

Gaz naturel renouvelable produit par méthanation

Étude du potentiel technico-économique du GNR de 3^e génération au Québec

Dans sa vision 2030–2050, Énergir vise notamment l'augmentation de l'injection et de la consommation de gaz naturel renouvelable (GNR) pour atteindre au moins 10 % de ses volumes en 2030, avec un objectif de carboneutralité de l'énergie distribuée à l'horizon 2050. Dans cette perspective, Énergir veille au développement de nouveaux procédés et technologies de production. Parmi ceux-ci, la méthanation, aussi dite 3^e génération (3G) technologique de production de GNR, s'avère une voie d'avenir pour le Québec. La méthanation, une technologie en émergence pour laquelle des prototypes sont déjà existants, devrait **être opérationnelle à l'échelle industrielle à l'horizon 2030, et mature d'ici 2050.**

Objectif de l'étude

Afin de connaître le potentiel de cette filière au Québec et de comprendre le rôle qu'elle pourrait jouer dans la décarbonation de son réseau gazier, Énergir a fait appel à la firme de consultants SIA Partners pour évaluer le potentiel technico-économique du GNR de 3^e génération au Québec aux horizons 2030 et 2050.

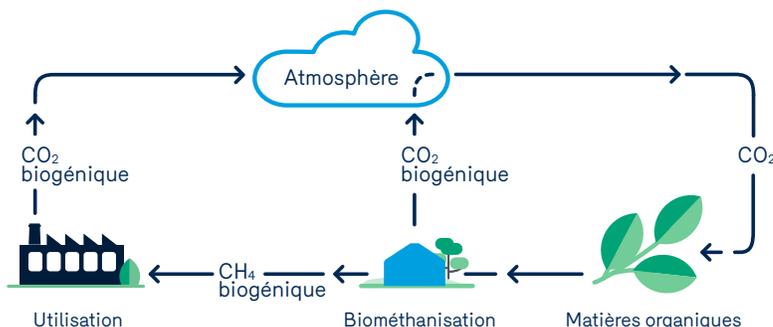
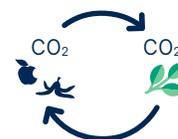
Quelques définitions

Le gaz naturel renouvelable (GNR)

Le GNR est du **méthane de source renouvelable**. Il est produit soit à partir de matière organique non fossile dégradée au moyen de processus biologiques, par exemple par biométhanisation, soit au moyen de procédés thermochimiques, comme la pyrolyse et la pyrogazéification. Le GNR est parfaitement interchangeable avec le gaz naturel distribué au Québec.

Le CO₂ biogénique

Le CO₂ issu de la décomposition de la matière organique non fossile, ou biomasse, est dit **biogénique**. Il s'insère dans un cycle de vie naturel d'absorption du CO₂ par les organismes vivants lors de leur croissance, puis d'un relargage lors de leur décomposition.



Différents procédés utilisent la biomasse comme intrant. Par exemple, le procédé de biométhanisation extrait le méthane produit par la décomposition de la biomasse pour en faire du GNR. Le CO₂ émis dans l'atmosphère lors de la production du GNR, puis lors de sa combustion, est biogénique; **ce processus n'ajoute donc pas de CO₂ supplémentaire au cycle naturel de l'écosystème.**

Qu'est-ce que la méthanation ?

Le procédé de méthanation permet de combiner de l'hydrogène (H₂) avec du dioxyde de carbone (CO₂) pour produire du méthane (CH₄) selon la réaction chimique : $CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$.

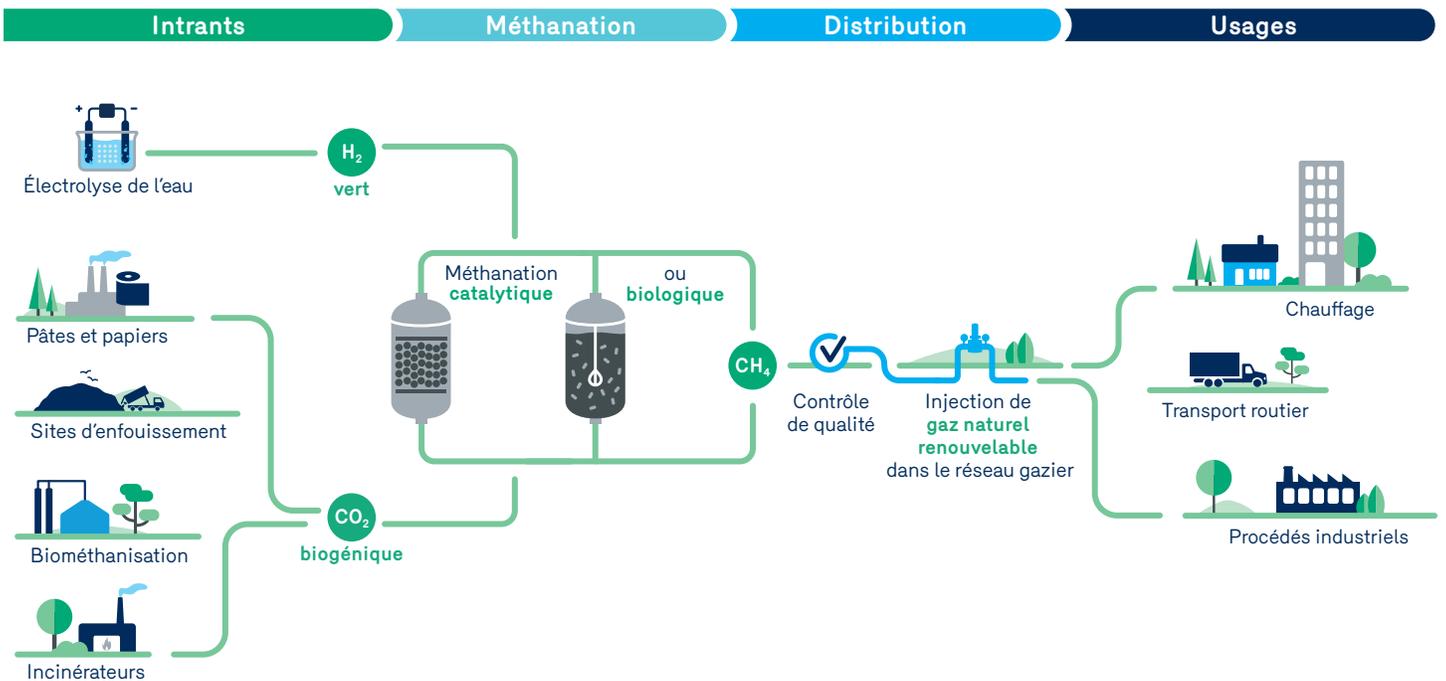
Pour que le méthane issu du procédé soit renouvelable, les intrants de la méthanation doivent donc être de l'**hydrogène vert**, par exemple produit par l'électrolyse de l'eau grâce à de l'électricité renouvelable, ainsi que du **CO₂ biogénique**.

Il existe deux procédés principaux de méthanation : la méthanation biologique, où des micro-organismes lient les molécules de H₂ et de CO₂ pour produire du CH₄, et la méthanation catalytique, où la liaison entre le H₂ et le CO₂ se produit lors d'une réaction thermodynamique, avec l'aide d'un catalyseur métallique.



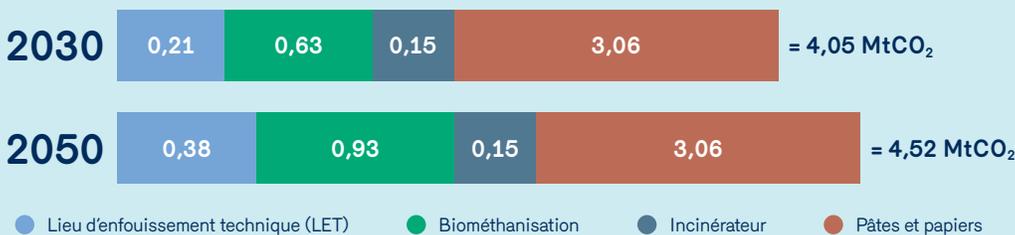
Installation Jupiter 1000 de GRTgaz, Fos-sur-Mer, France @GRTgaz / Bechet Benjamin

Chaîne de valeur du GNR 3G



Inventaire des gisements de CO₂ biogénique¹ disponibles au Québec

Quantité de CO₂ biogénique disponible par gisement, millions de tonnes par an



Potentiel technique GNR 3G

Si on convertissait par méthanation tout le CO₂ biogénique disponible, il serait possible de produire jusqu'à :

2 059 Mm³ GNR 3G en 2030 et

2 297 Mm³ GNR 3G en 2050².

¹ Il existe d'autres gisements de CO₂ biogéniques, tels que la production de biocarburants ou la pyrogazéification de la biomasse, qui n'ont pas été retenus dans cette étude, soit parce que le gisement est trop faible, soit que le CO₂ est déjà valorisé dans une autre application, soit par manque de données.

² Pour référence, les besoins d'approvisionnement gazier totaux d'Énergir sont actuellement d'environ 6 000 Mm³ par an.

Coûts de production du GNR 3G

Le coût de production du GNR 3G varie en fonction de différents facteurs :

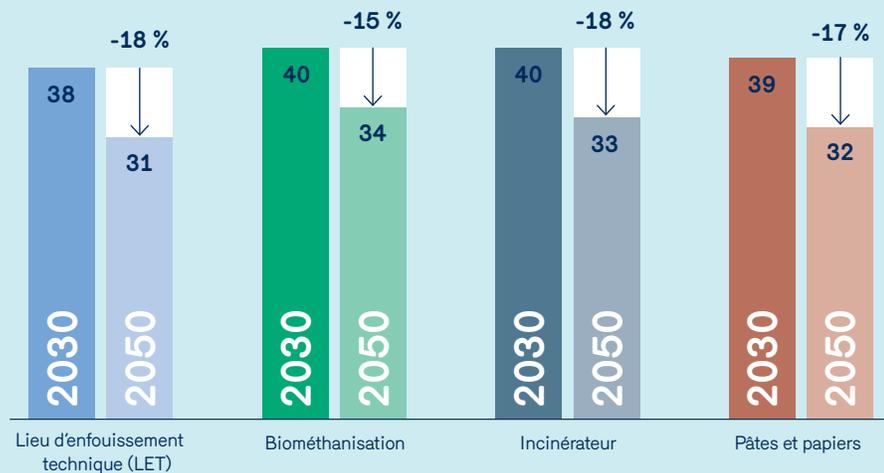
-  Le coût de l'électricité et de production de l'hydrogène vert
-  Le coût de capture du CO₂
-  La dimension du projet
-  La distance du réseau gazier et le mode de raccordement
-  Le type d'équipements utilisés (électrolyseur, réacteur de méthanation, etc.)

L'étude de SIA a modélisé les coûts de production du GNR 3G en faisant varier ces composantes à travers différents scénarios. Au total, une soixantaine d'itérations ont été faites pour chaque horizon de temps analysé, soit 2030 et 2050. Les coûts de production sont catégorisés selon l'origine du CO₂.

Selon les scénarios, les coûts de production s'échelonnent de **38 \$/GJ à 80 \$/GJ** en 2030 et de **31 \$/GJ à 73 \$/GJ** en 2050³.

Coûts de production du GNR 3G par source de CO₂, \$/GJ

Scénarios illustrés : grandes installations de production, coût d'électricité médian et injection directe dans le réseau



Constats

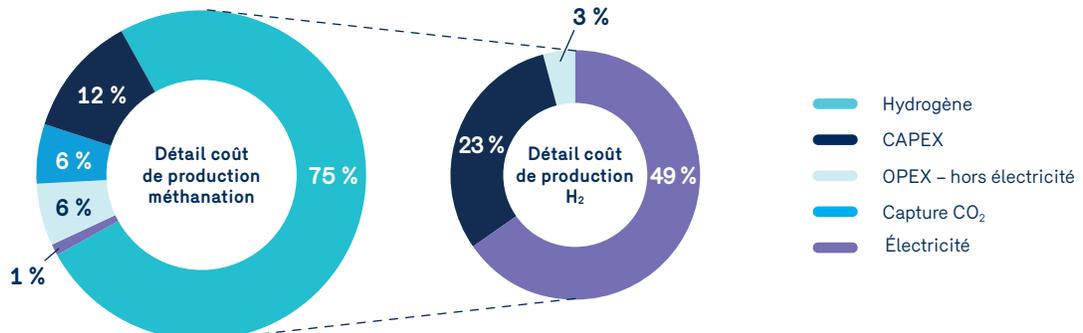
- On observe une **réduction moyenne de 17 %** des coûts de production entre 2030 et 2050. Cette réduction s'explique par une baisse des CAPEX et OPEX sur les équipements de méthanation et d'électrolyse.
- Les scénarios de grandes installations, tels que ceux illustrés ci-contre, tendent à donner des coûts de production plus bas, alors que les scénarios de petites installations entraînent généralement des coûts de production plus élevés. Les projets de méthanation peuvent donc bénéficier **d'économies d'échelle** significatives.

Décomposition du coût de production : le poids de l'hydrogène vert

Dans tous les cas de figure, le coût de production de l'hydrogène vert pèse lourd dans la balance, pouvant représenter jusqu'à 80 % des coûts de production du GNR 3G. Voir exemple ci-dessous.

Structure des coûts de production du GNR 3G, 2022

Scénario : Industrie pâtes et papiers, injection directe, scénario médian



³ Pour référence, cela correspond à des coûts de 13,7 ¢/kWh à 28,8 ¢/kWh en 2030 et de 11,2 ¢/kWh à 26,3 ¢/kWh en 2050.

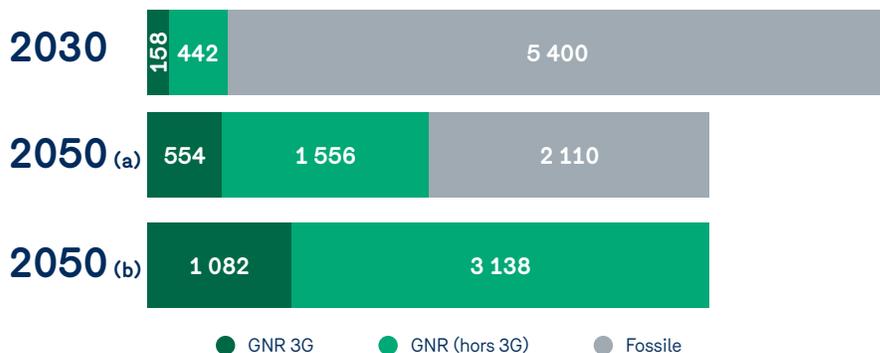
Potentiel technico-économique du GNR 3G

Le calcul du potentiel technico-économique permet de quantifier le GNR 3G pouvant être produit de façon rentable à un prix d'achat donné. Il est calculé aux horizons 2030 et 2050 en posant certaines hypothèses concernant le coût moyen d'approvisionnement de GNR (toutes générations confondues), les besoins totaux d'approvisionnement gazier d'Énergir et le pourcentage d'injection de GNR.

Les trois scénarios présentés ont été calculés selon un coût moyen d'approvisionnement de GNR de **25 \$/GJ**, en utilisant les hypothèses suivantes⁴ :

Volumes distribués par Énergir, Mm³ par année

Représentation des scénarios de potentiel technico-économique décrits dans le tableau ci-contre



Horizon	Besoins totaux d'appro. gazier d'Énergir (Mm ³)	Pourcentage d'injection de GNR
2030	6 000	10 %
2050 (a)	4 220	50 %
2050 (b)	4 220	100 %

La modélisation des scénarios présentés ci-contre montre que le GNR 3G pourrait fournir jusqu'à :

158 Mm³ d'ici **2030**, et jusqu'à **1 082** Mm³ d'ici **2050**, selon le pourcentage d'injection de GNR.

Le facteur déterminant : la production d'hydrogène vert

Le tableau ci-dessous indique la quantité de CO₂ biogénique et d'hydrogène vert qui est nécessaire pour réaliser le plein potentiel technico-économique de la filière GNR 3G. Ainsi, alors que seule une partie du CO₂ biogénique disponible est utilisée, une grande quantité d'hydrogène vert doit être produite.



Intrants nécessaires à l'atteinte du potentiel technico-économique maximum de la filière GNR 3G

Horizon	Potentiel technico-économique GNR 3G	Besoins en CO ₂ biogénique	Utilisation du potentiel technique disponible de CO ₂ biogénique	Besoins en H ₂	Équivalent d'électrolyse nécessaire
2030	158 Mm ³	0,30 MtCO ₂	7,4 %	54 000 t	331 MW
2050	1 082 Mm ³	2,13 MtCO ₂	47 %	370 000 t	2 269 MW

Or, cette filière est, pour le moment, dans une phase d'amorçage : **la production commerciale d'hydrogène vert au Québec s'élève actuellement à environ 8,4 t/jour** (soit 3 066 t/an), produite par 20,5 MW d'électrolyseurs⁵.

Actuellement, l'hydrogène est donc une ressource limitante pour le déploiement de la filière du GNR 3G.

⁴ Les scénarios présentés pour l'horizon 2050 ont été modélisés en considérant des taux hypothétiques d'incorporation de GNR à son réseau gazier. Bien qu'Énergir s'attende à une diminution des volumes totaux distribués à l'horizon 2050, les hypothèses présentées ainsi que les résultats qui en découlent sont illustratifs et ne représentent pas un positionnement d'Énergir quant à ses objectifs à l'horizon 2050.

⁵ État de l'énergie au Québec, Édition 2023, Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal

Conclusion

L'étude de SIA Partners sur le potentiel technico-économique du GNR de 3^e génération démontre que cette filière technologique pourrait contribuer de façon significative à l'atteinte des cibles de décarbonation d'Énergir et du Québec. La réalisation de son potentiel est cependant liée à certains facteurs de réussite :



L'hydrogène

L'accès en quantité suffisante et à un coût compétitif à de l'hydrogène (H₂) d'ici 2050 est primordial au développement de la filière. Il dépendra de la capacité de production d'hydrogène et de la priorisation de ses différents usages. Au Québec, la puissance électrique disponible est de plus en plus limitée. L'hydrogène vert produit par électrolyse devra être utilisé pour certains usages prioritaires pour la décarbonation, lesquels sont déterminés par le gouvernement du Québec dans le cadre de la [Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies](#). Actuellement, la production de GNR 3G ne fait pas directement partie de ceux-ci. D'autres avenues d'approvisionnement en électricité renouvelable pourraient être envisagées pour le déploiement à grande échelle de la filière du GNR 3G, telles que l'autoproduction ou les contrats d'achat d'électricité.



Évolution technologique

Le processus de production de GNR 3G repose sur différentes briques technologiques (électrolyse, méthanation et capture du carbone), pour lesquelles des améliorations technologiques entraînant une baisse des coûts sont attendues. Cette évolution sera un élément clé pour valider la pertinence économique de la méthanation.



L'allocation de subventions

L'accès à des incitatifs économiques ou fiscaux, tels que des subventions, sera un facteur déterminant pour asseoir les fondations de la filière du GNR 3G, notamment pour soutenir le démarrage des premiers projets, puis la mise à l'échelle de la filière au Québec. Sur de petites et moyennes installations, les subventions peuvent **diminuer les coûts de production de près de 10 %**, permettant de soutenir la rentabilité économique de premiers projets.