



## Le Club pyrogazéification

Le Club Pyrogazéification est une association rassemblant les professionnels du secteur la pyrolyse et de la gazéification, afin de favoriser l'échange entre ses membres, de faire mieux connaître auprès du grand public les enjeux de la filière pour une transition énergétique réussie, et de promouvoir les intérêts communs auprès des pouvoirs publics. Le Club comprend environ 80 membres.

<https://www.clubpyrogazefication.org/fr/>

## CAHIER D'ACTEUR

La filière de la « Pyrogazéification » au service du développement des territoires et de la transition énergétique

### QU'EST-CE QUE LA PYROGAZEIFICATION ?

Les procédés de pyrogazéification imitent le procédé à l'origine des énergies fossiles, mais beaucoup plus rapidement (de quelques secondes à quelques heures). Pour cela, la matière carbonée relativement sèche (biomasse et/ou déchet) est chauffée à haute température (entre 400 et 1500 degrés Celsius), en absence ou défaut d'oxygène. **La matière carbonée est alors transformée en gaz (syngaz), huile et/ou solide carboné.**

Les produits obtenus sont sous forme de vecteurs énergétiques et gardent tout leur pouvoir énergétique pour une application spécifique ultérieure. **Ces composés sont plus denses énergétiquement que la matière entrante, plus homogènes et in fine plus facilement valorisables car transportables et stockables.** A contrario, la combustion et l'incinération utilisent immédiatement le pouvoir énergétique des produits ou déchets sous forme de chaleur. Les composés obtenus peuvent ainsi être utilisés directement en aval ou sur un autre site, par exemple dans une chaudière ou un moteur à combustion interne en substitution d'une énergie fossile ou après injection dans le réseau gaz, mais aussi sous forme chimique pour la préparation de biocarburants ou de molécules à haute valeur ajoutée. Ces procédés offrent ainsi une très grande flexibilité, tant en termes d'entrants que de sortants.

## LA PYROGAZEIFICATION DANS LE MIX ENERGETIQUE

### Potentiel global et à long terme

Une étude récente de l'ADEME montre qu'un gaz 100% renouvelables en 2050 est possible et à des coûts acceptables. Il en ressort que :

- **La pyrogazéification y tient une place de choix avec un potentiel de production entre 15% (40 TWh) et 40% (148 TWh) du potentiel global en fonction des scénarios.**
- **Les ressources pyrogazéifiables, non méthanisables, mobilisables sans conflits avec les cultures alimentaires et les usages actuels, sont très variés (dont déchets non recyclables), en quantité très importante et bien réparties sur le territoire.**

### Complémentarité de la filière sans conflit d'usage

La filière pyrogazéification s'inscrit dans une parfaite complémentarité d'autres filières telles que la méthanisation ou la combustion.

**En effet, la filière pyrogazéification sollicite l'usage de biomasse et d'intrants secs et non méthanisables (bois, autres matières organiques sèches), ou les ressources qui ne « brûlent » pas bien, ainsi que les déchets homogènes à fort PCI (CSR,...) sur de petites capacités avec un faible rayon d'approvisionnement.**

La pyrogazéification peut aussi trouver des synergies valorisation matière / énergie :

- **recyclage des métaux contenus dans les déchets (RBA, DEEE,...) sous forme non oxydée (donc recyclable) ;**
- **si les déchets sont peu pollués (certains résidus agricoles par exemple), récupération de la partie solide (biochar) pour un retour à la terre ;**
- **décomposition de certains plastiques sous une forme liquide proche de la molécule mère ;**
- **utilisation du méthane de synthèse injecté dans les réseaux comme matière première pour**

**l'industrie.**

### Avantages et flexibilité

Les avantages de ces technologies sont nombreux pour la transition énergétique et le développement de l'économie circulaire.

**Une densification locale de l'énergie par m3 d'un facteur 3 à 11 :** il est plus aisé de transporter du syngaz que de la biomasse, notamment grâce aux réseaux de gaz déjà existants, plutôt que par une myriade de camions.

**Une mobilisation accrue de la biomasse :** La pyrogazéification permet notamment une **valorisation de la biomasse (dont déchet non recyclable) parfois difficile à traiter en combustion classique** (trop de cendres, vitrification, poussières atmosphériques, gestion des polluants), **et de manière complémentaire par rapport aux ressources méthanisables.**

**Une flexibilité par rapport aux besoins locaux :** la pyrogazéification produit **de la chaleur, de l'électricité** (valorisation du syngaz via des moteurs à gaz) **ou du (bio)méthane injectable dans les réseaux de gaz** (stockage en grandes quantités et sur le très long terme pour une utilisation différée en temps et en lieu s'affranchissant de la saisonnalité).

**Une flexibilité en termes de puissance** grâce à des installations de petites et moyennes capacités de quelques MW à quelques dizaines de MW en adéquation avec les gisements de ressources et les besoins énergétiques locaux.

**De meilleurs rendements énergétiques :** l'utilisation d'un composé sous forme gazeuse dans un moteur à combustion interne permet d'atteindre un rendement électrique de l'ordre de 30% supérieur à celui d'une turbine vapeur en aval d'une chaudière biomasse ou d'un incinérateur. **Le rendement énergétique global varie de 65 à 85 % en fonction de l'usage direct ou non et de la valorisation de la chaleur, y compris dans le cas de l'injection de biométhane de synthèse.**

**La possibilité de répondre aux contraintes des industriels utilisant des process à haute température :** les gaz produits peuvent être valorisés directement au cœur de procédés industriels (verrier, briquetier, ...) en

substitution du gaz naturel, permettant d'atteindre les niveaux de température nécessaires, inatteignables avec de la chaleur récupérée sur une chaudière classique. Cette substitution est essentielle à la survie de ces industries sur le territoire et pour répondre à leurs engagements de réduction des GES (180 TWh de gaz de réseaux consommés aujourd'hui en France par le tissu industriel, sans possibilité d'électrification des process).

**De très bonnes performances environnementales :** il est possible de purifier les produits issus de la pyrogazéification avant leur valorisation en éliminant par exemple les éléments chlorés, précurseurs de la formation de dioxines, et les poussières. **Les mesures réalisées sur les unités existantes montrent en effet des taux de dioxines/furanes, et poussières atmosphériques nettement plus faibles que les valeurs limites d'émission réglementaires que celles obtenues à partir d'une combustion directe de la biomasse.** Les études préliminaires montrent aussi que la production de biométhane de synthèse par pyrogazéification de la biomasse bois émet 18 gCO<sub>2</sub>eq/MJ (étude GAYA, 2017), soit une **réduction des émissions de GES de 80% pour une utilisation bioGNV en mobilité**, par rapport aux filières diesel / essence. **Elle répond ainsi aux critères de durabilité dans le cadre de la Directive RED II.**

**Une compétitivité accrue :** le contexte français permet d'envisager par exemple un coût de production du biométhane de synthèse injectable dans les réseaux compris entre 90 et 120 € / MWh, notamment en fonction des intrants utilisés. Ce prix, est **cohérent avec ce qu'on observe ailleurs en Europe pour ce type de filière innovante de production de gaz renouvelable** mais aussi pour les autres filières de production d'ENR : il est par exemple comparable au coût de 120 à 130 €/MWh évalué pour l'électricité dans l'étude de l'ADEME « Un mix électrique 100 % renouvelable ? Analyses et optimisations » (2015). L'industrialisation de la filière permettra à moyen terme d'envisager une baisse substantielle des coûts de production grâce à l'effet d'apprentissage, des gains d'échelle, de la standardisation et des progrès technologiques.

## Développement des territoires

Même dans un scénario où le gaz n'est pas 100% renouvelable en 2050, le développement de cette filière est un élément majeur de la politique d'aménagement du territoire pour l'agriculture et la sylviculture, les réseaux d'énergie et la gestion des déchets.

Grâce à une grande modularité en termes de capacité, les technologies de pyrogazéification sont en adéquation avec les gisements locaux, évitant autant de transports routiers. **La filière propose ainsi un modèle de production décentralisé, non intermittent et potentiellement désaisonnalisé (injection réseau).**

**En termes d'emplois, les premières études ont montré que sur les seuls emplois directs, le développement de la filière pouvait créer environ 10 000 emplois à l'horizon de 2030.** Il faut également prendre en compte tous les emplois créés en amont (collecte et préparation des différentes biomasses), mais aussi en aval (avec la préservation des emplois dans les industries énergétiquement intensives et la lutte contre la délocalisation). Ce sont des emplois locaux dans le cadre d'une économie circulaire avec l'utilisation de ressources locales pour des besoins énergétiques locaux.

## INDUSTRIALISATION DU PROCÉDE

### Maturité technologique

**La mise en œuvre des procédés de pyrogazéification est ancienne comme en témoigne la fabrication séculaire de charbon de bois, ou de gaz à partir de charbon et/ou de bois. Actuellement, ces procédés sont développés de façon industrielle dans les zones géographiques où la ressource biomasse ou les déchets sont abondants et bon marché (Amérique latine, Asie, ...).**

Concernant les déchets, une première génération de procédés a été développée à partir des années 80/90 en alternative aux technologies d'incinération, avec l'avantage d'avoir des installations plus compactes et de vitrifier les mâchefers (beaucoup utilisées au Japon). **Actuellement, une seconde génération de procédés s'intéresse prioritairement aux intrants carbonnés**

**d'origine renouvelable ou de récupération, dont les déchets non recyclables, a fortiori beaucoup plus homogènes que les ordures ménagères en mélange.** Ils se caractérisent par des tailles plus réduites en adéquation à la fois avec les gisements de ressources et les besoins énergétiques locaux. Ils se focalisent sur la valorisation énergétique des déchets et non sur une logique de traitement, avec la recherche d'une plus grande efficacité énergétique globale.

**Pour la production d'électricité et/ou de chaleur, de nombreux projets sont en fonctionnement ou en cours de mise en service en France (dont CHO Power, Cogebio, Leroux & Lotz,...). Pour l'injection réseau, les projets européens en cours (dont Gaya à Lyon par Engie mis en service en 2017) ont permis de confirmer la faisabilité technique de la production de biométhane de synthèse à partir de biomasse.** Les premiers projets d'injection réseau de gaz issu de gazéification pourraient apparaître d'ici 2020/2021 en France.

La filière est l'objet également de nombreuses

innovations avec un tissu industriel riche en start-ups nationales épaulées par un tissu de laboratoires et de centres d'expertises issus de l'excellence scientifique française. Elle est aussi accompagnée par de très grandes entreprises nationales.

### **Structuration d'une filière dynamique**

Créé il y a 4 ans, le Club pyrogazéification rassemble actuellement plus de 80 acteurs, avec notamment les principaux acteurs du gaz, de la gestion des déchets, et de nombreuses startups, bureaux d'étude et laboratoires de recherche. La filière française dispose d'un fort **potentiel pour prendre une place de leader au niveau Européen et mondial.** Cette filière a néanmoins besoin du soutien des pouvoirs publics sur le plan financier pour aider au lancement de la filière et à l'amorçage d'un marché intérieur, mais également pour **mettre en place un écosystème réglementaire plus favorable.**

## **CONCLUSION**

**Dès maintenant, la filière « Pyrogazéification » française a besoin de dispositifs de soutien économique (AAP pour le développement d'installations de production, quota de 300 MWe pour la cogénération d'ici 2028, ...) et réglementaire incitatifs (prise en compte des spécificités de la technologie pour les ICPE, autorisation de l'injection du syngaz dans le réseau, taxation carbone, ...) pour se développer sur le territoire national,** à l'instar des mesures déjà prises pour développer la méthanisation et d'autres énergies renouvelables mais aussi de ce qu'ont su mettre en œuvre certains pays européens comme le Royaume-Uni ou les Pays-Bas. Grâce au soutien des pouvoirs publics, la filière propose de s'engager sur la baisse des coûts à moyen terme afin de limiter l'impact de son développement sur les finances publiques, tout en permettant une mobilisation accrue de la ressource biomasse, un outil supplémentaire et pertinent pour la gestion des déchets (débouchés CSR, refus de compostage) et une grande flexibilité et résilience pour la transition énergétique.