

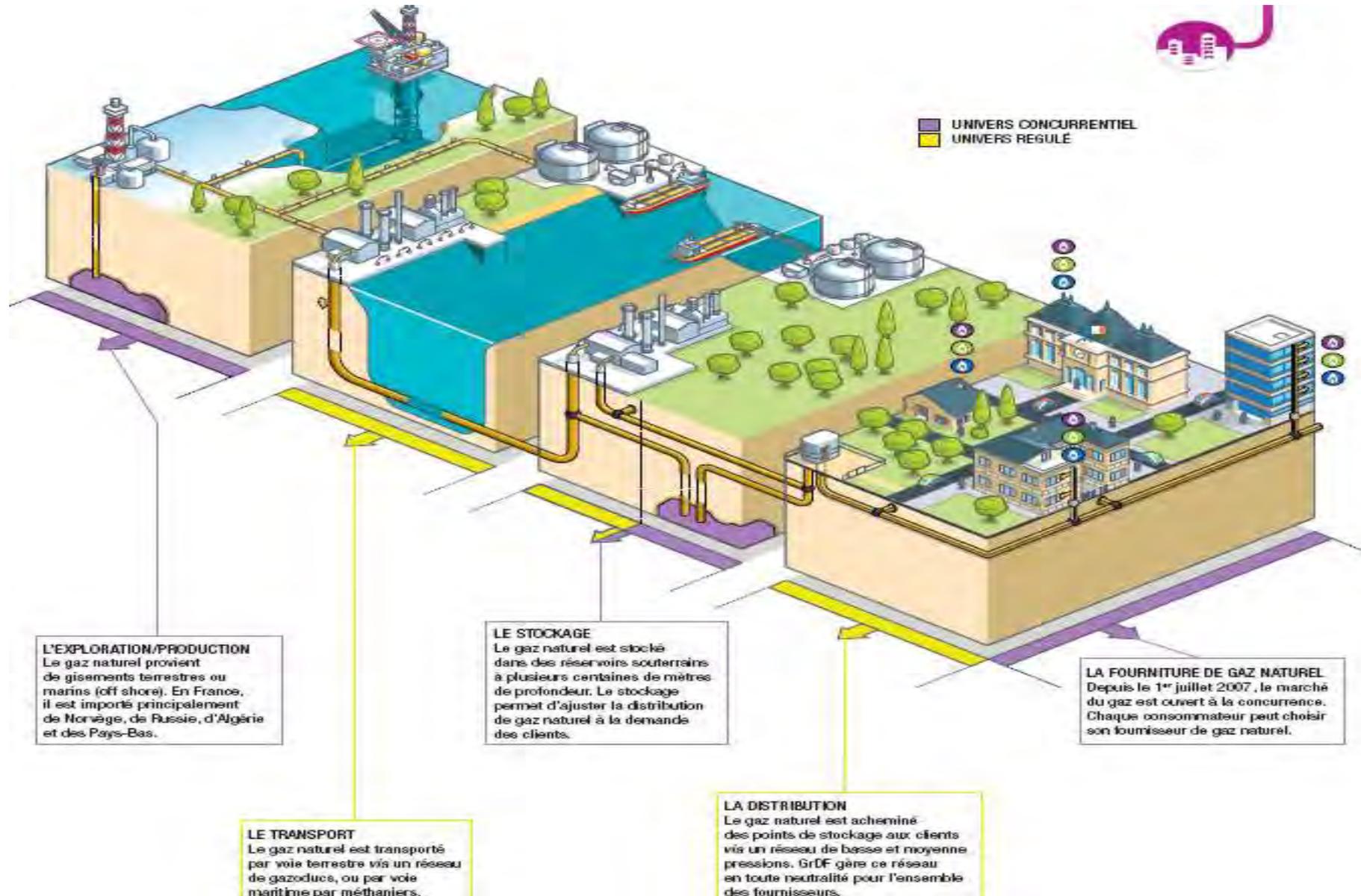
GRDF : QUELLE STRATÉGIE DE R&D POUR LES GAZ VERTS, PILIERS DE LA TRANSITION ÉNERGETIQUE ?

9 NOVEMBRE 2022

TRAVAUX
GRDF
GAZ RÉSEAU
DISTRIBUTION FRANCE

GRDF
GAZ RÉSEAU
DISTRIBUTION FRANCE

La chaîne du gaz



GRDF , principal distributeur de gaz en France

Les chiffres clés 6 mai 2021

Le plus long réseau de gaz en Europe

202 750 km de réseau de gaz, soit **5 fois**
le tour de la Terre

277 TWh de gaz consommé par les clients
raccordés au réseau de distribution

Une entreprise dynamique

11 600 collaborateurs

750 alternants

Recrutement de **496** CDI en 2021

et **435** nouveaux alternants

Un vecteur d'énergie au service des territoires

11 millions de clients en France

9 614 communes desservies par le réseau
de distribution de gaz

77% de la population habitent une commune
desservie en gaz par GRDF

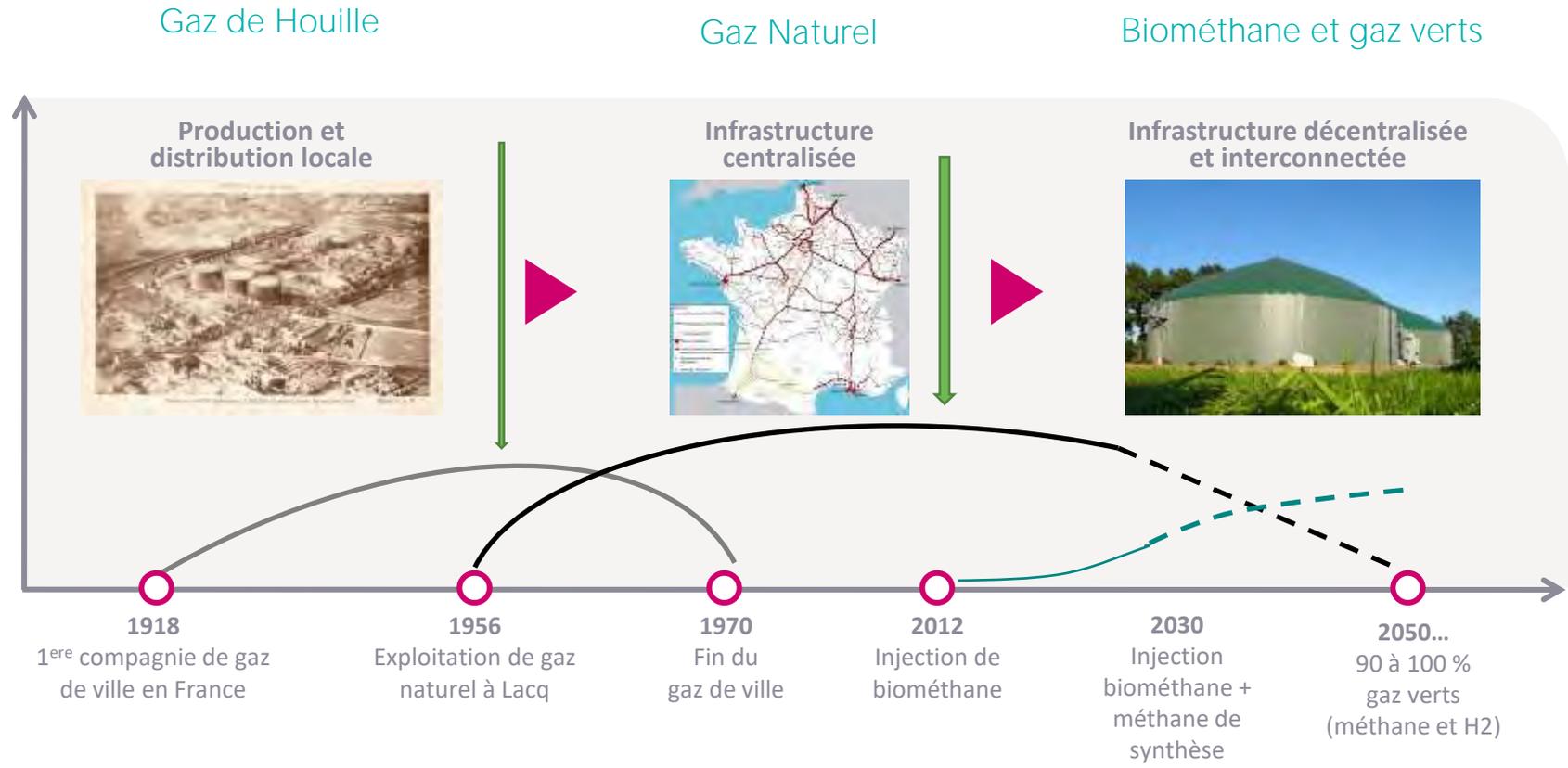
365 sites de méthanisation raccordés aux réseaux
gaziers

dont **305** raccordés au réseau exploité par GRDF

Notre raison d'être

« Agir pour donner au plus grand nombre le choix d'une énergie d'avenir, performante, renouvelable, sûre et abordable, au cœur de la vie des territoires. »

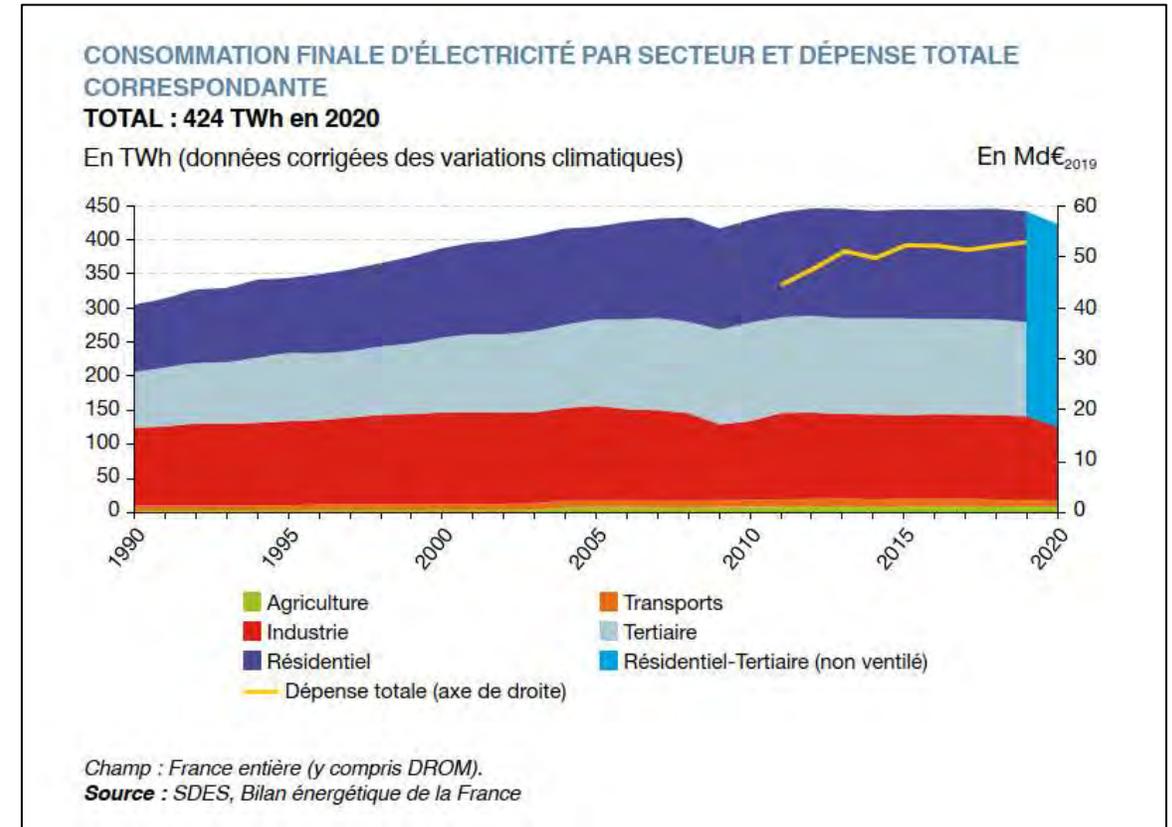
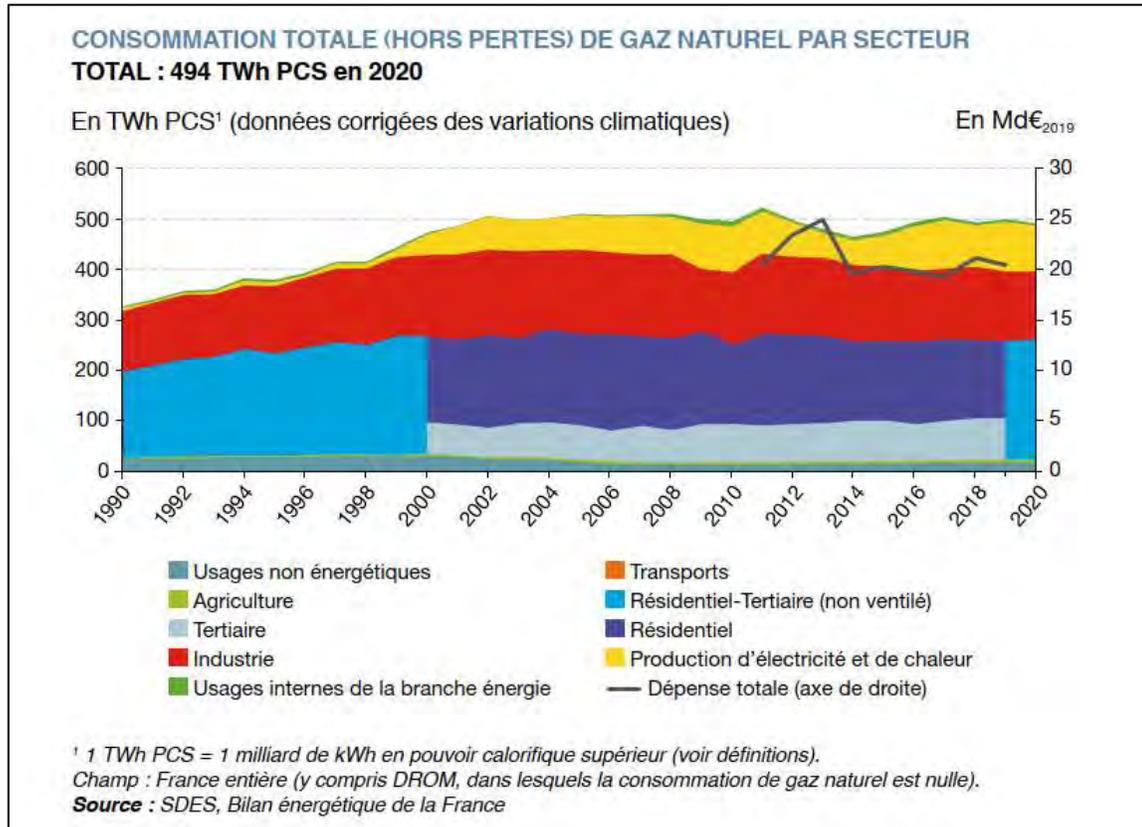
Depuis 2012, le système gazier a entamé sa 3^{ème} révolution qui s'achèvera en 2050.



L'industrie du gaz a déjà participé à une grande transition énergétique qui s'est traduite par un changement de ressource primaire, d'infrastructure et d'usages.

ZOOM :

Consommation de gaz / consommation d'électricité : proche de 500 TWh

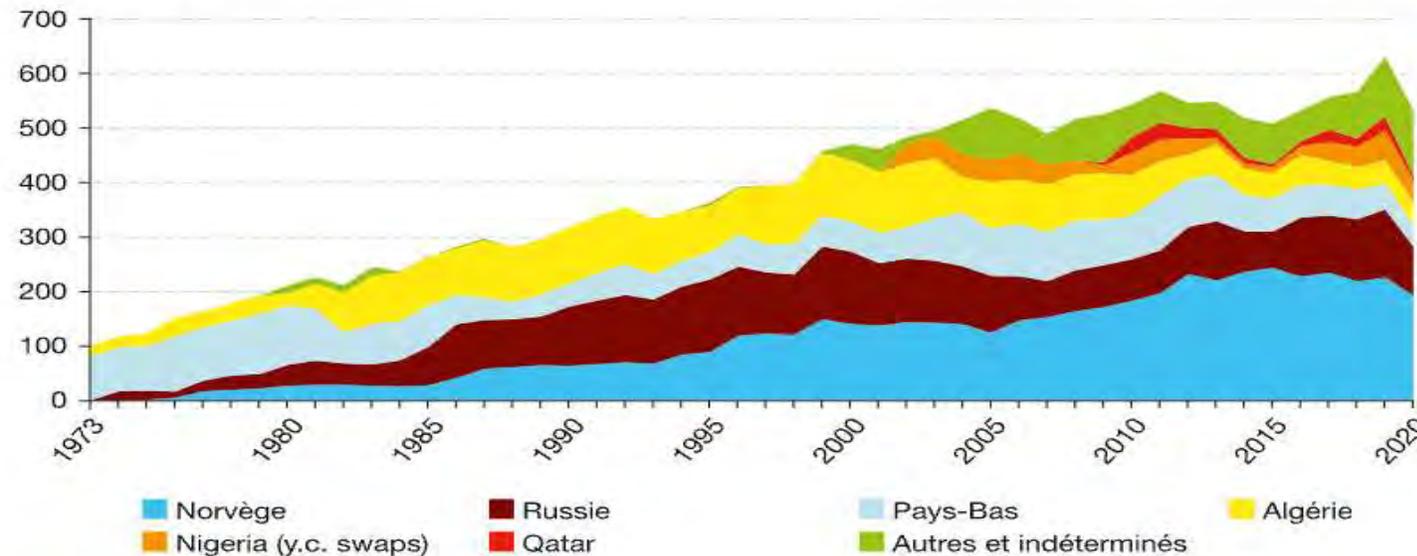


Le gaz naturel distribué en France : une énergie flexible aux approvisionnements diversifiés

IMPORTATIONS DE GAZ NATUREL PAR PAYS D'ORIGINE

Total : 534 TWh PCS en 2020

En TWh PCS¹

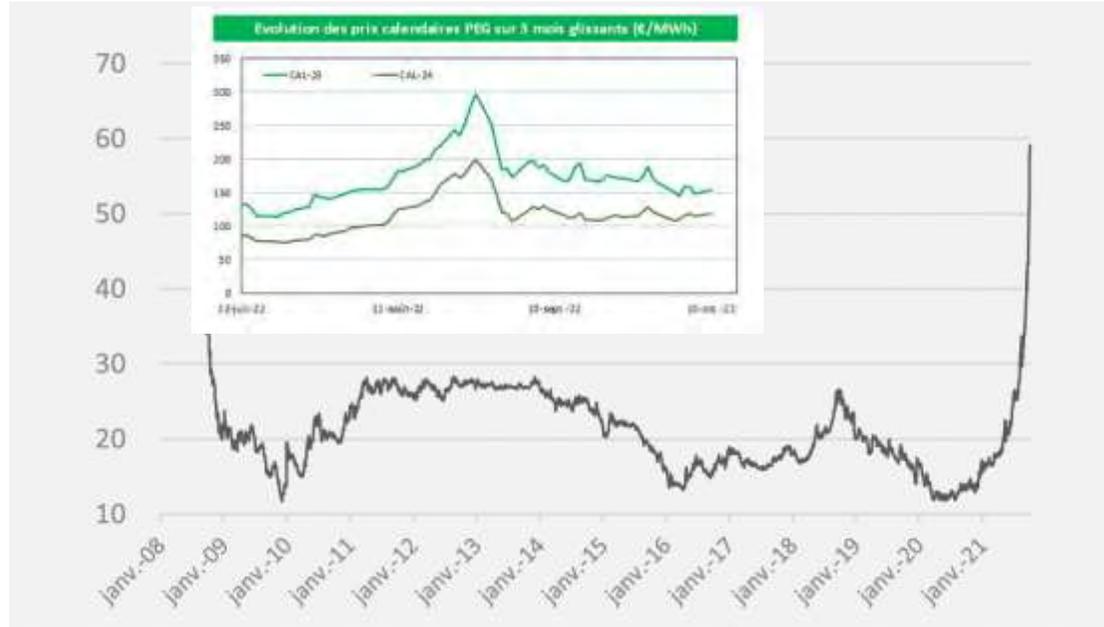


¹ 1 TWh PCS = 1 milliard de kWh en pouvoir calorifique supérieur (voir définitions).
Champ : France entière (y compris DROM).
Source : SDES, Bilan énergétique de la France

La France dispose de sources d'approvisionnement diversifiées, notamment via les capacités GNL.

Modulation saisonnière : les stockages souterrains représentent 30% de la consommation annuelle : ils constituent un potentiel de flexibilité face aux aléas.

Les impacts de la crise de l'énergie 2022



Prix du gaz au PEG (EEX)



Prix de l'électricité

La sortie de la crise sanitaire a généré une croissance mal anticipée par les producteurs qui avaient arrêtés les investissements + crise politique avec Russie + diminution des contrats de long terme = flambée jamais vue des prix.

Corrélation entre prix du gaz et de l'électricité car le prix de l'électricité se forme sur celui de la dernière centrale appelée qui, en hiver, est souvent au gaz.

02



La R&D de GRDF : zoom sur les enjeux

Les enjeux adressés par la R&D de GRDF

Vision réseau



- 1** Améliorer la sécurité et la performance opérationnelle des réseaux de gaz
Développer les "Smart Gas Grids" pour répondre aux nouveaux enjeux de production locale et décarbonée
- 2** Accompagner la transition énergétique, assurer la compatibilité des nouveaux gaz avec tous les usages et améliorer la sécurité sur le domaine aval
- 3** Favoriser l'arrivée des gaz verts
- 4**

La R&D chez GRDF – 4 Axes

La stratégie de R&D de GRDF se partage autour de 4 axes de recherche. Le pilotage des actions de R&D est réalisé par la Direction Stratégie afin de valoriser les projets menés par les métiers nationaux et ceux lancés par les 6 régions de GRDF.

1

Sécurité et performance des réseaux de gaz

2

Réseaux intelligents pour une production locale et décarbonée

3

Nouveaux usages avec de nouveaux gaz

4

Produire des gaz renouvelables vertueux

Axe 1 : Améliorer la sécurité et la performance opérationnelle des réseaux de gaz

Pour contribuer aux enjeux de performance opérationnelle, l'exploitation des nouvelles technologies doit permettre d'aller vers de la maintenance prévisionnelle, de construire les réseaux de demain et de garantir la sécurité des personnes et des biens.



Améliorer la sécurité



Accroître la performance des opérations



Accueillir les gaz verts



Les matériaux de demain (acier/PE, polyamides)

Les technologies avancées en détection de fuites (CRDS, satellites,...)

Les technologies avancées en prévention des dommages (IA, puces RFID,...)

Les NTIC et les technologies de rupture (IA, drones, capteurs connectés, robots)

Les impacts des nouveaux gaz sur les matériaux

Les nouvelles modalités d'exploitation induites



Axe 2 : Développer les "Smart Gas Grids" pour répondre aux nouveaux enjeux de production locale et décarbonée

S'appuyant sur des équipements innovants et une exploitation smart des données, les Smart Gas Grids sont un accélérateur de transition énergétique.



Pilotage dynamique du réseau



Prévision de données de consommation et d'injection

Digitalisation des réseaux (capteurs intelligents, compteurs du futur, ...)

Optimiser l'injection de gaz verts (simulation des flux sur les mailles)

Flexibilité du réseau



Solutions de stockage et technologies de rebours et maillage

Interconnexion du réseau



« Sector coupling »: flexibilité entre réseaux électriques et gaz, Power-to-gas, ...



Axe 3 : Accompagner la transition énergétique, assurer la compatibilité des nouveaux gaz avec tous les usages et améliorer la sécurité sur le domaine aval

La transition énergétique nécessite l'adaptation des usages aval aux nouveaux gaz verts. Elle amène à favoriser des usages plus sobres et plus respectueux de l'environnement, en parallèle de l'amélioration permanente de la sécurité.

Essor des gaz verts et leurs impacts



Rénovation énergétique des bâtiments



Décarbonation de l'industrie



Autonomie et complémentarité



Mobilité au gaz



Impact des nouveaux gaz sur la sécurité des usages
Compatibilité du réseau avec l'H₂

Solutions d'EvAcuation des Produits de Combustion (EVAPDC) pour la rénovation des logements

Efficacité énergétique, valorisation de la chaleur fatale, capture et valorisation du CO₂

Connaissances des besoins énergétiques, cogénération, autoconsommation, hybridation des solutions

Performances du GNV dans la mobilité et nouveaux usages (trains, bateaux)

Axe 4 : Favoriser l'arrivée des gaz verts

Le développement des gaz verts doit être facilité et favorisé par la valorisation des leurs bénéfices environnementaux, l'amélioration de leur compétitivité et leur bonne intégration dans les réseaux.



Réduction des coûts de production



Mobilisation des gisements (CIVE, biodéchets)
Efficacité des procédés de production de bioCH₄

Décarbonation du cycle du gaz



Capture, stockage et réutilisation du CO₂
Méthanation pour valoriser le CO₂

Bénéfices environnementaux



Impact de la méthanisation sur les sols, eaux et l'air
(retour au sol des digestats, fuites, ...)

Adaptation des réseaux



Injection de gaz renouvelables (bioCH₄, H₂)
Stockage

Nouveaux procédés de production



Pyrogazéification, gazéification hydrothermale,
Power-to-gaz, méthanation, ...

03



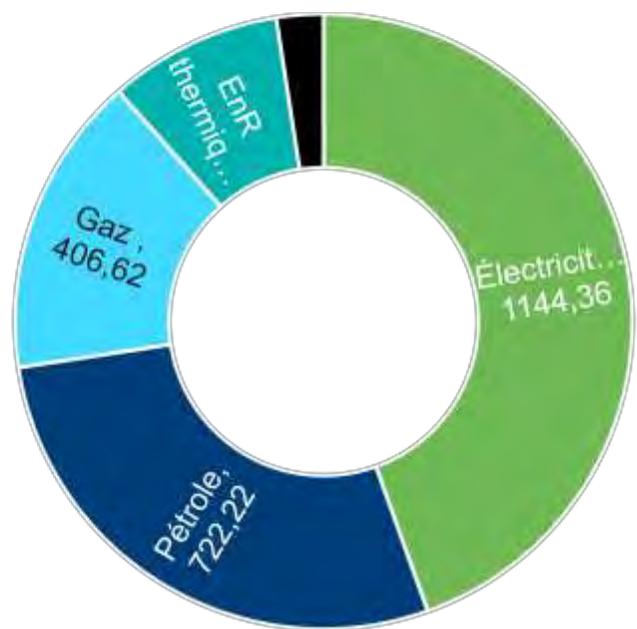
Le gaz, pilier du mix
énergétique

Du mix primaire au mix de la consommation finale

(année 2020 – source SDES)

Mix énergie primaire (2 571 TWh)

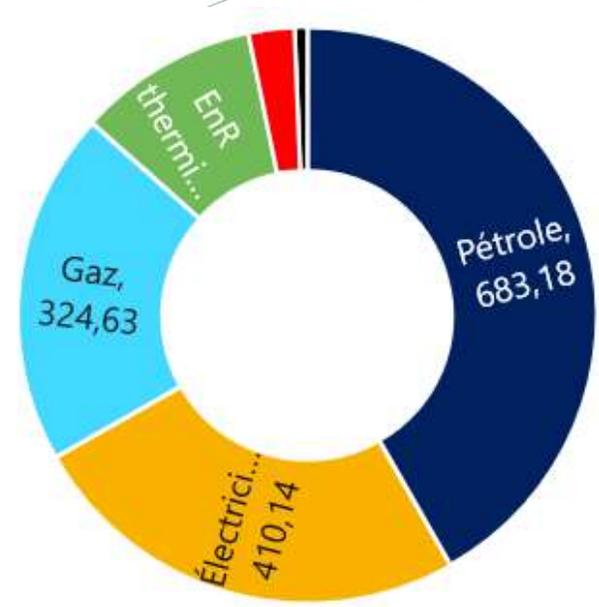
- Charbon
- Pétrole
- Gaz
- EnR thermiques
- Électricité primaire (hors thermique à flamme)



-934 TWh
 →
 = Pertes process

Mix énergie finale (1 637 TWh)

- Charbon
- Pétrole
- Gaz
- EnR thermiques
- Électricité (y compris thermique)
- Chaleur commercialisée



Le mix primaire correspond aux ressources énergétiques prélevées dans la nature.

Le mix d'énergie finale correspond à l'énergie utile qui peut être consommée.

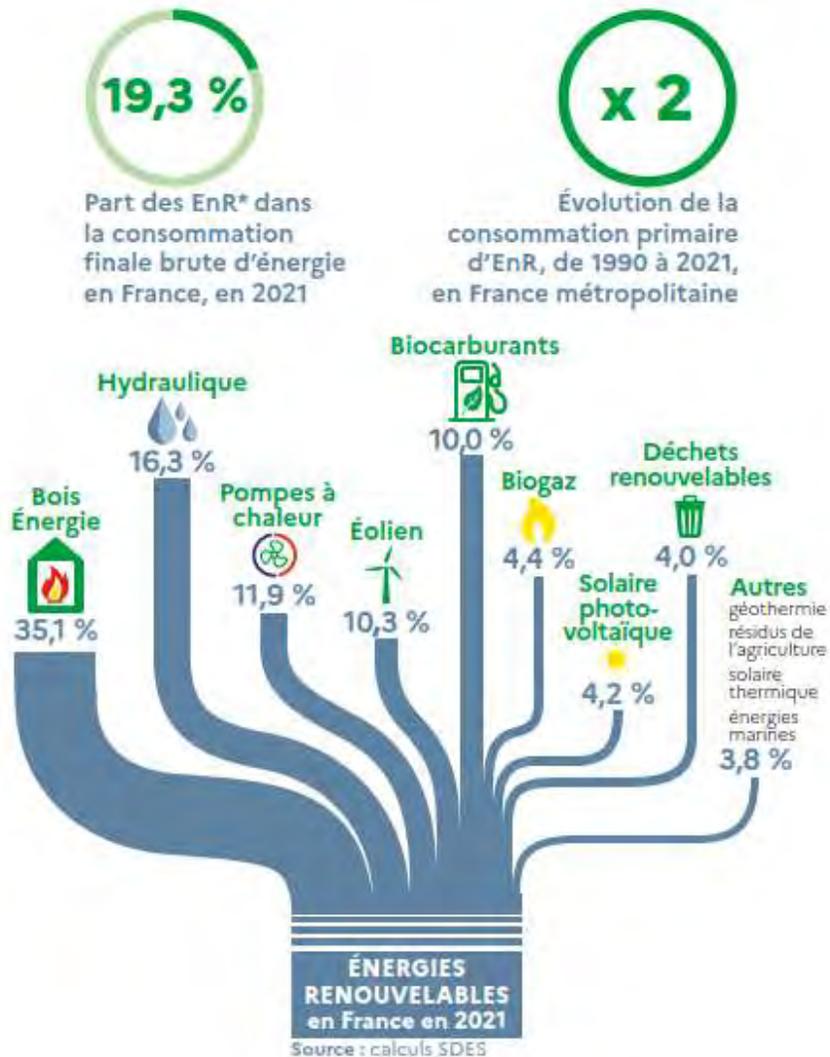
La différence tient aux pertes de process de chaque filière énergétique (# 2/3 pour les centrales nucléaires).

Les 4 piliers de la neutralité carbone pour l'Europe en 2050

- **Efficacité :**
 - Améliorer les rendements, isoler les logements, nouveaux appareils (PAC hybrides, piles à combustibles...)
- **Sobriété**
 - Eviter les gaspillages, réduire les besoins de déplacements...
- **Energies renouvelables**
 - Remplacer les énergies fossiles par des énergies renouvelables
- **Capture du CO2**
 - Parce que même les EnR génèrent des GES et que certains usages des énergies fossiles ne pourront pas être supprimés.

Et le nucléaire ? Comme le gaz naturel, il est qualifié d'énergie de transition. Il a l'avantage d'être peu émetteur de CO2 mais c'est une énergie fossile et non sans risques environnementaux. 

La part des différentes EnR en France en 2021



Le bois reste et de très loin la 1^{ère} EnR.

Les pompes à chaleur sont devenues la 3^{ème} en 2021. L'hydraulique est la 2^{nde} mais en perte de vitesse (baisse précipitations + gestion des installations).

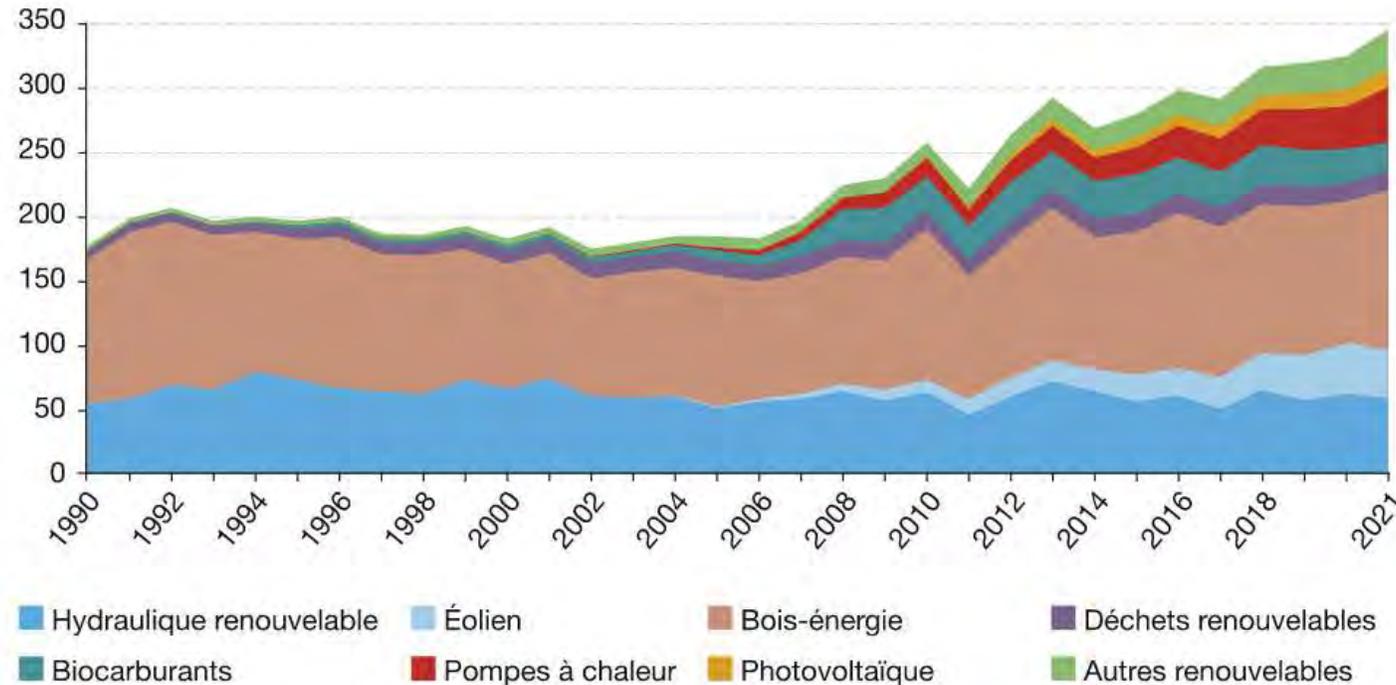
Les plus dynamiques sont le biogaz (+ 34 %) dont le biométhane (+70 %), et les pompes à chaleur (+30 %).

La France est le seul pays d'Europe en retard sur ses objectifs (23 % en 2020, 33 % en 2030).

L'évolution de la place des différentes EnR depuis 30 ans.

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION PRIMAIRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES PAR FILIÈRE

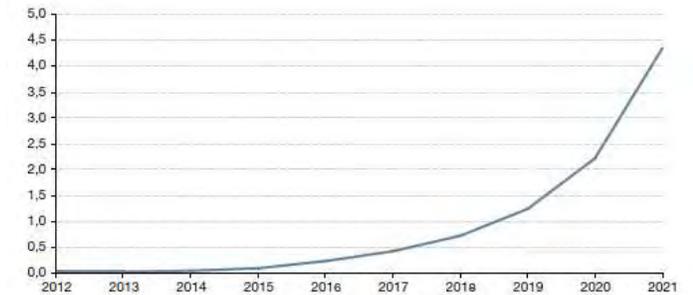
En TWh



ÉVOLUTION DES INJECTIONS DE BIOMÉTHANE

TOTAL : 4,3 TWh PCS

En TWh PCS*

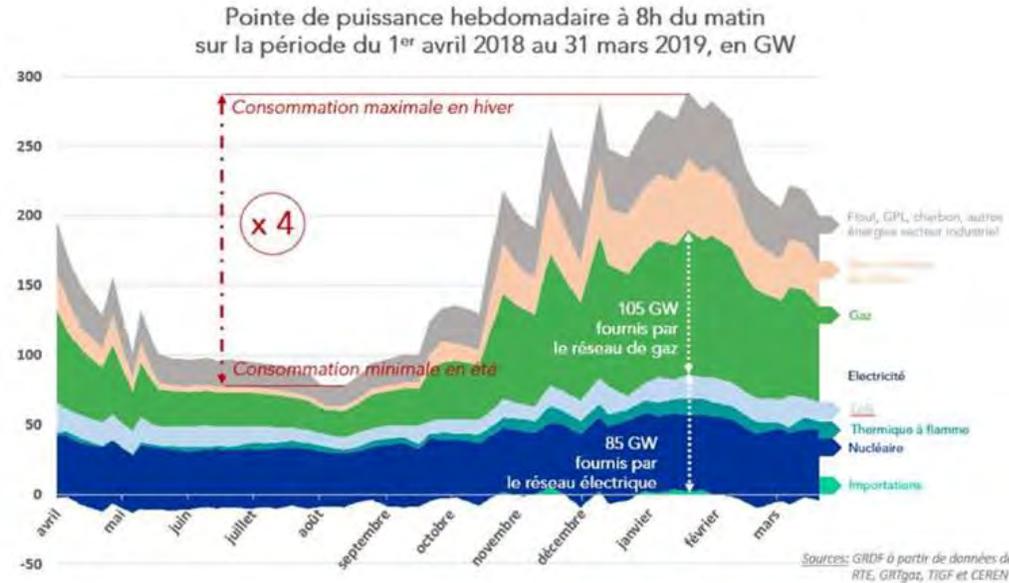


* PCS : pouvoir calorifique supérieur.
Source : gestionnaires de réseaux.

Champ : jusqu'à l'année 2010 incluse, le périmètre géographique est la France métropolitaine. À partir de 2011, il inclut en outre les cinq DROM.

Source : calculs SDES

Le gaz, énergie stockable indispensable l'hiver



❖ Le gaz assure de la souplesse pour passer la pointe hivernale

- La demande en puissance du pays est thermosensible, la France a besoin de 4 fois plus de puissance en hiver. Les infrastructures gazières peuvent délivrer jusqu'à 200 GW en hiver.

❖ Le gaz répond aux besoins de complémentarité et de stockage

Dans l'avenir, il sera nécessaire de trouver des solutions de stockage inter-saisonnier car l'électricité va perdre en disponibilité (énergies renouvelables intermittentes, la mobilité électrique). Les solutions gaz existent déjà :

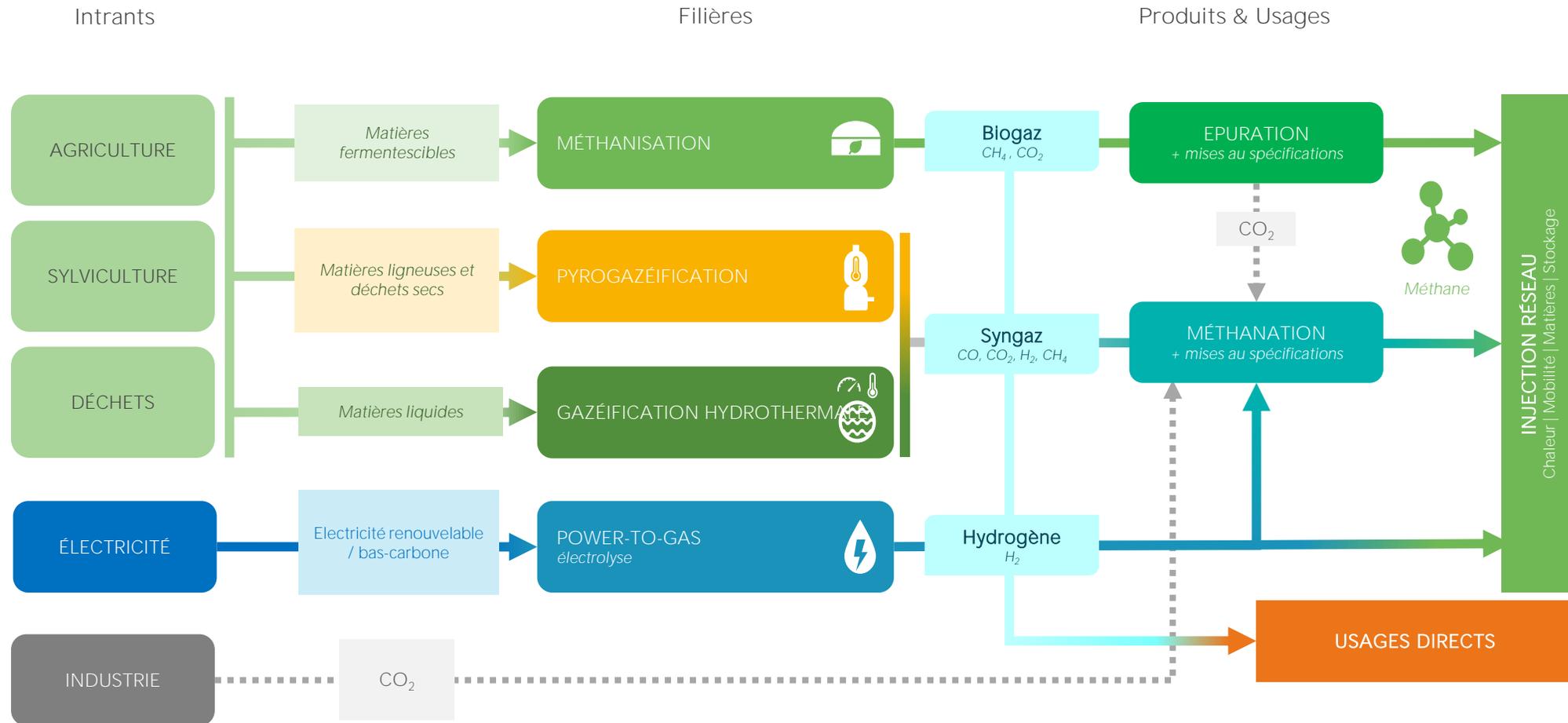
- **Le power-to-gas** : le surplus d'électricité, après électrolyse de l'eau, est stocké sous forme gazeuse dans les infrastructures gazières existantes.
- Le couplage électricité/gaz avec des solutions comme la **pompe à chaleur hybride (PAC hybride)** pour adapter l'énergie utilisée en fonction de la disponibilité et des températures extérieures.

04

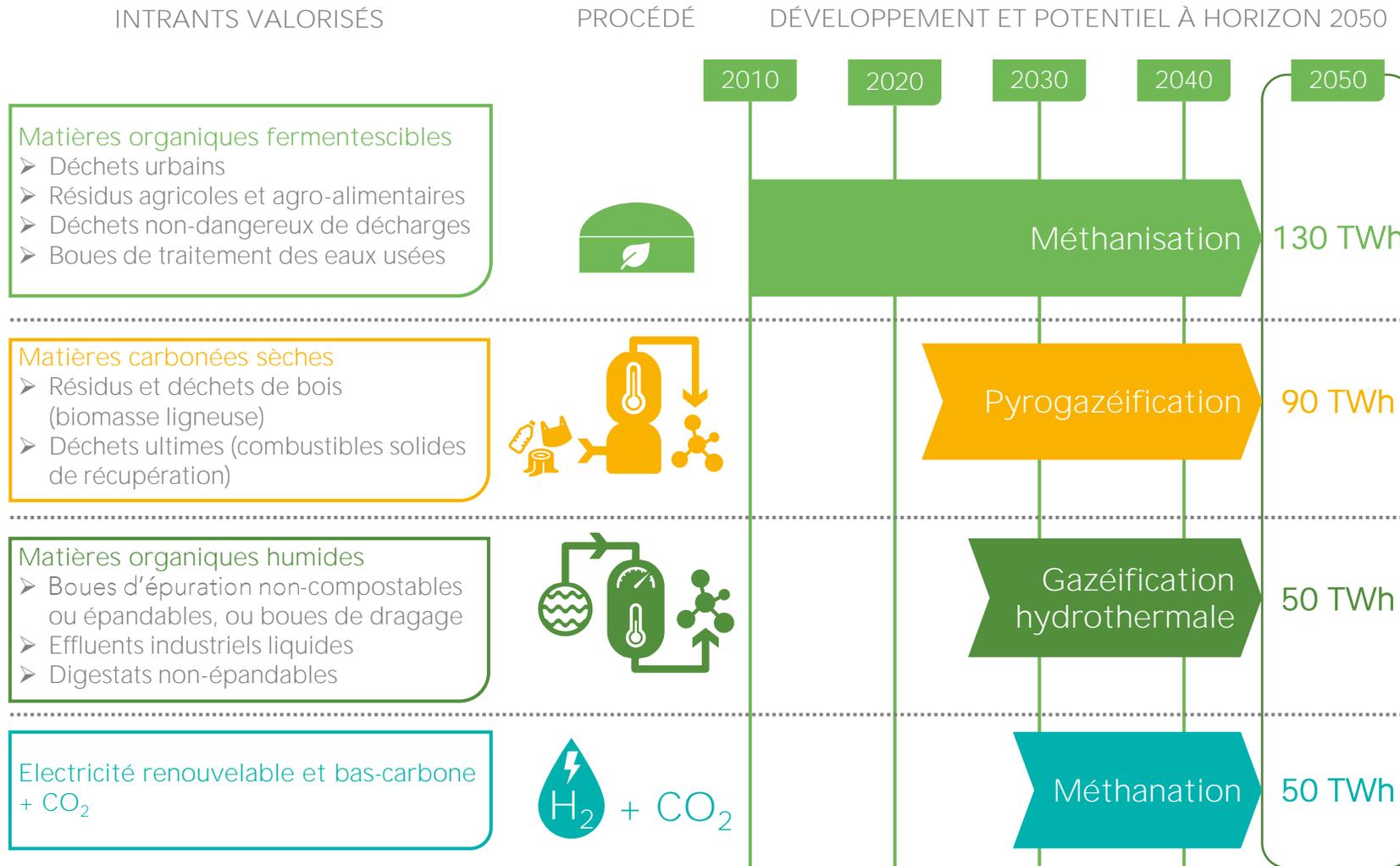


Les filières de production des gaz verts

4 filières complémentaires pour la production de gaz verts



Une montée en puissance en fonction de leur maturité



LA METHANISATION

Le principe de la méthanisation

- Le **biogaz** est un gaz combustible de composition chimique variable **produit de manière renouvelable**.
- La **méthanisation** est une réaction biologique de dégradation anaérobie des matières organiques, reproductible dans des conditions industrielles contrôlées ou qui se produit spontanément en décharges.



- Le **biogaz** (CO₂, H₂S, H₂O, CH₄, NH₃) est épuré et devient du **biométhane** (CH₄) disposant des mêmes caractéristiques que le gaz naturel et pouvant être injecté dans le réseau de distribution publique.

Exemple d'un site de production de biométhane : AgriBiométhane (Vendée)

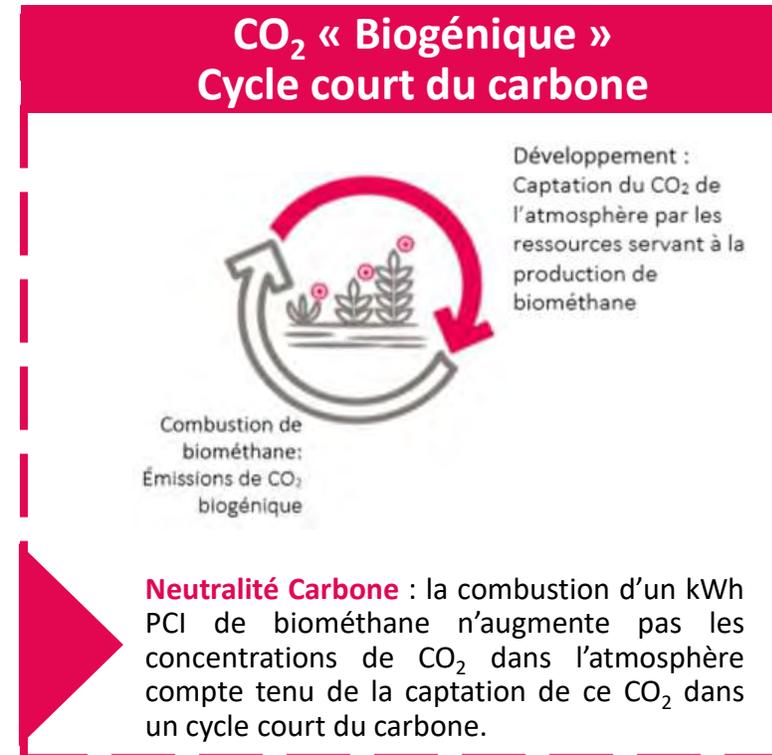
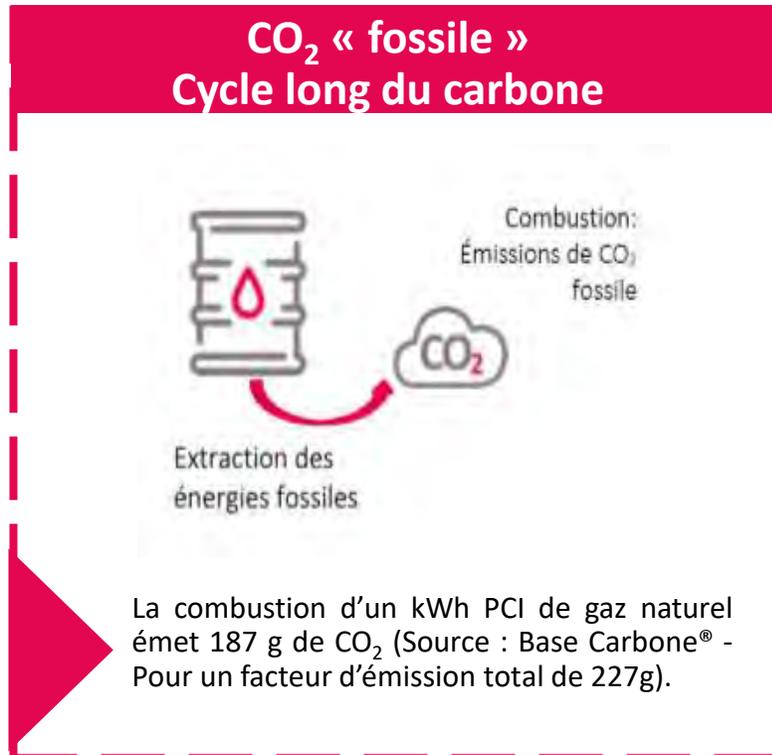


Stockage (couvert) de
digestat – hors de la photo

Rampe de pesée
des camions

CO₂ « biogénique » ou bioCO₂ : notion de neutralité carbone

On distingue deux types d'émissions de CO₂ :



Résultat des études ACV (Analyse Cycle de Vie)

L'ensemble des étapes du cycle de vie ont été prises en compte, en intégrant les impacts et les bénéfices de la méthanisation (on parle d'émissions induites et évitées).

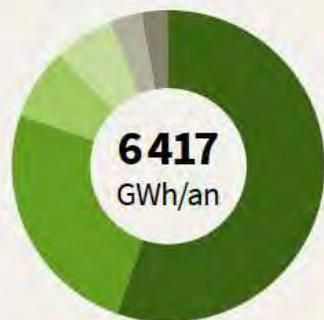


L'ACV **Bilan Carbone®** réalisée en 2020 nécessaire pour intégrer une valeur dans la Base de l'ADEME ne permet pas de prendre en compte les émissions évitées et donne une valeur moyenne de **44 CO₂eq**. Les deux méthodes sont techniquement correctes mais seule la première est représentative de l'impact GES global.

Evolution du nombre de sites d'injection de biométhane

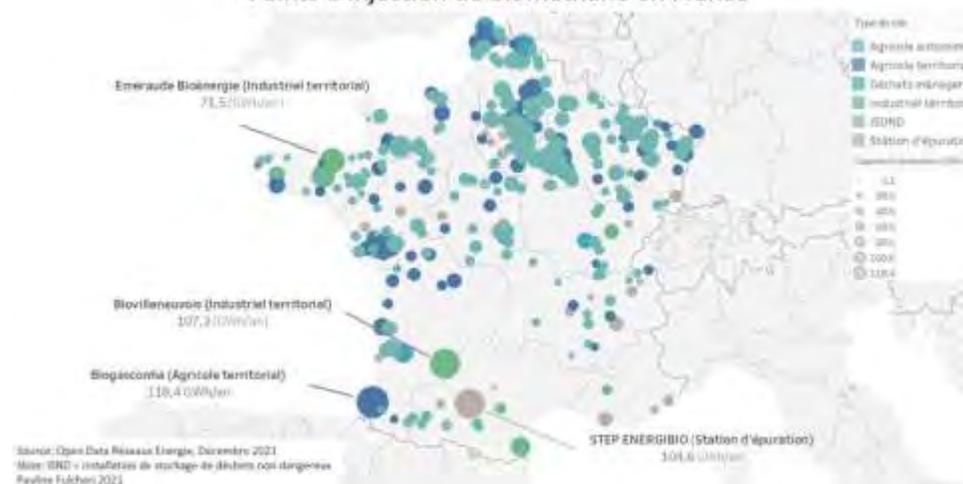
Répartition de la production annuelle prévisionnelle⁹ installée totale par nature de site d'injection au 31 décembre 2021

Source : ODRe à date du 31 décembre 2021



Agricole autonome	230 sites · 3 549 GWh/an · 55%
Agricole territorial	79 sites · 1 604 GWh/an · 25%
Industriel territorial	13 sites · 497 GWh/an · 8%
Boues de stations d'épuration (STEP)	26 sites · 384 GWh/an · 6%
Déchets ménagers et biodéchets	6 sites · 213 GWh/an · 3%
Installation de stockage des déchets non dangereux (ISDND)	11 sites · 170 GWh/an · 3%

Points d'injection de biométhane en France



Nombre total de sites en service et évolution annuelle

Source : ODRe⁸



Les chiffres clés au 29 septembre 2022

Sites de méthanisation en injection
473

Capacité installée de biométhane injecté
8 043 GWh/an

Equivalent à
2 010 737
logements neufs chauffés

Dont
402 sites
raccordés au réseau GRDF

Dont
6 241 GWh/an
dans le réseau GRDF

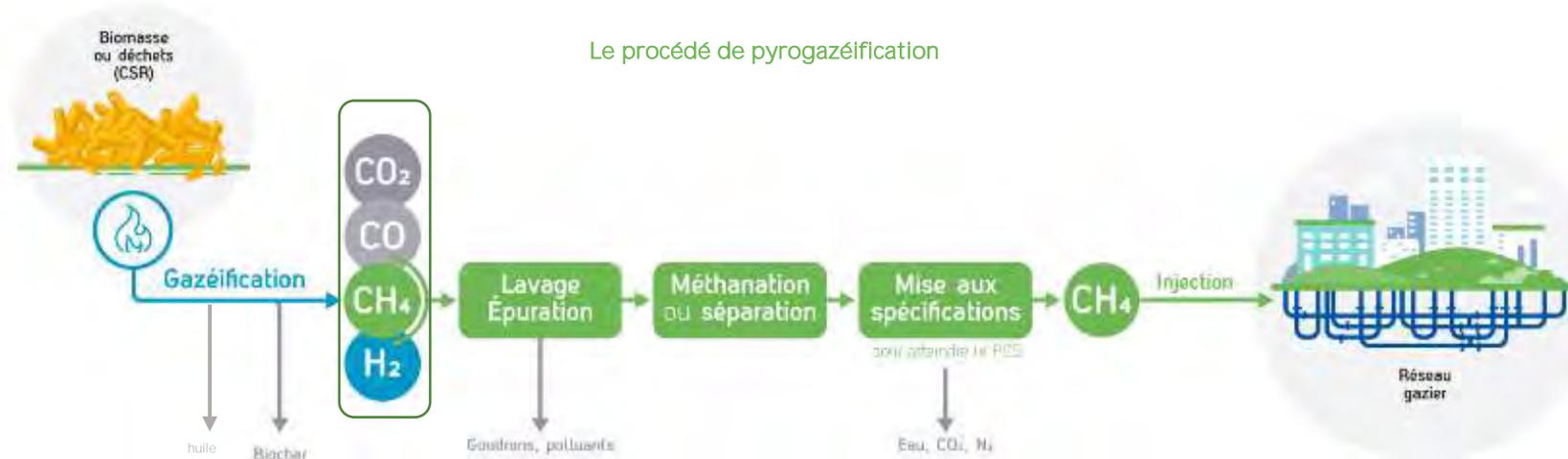
Equivalent à
25 533
tracteurs roulant au BioGNV

LA PYROGAZEIFICATION et la GAZEIFICATION HYDROTHERMALE

La pyrogazéification : principes généraux

La pyrogazéification est un procédé thermo-chimique à haute température qui permet de convertir de la biomasse sèche (résidus et déchets de la filière bois) et des déchets contenant du carbone solide en gaz vert (plastiques, CSR(1)).

Le gaz produit peut être injecté après une étape de purification et éventuellement de méthanation.



Les **co-produits** générés par le procédé de pyrogazéification tels que l'huile ou les biochars² peuvent être valorisés dans certains cas.

Il existe **plusieurs valorisations** possibles d'un procédé de pyrogazéification : certains gaz peuvent être valorisés directement en cogénération par exemple. La valorisation en injection permet de s'affranchir des contraintes de demandes saisonnières. La pyrogazéification génère également de la chaleur qui peut valorisée localement (usage industriel, réseau de chaleur, etc.)

¹ Combustibles solides préparés à partir de déchets non dangereux (bois, plastiques, papiers, cartons), n'ayant pu être triés ou recyclés, utilisés pour la valorisation énergétique

² Résidu particulièrement chargé en carbone et pouvant être utilisé en amendement des sols

Les intrants et le potentiel énergétique de la pyrogazéification

Les différents intrants de la pyrogazéification



Le **bois** : la biomasse issus de la sylviculture ne pouvant pas être utilisée en tant que bois de chauffage ou dans des scieries



Les déchets de **bois** : bois d'emballages en fin de vie, palettes, cagettes non souillées, résidus d'ameublement etc.



Les sous-produits **agricoles secs** : déchets du milieu agricole venant des cultures



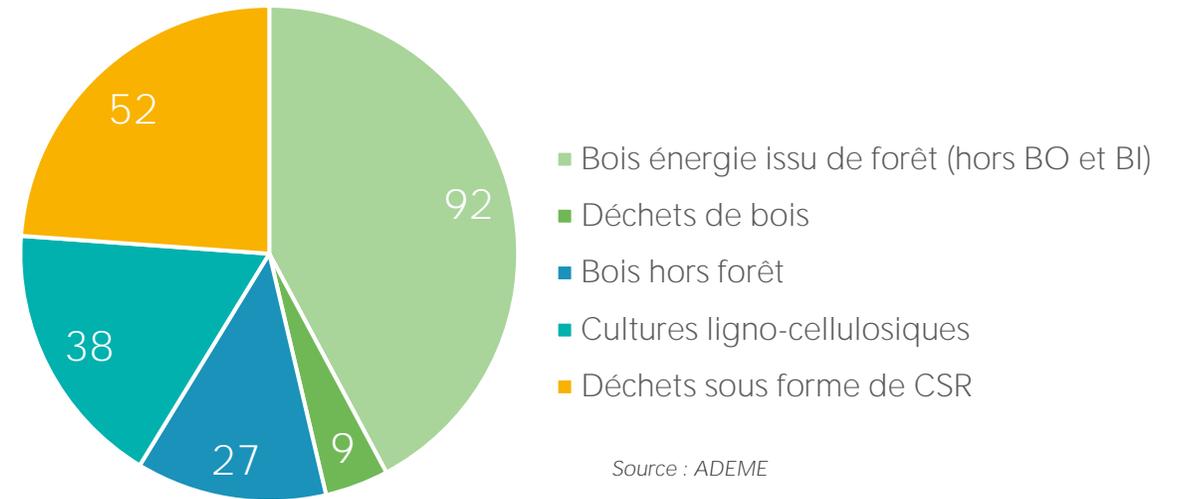
Les **combustibles solides de récupération** dits CSR : mélange de déchets refus de tri avec du bois, de la mousse, des textiles, des bouts de plastiques etc.



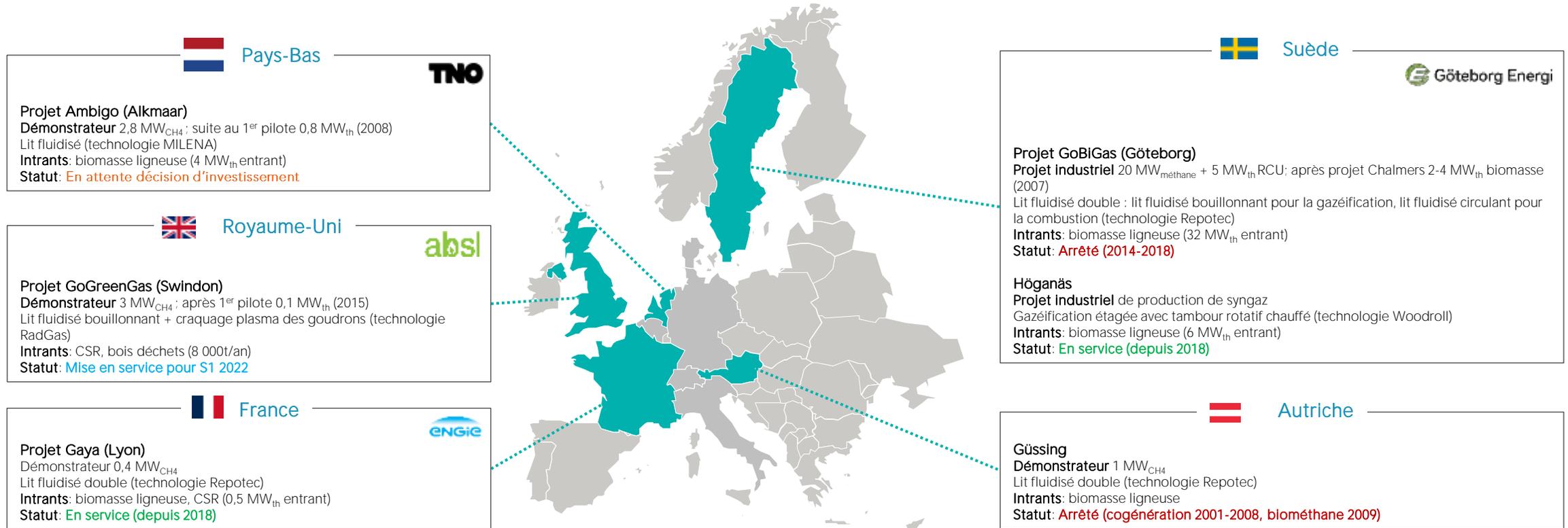
Les **refus de tri** : le développement des installations et du tri des déchets amène à des quantités à la hausse de refus de tri, qui doivent être valorisés énergétiquement pour ne pas être enfouis



Gisements potentiels en 2050 (en TWh_{PCS})



Maturité de la filière en Europe

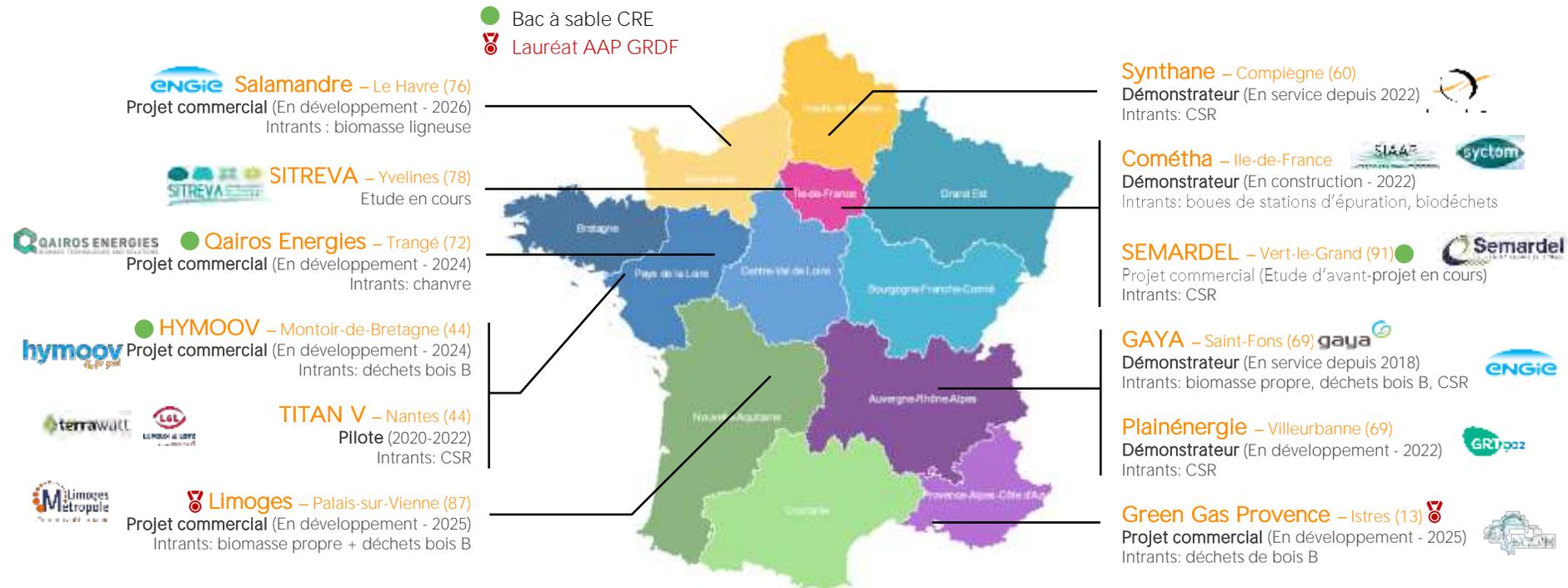


Cartographie non-exhaustive

Maturité de la filière en France

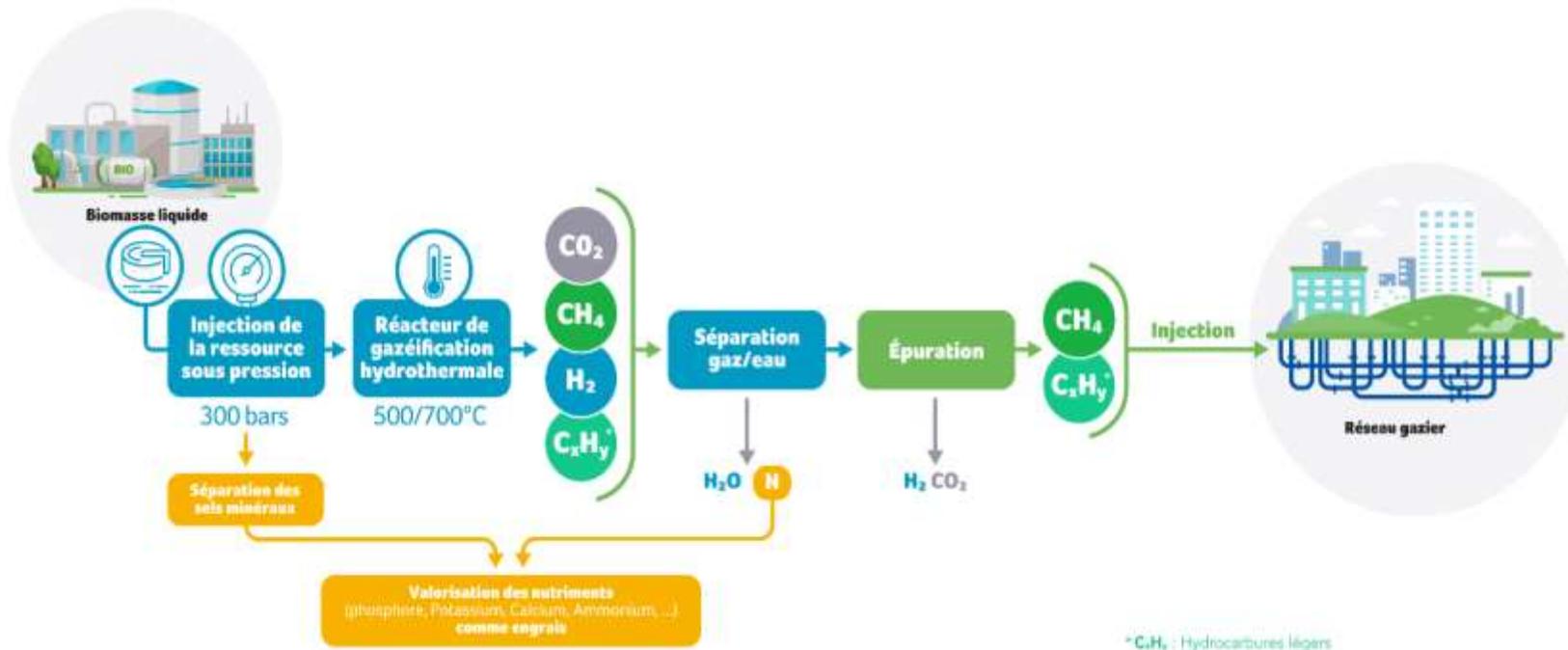
En France, une unité avec injection est en service et une dizaine d'unités industrielles sont sur le point d'être construites.

Par ailleurs, il existe une cinquantaine de sites de pyrogazéification sans injection de méthane déjà en service.



La gazéification hydrothermale : principes généraux

La gazéification hydrothermale permet de valoriser des déchets liquides riches en matières organiques sous forme de gaz renouvelables (CH₄ ou H₂)



Principe de fonctionnement

- Procédé de **conversion thermo-chimique** d'intrants organiques humide, en gaz
- Utilisation des propriétés de l'eau **supercritique**
- Deux technologies : **catalytique** ou **haute température**
- Obtention d'un gaz riche en **méthane** et en **dihydrogène**

Une filière émergente avec de nombreux avantages


Gaz riche en méthane et relativement pur


Conversion élevée du carbone (>90%), dont microplastiques


Temps de conversion rapide (1-10min)


Réacteur compact (~250m² pour 3t/h) et modulaire


Élimination des bactéries, virus et pathogènes


Récupération de sels minéraux (N, P, K...) valorisables


Haut rendement énergétique global (>70%)

Les intrants de la gazéification hydrothermale

La gazéification hydrothermale valorise des déchets organiques humides difficilement valorisables par les filières existantes



Boues de station d'épuration



Digestats non-épandables issus de méthaniseurs



Boues/grasses industrielles (chimie, pharmaceutique...)



Sédiments de dragage



Liqueur noire (industrie papetière)



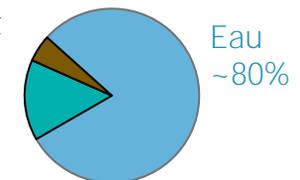
Résidus liquides de l'IAA

- Taux de **Matières Sèches (MS)** ou siccité entre 5% et 25% (doit être **pompable**)
- MS riche en **matière organique** (%carbone \geq 50%)
- Si biomasse, le gaz produit est considéré comme du **biométhane**
- Possibilité de traiter des déchets non biogéniques (ex : plastiques)

Matière sèche (MS)
~20%

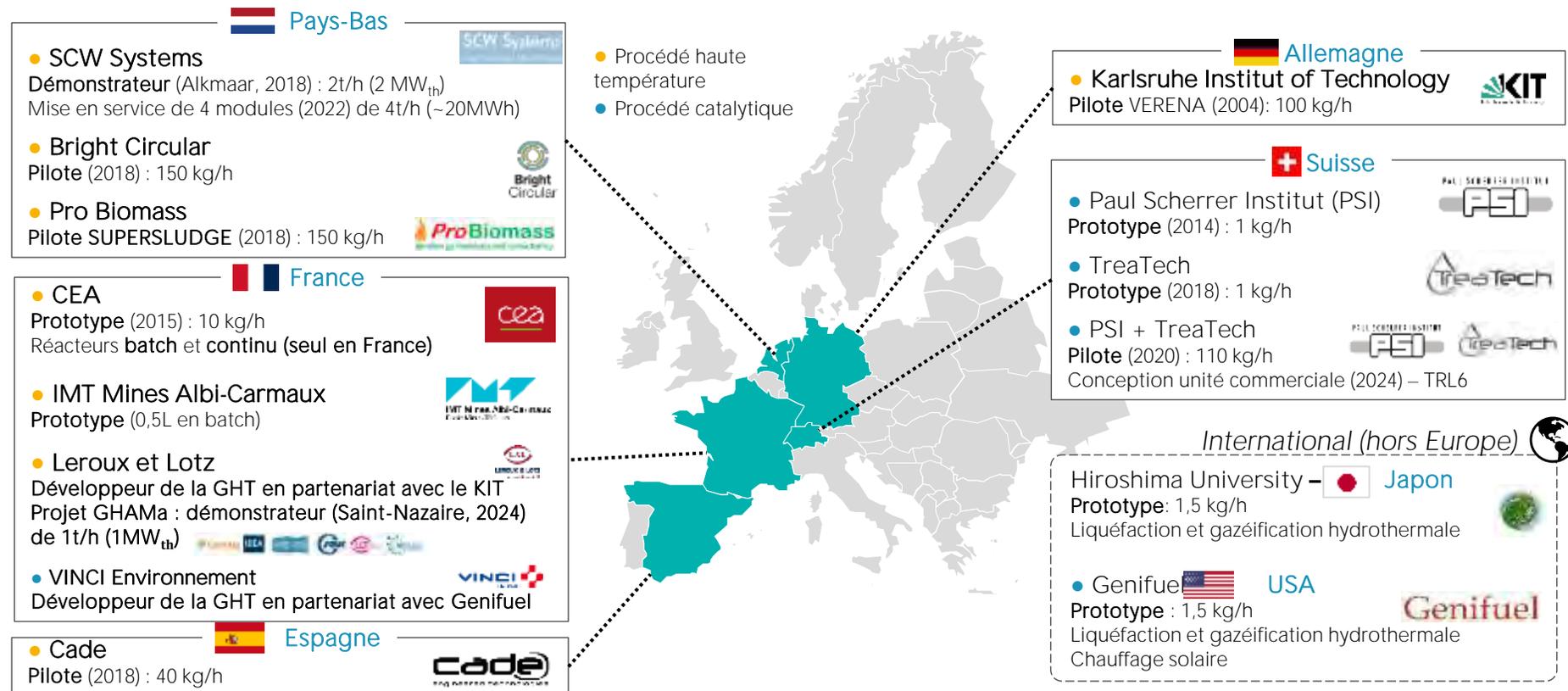
Matière inorganique (dont sels minéraux) ~5%

Matière organique ~15%



Les acteurs de la gazéification hydrothermale en Europe

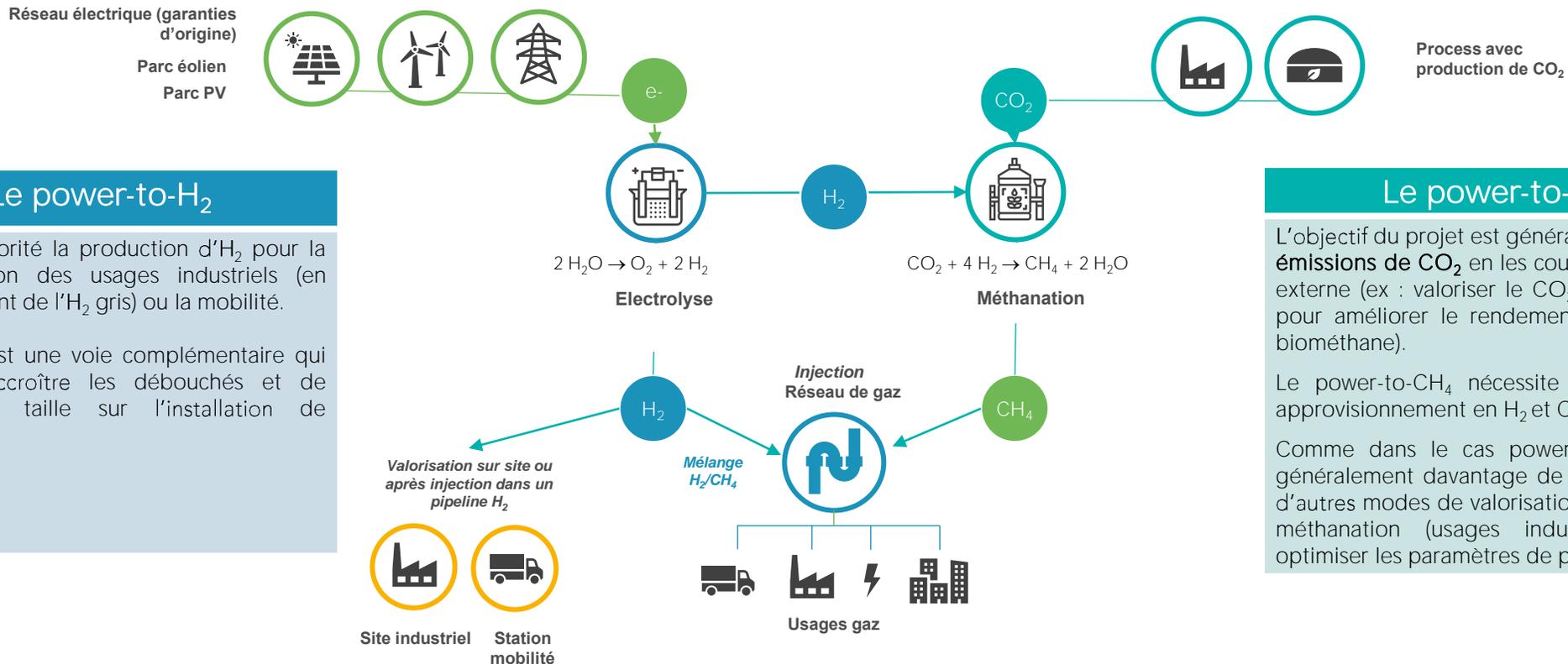
Une grande installation industrielle est en cours de mise en service aux Pays-Bas. Une dizaine de projets émergent en Europe dont plusieurs en France comme GHAMA près de Saint Nazaire.



HYDROGENE ET METHANATION : LE POWER-TO-GAS

La conversion d'électricité en gaz ou le « power-to-gas »

Le power-to-gas est une filière complexe qui recouvre des natures de projets variées.
Deux typologies de projets sont à distinguer : le power-to-H₂ et le power-to-CH₄ qui peuvent se cumuler au sein d'un seul et même projet.



Le power-to-H₂

Cible en priorité la production d'H₂ pour la décarbonation des usages industriels (en remplacement de l'H₂ gris) ou la mobilité.

L'injection est une voie complémentaire qui permet d'accroître les débouchés et de gagner en taille sur l'installation de production.

Le power-to-methane

L'objectif du projet est généralement de valoriser les émissions de CO₂ en les couplant à une source d'H₂ externe (ex : valoriser le CO₂ issu de méthanisation pour améliorer le rendement de la production de biométhane).

Le power-to-CH₄ nécessite la concomitance d'un approvisionnement en H₂ et CO₂.

Comme dans le cas power-to-H₂, le modèle fait généralement davantage de sens en couplage avec d'autres modes de valorisations de l'H₂ au-delà de la méthanation (usages industriel, mobilité) pour optimiser les paramètres de production.

Power-to-gas et contexte H₂ - Stratégie Française

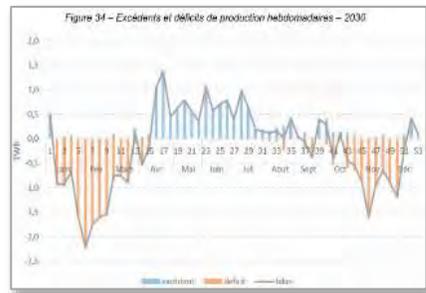
Initialement, les usages massifs de l'hydrogène ont été pensés dans le cadre du power-to-gas comme levier de flexibilité pour le système énergétique



L'émergence des stratégies de décarbonation à horizon 2050 a fait naître une priorité supplémentaire : celle de valoriser l'hydrogène pour décarboner directement certains usages (industrie, mobilité lourde)

Dans un mix électrique largement dominé par les énergies renouvelables intermittentes...

... apparition de périodes de temps longues et fréquentes où l'offre excède la demande

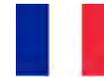


Le power-to-gas permet de **convertir l'électricité excédentaire** en H₂ qui peut ensuite être **injecté dans le réseau de gaz**

Le réseau de gaz dispose de **capacités de stockage intersaisonnier massives** (~130 TWh). Le stockage en cavités est le seul qui permet de stocker de grandes quantités sur un pas de temps long



Cette analyse a été utilisée par l'ADEME dans le cadre de l'étude « 100% gaz renouvelable en 2050 » : 35 à 135 TWh de gaz injecté issu du power-to-gas



Septembre 2020
Stratégie nationale pour le développement de
l'hydrogène décarboné



Juillet 2020
Stratégie européenne pour le déploiement de
l'hydrogène

Priorité à la production d'hydrogène renouvelable (ou bas-carbone transitoirement) pour décarboner les usages les plus carbonnés :

- **En priorité l'industrie** (remplacement H₂ gris + nouveaux usages)
- **Puis en second lieu la mobilité lourde** (terrestre, puis maritime et fluviale, ferroviaire, voire l'aviation)

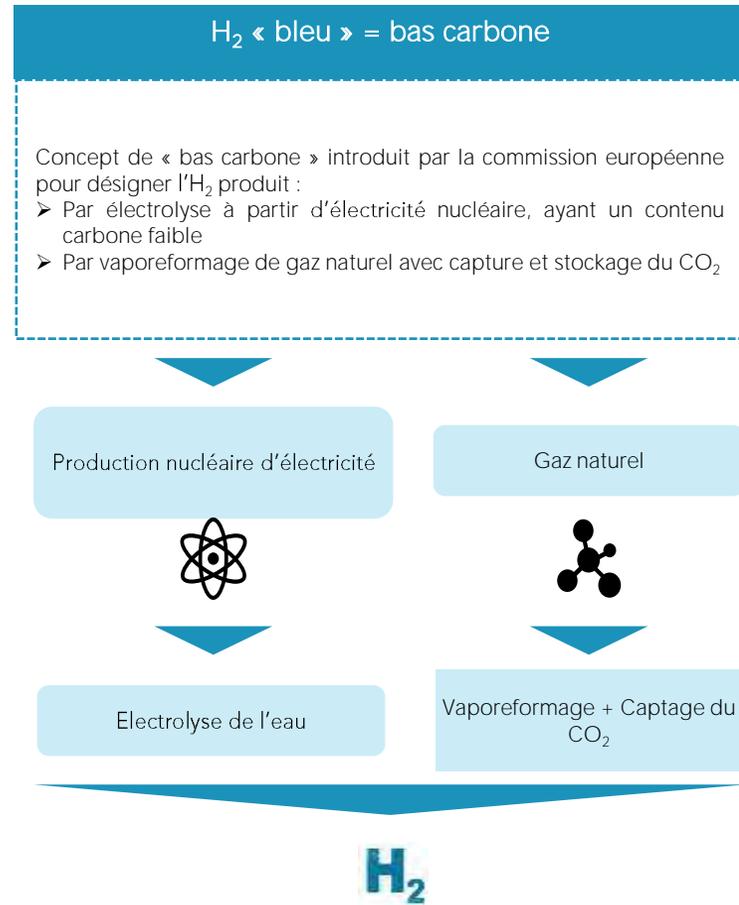
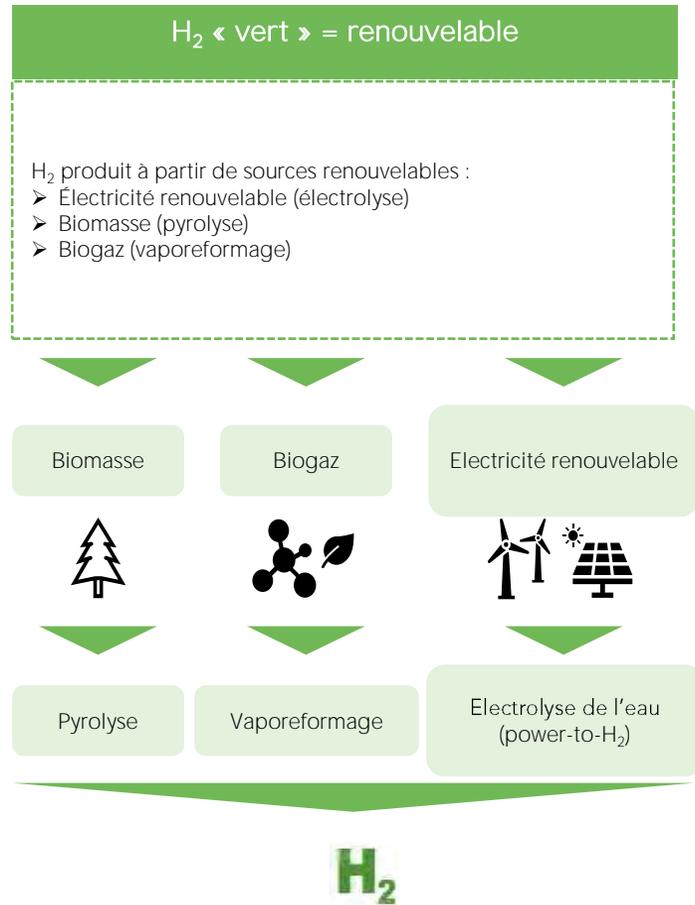
Toutefois l'intérêt d'utiliser de l'H₂ pour la mobilité reste sujette à beaucoup d'interrogations et de revirements car d'autres solutions (bioGNV, électricité, carburants synthétiques peuvent être plus appropriées dans de nombreux cas).

La nécessité de stocker de l'électricité de façon saisonnière au-delà de 2030/2040 reste a priori incontournable sauf à renoncer à une place importante pour les EnR électriques et/ou éviter les usages thermiques électriques.

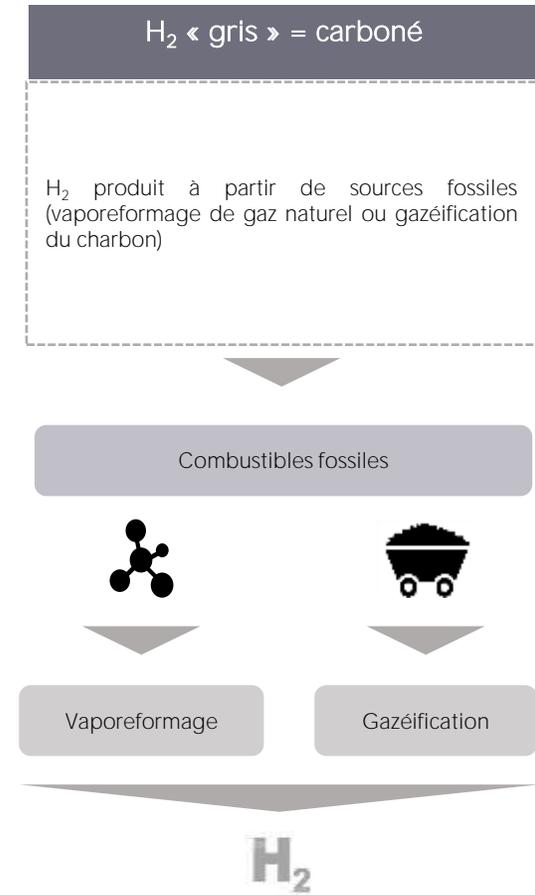
¹Projet « Hydrogen Backbone » porté par Hydrogen Europe et les transporteurs européens)

Power-to-gas et contexte H2 - Les différents types d'hydrogène

Critère de durabilité : $\leq 3 \text{ kgCO}_2\text{e/kgH}_2$



$> 3 \text{ kgCO}_2\text{e/kgH}_2$



Power-to-gas et contexte H2 – Les filières d’H2 renouvelables

Exemples de voies de production d’hydrogène renouvelable ou bas-carbone (par ordre de maturité)

Electrolyse

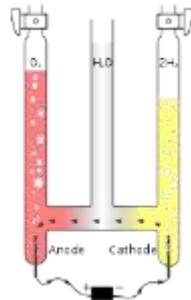
Production d’H₂ par décomposition de l’eau (H₂O) grâce à un courant électrique

Voie la plus mature qui regroupe plusieurs familles technologiques (par ordre de maturité) :

- Alcalin
- Membranaire (PEM¹)
- SOEC (haute température)



Enjeu de passage à plusieurs dizaines de MW puis à la centaine de MW



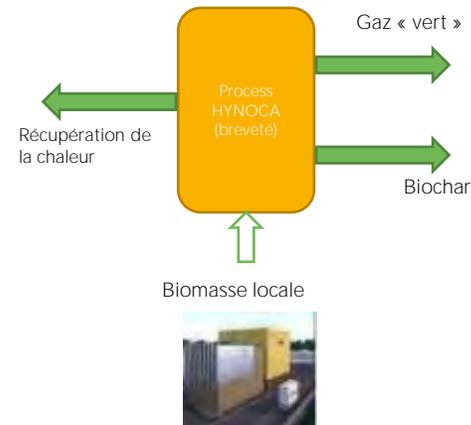
¹Proton Exchange Membrane (électrolyte solide)

Pyrolyse de biomasse

Production H₂ directement à partir de biomasse



De premiers démonstrateurs en cours de développement
Ex : le procédé R-Hynoca développé par Haffner via le démonstrateur avec R-GDS

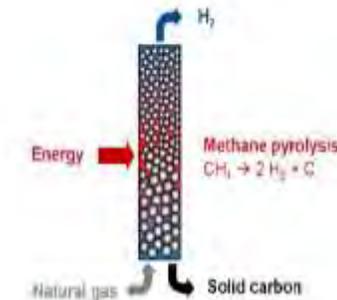


Pyrolyse de méthane

Production d’H₂ par « craquage » du méthane et récupération du carbone sous forme solide (noir de carbone valorisable pour la fabrication de pneus, le plastique, les encres, etc.)



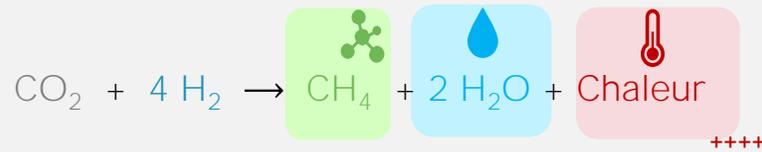
Plusieurs technologies en développement.
Ex : technologie plasma développée par les Mines ParisTech et Monolith Materials



La méthanation: brique technique commune aux nouvelles filières

Présente en power-to-methane, en pyrogazéification, voire en gazéification hydrothermale, l'étape de méthanation permet de combiner de l'hydrogène (H₂) et un composé carboné (CO, CO₂) en méthane (CH₄) injectable dans le réseau

La méthanation de CO₂ (ou réaction de Sabatier), une réaction en deux étapes :



Rendement énergétique gaz ≤ 78%_{PCS}

1. Réaction du gaz à l'eau inverse :



2. Méthanation de CO :



Rendement énergétique gaz ≤ 84%_{PCS}

Méthanation catalytique

Réacteur à 300-450°C avec conversion des gaz grâce à un catalyseur métallique (nickel), refroidissement à eau/huile/sels fondus

- + Conversion du carbone >95%
- + Forte exothermicité permet la valorisation de chaleur haute température (~300°C)
- Sensibilité du catalyseur aux impuretés (soufre notamment), avec risque d'usure prématurée



Méthanation biologique

Réacteur à 60-65°C avec conversion des gaz par des souches d'organismes (archées) en phase aqueuse

- + Conversion du carbone >95%
- + Résilience des archées aux impuretés (soufre, chlore...)
- + Pas de catalyseur à changer
- Chaleur fatale moins valorisable car basse température (~50°C)



Les voies d'injection de l'H2 – avec ou sans méthanation

Faisabilité technique court terme



Une 20aine de projets en développement

Voie à moyen terme pour des zones particulières



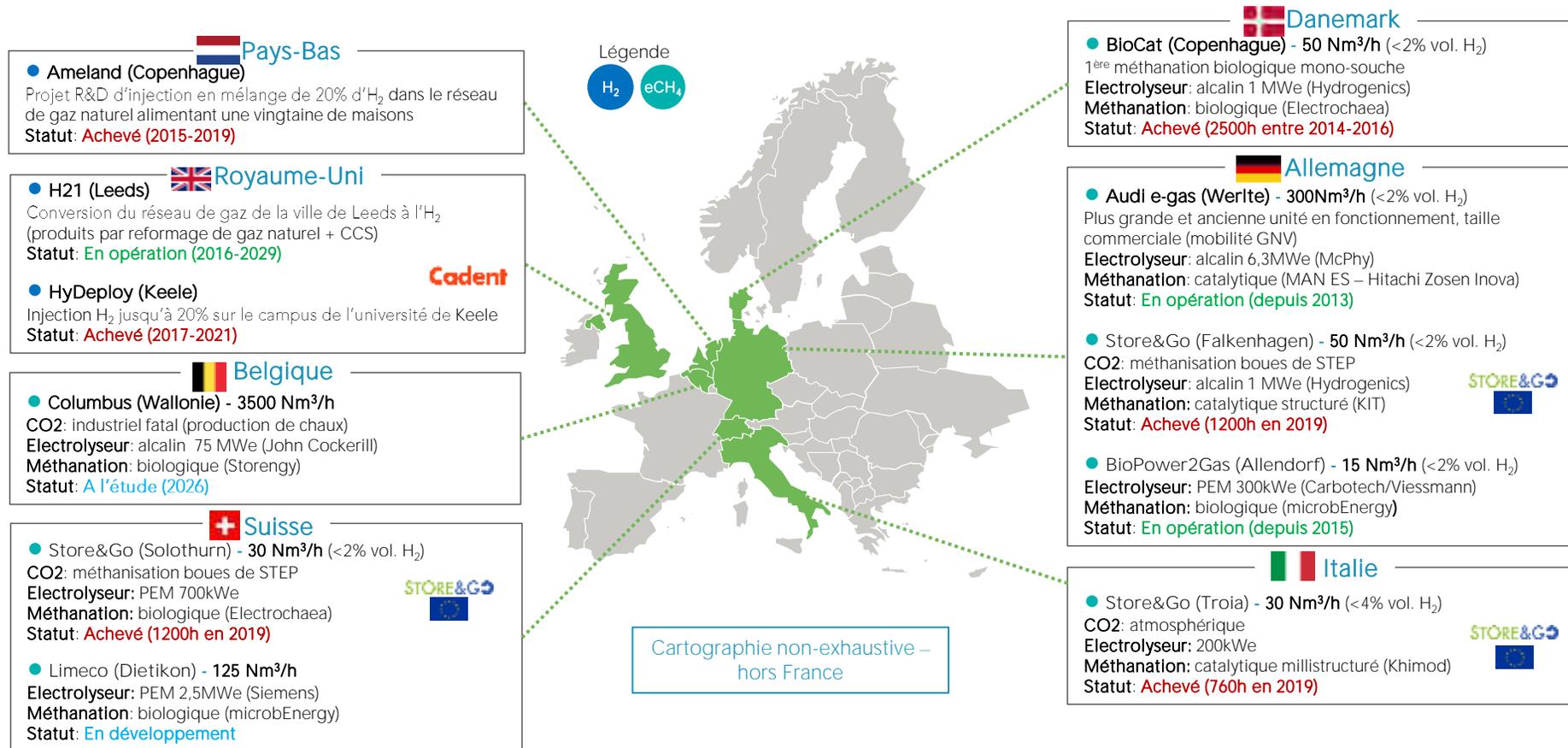
- Injection 20%_{vol.} techniquement réalisable sur réseau de distribution neuf alimentant des bâtiments neufs (résidentiel, tertiaire)
- Des contraintes de dilution, de maîtrise de la qualité du gaz et de concurrence entre projets rendent cette voie moins prioritaire à ce stade des travaux R&D GRDF

Perspectives long terme 2035-2040



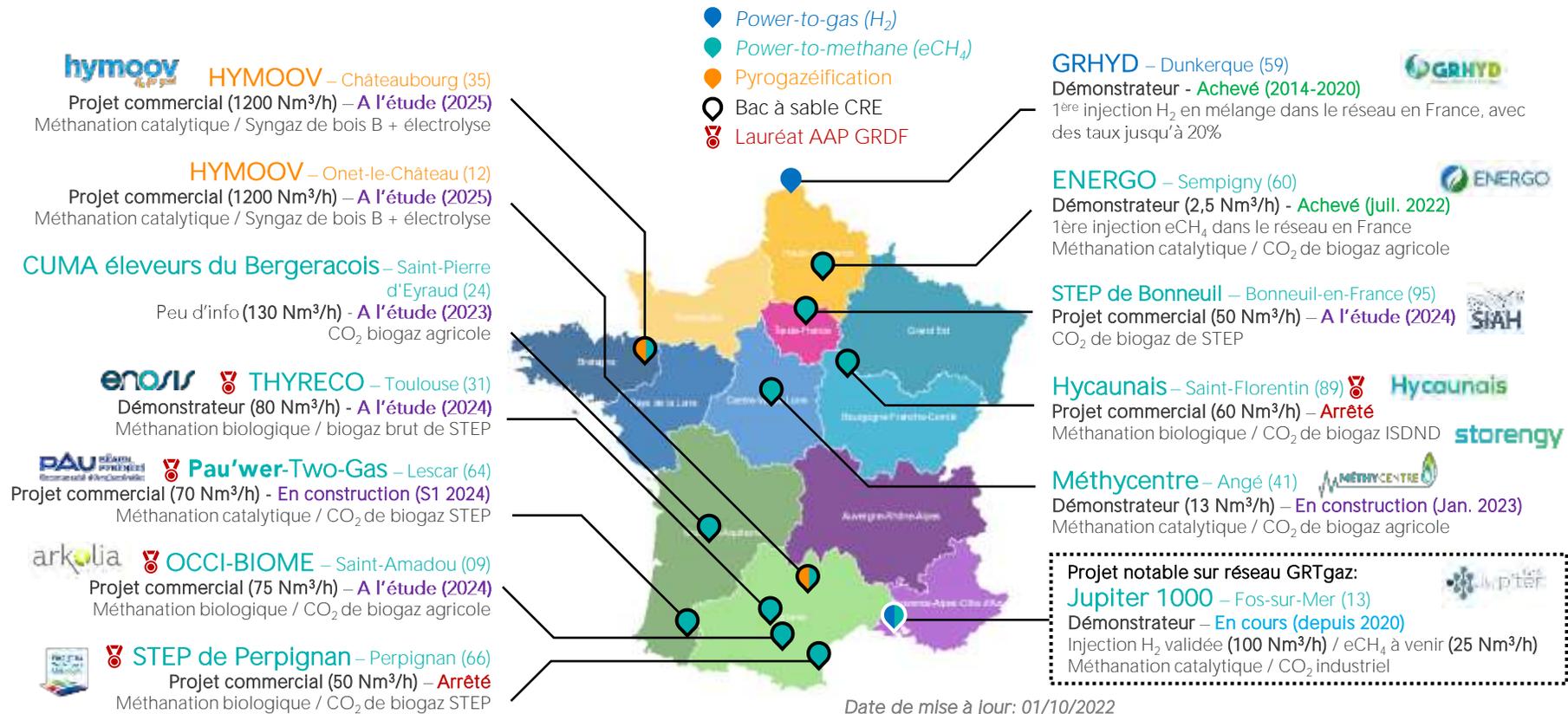
Expérimentation à structurer

Maturité de la filière en Europe



Maturité de la filière en France

GRHYD et Jupiter 1000 ont été des expérimentations pionnières d'injection d'H₂ en mélange. Côté e-methane, une dizaine de démonstrateurs émergent sur le territoire, et la 1^{ère} injection a été réalisée en 2022 avec ENERGO



05

Le gaz au service de la transition énergétique, sociale et environnementale

Les enjeux de la transition énergétique



La lutte contre **l'effet** de serre responsable du dérèglement climatique que **l'on** constate déjà
→ diviser par 4 **l'émission** de GES en 2050 avec la **neutralité carbone** en Europe.



La réduction des pollutions liées à **l'énergie** : sol, air, milieu aquatiques
→ réduire : particules fines, radioactivité, exploitation de mines, etc...



Une facture énergétique acceptable par tous et partout dans le monde
→ choisir un mix énergétique optimisé en termes de coûts



Réduire les effets de dépendances et de conflits entre zones géographiques
→ relocaliser les productions **d'énergie** au plus proche de la consommation



Des changements acceptables et si possibles souhaitables dans notre société (emploi, déplacements, gestes au quotidien...)
→ privilégier les solutions qui créent des emplois et qui permettent des conditions de vie agréables.

Les 3 piliers de la transition énergétique gazière (1/3)



1. Réduire les consommations grâce à de nouveaux matériels et une meilleure maîtrise des besoins

- Chaudières à condensation : elles permettent 20 et 30 % d'économies d'énergie en récupérant la chaleur latente des fumées.
- Pompes à chaleur hybride = chaudière à condensation couplée + petite PAC électrique : elles permettent de passer d'une énergie à l'autre en fonction du rendement et des prix.
- A terme : les Piles à Combustibles pourront permettre de produire de l'électricité et de la chaleur
- Le compteur communicant gaz permet de donner une mesure journalière de la consommation au client qui peut alors mieux maîtriser sa consommation.



Schéma d'une pompe à chaleur hybride (Source : GRDF)

Objectif de réduction des consommations (Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, 2020)

A horizon 2028, la France devra diminuer de **16,5 %** la consommation d'énergie finale par rapport à 2012

Les 3 piliers de la transition énergétique gazière (2/3)



2. Remplacer le gaz naturel par les gaz renouvelables (biométhane et H₂ vert)

Un scénario 100% gaz en 2050 renouvelable éviterait l'émission de **63 MtCO₂,éq/an**



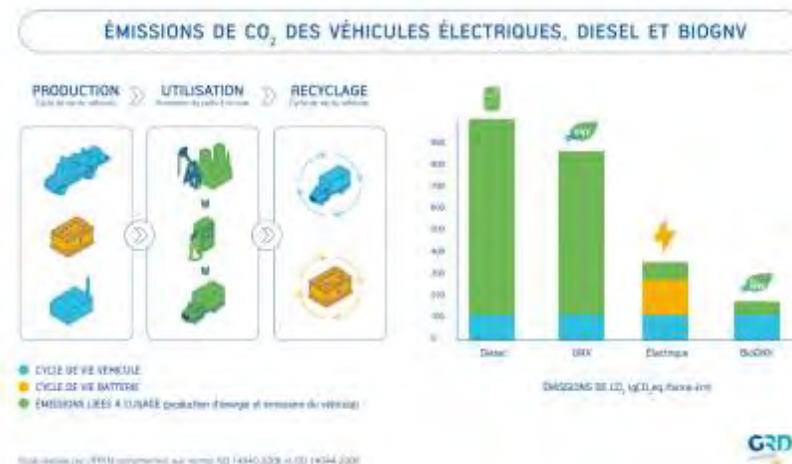
Objectif de production de gaz vert

La France devait atteindre une part de **10 %** de biométhane en 2028 mais une accélération avec **20 %** en 2030 est envisagé. **100 %** de gaz verts est l'objectif pour 2050.

Les 3 piliers de la transition énergétique gazière (3/3)



3. Réduire l'empreinte environnementale et développer l'économie circulaire locale.



- La méthanisation permet :

- ✓ La transformation de déchets en énergie
- ✓ La réduction des émissions des effluents d'élevage, 1^{ère} source de GES du secteur agricole.
- ✓ Le remplacement des engrais chimiques par le digestat.

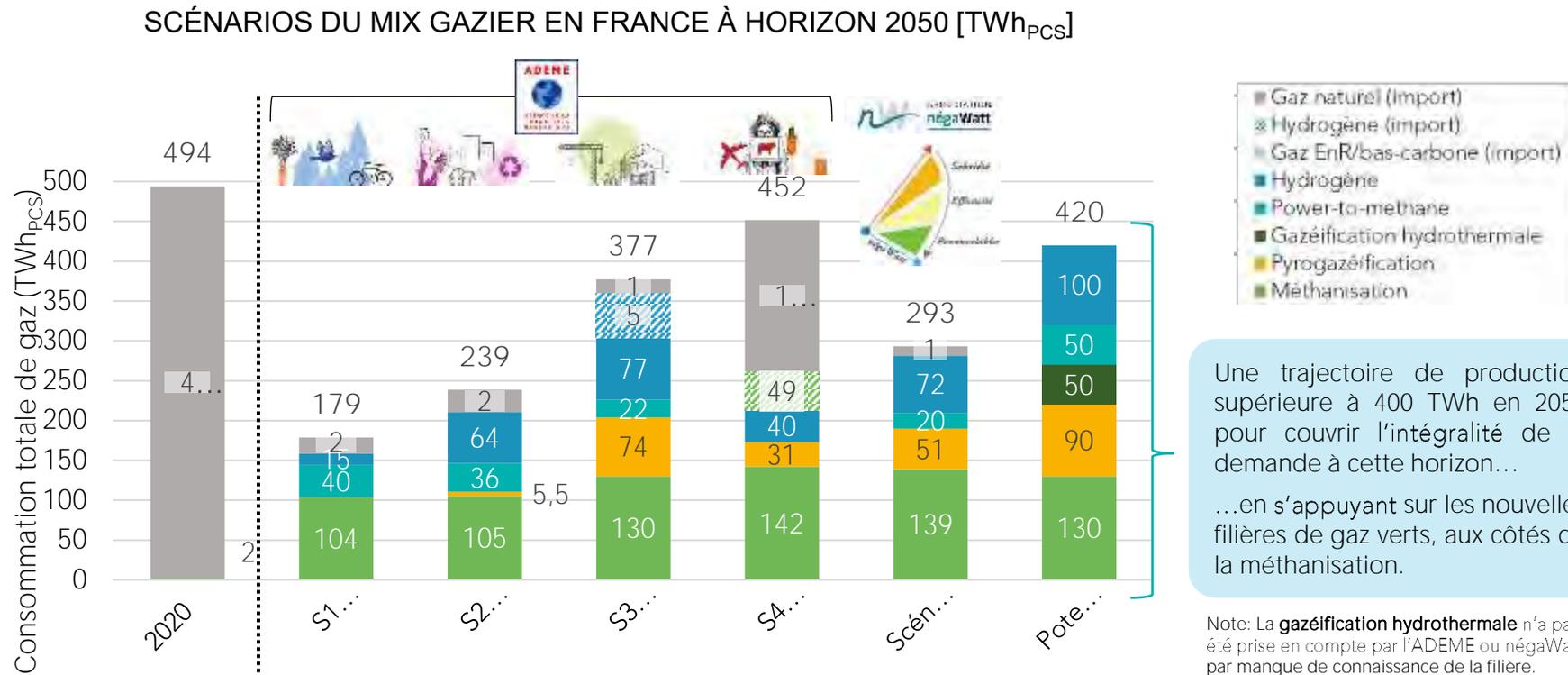
Dans les transports, le BioGNV permet de :

- ✓ Diviser par 5 mes émissions de gaz à effet de serre
- ✓ Réduire considérablement les particules fines (-95% par rapport à la norme Euro VI) et les NOx (-50% par rapport au seuil de la Norme).
- ✓ Réduire le bruit (division par 2 / diesel)

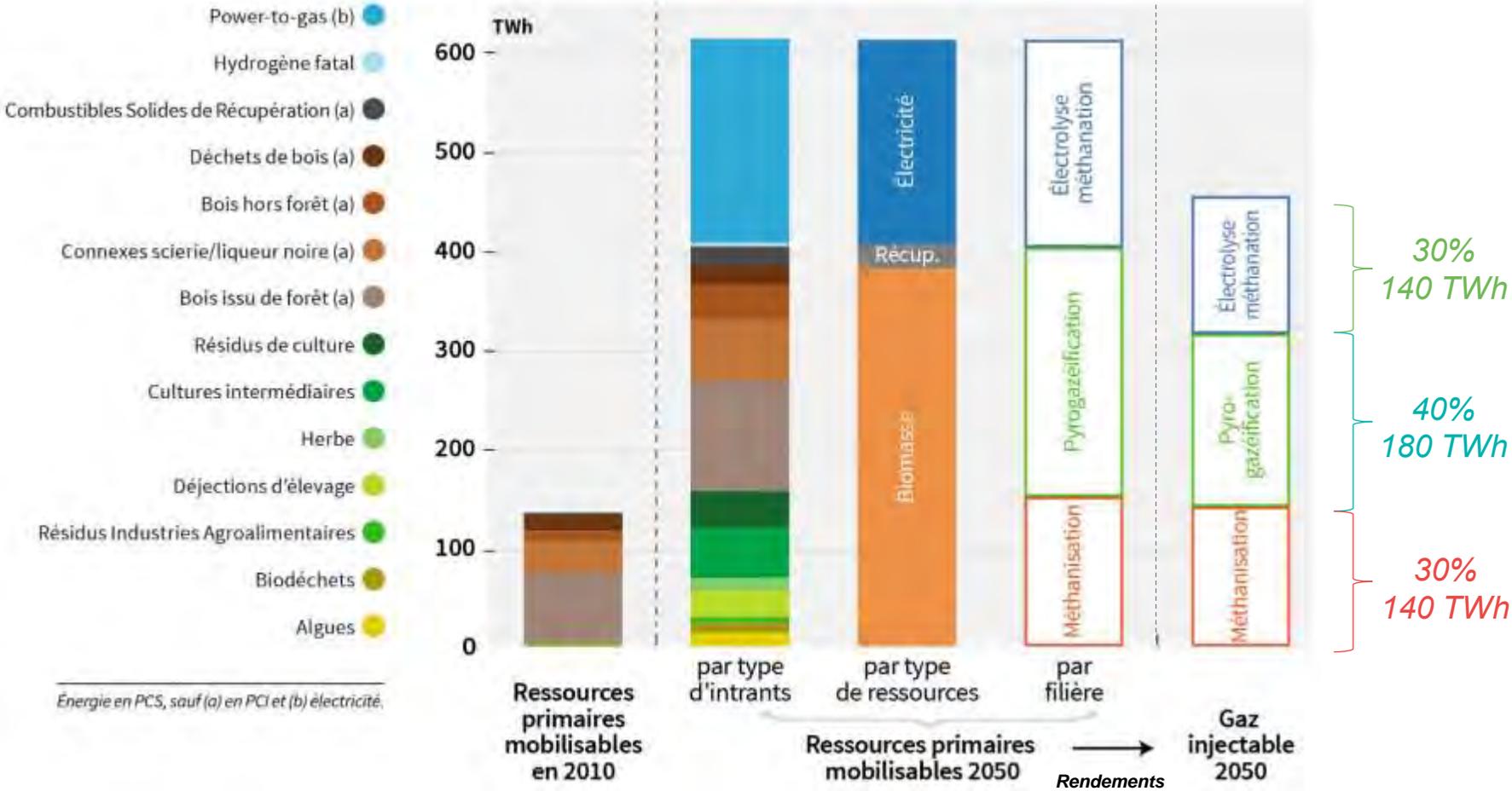
Objectif de transition écologique : réduction de l'empreinte environnementale
L'empreinte environnementale concerne les enjeux au-delà des émissions de GES.
Il s'agit par exemple de la pollution atmosphérique, des eaux ou des sols.

Les différents scénarios de transition énergétique pour 2050

Plusieurs scénarios ont été calculés et proposés notamment par l'ADEME, l'association négaWatt et GRDF. Ils prévoient tous (sauf 1) pratiquement 100 % de gaz renouvelables. Les principales différences concernent la quantité de gaz consommée et la disponibilité de la biomasse.

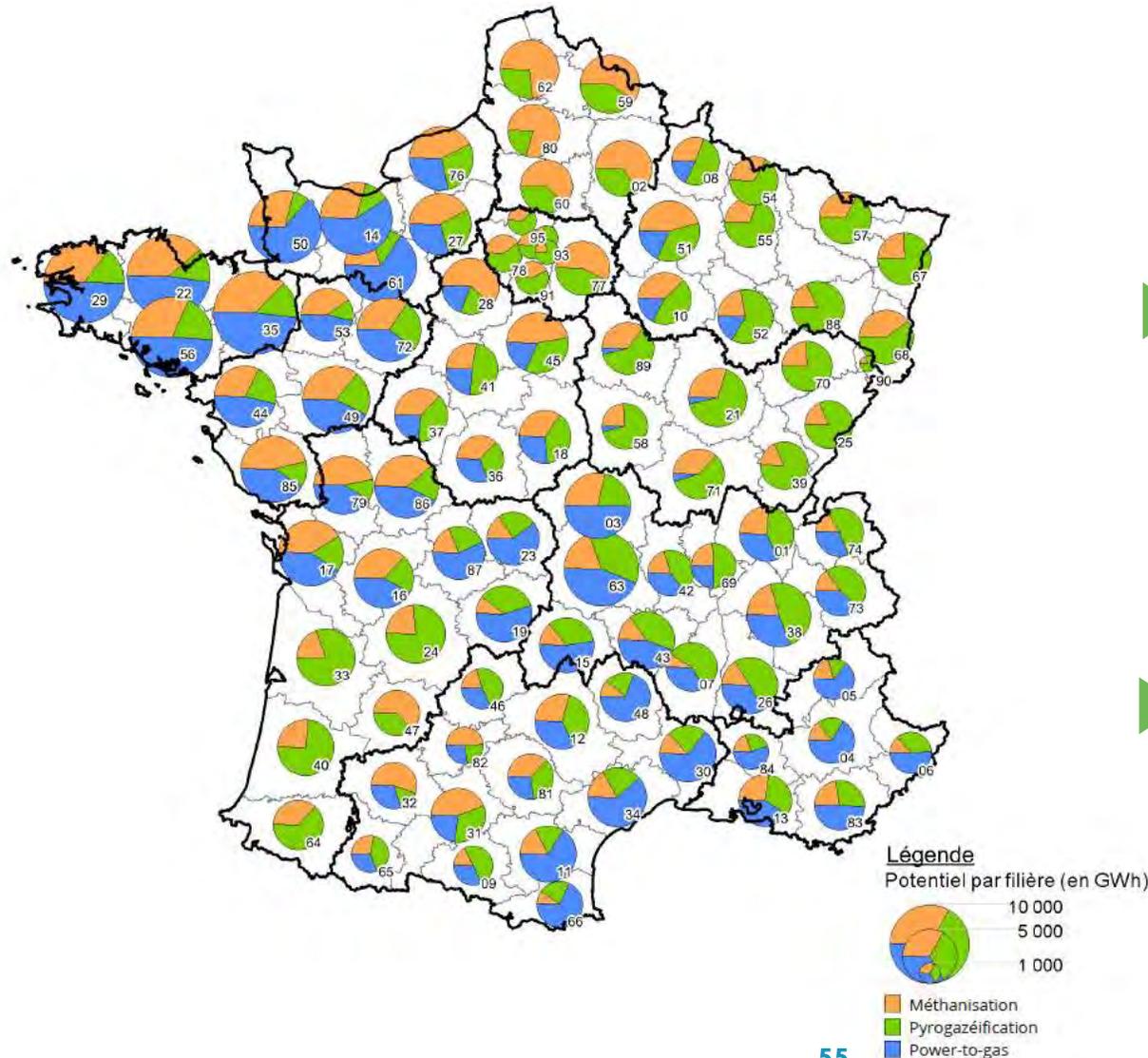


Un potentiel de 460 TWh de gaz renouvelables > besoins



Source ADEME / SOLAGRO / AEC scénario 100 % gaz renouvelables 2017

Des gisements répartis dans toute la France



Chaque région sera à même de développer deux ou trois filières de gaz verts

**130 000 emplois directs en 2019 dont 4 000 / biométhane.
50 000 prévus pour les gaz verts en 2050.**

06



La collaboration au sein de
l'ANRT

La participation aux activités de l'association et la collaboration avec ses membres.

- ✓ **Financement de thèses CIFRE : à notre initiative ou à nous proposer.**
- ✓ **Participation à des groupes de travail (SNRE "Game changers", offre et demande, pour la transition énergétique d'ici 2050)**
- ✓ **Informier et échanger sur les questions énergétiques comme ce « Petit déjeuner ».**
- ✓ **Réaliser des collaborations sur les thèmes R&D présentés aujourd'hui.**

Merci pour votre écoute.

Questions et échanges