

VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES DÉCHETS RÉSIDUELS FRANCILIENS :

LA PYROGAZÉIFICATION POUR INJECTION DE GAZ CONFIRME SON POTENTIEL AUX CÔTÉS DES FILIÈRES EXISTANTES



1. Contexte

La Région Ile-de-France a voté en 2018 une nouvelle stratégie Energie Climat pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. La maîtrise de la consommation d'énergie et le développement des énergies bas carbone sont au cœur de cette stratégie, qui propose un objectif de production de gaz renouvelable ou de récupération de 7 TWh à horizon 2030, dont 5 TWh issus de méthanisation et 2 TWh issus de pyrogazéification. La Région a également voté, en décembre 2019, un nouveau Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD) et finalise actuellement son Schéma Régional Biomasse (SRB).

Suite à l'adoption de la Stratégie Energie Climat de la Région Ile-de-France, **GRDF et GRTgaz ont lancé une étude, financée par la direction Ile-de-France de l'ADEME, afin de préciser les trajectoires envisageables pour atteindre la cible de 2 TWh de production de gaz renouvelable par pyrogazéification.** Cette étude prospective vise notamment à quantifier les gisements de déchets résiduels à l'échelle francilienne, valorisables par pyrogazéification, et à proposer des scénarios de valorisation de ces intrants selon différentes filières de traitement.

Un comité de pilotage élargi, réunissant différents services de la Région Ile-de-France, l'ADEME Ile-de-France, les services de l'Etat (DRIEAT et DRIAAF), l'AREC et l'ORDIF, a suivi l'élaboration de cette étude en 2020 et début 2021.

2. Sources et méthodologie

L'étude prospective s'est déroulée en **2 phases**, réalisées par les bureaux d'études S3D et SETEC :

- Une **première phase visant à estimer les gisements résiduels mobilisables** par les filières pyrogazéification et combustion, aujourd'hui et aux horizons 2030 et 2050. Le PRPGD et le SRB ont servi de base à l'évaluation des gisements, éclairés par des enquêtes terrain auprès des professionnels de la filière déchets.
- Une **seconde phase permettant de proposer différents scénarios de valorisation locale** de ces gisements par pyrogazéification et combustion.

Compte-tenu de l'échelle de réflexion régionale et du caractère prospectif de l'étude, différentes hypothèses techniques et économiques ont été retenues au cours des travaux. Ces hypothèses ont été discutées et validées au sein du comité de pilotage.

Parmi les hypothèses structurantes retenues, on peut noter :

- Le **respect de la hiérarchie des modes de traitement des déchets**. Ainsi, la priorité est donnée à la réduction des volumes de déchets et aux mesures de prévention, dans le respect des orientations du PRPGD. De même, les valorisations matière et organique sont privilégiées sur la valorisation énergétique.
- La **non-concurrence de la mobilisation des gisements avec d'autres filières déjà existantes** et dynamiques en région Ile-de-France. Ainsi, les gisements déjà valorisés actuellement dans les unités existantes ont été exclus de l'analyse.
- L'**exclusion du périmètre de l'étude de la mobilisation des Ordures Ménagères Résiduelles issues des Déchets Ménagers et Assimilés**. En effet, le PRPGD retient l'ambition de valoriser ces gisements au sein des Unités d'Incinération de Déchets Non Dangereux (UIDND) régionales.
- L'étude **projette les résultats aux horizons 2030 et 2050**, conformément aux échéances des objectifs stratégiques régionaux.
- Une **modélisation des deux technologies de valorisation étudiées** (pyrogazéification et combustion), de manière simplifiée, pour correspondre à la technologie la plus adaptée aux intrants étudiés.

Dans l'ensemble de l'étude, le Comité de Pilotage a choisi de retenir des hypothèses prudentes voire conservatrices, tant sur la part mobilisable des gisements que sur la performance des technologies. Les résultats obtenus reflètent ainsi une vision minimale de ce qui pourrait être atteint en Ile-de-France.

3. Principaux résultats

- **Entre 1,2 et 1,5 millions de tonnes de déchets résiduels en Ile-de-France à l'horizon 2030, pour lesquels il est nécessaire d'identifier de nouveaux débouchés.**

Les gisements résiduels valorisables par pyrogazéification et combustion ont été estimés en retranchant aux gisements bruts analysés les volumes faisant l'objet d'une valorisation matière ou organique et les gisements déjà valorisés en 2019 dans les unités existantes ou en cours de développement.

Le gisement résiduel valorisable en voie thermochimique a été estimé à 870 000 tonnes/an en 2019. Ce gisement est constitué de bois A, de bois B, de Combustibles Solides de Récupérations (CSR) issus de refus de tri (DAE et collecte sélective), de refus de traitement mécano-biologique (TMB), de boues de stations d'épuration et de pneus usagés. En raison des objectifs de réduction significative de l'enfouissement (permettant de valoriser certains déchets en CSR), et de la mobilisation croissante des déchets de bois issus du BTP (hors filière réglementaire), l'étude estime que ce gisement devrait augmenter de 40 % d'ici 2030, pour se stabiliser par la suite grâce aux mesures de prévention prévues en Ile-de-France.

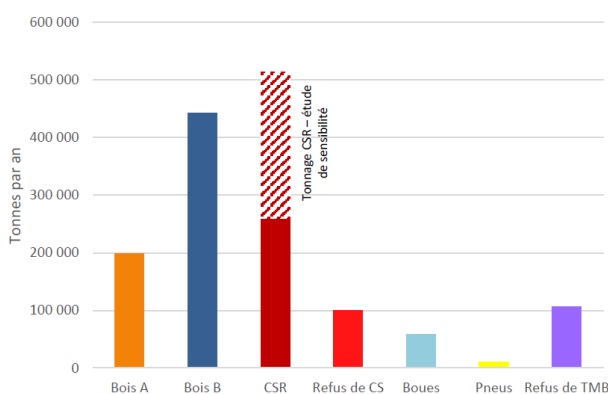


Figure 1 : Répartition des gisements résiduels à horizon 2030 en Ile-de-France par typologie d'intrants

A partir de 2030, ce sont ainsi plus d'1,2 millions de tonnes de déchets résiduels valorisables en voie thermochimique, soit près de 3,5 % des déchets franciliens à traiter à cette date, qui devront trouver de nouveaux débouchés. Dans le cadre de l'étude, ces gisements ont été localisés à l'échelle de l'EPCI de manière à éclairer la prise de décision sur la constitution de pôles de traitement à l'échelle infrarégionale.

- **En 2030, plusieurs filières de valorisation énergétique peuvent permettre de traiter ces déchets à l'échelle locale**

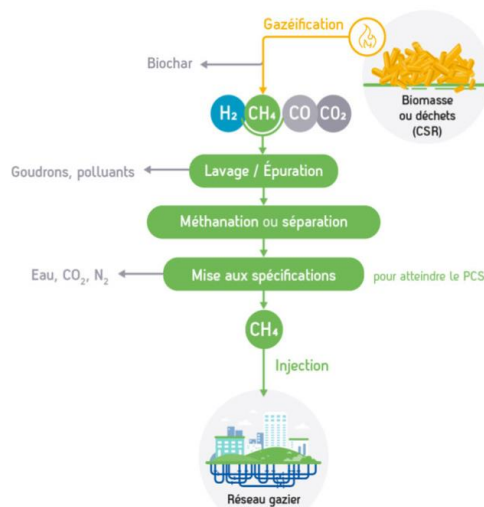
Deux voies de valorisation des gisements résiduels ont été analysées dans le cadre de cette étude : la pyrogazéification pour injection de gaz de synthèse et la combustion pour la production de chaleur (parfois complétée par une production d'électricité par cogénération, selon les intrants valorisés). Ces filières ont été retenues pour leur complémentarité dans le mix énergétique, permettant de produire du gaz, de la chaleur et de l'électricité issues de sources de récupération, en réponse aux besoins énergétiques franciliens.

Le procédé de pyrogazéification pour produire un gaz de synthèse injectable dans les réseaux

La pyrogazéification, permet de valoriser des déchets résiduels variés en les chauffant à haute température avec peu ou pas d'oxygène **pour produire un gaz de synthèse injectable dans les réseaux de gaz existants**. Cette filière traite des déchets résiduels secs non fermentescibles souvent destinés à l'enfouissement ou l'incinération.

La pyrogazéification pour injection fait l'objet de nombreux projets et pilotes.

Cette filière approche en France de la maturité industrielle ce qui signifie que dans les prochaines années il sera possible de construire les premières unités industrielles de pyrogazéification pour injection.



Dans le cadre de cette étude, chacune de ces filières a fait l'objet d'une modélisation en briques technologiques, permettant de caractériser sa performance technique et environnementale pour le traitement des différents gisements considérés. Des estimations économiques (investissements et coûts d'exploitation) pour des lignes de traitement type, variant de 15 000 tonnes/an à 80 000 tonnes/an, ont également été réalisées par les bureaux d'étude.

Cette analyse globale confirme que ces deux filières de valorisation des déchets permettront de traiter, d'ici 2030, les gisements résiduels en manque de débouchés (à l'horizon 2030, il est pressenti que la filière pyrogazéification aura atteint une maturité industrielle comparable à celle de la combustion, ce qui permet d'envisager la complémentarité de ces deux filières).

Leurs performances techniques (maturité des briques élémentaires, rendement), environnementales (production de résidus et fumées notamment) et économiques (coût de revient de la chaleur ou du méthane de synthèse) sont compatibles avec les références actuelles. Des analyses technico-économiques ciblées sur le développement d'une ou plusieurs installations de traitement pourront affiner ces premières estimations ultérieurement (mélange d'intrants, transport des intrants, disponibilité du foncier, etc.).

- **Un potentiel qui confirme les objectifs régionaux, vers 2TWh de pyrogazéification en 2030.**

Plusieurs scénarios de mobilisation des gisements résiduels par pyrogazéification et combustion peuvent être établis. Dans le cadre de cette étude, deux scénarios ont été approfondis. Ils se différencient par la proportion orientée en combustion ou en pyrogazéification pour injection et ce, pour chacun des gisements.

Dans chacun des scénarios, les deux filières de valorisation sont mobilisées. Ces scénarios sont deux illustrations, parmi l'ensemble des possibles, du potentiel de valorisation des gisements résiduels pour la production d'énergie renouvelable et de récupération en Ile-de-France.

L'évaluation de ces deux scénarios de valorisation montre que **les gisements retenus permettraient de produire quelque 3,3 TWh d'énergie de récupération par an, soit environ 2 % des consommations énergétiques d'Ile-de-France en 2030** (trajectoire de la Stratégie Energie Climat). Compte-tenu des hypothèses retenues, tant sur l'évolution des gisements résiduels que sur les performances des technologies modélisées, ces résultats représentent une estimation réaliste du potentiel de production d'énergie à partir des déchets de la région.

Ainsi, l'Ile-de-France dispose d'un gisement résiduel de déchets produits sur son territoire, aujourd'hui non valorisés (enfouis ou traités hors des frontières régionales), qui pourrait être valorisé localement et contribuer notablement à la transition énergétique francilienne.

En fonction des scénarios, la production de méthane de synthèse issu de pyrogazéification à l'horizon 2030 pourrait représenter près de 2 TWh/an, confirmant ainsi la pertinence des objectifs régionaux retenus dans la Stratégie Energie Climat en 2019.

Par ailleurs, l'ADEME a publié en janvier 2022 un benchmark visant à dresser un état de l'art de la pyrogazéification en Europe et de collecter des retours d'expérience de projets français, pour la plupart ayant bénéficié d'un soutien de l'ADEME. Cette étude (<https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/5280-filieres-gazeification.html#/44-type-de-produit-format-electronique>) permettra d'établir un positionnement de l'ADEME, guidant la manière dont l'agence accompagnera à l'avenir les projets de pyrogazéification.

