

Accélérer le verdissement du gaz

En soutenant le développement des filières de production de gaz renouvelable et bas-carbone

Méthanisation – Pyrogazéification – Power to Gas

Le gaz : une énergie indispensable à l'équilibre du mix énergétique qui doit se décarboner.

L'énergie gaz, associée à ses infrastructures de transport et de distribution, constituent un élément clé du système énergétique actuel lui apportant une grande capacité d'adaptation à des besoins variables selon la localisation, grâce à un maillage territorial, et le niveau de consommation, grâce à des capacités de stockage importantes. Largement maillés sur le territoire, les réseaux de gaz permettent en effet de stocker environ 130 TWh, soit un tiers de la consommation nationale annuelle, et permettent ainsi une grande souplesse dans la répartition des productions et des consommations.

Au-delà des baisses de consommation d'énergie engendrées par des actions de sobriété et d'efficacité énergétiques, l'intégration croissante d'énergie renouvelable permet de décarboner les usages restants. La production d'électricité renouvelable, largement soutenue par les pouvoirs publics, constitue une première réponse mais ne peut répondre seule à l'ensemble des enjeux actuels. En effet, le caractère aléatoire et intermittent des énergies éoliennes et photovoltaïques fait apparaître des besoins différents de pilotage dû à la saisonnalité de la demande en énergie, ainsi que des besoins d'infrastructures électriques et de stockage importants pour préserver notre sécurité d'approvisionnement en énergie. Par ailleurs, de nombreux usages actuels ne sont pas électrifiables (procédés industriels hautement énergivores, transports routier, maritime et aérien, etc.). Ainsi, il ne sera possible de s'affranchir des énergies fossiles qu'en les substituant par un « équivalent décarboné », c'est-à-dire un vecteur énergétique d'origine renouvelable présentant la même densité énergétique et les mêmes facilités de stockage et de transport que les combustibles fossiles. Les gaz renouvelables permettent de répondre à ces enjeux.

Les gaz renouvelables et bas-carbone : des filières complémentaires pour un mix 100% renouvelable.

Le développement conjoint des différentes filières de production de gaz renouvelables (méthanisation, pyrogazéification, power-to-gas ou encore gazéification hydrothermale) vient en réponse au besoin urgent de décarboner nos consommations énergétiques et de nous affranchir des énergies fossiles. Ces modes de production, basés sur la valorisation de ressources territoriales disponibles au plus près des besoins et sur l'émergence de nouveaux modèles d'économie circulaire, permettront d'engager la 3^{ème} révolution gazière pour atteindre 30% de gaz verts dans les réseaux à horizon 2030 et viser la neutralité carbone en 2050.

Les technologies de production de gaz renouvelables et bas-carbone sont variées et s'appuient sur des filières industrielles complémentaires et présentant des stades de maturité différents. Leur développement doit se faire en parallèle et sur des temporalités différentes. La méthanisation permet dès aujourd'hui de produire à grande échelle du biométhane injectable et est déjà entrée en phase de massification. Les démonstrateurs de pyrogazéification et de power-to-gas permettent quant à eux de lancer l'industrialisation de ces modes de production de gaz injectable tout en continuant à optimiser leurs performances et à diminuer leurs coûts pour atteindre un déploiement à grande échelle dès

2030. D'autres modes de production innovants, tels que la gazéification hydrothermale en cours de développement, pourront également prendre part au verdissement des gaz de réseaux à horizon 2050.

A la sortie de la crise sanitaire actuelle, les filières gaz verts constituent un atout majeur de renforcement économique : au-delà des emplois créés, elles permettront à la France de reprendre la main sur l'utilisation de ses ressources et la production de son énergie.

1. Méthanisation et pyrogazéification : les industries des gaz renouvelables et bas-carbone au service de l'économie circulaire

Les filières de production de gaz renouvelables offrent de nouvelles voies de valorisation pour des ressources territoriales aujourd'hui sous-exploitées. Elles sont complémentaires en termes d'intrants : la méthanisation valorise des biomasses humides (déchets fermentescibles, boues de STEP) tandis que la pyrogazéification traite des biomasses ligneuses et des déchets carbonés divers (résidus agricoles et sylvicoles, bois en fin de vie, Combustibles Solides de Récupération, etc.). Le power-to-gas couplé à la méthanation peut quant à lui permettre de valoriser le CO₂ co-produit par ces installations. Ainsi, le développement conjoint des filières de production de gaz renouvelables représente un potentiel considérable de valorisation d'une large gamme de ressources locales encore sous-exploitées, dans une perspective de relocalisation de la production d'énergies en remplacement des consommations fossiles pour atteindre l'indépendance énergétique.

Éléments structurants de la décentralisation et du renforcement des acteurs des territoires

La méthanisation a d'ores et déjà démontré son potentiel en tant qu'outil de structuration et de pérennisation des activités agricoles et de traitement de déchets biogéniques fermentescibles. La pyrogazéification représente un potentiel similaire pour le renforcement d'activités territoriales (agricoles, sylvicoles ou encore industriels) via la valorisation des résidus issus de ces activités permettant la mise en place de schémas d'autoconsommation ou d'un complément de rémunération pour ces acteurs locaux devenus producteurs d'énergie.

Pour le développement de nouveaux modèles d'économie circulaire, privilégiant l'échelle territoriale

Les filières gaz verts permettront de développer de nouveaux modèles d'économie circulaire et synergies territoriales, faisant le lien entre ressources et consommations locales. Ces technologies offrent une grande flexibilité pouvant porter des schémas d'implémentation variés (large gamme de capacités et d'intrants, divers usages des combustibles produits, couplage des unités, etc.) et permettant ainsi de construire un mix énergétique durable et adapté à la variété des conjonctures territoriales. Elles permettent également de pallier la saisonnalité des besoins ou encore le manque d'exutoires locaux, notamment en chaleur, via l'injection de l'hydrogène et du méthane produits dans les infrastructures gazières existantes.

Des externalités positives à valoriser

Au-delà de la production de gaz renouvelable et bas-carbone, le développement de la méthanisation, de la pyrogazéification et du power-to-gas engage de nombreuses externalités positives. Il permettra notamment une amélioration de la qualité de l'air (baisse des émissions de polluants via le traitement des gaz produits en amont de leur valorisation, production de biocarburants pour la mobilité), de la valorisation des ressources et déchets locaux dans le respect de la hiérarchie de traitement (renforcement des filières déchets) et la baisse des émissions de GES, voire la création de puits de carbone via la valorisation des co-produits issus de ces installations (retour au sol des digestats en remplacement de fertilisants chimiques, valorisation du biochar et du CO₂ co-produits, etc.).

2. Soutenir les projets industriels d'électrolyse à grande échelle pour bâtir le socle d'une économie de l'hydrogène et du Power-to-Gas en France

Placé au cœur des plans de relance d'un grand nombre de pays en Europe et dans le monde, l'hydrogène s'affirme comme le maillon manquant à la réussite de la transition énergétique et environnementale. L'Europe, qui vient de publier sa stratégie en faveur du déploiement d'une économie de l'hydrogène, parie également sur ce nouveau vecteur qui « peut être un moteur de croissance et nous aider ainsi à surmonter les dommages économiques causés par la pandémie de COVID-19 ».

Ce vecteur énergétique, à cheval entre l'électricité et le gaz, constitue un levier majeur de la décarbonation du système énergétique, notamment dans l'industrie et les transports, ainsi qu'un outil important du couplage des infrastructures d'énergie. Cette filière en émergence est de plus une réelle opportunité de relocaliser la production d'énergie dans les territoires et créer ainsi des emplois non délocalisables.

L'électrolyse, qui s'appuie sur un ensemble de technologies variées (Alcaline, membranaire ou Haute Température) permet de transformer de l'électricité renouvelable et bas carbone en un gaz : l'hydrogène. Consommé localement, avec ou sans stockage intermédiaire, dans différents secteurs (Industrie, Transport, Bâtiment), cet hydrogène peut également être injecté en mélange dans les infrastructures de gaz ou converti, par combinaison avec une source de carbone, en méthane (CH₄) par une étape de méthanation. On parle alors de Power to Gas.

La France dispose de tous les atouts pour créer une filière compétitive d'hydrogène renouvelable et bas carbone. La montée en puissance des énergies renouvelables électriques et le parc électrique français actuellement peu carboné offrent les conditions idéales au développement d'un écosystème industriel de l'hydrogène performant grâce à la mobilisation des acteurs privés et des autorités publiques.

Pour accompagner son développement, la France doit donc aujourd'hui investir et créer les conditions favorables à l'émergence d'une offre technologique compétitive et fiable couplée à une demande en hydrogène massifiée. Cette approche combinée permettra de réduire les coûts de production en stimulant la demande et de créer une boucle vertueuse favorable à l'émergence d'écosystèmes industriels territoriaux.

Quelles sont les mesures à engager pour la relance ?

Consultez les fiches mesures suivantes :

- ⇒ **Fiche Gaz Verts N°1 - Méthanisation – Biogaz** : 3000 méthaniseurs pour l'injection de biométhane et la transition écologique en 2030
- ⇒ **Fiche Gaz Verts N°2 - Pyrogazéification** : Impulser le déploiement à grande échelle de la pyrogazéification pour développer l'économie circulaire
- ⇒ **Fiche Gaz Verts N°3 - Power to Gas** : Soutenir les projets industriels d'électrolyse à grande échelle pour bâtir le socle d'une économie de l'hydrogène et du Power to Gas en France

Fiche Gaz Verts N°1 - Méthanisation - Biogaz

3000 méthaniseurs pour l'injection de biométhane et la transition écologique en 2030

Thème

Le gaz naturel et ses réseaux de transport et de distribution constituent un élément clé du système énergétique actuel, lui apportant une grande adaptabilité à la variabilité des besoins en termes de localisation (maillage territoriale) et d'intensité de consommation (capacités de stockage).

Avec la **sobriété énergétique**, le développement des filières de production de **gaz renouvelables** sera un élément clé de réponse au besoin urgent de décarboner nos consommations énergétiques et de nous **affranchir progressivement des énergies fossiles**.

A la sortie de la crise sanitaire actuelle, les filières gaz verts constituent également un atout majeur de renforcement économique : en plus des emplois créés, elles permettront à la France de reprendre la main sur l'utilisation de ses ressources naturelles et la production de son énergie. Le développement de ses filières donnera également une nouvelle vie à des infrastructures disponibles utilisant jusque-là des énergies fossiles et s'amortissant sur de longues durées telles que les réseaux gaz.

Il s'agit de construire un mix énergétique français équilibré qui permette de diversifier les revenus des agriculteurs, de participer à la transformation agroécologique et de créer des **emplois pérennes non délocalisables dans les territoires**. Parmi les énergies renouvelables, le contenu en emplois régionaux et nationaux de la méthanisation est particulièrement élevé quand on détaille les parts des études, du génie civil, des équipements et de l'exploitation dans un projet de méthanisation. Chaque projet de méthanisation crée 2 à 3 emplois pérennes. Enfin, les investissements locaux et nationaux représentent entre 50 et 75 % des investissements, avec une **filière industrielle qui est devenue exportatrice**.

Exposé des motifs

Le gisement de matières méthanisables en France est étudié régulièrement, depuis l'émergence de la méthanisation (appelée aussi digestion anaérobie) comme valorisation :

- Des effluents d'élevage (lisiers, fumiers agricoles...)
- Des résidus de cultures (pailles, menues-pailles, poussières de céréales, cannes de maïs...)
- Des couvertures végétales pendant les périodes d'inter-cultures (cultures intermédiaires à vocation énergétique, herbes, fourrages...)
- De boues de stations d'épuration d'eaux usées collectives ou industrielles.

Ces produits sont complétés, depuis la mise en place de collectes sélectives, par :

- Des déchets alimentaires des collectivités (cantines...) et des particuliers
- Des déchets des industries agroalimentaires.

Les digestats et le biogaz sont les coproduits de la méthanisation ; les digestats sont valorisés en agriculture pour leurs qualités (1) fertilisantes (apports en Azote, Potasse et Phosphate aux cultures en **substitution des engrais fossiles**) et (2) amendantes (**apport de carbone humique**, indispensable à la vie du sol).

Le gisement de matières méthanisables est diversifié ; l'ambition estimée par l'ADEME en 2013 d'obtenir 60 TWh/an de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel en 2030 est accessible.

Elle correspond au gisement mobilisable, qui prend en compte les politiques d'évitement des déchets (par la collecte sélective), le **progrès technique** (sur l'épuration du biogaz, en particulier) et **économique** (la productivité des installations), l'orientation des ressources vers une **filière locale** ainsi que les détournements induits par les autres solutions de valorisation comme le compostage ou la production d'autres gaz verts, à terme (« Power to gas » et pyrogazéification).

La loi relative à la transition énergétique, de 2015, fixait un objectif pour la **taxation du carbone** (contribution climat-énergie dite CCE), et la **transition vers les gaz renouvelables**. La CCE devait ainsi atteindre 100 €/tCO₂ en 2030 mais sa progression fut interrompue en 2018 à 44,6 €/tCO₂, à la suite des contestations sur la hausse des prix des carburants.

Aujourd'hui, il s'agit de considérer les mesures qui seront utiles pour **soutenir la progression d'un modèle agricole et territorial qui bénéficie à l'industrie nationale et à l'emploi local**.

Description de la mesure

Les actions suivantes permettraient de renforcer la filière dans sa croissance et pour la **création d'emplois nationaux dans une dynamique de doublement des emplois tous les 5 ans** :

- 1) **Consolider le financement des mécanismes de soutien** au biométhane dans les meilleures conditions de visibilité pour les filières gaz renouvelables ; la visibilité sur le soutien tarifaire favorise les investissements et les financements bancaires
- 2) **Rétablir une fiscalité positive** : le biométhane est exonéré de TICGN (taxe intérieure de consommation sur le gaz naturel) depuis la Loi de Finances pour 2017 et jusqu'à fin 2020 ; sans changement, il ne sera plus exonéré à partir de 2021 et taxé au même niveau que les énergies fossiles
- 3) **Fiscalité du bioGNV** : la Loi de Finances 2020 ne fait pas de distinction entre GNV et bioGNV sur le plan fiscal, pour l'application de la TICPE (taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques). Or le **bioGNV est par nature un carburant décarboné**, il conviendrait donc de le traiter comme tel, à l'instar du biométhane
- 4) **Encourager le recours aux obligations vertes et aux fonds participatifs**, qui permettent d'orienter les investissements, mobilisent les particuliers proches des nouvelles installations et entrent dans les Fonds propres
- 5) **Généraliser le mécanisme d'avances remboursables de l'ADEME** : les montants individuels des subventions étant amenés à baisser du fait de l'augmentation du nombre de projets soutenus chaque année, le mécanisme d'avances remboursables permettrait de soutenir un nombre plus important de dossiers
- 6) **Proposer des conditions techniques nationales favorables au mélange des biodéchets** issus de collecte sélective avec d'autres matières (comme les boues de station d'épuration) car l'interprétation actuelle de l'article D. 543-226-1 sur le tri à la source, pose un problème : « Il est interdit de mélanger des biodéchets triés par leur producteur ou détenteur avec d'autres déchets n'ayant pas fait l'objet d'un même tri »
- 7) **Valoriser les qualités agronomiques des digestats** dans le Code Rural par de nouveaux cahiers des charges et une norme française pour les digestats bruts, à l'instar de la Grande-Bretagne
- 8) **Étendre aux installations agricoles et territoriales de cogénération** (déjà mis en œuvre pour les stations d'épuration d'eaux usées) le complément de rémunération de l'électricité produite à partir de biogaz pour les unités de 500 à 1000 kWe ; cette mesure permettrait aux exploitations agricoles de s'associer avec de nouvelles pour augmenter leur production d'énergie
- 9) **Mettre en place un tarif d'achat pour le biométhane non injecté ou des contrats de gré à gré** : Il n'existe aucune incitation pour les projets de production de biométhane sous forme comprimée ou liquéfiée en cas d'absence de réseau de gaz naturel alors que la profession estime que 40 % des ressources ne sont pas accessibles à l'injection

- 10) **Mettre en place un appel d'offres pour les projets d'injection biométhane qui n'entrent pas dans les critères actuels** (sites existants, conversions cogénération vers biométhane, etc.)
- 11) **Soutenir les projets ultramarins (ZNI de production d'électricité à partir de biogaz)**. Par le passé, les ZNI bénéficiaient du tarif d'achat d'électricité métropolitain majoré de 10 %. La proposition du Club Biogaz est de renouveler la disposition antérieure à décembre 2016 et d'offrir aux ZNI un tarif d'achat spécifique
- 12) **Appliquer de nouveau l'autorisation unique à la méthanisation** : le biogaz/biométhane a bénéficié de l'autorisation unique expérimentée sur toutes les ENR (de mai 2014 à la fin 2017 dans 7 régions) : Le biogaz/biométhane ne bénéficie plus de cette simplification, conservée pour les projets éoliens. Cette absence d'autorisation unique, en plus de rallonger les délais d'instructions, met en péril les projets car les permis de construire ont une durée limitée par rapport aux délais d'instruction des ICPE
- 13) **Améliorer l'offre de formations et sa visibilité** A cette fin, l'Etat peut soutenir la création d'établissements publics de formation dédiés au secteur de l'énergie ou de la valorisation des déchets, ou de formations dans des établissements existants. Les différents acteurs devraient aussi contribuer à revaloriser les métiers techniques de ces secteurs en les rendant plus **visibles dans les structures** d'orientation et d'accompagnement à l'emploi.
- 14) **Organiser un écosystème d'innovation gaz verts** Un écosystème dédié et visible avec des incubateurs, des hackathons, des formations et des plateformes de tests permettrait de faciliter l'émergence et la mise sur le marché de nouvelles techniques.

Cibles

Les entreprises agricoles et territoriales sont concernées par la réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture et des ménages. Il s'agit de favoriser le regroupement d'agriculteurs éleveurs (principalement) mais aussi la production de biométhane par les collectivités publiques et leurs délégataires qui gèrent les stations d'épuration d'eaux usées et les installations de stockage de déchets non dangereux.

Le recensement de l'ADEME en 2013 sur les ressources agricoles montre un potentiel de 3000 installations (sur la base d'une production de biométhane de 20 GWh/an en moyenne).

Inconvénients, risques et difficultés

Le développement de la production nationale de biométhane demande des investissements et des ressources financières (capitaux) et fiscales (mécanismes de soutiens au prix du biométhane injecté). Cette production nationale sera concurrencée par l'**importation de garanties d'origine étrangères** qui ne participent pas aux objectifs d'économie circulaire et de valorisation des ressources naturelles (déchets des ménages, de l'agriculture, sous-produits des IAA, etc.).

Conditions de succès

- **Retrouver la valeur du Carbone évité** : Le prix d'achat du biogaz injecté doit comprendre les externalités positives de la méthanisation pour la collectivité ; la valeur tutélaire du carbone évité grâce au biogaz doit être soustraite des montants consacrés au soutien de la filière. Les enseignements du 2nd rapport « Marois » offrent une valeur tutélaire du carbone évité pour les investissements de la France dans la filière. Cette valeur tutélaire de 250 €/tonne de CO₂ correspond à une **taxe carbone d'environ 50 €/MWh**.
- **Avant l'échéance de 2023**, il faudra réévaluer les moyens donnés à la filière si comme nous l'espérons, les prix de gros du gaz naturel reviennent aux niveaux historiques et dépassent dans tous les cas, le prix constaté en 2019.

Estimation préliminaire des impacts financiers

L'impact financier est limité dans un premier temps par les délais de développement des projets (entre 12 et 36 mois selon la taille). Cependant, l'objectif permet **d'engager la croissance d'activités des bureaux d'études et la formation des jeunes aux métiers de la méthanisation.**

À terme, la taxe carbone (contribution énergie climat) comprise dans la TICGN devra compléter les ressources affectées au biométhane sur le Compte d'affectation spéciale Transition énergétique.

Autres impacts identifiés positifs ou négatifs (...)

Outre l'indépendance énergétique, la réduction des gaz à effet de serre et la création d'emplois locaux, on trouve :

- La **mobilisation citoyenne** pour une économie circulaire et la gestion durable des déchets
- La valorisation d'une **filière industrielle française** autour d'une **recherche nationale structurée.**

Fiche Gaz Verts N°2 - Pyrogazéification

Impulser le déploiement à grande échelle de la pyrogazéification pour développer l'économie circulaire

Thème

Dans un contexte d'urgence climatique et de sortie de crise sanitaire, il apparaît plus que jamais essentiel de développer **des solutions contribuant à la substitution aux énergies fossiles** tout en valorisant les **ressources de nos territoires peu ou mal valorisées**.

Les **filières de production de gaz renouvelables** (méthanisation, pyrogazéification et power-to-gas) s'inscrivent de façon complémentaire dans ce nouveau schéma à construire, basé sur la **relocalisation des productions d'énergies** en remplacement des importations fossiles et le **développement de l'économie circulaire**.

La **pyrogazéification** est une filière s'adaptant à un **large spectre de conjonctures territoriales**, tant en termes de ressources valorisables (biomasses, déchets carbonés divers), de capacités (quelques centaines de kW_{th} à plusieurs MW_{th}) et de modes de valorisation (chaleur, électricité, gaz renouvelables (méthane et hydrogène) et carburants).

Un **écosystème dynamique d'entreprises innovantes** est aujourd'hui prêt à déployer ces technologies sur le territoire et propose des solutions modulables permettant de valoriser une large de gamme d'intrants via une **production d'énergie (renouvelable ou de récupération) locale et adaptée aux besoins** de ses clients (industriels, gestionnaires de ressources en recherche d'exutoires pour leurs sous-produits, etc.).

En parallèle, **l'émergence actuelle de démonstrateurs pour la production de gaz de synthèse injectable** dans les réseaux de gaz permet de valider le potentiel de ce mode de production, qui viendra s'ajouter dans les prochaines années à la méthanisation pour **contribuer à atteindre 10% de gaz verts dans les réseaux en 2030 et la neutralité carbone en 2050**.

Par ailleurs, la Directive Européenne sur les énergies renouvelables (RED II) a fixé des **objectifs ambitieux de production de biocarburants avancés (3,5% d'ici 2030)**. La pyrogazéification constitue l'une des voies possibles pouvant contribuer à l'atteinte de ces objectifs.

Enfin, la pyrogazéification s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire en tant que technologie de production de « molécules recyclées » : les molécules d'intérêt produites peuvent en effet être utilisées comme matière première dans l'industrie chimique par exemple.

Exposé des motifs

La pyrogazéification permet **la production d'une énergie renouvelable non intermittente, stockable et transportable dans les infrastructures existantes**. Son caractère modulable permet une adaptation facilitée aux ressources et besoins des territoires, le développement de nouveaux modèles d'économie circulaire ou encore la mise en place d'une production décentralisée de carburants ou de gaz renouvelable et bas-carbone injectable dans les réseaux.

Les acteurs des territoires, qu'ils soient **gestionnaires d'intrants** (résidus biogéniques, déchets

d'activités, Combustibles Solides de Récupération, etc.) ou **gros consommateurs d'énergie** (industriels), montrent **un intérêt croissant pour ces technologies**, qui apportent une **nouvelle réponse** aux enjeux auxquels ils sont confrontés. En effet, la valorisation de ressources carbonées locales (biomasse et déchets) via la pyrogazéification apporte des bénéfices multiples à la collectivité, notamment dans une logique d'économie circulaire :

1. **Valoriser une grande variété de gisements** qui n'ont pu faire l'objet d'une réutilisation ou d'un recyclage ou dont la valorisation n'est pas optimale (stockage, incinération à faible rendement).
2. **Produire localement une énergie en remplacement de l'importation d'énergie fossile**, permettant de couvrir une grande diversité d'usages (remplacement d'usages industriels fossiles, production de carburants pour la mobilité, etc.) en réponse aux besoins locaux ou nationaux et d'assurer une capacité de stockage inter-saisonnière grâce à l'injection dans les réseaux existants.
3. **Contribuer à la vitalité économique des territoires par l'implantation d'entreprises et la création d'emplois locaux.**

Forte d'une **grande variété d'acteurs**, la filière s'appuie sur de jeunes entreprises innovantes, des PME, mais aussi sur les acteurs des déchets (syndicats de gestion des déchets, grandes entreprises) et des majors de l'industrie française, dont les opérateurs d'infrastructures gazières, tous mobilisés pour son succès.

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie reconnaît le potentiel de la pyrogazéification sans pour autant prendre d'engagement notable en faveur de son développement.

Dans le cadre du plan de relance, il est attendu :

- **Une réglementation adaptée** à l'échelle et à la vie des projets ;
- **Un soutien assumé de la part des pouvoirs publics** (ex : appels à projet pour l'injection dans les réseaux, appels d'offres en cogénération et production de biocarburants, char, etc.).

Plusieurs équipementiers français sont aujourd'hui prêts à déployer ces technologies sur le territoire comme outil structurant de l'économie circulaire et de remplacement des énergies fossiles. Il conviendra cependant de les y aider en reconnaissant l'intérêt environnemental de ces technologies (baisse des émissions de polluants, remplacement d'usages fossiles, etc.) via des appels à projets les intégrant et en facilitant leur implémentation rapide par l'adaptation des processus administratifs pour des projets de « petites » capacités, inscrits dans un schéma local (adaptation aux échelles, aux quantités d'intrants visées).

Description de la mesure

Proposition 1 : Mettre en place un cadre législatif et réglementaire adapté à la pyrogazéification et retenir un principe de neutralité technologique permettant son intégration rapide au sein des filières gaz verts.

- 1) **Retenir une définition technologiquement neutre du biométhane** afin d'y intégrer le méthane de synthèse produit par pyrogazéification de biomasse ou de la fraction renouvelable des Combustibles Solides de Récupération.
- 2) **Retenir une définition technologiquement neutre de l'hydrogène renouvelable** permettant d'y inclure la production d'hydrogène par transformation thermo-chimique de ressources biogéniques.
- 3) **Utiliser dans les appels à projet ou appels d'offre le terme de « traitement thermique » plutôt que celui de « combustion »** pour y intégrer de façon explicite les projets de production de chaleur et/ou d'électricité basés sur des procédés de pyrogazéification. Ceci permettrait d'inclure ainsi sans

ambiguïté les technologies de pyrogazéification.

- 4) **Introduire dans le code de l'énergie les notions de gaz renouvelables et de gaz bas-carbone** permettant d'inclure l'ensemble des technologies de production de gaz de nouvelle génération (pyrogazéification, power-to-gas, couplage méthanisation-méthanation, etc.)

Proposition 2 : Mettre en place une réglementation technique adaptée aux échelles locales et aux expérimentations

Afin de permettre à des projets inscrits dans l'économie circulaire locale de se développer (adaptation aux échelles, tonnages d'intrants visés) et le développement de nouveaux procédés de production de gaz renouvelables, nous avons identifié les axes d'adaptation du corpus réglementaire ICPE suivants :

- 5) **Favoriser le développement expérimental de nouveaux procédés de production de gaz renouvelable à partir de déchets (y.c. les CSR) ou sous-produits** : Rédaction d'un guide de bonnes pratiques dans le prolongement de celui MEDEF/Apéf intitulé « Lignes directrices MEDEF/Apéf concernant l'encadrement réglementaire des activités de recherche et développement - Septembre 2018 ».
- 6) **Adapter la nomenclature ICPE et les prescriptions générales associées aux échelles visées et aux expérimentations pour ne pas pénaliser les porteurs de projet pyrogazéification par rapport à la combustion dans des situations similaires.** En effet, dans le cas de la pyrogazéification des Combustibles Solides de Récupération (CSR), la rubrique ICPE 2971 n'est pas adaptée aux installations n'ayant pas de ligne de combustion : elle ne permet pas de réglementer des installations de gazéification de CSR avec injection de méthane de synthèse dans le réseau.
- 7) **Prendre en compte la taille des installations** dans les prescriptions réglementaires pour définir une fréquence de contrôle adaptée mais également moduler la notion de « fabrication en quantité industrielle », actuellement uniquement qualitative - critères commercial et environnemental - et non quantitative.
- 8) **Respecter un principe de non-discrimination a priori des dispositifs innovants.** Le cas aujourd'hui pour les procédés de pyrogazéification soumis à de plus fortes contraintes qu'une chaudière classique pour des mêmes ressources éligibles aux rubriques 2910.

Proposition 3 : Soutenir la valorisation de ressources biogéniques et de déchets, notamment en cogénération, via des procédés de pyrogazéification.

- 9) **Relancer un appel d'offre CRE pour la cogénération biomasse** avec la mise en place d'un mécanisme de soutien de la part électricité produite par cogénération.
- 10) **Mettre en place un complément de rémunération pour la part électrique produite par pyrogazéification de biomasse ou de déchets (Combustibles Solides de Récupération).** En matière de production d'électricité par cogénération, la pyrogazéification permettrait d'obtenir des rendements électriques supérieurs à ceux d'une cogénération classique par turbine à vapeur.
- 11) **Apporter un soutien particulier aux projets dans les ZNI, notamment sous forme d'appel à projets,** permettant de répondre au double enjeu de la gestion des déchets et de la production locale d'énergie décarbonée dans ces territoires.
- 12) **Clarifier le statut des carburants à base de carbone recyclé (*recycled carbon fuels*)** : ceux-ci sont définis dans la RED II mais sans qu'y soit spécifié de seuil de réduction de gaz à effet de serre par rapport aux carburants fossiles ni d'objectifs de production.

Proposition 4 : Permettre le lancement d'appels à projets portés par les Pouvoirs Publics pour soutenir les premières unités industrielles de production de gaz de synthèse injectable dans les réseaux.

- 13) **Poursuivre la déclinaison réglementaire des contrats d'expérimentation** introduits par la loi Energie-

Climat pour soutenir la production innovante de gaz renouvelable via un complément de rémunération sur le gaz injecté dans les réseaux.

- 14) **Mettre en place un mécanisme similaire à celui de la L446-23 issu de la Loi Energie Climat pour les gaz issus de déchets d'origine non biogénique aujourd'hui enfouis ou incinérés.**
- 15) **Faciliter le traitement réglementaire des premières unités industrielles et des demandes d'autorisations administratives**, en proposant un cadre législatif simple et accessible.
- 16) **Garantir la traçabilité des nouveaux gaz** en étendant les garanties d'origine « biogaz » à des garanties d'origine « gaz renouvelables » et des garanties d'origine « gaz bas-carbone ».
- 17) **Etendre le droit à l'injection** aux gaz visés au L111-97 issu de la Loi Energie Climat (« gaz renouvelables, hydrogène bas-carbone et gaz de récupération »).
- 18) **Reconnaître la pyrogazéification à des fins d'injection comme un débouché possible des Combustibles Solides de Récupération et assimilés**, en complément de la production de chaleur et d'électricité, et mettre en place une **exonération de TGAP pour la valorisation gaz (ou carburant) des CSR**.

Proposition 5 : Valoriser les externalités positives de la filière pyrogazéification

- 19) **Au-delà de la production d'énergie, reconnaître et valoriser les externalités positives liées au développement de la filière de pyrogazéification** : nouvelle voie de valorisation de déchets voués à l'enfouissement ou à l'incinération, amélioration de la qualité de l'air, indépendance énergétique, élément structurant de la relance de l'industrie et relocalisation des activités.
- 20) **Structurer les filières de valorisation des co-produits issus de ces procédés** : valorisation du biochar, du CO2 co-produits (agro-alimentaire, méthanation, etc.)

Cibles

Les procédés de pyrogazéification peuvent être intégrés dans **divers écosystèmes** que ce soit en termes d'intrants, de capacités ou de modes de valorisation. Ils s'adressent notamment aux **producteurs et gestionnaires de ressources en recherche d'exutoires** pour leurs sous-produits (biomasses ligneuses, déchets d'activités - résidus agricoles ou bois en fin de vie, déchets préparés – Combustibles Solides de Récupération, etc.) : les composés énergétiques produits peuvent alors être valorisés sur place en **autoconsommation** ou être revendus, apportant ainsi un **complément de rémunération** aux acteurs devenus producteurs.

La pyrogazéification s'adresse également aux **industries énérgo-intensives**, leur permettant de décarboner leurs procédés à haute température.

Plus généralement, les **collectivités territoriales** s'intéressent à la pyrogazéification comme outil de construction de territoires plus résilients (adaptation aux échelles et ressources, non intermittence, pilotage) et dynamiques (créations d'emplois et de savoir-faire, valorisation de ressources et productions locales).

Conditions de succès

L'émergence de cette filière est dépendante dans son modèle économique de l'évolution du **prix des énergies fossiles**, des **coûts du traitement des déchets** ou encore de la **taxe carbone**. Il conviendra notamment de prévoir des **exonérations fiscales (TGAP)** ou encore, une fois les contrats d'expérimentation ayant permis un retour d'expérience suffisant, de mettre en place **un mécanisme de soutien du gaz de synthèse** (renouvelable ou de récupération) injecté dans les réseaux.

Estimation préliminaire des impacts financiers

À l'horizon 2030, les acteurs de la filière « Injection de gaz de synthèse » considèrent que le gaz injecté issu des procédés de pyrogazéification permettrait de **valoriser près d'un demi-million de tonnes de déchets par an**, injecter 1 TWh de gaz par an et ainsi éviter les émissions d'environ 165 000 tonnes de CO₂, en soutenant en parallèle le rayonnement des technologies françaises en dehors de nos frontières.

Autres impacts identifiés positifs ou négatifs (...)

- **Récupération d'un manque à gagner sur la valorisation des déchets** : renforcement de la filière Responsabilité Élargie du Production, valorisation locale de l'éco-contribution financée par les consommateurs (plutôt que l'export des ressources pour valorisation à l'étranger) ;
- **Dynamisme territorial** : créations d'emplois, de savoir-faire, relocalisation/renforcement des activités industrielles, économie circulaire ;
- **Contribution à l'amélioration du cadre de vie grâce à la réduction des nuisances urbaines** avec une implantation des unités de production à l'écart des villes. Le transport du gisement est quant à lui également réduit et se situe loin des agglomérations et d'un trafic routier intense.
- **Indépendance énergétique**, affranchissement vis-à-vis des énergies fossiles ;
- **Emergence d'une filière française d'excellence**, qui saura déployer ces savoir-faire à l'export.

Fiche Gaz Verts N°3 Power-to-Gas

Soutenir les projets industriels d'électrolyse à grande échelle pour bâtir le socle d'une économie de l'hydrogène et du Power to Gas en France

L'hydrogène : un moteur de la relance

Encouragée par de nombreux pays européens dont l'Allemagne, les Pays Bas, l'Autriche et la France, la Commission Européenne vient de publier sa stratégie en faveur de l'hydrogène. Parce que ce nouveau vecteur énergétique permet, lorsqu'il est issu de sources renouvelables ou bas carbone, de décarboner des pans entiers de l'économie tout en restaurant une certaine souveraineté en matière d'énergie, des pays comme le Portugal ou l'Allemagne viennent également d'annoncer des plans nationaux d'investissement de respectivement 7 et 9 milliards d'euros afin de permettre le développement de l'hydrogène renouvelable et décarboné.

Dans cette stratégie, l'Europe y présente la filière hydrogène comme pouvant « être un moteur de croissance et nous aider ainsi à surmonter les dommages économiques causés par la pandémie de COVID-19 ». Cette feuille de route intègre des objectifs ambitieux et un soutien inédit visant une capacité de production d'hydrogène renouvelable de 6 GW dès 2024 (qui permettra de produire jusqu'à un million de tonnes d'hydrogène renouvelable, soit la quantité d'hydrogène consommée aujourd'hui en France), pour atteindre une capacité de plus de 40 GW d'électrolyse installée en Europe en 2030.

Pour concrétiser cette stratégie, la Commission se dote également d'une « European Clean Hydrogen Alliance » qui rassemble les acteurs de premier plan du secteur permettant de développer une chaîne de valeur européenne complète et compétitive de l'hydrogène propre.

Dans la perspective du plan de relance et de relocalisation de l'industrie, la France est pour sa part déjà très bien positionnée sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène, de la conception et la fabrication d'équipements de production, du transport et de la distribution sous forme gazeuse ou liquide jusqu'aux différentes applications utilisant ce gaz. La France peut en effet s'appuyer sur de nombreux grands groupes, entreprises, centre de recherche et développeurs de projets compétents et reconnus permettant à la filière française de se construire.

Les acteurs français, publics et privés, sont dès aujourd'hui au rendez-vous et prêts à s'associer pour réussir l'industrialisation de cette filière de production d'hydrogène. Le passage à l'échelle nécessite aujourd'hui d'investir fortement dans les technologies d'électrolyse pour produire un hydrogène propre et compétitif qui permettra de créer des emplois et de la valeur dans les territoires.

L'électrolyse : Pour transformer l'électricité en gaz

La production d'hydrogène par électrolyse s'appuie sur un ensemble de technologies permettant de convertir de l'électricité d'origine renouvelable, notamment photovoltaïque et éolien, ou bas carbone en hydrogène par électrolyse de l'eau.

Produit au sein de hubs énergétiques, cet hydrogène peut être consommé localement, avec ou sans stockage intermédiaire, dans différents secteurs (mobilité/transport, résidentiel/ tertiaire, industrie), ou injecté en mélange, jusqu'à un certain taux, dans les infrastructures de gaz.

Cet hydrogène peut également être converti, par combinaison avec une source de carbone, en méthane (CH₄) par une étape de méthanation puis injecté dans les réseaux.

En s'appuyant sur des sources renouvelables ou bas carbone, l'hydrogène est un vecteur énergétique apportant un nouveau levier :

- Pour réduire les émissions de GES et lutter contre le réchauffement climatique, notamment sur les usages difficiles à décarboner.
- Pour répondre aux besoins de flexibilité du système énergétique et valoriser les capacités de production bas-carbone et renouvelable disponibles (électricité renouvelable, biomasse), au même titre que les solutions de stockage par batterie ou d'effacement.
- Pour optimiser les infrastructures électriques et gazières dans une logique de couplage et d'intégration sectorielle. Le système électrique peut alors s'appuyer sur l'infrastructure gazière qui lui donne un accès à des capacités de stockage gaz importantes (plus de 130 TWh), sur des périodes pouvant aller jusqu'à plusieurs mois, et ce pour de grands volumes de gaz.
- Pour limiter les importations françaises de gaz naturel et ainsi gagner en indépendance énergétique par la production locale de gaz.

En France et en Europe, le développement d'unités de production d'hydrogène s'accélère et s'intensifie avec des unités à l'échelle du MW en opération et des projets industriels sur la gamme 10-100 MW en développement.

Le déploiement d'installations de production d'hydrogène par électrolyse, les travaux de développement des technologies et la mise en place de nouveaux modèles d'affaire permettent de construire une filière industrielle française compétitive et doivent être soutenus par la puissance publique pour tenir compte des multiples bénéfices apportés.

Encourager la demande pour développer l'offre industrielle française.

Afin de lancer une véritable filière industrielle pour la production d'hydrogène par électrolyse en France, il est nécessaire de soutenir à la fois l'offre, en soutenant les projets de grande échelle permettant de réduire les coûts, mais également la demande, par une massification et une diversification des usages. Cette approche combinée et simultanée permet de réduire les coûts de production de l'hydrogène et de créer une boucle vertueuse favorisant l'émergence d'écosystèmes territoriaux.

Encourager la demande en hydrogène renouvelable et bas carbone pour assurer le passage à l'échelle des outils de production/électrolyseurs :

Stimuler la demande **en s'appuyant sur l'hydrogène bas carbone en phase de transition et en encourageant le verdissement des consommations actuelles d'hydrogène** et créer de nouveaux débouchés en substitution d'énergies plus polluantes.

A l'instar de nos voisins européens, il est nécessaire de créer et d'animer un plan de développement massif de l'hydrogène renouvelable et bas carbone en stimulant la demande pour permettre à un marché intérieur de l'hydrogène d'émerger. Certains pays dont les Pays Bas ont par exemple fixé un objectif de capacité d'intégration d'hydrogène dans les infrastructures de gaz, d'autres ont imposé une part obligatoire d'hydrogène renouvelable ou bas carbone dans les consommations. (Ex. : dans l'industrie (raffinage pétrolier, production d'engrais, industrie chimique, ...), le transport routier comme les flottes captives (bus urbains, flottes commerciales) ou le fret longue-distance, le ferroviaire notamment pour les lignes non-électrifiées, le transport fluvial et maritime, l'aviation).

Encourager la consommation d'hydrogène renouvelable et bas carbone en **développant un**

mécanisme de garanties d'origine afin d'assurer la bonne information du consommateur en ce qui concerne la production sur les phases du cycle de vie depuis le puit jusqu'à la sortie de l'installation de production.

Inciter les industriels à acheter de l'hydrogène renouvelable ou bas carbone, notamment via un mécanisme des Garanties d'Origines, en **rendant ces consommations éligibles à l'ETS**.

Soutenir une politique ambitieuse liée à l'offre et à la production d'hydrogène :

Mettre en place un cadre de soutien économique et financier ambitieux au déploiement de l'hydrogène renouvelable et bas carbone permettant de compenser l'écart de coût avec la production conventionnelle d'hydrogène. Des appels à projets avec compléments de rémunération de type « Contrats de différence » pourraient être un instrument efficace.

Intensifier les appels à projets pour la production d'hydrogène renouvelable et bas carbone, dans le but de faire émerger des projets de territoires qui s'appuient sur des utilisations complémentaires de l'hydrogène et associant des grands groupes et des acteurs des territoires.

Définir un cadre pour les infrastructures et soutenir la valorisation de l'hydrogène par injection dans les infrastructures de gaz naturels existantes, outil de la transition.

Selon les différentes phases de déploiement de l'hydrogène, les besoins en infrastructures évolueront : d'abord limité aux clusters industriels permettant de relier un site de production à un ou plusieurs consommateurs à proximité, le développement d'une infrastructure permettant d'acheminer l'hydrogène s'appuiera sur la conversion d'infrastructures gazières existantes combinée à la création de nouvelles portions de réseau dédiées.

Développer la voie injection d'hydrogène dans les réseaux comme une voie complémentaire à d'autres vecteurs de valorisation (Industrie, mobilité) pour accélérer et sécuriser les projets de production.

En complément du déploiement de clusters 100% hydrogène sur certaines mailles par conversion d'ouvrages ou création de nouveaux réseaux, l'infrastructure gazière existante doit permettre d'intégrer un volume significatif d'hydrogène dans le mix gazier à horizon 2050 avec des coûts limités d'adaptation des infrastructures. L'introduction d'une capacité cible d'intégration d'hydrogène en mélange dans les réseaux, fixée à 10% de teneur en hydrogène dans la composition du gaz en 2030 permettrait d'anticiper dès à présent l'adaptation des infrastructures et des usages aval.

Renforcer les travaux permettant **une plus large coordination des plans de développement d'infrastructures** tant européens que nationaux afin d'optimiser les couplages entre réseaux électriques et gaziers, et en s'appuyant notamment sur le vecteur hydrogène comme outil de couplage.

Promouvoir et soutenir l'innovation et la R&D sur les technologies de production d'hydrogène :

Poursuivre et renforcer les actions de R&D menées en France, notamment au sein de projets européens, pour accompagner le développement des technologies de production par électrolyse dans les domaines suivants :

- Accompagner le passage à l'échelle en développant des électrolyseurs de plus grande capacité (de l'ordre du GW) pour nourrir différents usages (notamment la consommation actuelle d'hydrogène), tout en accompagnant la réduction des coûts.

- Renforcer les travaux de R&D visant à améliorer les technologies d'électrolyse (Alcaline, PEM, Haute Température/SOEC) pour augmenter leurs performances et leurs durées de vie tout en optimisant leur coût, notamment liés aux matériaux et à leur recyclabilité.
- Soutenir les projets de R&D sur les infrastructures de gaz (réseaux et stockage), notamment en collaboration avec d'autres opérateurs européens, permettant d'augmenter le taux d'intégration d'hydrogène dans les réseaux.
- Soutenir les travaux de R&D sur les technologies innovantes et en rupture : méthanation biologique, systèmes innovants de méthanation catalytique, nouveaux catalyseurs, captage du CO₂ dans l'air ou issu de la méthanisation- par exemple.