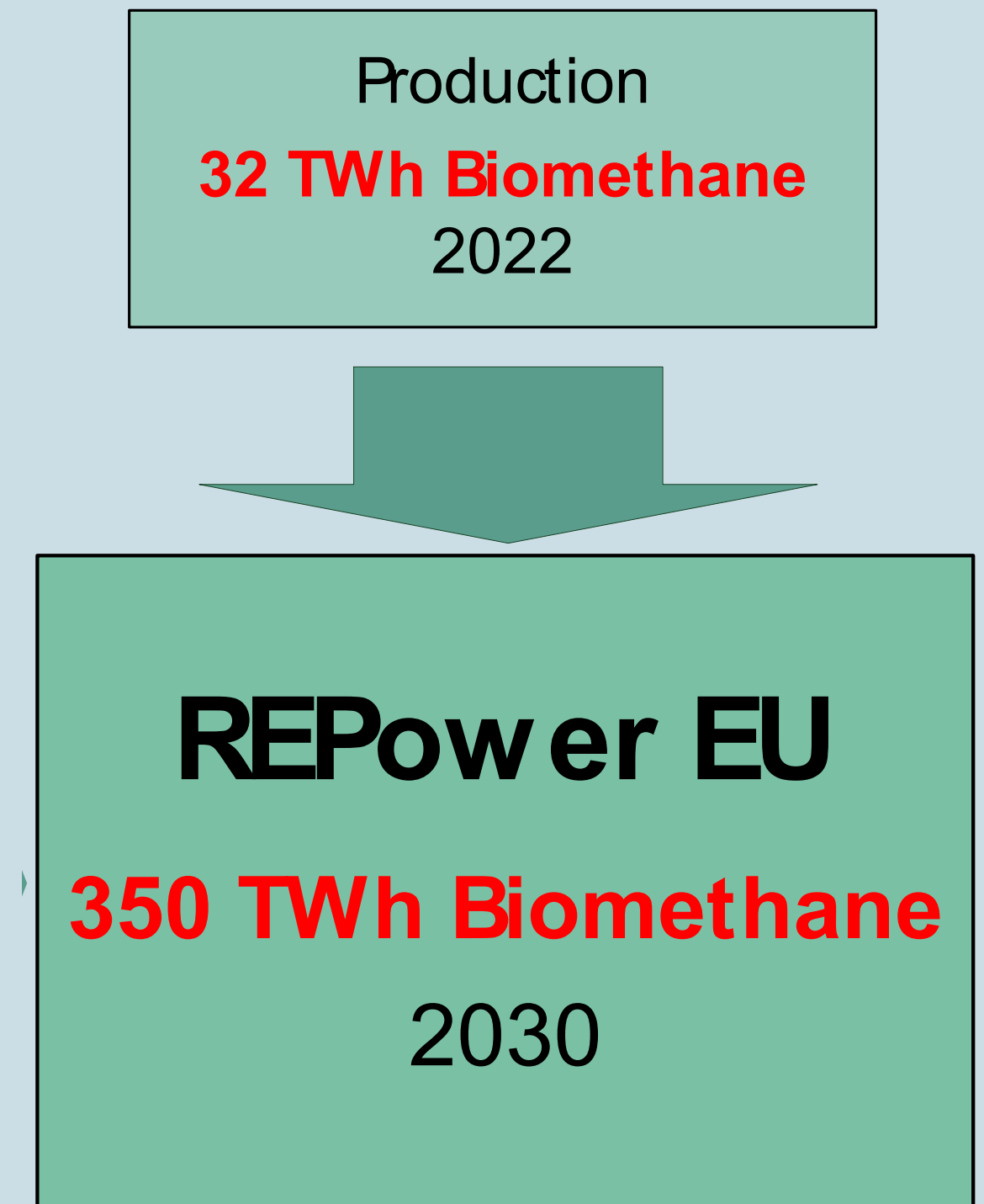
1. Methanation in the Energy Transition & REPower Context

- Specific industrial sectors cannot be decarbonised by electricity alone
- Power-to-Gas technologies (PtG) will significantly support the achievement of ambitious carbon dioxide emission reduction objectives in the EU
- Methanation technology is an essential component of PtG systems



1. Methanation in the Energy Transition & REPower Context

- Today there is an annual biomethane production of **32 TWh** at European level
- According to the Biomethane Action Plan^(*), by 2030 biomethane should cover 10% of the estimated natural gas demand
- This implies a drastic increase in local biomethane production in the coming years as **350 TWh** (35 bcm) must be produced annually by 2030
- This new scenario opens up enormous opportunities for **catalytic methanation** of CO₂ for a sustainable biomethane supply



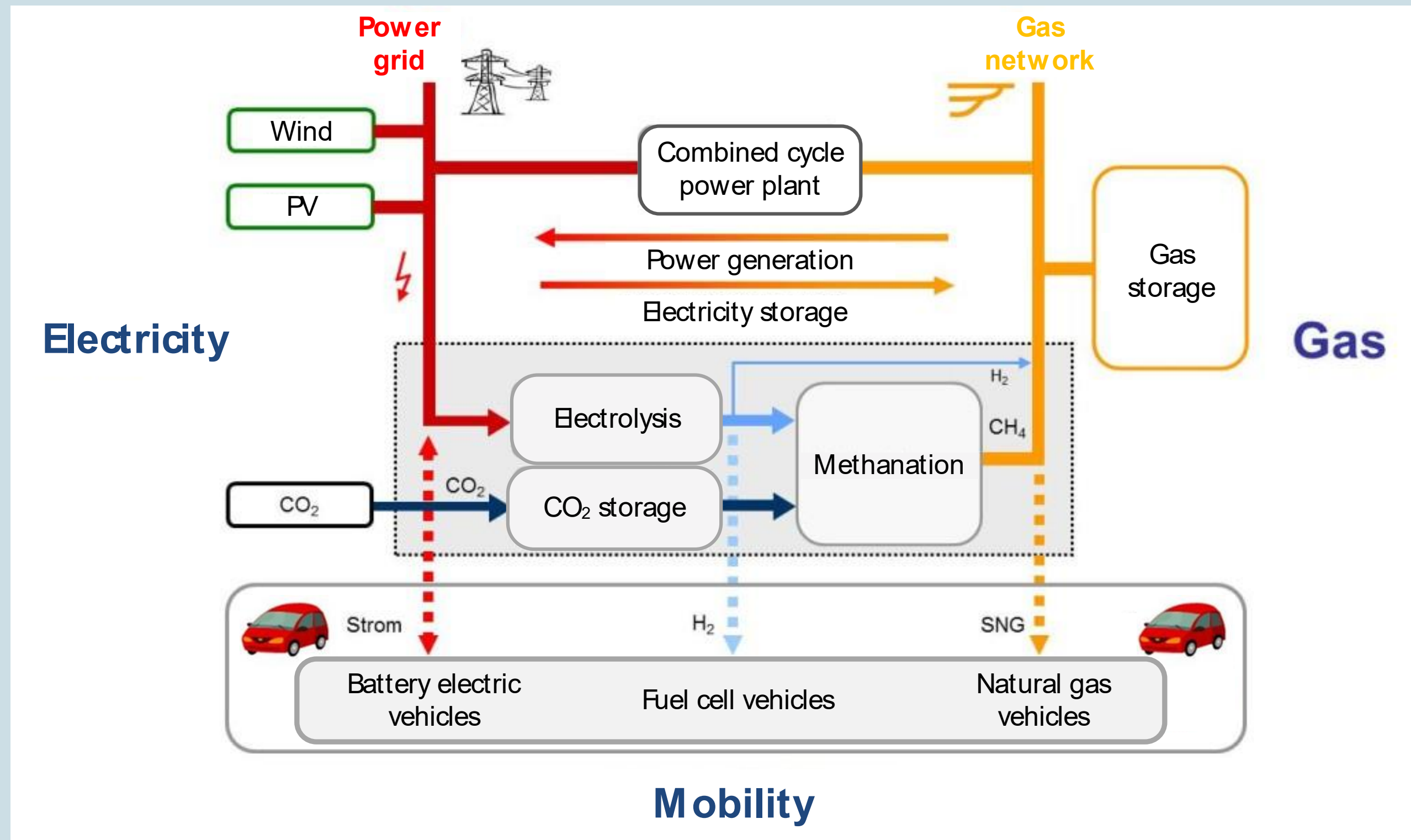
^(*) Implementing the Repower EU Action Plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the biomethane targets

1. Methanation in the Energy Transition & REPower Context

A Power-to-Gas system can become

- A biofuel producer
- A power storage device, i.e. a conventional battery
- A coupling element between the electricity and gas grid

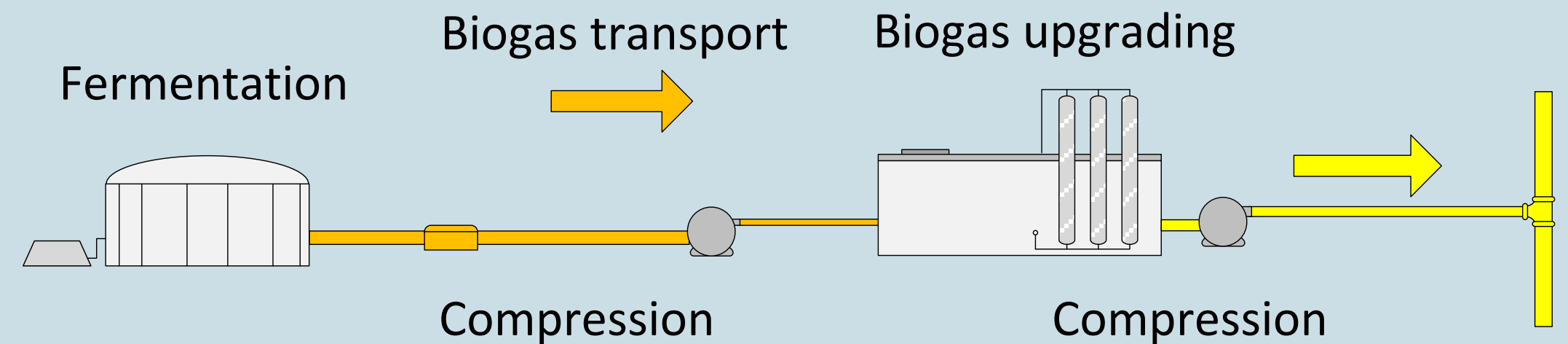
A prerequisite for this is the availability of biogenic CO₂



Adapted from: Die Bundesregierung. *Nicht abschalten - sondern umwandeln*

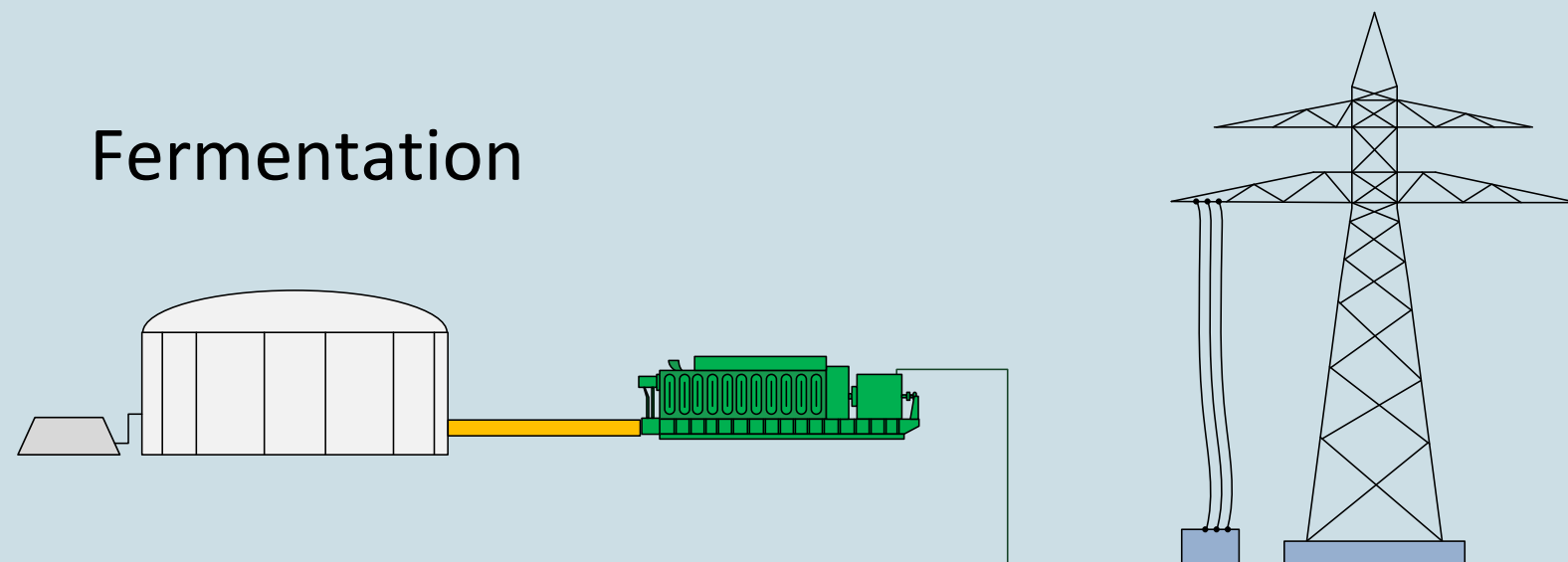
2. Sources of Biogenic CO₂ – The German Case

- The largest source of biogenic CO₂ in Germany comes from biogas plants - more than 70%
- CHP-Biogas plants for electricity generation are the largest source of biogenic CO₂



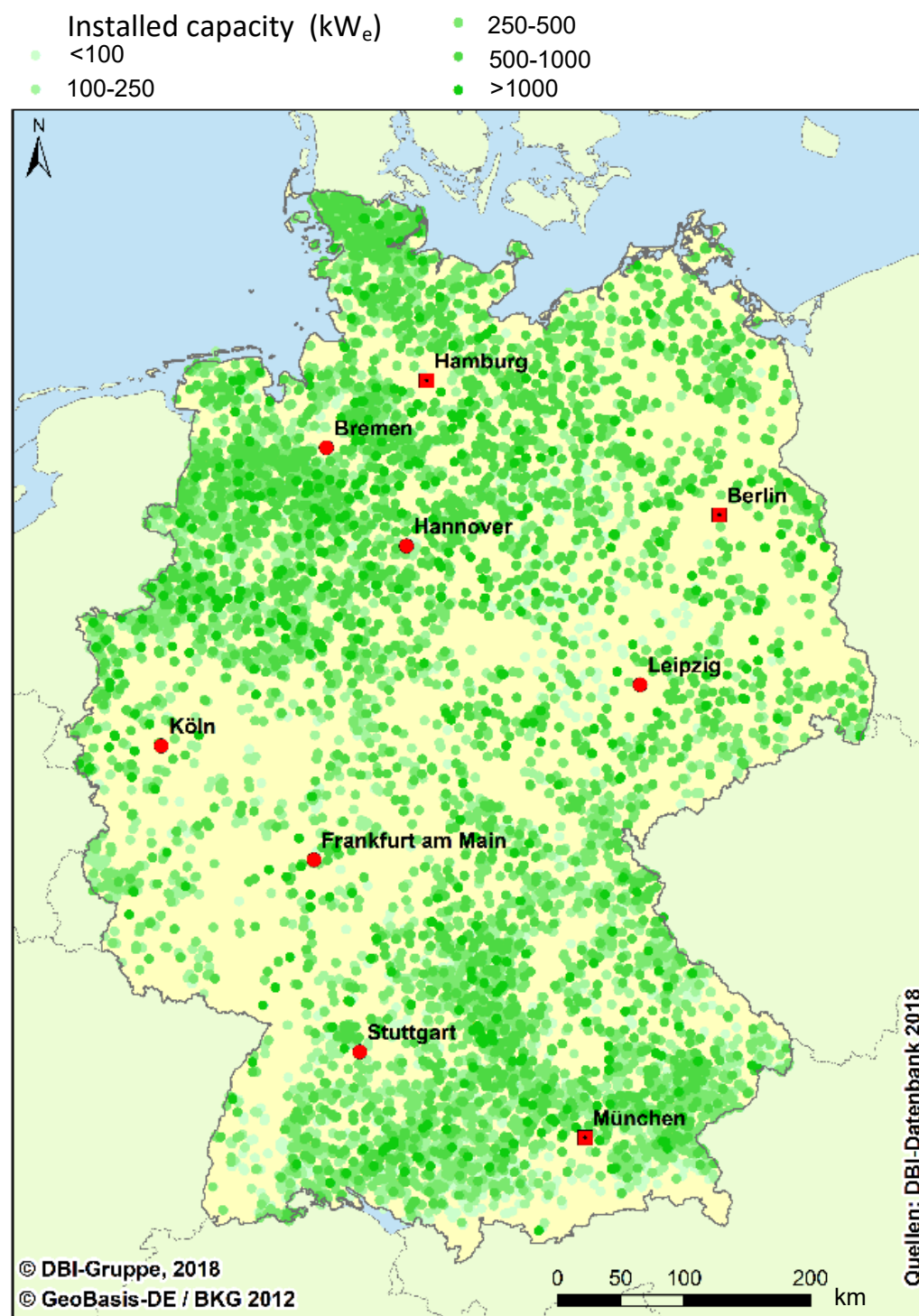
- The second largest CO₂-source from biogas upgrading plants
- Other sources of biogenic CO₂ are wastewater-treatment plants and breweries

Fermentation



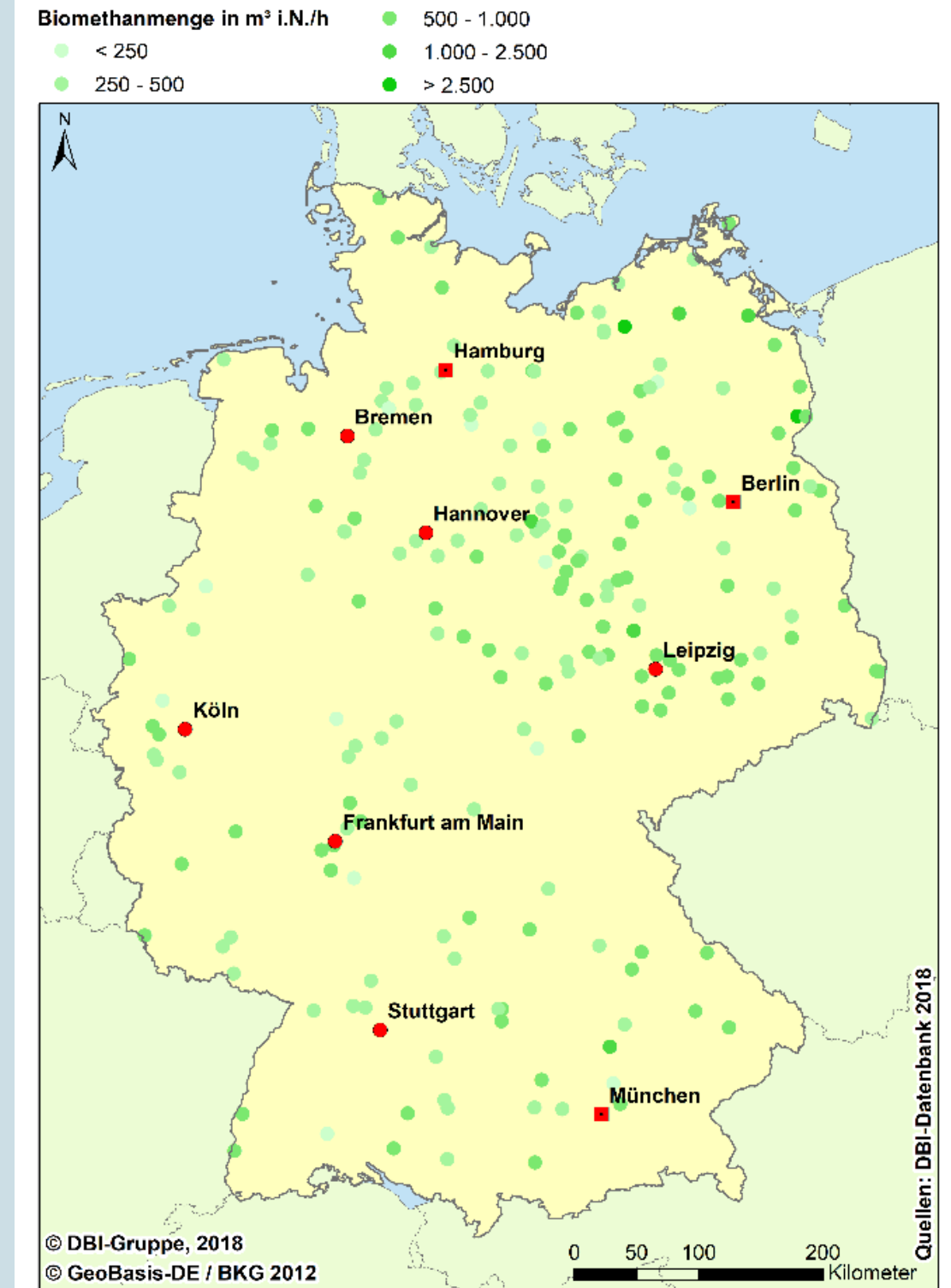
2. Sources of Biogenic CO₂ - The German Case

CHP biogas plants Distribution Germany



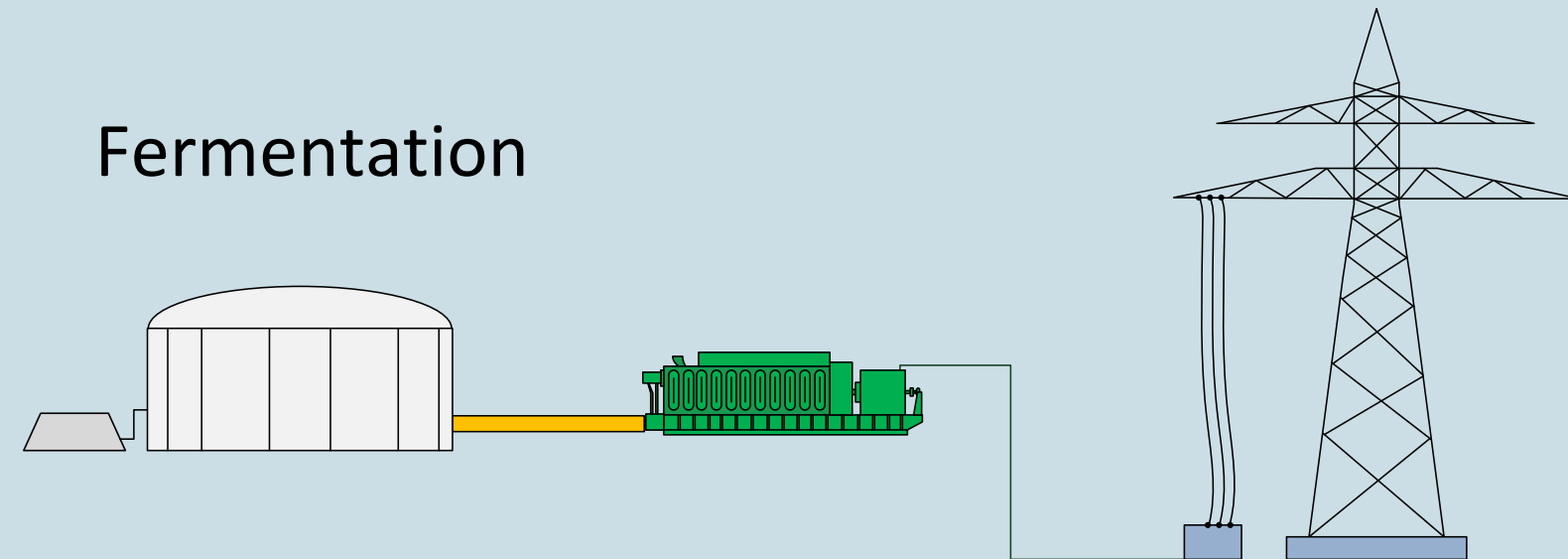
- Currently, **9,000 biogas** plants in operation producing electricity and heat through CHP
- Biogas is used in combustion engines. Electricity is fed into the electricity grid
- A typical capacity of a biogas plant ranges from 120 to 250 m³/h raw biogas

- Currently, approximately **200 biogas** plants in operation producing biomethane via upgrading
- Biomethane is injected into the natural gas grid
- A typical capacity of a biogas plant ranges from 500 to 2,000 m³/h raw biogas



Source: DVGW (2018). *Erweiterte Potenzialstudie zur nachhaltigen Einspeisung von Biomethan*

3. Catalytic Methanation - An Economic Push for Biogas Industry



Biogas industry today

- The dominant business model is based on feed-in tariffs for electricity generation, which the EEG regulates
- There have been constant changes to the EEG
- The imminent expiry of support for the operation of several biogas plants

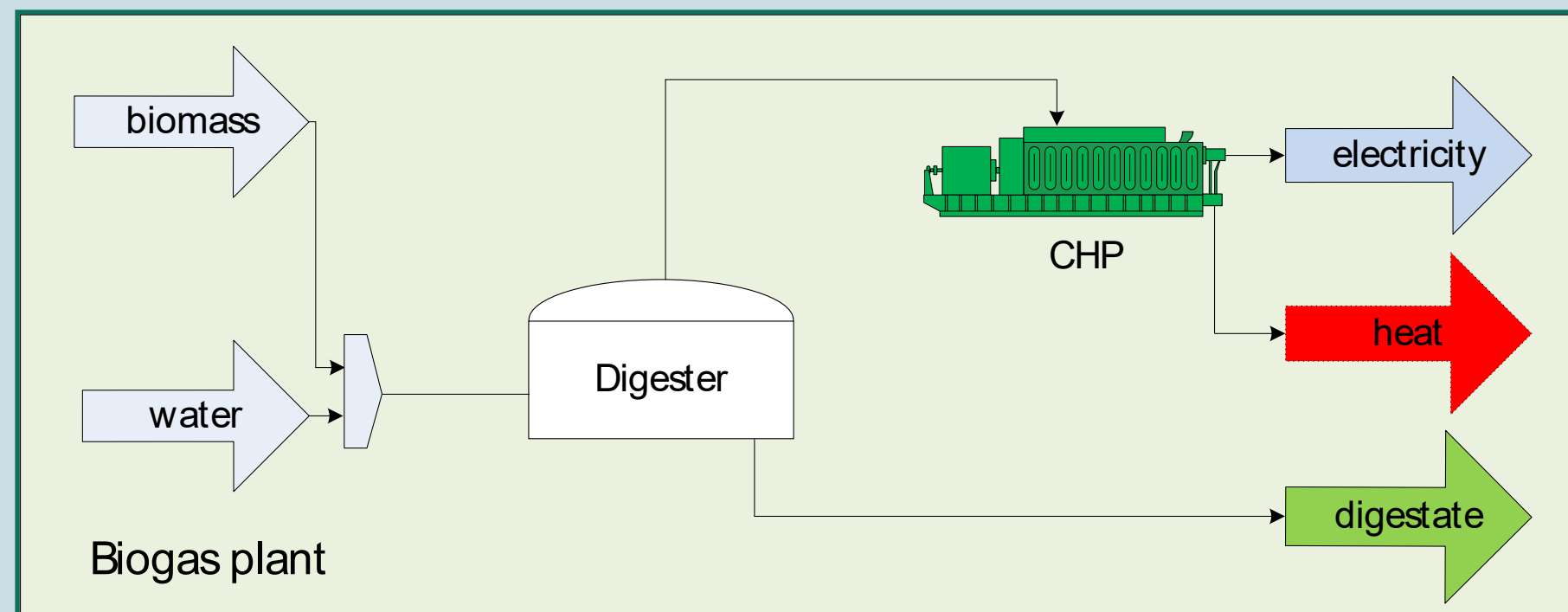
New challenges for the biogas industry

- This makes it necessary to develop new business models to make biogas production economically viable in the medium and long term
- In the current context, the conversion of biogas plants to biomethane production is attractive

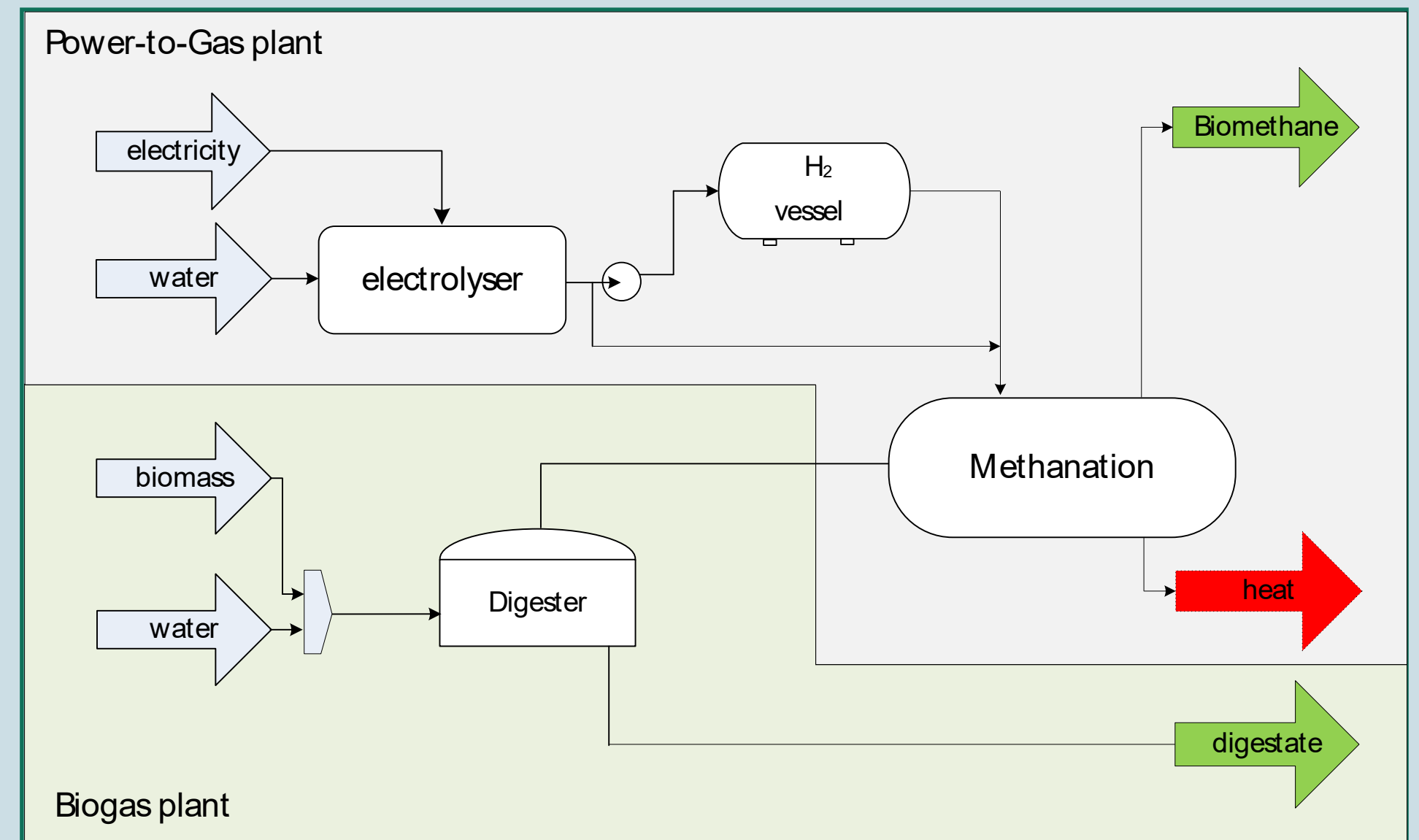
4. Catalytic Methanation - An Economic Push for Biogas Industry

Conversion of biogas plants
from electricity to biomethane production

A biogas plant today



A biogas plants in the future



5. Technical Challenges of Catalytic Methanation

- Main technical challenges for catalytic methanation
 - **Rapid response** to dynamic operating conditions
 - **Efficient heat management** of the highly exothermic methanation reaction
 - **Sulphur-resistant** and highly selective catalysts
- Fraunhofer IMM has successfully applied its well-established microstructure-reactor approach to developing a novel process to face the new challenges in the transition towards a low carbon economy
- Specifically conceived for carbon dioxide from biogas plants, a two-stage catalytic methanation process was developed, which implies the application of:
 - Catalyst coating
 - Internal cooling in the second reactor stage

5. IMM Methanation Technology – Process Development

- In the first stage, carbon dioxide partially reacts in a monolithic reactor at high temperature
- Afterwards, water is removed and the mixture of reacting gases is reheated to reaction temperature in a heat exchanger using energy from the second reactor stage
- Finally, remaining carbon dioxide is converted into biomethane in air-cooled heat exchanger reactor operated at lower temperature

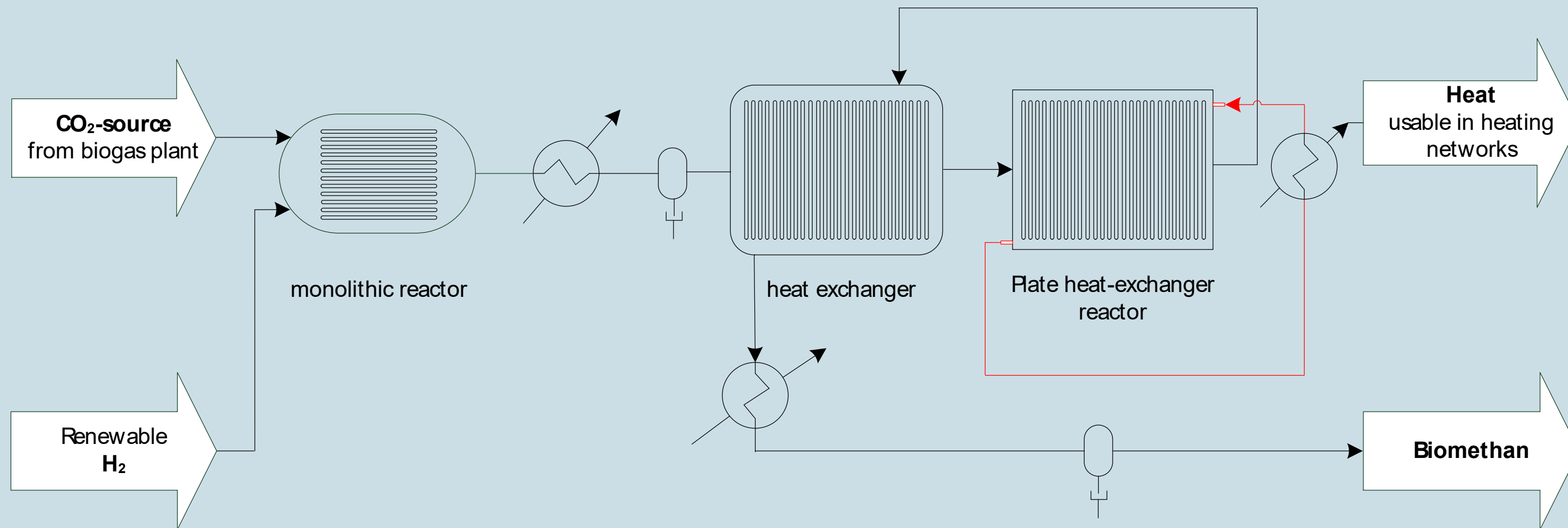
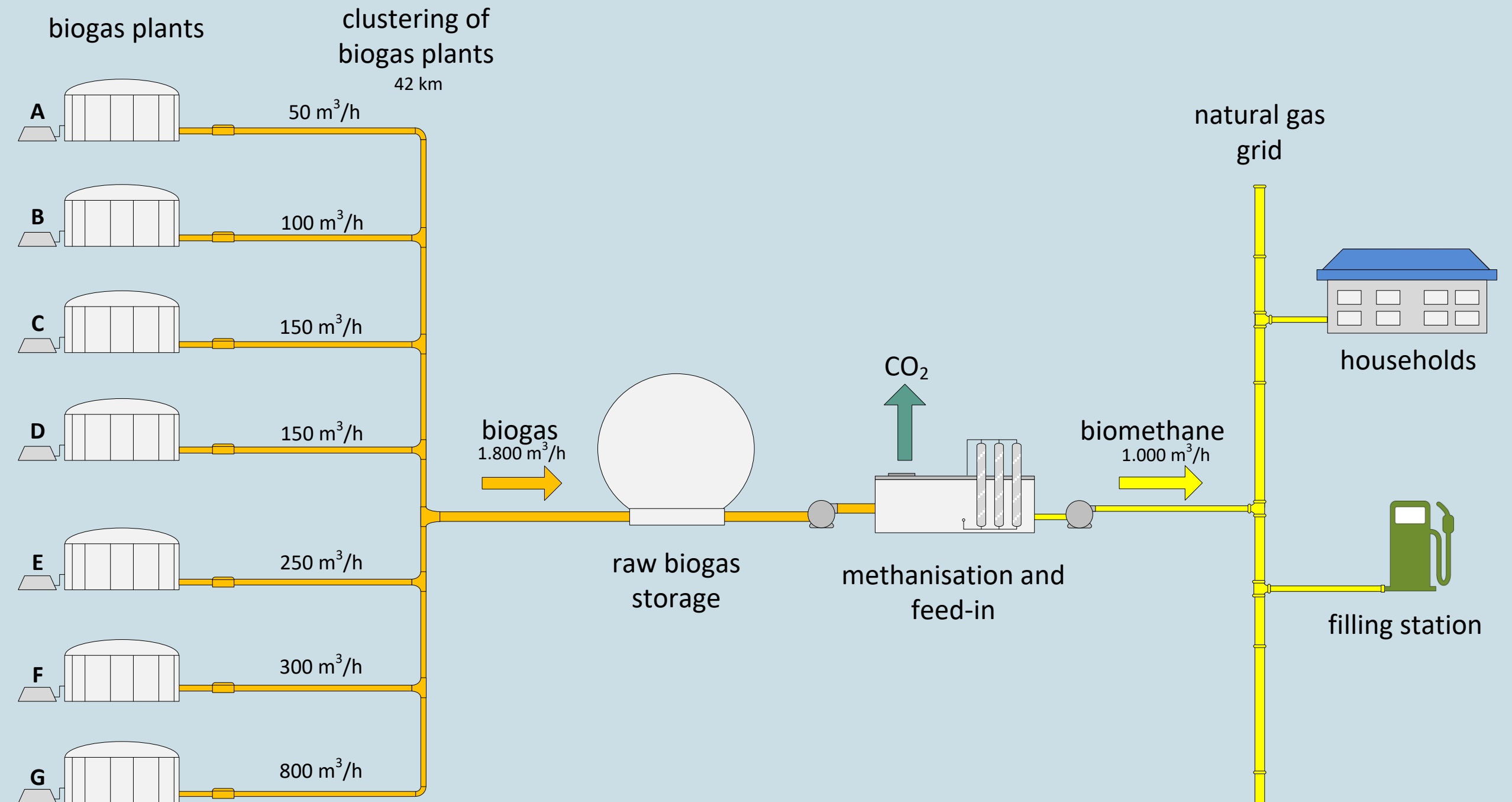
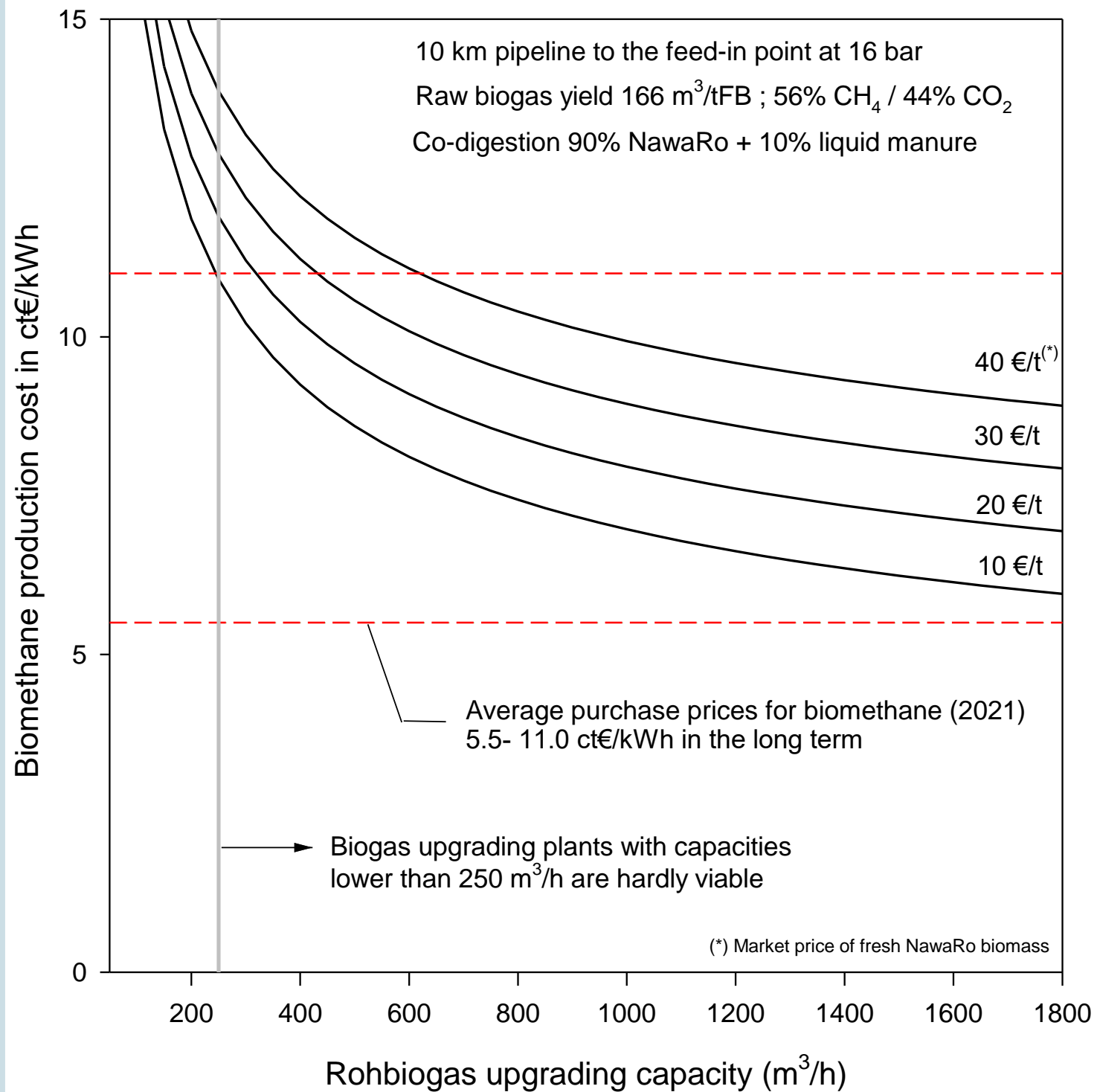
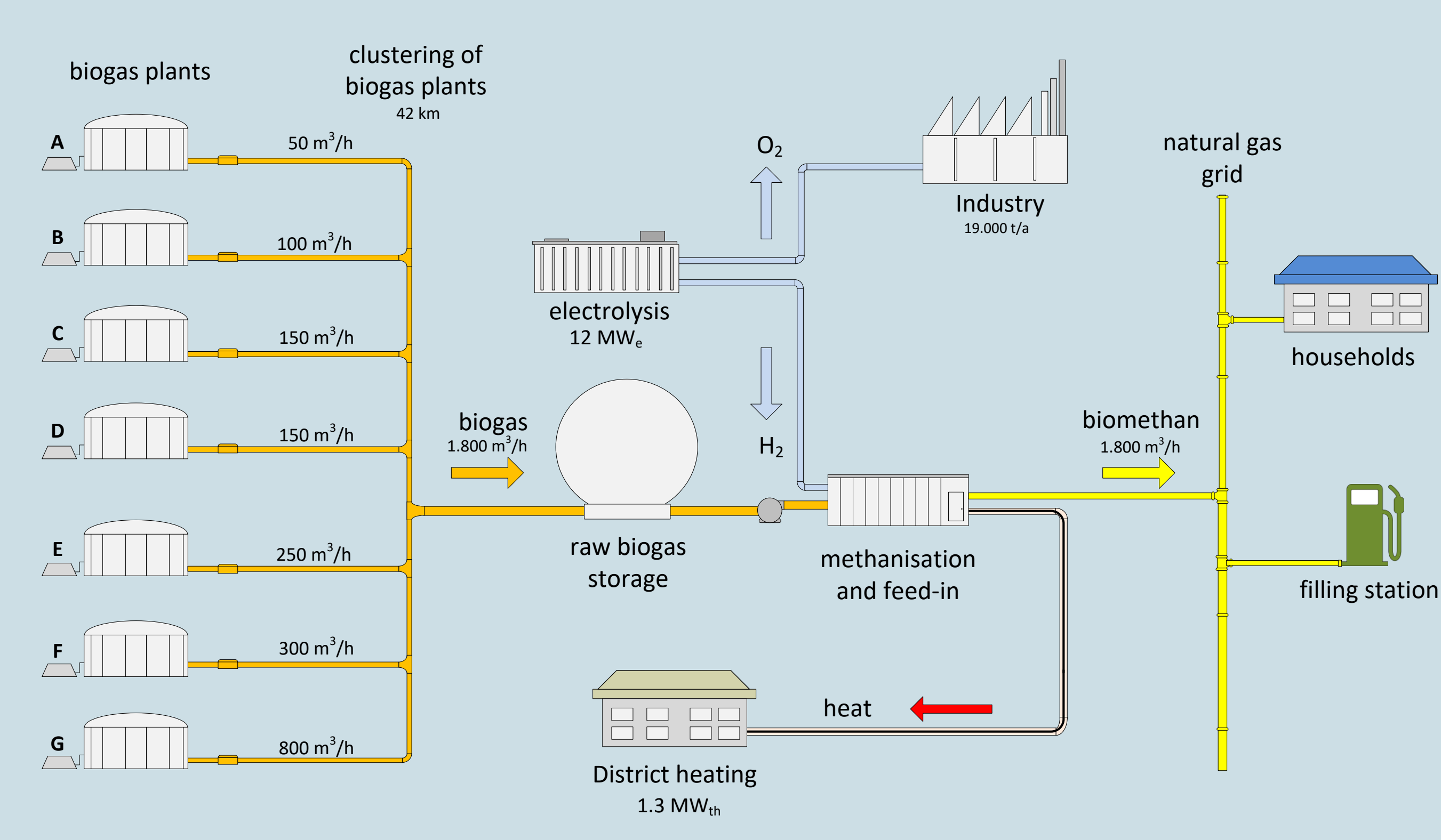
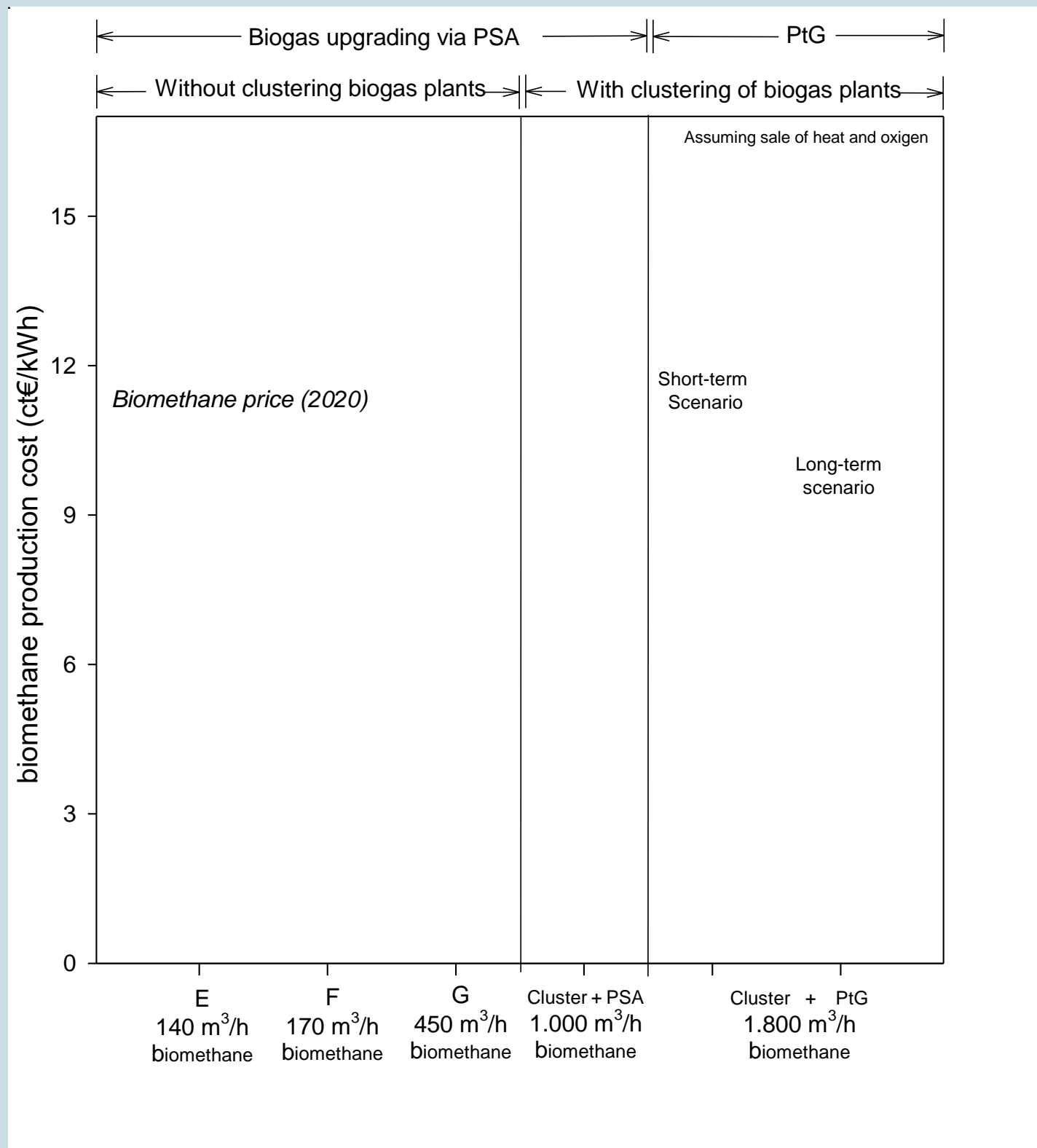


Foto: Mini CO₂-methanation plant at IMM in Mainz

6. Biomethane production via biogas plant Clustering



6. Biomethane production via biogas plant Clustering + Methanation



7. Why IMM Compact Methanation Technology?

- The system for heat management allows:
 - Proper functioning of the catalysts
 - High conversion rates of carbon dioxide
 - Utilisation of the energy released during methanation
- IMM technology is appropriate for the construction of modular plants that can be easily coupled to carbon dioxide sources, hence facilitating their assembly, installation and subsequent operation
- Integration and subsequent use of heat in e.g. district heating systems make possible the even more efficient use of resources and a direct reduction in the consumption of fossil fuels nowadays widely used for heating

Benefit of 18 years experience in modular chemical plant development for a variety of applications!



Fraunhofer Institute for Microengineering and
Microsystems IMM

Thank you for your attention—

Contact information

Dr Christian BIDART

Division Energy

Telefon: +49 6131 990-349

christian.biart@imm.fraunhofer.de

Fraunhofer IMM

Carl-Zeiss-Straße 18-20

55129 Mainz

www.imm.fraunhofer.de



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Research funded by the Federal Ministry of Food and Agriculture on the basis of a resolution of the German Bundestag. *Development of an innovative reactor concept for the utilisation of carbon dioxide from biogas plants. Project: Reactor and plant construction - funding reference 2220NR279A*



Projet Occi-biome - Démonstrateur de Power-to-Méthane en Occitanie via la Biométhanation

Couplage et synergies avec la méthanisation

Stéphane HATTOU, Armelle SFILIGOÏ, ARKOLIA



Projet OCCI-BIOME

Démonstrateur de Power-to-Méthane
en Occitanie via la Biométhanation
Couplage et synergies avec la
méthanisation



arkolia



Arkolia



Arkolia en quelques mots

Nos énergies

PHOTOVOLTAÏQUE

- Toitures photovoltaïques
- Hangars photovoltaïques
- Ombrières de parking
- Centrales au sol
- Serres photovoltaïques
- Bornes de recharge
- Ombrières de volaille

ÉOLIEN

- Parcs éoliens

BIOGAZ

- Méthanisation
- Méthanation

Nos produits



Notre force :
1 interlocuteur sur toute la chaîne de valeur des projets

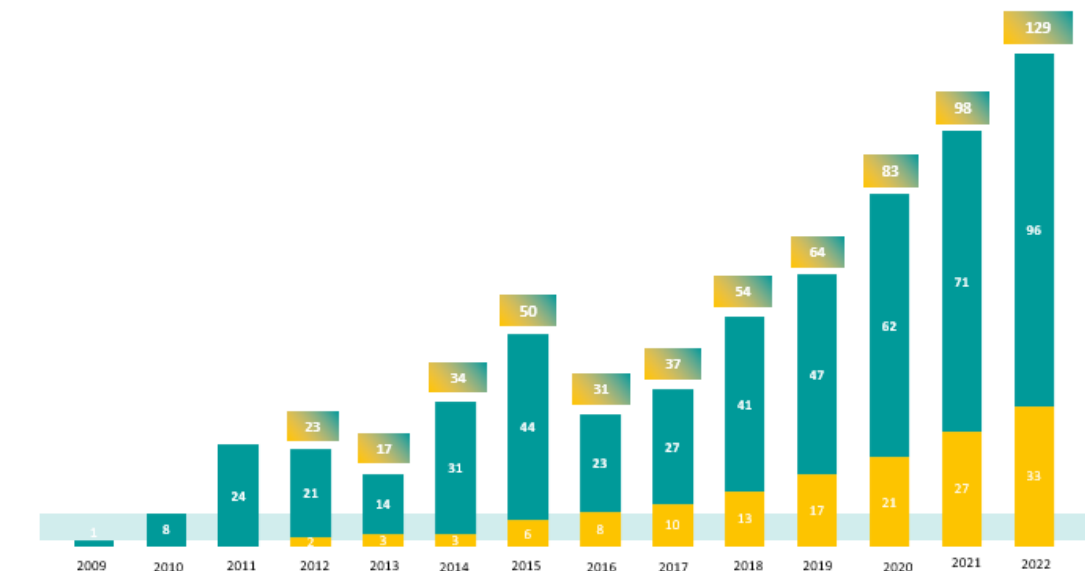
Nos services

- DÉVELOPPEMENT
- CONCEPTION TECHNIQUE
- CONSTRUCTION
- FINANCEMENT
- MAINTENANCE
- SUPERVISION
- EXPLOITATION
- RECHARGE
- LABORATOIRE
- GESTION ADMINISTRATIVE
- VALORISATION DE L'ÉNERGIE

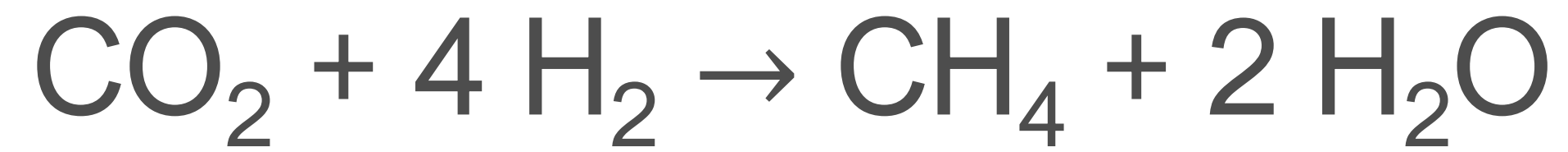
PRODUCTION

A ce jour, les actifs développés construits et exploités par notre groupe constituent un parc de production d'énergie verte de plus de 300MW.

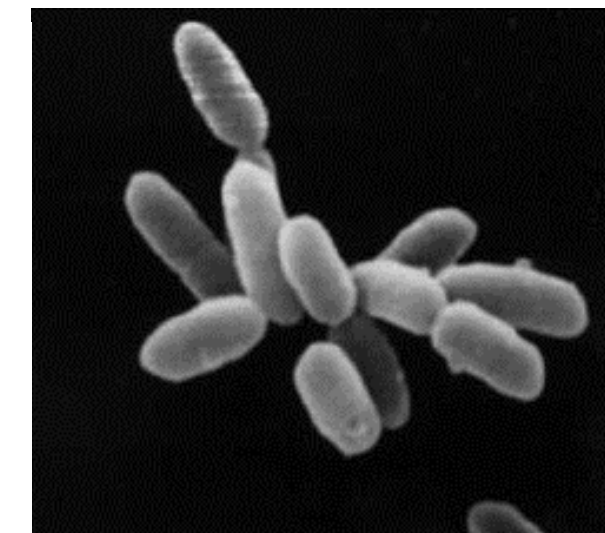
400 GWh produits en 2022



La Biométhanation et le power to méthane



Procédé biologique catalysé par des **Archées**
Depuis 1 milliard d'années (au moins)





1. Stockage d'énergie sous forme de gaz

Stockage longue durée d'énergies intermittentes

2. Valorisation de CO₂

3. Décarbonation du mix gaz

- Méthanisation
- Méthanation
- Pyrogazétification

4. Indépendance énergétique



La Biométhanation par Arkolia



Road map – Développement du procédé de Biométhanation

PHASE 1

Pilote de laboratoire

De sept 2019 à dec 2023

Essais de transferts gaz-liquide
Modélisation de l'outil d'extrapolation

Volume du réacteur : 10l

Débit prod : 1-5 NL_{CH₄}/h

PHASE 2

Scale-up 2

Second semestre 2024

Pilote industriel sur le site Ariège Biométhane

Volume du réacteur : 1m³

Débit prod : 1-5 m³_{CH₄}/h

PHASE 3

Installation industrielle

Fin 2025

Occi-biome
Injection du CH₄ dans le réseau GRDF

Volume du réacteur : 25 m³

Débit prod : 50-100 m³_{CH₄}/h

Scale-up 1

De jan à juillet 2023

Maquette froide chez sous-traitant (EKATO)
Optimisation hydrodynamique, transfert et conception

Volume du réacteur : 1,5m³

Débit prod : sans objet



Développement Méthanation : phase 1

🕒 Début en 2018 - collaboration avec **l'INSA LYON**

- Réalisation d'un **benchmarking** des technologies pertinentes
- Etablissement d'un modèle mathématique de modélisation des technologies étudiées
- Choix technologique des procédés à étudier expérimentalement

🕒 Expérimentation

- Mise en place d'un **pilote de laboratoire de biométhanation**
- Réalisation d'essais de **scale-up 1 chez notre sous-traitant EKATO**

🕒 Dépôt d'un brevet P2M : 2019

🕒 Coût phase 1 : 373 k€

🕒 Fin de la phase 1 : fin 2023



Développement Méthanation : phase 2

🕒 Objectifs du pilote industriel :

- Expérimenter la technologie sur un site industriel
- Acquérir un REX
- Démontrer le bon fonctionnement du procédé
- Affiner le design de l'installation industrielle de la phase 3

🕒 Coût phase 2 : 500 k€

🕒 Objectif date mise en service pilote industriel : second semestre 2024



Développement Méthanation : phase 3 → Power to méthane

🕒 **Projet de taille industrielle avec valorisation du méthane produit : injection sur le réseau de gaz naturel**

- Site choisit : à proximité d'**Ariège Biométhane**
- Associés : **Ariège Biométhane & Arkolia Energies**
- Nom du projet : **Occi-Biome**

🕒 **Objectifs de l'installation industrielle :**

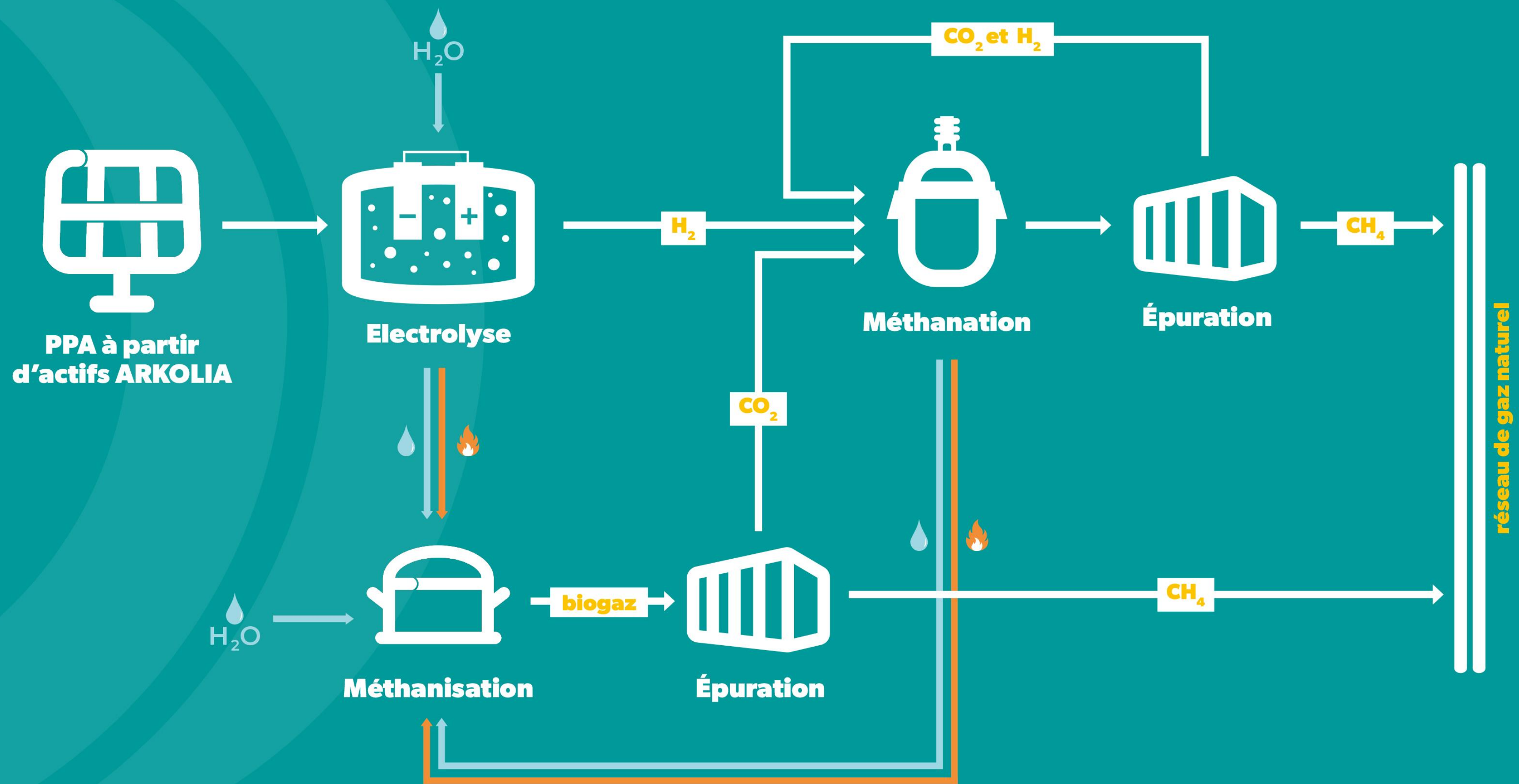
- Construire un démonstrateur **couplé** avec une unité de méthanisation agricole
- Acquérir une **expertise d'exploitation** d'une unité de production de CH₄ « vert »
- Expérimenter une **solution de stockage** d'énergie « verte »
- Démontrer des **synergies** entre méthanisation et méthanation

🕒 **Hypothèse Coût phase 3 : 6 M€**

Schéma OCCI-BIOME

Power 2 méthane

arkotia





Electricité : Dès 2030 : électricité renouvelable issue de parcs au sol appartenant à Arkolia Energies

Eau : bilan net de 1000m³ par an

Nutriments : Faibles volumes de l'ordre de quelques m³/semaine

CO₂ : « Déchet » de la méthanisation, déjà présent sur site



Les perspectives

- **Valorisation de CO₂ de diverses sources**
- **Traitement du biogaz de méthanisation sans épuration préalable**
- **Utilisation du digestat comme nutriments pour la méthanation**
- **Mutualisation du poste d'injection avec la méthanisation**



La méthanation dans le power-to-methane : biologique et catalytique

Yannick SAINT, Hitachi Zosen Inova



Hitachi Zosen
INOVA

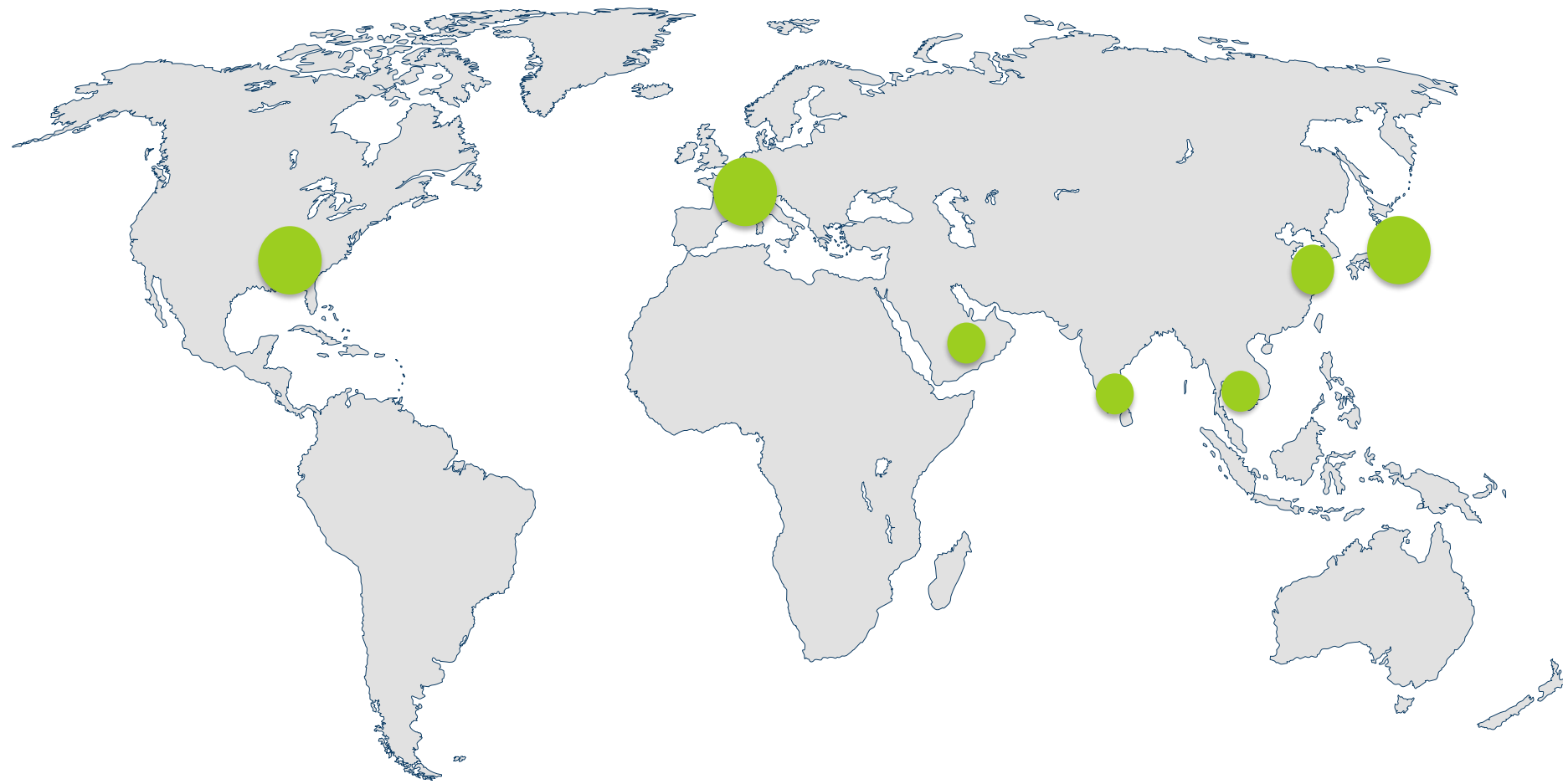
Gaz Renouvelable

La méthanation dans le Power-to-Gas : biologique et catalytique

Yannick Saint – Sales Manager Gaz Renouvelable

Yannick.saint@hz-inova.com – +33 6 75 28 34 09

Hitachi Zosen INOVA (HZI)

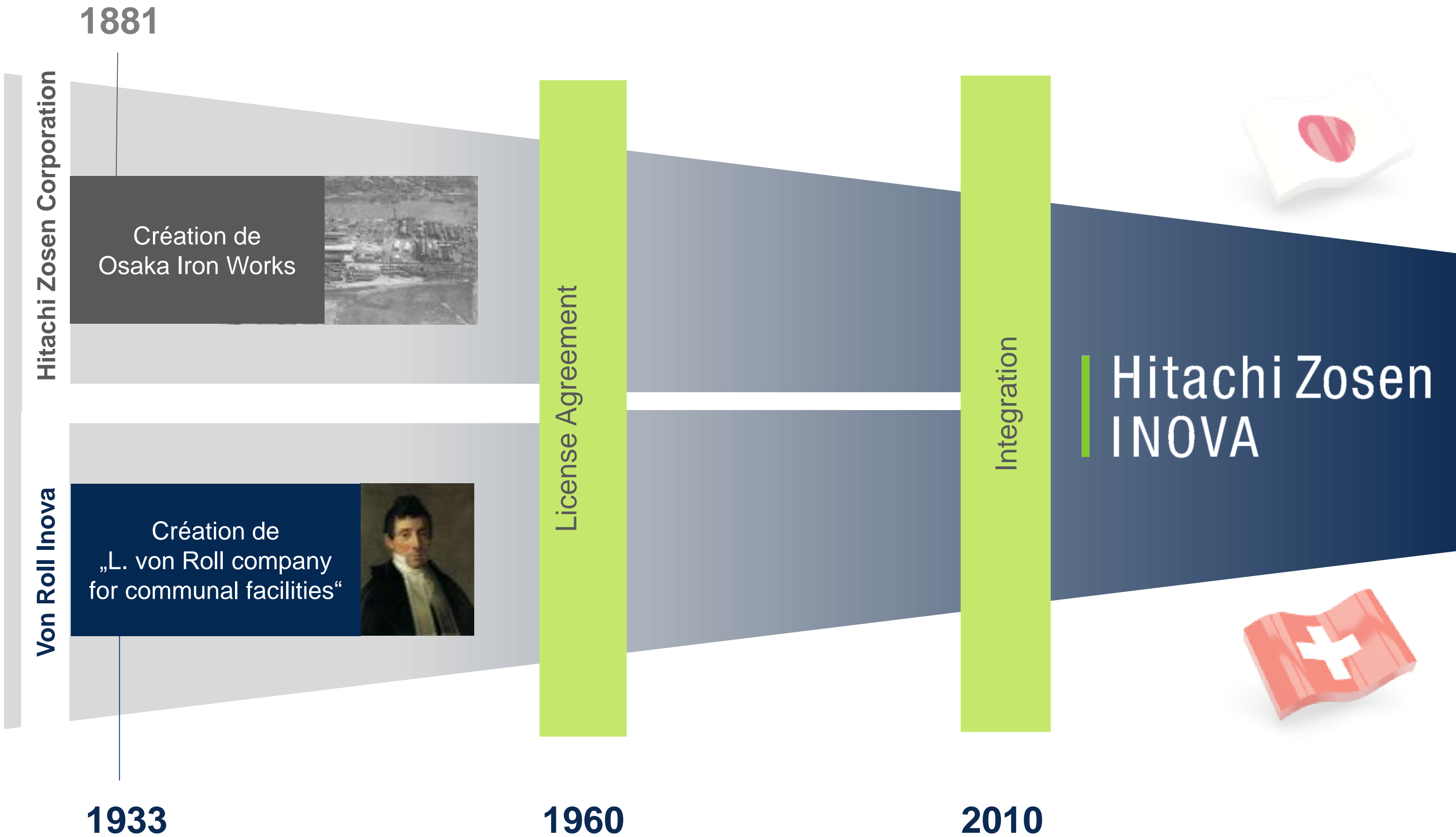


● Bureau Hitachi Zosen Inova

- | Leader mondial du WtE (Waste-to-Energy)
 - | Basé à Zurich
- | Usines clé en main (EPC), systèmes et services, solutions DBOO (Design-Build-Own-Operate) à l'échelle mondiale
- | Technologies propriétaires (électrolyse, bio. & cat. méthanation)
- | Plus de 600 projets de référence dans le monde
- | Plus de 80 ans d'expérience
- | +1'400 collaborateurs en CH, DE, US, UK, etc.
- | Une filiale d'Hitachi Zosen Corporation



Historique



BU Gaz Renouvelable

2014

 Hitachi Zosen INOVA
 Hitachi Zosen Inova acquires Kompogas technology

2015

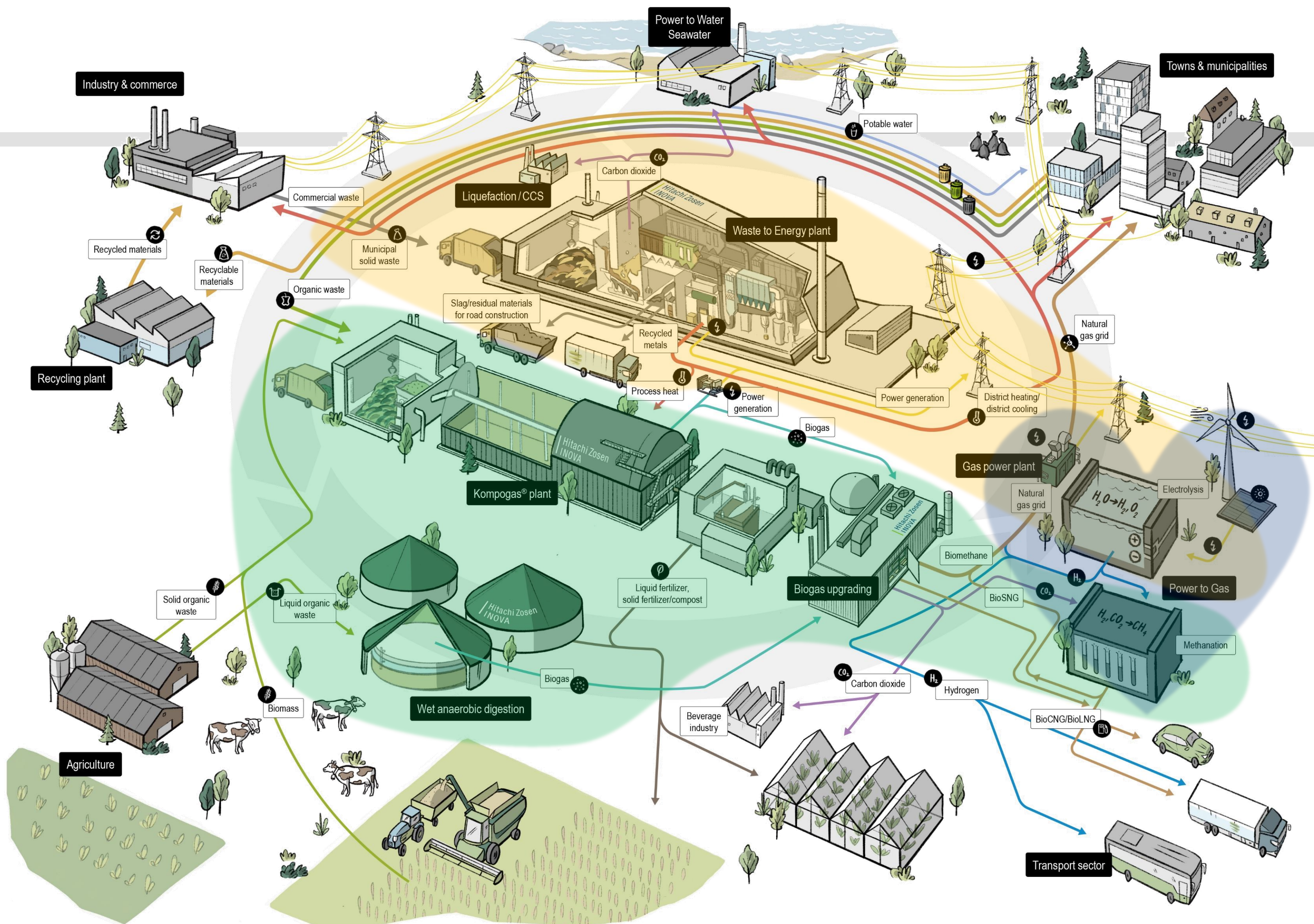
 Hitachi Zosen INOVA
 Hitachi Zosen Inova acquires MT-BioMethan GmbH
 Extension of Kompogas technology opens up new potential in biogas business.

2016

 Hitachi Zosen INOVA
 Hitachi Zosen Inova acquires Etogas GmbH
 Addition to technology portfolio opens up new prospects in the Power-to-Gas area

2021

 Hitachi Zosen INOVA
 Hitachi Zosen Inova acquires Schmack from Viessmann group
 Widdens Anaerobic Digestion technology portfolio and expertise



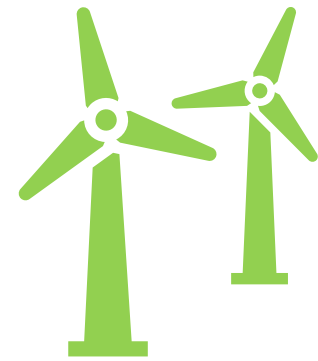
- | Génération H2 vert
 - | Electrolyse
 - | Pyrogazéification
 - | Etc...

- | Génération de biogaz
 - | Méthanisation
 - | Pyrogazéification
 - | Etc...

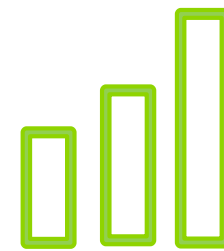
- | Méthanation
 - | Catalytique
 - | Biologique



Conversion de l'électricité verte et de la biomasse en méthane synthétique



Conversion des excédents énergétiques en H₂ puis en e-methane



Utilisation et débouché direct de l'H₂ renouvelable

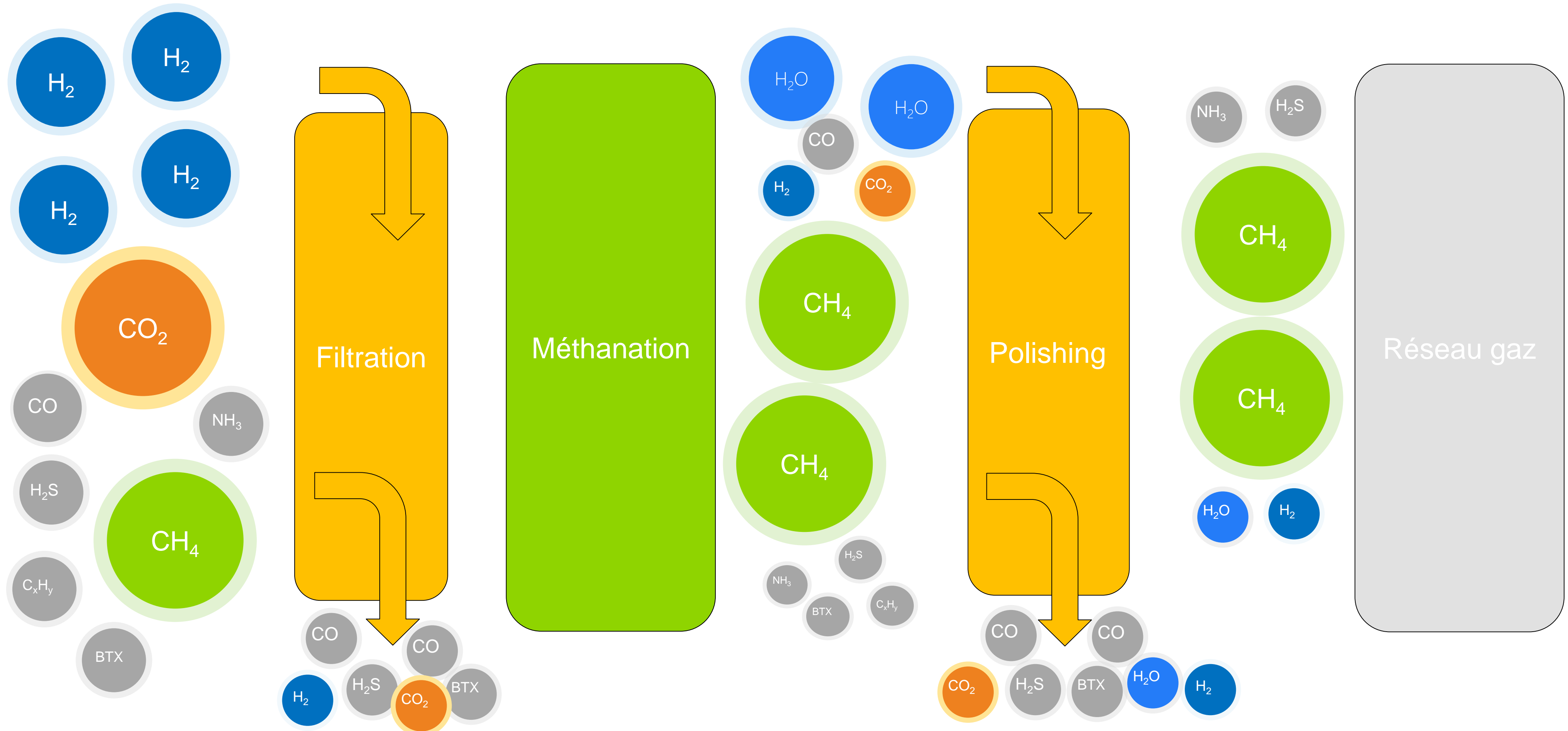


Utilisation du CO₂ comme matière première et réduction des émissions directes

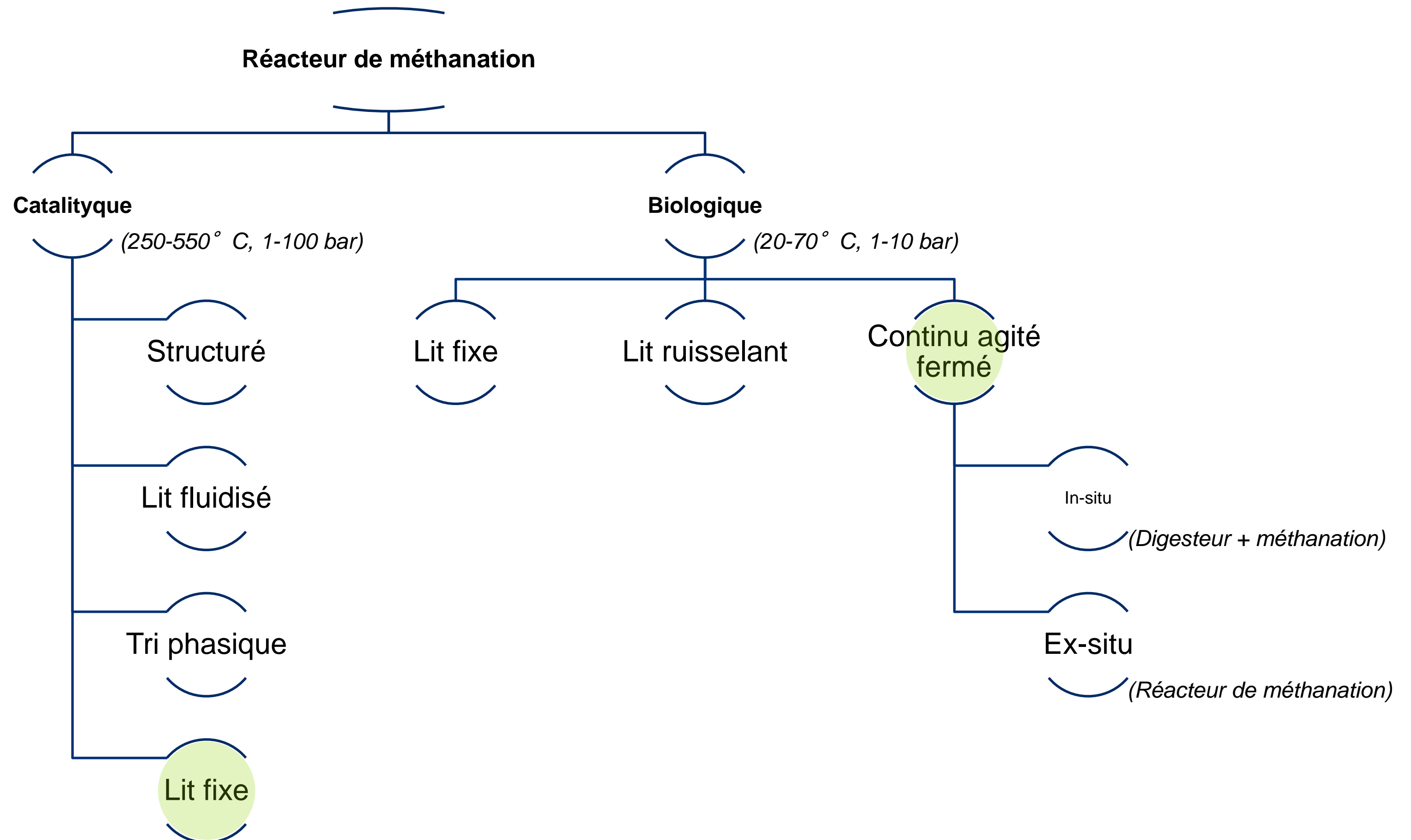


Injection continue de CH₄ renouvelable dans les infrastructures existantes

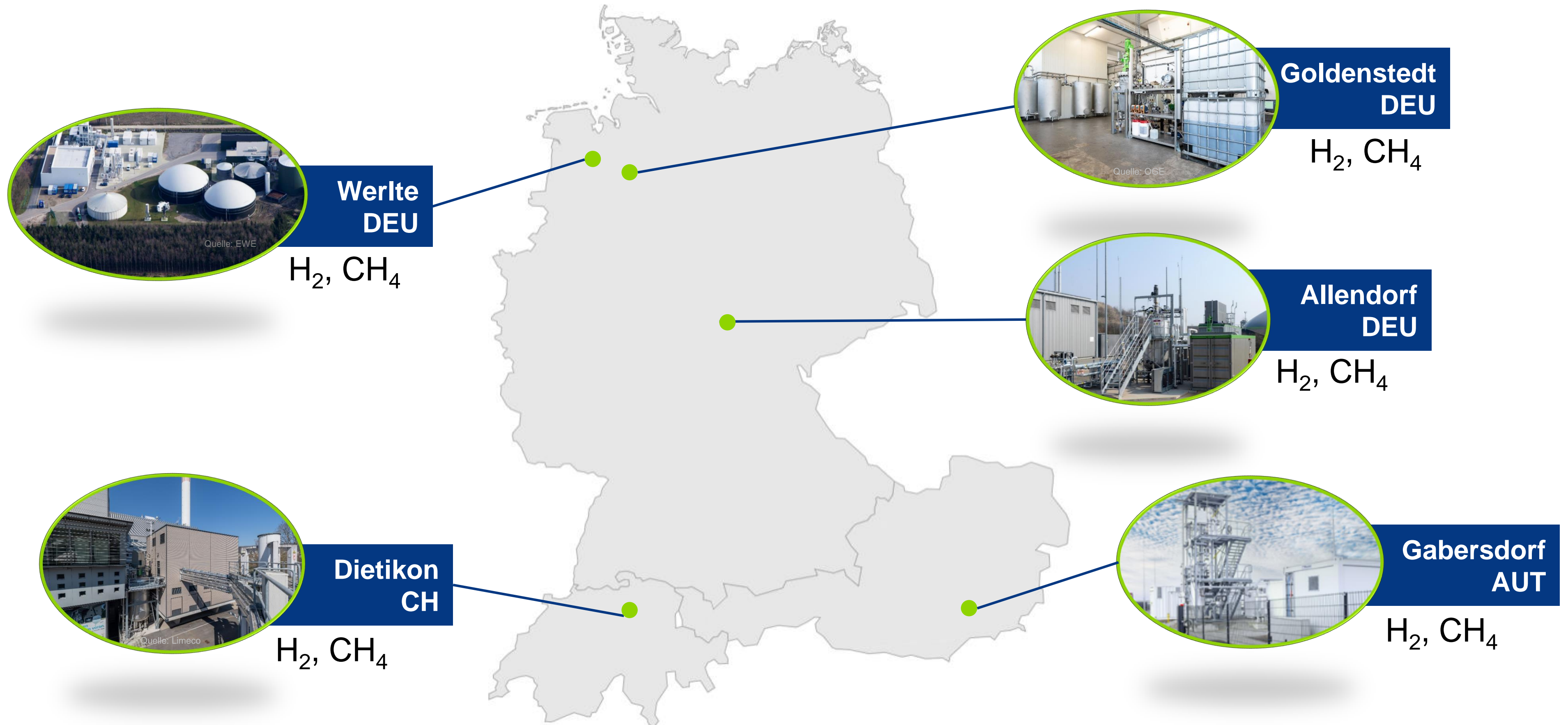
Processus complet de méthanation



Concepts de réacteurs



HZI Power-to-Gas en Europe



Hydrogen-to-Methane Méthanation biologique BiON®

Avantages

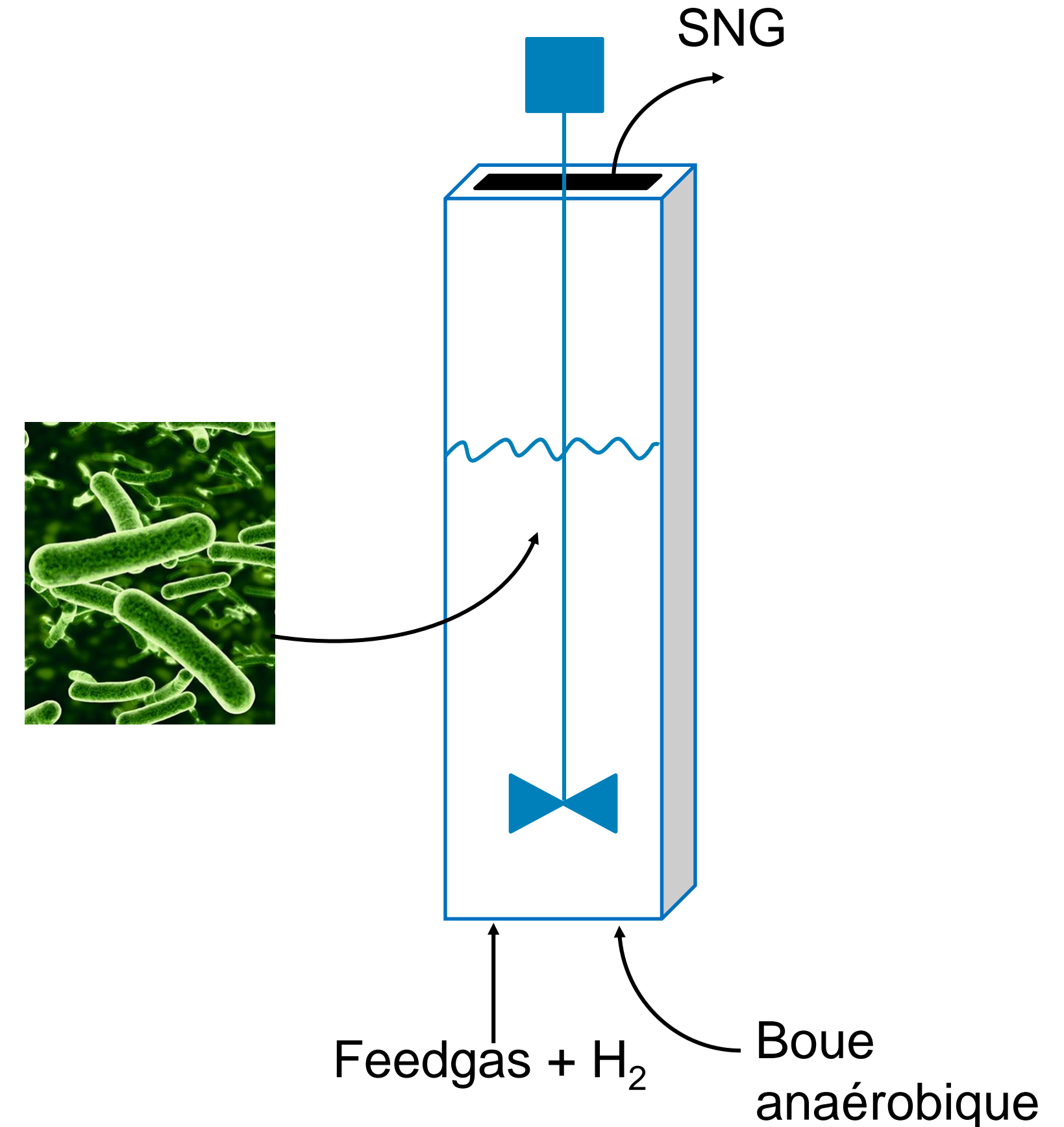
- Micro organisme catalyseur robuste
- Haute tolérances aux traces de gaz
- Système d'opération dynamique
- Réacteur 100% automatisé & flexible
- Unité et process prévu pour le scale up
- Haute concentration en méthane

Données techniques

- Basse pression
- Basse température
- Pureté de méthane > 96%
- Charge 20 – 100%



Conversion par le biais de micro-organisme : Archées



Conditions nécessaires :

Boue anaérobie

Hydrogen-to-Methane Méthanation biologique BiON®



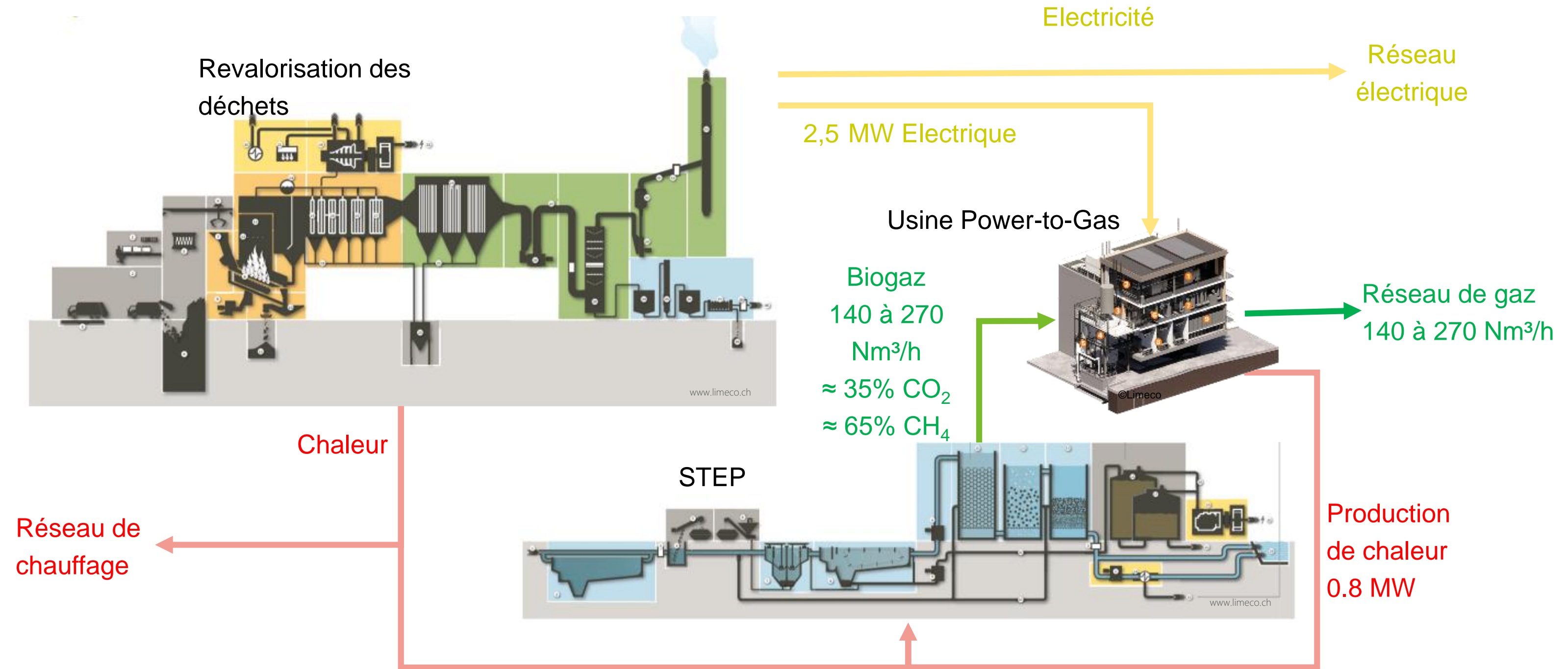
Hydrogen-to-Methane Méthanation biologique BiON[®] Référence LIMECO, Suisse



Plant capacity 2,5 MW
RNG-production 230 Nm³/h
Commissioning 2022

Hydrogen-to-Methane

Méthanation biologique BiON[®] Référence LIMECO, Suisse



Hydrogen-to-Methane

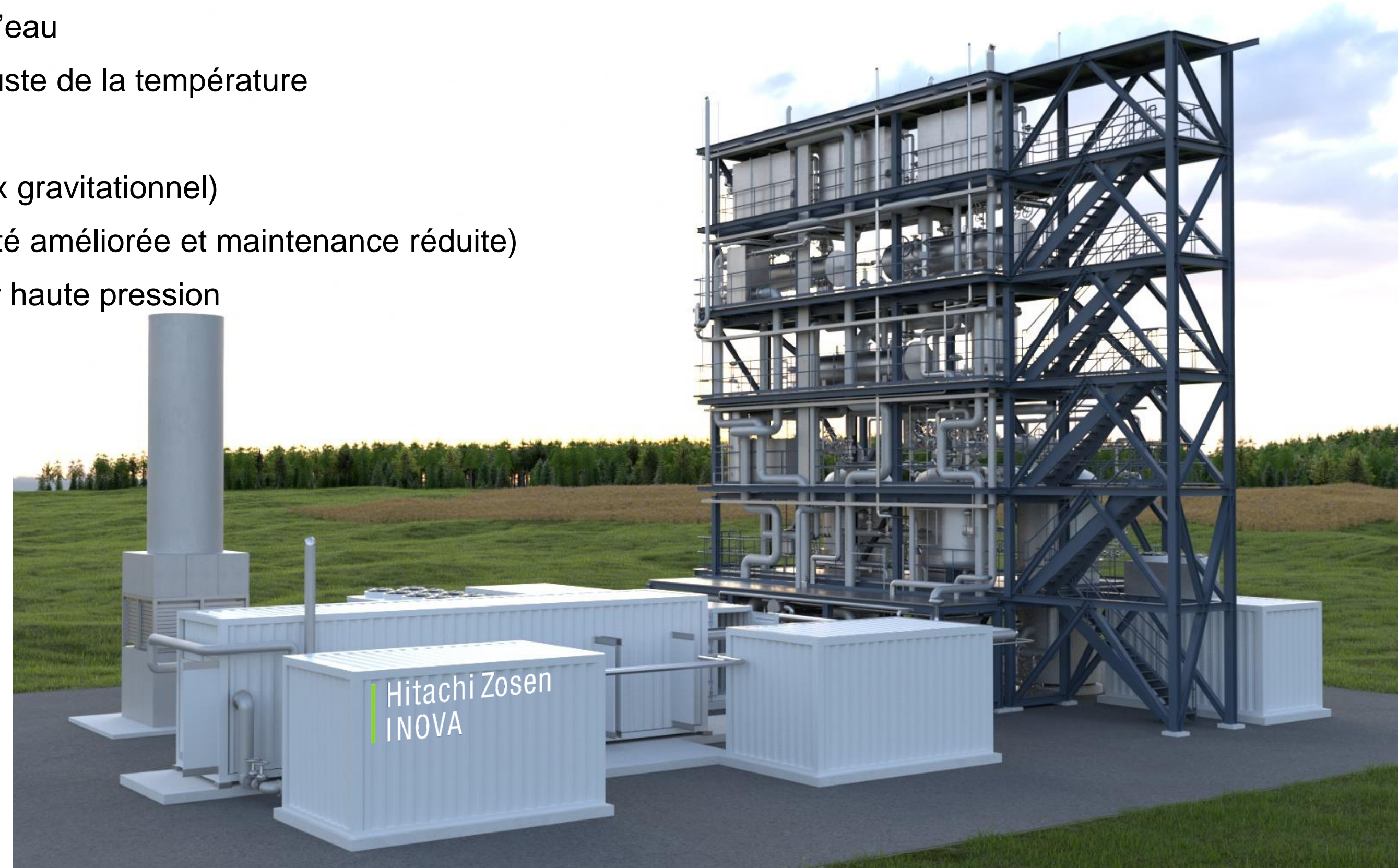
Méthanation catalytique Pythia

Avantages

- Réacteur à plaques exclusif et éprouvé
- Intégration optimale de la chaleur et de l'eau
- Méthanation en une étape, contrôle robuste de la température
- Pièces mobiles minimales
- Consommation électrique minimale (Flux gravitationnel)
- Pas de refroidissement de l'huile (sécurité améliorée et maintenance réduite)
- Production d'eau déminéralisé et vapeur haute pression

Données techniques

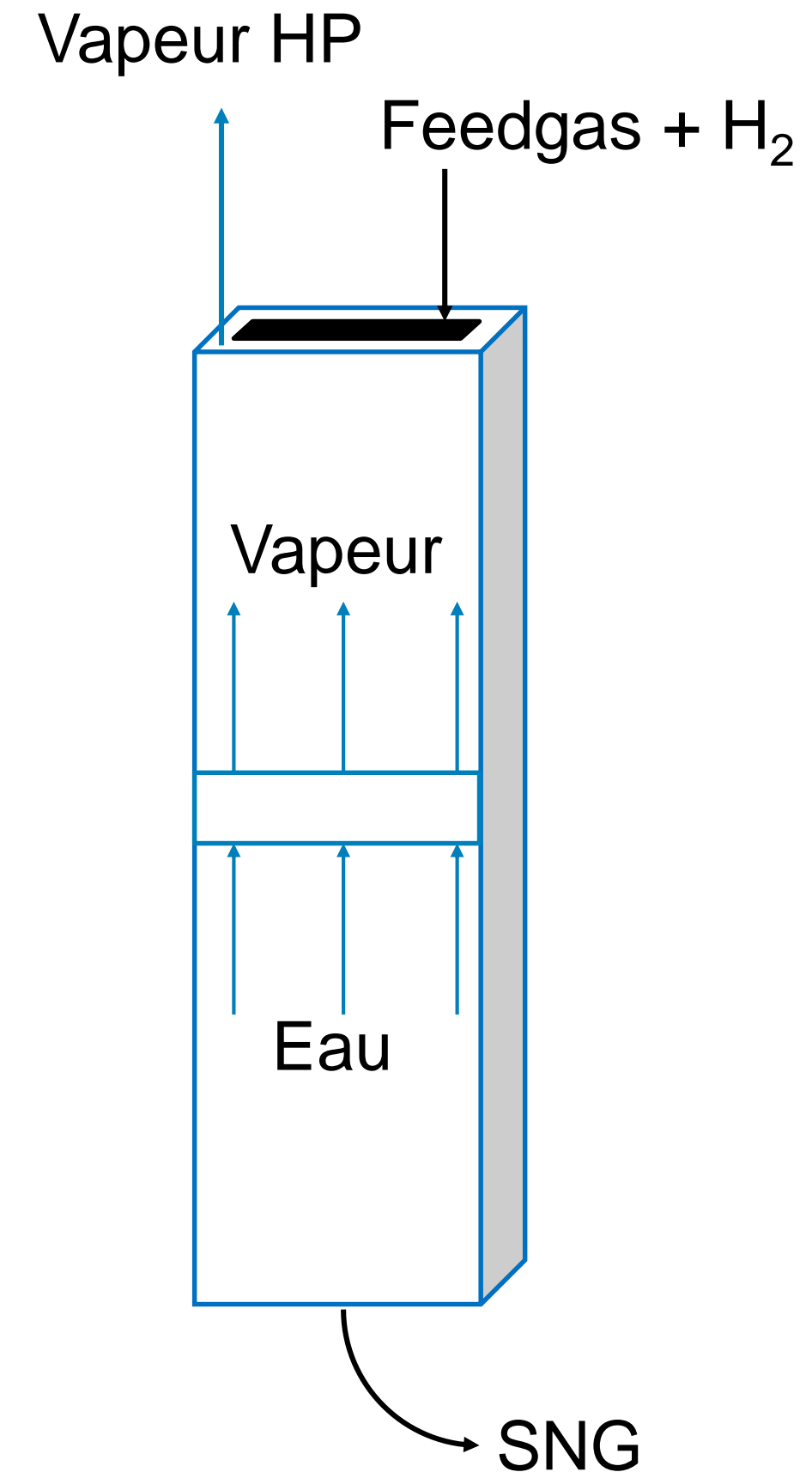
- Basse pression
- Haute température
- Pureté de méthane > 96%
- Charge 50 – 100%



- Conversion par le biais d'un catalyseur métallique

- Conditions nécessaires :

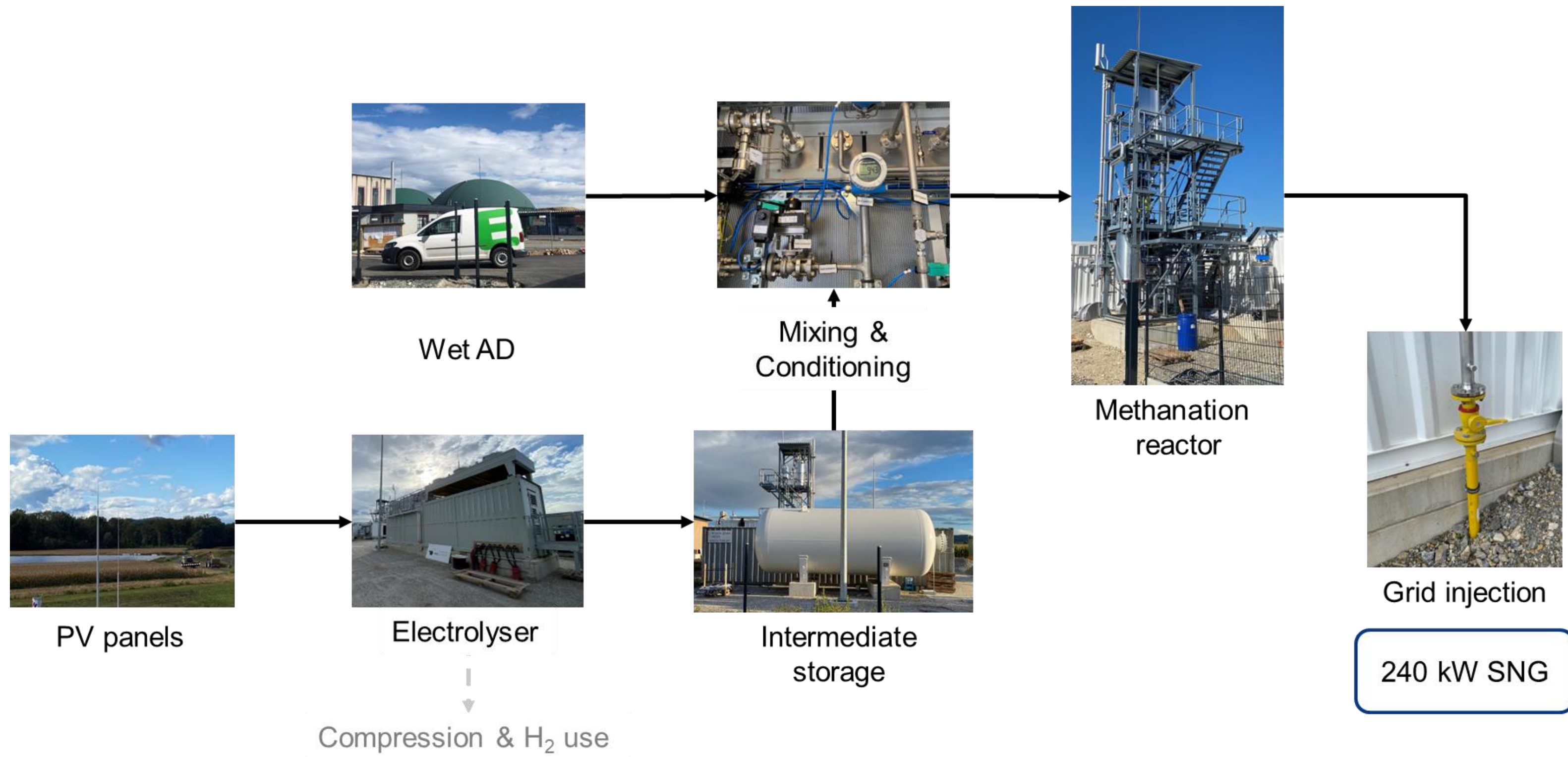
- Taille minimale
- Vapeur HP à valoriser



Hydrogen-to-Methane Méthanation catalytique Pythia – Référence Gabersdorf, Autriche



Hydrogen-to-Methane Méthanation catalytique Pythia – Référence Gabersdorf, Autriche



Catalytique VS Biologique

| | Méthanation catalytic | Méthanation biologique |
|-----------------------------|--|---|
| Taille | + (supérieur) | o (inférieur) |
| Gaz intrant possible | pur, biogaz, gaz synthétique | pur, biogaz, gaz synthétique |
| Catalyseur | Catalyseur à base de Nickel | Biocatalyseur (archées hydrogénotropes) |
| Tolérance aux traces de gaz | o (inférieur) | + (supérieur) |
| Conversion au CO possible | Oui | Non |
| Type de réacteur | Réacteur à plaque fixe refroidi / Mono-étage | Réacteur à cuve agitée continue |
| Dégradation / durée de vie | Oui | Non |

Catalytique VS Biologique

| | Méthanation catalytique | Méthanation biologique |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Pression / température de fonctionnement | Pression réseau / Haute température | Pression réseau / Basse température |
| Qualité de méthane | > 96 % (épuration en complément) | > 96 % (épuration en complément) |
| Possibilité d'utilisation de chaleur résiduelle | Oui (vapeur HP) | Oui (basse température) |
| Demande de puissance | + (inférieur) | o (supérieur) |
| Production d'eau déminéralisée | Oui | Non |
| Dynamique des processus | o (inférieur) | + (supérieur) |
| Empreinte au sol | + (inférieur) | o (supérieur) |

We care. We deliver. We innovate.

| Contacts :

| Yannick Saint – Sales Manager Gaz Renouvelable

| Yannick.saint@hz-inova.com

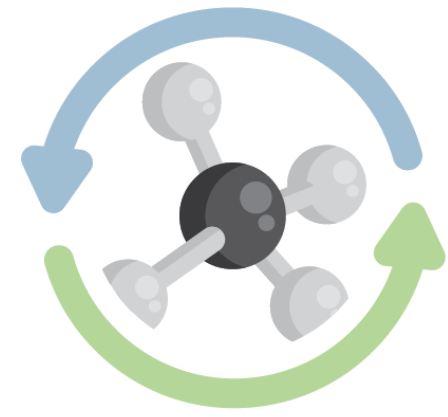
| Mobile +33 6 75 28 34 09



Projet Métharen

Production de e-methane flexible et durable

Geneviève GEFFRAYE, CEA



METHAREN

METHAREN, a flexible and sustainable way to e-methane

Geneviève Geffraye



CEA, LITEN



This project has received funding from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation programme under Grant Agreement No. 101084288. All rights reserved. This document is protected by copyright. The contents and information in this document, in particular text, drawings and images it contains, are strictly confidential and may not be altered or amended, copied, used or disclosed without the express permission of the rights holder.

REPowerEU

- A 300-billion-euro plan of the European Commission to help secure energy supply and accelerate the ecological transition

These investments include:



DOUBLING THE EU AMBITION FOR BIO METHANE AND PRODUCE 35 BILLION CUBIC METERS PER YEAR BY 2030




R&I in innovative technologies are needed to boost the bio methane and renewable fuels production.

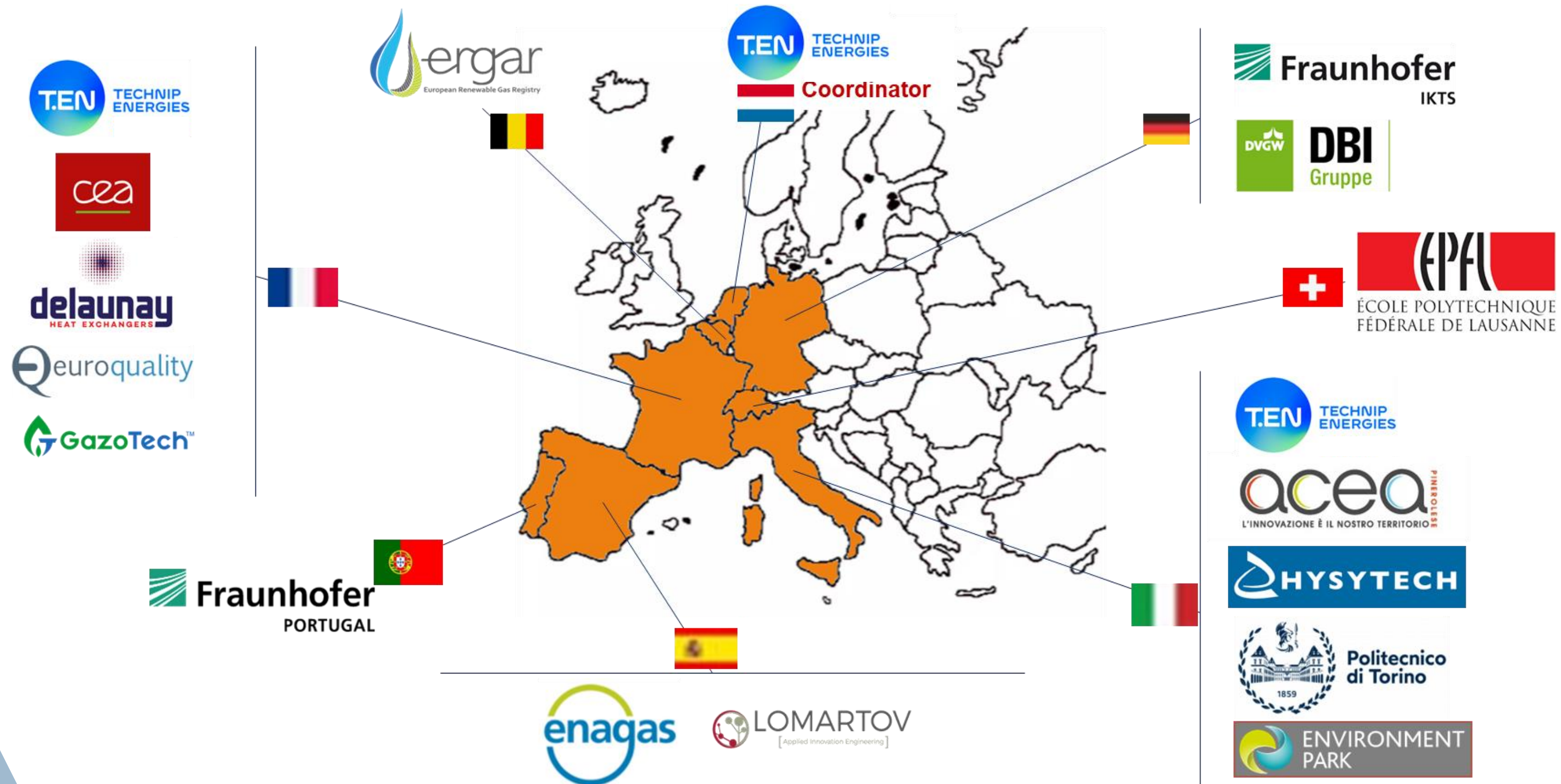
- Twenty R&I projects in Horizon 2020 (€120 million) focused on innovative technologies for production of sustainable bio methane. The results will be integrated on bio methane grid access.
- Two additional R&I projects were awarded on bio methane barriers and enablers deployment (€30 million).



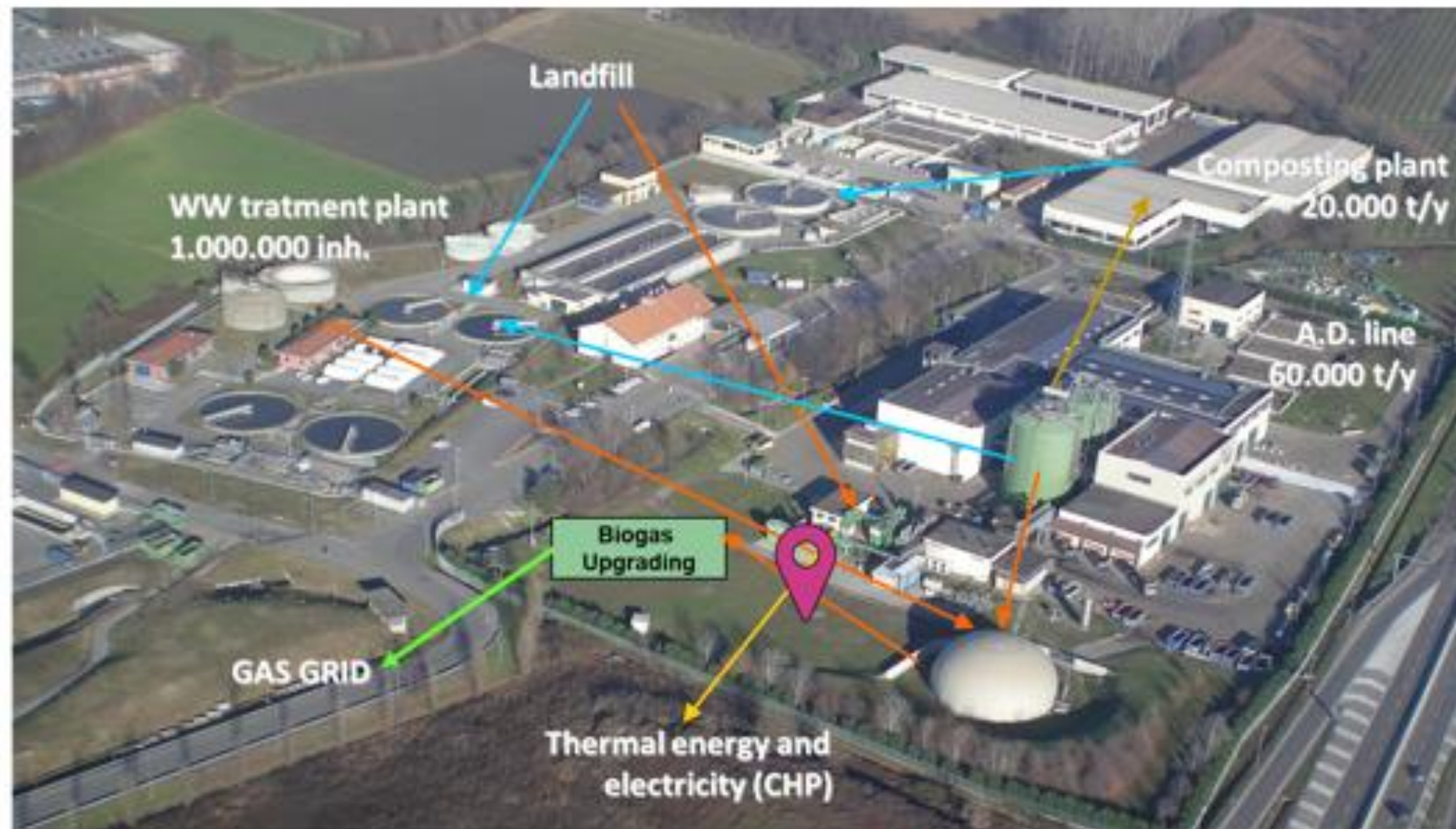
METHAREN project : R&I European project (Horizon Europe)

- 5 years duration: 1/11/2022 – 31/10/2027
- 8 countries, 18 partners

18 partners  +10 million grant  1 pilot site 



Location of the pilot: ACEA, Piemonte, Italy



ANAEROBIC DIGESTION



GASHOLDER



UPGRADING



Gas network

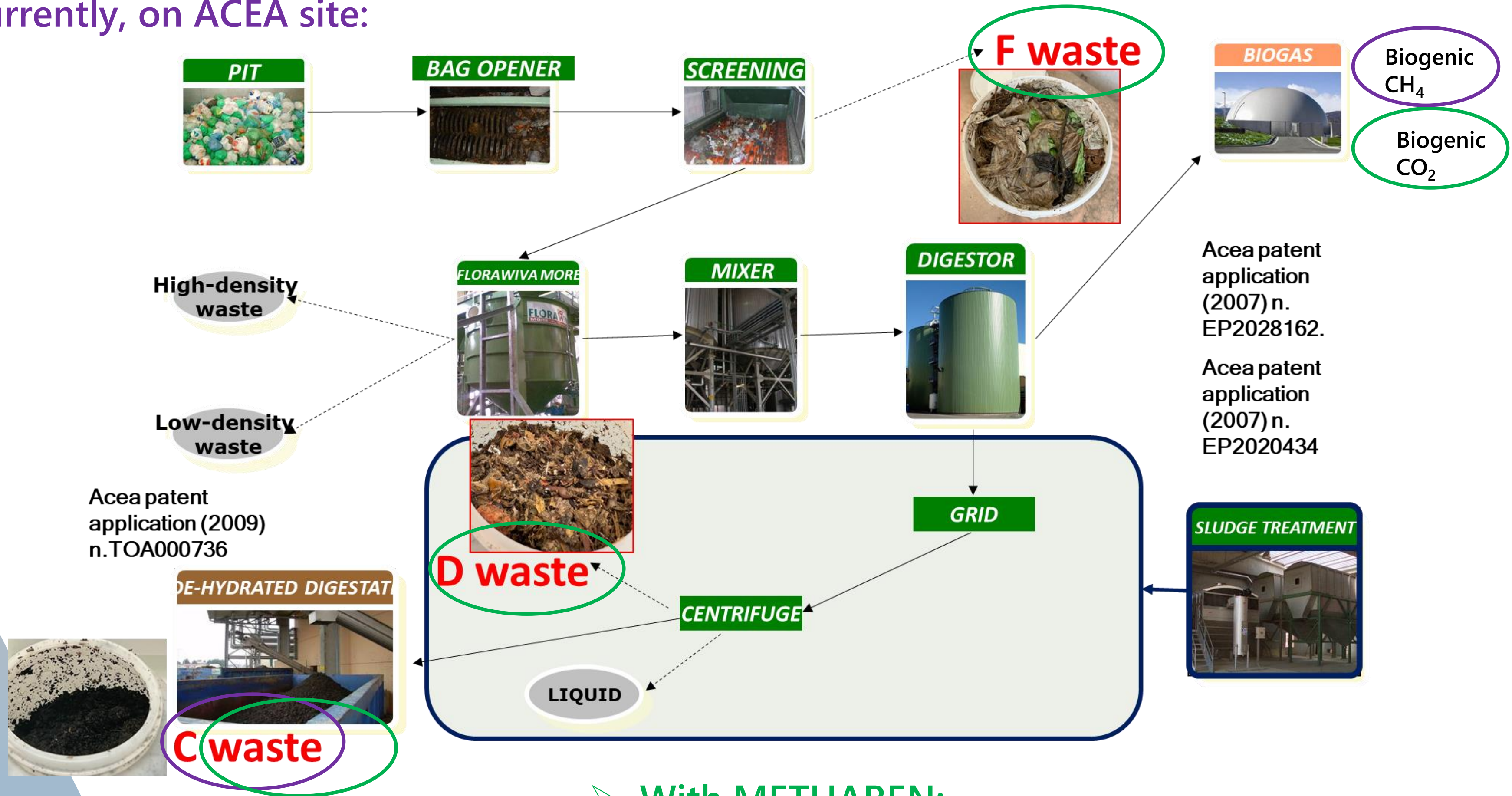


ACEA Waste Treatment Plant

- ✓ Capacity: 60.000 t / year (serving roughly 1.000.000 inhabitants)
- ✓ Biogas flow: 950 Nm³/h from anaerobic digestion and WWT
- ✓ Biomethane flow injected into the natural gas grid: 560 Nm³/h

METHAREN proposal

➤ Currently, on ACEA site:

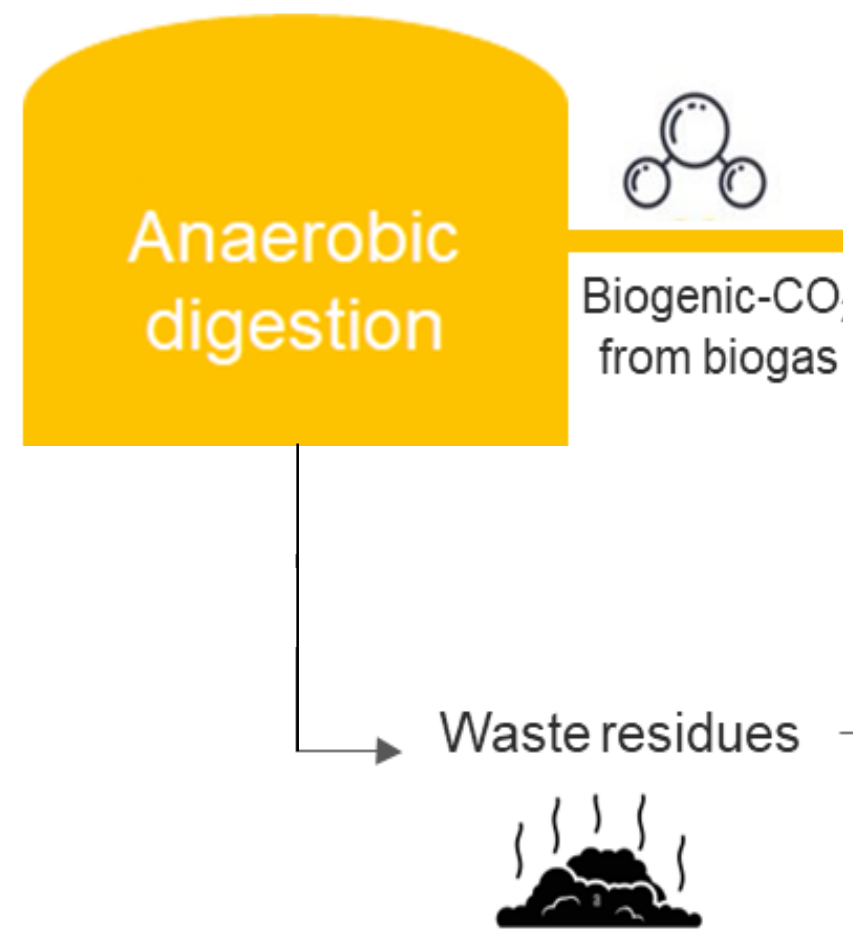


➤ With METHAREN:
Valorisation of biogenic-CO₂ and discarded residues



METHAREN scheme

Pilot scale ~3% scale of the ACEA site



- Pilot operation will differ and be adapted according REN availability



METHAREN: Overview of the objectives

- Efficiency boosting
 - Increase biomethane production through the valorisation of biogenic-CO₂ and discarded residues

🎯 Enhanced production potential >150%

- Flexibility
 - Demonstrate the system efficiency to manage the RES intermittency
 - Energy management system
 - Efficient conversion of intermittent power into biomethane

🎯 Electrical conversion efficiency of 70%

- Circularity
 - Maximize circular and sustainable biomethane production through an optimal integrated process
 - Heat recovery and power integration to minimize overall energy consumption

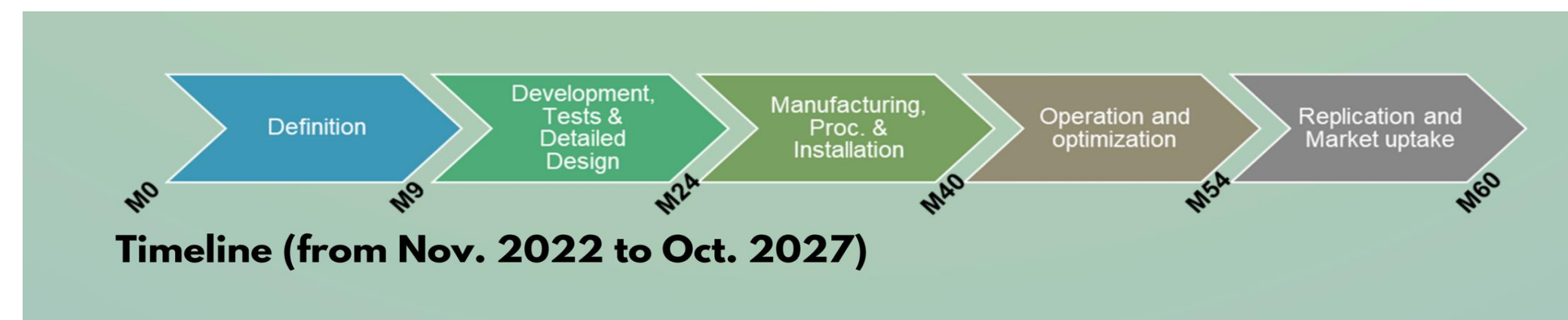
🎯 40% of electrolyser heat demand recovery

- Business models and adapted policies
 - Demonstrate strong market uptake and upscaling potential
 - New business models

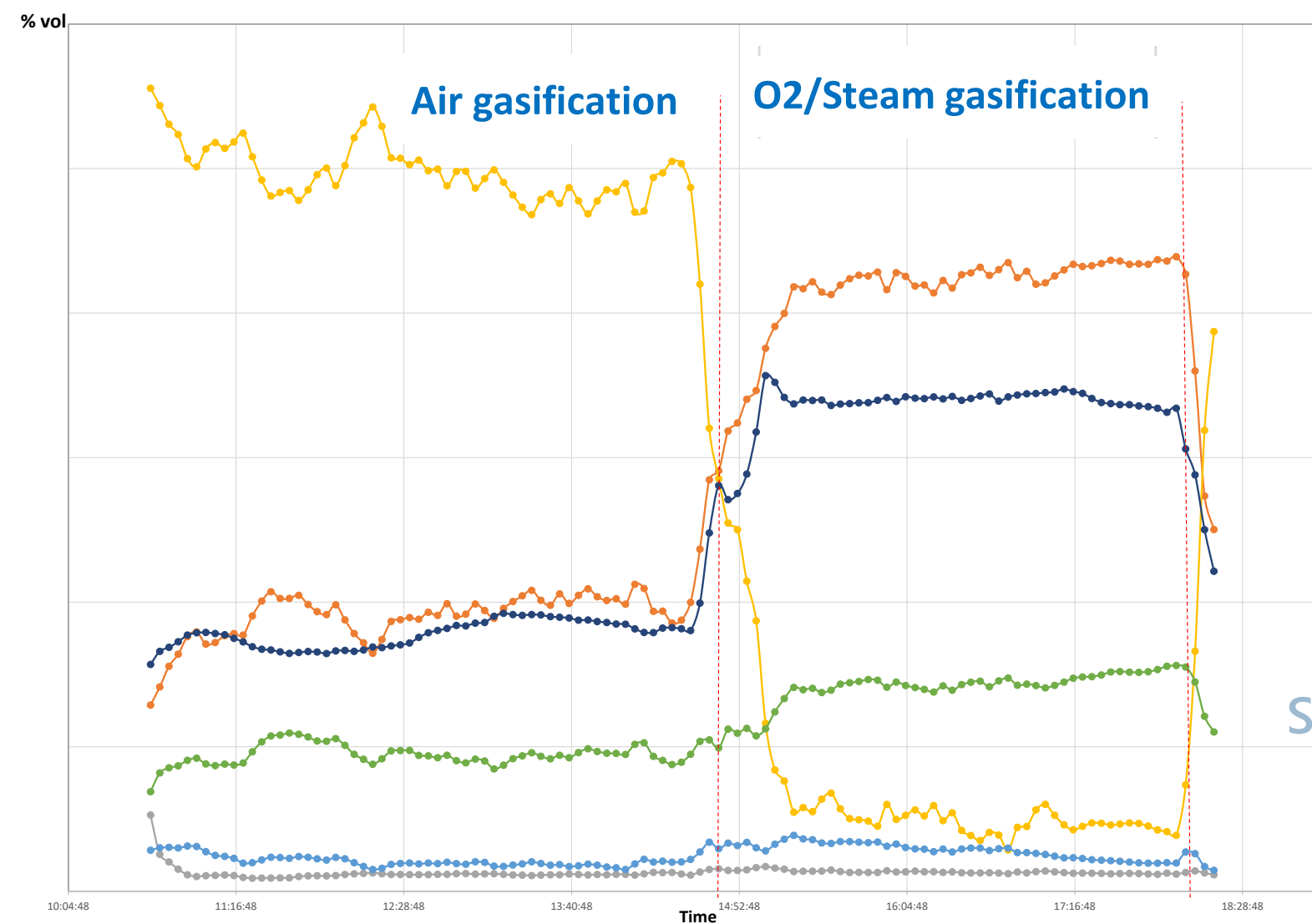
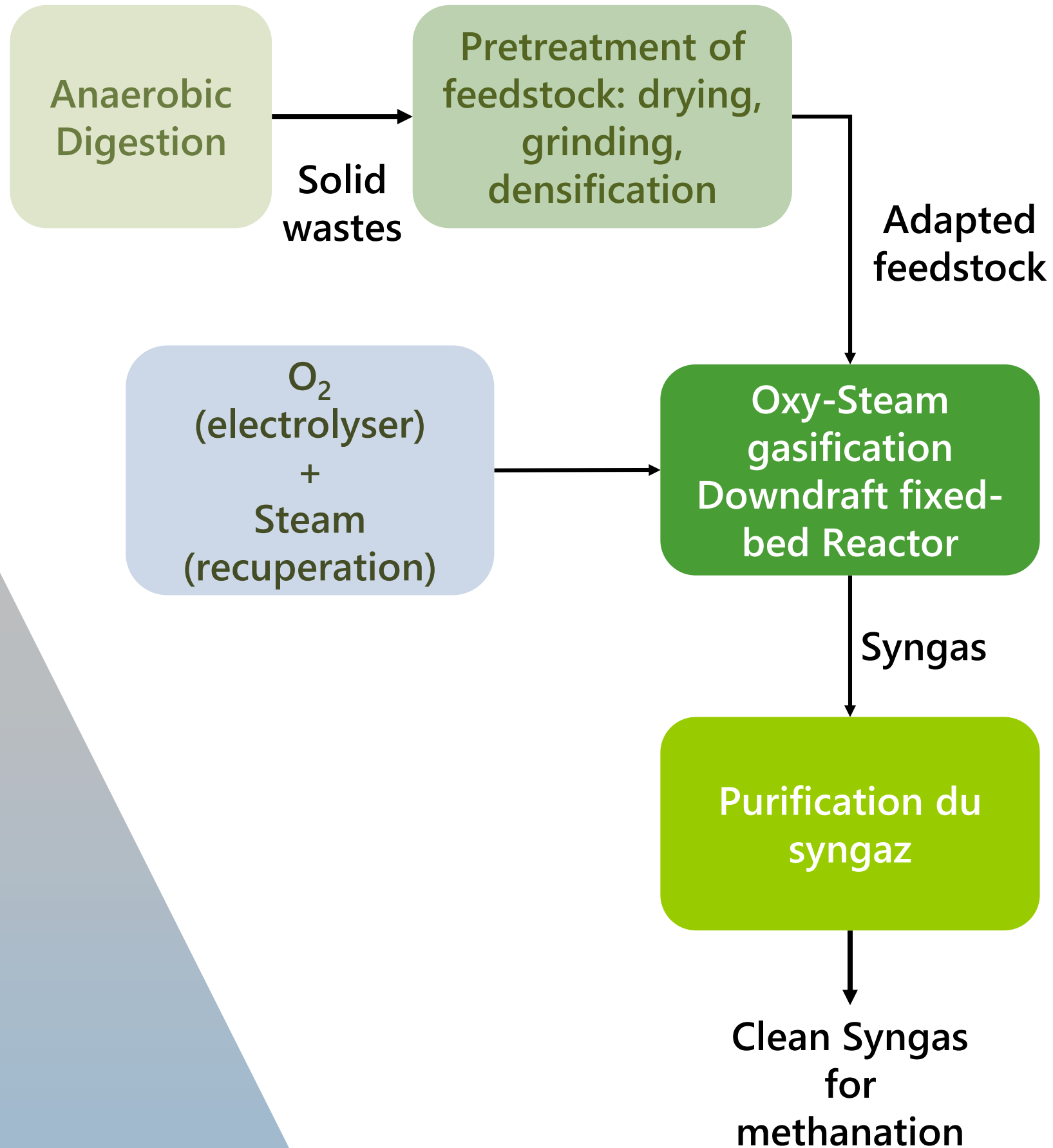
🎯 Policy recommendations

- Towards achieving EU climate and energy goals

🎯 Reduction of 50% of GHG overall emissions



Gasification process: Oxy-Steam Gasification

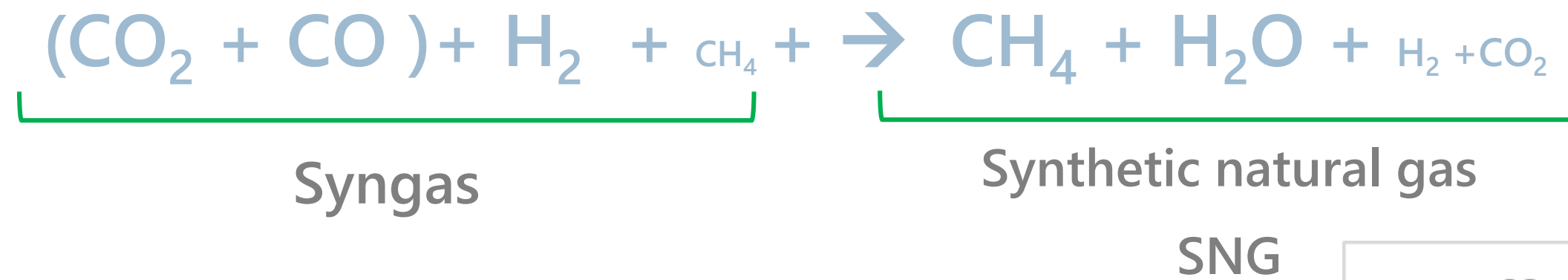


ARIANE-20 Gasifier

Syngas composition evolution

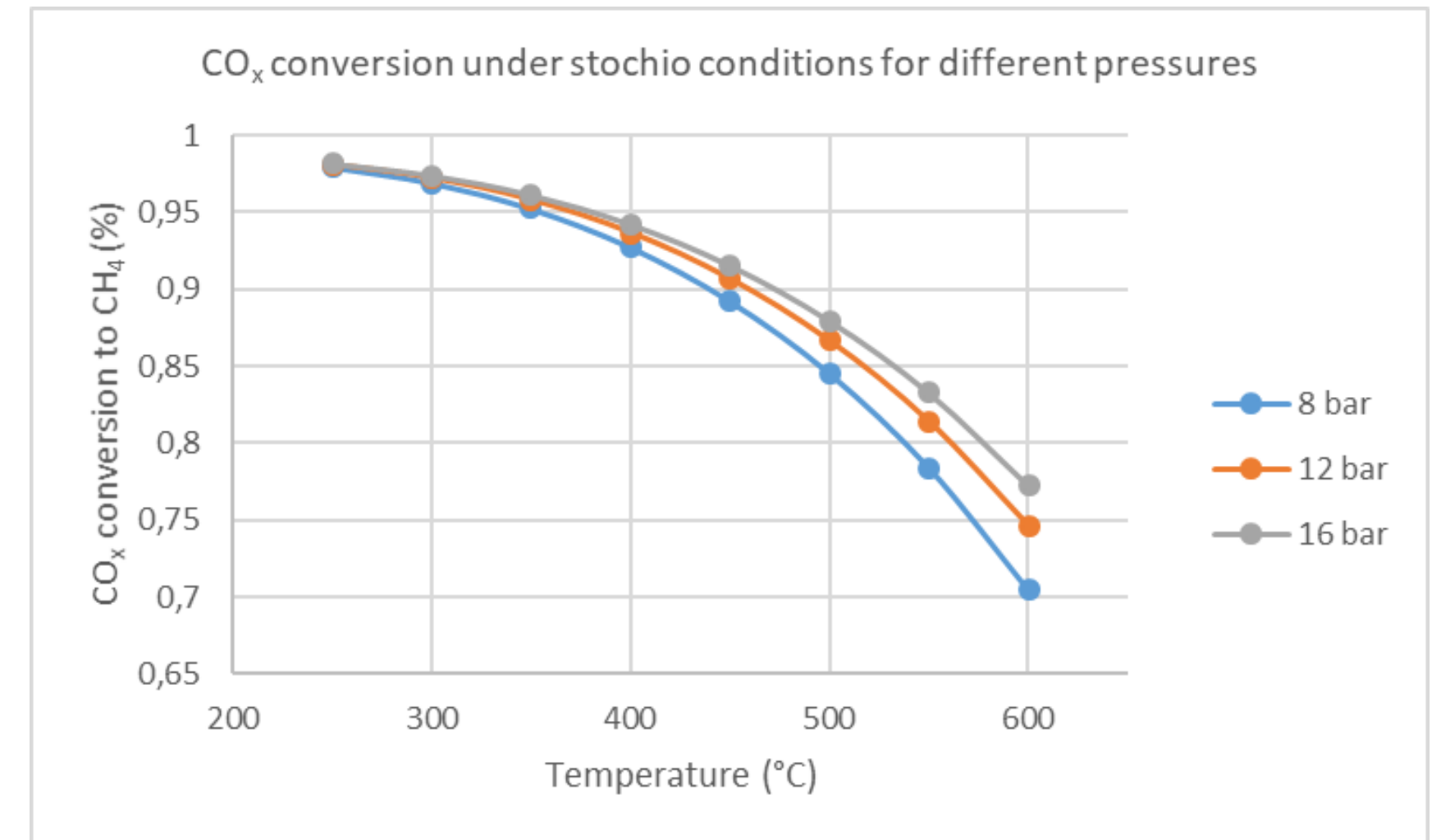
Methanation process

Methanation reaction of syngas



Quality of SNG depends on Methanation reactor design:

- Pressure & temperature conditions
- Management of heat produced in the reaction



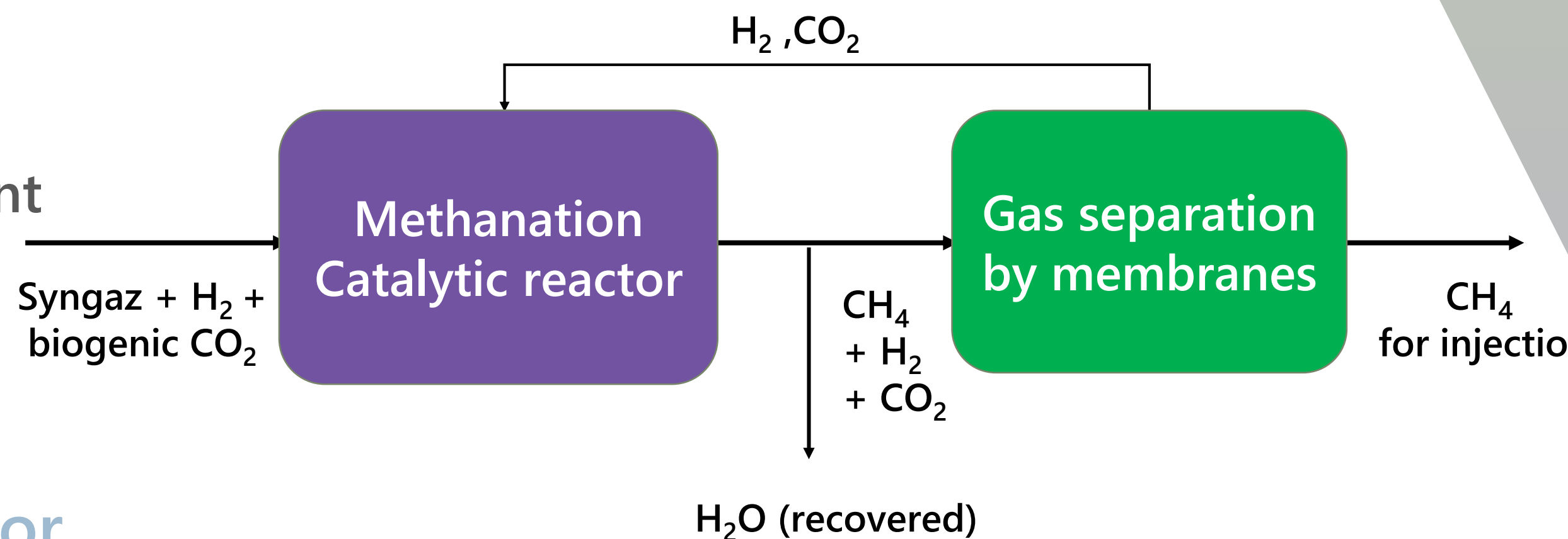
Synthetic natural gas quality: METHAREN approach

Reactor architecture

- Shell and tube reactor with an innovative design that allows gas flow through catalyst bed to optimize reaction heat management

Recirculation of recovered unwanted stream to the inlet of methanation reactor

- This allows full conversion of carbon products to methane



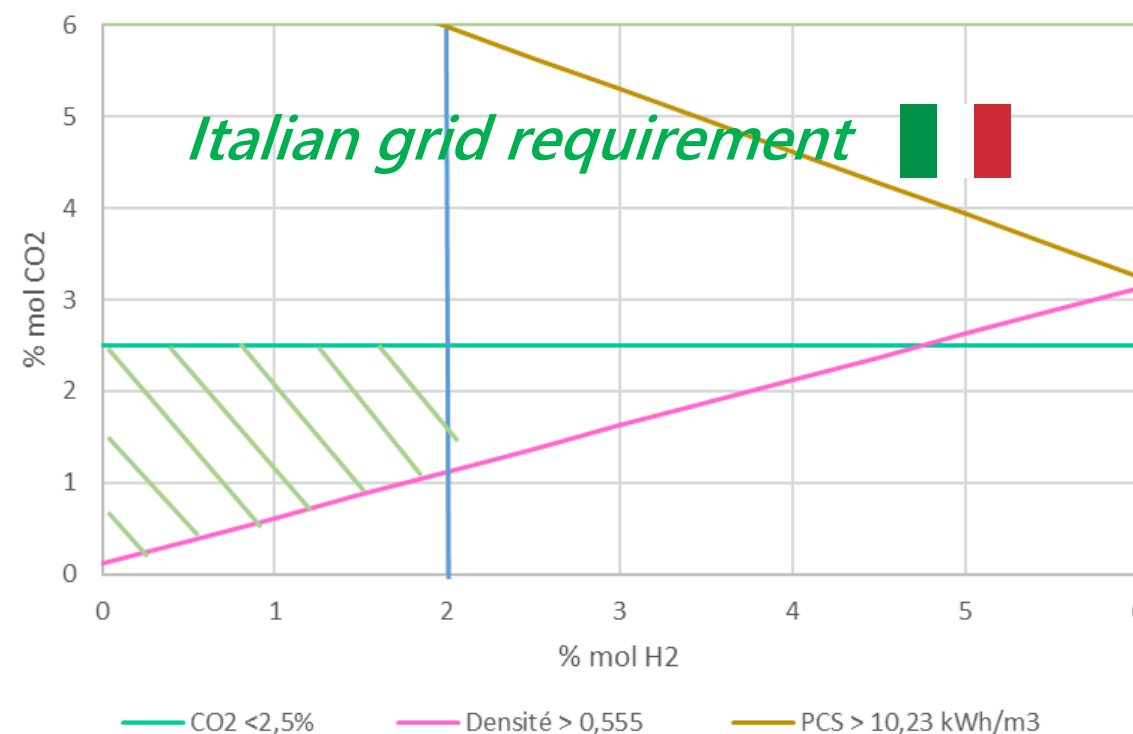
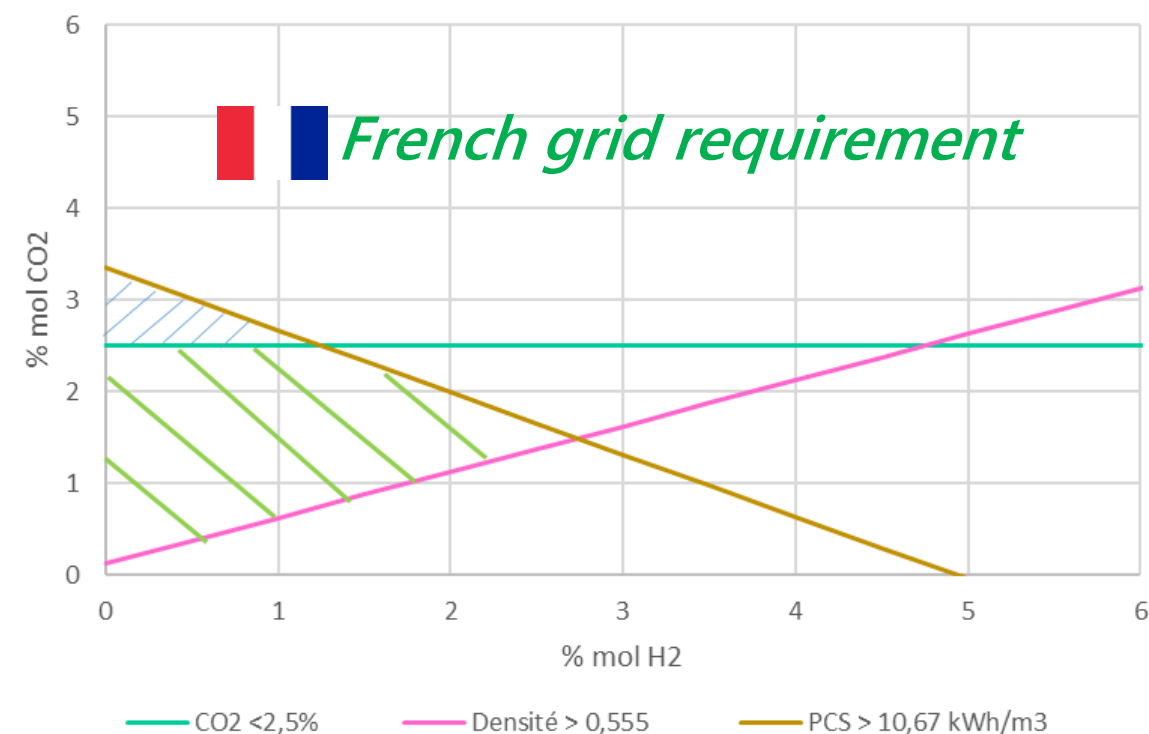
Gas quality consideration

Synthetic natural composition can be adjusted to “almost” the desired one

- Thanks to the purification stage
- Optimizing reaction conditions

And some consideration should be taken into account

- Gas specification is a National issue
- Minimum relative density or PCS can be difficult to reach



| %mol | <i>Italian Spec requirement</i> | <i>French Spec requirement</i> |
|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| CO ₂ | ≤ 2.5 | < 2.5 TSO grid < 3.5 DSO grid |
| CH ₄ | | |
| H ₂ | ≤ 2.0 | < 6.0 |
| Gas properties (15/15), ISO6976:2016 | | |
| HHV (kWh/Nm ³) | 10.2 – 13.2 | 10.7 -12.8 |
| Rel. Density | 0.555 - 0.7 | 0.555 - 0.7 |
| Wobbe in. (kWh/Nm ³) | 13.8 – 15.3 | 13.6 – 15.7 |

Domain to respect gas grid specifications for a mixture CH₄, H₂, CO₂

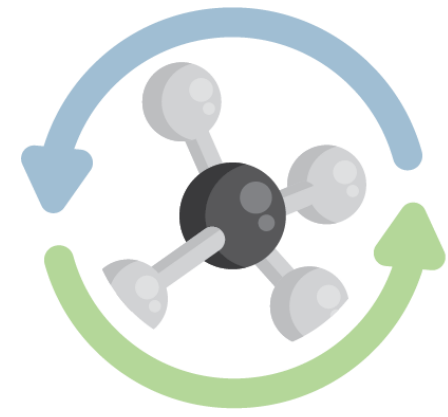
Conclusions – METHAREN process -

The methanation unit, including the reactor, the membranes separation and the recycling will allow to provide quality required for direct injection to the italian grid.

- **Both reactor and membranes will be designed to fulfill those specifications**

The overall Metharen process is an Integrated process adaptable to existing biogas plants

- **Identification of 30 similar sites to be equiped**
- **Enhanced European biomethane production potential by 65%**



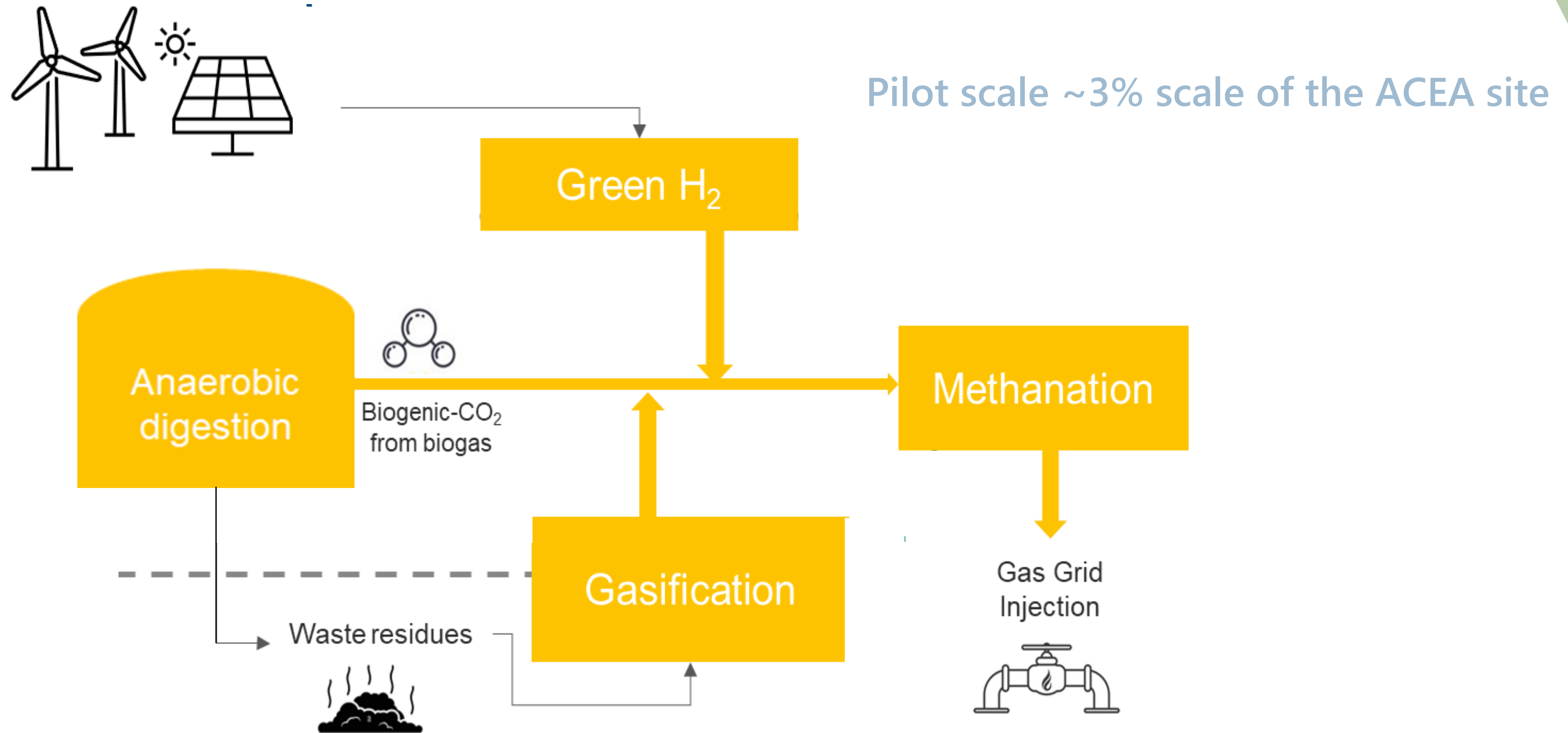
METHAREN

Thank you for your attention

<https://metharen.eu/>



METHAREN scheme



- Pilot operation will differ and be adapted according to REN availability





Questions - réponses