



La Pyrogazéification pour injection dans les réseaux de gaz

Valoriser les résidus solides du territoire en énergie accessible partout grâce aux réseaux

La Pyrogazéification pour injection dans les réseaux de gaz

Bertrand SIMON



Directeur de projets - Transition énergétique
Pyrogazéification et H₂

✉ bertrand.simon@grtgaz.com

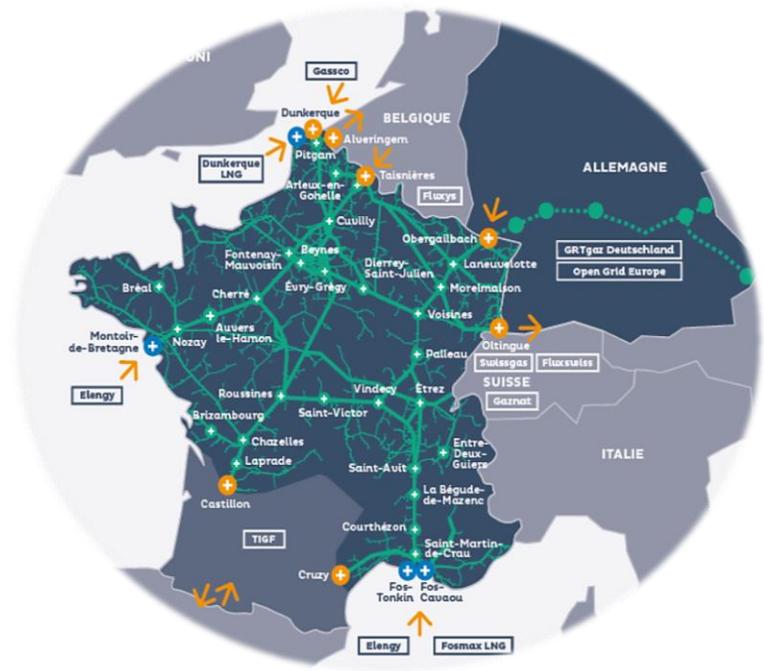
Clotilde VILLERMAUX



Cheffe de projet - Pyrogazéification

✉ clotilde.villermoux@grtgaz.com

GRTgaz, un acteur engagé dans la transition énergétique



-  Réseau de transport en France
-  Réseau de transport en Allemagne
-  Interconnexions avec des réseaux adjacents
-  Stations de compression en France
-  Stations de compression en Allemagne
-  Flux de gaz
-  Terminaux méthanier et TSO adjacents

Le transport en France



33 680 km
de réseau

641 TWh / an
de gaz transporté



155 clients expéditeurs
716 clients industriels
19 gestionnaires de réseaux de distribution raccordés
46 clients producteurs de biométhane



GRTgaz et la transition
énergétique

Méthanisation
Pyrogazéification
 Gazéification hydrothermale
 Hydrogène

Des objectifs de valorisation des déchets

● Aujourd'hui les résidus qui ne sont pas recyclés sont brûlés, enfouis ou exportés



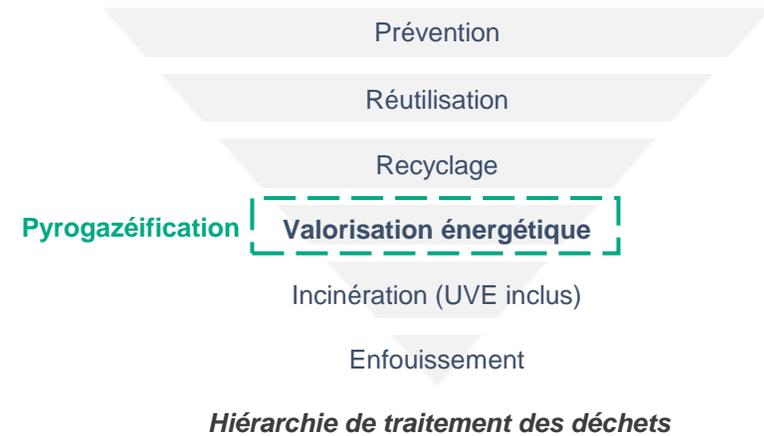
Depuis le 1er janvier 2021, la **porte de la Chine** est **fermée** à tous les déchets solides. La France qui y exportait par exemple ~200 kt de plastiques doit aujourd'hui trouver de nouvelles voies de valorisation

50%

La **réduction de la mise en décharge** à l'horizon **2025** (Loi de Transition Énergétique pour la croissance verte, août 2015)

> 70%

La **part minimum de déchets** ne pouvant faire l'objet de valorisation matière devant trouver une valorisation énergétique en 2025 (Loi AGECE, sept. 2021)



● Les acteurs du traitement des déchets recherchent de nouvelles voies de valorisation, en complément au recyclage



Lancement de l'AAP : « Nouveaux exutoires pour le mobilier usagé » afin de trouver de nouvelles voies de valorisation aux déchets de bois



« Les quantités de déchets résiduels à traiter, qu'ils soient ménagers ou d'origine industrielle et commerciale, restent très conséquentes alors que les capacités de traitement diminueront mécaniquement à l'avenir sous l'effet de la réglementation ».*

La Pyrogazéification répond aux enjeux de valorisation des déchets / résidus de biomasse

La France s'est dotée d'objectifs de neutralité carbone

● La France s'est dotée d'objectifs ambitieux dans le cadre de la transition énergétique et en ligne avec la dynamique européenne

10%

La part de **gaz renouvelable** dans la consommation totale de gaz en **2030** fixée par la LTECV (août 2015)

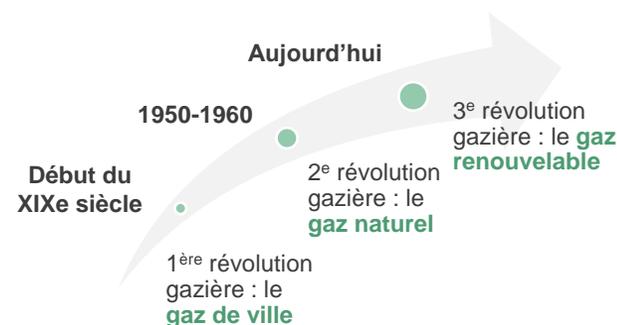
100%

L'objectif de **neutralité carbone** inscrit dans la loi Energie-Climat à **2050** (novembre 2019)

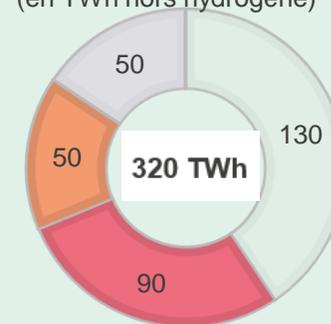
● Le gaz a déjà enclenché sa 3^e révolution gazière

x2

La part de la **méthanisation** dans le mix énergétique double tous les ans



Estimation de production de méthane renouvelable et bas-carbone en France à l'horizon 2050 (en TWh hors hydrogène)**



■ Méthanation
■ Pyrogazéification
■ Gazéification hydrothermale
■ Méthanisation

● La France dispose d'un potentiel suffisant pour décarboner le mix gazier

90 TWh_{PCS}

La trajectoire de production de méthane issu de **pyrogazéification** à l'horizon 2050, qui prend en compte les enjeux respectifs des vecteurs chaleur, gaz et carburants liquides*

La Pyrogazéification apporte une solution à la **décarbonation du mix gazier**

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

Biomasse	Déchets	
	<u>Issus de biomasse</u>	<u>Non renouvelables</u>
		
		
		

23 Familles de résidus (renouvelables ou non) adressables par pyrogazéification

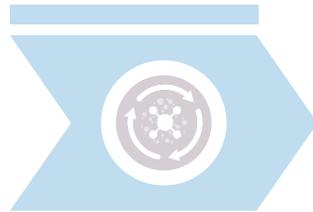
La pyrogazéification pour injection permet de valoriser des résidus en gaz injectable dans les réseaux

RÉSIDUS SOLIDES

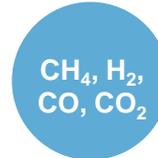


Renouvelables ou non renouvelables

PYROGAZÉIFICATION
T°C : 700 à 1 500 °C



SYNGAS



Co produits :
(Bio)char
(Bio)huiles

EPURATION ET MÉTHANATION



METHANE INJECTABLE



Injection dans les réseaux de gaz



Des **technologies matures** existent sur chaque **brique de la chaîne**

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

Une filière qui a démontré la faisabilité technique de la production de biométhane

Performance des projets

- Démonstration de la faisabilité technique des projets de pyrogazéification pour injection :
 - GoBiGas en Suède, à taille industrielle
 - Güssing en Autriche
 - Gaya en France
- Démonstration de la **production de biométhane issu de pyrogazéification**
- Composition du biométhane produit **compatible avec l'injection** dans les réseaux de gaz européens

Performance technique

- Rendements énergétiques de 70 à 80 %
- Rendements $\text{biomasse} \rightarrow \text{biométhane}$ obtenus de 63% (sans prise en compte de la chaleur)
- Optimisation des performances techniques des unités, notamment la qualité du gaz produit

Performance environnementale

- Réduction des émissions de GES : 80-85 % (facteur défini par la directive 2009/28/CE sur les énergies renouvelables RED)
- Réduction des volumes de fumées (poussières, particules fines, Nox)
- Réduction du volume de résidus ultimes



Projet GoBiGas à Göteborg (Suède)



Projet à Güssing (Autriche)



Projet GAYA à Saint Fons (69, France)

Des régions qui portent des objectifs de développement de la pyrogazéification pour injection

Des ambitions de développement de la pyrogazéification pour injection de gaz dans les réseaux en région

Schémas régionaux

IDE : Objectif de **2 TWh** en **2030**
PACA : Objectif de **2 TWh** en **2030** et **4,5 TWh** en **2050**
Occitanie : Objectif de **3,7 TWh** en **2050**



Nouvelle-Aquitaine

Etude 100% gaz vert en 2050 avec ~1/3 de la consommation de la région issue de pyrogazéification

Ensemble pour un
100% GAZ VERT
en 2050 !

CORBI

Soutien au lancement de projets de pyrogazéification pour injection



Des potentiels de développement de 6 TWh de gaz issu de pyrogazéification à horizon 2030



3 Mt de déchets / an

Pouvant être valorisés par pyrogazéification pour injection



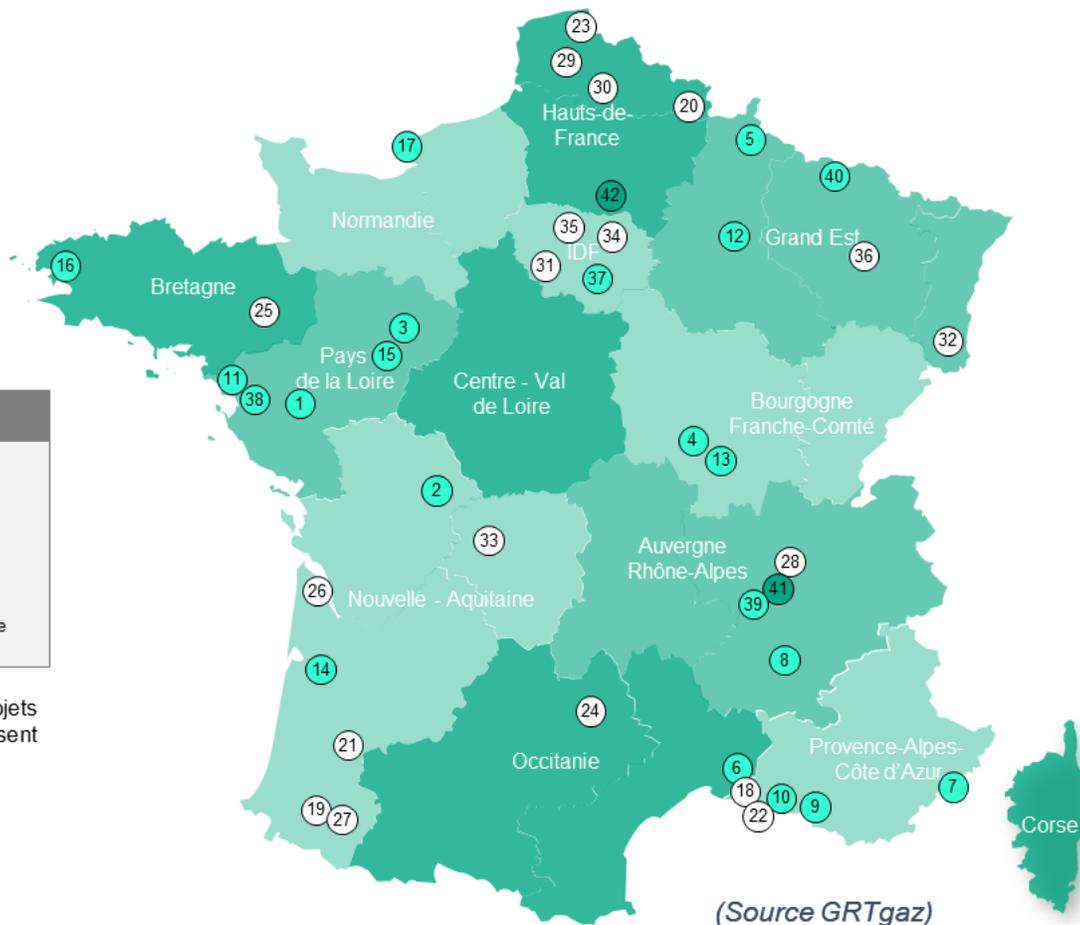
1 Mt/an

De réduction des émissions de CO₂



500 000 logements
 ou
35 000 bus

Plus d'une soixantaine de projets industriels et démonstrateurs émergent en France



Un vingtaine de projets confidentiels n'apparaissent pas sur cette carte

Webinaire de restitution de l'AMI Pyrogazéification pour injection

AMI Pyrogazéification pour injection

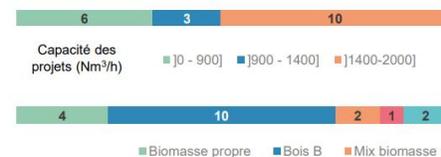
20.06.22 | 12

Le bois B et la biomasse propre sont très majoritaires

Les informations transmises par les porteurs de projets donnent un aperçu de la variété de tailles de projets et d'intrants utilisés

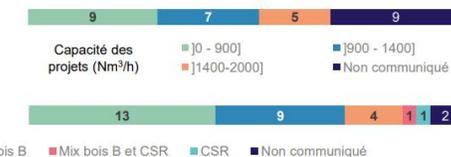
Projets en développement

Nombre de projets en phase de développement par capacité et par type d'intrants

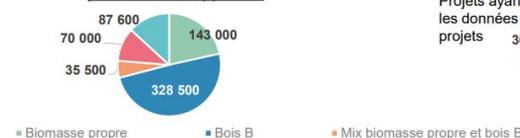


Projets en phase préliminaire

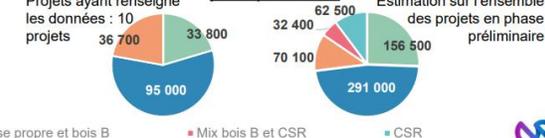
Nombre de projets en phase préliminaire par capacité et par type d'intrants



Tonnage des différents types d'intrants utilisés par les projets en phase de développement



Tonnage des différents types d'intrants utilisés par les projets en phase préliminaire



→ Plusieurs projets de valorisation énergétique de CSR sont déjà en visibilité

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

Focus CSR : une filière de valorisation des déchets en croissance, mais également en recherche de nouveaux exutoires

FOCUS intrants : Quelles ressources territoriales valorisables en pyrogazéification ?



- **CSR** : produits à partir de gisements de déchets municipaux ou industriels, composés de pneus, plastiques, papiers/cartons, bois et bois B, boues de papeterie, boues de STEP, textiles, déchets ménagers divers, encombrants
- **Centre National des Déchets (CND) - Travaux relatifs au Plan Déchet 2014/2020 :**
 - Objectif de réduction de 50% de la mise en stockage des DND
 - **Objectif des 2,5 Mt de CSR produits en 2025, dont 1 Mt cimenteries**



Combustibles Solides de Récupération | « Une filière essentielle qui attend son heure »

Source : [Déchets Chiffres Clefs 2020 - FEDEREC](#)

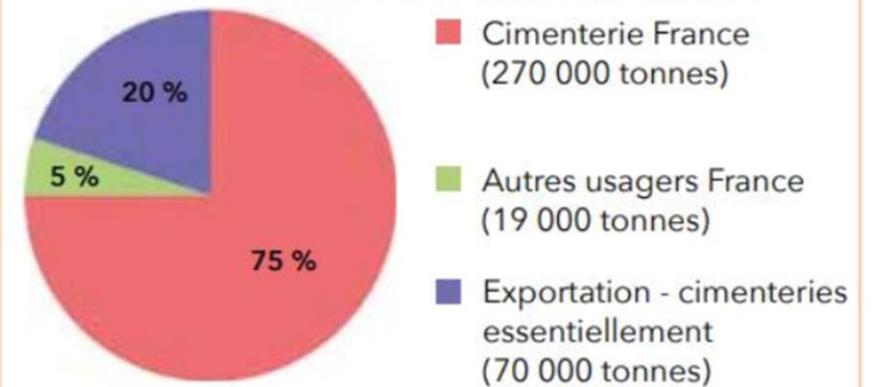
Production 2020 : 359 kt (+ 4% /2019)

Consommation 2020 :

- Cimenteries françaises : 75 %
- Cimenteries étrangères et autres consommateurs (chaudières industrielles et chaufferies collectives) attendent des signaux plus forts de reprise post-Covid de la part du marché
- Capacité de production : 980 kt → **37 % capacité de production**

→ **Développement nécessaire de nouveaux exutoires pour les CSR**

Répartition des ventes de CSR



La pyrogazéification pour injection une réponse aux enjeux des territoires



Enjeux déchets

- Valorisation d'une **large variété de matières résiduelles** jusqu'ici peu ou mal valorisées



Enjeux énergie

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

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 des fumées, particules fines et poussières**



Annexes



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

Acteurs du déchet



Équipementiers



Acteurs d'influence nationaux et régionaux



Opérateurs de réseaux et acteurs gaziers



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



Bureaux d'étude



GRTgaz œuvre pour l'industrialisation de la filière

S'engage au sein des instances représentatives de la filière française

- Anime le **GT Injection de gaz de synthèse** (plus de 50 acteurs)
- Est membre du **Conseil d'administration du Club Pyrogazéification** (ATEE, > 80 membres)
- Co-pilote le **GT Innovation du CSF NSE***

Sensibilise aux enjeux de la pyrogazéification pour injection

- **Recense les initiatives sur le territoire**
- **Recueille les retours d'expériences des projets** en France et à l'étranger
- Organise des conférences et participe à des salons sur les gaz renouvelables

Etudie les caractéristiques de la pyrogazéification pour injection

- **Pilote et finance des études** pour identifier les enjeux clés de la filière (techniques, environnementaux, économiques)
- Développe des techniques d'analyse et réalise des campagnes de mesures de **qualité du gaz**
- A noué des **partenariats** visant à tester la composition du gaz produit à partir de différents couplages

Contribue à la mise en place d'un cadre pour industrialiser la filière

- Elabore des propositions aux pouvoirs publics pour l'établissement d'un **cadre législatif et réglementaire national**
- **Mène des actions communes avec les acteurs publics** en concertation avec les membres de la filière ou au nom de GRTgaz

Accompagne les territoires et les porteurs de projets

- **Répond aux sollicitations des collectivités et des porteurs de projet**
- Développe et partage son **expertise**
- Œuvre pour **raccorder** les premiers projets

Familles de résidus adressables par pyrogazéification

Bois non déchet : Bois forestier, bois d'industrie, produits connexes de scieries, arboriculture

Bois déchet non dangereux : Bois d'emballage en fin de vie : Palettes, cagettes non souillées, bois de fin de vie (éligible à SSD

Bois déchet dangereux : Traverses et poteaux de bois : Traverses de chemins de fer, poteaux téléphoniques et électriques

Déchets verts : Branches et tailles, fraction ligneuse

Cultures pérennes : Taillis (très) courte rotation (TRC)

Résidus de cultures

- Pailles et cannes : Pailles de céréales (blé, orge, riz), d'oléagineux (colza, tournesol)
- Résidus de céréales : Sons de blé, balles de riz, rafles de maïs, poussières de pailles, issues de silos, drèches de blé
- Sarments et ceps de vigne
- Grignons d'olives
- Pailles issues de la PPAM (plantes à parfum, aromatiques et médicinales)
- Marc de raisin : Marc de raisin distillé, pépins et pulpes fines

Déchet non dangereux (DND)

- Déchets d'éléments d'ameublement (DEA) : meubles, mousses, literie
- Combustibles Solides de Récupération (CSR)
- Pneus usagés
- Déchets plastiques agricoles : Bidons, films plastiques, filets
- Résidus de papeterie : Boues, refus de recyclage (pulpeur)
- Boues de STEP : Boues urbaines, boues d'industries non méthanisées
- Déchets de composites/fibres : Composites à matrice organique, thermoplastiques et thermodurcissables
- Digestat de méthanisation

Biomasse animale

- Déjections avicoles : Fientes brutes et sur litières
- Farines animales C1 et C2 : Exclues de la chaîne alimentaire

Déchets dangereux : Déchets d'Activités de Soins à Risque Infectieux (DASRI)

4 partenariats GRTgaz de Pyrogazéification pour injection

Synthane© (Compiègne)



Couplage **pyrolyse** /
méthanation catalytique

Titan V (Nantes)



Couplage **gazéification** /
méthanation biologique



Cométha (Ile de France)



Partenariat d'innovation SYCTOM / SIAAP pour **valoriser les digestats de la co-méthanisation**, afin d'éviter le non-retour au sol du digestat

Plainénergie (Plaine de l'Ain)



Développer une installation **industrielle** expérimentale de **pyrogazéification et méthanation biologique** valorisant des déchets résiduels collectés régionalement

A voir et à revoir : liens utiles à consulter



LA PYROGAZÉIFICATION : QU'EST-CE QUE C'EST ?

La pyrogazéification permet de valoriser des biomasses et déchets résiduels variés (sous-produits agricoles secs, boites sèches, résidus de la filière bois non valorisés par ailleurs, refus de tri préparés - CSR, etc.) pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité ou un gaz de synthèse injectable dans le réseau de gaz existant.

Elle consiste sur les principes de pyrolyse et de gazéification qui impliquent en amont (de quelques secondes à quelques heures) le procédé à l'origine de la formation des énergies fossiles. Pour cela, la matière carbonée initialement sèche est chauffée à haute température (500 à 1200°C) en absence ou déficit d'oxygène. Elle est alors transformée en gaz (synthèse) riche et en solide charboné. Les produits obtenus sont sous forme de composés énergétiques et gardent tout leur pouvoir énergétique pour une application qualitative élevée. Ces produits ont plus de valeur énergétique que la matière entrante, plus homogène et si fine plus facilement valorisable car transportable et stockable. A l'inverse, la combustion et l'incinération utilisent immédiatement le pouvoir énergétique des produits ou déchets sous forme de chaleur, par injection en présence d'un média évanescent.

Après cette transformation sous une forme plus facilement valorisable, ces nouveaux produits peuvent ainsi être utilisés directement en aval ou sur un autre site, soit sous forme énergétique, par exemple dans une chaudière ou un moteur à combustion interne en substitution d'une énergie fossile ou après injection dans le réseau de gaz, soit sous forme chimique pour la production de biocarburants ou de molécules à haute valeur ajoutée.



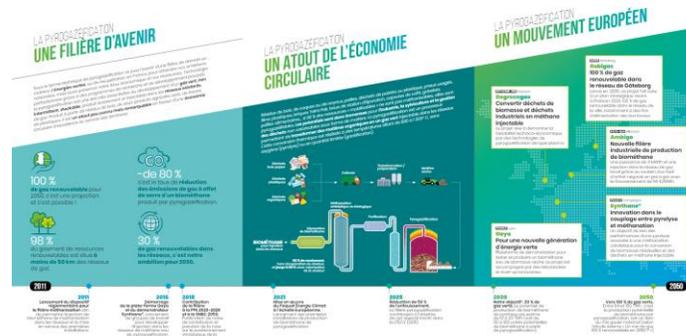
<https://atee.fr/energies-renouvelables/club-pyrogazéification>

Campagne « L'énergie des possible » - CEA



<https://www.youtube.com/watch?v=HJeGw1ROijk&list=PLT2iMYb6oM7xdVx2eQbS2sO9xCc4XFngP>

Plaquette – Injection biométhane de synthèse



Mini film filière élaboré par GRTgaz



<https://www.youtube.com/watch?v=W5Uju6LsZW4p=desktop&v=W5Uju6LsZW4>

Projet Plainénergie



<https://www.youtube.com/watch?v=ms8MP0LtMjg>

Le saviez-vous ? Utilisation du gaz en matière première : 20 TWh/an, soit 10% du gaz consommé par l'industrie

Valorisation en chimie

Principe : transformation du méthane en hydrogène dans un SMR (steam methane reforming)



Utilisation :

- En raffinerie où l'H₂ est utilisé pour la désulfuration des fiouls
- Chez les azotiers pour la fabrication d'engrais

Enrichissement en carbone

Principe : transformation du méthane en composés carbonés par craquage du CH₄ à haute température et en défaut d'oxygène

Utilisation :

- En métallurgie pour durcir les aciers
- Pour la production de composites carbone / carbone

Production de CO₂

Principe : production de CO₂ pour injection dans les serres afin d'augmenter la production

Et demain ?

D'autres utilisations du gaz matière première ?

Par exemple : en craquant le CH₄ pour produire du carbone solide et de l'H₂