

Perspectives Gaz 2024



GRDF

GRTgaz

TERÉGA

Table des matières

Résumé exécutif	4
Avant propos	5
Contexte de cette édition 2024	5
Alors que les perspectives à court et moyen terme montrent une accélération de la décarbonation du gaz par rapport aux dernières <i>Perspectives Gaz</i> , le mix gazier pourrait devenir 100% renouvelable et bas carbone avant 2050	5
État des lieux de la consommation et des sources d'approvisionnement de gaz	6
Production : Après avoir atteint ses objectifs de développement en avance, la filière de production de gaz renouvelables et bas carbone a le potentiel pour accélérer son essor	9
État des lieux de la production de gaz renouvelables en 2022 et 2023 : en deux ans, la production de biométhane a doublé	9
Trajectoire de production à 2030 et 2035 de la filière gaz renouvelables	11
Enjeux de la mobilisation de la biomasse à l'horizon 2030 et 2035	12
Consommation : plus de 40 % de gaz renouvelables et bas carbone en 2035, c'est la conjugaison de l'essor de la production et de réductions de consommations	15
Le scénario <i>Perspectives Gaz 2024</i> atteint les objectifs climatiques nationaux et intègre pour la première fois l'impact du réchauffement sur les consommations	17
Bâtiments : en 10 ans, la consommation de gaz des ménages a baissé de 30% sans que cela ne s'accompagne d'une baisse significative du nombre de bâtiments raccordés au réseau, et cette tendance devrait se poursuivre	20
Industrie : le secteur a subi récemment d'importantes baisses de consommation essentiellement conjoncturelles, la prochaine décennie devrait voir les efforts se concentrer désormais sur le passage aux gaz renouvelables ou la bascule vers d'autres vecteurs énergétiques	25
Transports : les consommations de GNV et bioGNV continuent de croître pour le transport routier. Les gaz renouvelables restent une solution efficace pour décarboner la mobilité	28
Production d'électricité : l'équilibre du système électrique nécessitera encore durablement des quantités importantes de gaz, le gaz restant à moyen terme la variable d'ajustement du système électrique	29
Analyses de sensibilité : la combinaison de variantes dessine un faisceau de sensibilités pour la consommation de gaz	31
Présentation générale des analyses de sensibilité et comparaison au scénario de référence	31
Sobriété renforcée dans les bâtiments : accentuer encore les efforts des dernières années	33
Réduire la consommation de gaz en déployant les équipements énergétiques hybrides dans le bâtiment	37
Un ralentissement de certains chantiers de la transition énergétique pourrait engendrer une augmentation de la consommation de gaz	38
Une indisponibilité du parc nucléaire français demanderait une nette augmentation du besoin en gaz	39
Succès industriel : la relocalisation de l'industrie ralentirait la baisse de la consommation de gaz	40
Le GNV et le bioGNV peuvent réduire encore plus rapidement l'empreinte écologique des transports	41
Hydrogène : Plusieurs voies pour recourir à l'hydrogène décarboné et accélérer la décarbonation de l'industrie et du transport	43
Annexes	45

Résumé exécutif

Dans le cadre de l'article L141-10 du code de l'énergie, les gestionnaires de réseaux de gaz GRDF, GRTgaz et Teréga publient en 2024 des **prévisions de consommation de gaz et de production de gaz renouvelables et bas carbone à l'horizon 2035**. En effet, ces prévisions alimentent le bilan prévisionnel pluriannuel, établi chaque année par les gestionnaires de réseaux de transport de gaz, pour compléter leurs prévisions saisonnières, conformément à l'obligation réglementaire. Cette publication s'inscrit dans un contexte particulier, notamment en raison des efforts de sobriété sans précédent mis en œuvre au niveau français et européen pour limiter les impacts des pics de prix de l'énergie inédits à la suite du déclenchement de la guerre en Ukraine.

L'ambition de ce document est d'enrichir le débat public sur l'évolution du mix énergétique français : il s'agit de contribuer à décrire les **chemins possibles de décarbonation de ce mix**, en proposant un scénario d'évolution des consommations de gaz. Bien que consacré à la période 2024-2035, le scénario présenté est compatible avec l'**atteinte de la neutralité carbone en 2050**, c'est-à-dire que les consommations de gaz en 2050 pourront être couvertes en totalité par des gaz renouvelables et bas carbone. Cet objectif pourrait même être atteint par anticipation, compte tenu de l'accélération de la décarbonation du gaz anticipée dans les *Perspectives Gaz 2024* à court et moyen terme. Comme dans les éditions précédentes, les opérateurs d'infrastructures ont enrichi le scénario *Perspectives Gaz 2024* par des études de sensibilité à certains paramètres, présentant des incertitudes notables et reconnues. Ces variantes permettent d'apprécier les conséquences potentielles de ces incertitudes sur les consommations de gaz, sans que la sensibilité haute ne représente un plafond dimensionnant de ces consommations.

Parcourant les différents secteurs d'activité de l'économie française, cette étude met en évidence les enjeux majeurs dans l'évolution du rôle de la filière gazière au service de la transition énergétique. Afin de garantir la **compatibilité du scénario de référence présenté avec l'objectif de la réduction des émissions de l'Union Européenne d'au moins 55% d'ici à 2030** (paquet climat *Fit-for-55*) par rapport au niveau de 1990, le scénario présenté a fait l'objet d'un audit externe par le cabinet indépendant spécialisé Enerdata.

La trajectoire de consommation finale totale de gaz du scénario *Perspectives Gaz 2024* poursuit les tendances de réduction de consommation récente pour atteindre 321 TWh PCS en 2030 et 282 TWh PCS en 2035. Après une baisse de -3,6% par an en moyenne de 2018 à 2023, et particulièrement forte en 2022 et 2023, les baisses se poursuivent à ce rythme **(-2,9% par an en moyenne) sur la période 2023-2035**. La consommation de gaz fossile suit, elle, une baisse plus forte encore, puisque remplacée progressivement par l'usage de gaz renouvelables et bas carbone

produits localement. Ainsi, **l'injection de gaz renouvelables et bas carbone sur le réseau augmente pour représenter environ 20% du gaz consommé en 2030 et plus de 40% en 2035. En conséquence, les émissions de CO₂ liées aux consommations de gaz baissent de 7% par an en moyenne entre 2024 et 2035 dans le scénario *Perspectives Gaz 2024 (PG24)*.**

Levier incontournable dans la réussite de la transition écologique, la sobriété déployée dans les secteurs résidentiel et tertiaire est étudiée au regard du contexte économique des dernières années. En 10 ans, les consommations de gaz des bâtiments ont baissé de 30% **sans que cela ne s'accompagne d'une baisse significative du nombre de logements raccordés aux réseaux de gaz**. Cette tendance devrait se poursuivre sur la période 2024-2035 : malgré une baisse marginale du nombre de raccordements, le découplage entre baisse de la consommation et nombre d'utilisateurs se confirme.

De son côté, le secteur industriel a subi récemment d'importantes baisses de consommation essentiellement conjoncturelles du fait du coût des énergies. La prochaine décennie devrait voir une reprise économique dont les effets sur la consommation de gaz seraient contrebalancés par des efforts accrus sur l'efficacité énergétique et la bascule vers d'autres vecteurs énergétiques, en complément du passage aux gaz renouvelables et bas carbone. La décarbonation du transport devrait nécessairement impliquer **l'accentuation de l'usage du biogaz**. La consommation de GNV et bioGNV continue donc de croître dans le scénario *PG24*.

Enfin, l'équilibre du système électrique nécessitera encore durablement des quantités importantes de gaz, ce vecteur restant **à moyen terme la variable d'ajustement du système électrique**, y compris dans un contexte où les objectifs de développement des énergies renouvelables et de flexibilité de la demande sont atteints. Ce rôle d'équilibrage du système électrique pourrait être encore renforcé dans l'hypothèse où la production d'électricité EnR et nucléaire progresserait moins vite que l'électrification des usages (retard des chantiers EnR ou baisse de la disponibilité du parc nucléaire existant par exemple).

À l'heure actuelle, **la filière de production de gaz renouvelables et bas carbone est la seule filière des énergies renouvelables à avoir atteint à ce jour ses objectifs de développement fixés dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) : 14 TWh de production totale de biogaz, dont 6 TWh injectés dans les réseaux en 2023**. En réalité, 9 TWh de biométhane ont été injectés dans les réseaux en 2023 et cette avance prise par le gaz de réseau sur sa trajectoire de décarbonation peut offrir des marges de manœuvre pour permettre d'atteindre les ambitions climatiques de la France dans le cas où d'autres chantiers de la transition énergétique rencontreraient des retards.

Avant propos

Contexte de cette édition 2024

Dans le cadre de l'article L141-10 du code de l'énergie, les gestionnaires de réseaux GRDF, GRTgaz et Teréga publient des prévisions de consommation de gaz et de production de gaz renouvelables et bas carbone couvrant une période prospective minimale de dix ans. En effet, ces prévisions alimentent le bilan prévisionnel pluriannuel, établi chaque année par les gestionnaires de réseaux de transport de gaz, pour compléter leurs prévisions saisonnières, conformément à l'obligation réglementaire. Ces travaux constituent une vision prospective de la demande de gaz au regard des objectifs des politiques publiques de décarbonation de l'économie française. Ces trajectoires ne constituent pas un scénario de dimensionnement des infrastructures de gaz qui obéissent à des critères spécifiques, notamment de sécurité du système énergétique.

En 2024, les gestionnaires de réseaux de gaz publient donc ces prévisions dans un nouveau scénario, *Perspectives Gaz 2024*, couvrant la période 2024-2035. Cette publication intervient dans un contexte particulier à plusieurs égards pour le secteur de l'énergie : les consommateurs ont connu des pics de prix de l'énergie inédits à la suite du déclenchement de la guerre en Ukraine.

Des efforts de sobriété sans précédent ont été mis en œuvre et se poursuivent malgré des prix du gaz revenus à des niveaux antérieurs à l'invasion de l'Ukraine, suivant l'appel des pouvoirs publics à économiser l'énergie, et dans un contexte où la réglementation européenne est renforcée pour maîtriser les consommations d'énergie.

Le renforcement des ambitions climatiques de court-moyen terme va nécessiter le développement rapide de toutes les énergies bas carbone. Certaines infrastructures énergétiques vont ainsi faire face à des besoins d'investissements colossaux dont les risques et les impacts sur le consommateur final devront être maîtrisés. Dans le cas des bioénergies, il convient de vérifier que l'usage énergétique de la biomasse se développe en respectant ses autres usages prioritaires.

Les progrès d'efficacité et les efforts de sobriété récents ont conduit à des baisses de consommation de gaz légèrement plus importantes qu'elles n'avaient été anticipées dans les *Perspectives Gaz* précédentes. Puisque parallèlement la filière de production de gaz renouvelables a atteint ses objectifs de développement par anticipation, le gaz de réseau a pris de l'avance sur sa trajectoire de décarbonation : si cette avance est maintenue, elle pourrait offrir des marges de manœuvre pour permettre d'atteindre les ambitions climatiques de la France dans le cas où d'autres chantiers de la transition énergétique rencontreraient des retards. Intégrant ce contexte particulier, l'ambition de l'édition 2024 des *Perspectives Gaz* est ainsi de décrire des évolutions à la baisse que pourraient suivre les consommations de gaz à court et moyen termes pour éclairer les chemins possibles de décarbonation du mix énergétique français.

Alors que les perspectives à court et moyen terme montrent une accélération de la décarbonation du gaz par rapport aux dernières *Perspectives Gaz*, le mix gazier pourrait devenir 100% renouvelable et bas carbone avant 2050

L'édition précédente des *Perspectives Gaz* présentait un scénario, *TERRITOIRES ajusté*, compatible avec l'objectif *Fit-for-55* qui était attendu pour la France en 2030 et compatible avec l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050. Ce scénario était

construit à partir de la concaténation des objectifs régionaux de décarbonation¹.

Pour cette édition, le scénario des *Perspectives Gaz 2024* met l'accent sur la période 2024-2035, tout en restant compatible,

¹ À travers les documents de planification territoriales : *Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires* (SRADDET) et *Schéma Directeur de la région Île-de-France* (SDRIF)

à plus long terme, avec la cible de décarbonation du scénario *TERRITOIRES ajusté* : un mix de gaz 100% renouvelables et bas carbone. Cet objectif est maintenu, et pourrait être atteint par anticipation. En effet, le scénario *Perspectives Gaz 2024*, qui intègre les efforts de sobriété et d'efficacité initiés par la crise énergétique de 2022, permet d'atteindre avec 5 ans d'avance la baisse d'importation de gaz fossile prévue en 2035 dans le scénario *TERRITOIRES ajusté* de l'édition précédente. Cette avance permet de confirmer la compatibilité du scénario *Perspective Gaz* avec l'objectif *Fit-for-55* de la France, malgré une révision à la baisse du puits de carbone naturel français par les pouvoirs publics².

Par ailleurs, comme précédemment, le scénario *Perspectives Gaz 2024* atteint ces objectifs sans recourir aux importations de biométhane, et avec un recours mineur aux voies de séquestration

du carbone (moins de 4 Mt, qui est l'ambition minimale annoncée par les pouvoirs publics à l'horizon 2030³, dont 1 Mt de CO₂ capturé sur des usages du gaz dans l'industrie).

Enfin, à l'instar de l'édition précédente, les opérateurs d'infrastructures ont souhaité enrichir le scénario *Perspectives Gaz 2024* par une étude de sensibilité à certains paramètres présentant des incertitudes notables et reconnues. Ces variantes permettent d'apprécier les conséquences potentielles de ces incertitudes sur les consommations de gaz. Elles permettent aussi de situer l'éventail des prévisions des opérateurs d'infrastructures par rapport aux autres scénarios d'évolution de consommations de gaz, notamment à ceux publiés par l'ADEME dans son document *Transition(s) 2050* dont certains ont été repris par la Commission de Régulation de l'Énergie dans son travail sur l'avenir des infrastructures gazières⁴.

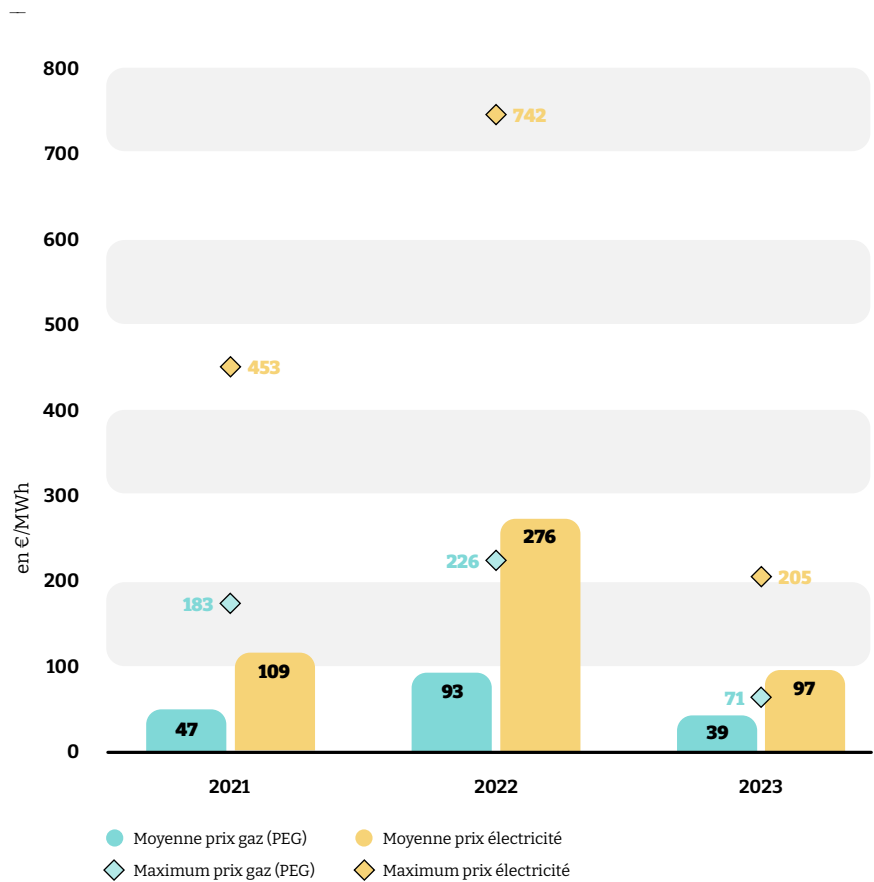
État des lieux de la consommation et des sources d'approvisionnement de gaz

Depuis 2022, le système gazier français et européen a fait preuve de résilience afin de s'adapter à un nouveau contexte énergétique marqué par la guerre en Ukraine.

En effet, la baisse drastique des importations de gaz russe en Europe en 2022 (-62% sur l'année 2022 et un quasi-arrêt à partir de l'été) a modifié la configuration des flux sur le réseau de transport français qui, jusqu'à présent, étaient orientés du Nord vers le Sud. Les volumes de Gaz Naturel Liquéfié (GNL) livrés sur le territoire français ont doublé (+102% en 2022) afin de compenser la baisse des approvisionnements par canalisation, faisant du pays un point d'entrée majeur du GNL en Europe. La bidirectionnalité des interconnexions françaises a permis d'orienter les flux de l'Ouest vers l'Est et du Sud vers le Nord afin d'assurer la solidarité européenne sans rupture d'approvisionnement de l'Europe.

Dans ce contexte, les prix de l'énergie ont fortement augmenté (le prix spot moyen du gaz en France est passé de 47€/MWh en 2021 à 98€/MWh en 2022). Dès lors le Gouvernement a mis en place d'une part un plan de sobriété pour inciter chacun à réduire ses consommations et

Évolution du prix spot du gaz sur le PEG (Point d'Échange Gaz) et de l'électricité (moyenne journalière des prix spot en France, source EPEX) en 2021, 2022 et 2023



² Potentiel de puits de 40MteqCO₂ dans la SNBC 2 versus 18,1MteqCO₂ d'après le tableau de bord de la planification écologique

³ 20230623_consultation_ccus.pdf (conseil-national-industrie.gouv.fr)

⁴ <https://www.cre.fr/actualites/toute-lactualite/la-cre-publie-son-rapport-sur-l-avenir-des-infrastructures-gazieres.html>

d'autre part un bouclier tarifaire sur les prix de détail du gaz et de l'électricité pour protéger les ménages français. En conséquence, la consommation finale de gaz (hors réseaux de chaleur et production d'électricité et corrigée des aléas climatiques) a baissé significativement : -9% entre 2021 et 2022 pour atteindre 331 TWh PCS⁵ et -6% entre 2022 et 2023 pour atteindre 311 TWh fin 2023. Au niveau des distributions publiques, les consommations corrigées des aléas météorologiques ont baissé de 7% entre 2022 et 2021 et de 6% entre 2022 et 2023, tandis que les industriels raccordés aux réseaux de transport ont baissé leur consommation de 11% entre 2022 et 2021 et de 7% entre 2022 et 2023.

En 2022, ces baisses ont été en partie contrebalancées par la consommation de gaz pour les centrales de production d'électricité qui ont vu leur consommation bondir de +54% pour atteindre un plus haut historique à 61 TWh (contre 39 TWh en 2021) afin de pallier les indisponibilités des centrales nucléaires et des stocks hydrauliques. En 2023, la consommation de gaz pour la production d'électricité a été en baisse de 41% par rapport à 2022 en raison d'une meilleure disponibilité du parc nucléaire (taux de disponibilité de 63% en moyenne en 2023 contre 54% en 2022⁶) ramenant la consommation pour ce secteur à 36 TWh soit un niveau proche de celui de 2021.

Une segmentation plus fine de la consommation par secteur (représentée sur le graphique ci-dessous, selon la méthodologie expliquée en Annexe 6.a) montre une baisse régulière des consommations pour l'ensemble des secteurs, à l'exception de la production électrique centralisée qui, du fait de son rôle de variable d'ajustement du système électrique, a des consommations assez variables suivant les années. La vision prospective présentée dans ce document s'appuie sur cette répartition sectorielle.

Dans le secteur des bâtiments, les années 2022 et 2023 ont été marquées par des efforts de sobriété importants. En 2022, la consommation de gaz des ménages a ainsi baissé de 12% et cette baisse s'est poursuivie en 2023 (-7%)⁷. Pour les ménages chauffés au gaz, ces baisses correspondent à l'accélération d'une tendance plus ancienne : en 10 ans, leur consommation individuelle a baissé de 30% grâce aux gains d'efficacité des équipements, à une meilleure isolation des logements et à des pratiques plus sobres. Les expérimentations menées par GRDF à destination des particuliers et des bâtiments tertiaires pendant ces deux dernières années ont montré que d'autres gisements de sobriété existent pour poursuivre les efforts, et que des mesures d'accompagnement spécifiques peuvent être efficaces pour favoriser ces efforts (cf. encadré sur la sobriété énergétique).

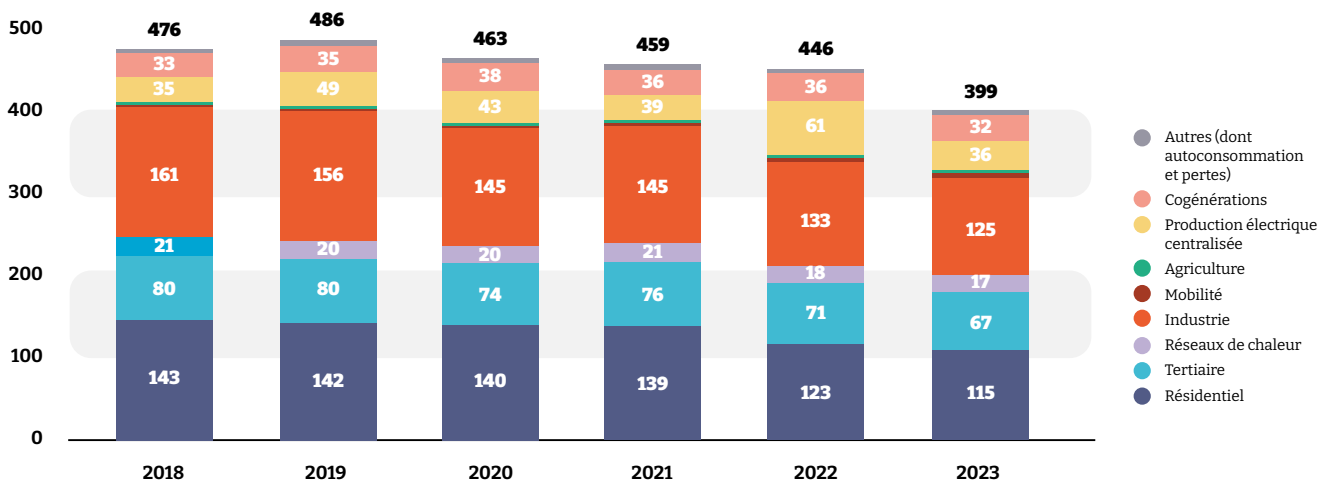
Dans le secteur industriel, les consommations de gaz ont baissé de 9% en 2022 puis 6% en 2023, principalement du fait d'arrêts provisoires de sites de production et de recours ponctuels à d'autres vecteurs énergétiques (GPL⁸, fioul, charbon, électricité) ou au fioul en substitution au gaz de réseau.

Dans le secteur de la mobilité, les consommations de GNV et bioGNV acheminées par le réseau de gaz ont augmenté de 26% en 2022, puis 16% en 2023.

En somme, les consommations de gaz ont nettement baissé en 2022 et 2023. La crise énergétique débutée à la fin de l'été 2021 a impacté les consommations de gaz en deux temps, avec une première marche au printemps 2022 en lien avec l'augmentation des prix du marché de gros, puis une deuxième marche avec la mise en œuvre des plans de sobriété européen et nationaux à la fin de l'été 2022. Le changement de comportement des consommateurs s'est prolongé sur la totalité de l'année 2023 ayant pour conséquence deux baisses consécutives de la consommation de gaz en 2022 et en 2023.

Consommation de gaz en France corrigée des aléas météorologiques

Volumes consommés sur le réseau – TWh PCS



⁵ Pouvoir Calorique Supérieur. Sauf indication contraire, tous les volumes de gaz seront exprimés en TWh PCS dans ce document.

⁶ Bilan électrique 2023 de RTE : <https://www.rte-france.com/actualites/bilan-electrique-france-2023-nouvel-equilibre-systeme-electrique>

⁷ À l'échelle de l'ensemble des bâtiments (y compris bâtiments tertiaires), la baisse a été de 10% en 2022 et 6% en 2023.

⁸ Gaz de pétrole liquéfié

Production

Après avoir atteint ses objectifs de développement en avance, la filière de production de gaz renouvelables et bas carbone a le potentiel pour accélérer son essor.



État des lieux de la production de gaz renouvelables : ces deux dernières années, la production de biométhane a doublé

Dans le contexte géopolitique précédemment décrit, la filière de production des gaz renouvelables représente une solution immédiatement disponible pour décarboner les mix français et européen dans l'objectif de gagner en indépendance énergétique. En effet, face à l'urgence de la transition et aux impératifs de résilience de notre système énergétique, il s'agit de développer l'offre d'énergie décarbonée et d'activer tous les leviers disponibles.

En 2021, les quantités de biométhane produites et injectées dans les réseaux de gaz s'élevaient à 4 TWh. En 2022, elles ont atteint 7 TWh et ont encore progressé en 2023 pour atteindre environ 9 TWh : en deux ans, la production de biométhane a ainsi doublé. Cela représentait au 31 décembre 2023 652 unités injectant du biométhane sur notre territoire pour une capacité de production annuelle de 11,8 TWh. La filière de production de biométhane injecté a montré lors de ces deux dernières années sa capacité à se concrétiser rapidement.

652

sites d'injection de biométhane en France en décembre 2023

365 en 2021

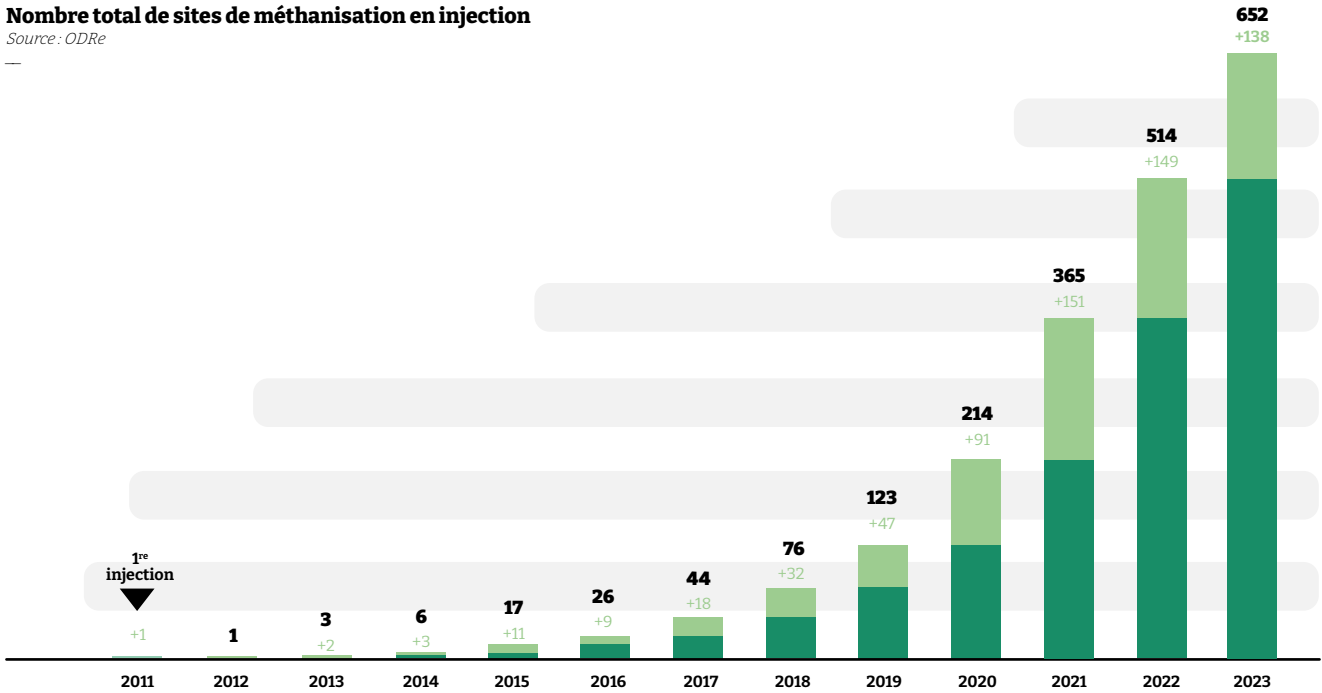
9 TWh

de biométhane injecté dans le réseau de gaz français en 2023

4 TWh en 2021

Nombre total de sites de méthanisation en injection

Source : ODRé



Même si 2023 représente une belle année pour la filière méthanisation, celle-ci subit depuis 2020 un ralentissement du nombre de nouveaux projets s'expliquant par un manque de visibilité au niveau des mécanismes de soutien. La mise en œuvre du dispositif des CPB (Certificats de Production de Biogaz) était attendue depuis la loi Climat et résilience (août 2021) par la filière pour renforcer cette visibilité. La publication récente d'un décret et d'un arrêté⁹ encadrant ce dispositif jusqu'en 2028 donne donc un signal positif : ce dispositif constituera une étape importante dans l'accélération du développement de la filière. La définition d'une trajectoire de CPB au-delà de 2028 renforcerait ce signal et cette dynamique. Ainsi, l'accélération et l'atteinte d'une production ambitieuse de gaz renouvelables et bas carbone en 2030 reste conditionnée à la stabilité et à la visibilité sur les mécanismes de soutien, y compris aux filières de nouvelle génération comme la pyrogazéification et la gazéification hydrothermale.

Également, dans le contexte actuel de redéfinition de la prochaine PPE, il convient ici de rappeler que la méthanisation est la seule filière à avoir dépassé les objectifs fixés dans la dernière PPE de 6 TWh en 2023. Cela montre que la filière est en mesure de mobiliser son potentiel, afin d'atteindre rapidement et durablement les objectifs en matière de transition énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Son potentiel, de l'ordre de 150 TWh pour la filière méthanisation et de 320 TWh au global (N.B. production disponible pour l'injection, filières émergentes incluses), constitue un véritable atout afin de répondre aux objectifs de décarbonation.

En tenant compte du développement de la méthanisation et de la montée en puissance des nouvelles filières, le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) et l'industrie gazière considèrent qu'il serait possible d'atteindre 20% de gaz renouvelables injectés dans les réseaux en 2030. Les trajectoires de production présentées ci-après décrivent la progression attendue de la production pour atteindre cette cible en 2030 et prolongent les perspectives à 2035.

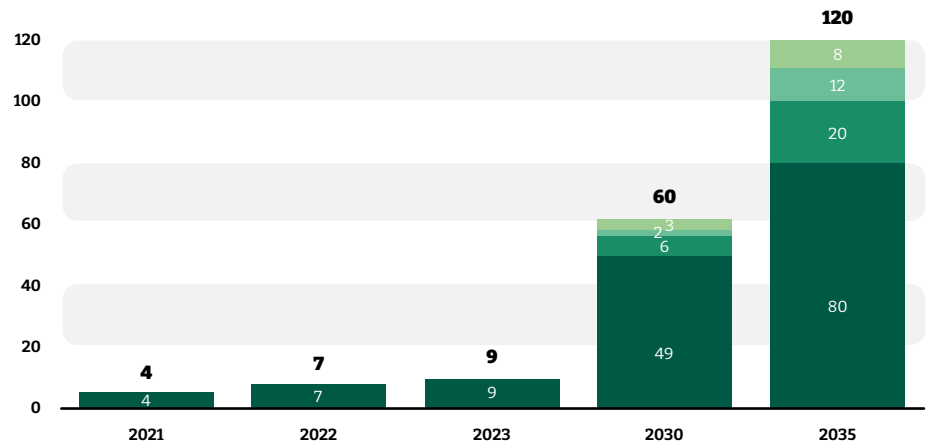
⁹ Décret n° 2024-718 du 6 juillet 2024 relatif à l'obligation de restitution de certificats de production de biogaz - Légifrance ([legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr)) et Arrêté du 6 juillet 2024 relatif au dispositif des certificats de production de biogaz - Légifrance ([legifrance.gouv.fr](https://www.legifrance.gouv.fr))

Trajectoire de production à 2030 et 2035 de la filière gaz renouvelables et bas carbone

Sur la base des potentiels de production de gaz renouvelables et bas carbone issus de l'étude ADEME de 2018, et des ambitions mises à jour récemment par les acteurs de la filière¹⁰, les cibles de production par technologie en 2030 et 2035 retenues pour le scénario *Perspectives Gaz 2024* sont les suivantes :

- Power to methane
- Gazéification hydrothermale
- Pyrogazéification
- Méthanisation

Trajectoire de production de gaz renouvelables / bas carbone
TWh PCS



¹⁰ Voir page 11 les ambitions du SER sur les gaz renouvelables https://www.syndicat-energies-renouvelables.fr/wp-content/uploads/basedoc/ser_livre_blanc_septembre2023-vf.pdf

Cette section a été rédigée par l'association Solagro



Quelles biomasses pour la transition énergétique ?

Des potentiels existent, des solutions techniques existent. Certaines solutions sont compatibles avec les usages prioritaires de la biomasse (alimentation, maintien de la fertilité des sols, production de matériaux, biodiversité), il est donc temps de travailler à l'accompagnement de leur déploiement en s'assurant des meilleures conditions de mise en œuvre du point de vue social et environnemental.

Chaque année environ 315 millions de tonnes de matières sèches (MtMS) de biomasse sont produites en France métropolitaine. Aujourd'hui, l'essentiel de ces productions est destiné à la production alimentaire, et secondairement à la production de matériaux. Environ 40 MtMS sont mobilisées pour des usages énergétiques : 27 MtMS sous forme de bois énergie (soit environ 100 TWh), 5 à 6 MtMS de résidus de cultures, couverts intermédiaires et déjections animales en méthanisation (soit environ 13 TWh¹) et 4 à 5 MtMS de grains/racines (colza, blé, betterave) transformés en biocarburants de première génération (soit environ 20 TWh).

Or, la biomasse a vocation à jouer un rôle croissant dans la transition énergétique. Au niveau national comme international, les scénarios de transition (« *Planification écologique dans l'énergie* », SGPE² ; « *Transition(s) 2050* » de l'ADEME³ ; « *Fit-for-55* » de l'Union Européenne ; GIEC⁴) accordent systématiquement une part plus importante aux bioénergies par rapport à aujourd'hui.

La ressource globale de biomasse est une quantité finie : la réduction des besoins énergétiques (sobriété et efficacité) et la priorisation des usages sont donc nécessaires. L'alimentation, le maintien de la fertilité des sols par le retour au sol du carbone et des nutriments doivent être prioritaires. Le développement des bioénergies, compatible avec ces priorités non énergétiques, est nécessaire et possible.

Le fléchage des ressources vers les usages et leur filière de valorisation doit être fait sur la base de critères techniques, environnementaux, énergétiques et économiques afin de pouvoir maximiser le potentiel de la biomasse tout en assurant de bonnes conditions environnementales et sociales, et en considérant le fait que certains secteurs bénéficient de peu d'alternatives.

À l'horizon 2050, l'exercice de quantification à partir des hypothèses du scénario *Afterres2050*⁵ aboutit à un potentiel de 100 MtMS/an de biomasse pour la production d'énergie, soit plus du double de ce qui est actuellement consommé. Néanmoins, ce potentiel, établi dans un cadre contraint de surface, de limites en eau et en nutriments et visant à réduire les impacts environnementaux (sol, biodiversité, air), est atteint en considérant des hypothèses d'évolution de notre régime alimentaire et des systèmes de productions agricoles. Ce potentiel prend en compte une large valorisation par la méthanisation (plus de 60 MtMS), seule filière permettant le retour au sol de matière organique et de la totalité des nutriments. Sans recours à cette filière le potentiel total à l'horizon 2050 serait divisé par deux (50 MtMS) et resterait proche du niveau actuel de mobilisation de la biomasse pour la production d'énergie.

Il faut maintenant travailler à l'accompagnement de sa mobilisation et au déploiement des filières de valorisation énergétique les plus pertinentes.

À l'horizon 2030 et 2035, la contribution de chaque filière de production de bioénergie est attendue pour atteindre les objectifs de décarbonation. Les ressources issues de la filière forêt (31 MtMS à 2050 de bois forêt, connexes) sont déjà bien valorisées (27 MtMS en combustion), mais les modes de gestion sylvicole doivent évoluer avec des pratiques plus durables et prenant en compte le contexte du changement climatique, induisant déjà une hausse de la mortalité des arbres⁶, des feux de forêt plus fréquents et une réduction de l'accroissement des arbres.

Concernant l'agriculture, avec un potentiel de 63 MtMS/an à 2050 valorisables par méthanisation essentiellement, des modifications importantes des pratiques culturales agricoles devront se diffuser sur l'ensemble du territoire national selon les principes de l'agroécologie avec notamment l'introduction de cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE), qui présentent de nombreux avantages pour l'environnement⁷, et la mobilisation d'une partie des résidus de cultures.

Enfin, pour le secteur des déchets biodégradables (biodéchets, déchets des IAA, boues de stations d'épuration urbaines, déchets verts), malgré un potentiel plus faible (environ 5 MtMS), la recherche de débouchés avec une valorisation agronomique (hiérarchisation des modes de traitement⁸) reste une priorité. Les acteurs de la filière sont largement mobilisés pour traiter ces gisements déjà produits aujourd'hui.

Les procédés de traitement combinant la production d'énergie, et le retour au sol de nutriments (méthanisation) ou la valorisation de déchets dont le retour au sol est problématique (gazéification de boues de stations d'épuration ou de combustibles solides de récupération) présentent donc un intérêt non négligeable pour ces secteurs en recherche d'équilibre économique.

Produire des bioénergies durables est nécessaire et doit se faire à partir d'écosystèmes cultivés de façon durable. Il faudra donc rester doublement vigilant : vigilant sur les conditions de production des bioénergies, mais aussi vigilant sur l'atteinte des objectifs de décarbonation.

Rédaction : *Christian Couturier, Sylvaine Berger, Simon Métivier*

Bibliographie

Les bioénergies : quelle place dans la transition énergétique ? Couturier C., Demarcq F.

<https://www.lafabriqueecologique.fr/evenement/les-bioenergies-quelle-place-dans-la-transition-energetique>

Quelles biomasses pour la transition énergétique ? Solagro, 2024

<https://solagro.org/travaux-et-productions/publications/quelles-biomasses-pour-la-transition-energetique>

Scénario Afterres2050 Forêt-bois : un rôle déterminant dans la transition écologique, Solagro 2023

<https://afterres2050.solagro.org/debattre/foret-et-bois>

Le scénario Afterres2050, Solagro, 2016

https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/solagro_afterres2050_version2016.pdf

¹ Fin 2022, 9 TWh injecté sur le réseau de gaz naturel et 4 TWh d'énergie primaire cogénéré

² SGPE - *La planification écologique dans l'énergie* – Synthèse du Plan, septembre 2023

³ Voir : transitions2050.ademe.fr

⁴ GIEC - *Rapport d'évaluation n°6* – groupe de travail III – chap.3

⁵ <https://afterres2050.solagro.org>

⁶ Due à des accidents sanitaires comme ceux liés aux scolytes, insectes xylophages s'attaquant principalement aux épicéas

⁷ La couverture des sols en période inter-cultures évite l'érosion des sols ou le lessivage des nutriments par les pluies (donc la pollution des eaux de surface ou souterraines) et la minéralisation de la matière organique (déstockage de carbone du sol).

⁸ Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire



Consommation

Plus de 40% de gaz renouvelables et bas carbone en 2035, c'est la conjugaison de l'essor de la production et de réductions de consommations.

Cette édition 2024 présente une analyse prospective des consommations de gaz à l'horizon 2035, autour du scénario *Perspectives Gaz 2024*. Des variantes contrastées encadrent ce scénario afin d'explorer différents futurs possibles, tenant compte de divers paramètres clés et d'hypothèses discutées ou incertaines concernant l'avenir du système énergétique. Elles permettront ainsi d'éclairer les débats en cours sur la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie.

À la différence de l'édition 2022 qui consistait en une révision marginale du scénario *TERRITOIRES*, le scénario *Perspectives Gaz 2024* intègre une mise à jour complète des données historiques récentes, notamment la prise en compte des efforts de sobriété

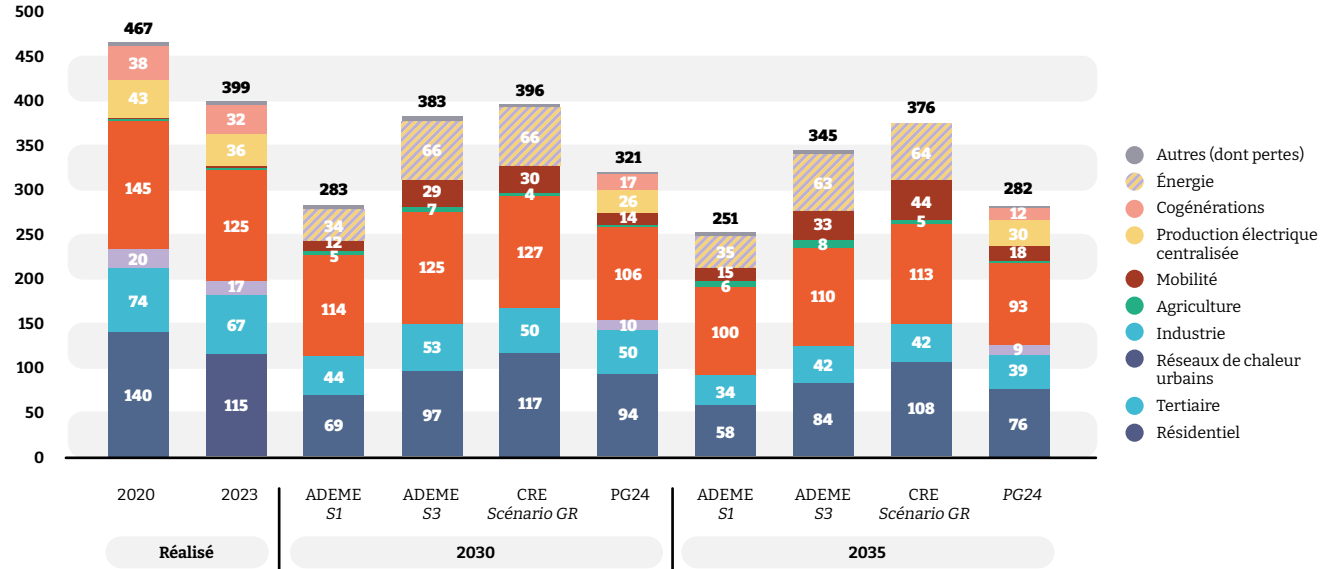
et des gains d'efficacité de 2022 et 2023 pour actualiser les gisements d'économie d'énergie restants à court et moyen termes, ainsi que des améliorations méthodologiques structurantes.

Il repose cependant sur les mêmes sous-jacents : une compatibilité avec les objectifs climatiques nationaux nécessitant une complémentarité des énergies et des solutions, couplée à une réduction indispensable des consommations d'énergie.

Construit par secteur d'activité, le scénario *Perspectives Gaz 2024* aboutit à une consommation finale de gaz en 2035 de 282 TWh et s'inscrit dans l'intervalle des scénarios retenus par la CRE pour son étude sur l'avenir des infrastructures gazières.

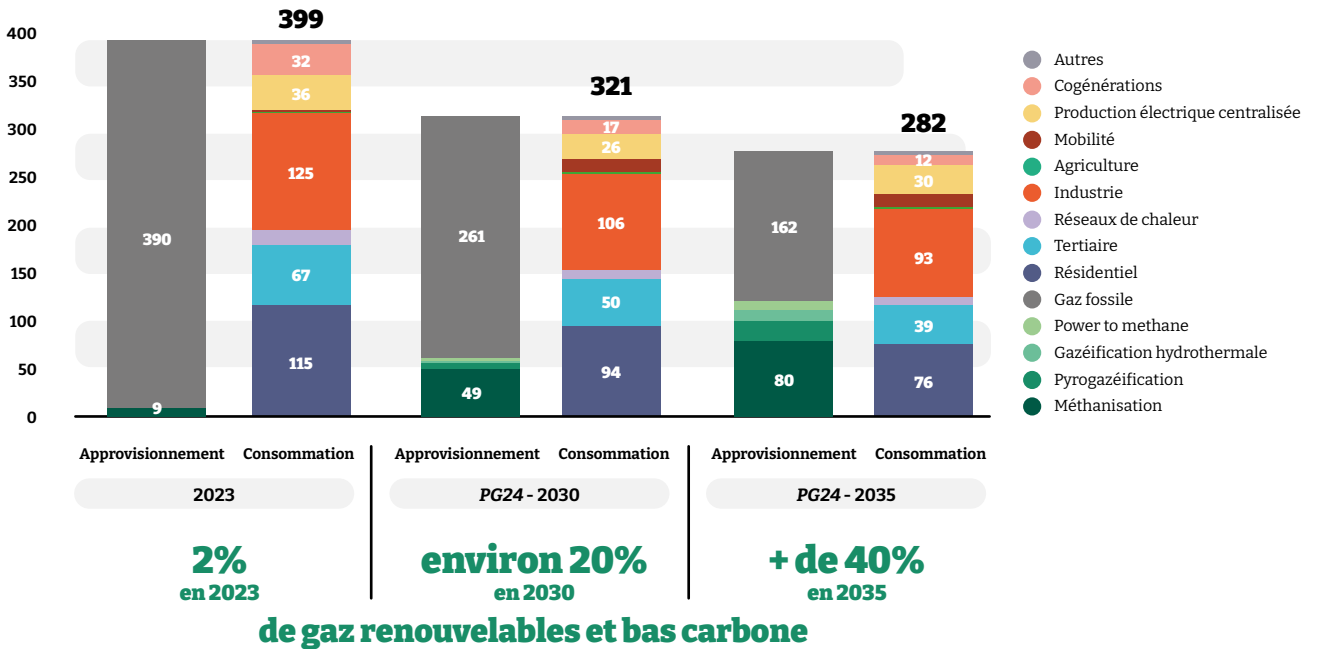
Comparaison des scénarios de consommation de méthane

TWh PCS



Scénario Perspectives Gaz 2024: approvisionnement et consommation en 2030 et 2035

TWh PCS



Au regard des enjeux de sécurité d'approvisionnement, le dimensionnement d'un réseau de gaz doit s'appuyer sur la trajectoire de consommation maximale anticipée. Par conséquent, une attention particulière doit être accordée aux variantes haussières pour la résilience du système énergétique. En particulier, les infrastructures gazières pourraient maintenir des niveaux plus importants de consommation de gaz pour

assurer la sécurité d'approvisionnement en cas d'aléas de la transition énergétique, comme exploré dans la variante dédiée. L'étude de la Commission de Régulation de l'Énergie sur l'avenir des infrastructures gazières publiée en avril 2023 a d'ailleurs étudié un spectre de scénarios assez large reflétant cette incertitude.

Le scénario *Perspectives Gaz 2024* atteint les objectifs climatiques nationaux et intègre l'impact du réchauffement climatique sur les consommations.

Les objectifs climatiques nationaux cadrent la construction des *Perspectives Gaz 2024*, qui sont ainsi alignées avec l'objectif *Fit-for-55* de la commission européenne pour 2030. La vision 2050 des opérateurs de réseau de gaz reste inchangée : un objectif de

100% de production de gaz renouvelables et bas-carbone couplé à la neutralité carbone. L'horizon temporel de cette publication se limite cependant à 2035, répondant à l'enjeu de décrire les chemins de décarbonation possibles.

Cette section a été rédigée par le bureau d'étude Enerdata



Les *Perspectives Gaz 2024* : un scénario qui permet d'atteindre les objectifs français de décarbonation

Dans le cadre de la publication de l'édition 2024 des *Perspectives Gaz*, une analyse des impacts de ce scénario sur l'atteinte des objectifs français de décarbonation a été effectuée par Enerdata. Cette analyse révèle que le scénario *Perspectives Gaz 2024* permet d'atteindre les objectifs à 2030 de baisse d'émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) fixés en application du paquet européen « *Fit-for-55* », ce qui signifie pour la France l'atteinte en 2030 d'une baisse de 50% des émissions brutes de GES par rapport à 1990.

Comment l'analyse a-t-elle été réalisée ?

Le scénario *Perspectives Gaz 2024* se concentre sur les évolutions de l'approvisionnement et de la consommation de gaz. Pour vérifier sa compatibilité avec les objectifs de décarbonation français, des hypothèses supplémentaires sont nécessaires pour tenir compte de ce que le scénario implique pour le reste du système énergétique. Enerdata utilise pour cela le scénario *EnerBlue*, construit avec le modèle POLES-Enerdata¹. Ce scénario est aligné avec les objectifs énergétiques français pour 2030 et 2050, dont les traductions françaises du paquet européen « *Fit-for-55* » et de la directive européenne d'efficacité énergétique (EED) pour 2030. *EnerBlue* présente une vision proche des travaux en cours pour préparer la Stratégie Nationale Bas Carbone 3 (SNBC3), tout en étant similaire au dernier scénario de RTE pour les aspects électriques (A-ref du *Bilan Prévisionnel 2035*). Les estimations de développement de la Capture du Carbone et Stockage (CCS) sont de 3,6 MtCO₂ développé dans l'industrie en 2030 dont 1,3 Mt sur des usages du gaz (7 MtCO₂ en 2035 dont 2,6 Mt sur les usages du gaz), comparé à la stratégie CCUS française estimant un potentiel de 4 à 8,5 MtCO₂ à l'horizon 2030.

*NB : les *Perspectives Gaz 2024* n'ont pas pu être directement comparées à la SNBC3 car celle-ci n'a pas été publiée avant mai 2024.*

Ce scénario *EnerBlue* est ensuite ajusté sur les hypothèses spécifiques au gaz des *Perspectives Gaz 2024* pour constituer un scénario multi-énergie « *Enerdata PG 2024* », ce qui a des répercussions sur l'ensemble du système énergétique par des effets de substitutions entre vecteurs énergétiques. Les conséquences sur l'atteinte des objectifs climatiques (notamment pour 2030) ont été étudiées.

Quels résultats ressortent de l'analyse ?

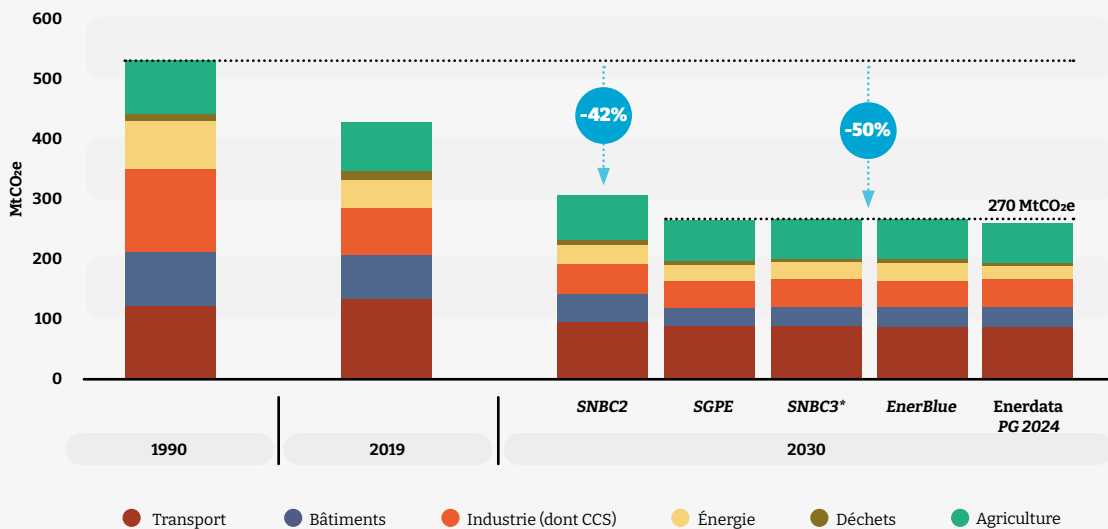
L'analyse des émissions de GES montre que ce scénario « *Enerdata PG 2024* » est compatible avec les objectifs du paquet *Fit-for-55* pour 2030, grâce au développement plus rapide du biométhane (60 TWh PCS en 2030, 120 TWh PCS en 2035), qui compense une baisse plus lente des consommations de gaz (+25 TWh PCS en 2030 par rapport à *EnerBlue*, +96 TWh PCS en 2035). En parallèle, l'électrification est plus lente, de 1,5 points de pourcentage en 2030, et de 3 points en 2035. Le secteur tertiaire entraîne notamment des émissions plus importantes que *EnerBlue* (+2 MtCO_{2e} en 2030), mais la production d'énergie est moins émettrice (-6 MtCO_{2e}) grâce à une moindre contribution du gaz à la production de chaleur ou d'électricité, et à un gaz de réseau moins carboné.

Au total, les émissions totales sont amoindries en 2030 par rapport au scénario *EnerBlue* (-5 MtCO_{2e}) et augmentées en 2035 (+1 MtCO_{2e}).

À plus long-terme, on observe que la neutralité carbone en 2050 n'est pas impactée.

En somme, le scénario « *Enerdata PG 2024* » est compatible avec les objectifs climatiques français de 2030.

Émissions (hors UTACTF)



* Le run 2 est utilisé comme approximation de la future SNBC3.

À noter que les émissions de l'agriculture d'*EnerBlue* sont reprises des valeurs probables de la SNBC3 pour garder le même périmètre.

¹ Prospective Outlook on Long-term Energy Systems, plus de détails en annexe

Par ailleurs, pour répondre à la nécessité de prendre en compte les effets du changement climatique dans les travaux de modélisation, la méthodologie d'évaluation des besoins de chauffage a été améliorée dans cette édition des *Perspectives Gaz*. Elle tient maintenant compte des hausses de température dues au changement climatique, telles que le GIEC les anticipe dans ses scénarios RCP¹¹, et leur impact sur le besoin de chauffage des bâtiments.

Même si les pics de froid persistent et nécessitent de maintenir des capacités de chauffage résilientes, ils surviennent plus rarement. Ainsi, quelle que soit l'énergie utilisée, le changement

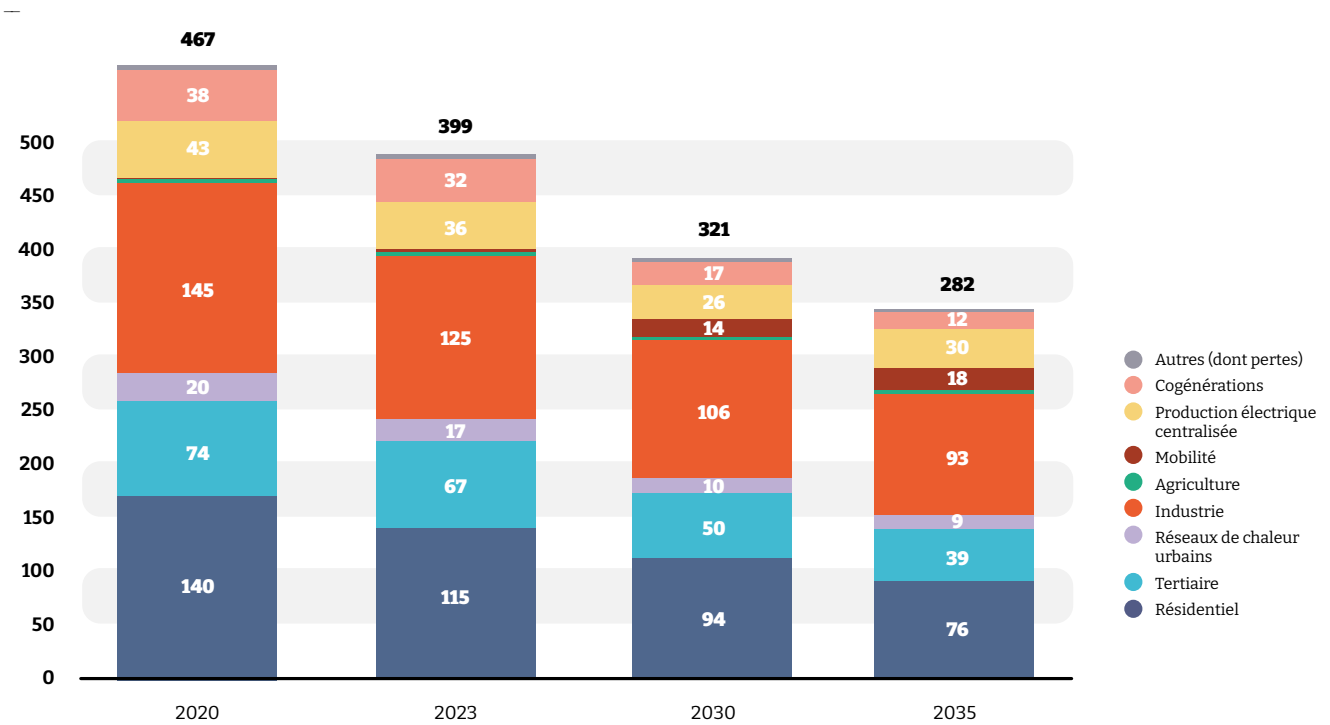
climatique accélère la baisse du besoin de chauffage en diminuant la fréquence des journées froides.

Les effets de la hausse des températures moyennes sont ainsi pris en considération dans le scénario *Perspectives Gaz 2024* ainsi que dans ses variantes. Les travaux ayant abouti à cet ajout dans la modélisation sont détaillés en annexes.

La méthodologie générale demeure une agrégation des modélisations sectorielles de consommation de gaz, précisées en annexe, et dont la vision globale est présentée ci-après.

Consommation totale de méthane

TWh PCS



La trajectoire de consommation finale totale de gaz du scénario *Perspectives Gaz 2024* poursuit les tendances de réduction de consommation récente, soit -3,6% par an en moyenne de 2018 à 2023, pour aboutir à -2,9% par an en moyenne sur la période 2023-2035. La consommation totale atteindrait 282 TWh en 2035.

Le scénario présenté est basé sur la complémentarité des énergies et des solutions. La consommation de gaz fossile diminue progressivement, tandis que l'injection de gaz renouvelables et bas-carbone sur le réseau augmente pour représenter environ 20% du gaz consommé en 2030 et jusqu'à 45% en 2035.

¹¹ Representative Concentration Pathway



Bâtiments : **En 10 ans, la consommation de gaz des ménages a baissé de 30% sans que cela ne s'accompagne d'une baisse significative du nombre de bâtiments raccordés au réseau, et cette tendance devrait se poursuivre.**

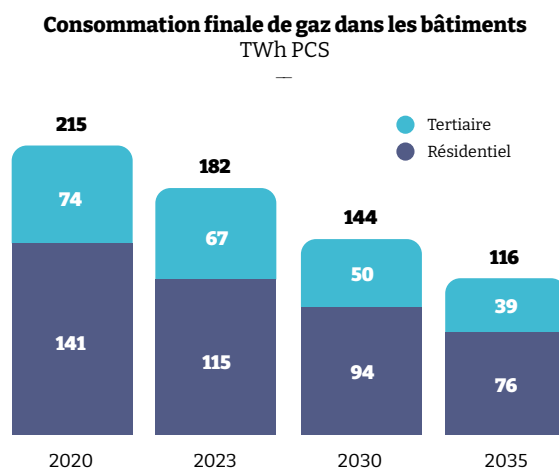
Dans le secteur des bâtiments, le scénario des *Perspectives Gaz 2024* mène à une réduction de la consommation de gaz de 36% à l'horizon 2035 par rapport à 2023, pour atteindre 116 TWh.

Cependant, en parallèle de cette diminution de consommation de gaz annuelle moyenne de 3,4% par an dans le secteur résidentiel et de 4,3% dans le secteur tertiaire sur la période 2023-2035, le nombre de raccordements reste peu impacté. Le scénario des *Perspectives Gaz 2024* aboutit à une diminution moyenne de 0,3% par an du nombre de ménages chauffés au gaz et de 1% par an des surfaces chauffées au gaz dans le tertiaire.

Notons que la limitation des transferts vers d'autres énergies de chauffage, telle qu'étudiée dans le scénario présenté, permet de limiter les besoins d'investissements visant à

renforcer les autres infrastructures. Les coûts de différents scénarios contrastés sont chiffrés dans l'étude *Comparaison économique de différents scénarios d'électrification du chauffage dans le bâtiment à horizon 2050*, réalisée en collaboration avec Artelys.

En raison du contexte énergétique des dernières années, les opérateurs gaziers observent une réduction de la consommation effective en comparaison aux niveaux anticipés, notamment dans le secteur résidentiel. Ces observations, perçues essentiellement comme de la sobriété énergétique (voir l'encadré dédié à la sobriété ci-après), ont un impact sur toute la période étudiée dans le cadre de ce rapport, amoindrissant le gisement de sobriété pour les ménages.



La Sobriété énergétique : un levier incontournable dans la réussite de la transition écologique

En 2022, dans un contexte marqué par une forte inflation des prix de l'énergie, et par des incertitudes sur la sécurité d'approvisionnement énergétique du fait de la guerre en Ukraine et du manque de disponibilité du parc nucléaire français, le Gouvernement français a lancé un plan de sobriété énergétique afin de réduire de manière accélérée les consommations d'énergie pour passer l'hiver dans les meilleures conditions.

Sur cette période, les ménages et les entreprises ont drastiquement réduit leurs consommations. Fort de ce constat, le Gouvernement a relancé, en octobre 2023 un acte 2 du plan de sobriété énergétique. Cela s'est traduit par une nouvelle baisse de la consommation finale en électricité et gaz, corrigée des effets climatiques. Ces baisses sont notamment plus marquées dans le secteur des bâtiments (résidentiel et tertiaire).

Ainsi, le Gouvernement inscrit, au travers de la Stratégie Nationale Bas Carbone, la baisse de la consommation énergétique comme un levier incontournable pour la réussite de la transition énergétique, avec des objectifs de réduction de la consommation d'énergie de 10% d'ici fin 2024, de 30% en 2030 et d'environ 50% à horizon 2050 par rapport à 2019. Ces objectifs concernent tous les secteurs et toutes les énergies. La sobriété devient donc un levier incontournable à la réussite de la transition écologique.

L'ADEME définit la notion de sobriété ainsi : dans un contexte où les ressources naturelles sont limitées, la sobriété consiste à nous questionner sur nos besoins et à les satisfaire en limitant leurs impacts sur l'environnement. Elle doit nous conduire à faire évoluer nos modes de production et de consommation, et plus globalement nos modes de vie, à l'échelle individuelle et collective¹.

Bien qu'il soit complexe de distinguer la sobriété choisie (changement spontané et durable des habitudes de consommation) de la sobriété subie (sous l'effet des prix élevés²), l'installation dans la durée des efforts de sobriété nécessite des mesures spécifiques afin d'accompagner les consommateurs, quel que soit le secteur, dans la maîtrise de leur demande en énergie.

« Changer les comportements n'est pas si difficile que cela ! » Ester Duflo

Esther Duflo, prix Nobel de l'économie en 2019, le soulignait lors de son cycle de conférences sur la précarité au Collège de France³ en évoquant l'initiative de plusieurs

fournisseurs d'énergie aux Etats-Unis consistant à envoyer à leurs clients des rapports comparant leurs consommations à leurs voisins. Cette expérience a montré que disposer de ces éléments de comparaison a permis aux clients ayant un niveau de consommation supérieure de baisser leurs consommations⁴. Esther Duflo souligne également que « *les effets de recevoir ces rapports sont comparables aux effets de l'isolation de la maison et de plus, ils sont durables au cours du temps* ».

En France, grâce au déploiement des compteurs gaz communicants, les consommateurs disposent désormais de données de consommations plus fiables et à une fréquence plus régulière⁵. Ils peuvent ainsi suivre et maîtriser leur demande en gaz via leur espace client.

De plus, GRDF, au travers de son espace client (MEG⁶), permet aux ménages de comparer leur consommation avec des foyers similaires et met à disposition les données détaillées de leur compteur. L'accès à ces informations de suivi et de comparaison de la consommation permet aux clients de réduire leur consommation plus efficacement, en les guidant dans leurs actions de sobriété. En effet, l'analyse des consommations des ménages desservis par GRDF et ayant un compte client actif montre qu'ils ont plus baissé leur consommation, -8,6%, que ceux qui ne consultent pas ou n'ont pas de compte client, -6,7%.

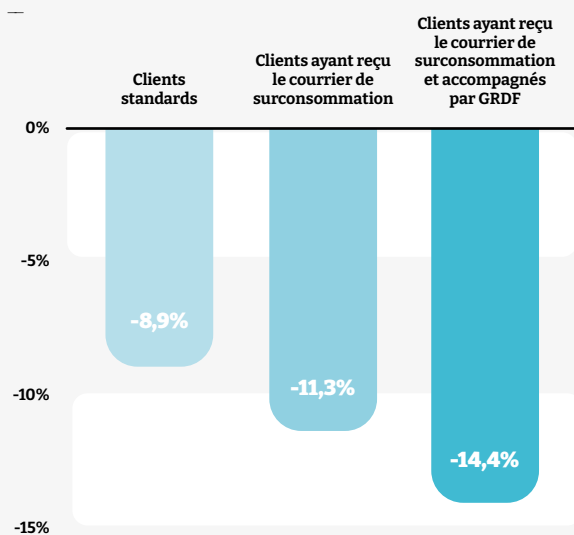
En matière de sobriété, des mesures d'accompagnement ciblées portent aussi leurs fruits

De plus, en 2021, GRDF a adressé un courrier à un échantillon de clients⁷, propriétaires de maison individuelle et ayant un usage chauffage, les informant que leur consommation était supérieure d'environ 30% à la moyenne de leurs profils. GRDF les a invités à contacter le service client s'ils souhaitaient bénéficier d'un accompagnement. L'analyse des consommations réalisée après l'hiver 2021-2022 a montré que les clients ayant reçu cette communication ont davantage baissé leur

consommation que les clients standards et que la baisse est encore plus importante pour ceux qui ont demandé à être accompagnés par GRDF.

L'analyse réalisée après deux hivers (2021-2022 et 2022-2023) montre qu'on observe les mêmes tendances un an après. Par conséquent, ces actions de sobriété ont été durables et pérennes dans le temps car, même si une part de ces actions de sobriété de l'hiver 2022 était liée à la forte hausse des prix des énergies, la baisse de la consommation s'est poursuivie alors que les prix du gaz sont revenus à leur niveau d'avant crise.

Évolution des consommations de 2021-2022 à 2022-2023



2021-2022 : octobre 2021 à août 2022
2022-2023 : octobre 2022 à août 2023

Reste-t-il des gisements de sobriété ?

Même s'il reste encore des marges de manœuvres (notamment sur les écogestes) et des pistes d'actions pour pérenniser ces efforts de sobriété⁸, le secteur du résidentiel a déjà fourni un effort considérable et a réduit significativement sa consommation. L'atteinte des objectifs ambitieux de décarbonation du secteur des bâtiments passera également par des efforts importants du côté du secteur tertiaire au travers l'accélération de la rénovation des bâtiments tertiaires, l'amélioration de leur performance énergétique mais aussi au travers des actions de sobriété et de réduction des consommations, notamment en lien avec le décret tertiaire.

En matière de sobriété, les bâtiments publics, majoritairement des établissements d'enseignement, ont un devoir d'exemplarité où l'abaissement de la température de consigne n'est pas l'unique levier. Il reste encore des gisements d'économies d'énergie à exploiter

du fait des consommations des établissements pendant les périodes creuses (mercredis, week-end et vacances scolaires).

En effet, les bâtiments scolaires du primaire et du secondaire, publics et privés présentent un fort potentiel de sobriété car leurs consommations en périodes creuses restent particulièrement élevées. Le potentiel d'économie d'énergie pour ce secteur est estimé entre 20% et 40%⁹. Une expérimentation menée par GRDF en 2023 auprès de la Métropole de Nantes a conduit à une réduction de 18% de la consommation grâce à une meilleure gestion de l'énergie lors des périodes d'inoccupation (vacances scolaires, week-end et mercredi). L'expérimentation a mis en évidence un potentiel d'économie réalisable qui va au-delà de cette réduction de 18% : le parc d'enseignement pourrait encore baisser sa consommation de près de 25%, soit une économie totale de 40% de la consommation initiale¹⁰.

Compte tenu de ces éléments, et des enjeux de décarbonation, la sobriété est un levier incontournable, en complément des actions d'efficacité énergétique, pour atteindre les objectifs climatiques. Fort des expérimentations menées, GRDF poursuit l'accompagnement de ses clients dans la décarbonation, et a élargi ses actions ciblées auprès des ménages (ciblage des clients habitant en appartement) et du secteur tertiaire (généralisation de l'expérimentation avec Nantes Métropole à toute la France ainsi que les bureaux).

En conséquence, et malgré une progression plus forte et plus rapide de la sobriété que ne l'anticipait l'édition précédente des *Perspectives Gaz*, il nous est apparu essentiel que le scénario *Perspectives Gaz 2024* intègre à nouveau une variante qui renforce encore la sobriété dans les bâtiments dans les années à venir.

¹ Transition(s) 2050 – Feuilleton Sobriété : Quelle place dans la réduction des consommations d'énergie et d'émissions de GES en 2030 et 2050 ? – Mars 2024

² En France, les études récentes estiment une élasticité prix de la demande en énergie pour le logement autour de -0,2/-0,35 à court terme (c'est-à-dire qu'une hausse de prix de 10% conduit à 2 à 3,5% de baisse de consommation) – Direction Générale du Trésor - *Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone* – Décembre 2023

³ Conférence « Environnement, climat et énergie » s'inscrivant dans le cycle « Lutter contre la pauvreté : de la science aux politiques publiques » au Collège de France, <https://www.college-de-france.fr/fr/agenda/cours/lutter-contre-la-pauvrete-de-la-science-aux-politiques-publiques>

⁴ Campagnes d'information et de comparaisons sociales pour réduire la consommation d'énergie et d'eau – Poverty Action Lab – Avril 2018

⁵ Relève mensuelle contre semestrielle voire annuelle avant

⁶ MEG : Mon Espace GRDF - <https://monespace.grdf.fr/>

⁷ Un échantillon de 500 000 clients a été adressé

⁸ Accélérer et pérenniser la sobriété énergétique des bâtiments résidentiels – Plan Bâtiment Durable – Mars 2024

⁹ Estimation GRDF

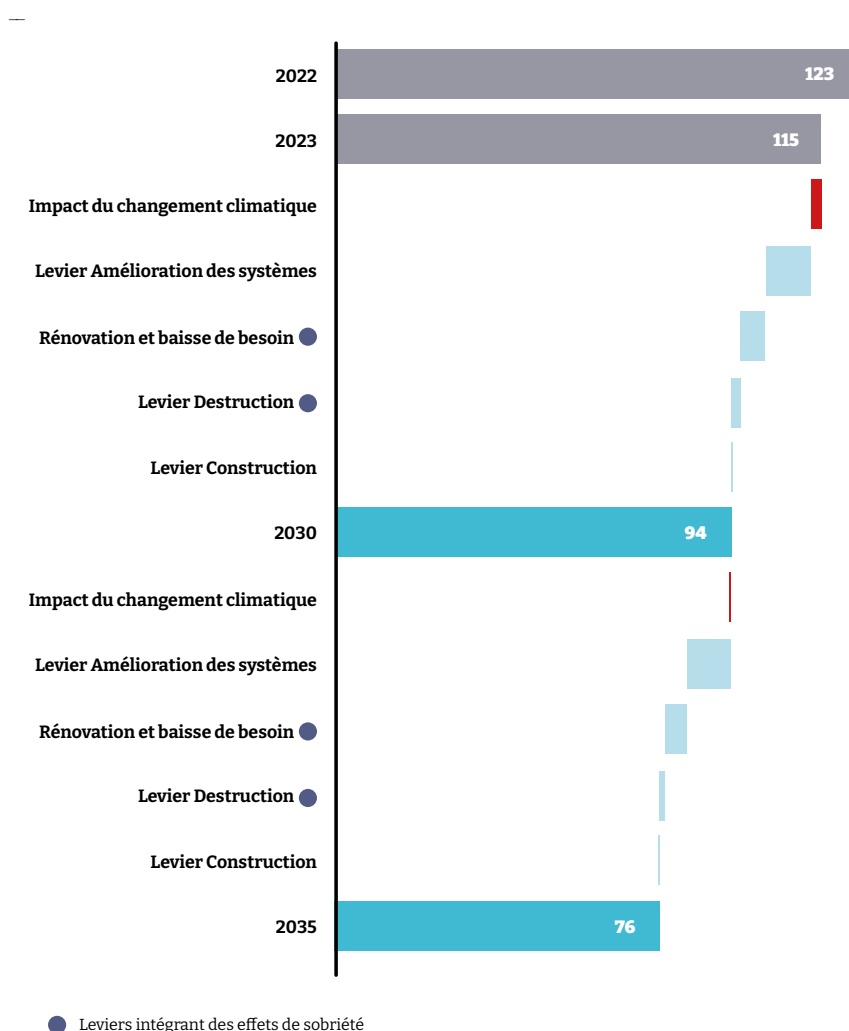
¹⁰ Accompagnement et analyse réalisés sur la période de chauffe 2022-2023 auprès des 475 sites d'enseignement de Nantes Métropole

Une attention particulière a été portée lors de la conception de ces trajectoires à la décomposition par poste de réduction des consommations de gaz, comme présenté pour le résidentiel dont résulte la majeure partie de la baisse des consommations attendue.

Le réchauffement climatique va réduire significativement les besoins de chauffage, quelle que soit l'énergie utilisée, même si des capacités de chauffage résilientes resteront nécessaires pour répondre aux pics de froid.

À la différence des leviers étudiés qui reflètent des choix individuels ou sociétaux de court terme, la prise en compte du changement climatique et son impact sur le besoin de chauffage des ménages français permet de traduire les conséquences d'une hausse de 1,7°C à 3,2°C en 2100 au niveau mondial, par rapport à la période préindustrielle (scénario *Representative Concentration Pathways 4.5*, GIEC). En 10 ans, de 2020 à 2030, le besoin de chauffage des logements français baisserait de l'ordre de 10% en l'absence de changement des comportements, de l'amélioration des équipements ou de l'isolation. Du fait de l'inertie du système climatique, cette baisse du besoin de chauffage à l'horizon 2030 se produira quel que soit le scénario du GIEC retenu (RCP 2.5, RCP 4.5 ou RCP 8.5)⁹. Sur la période étudiée dans les *Perspectives Gaz 2024*, l'impact du réchauffement climatique sur les consommations résidentielles de gaz est estimé à 7%. Cette estimation tient compte du fait que d'autres facteurs feront baisser les consommations de gaz pour le chauffage à l'horizon 2030 et 2035, notamment le fait que des logements changeront d'énergie de chauffage. Des énergies de chauffage dont les parts de marché progresseraient à cet horizon de temps seraient davantage impactées par la baisse de besoin de chauffage.

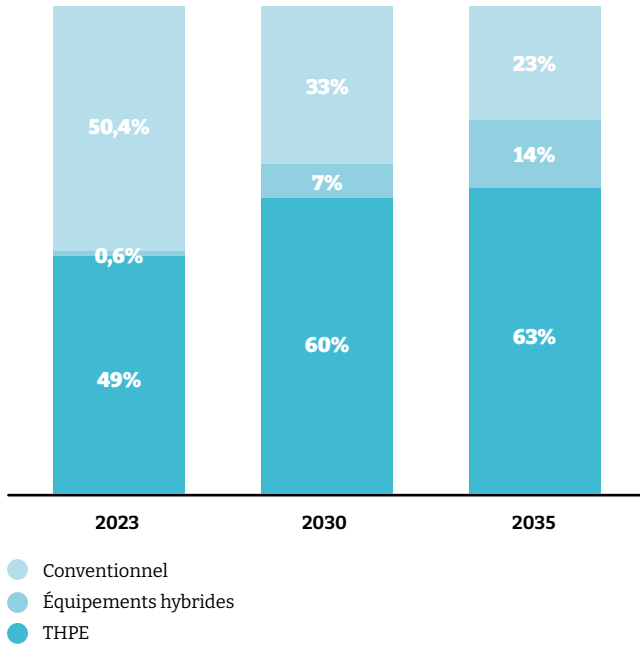
Décomposition de la réduction de consommation de gaz dans le résidentiel
TWh PCS



Le levier *Amélioration des systèmes* traduit des gains d'efficacité énergétique suite à l'installation de systèmes plus performants dans les logements existants, ou bien au transfert vers une autre énergie. Comme présenté dans le graphique suivant, il s'agit essentiellement d'installation de chaudières au gaz à très haute performance énergétique (THPE) ou de pompes à chaleur hybrides gaz-électricité (PAC hybrides), en remplacement de chaudières conventionnelles moins performantes pour le chauffage des logements. Plus marginalement, il s'agit du remplacement de chaudières à gaz par des chaudières à biomasse ou des pompes à chaleur électriques. Le poids de ce levier tend à augmenter au cours de la période étudiée, reflétant une hausse dans l'installation des équipements de chauffage au gaz les plus efficaces. En 2035, la part des systèmes de chauffage pour les ménages atteint 63% pour les chaudières THPE et 14% pour les équipements hybrides. Une révision à la hausse de la trajectoire de développement d'équipements hybrides fonctionnant au gaz a fait l'objet d'une variante dédiée.

⁹ La baisse du besoin de chauffage serait ensuite accentuée à l'horizon 2050 dans les scénarios qui limitent le moins les émissions (RCP 4.5 et 8.5).

Part des différents équipements de chauffage parmi les ménages chauffés au gaz

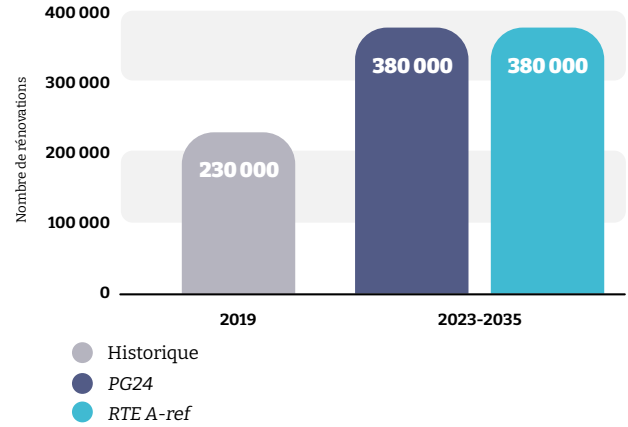


L'impact des rénovations de logements correspond à -6 TWh de la baisse de consommation à l'horizon 2030. En fin de période, l'impact des rénovations sur la réduction du besoin de gaz diminue légèrement, représentant -5 TWh sur les cinq dernières années de simulation. Ceci s'explique principalement par l'épuisement du nombre de passoires thermiques qui ont été rénovées en priorité et n'existent donc quasiment plus après 2030, bien qu'elles représentent les gains énergétiques les plus importants par rénovation.

Les hypothèses de rénovation correspondent à la même trajectoire que le scénario de référence (A-ref) de RTE publiée dans son *Bilan Prévisionnel 2023* : 380 000 rénovations performantes par an en moyenne de 2023 à 2035 (équivalent -75 kWhth/m²/an).

Cette trajectoire est proche des projections de la SNBC 2 (370 000 rénovations complètes équivalentes par an de 2015 à 2030, et jusqu'à 700 000 après 2030), mais demeure plus prudente que l'ambition réhaussée qu'a publié le SGPE à 445 000 rénovations d'ampleur aidées annuellement par l'ANAH en moyenne sur la période 2023-2030. Le PNIEC affiche une ambition encore supérieure, jusqu'à 600 000 rénovations dites performantes (le cas échéant par étape) par an en moyenne d'ici 2030. Malgré les mécanismes de soutien mis en place actuellement via "MaPrimeRénov", il n'a été comptabilisé en 2022 que 66 000 rénovations globales engagées avec ces dispositifs.

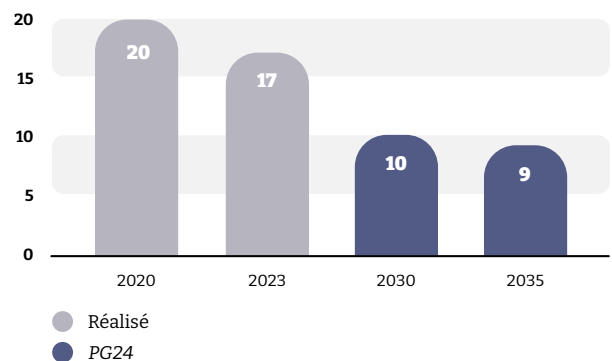
Nombre annuel moyen de rénovations (équivalent rénovations performantes)



Le levier "Rénovation et baisse de besoin" intègre également l'effet de certaines actions de sobriété (par exemple : évolution des comportements pour réduire les surfaces chauffées ou pour limiter la consommation d'eau chaude). Le solde des leviers "Destruction" et "Construction" intègre aussi un effet de sobriété structurant, puisqu'il correspond à l'évolution du nombre de bâtiments consommant de l'énergie. Ces leviers traduisent, entre autres, l'évolution à l'échelle de la société des tendances de décohabitation ou de recohobitation (nombre de personnes par ménage ; la sensibilité de ce paramètre fait l'objet d'une variante ci-après).

Par ailleurs, le scénario prévoit une diminution de la consommation de gaz pour les réseaux de chaleur. Celle-ci est estimée à -8 TWh à l'horizon 2035 (-5% par an en moyenne), malgré une augmentation du nombre de réseaux de chaleur, en raison notamment des incitations à augmenter la part des énergies renouvelables et de récupération dans leur mix d'approvisionnement.

Consommation de gaz pour les réseaux de chaleur TWh PCS

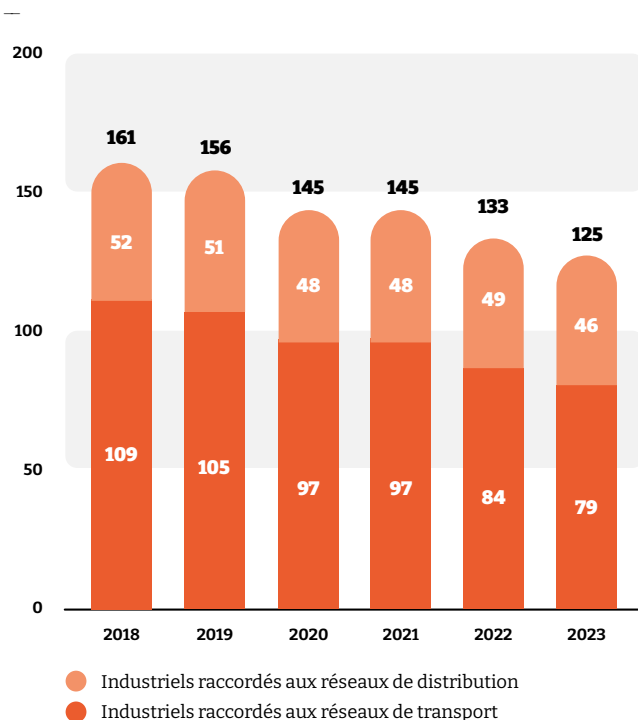


Industrie :

Le secteur a subi récemment d'importantes baisses de consommation essentiellement conjoncturelles, mais l'impact de la reprise d'activité sera contrebalancé par d'autres baisses liées aux efforts de décarbonation des industriels, gains d'efficacité ou bascule vers d'autres vecteurs énergétiques lorsque le recours aux gaz renouvelables n'est pas possible.

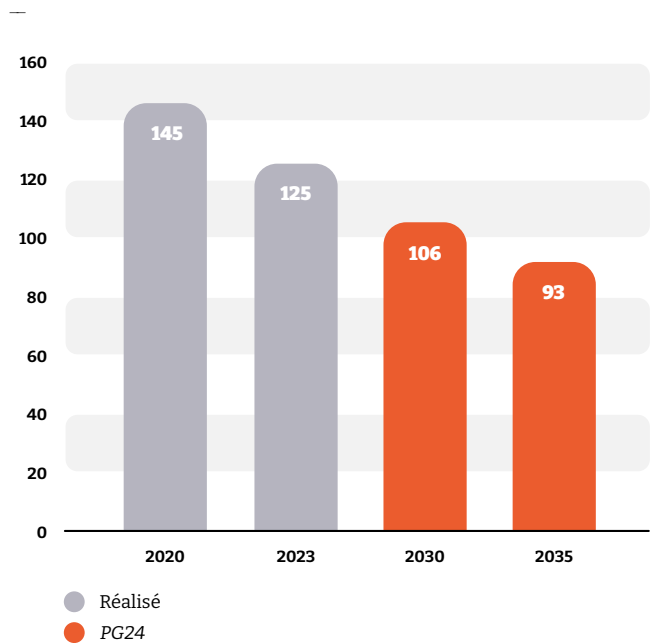
Comme dans le reste de l'Europe, l'industrie française a été fortement impactée par la crise énergétique. Conséquence des hausses de prix apparues à la mi-2022, les consommations de gaz des industriels ont fortement baissé (-14% en 2023 par rapport à 2021) et tout porte à croire que leur niveau pré-crise ne sera pas retrouvé à courte échéance. En effet, le retour progressif au niveau initial de production risque d'être compensé par des améliorations d'efficacité énergétique et par le transfert vers d'autres vecteurs énergétiques dans l'optique de se conformer aux objectifs de décarbonation.

Consommation des industriels (hors usages cogérations) TWh PCS



Les projections de consommation de gaz dans l'industrie à 2030 et 2035 ont donc été revues à la lumière de ces évolutions récentes pour prendre en compte ces effets sur le moyen terme.

Consommation de gaz dans l'industrie¹³ TWh PCS



¹³ Le périmètre de ces consommations contient les consommations des raffineries mais ne contient pas les consommations des cogérations pour usage industriel.

Le graphique ci-contre présente une estimation de l'impact des différents leviers sur l'évolution de la consommation de gaz dans l'industrie entre 2020 et 2035.

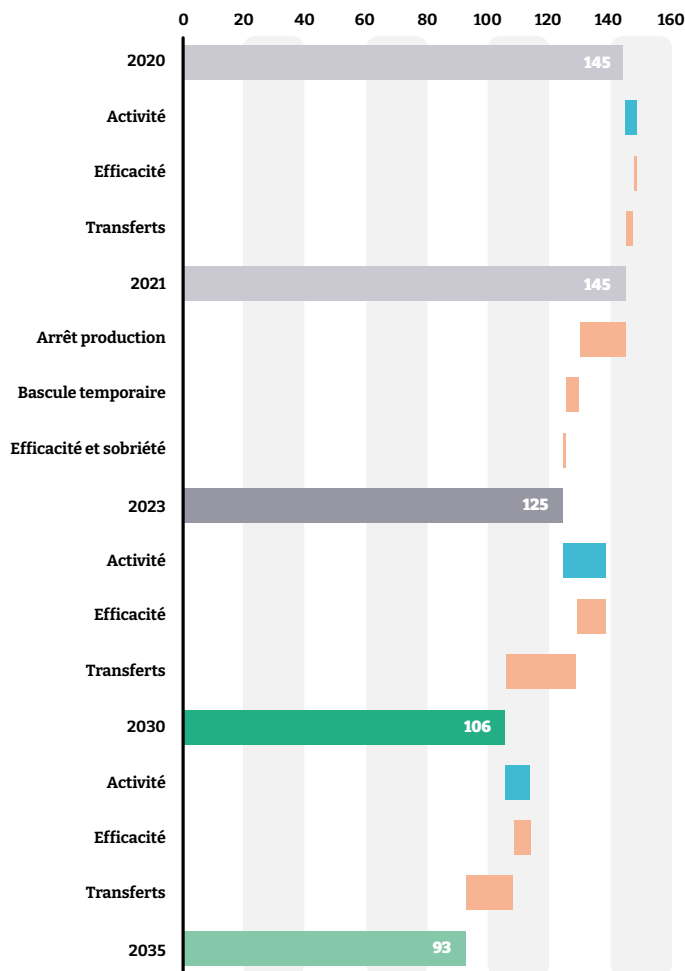
Entre 2020 et 2021, les consommations de gaz restent stables, sous l'influence croisée d'une reprise modérée de l'activité économique consécutivement au ralentissement causé par la crise du COVID, et de quelques transferts vers d'autres vecteurs énergétiques.

Les impacts de la crise énergétique de 2022 ont commencé pour leur part à produire des effets conséquents sur les consommations d'énergie à partir de l'été 2022. Au travers d'entretiens avec différents industriels consommateurs de gaz à l'été 2023, GRTgaz a effectué une première analyse des effets de cette crise. Les résultats ont montré que les trois quarts de la baisse de consommation survenue au second semestre 2022, était conjoncturelle : devant l'envolée des prix, un certain nombre d'industriels, notamment dans les industries grandes consommatrices d'énergie ont procédé à des arrêts de production. La seconde cause de baisse, de moindre ampleur, est la conséquence de bascules entre combustibles qui étaient directement possibles dans les procédés de certains industriels. C'est le cas notamment dans les raffineries où il est possible de basculer du gaz naturel vers un des co-produits du GPL. Enfin le levier de l'efficacité et/ou de la sobriété ne représente qu'une faible part des baisses observées sur cette période de crise, mais explique une part significative de la non reprise des consommations, les industriels profitant d'une période d'arrêt pour mettre en place des améliorations de procédés.

En ce qui concerne la période de projection à 2030 puis 2035, différents effets se combinent :

- Une hausse de l'activité qui vient surtout en compensation du ralentissement observé des deux dernières années,
- Une amélioration progressive de l'efficacité énergétique,
- Une accélération du transfert vers d'autres vecteurs énergétiques, pour les industriels visant à se décarboner autrement que par le passage vers des gaz renouvelables, traduisant notamment les effets des investissements dans l'électrification entrepris pour se conformer aux objectifs de décarbonation du secteur.

Estimation des effets des différents leviers sur les consommations de gaz dans l'industrie - TWh PCS - Scénario PG24

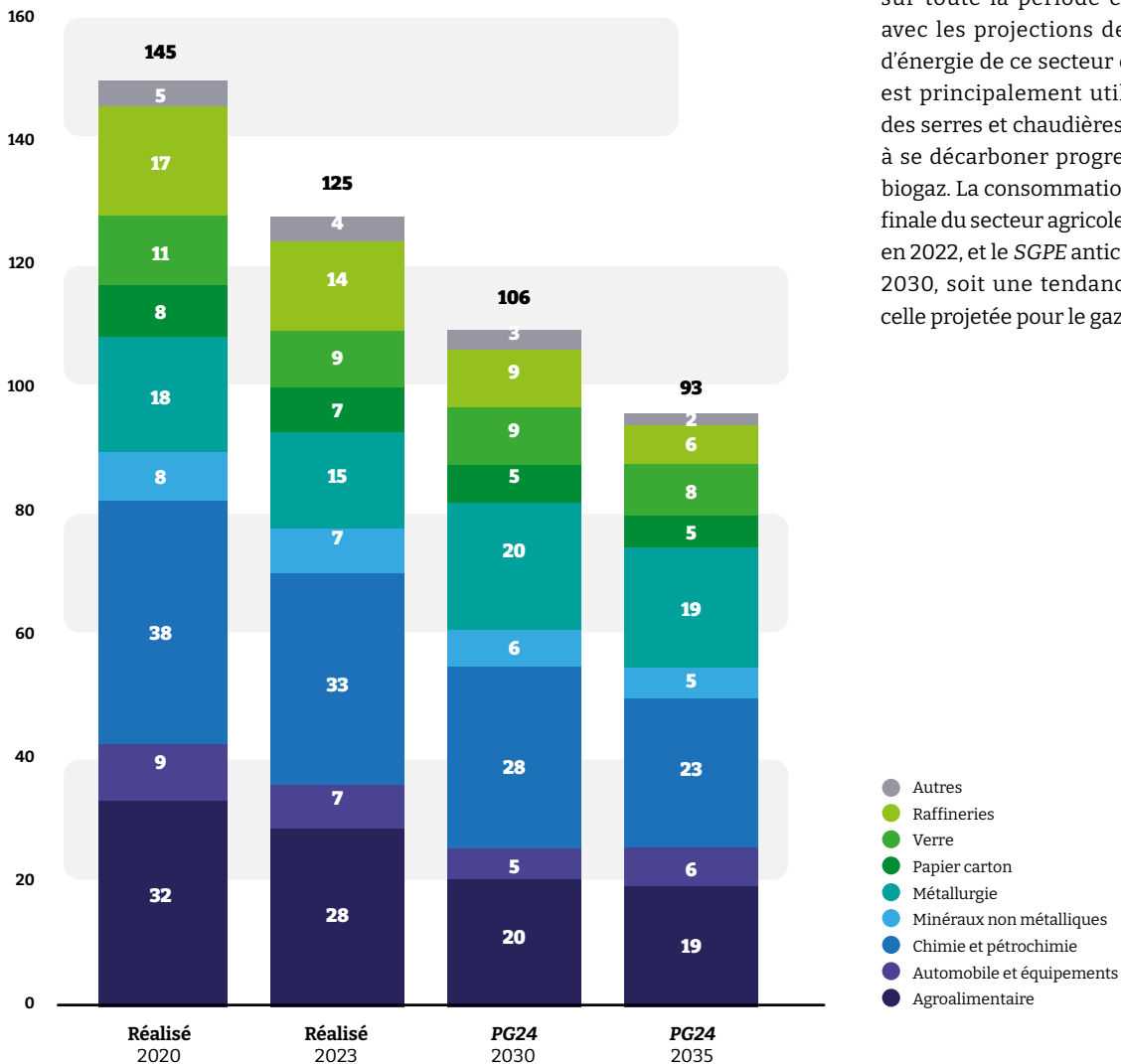


Dans certains secteurs industriels, la consommation de gaz dépend d'évolutions propres notamment :

- Une hausse de la part de marché du gaz dans la sidérurgie à 2030 pour les premiers projets de DRI (procédé de réduction directe du fer) au gaz naturel,
- La mise en œuvre de premiers investissements d'électrification dans le secteur de la chimie un peu avant 2030 compensée par un développement de l'activité,
- Des perspectives de décroissance fortes dans le raffinage, en lien à la fois avec la baisse de l'activité traditionnelle et la bascule d'une partie des consommations de gaz naturel pour la production d'hydrogène vers de l'hydrogène décarboné.

Consommation de gaz par branche industrielle en 2030 et 2035

TWh PCS - Scénario PG24



Dans le secteur agricole, la consommation de gaz reste stable dans le scénario *Perspectives Gaz 2024*, à environ 1,6 TWh sur toute la période étudiée, en ligne avec les projections de consommation d'énergie de ce secteur du *SGPE*¹⁴. Le gaz est principalement utilisé pour l'usage des serres et chaudières agricoles, et vise à se décarboner progressivement via le biogaz. La consommation totale d'énergie finale du secteur agricole était de 48,7 TWh en 2022, et le *SGPE* anticipe 47,7 TWh pour 2030, soit une tendance stable comme celle projetée pour le gaz.

¹⁴ Baromètre de la planification écologique, <https://e.infogram.com/95444dec-4126-496a-85ce-6a017217c0a4?src=embed>

Transports : Les consommations de GNV et bioGNV continuent de croître pour le transport routier. Les gaz renouvelables restent une solution efficace pour décarboner la mobilité.

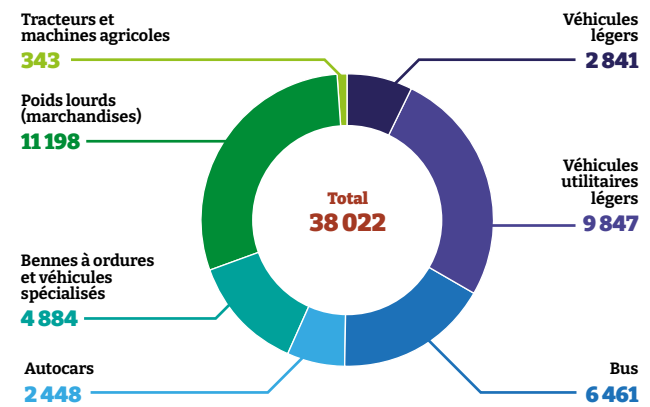
En 2023, les consommations de GNV et de bioGNV acheminées par le réseau de gaz ont progressé de 16% s'approchant de 3,5 TWh¹⁵, contre 2,9 TWh en 2022. Cette solution continue ainsi d'être plébiscitée pour décarboner le transport routier lourd, que ce soit par les entreprises de transport de marchandises ou par les collectivités pour les transports en commun des personnes. Elle constitue aujourd'hui la première alternative au diesel pour les immatriculations de nouveaux bus, cars¹⁶ et poids lourds.

Le scénario *Perspectives Gaz 2024* maintient une tendance croissante à court terme, avec un triplement des consommations d'ici 2030. En effet, si de nouvelles solutions électriques pourraient constituer à terme des options de décarbonation du transport routier de marchandises, le GNV et le bioGNV constituent d'ores et déjà des alternatives au diesel matures techniquement et économiquement, que ce soit pour les poids lourds ou pour les bus et cars. Cette perspective de croissance se justifie également par l'intérêt que suscite le GNV et le bioGNV comme solution de décarbonation d'autres filières de mobilité : mobilité maritime et fluviale d'une part, mobilité ferroviaire (enjeu de décarbonation des petites lignes non électrifiées) d'autre part. La trajectoire retenue intègre des besoins de GNV significatifs dès 2030 pour ces autres filières.

Néanmoins, les opérateurs de réseau de gaz considèrent que les perspectives de croissance des consommations de ce carburant doivent être revues à la baisse par rapport au scénario *Territoires des Perspectives Gaz 2022*. Celui-ci s'appuyait sur les conclusions des premières simulations réalisées par les pouvoirs publics dans le cadre du Groupe de Travail Transports de la Stratégie Française pour l'Énergie et le Climat (SFEC). Le GNV et le bioGNV y étaient considérés comme les premières alternatives au diesel jusqu'en 2035. Si la solution gaz demeure bien présente dans le mix, les perspectives françaises ont depuis évolué vers une forte accélération des solutions électriques¹⁷, notamment pour les poids lourds et les bus. La tendance est similaire au niveau européen après 2030, dans le cadre du règlement sur les émissions de CO₂ des véhicules lourds publié en juin 2024¹⁸.

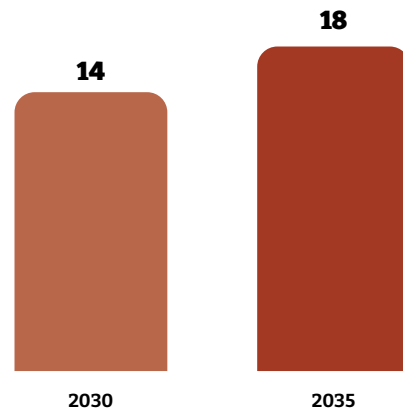
Le parc de véhicules bioGNV/GNV en France

Chiffres à fin février 2024



Consommation de gaz dans la mobilité dans le scénario PG24

TWh PCS



Concrètement, la trajectoire de consommation de GNV retenue pour les *Perspectives Gaz 2024* repose sur les hypothèses suivantes :

- 10% du parc de poids lourds équipé de motorisation GNV en 2035,
- 15% de part de marché pour les bus et cars GNV,
- 7 TWh de gaz consommés en 2035 pour les autres mobilités (maritime, ferroviaire et fluviale).

¹⁵ À ces volumes s'ajoutent un peu plus d'1 TWh de gaz pour la mobilité consommé sous forme de GNL non acheminé par le réseau de gaz.

¹⁶ UTP – Note technique février 2024 – *L'année 2023 marque-t-elle un ralentissement du développement des réseaux urbains ?*

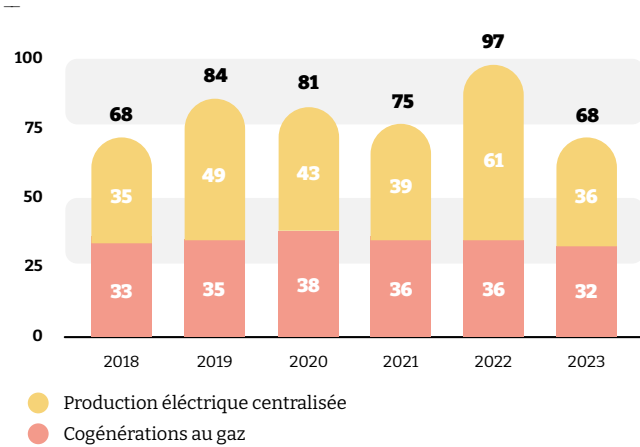
¹⁷ Une part de 50% de poids lourds électrique est envisagée en 2030 dans le « National Energy Climate Plan » de la France.

¹⁸ À noter néanmoins que le règlement prévoit un point d'étape en 2027, au cours duquel la Commission européenne évaluera la possibilité de mieux prendre en compte les biocarburants, dont le bioGNV, dans l'éventail des solutions de décarbonation du transport routier lourd.

Production d'électricité : L'équilibre du système électrique nécessitera encore durablement d'importantes quantités de gaz, qui reste à moyen terme la variable d'ajustement du système électrique.

La production électrique centralisée (PEC) à partir de méthane a représenté 36 TWh¹⁹ en 2023 et 32 TWh pour les unités de cogénération. Les volumes de gaz consommés par ces différents moyens de production (et plus particulièrement par les moyens centralisés) peuvent varier significativement d'une année à l'autre en raison de facteurs tels que, par exemple, la disponibilité des parcs nucléaire et hydraulique, des conditions météorologiques ou des conditions de marché. En effet, en 2022, la moindre disponibilité des parcs nucléaire et hydraulique avait engendré une forte consommation de gaz pour la production électrique atteignant 97 TWh (61 TWh PEC et 36 TWh cogénérations).

Consommation de gaz pour la production d'électricité
TWh PCS



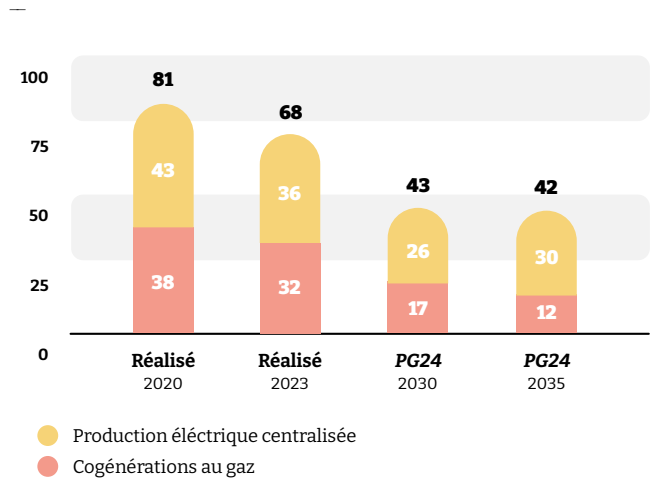
Sur le graphique ci-dessus, on peut constater la variabilité du recours à la production électrique centralisée au cours de ces dernières années. Les volumes de cogénération sont reconstitués en cohérence avec les bilans de RTE et sous l'hypothèse d'un rendement de 35% entre les TWh de gaz consommés et les TWh d'électricité produite.

En ce qui concerne les projections de cette demande de gaz pour la production d'électricité, les incertitudes sont nombreuses, reflétant l'atteinte ou non des objectifs de maintien de la production du nucléaire existant, du déploiement des nouveaux moyens de production d'électricité renouvelable en France et dans les pays adjacents et des ambitions d'électrifications des usages. RTE prévoit dans le scénario de référence (scénario

A-ref) de son *Bilan prévisionnel 2023* un recours à 57 TWh de gaz pour la production d'électricité en 2030 pour produire 26 TWh²⁰ d'électricité sur un besoin total d'électricité de 535 TWh. En 2035 dans ce même scénario le besoin de gaz pour la production d'électricité est estimé à 40 TWh pour produire 19 TWh²¹ d'électricité sur un besoin total de 615 TWh.

Le scénario de référence des *Perspectives Gaz* repose sur une moindre électrification des usages (notamment dans les secteurs du bâtiment et de l'industrie) que celui de RTE. À partir des hypothèses fournies par RTE et de celles correspondant aux *Perspectives Gaz 2024*, Enerdata a reconstitué un scénario du système énergétique complet en France dans lequel la demande d'électricité est estimée à 518 TWh en 2030 et à 567 TWh en 2035 (scénario *Enerdata PG 2024*). Le modèle POLES-Enerdata²² simule la part du gaz dans le mix électrique en fonction de considérations économiques (il n'y a pas de modélisation de l'équilibre offre/demande au pas horaire) et conduit à un volume de gaz pour la production d'électricité de 43 TWh PCS en 2030 et 42 TWh PCS en 2035. Les capacités de cogénération sont projetées à la baisse au fur et à mesure que les obligations d'achat arrivent à échéance et la part restante d'électricité nécessaire est considérée comme produite à partir de centrales thermiques.

Consommation de gaz pour la production d'électricité
TWh PCS



¹⁹ GRTgaz

²⁰ Voir Figure 7.20 du chapitre *Émissions de gaz à effet de serre* du Bilan Prévisionnel de RTE, Juillet 2024

²¹ Informations transmises par RTE

²² Voir annexe K pour plus de détails

A close-up photograph of a hand turning a white radiator knob. The knob has a circular, fan-like design. The background is a plain, light-colored wall.

Analyses de sensibilité

La combinaison de variantes dessine un faisceau de sensibilités pour la consommation de gaz.

Présentation générale des analyses de sensibilité et comparaison au scénario de référence

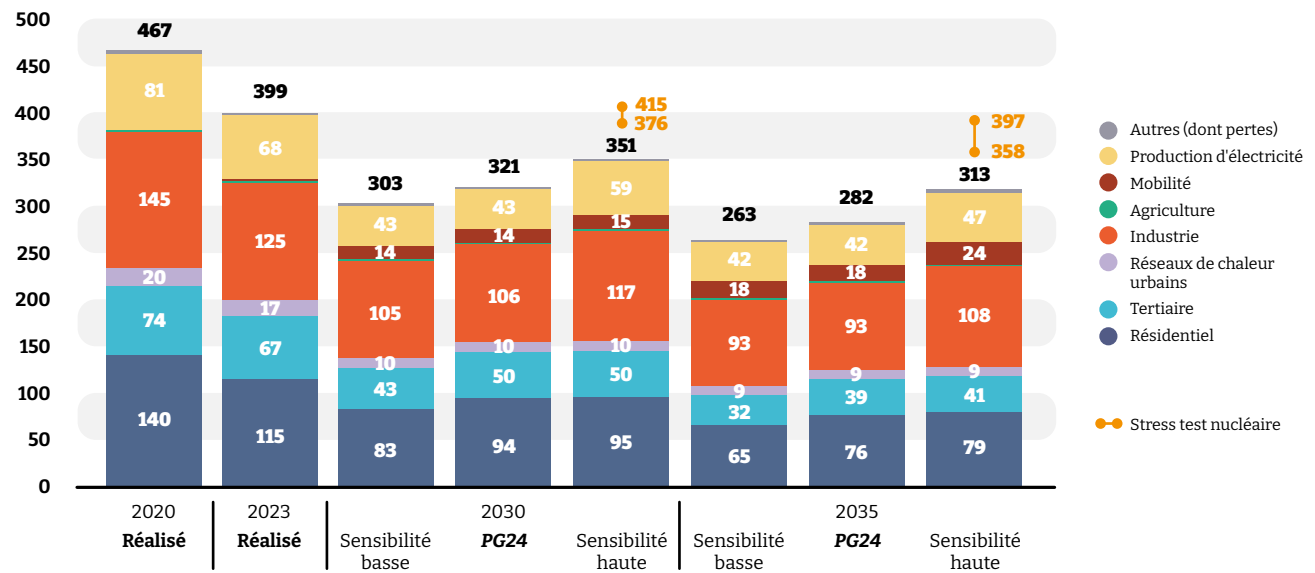
La création de plusieurs trajectoires permet de quantifier la sensibilité des paramètres qui composent la trajectoire principale. Il s'agit ici d'encadrer la consommation finale de gaz de 282 TWh en 2035 donnée par le scénario *Perspectives Gaz 2024*. Ce scénario est décliné en cinq variantes d'influence baissière ou haussière sur la consommation de gaz.

- La variante « **Sobriété renforcée dans les bâtiments** » quantifie l'économie sur la consommation de gaz selon une proposition de leviers de sobriété nouveaux ou déjà employés en France. Ces leviers relatent d'une modification de nos habitudes de consommations et plus globalement de nos modes de vie. La somme de tous ces leviers permettrait d'atteindre une réduction de la consommation de gaz de 12 TWh en 2035.
- La variante « **Développement accéléré des équipements énergétiques hybrides** » évalue l'impact de parts de marché accrues pour deux équipements hybrides à faible consommation énergétique, peu mis en avant aujourd'hui : la pompe à chaleur hybride et un chauffe-eau solaire, associé à un chauffe-bain gaz ou une chaudière gaz. À horizon 2035, leur déploiement accéléré réduirait de 7 TWh la consommation de gaz.
- La variante « **Aléas dans la mise en œuvre de la transition énergétique** » traduit l'impact de deux aléas possibles. D'une part, un retard de la mise en service de capacité de production d'électricité et d'autre part, un retard sur les objectifs de rénovation énergétique des bâtiments du point de vue de la consommation énergétique. La combinaison de ces deux aléas rajouterait 8 TWh à la consommation de gaz en 2035.

- La variante « **Succès industriel** » projette un succès dans la réindustrialisation de secteurs clés de l'économie française. Cela concerne l'industrie automobile et des équipements, chimique, agro-alimentaire, papier-carton, métallurgie. La concrétisation sur le long terme de cette réindustrialisation implique une augmentation de la consommation de gaz de 10 TWh en 2035. Cette sensibilité haute des consommations de gaz de l'industrie pourrait aussi traduire une situation différente, dans laquelle les conditions économiques ne sont réunies ni pour accroître la production industrielle ni pour électrifier rapidement les procédés industriels.
- La variante « **Accélération de la décarbonation des transports** » concerne le développement des mobilités au GNV/bioGNV. L'accélération repose sur deux axes : les camions et bus pour la mobilité routière et les autres mobilités lourdes d'autre part (mobilité maritime, fluviale et ferroviaire). Cela nécessiterait la mobilisation de 6 TWh supplémentaires.

Combinaison de sensibilités hautes et basses de l'évolution des consommations de gaz en 2030 et 2035

TWh PCS



Scénarios considérés pour sensibilités	Basse	Haute
Résidentiel	Sobriété renforcée	Aléas dans la mise en œuvre de la transition énergétique
Tertiaire	Développement accéléré des équipements énergétiques hybrides	Aléas dans la mise en œuvre de la transition énergétique
Réseaux de chaleur urbains	Médian	Médian
Industrie	Médian	Succès industriel
Agriculture	Médian	Médian
Mobilité	Médian	Accélération de la décarbonation des transports
Production électrique centralisée	Médian	Aléas dans la mise en œuvre de la transition énergétique
Cogénérations	Médian	RTE A-ref

Sobriété renforcée dans les bâtiments : accentuer encore les efforts engagés ces dernières années

L'atteinte de la neutralité carbone passe nécessairement par une réduction de la consommation d'énergie finale. La sobriété constitue le premier des deux leviers essentiels à la baisse de la consommation d'énergie finale, avec les gains d'efficacité énergétique, comme ceux décrits pour les usages du gaz dans le scénario *Perspectives Gaz 2024* (isolation des bâtiments, amélioration des équipements...). La sobriété se définit comme un questionnement de nos besoins menant à faire évoluer nos modes de production et de consommation (voir encart dédié à la sobriété). Dans le résidentiel comme dans le tertiaire, au-delà des habitudes de consommation, cela concerne les tendances de re-concentration des activités tertiaires et de l'habitat. Cela concerne donc aussi les tendances de construction et de destruction de bâtiments.

Le scénario *Perspectives Gaz 2024* inclut déjà l'effet d'efforts de sobriété importants. Ces dernières années, des efforts de sobriété ont déjà été mis en œuvre, parfois au-delà des prévisions des *Perspectives Gaz* précédentes (voir l'analyse de l'évolution récente des consommations). Néanmoins, d'autres leviers de réduction des consommations constituent une nouvelle sobriété : avec des nouvelles façons de chauffer les espaces, comme les hôtels par exemple qui regrouperaient les clients présents aux mêmes étages pour éviter de chauffer les chambres inoccupées. De plus, certains leviers déjà activés pourraient être renforcés pour accélérer la décarbonation des bâtiments. La combinaison de ces éléments conduirait à une sobriété « renforcée ». Soulignons que cette variante ne traduit en aucun cas des recommandations politiques, mais explicite simplement les effets sur la consommation de leviers de sobriété dans un but informatif.

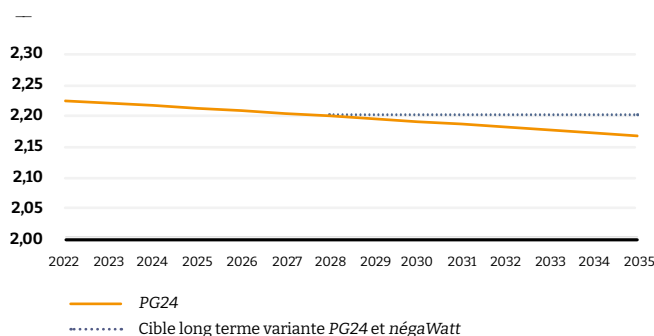
Une rupture dans la tendance à la baisse du nombre de personnes par ménage et dans la tendance à la hausse de la surface des nouvelles constructions

Le nombre de personnes par ménage est un indicateur explicite de l'évolution des modes de vie en France. Il a connu une forte baisse en passant de 3,1 en 1968 à 2,2 en 2018 en France métropolitaine²³, et cette tendance baissière est amenée à se poursuivre. En effet, les mises en couple plus tardives, les ruptures d'unions plus fréquentes, ou la baisse du nombre de familles nombreuses pourraient encore réduire le nombre de personnes par ménage de 10% d'ici 2050. Ce phénomène, appelé « desserrement des ménages », vient largement compenser la baisse démographique de la France, impliquant un besoin de près de 400 000 logements supplémentaires par an entre 2019 et 2030²⁴.

L'évolution du nombre de personnes par ménage du scénario *Perspective Gaz 2024* est réalisée en se basant sur les projections de population et le taux de croissance annuel moyen (TCAM) de l'INSEE²⁵. Elle montre que l'effet de décohabitation mène à un nombre de personnes par ménage qui serait inférieur à 2,1 en 2050. Cela se matérialise par un cumul de nouvelles consommations propres à chaque ménage et l'augmentation de la surface par personne ; cette dynamique de décohabitation irait à l'encontre de la sobriété.

Dans ce cadre, des efforts de sobriété renforcés consisteraient à lutter contre cet « effet décohabitation », en développant des espaces et des équipements partagés, incitant à la cohabitation ou en réduisant le nombre de mètres carrés habitables par personne. Pour l'illustrer, l'association négaWatt indique dans son scénario 2022 que passer de 2 à 2,2 personnes par logement en 2050 permettra « une diminution de plus de 3 millions de logements nécessaires »²⁶.

Évolution nombre de personnes par ménage



²³ Insee, 50 ans d'évolution des résidences principales : des logements plus grands et moins peuplés, Insee première n° 1865, 2021

²⁴ ESP12R et UNAM, Analyse des besoins en logements en France à l'horizon 2030, 2023

²⁵ Insee, Projections démographiques Omphale, 2017

²⁶ négaWatt, Scénario négaWatt 2022, 2022

La variante examinée ici consiste à s'aligner avec la projection de négaWatt avec 2,20 personnes par ménage en 2050, conduisant à maintenir ce chiffre à 2,24 en 2035. La variante prévoit aussi de stopper l'augmentation de surface des constructions neuves

de maisons individuelles. En neutralisant l'effet décohabitation et l'agrandissement des logements, ce levier permettrait une réduction de 2,5 TWh des consommations de gaz du résidentiel en 2035 par rapport à la trajectoire de référence des *Perspectives Gaz*.

Des habitudes de chauffage plus sobres

L'abaissement de la température de consigne pour le chauffage est un levier de sobriété qui a déjà été fortement employé par les Français depuis l'hiver 2022. Il constitue une mesure phare du plan de sobriété énergétique du Gouvernement dans les bâtiments à juste titre : avec 42% de consommation dans le tertiaire et 66% dans le résidentiel, le chauffage constitue le premier poste de consommation énergétique dans ce secteur²⁷. En 2022, dans un contexte combinant crise d'approvisionnement énergétique et forte augmentation du prix de l'énergie, il a été constaté que 60% des ménages ont réduit la période de chauffage et 86% ont diminué la température de chauffage²⁸.

Une grande majorité de ménages a donc maintenant expérimenté de nouvelles habitudes de chauffage et parfois les baisses de confort associées. Il conviendrait donc de questionner l'acceptabilité et la crédibilité de nouvelles réductions de la

température de consigne du chauffage à grande échelle. Toutefois, ce paramètre reste un levier central pour réduire la consommation énergétique. À titre indicatif, l'abaissement d'1°C de la température de consigne pour tous les bâtiments (hors bureaux et établissements d'enseignement, levier détaillé à part) pourrait représenter une économie annuelle de plus de 4 TWh de gaz²⁹. Soulignons à nouveau qu'il ne s'agit pas d'une recommandation politique, et que la température de consigne d'un bâtiment, lorsqu'elle est déjà basse, peut révéler des situations contrastées. Il s'agit parfois de situations de précarité énergétique, dans lesquelles des baisses de températures supplémentaires ne sont pas souhaitables. Dans d'autres situations, des gains significatifs peuvent encore être atteints, en contrôlant le chauffage par pièce et par période (ex : baisse ciblée de la consigne de quelques degrés, dans les pièces inoccupées durant plusieurs jours).

Une limitation des besoins en eau impulsée par des auto-restrictions volontaires et des politiques incitant à une meilleure gestion de la ressource

La réduction de la consommation d'eau chaude sanitaire est aussi un levier de sobriété énergétique employé depuis l'hiver 2022. De plus, grâce à l'amélioration de l'efficacité des nouveaux équipements sanitaires et ménagers et l'évolution des pratiques, les usages domestiques de l'eau chaude sanitaire (ECS) sont en baisse depuis une décennie³⁰. Cependant, ce segment représente tout de même 11 à 15% de la consommation d'énergie d'un foyer³¹, cela en fait une composante non négligeable des leviers de sobriété dans le résidentiel. L'ECS est aussi concernée par les mesures de maîtrise de la consommation d'eau dans les logements. En effet, les besoins d'ECS représentent environ un tiers du volume total d'eau nécessaire pour les logements³². L'État cible une réduction de 10% d'eau prélevée grâce à la sobriété³³.

Dans la continuité des tendances de consommation, le besoin d'ECS dans le scénario *Perspectives Gaz 2024* diminue de 2% par an jusqu'à 2035. Au vu des efforts déjà réalisés et de l'impact possible sur le confort, appliquer une sobriété renforcée au besoin d'ECS pourrait justifier des mesures politiques incitatives.

Pour cette variante, une réduction de 10% du besoin en eau chaude sanitaire permettrait une réduction de 2 TWh en 2035.

²⁷ Données CEREN 2022

²⁸ Unis, 2023

²⁹ En considérant, comme le quantifie l'ADEME, que l'abaissement d'1°C de la température de consigne conduit à 7% l'économie d'énergie sur le chauffage

³⁰ Observatoire SISPCA

³¹ ADEME, *Eau et énergie, comment réduire la facture ?*, 2023

³² ADEME, *Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif*, 2016

³³ Planification Écologique, *53 mesures pour l'eau*, 2023

Des gisements de sobriété importants dans les bureaux et les établissements d'enseignement

Parmi l'ensemble des bâtiments, les sites de bureaux et d'enseignement représentent des gisements de sobriété particuliers : l'expérimentation menée dans la Métropole de Nantes en 2023 par GRDF montre qu'il y reste des gisements de sobriété encore importants³⁴ (voir encart dédié à la sobriété).

D'une part, les efforts de sobriété pourraient mener à une économie d'énergie de 40% du parc d'enseignement. La réduction des consommations lors des périodes creuses pour ces établissements (week-end, vacances scolaires...) par exemple constitue un levier important des efforts de sobriété dans l'enseignement. À l'échelle nationale, la sobriété dans l'enseignement a déjà menée à une réduction de 10,3% de la consommation énergétique depuis 2022.

D'autre part, l'expérimentation a également porté sur les sites de bureaux. Elle montre qu'avec l'apparition du travail à distance, qui concerne maintenant plus de 30% des travailleurs en France³⁵ et qui s'est inscrit dans les mœurs professionnelles, combiné aux mesures de sobriété, le gisement de sobriété pour les sites de bureaux s'élève à 20%. La réduction de la consommation pendant les périodes d'inoccupation (week-end) est également un levier de sobriété important dans les sites de bureaux. À l'échelle nationale, l'effort de sobriété a déjà permis de réduire de 8,5% la consommation énergétique.

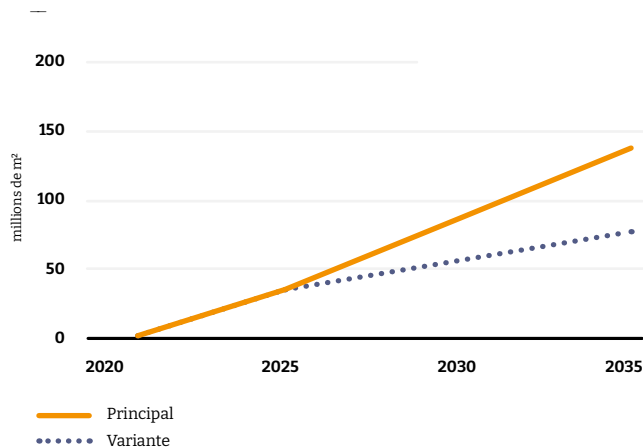
Cette variante considère que l'ensemble de ces deux gisements de sobriété sont exploités en 2050 pour ces deux segments tertiaires. Cela mènerait à une réduction de la consommation de gaz de 2,5 TWh.

Le développement du télétravail et la transformation des modes de consommation

L'évolution des modes de vie en France affecte directement les structures tertiaires. Le travail à distance a également réduit le besoin en surface de bureaux : son déploiement pourrait générer une diminution du besoin de surface bureautique de 12 à 36%³⁶, ce qui entraînerait une chute de la construction de nouveaux bureaux. Les modes de consommation évoluent aussi (circuits courts, produits frais et de saison, consommation raisonnée), entraînant une modification du rapport aux grandes surfaces. Dans un même temps, la loi Climat et Résilience interdit de créer de nouvelles surfaces commerciales qui entraîneraient une artificialisation des sols.

De ce fait, l'ADEME dans son scénario S2 « coopérations territoriales » (décrit comme « la société se transforme dans le cadre d'une gouvernance partagée »), suppose une division par deux de la surface neuve supplémentaire du secteur tertiaire par rapport à son scénario tendanciel. La variante du scénario Perspectives Gaz 2024 suit cette trajectoire de parc tertiaire en jouant prioritairement sur les branches tertiaires Bureaux, Hôtels/café/restaurants et Commerces. Cela permet d'économiser 0,5 TWh de gaz en 2035 par rapport au scénario de référence.

Construction surface neuve tertiaire



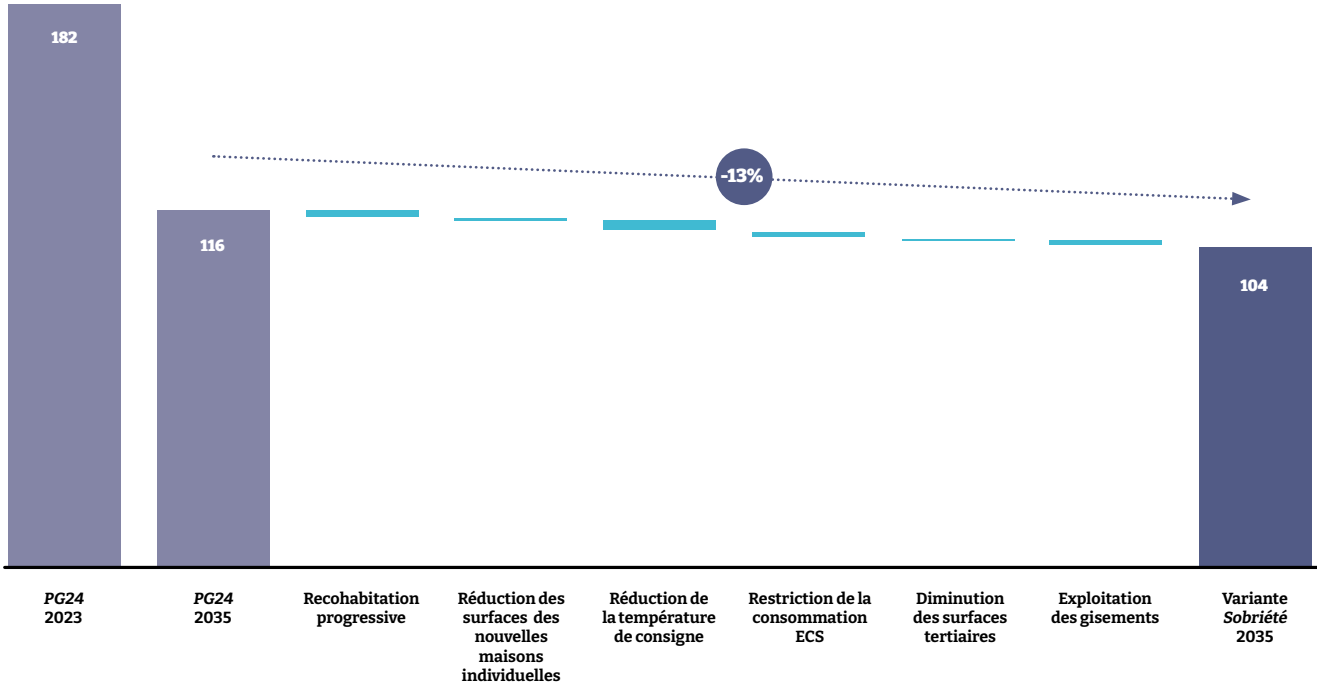
Au total, la variante « Sobriété renforcée » permet de réduire de 12 TWh la consommation finale de gaz en 2035 par rapport au scénario de référence, soit 13% de la consommation de gaz dans les bâtiments.

³⁴ Accompagnement et analyse réalisés sur la période de chauffe 2022-2023 auprès des 475 sites d'enseignement de Nantes Métropole

³⁵ Statista, *Le télétravail en France - Faits et chiffres*, 2023

³⁶ IEIF, *Nouvelles organisations du travail : quels impacts sur les marchés franciliens ?*, 2020

Leviers de sobriété supplémentaires étudiés dans la variante *Sobriété renforcée* dans les bâtiments
TWh PCS



Réduire la consommation de gaz en déployant plus rapidement des équipements énergétiques hybrides dans le bâtiment

Les enjeux de décarbonation du bâtiment ainsi que la fluctuation des prix de l'énergie amènent les équipements à augmenter leur efficacité énergétique. De ce fait, de nouvelles technologies qui permettent de réduire la consommation énergétique ont vu leur développement s'accélérer. Par exemple, les chaudières gaz à très haute performance énergétique (THPE) permettent de réduire de 20 à 30% la consommation de gaz par rapport à une chaudière conventionnelle. De même, une pompe à chaleur (PAC) air/eau a un coefficient de performance (COP) deux fois supérieur à celui d'un convecteur.

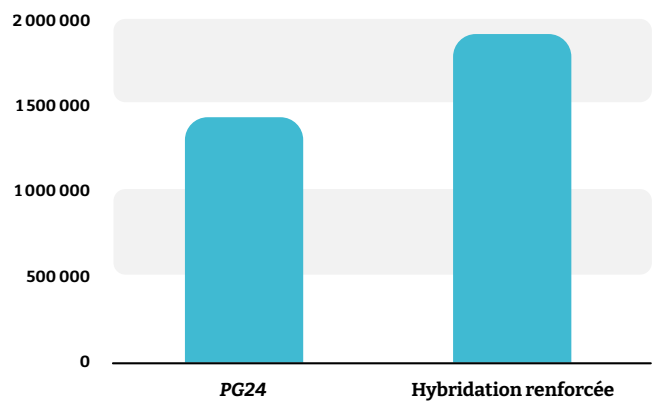
La PAC hybride réunit plusieurs éléments : une PAC électrique, une chaudière THPE et une régulation intelligente capable d'optimiser le fonctionnement des deux générateurs de chaleur. Cette optimisation peut être faite sur le contenu CO₂ de l'énergie et en fonction de la saturation des réseaux, permettant ainsi de minimiser les émissions de carbone et les coûts pour les habitants et la société. La présence de la chaudière permet d'optimiser le dimensionnement de la PAC – en réduisant sa capacité – et de réduire les coûts avec une performance environnementale similaire. La PAC hybride est considérée comme étant une « technologie sans regret »³⁷, c'est-à-dire une technologie dans laquelle des investissements de grande ampleur peuvent être réalisés dans les prochaines décennies. Le développement de cette technologie apporte des bénéfices certains à l'ensemble du système énergétique.

L'objectif de déploiement des PAC est d'en produire un million dès 2027³⁸. Bien que très peu mis en avant, un chauffe-eau solaire, associé à un chauffe-bain gaz ou une chaudière gaz, permet de réduire de 45% les émissions de CO₂ associées à la production d'ECS (source ADEME³⁹), représentant une alternative sobre et écologique.

Aujourd'hui, la présence de ce système est quasi nulle ; le scénario *Perspectives Gaz 2024* n'intègre que très peu son développement. Il est question dans cette variante d'accélérer le déploiement de cette technologie progressivement jusqu'en 2035. Un rythme maximal de 130 000 PAC hybrides installées par an atteint en 2030 est estimé dans la trajectoire principale. Cette variante propose de s'affranchir de ce plafond de diffusion en poursuivant sa progression jusqu'en 2035.

L'accroissement du déploiement de ces équipements hybrides leur permet d'atteindre 19% de la part des systèmes de chauffage utilisant du gaz en 2035, contre 14% dans le scénario de référence. Cela amènerait la consommation de gaz à diminuer de 7 TWh PCS en 2035.

Nombre d'équipements hybrides en 2035 dans le résidentiel



³⁷ ENGIE, TSE et Terra Nova, *Quelles solutions pour une Transition Énergétique économique et résiliente ?*, 2022

³⁸ Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2024

³⁹ Adopter le solaire thermique (ademe.fr)

Un ralentissement de certains chantiers de la transition énergétique pourrait nécessiter des volumes supérieurs de consommation de gaz

Cette variante propose d'étudier la possibilité que des aléas ralentissent le rythme de deux chantiers importants de la transition énergétique : la rénovation des bâtiments et l'accroissement de la production d'électricité bas carbone. Il s'agit ici de quantifier l'impact sur les consommations de gaz de ces deux aléas : d'abord, un nombre de rénovations annuelles dans les bâtiments plus faible qu'anticipé ; ensuite, une difficulté à atteindre les cibles de mises en service annuelles des nouvelles capacités de production d'électricité renouvelable. Si de tels aléas impactent le système électrique, des volumes de gaz supplémentaires seront utilisés pour produire de l'électricité et ainsi assurer la sécurité d'approvisionnement.

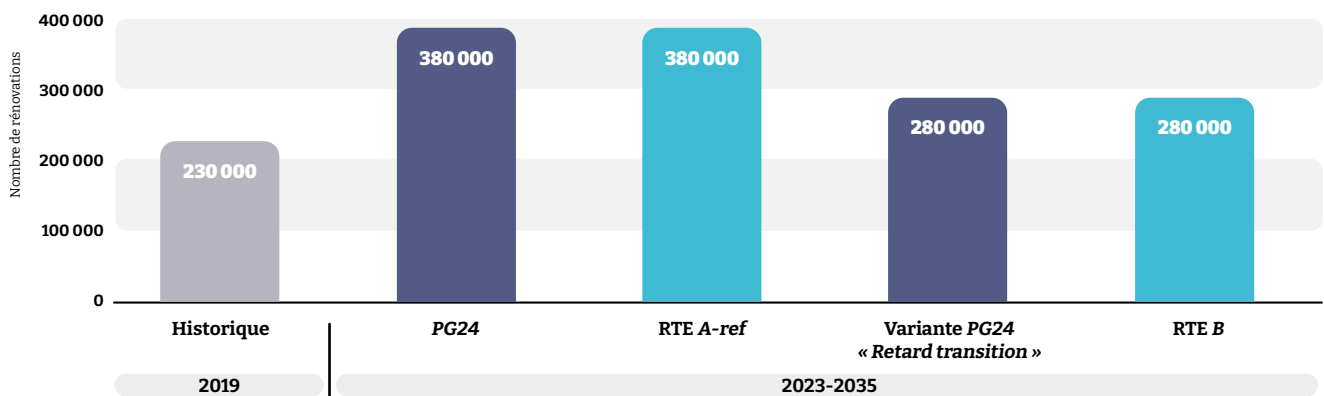
Rénovation des bâtiments

La rénovation dans les bâtiments est un levier important pour atteindre la neutralité carbone, elle permet de réduire la consommation d'énergie et notamment de gaz principalement via des gains d'isolation. En effet, le bâtiment est un des secteurs les plus énergivores en France. Selon une analyse comparative du Haut Conseil pour le Climat, à conditions climatiques équivalentes, les logements français sont parmi les moins performants sur le plan énergétique, comparés aux autres pays européens analysés (Allemagne, Suède, Pays-Bas, Angleterre)⁴⁰.

Le Gouvernement fait de la rénovation une priorité dans sa politique de décarbonation, avec des dispositifs via le Plan de

rénovation, permettant de massifier et d'améliorer la rénovation ; renforcer les aides pour accompagner tous les ménages dans les travaux de rénovation ; rendre les bâtiments publics exemplaires en matière d'efficacité énergétique et entraîner les territoires par la mobilisation des acteurs locaux⁴¹. La SNBC en vigueur (SNBC 2) impose un rythme de 370 000 rénovations complètes équivalentes en moyenne sur la période 2015 à 2030. À mi-parcours, malgré les mécanismes de soutien mis en place via "MaPrimeRénov" il n'est comptabilisé en 2022 que 66 000 rénovations globales engagées avec ces dispositifs⁴². Dans son tableau de bord de la planification écologique⁴³, le SGPE fixe une trajectoire de nombre de rénovations d'ampleur à accompagner financièrement, qui passerait de 200 000 par an en 2024 à 900 000 par an en 2030, ce qui correspond à une moyenne de 490 000 rénovations d'ampleur sur la période 2023-2030. Les objectifs en matière de rénovation restent donc particulièrement ambitieux au regard des travaux réalisés ces dernières années. RTE, dans son *Bilan Prévisionnel 2035*, a proposé une trajectoire de référence déjà plus prudente que le SGPE, avec 380 000 rénovations par an sur la période 2023-2035. Ce chiffre est à nouveau vu à la baisse dans la trajectoire « *atteinte partielle* » de RTE dans ce même rapport, où le nombre moyen de rénovations performantes par an sur la période 2023-2035 serait seulement de 280 000. Dans un même temps, la variante de retard de rénovation des bâtiments tertiaires a été construite en considérant un rythme constant de 36 millions de m² rénovés par an d'aujourd'hui à 2035, abaissant de 11% la surface totale rénovée. Appliquée à notre scénario *Perspectives Gaz 2024*, cette variante se traduirait par l'augmentation de la consommation de gaz de 4 TWh en 2035.

Nombre annuel moyen de rénovations (équivalent rénovations performantes)



⁴⁰ Haut Conseil du Climat (HCC), *Rénover mieux : leçons d'Europe*, novembre 2020

⁴¹ *Stratégie Nationale Bas-Carbone*, 2020

⁴² Anah, 2023

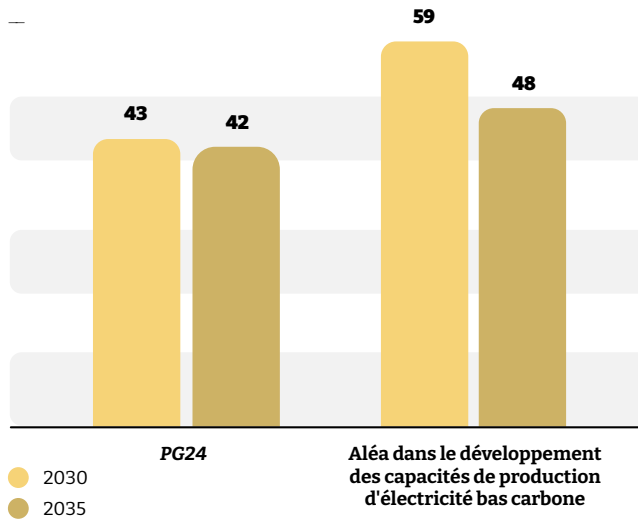
⁴³ <https://e.infogram.com/95444dec-4126-496a-85ce-6a017217c0a4?src=embed>

Aléas dans le développement des capacités de production d'électricité bas carbone

Du côté de la production, les énergies renouvelables doivent aussi suivre un rythme de déploiement très ambitieux pour parvenir aux niveaux de production prévus par RTE dans le scénario de référence de son *Bilan Prévisionnel 2035*, et au niveau des grands objectifs de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), un des documents majeurs de la stratégie française pour l'énergie et le climat. Au vu de ces éléments, l'ampleur des projets de nouvelles constructions EnR exige d'évaluer le risque de retard dans la mise en service des nouvelles capacités.

Ces retards dans la mise en service de capacités de production d'électricité, dans le cas où parallèlement l'électrification des usages se poursuivait sans inflexion, créeraient des écarts offre-demande que d'autres sources de production d'électricité devraient combler pour éviter des défauts d'approvisionnement. Par ailleurs les objectifs ambitieux de développement des énergies renouvelables de nos voisins, en lien avec le renforcement des interconnexions électriques sont également susceptibles de subir des retards. Dans une telle situation, les centrales à cycle combiné et les turbines à combustion au gaz continueraient à assurer la résilience du réseau électrique dans les mêmes niveaux qu'en 2023 (36 TWh) avant de commencer à baisser après 2035.

Consommation de gaz pour la production d'électricité TWh PCS



La combinaison de ces deux éléments (rénovation des bâtiments et aléas dans le développement des capacités de production d'électricité bas carbone) conduit à une hausse de 10 TWh de la consommation de gaz en 2035, par rapport au scénario de référence.

Une indisponibilité du parc nucléaire français demanderait une nette augmentation du besoin en gaz

Une estimation moins modérée du niveau de consommation de gaz pour l'usage de la production d'électricité doit nécessairement être étudiée pour assurer la résilience du système électrique français. En particulier, les récentes indisponibilités des capacités nucléaires françaises ont mis en exergue le besoin d'anticiper des trajectoires de consommation de gaz pour la production électrique accentuées davantage à la hausse.

D'après RTE⁴⁴, « le parc nucléaire a enregistré une baisse structurelle de sa production annuelle au cours des dernières années », jusqu'à atteindre 279 TWh en 2022, niveau historique le plus faible depuis 1988. Tout au long de l'année 2022, la disponibilité du parc nucléaire s'est située à 54% en moyenne, en comparaison à 73% en moyenne entre 2015 et 2019. Ceci a été engendré par l'arrêt de réacteurs pour maintenance, couplé à des contrôles liés au phénomène de corrosion sous contrainte.

De ce fait, la consommation de gaz appelée pour la production d'électricité a été de 97 TWh en 2022. Mais d'autres moyens ont été activés pour faire face au déficit de production nucléaire : les importations d'électricité et la sobriété notamment.

À l'horizon 2035, le système électrique va évoluer fortement, avec plus de demande d'électricité, mais aussi plus de production issue d'énergies renouvelables, pas forcément en adéquation horaire avec les besoins. En ce qui concerne la sobriété, le fait de pérenniser les actions mises en place depuis l'hiver 2022/2023 va probablement conduire à ce que les leviers actionnables en cas d'indisponibilité du nucléaire soient moindres. La situation à horizon 2035 semblant offrir relativement moins de marge qu'en 2022, une projection indicative du besoin de gaz pour la production d'électricité en cas d'indisponibilité nucléaire similaire à 2022 (-80 TWh de production électrique) consiste à considérer qu'il serait compris dans une fourchette de -10% à +30% du besoin de 2022 (soit entre 87 et 125 TWh de gaz). Pour pouvoir estimer finement ce besoin de gaz pour la production d'électricité à 2030 et 2035, mais également la capacité nécessaire de centrales thermiques, il faudrait réaliser une analyse de l'équilibre offre-demande du système électrique correspondant, telles qu'en mène RTE dans son bilan prévisionnel.

⁴⁴ RTE, *Bilan électrique 2022 - Un système électrique français résilient face à la crise énergétique*, 2023

Succès industriel : la relocalisation de l'industrie ralentirait la baisse de la consommation de gaz

Face aux crises récentes et successives des chaînes d'approvisionnement mondiales, le constat de l'importance d'une indépendance industrielle amène la France à renforcer sa souveraineté industrielle. Le plan France Relance, France 2030 ou encore le programme « Territoires d'industrie » font valoir les objectifs d'une relocalisation d'une industrie souveraine et décarbonée. En effet, ces plans ont pour ambition d'accélérer la transition écologique et énergétique tout en développant l'innovation et les compétences au sein des territoires industriels.

Avec un tiers de la consommation de gaz en 2023 pour l'industrie, la quantification de l'impact de la réindustrialisation sur celle-ci apparaît comme nécessaire. Seraient ainsi particulièrement concernés les secteurs suivants :

- Le secteur automobile et des équipements assurent leurs souverainetés en stimulant l'innovation, et en gérant le développement des nouvelles mobilités⁴⁵, dont la production va être fortement affectée par la transition énergétique (renouvellement de flottes de véhicules, gigafactories de batteries, fabrication ou recyclage de panneaux solaires, ...) avec un prisme exportateur ;
- La chimie, où la part de l'industrie pharmaceutique est clairement identifiée comme un secteur stratégique dans des contextes pandémiques, mais où d'autres activités comme la production de plastique pour les véhicules, pourraient voir leur

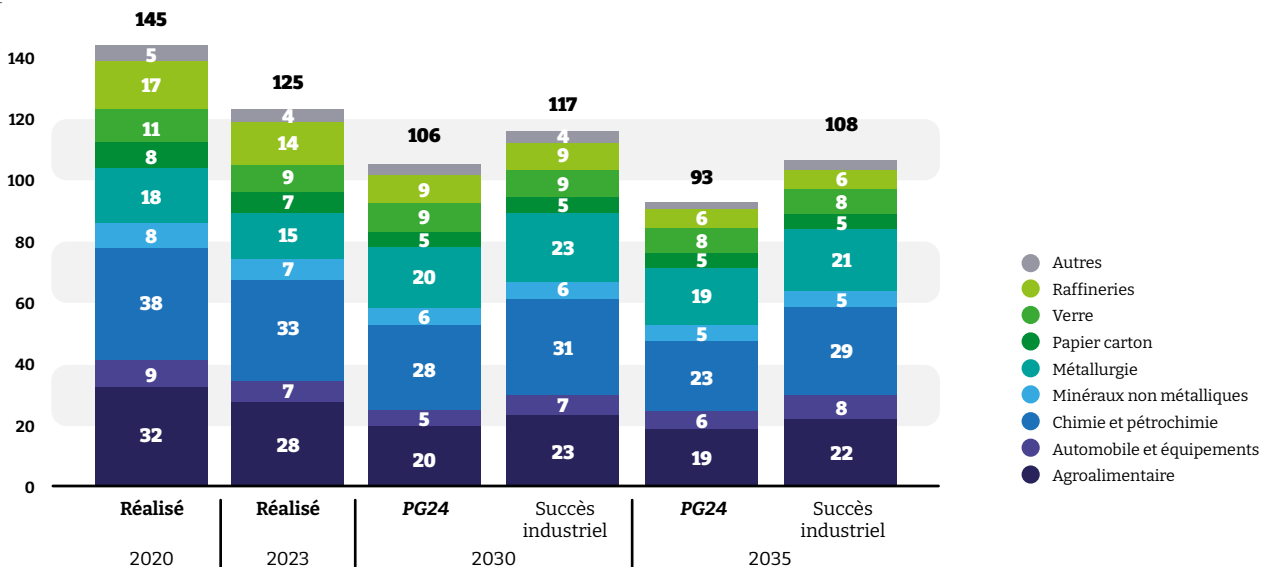
production augmenter du fait de la transition énergétique en cours ;

- L'industrie agro-alimentaire, considérée comme un secteur stratégique face à la menace sur la sécurité alimentaire dans des contextes géopolitiques instables⁴⁶ ;
- Le papier-carton, qui pourrait également voir sa production augmenter, en lien avec la fin des emballages plastiques à usage unique ;
- La métallurgie, qui pourrait relocaliser une partie d'activités (délocalisées pendant les deux dernières décennies). La filière est amenée à se transformer pour répondre aux besoins d'un marché dont les exigences évoluent avec la transition écologique et numérique et à poursuivre ses efforts de lutte pour une quête de concurrence équitable⁴⁷. Par exemple, l'industrie de la métallurgie compte parmi les secteurs bénéficiant du Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF), afin de lutter contre les « fuites de carbone », c'est-à-dire le phénomène de délocalisation des industries polluantes.

La modélisation de cette variante consiste à modifier les hypothèses d'évolution de l'activité par secteur du scénario *Perspectives Gaz 2024*, en laissant inchangées les hypothèses sur les gains d'efficacité énergétique ou sur les transferts entre énergies.

Consommations de gaz par branche industrielle en 2030 et 2035

TWh PCS - Scénario PG24



⁴⁵ Conseil national de l'industrie, *Contrat stratégique de la filière (CSF) Automobile pour 2024-2027, 2024*

⁴⁶ Institut Montaigne, *Les conséquences de la guerre en Ukraine pour la sécurité alimentaire de la France et de l'Afrique, 2023*

⁴⁷ Conseil national de l'industrie, *Plan Sidérurgie France, 2022*

Il est à noter que d'autres paramètres qu'une réindustrialisation volontariste sont susceptibles de déboucher sur des consommations de gaz supérieures au scénario *Perspectives Gaz 2024*, comme par exemple des retards pris sur les ambitions

de la transition énergétique en termes de bascule de certains usages vers l'hydrogène, l'électricité ou la biomasse. De tels retards pourraient se matérialiser par une quinzaine de TWh supplémentaires de gaz en 2030 et 2035.

Le GNV et le bioGNV peuvent réduire encore plus rapidement l'empreinte écologique des transports

À l'échelle française et européenne, la décarbonation du secteur de la mobilité représente un enjeu important pour les années à venir. Les véhicules lourds (camions, bus et cars, engins de travaux, etc.) en sont l'une des causes ; ils ont émis à eux-seuls 59 Mt CO₂ en 2019, soit 14% des émissions nationales⁴⁸. Par ailleurs, les centres urbains font face au défi de réduire les émissions de particules fines.

Solution adaptée aux transport routier lourd, le GNV permet de réduire de 95% les particules fines et de 50% les polluants NOx par rapport à la norme Euro VI. Le bioGNV, permet en plus de réduire de 80% les émissions de CO₂ du transport par rapport à un véhicule diesel.

Le règlement européen 2024/1610 sur les normes d'émissions de CO₂ du transport routier lourd exclut pourtant progressivement la commercialisation de nouveaux véhicules thermiques, y compris s'ils sont alimentés en bioGNV ou en biocarburants (à partir de 2035 pour les bus, au-delà de 2040 pour les poids lourds et cars). En effet, ces dispositions visent zéro émission au « pot d'échappement », sans s'appuyer sur une analyse en cycle de vie.

Dans sa feuille de route stratégique, la filière du transport routier lourd, souligne pourtant la nécessité de recourir à une pluralité de solutions de motorisation, y compris le bioGNV, pour atteindre les objectifs de décarbonation. Dans des préconisations aux parlementaires européens, l'Union des Transporteurs publics et ferroviaires (UTP) pointe également la nécessité d'un mix diversifié, et les risques d'une stratégie limitée à la motorisation électrique pour la mobilité lourde (surcoût important des véhicules notamment)⁴⁹. L'INEC et Capgemini ont par ailleurs publié une étude pointant les risques⁵⁰ liés à la dépendance de la mobilité électrique à des matériaux critiques. Elle montre l'exposition de la feuille de route de décarbonation de la France aux contraintes de ressources qui pèsent sur sa mise en œuvre et souligne que la mobilité GNV/bioGNV est cinq fois moins intense en ressources critiques que la mobilité électrique.

Pour tenir compte de ces contraintes, le règlement européen de 2024 prévoit avant fin 2027 un point d'étape sur le déploiement des solutions électriques et laisse la possibilité de reconsidérer, avant fin 2027, les biocarburants dont le bioGNV comme une solution de décarbonation autorisée du transport routier lourd.

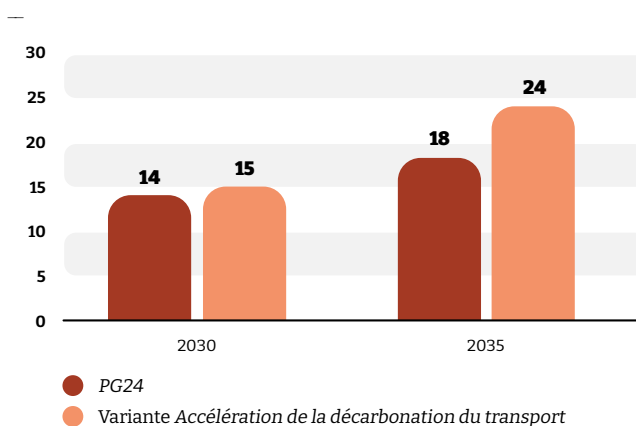
Un déploiement des motorisations GNV et bioGNV plus rapide que ne le prévoit le *Perspectives Gaz 2024* peut être envisagé pour les poids-lourds, les bus et les cars.

Par ailleurs, dans les autres secteurs de mobilités lourde, notamment le transport maritime, le transport fluvial et le transport ferroviaire, le recours au bioGNV est moins contraint. Dans ces secteurs, une accélération de la décarbonation par l'usage du bioGNV est donc possible.

Cette variante du scénario *Perspectives Gaz 2024* décrit ainsi une décarbonation accélérée de la mobilité lourde, ce qui représenterait une hausse totale de la consommation de gaz de 1 TWh en 2030 et 6 TWh en 2035 par rapport au scénario de référence.

Consommation de gaz dans le secteur de la mobilité

TWh PCS



⁴⁸ Conseil national de l'industrie, *Proposition de Feuille de route de décarbonation de la filière véhicules lourds*, 2023

⁴⁹ UTP - février 2024 - *Manifeste à l'attention des candidat(e)s aux élections européennes* - L'UTP mentionne un risque de « report modal inversé » (des transports publics vers l'usage de la voiture individuelle), « de nombreuses collectivités (...) ne pouvant pas procéder aux investissements imposés ».

⁵⁰ Institut National de l'Économie Circulaire (INEC), *Stratégie Nationale Bas-carbone sous contrainte de ressources*, 2022



Hydrogène

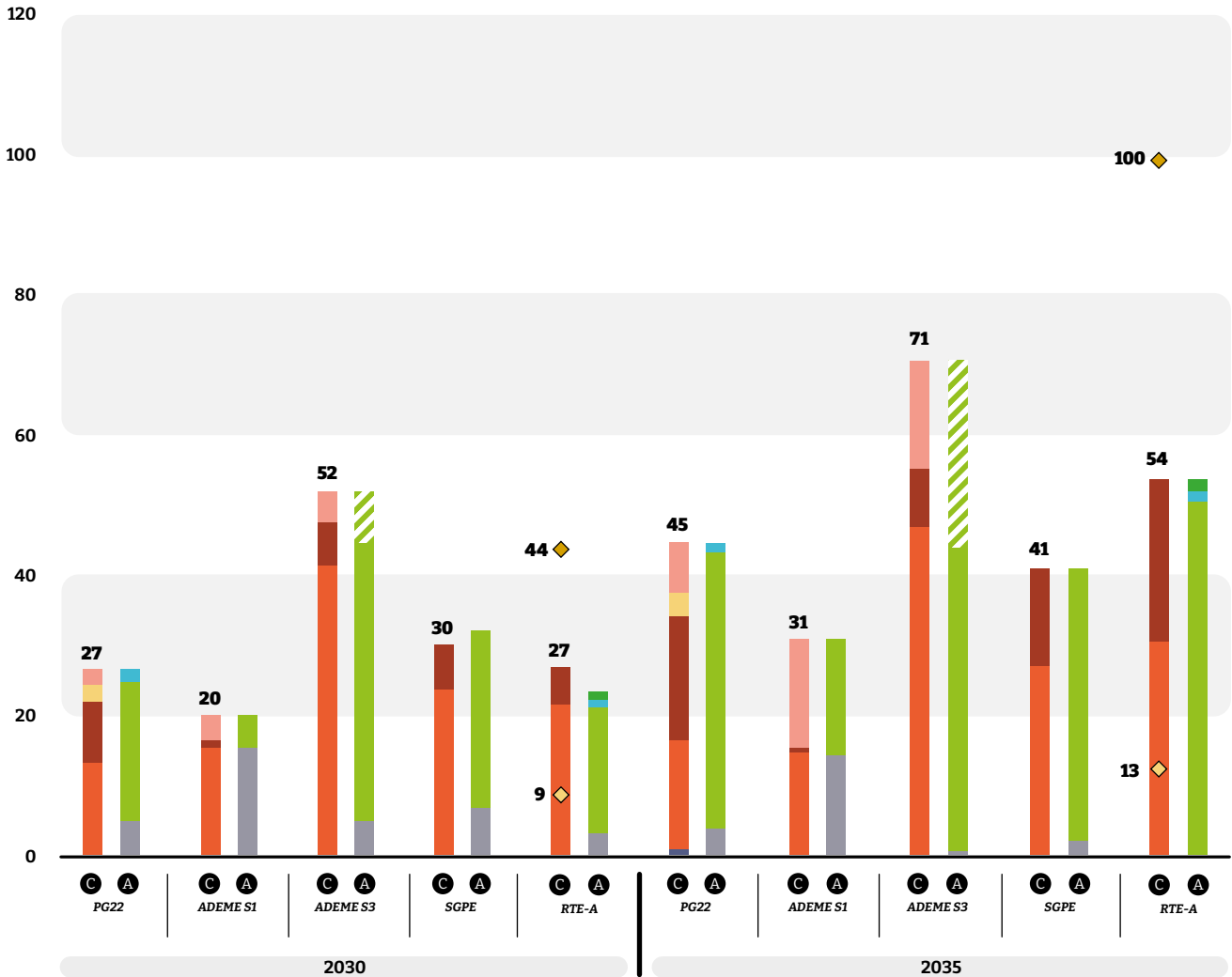
Plusieurs voies pour recourir à l'hydrogène décarboné et accélérer la décarbonation de l'industrie et du transport.

L'édition 2024 des *Perspectives Gaz* considère également le potentiel d'hydrogène en complément du potentiel de méthane renouvelable et bas-carbone. Pour rappel, la filière prévoit un développement via une logique d'écosystèmes territoriaux dans un premier temps, avec des productions proches des consommations. Le développement du marché et la massification des volumes produits et consommés impliqueront que certaines zones présentant des meilleurs potentiels de production d'énergie renouvelable ne se situeront pas obligatoirement près des zones industrielles. Aussi, afin de garantir la sécurité d'approvisionnement et l'équilibre offre-demande, ces écosystèmes territoriaux seront reliés par des infrastructures nationales et européennes de transport et de stockage d'ici 2030.

Le développement de ce vecteur permettra d'accompagner d'une part la décarbonation de l'industrie et de la mobilité lourde, d'autre part il représentera un atout majeur pour la flexibilité du système électrique.

S'inscrivant dans cette vision, plusieurs scénarios projettent une consommation d'hydrogène en France (hors co-produit de l'industrie) comprise entre 20 et 50 TWh en 2030 et entre 30 et 70 TWh en 2035. Cette consommation serait alimentée en majeure partie par de l'hydrogène produit par électrolyse et de manière résiduelle à 2030 et surtout à 2035 par les unités existantes de vaporeformage de méthane. Enfin, une part restreinte de ces unités serait couplée à de la capture et stockage de carbone afin de produire de l'hydrogène bleu.

Panorama des scénarios d'approvisionnement/consommation d'hydrogène hors co-produits
TWh PCS



Le graphique ci-dessus présente un aperçu de différents scénarios :

- PG22 : il s'agit de la composante hydrogène du scénario TERRITOIRES publié en 2022, elle est toujours compatible avec la mise à jour du scénario de consommation de méthane présentée dans ce document ;
- ADEME S1 et ADEME S3 : les chiffres 2030 sont tirés du chapitre Hydrogène du document Transition(s) 2050, les chiffres 2035 sont reconstruit par interpolation linéaire entre les 2030 et 2050 de ce même rapport ;
- SGPE : il s'agit d'informations déduites du travail en cours du SGPE en juillet 2023⁵¹ ;
- RTE : le scénario A et la vision basse et haute en termes de consommation d'H₂ sont tirés du chapitre Hydrogène du Bilan Prévisionnel de RTE à 2035⁵².

Le scénario PG24 pour le méthane est donc compatible avec un développement ambitieux de l'hydrogène à 2030. Si jamais ces développements devaient prendre un peu de retard, les consommations de méthane dans l'industrie pourraient être réhaussés de quelques TWh en 2030 et d'une dizaine de TWh en 2035.

⁵¹ Graphique page 8 : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/230627_DC_TIRUERT.pdf

⁵² <https://assets.rte-france.com/prod/public/2024-07/2024-07-12-chap11-hydrogene.pdf>

Annexes

Reconstitution d'une segmentation des usages

Chaque année, les opérateurs de réseaux de gaz se coordonnent pour reconstituer une vision sectorielle des usages du gaz de l'année écoulée, en s'appuyant sur les informations de consommations de leurs réseaux.

Ainsi GRDF dispose d'une segmentation de ses consommations corrigées des aléas météorologiques répartie par secteurs :

- résidentiel,
- tertiaire,
- industrie,
- réseaux de chaleur,
- cogénérations,
- mobilité,
- agriculture.

Cette segmentation est ensuite extrapolée à l'ensemble des consommations des réseaux de distribution, en incluant donc les entreprises locales de distribution.

Puis la consommation totale au périmètre France est consolidée en ajoutant les consommations des industriels raccordés aux réseaux de transport de GRTgaz et Teréga (dont une partie est attribuée à des consommations de cogénération pour refléter la part des industriels qui disposent de ce type d'unités sur leur

site de production), et les consommations des sites de production électrique centralisée raccordés au réseau de GRTgaz (centrales à cycle combiné et turbines à combustion).

L'attribution des consommations aux différents secteurs a évolué depuis la précédente édition des *Perspectives Gaz* du fait :

- D'une part, de la fiabilisation de la qualification des clients de GRDF, impactant la répartition entre clients résidentiel, tertiaire et industrie ;
- D'autre part, du fait que le segment de consommation de gaz dans les réseaux de chaleur a été isolé, alors qu'il était auparavant réparti entre les secteurs du bâtiment et de l'industrie.

La partie production d'électricité a été affinée, pour distinguer ce qui relève des centrales de production centralisée (cycles combinés gaz et turbines à combustion), de la production d'électricité et chaleur dans des cogénérations.

Enfin, sont également indiqués pour la première fois dans ce bilan, les volumes de gaz dédiés à l'autoconsommation du réseau de transport (combustion dans les turbocompresseurs), ainsi que les pertes de gaz sur l'ensemble des réseaux, qui représentent en 2023 environ 0,6% du gaz total consommé.

Ces modifications ont été effectuées de façon rétroactive jusqu'à 2018.

Modélisation prospective

Modélisation bottom-up

Le processus d'élaboration des Perspectives Gaz s'appuie sur une **démarche de concertation et d'échange** sur les principales hypothèses et résultats des modélisations. Les gestionnaires de réseaux de transport et de distribution de gaz, par les voix de GRTgaz, GRDF, Teréga et de Gaz et Territoires, proposent une **vision prospective d'une même voix dans un souci de cohérence globale**, compatible avec les orientations cadres de la Stratégie Française Energie Climat.

Les scénarios des Perspectives Gaz sont réalisés à l'aide de **modèles sectoriels** bottom-up et multi-énergies, répartis selon une logique d'expertise sectorielle des parties prenantes.

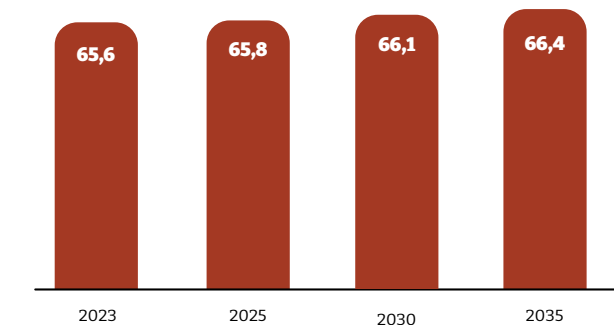
Les données sur les secteurs Résidentiel, Tertiaire et Réseaux de chaleur	Sont modélisées par GRDF, en coordination avec GRTgaz et Teréga
Les données Industrie	Sont modélisées par GRTgaz en coordination avec GRDF et Teréga
La production électrique	Est modélisée par GRTgaz en coordination avec GRDF et Teréga et en cohérence avec le bilan prévisionnel de RTE
Les données sur la mobilité et la production de gaz renouvelables	Sont modélisées conjointement par GRDF, GRTgaz et Teréga

Les données Résidentiel et Tertiaire

Les données de prospective des bâtiments sont produites via deux modèles à la méthodologie similaire, l'un dédié aux évolutions du secteur résidentiel et l'autre du secteur tertiaire. Ils ont pour but de décrire les tendances de long terme d'évolution des consommations énergétiques en France, et ont été **conçus comme des modèles de flux**, et non pas d'optimisation, comme précisé ci-après.

Les modèles décrivent les **évolutions du parc résidentiel et tertiaire, au pas de temps annuel, et en déduisent les niveaux de consommation énergétique et d'émissions de GES associées**. Pour cela, le parc initial (2023) de bâtiments modélisé intègre les principaux équipements de chauffage, de cuisson et d'eau chaude sanitaire, ce qui permet de détailler ces différents usages. Ces équipements sont décrits par type et par énergie, et l'ensemble du parc est décrit au périmètre régional. En entrée des

Population - France métropolitaine
Projection de population INSEE, Scénario central
En millions d'habitants



modèles, ces données de parc sont complétées par des données de consommation historiques par énergie, d'une description des équipements de production et de consommation d'énergie de même que d'hypothèses d'évolution de la part de marché de ces équipements. Elles sont mises à jour annuellement via diverses sources d'informations sectorielles (SDES, CEREN, INSEE, ADEME), ainsi que des sources internes aux opérateurs des réseaux de gaz (par exemple : le nombre de points de livraison de gaz).

Ces modèles considèrent ensuite diverses hypothèses décrivant les évolutions du parc, et donc la demande énergétique, **via les dynamiques de construction, de destruction et rénovation de bâtiments, ou encore de changement d'équipements énergétiques**.

Ces évolutions de parc sont ainsi décrites dans les résultats produits par les modèles, au pas de temps annuel, accompagnées notamment par les **modifications du niveau de consommation énergétique et des émissions de GES qui en résultent**. Par ailleurs, ces émissions de GES (comme pour tous les autres secteurs d'activité traités dans ce rapport) font l'objet d'un audit externe par le cabinet Enerdata.

Aussi, la méthodologie des modèles étant en amélioration continue, de nouvelles fonctionnalités ont été intégrées aux modèles des bâtiments pour cette nouvelle édition des *Perspectives Gaz*. Les nouveaux scénarios prennent notamment maintenant en compte **les hausses de température dues au changement climatique et leur impact sur le besoin de chauffage** dans les bâtiments résidentiels et tertiaires.

La consommation d'énergie pour les besoins en chauffage est étroitement liée aux températures, or les scénarios climatiques

actuels prédisent des hausses de températures supérieures à 1,5°C à horizon 2050 et jusqu'à +4°C à horizon 2100. À titre d'illustration, selon la valeur de thermo-sensibilité électrique de la France indiquée par RTE, une diminution de température de 1°C en hiver a pour conséquence une augmentation de la puissance d'électricité de 2,4 GW.

La prise en compte de ce paramètre s'appuie sur 3 scénarios de changement climatique établis par le GIEC (*Representative Concentration Pathways 2.6, 4.5 et 8.5*). Ces scénarios incluent des données d'élévation des températures à des mailles géographiques très fines. Ainsi les modèles des *Perspectives Gaz* intègrent des variations de la température moyenne à l'échelle de chaque station météo du territoire français. Cela permet d'**évaluer le besoin de chauffage des prochaines années de façon plus réaliste.**

Les données Industrie

Les données prospectives de consommation de gaz dans l'industrie sont estimées sur la base d'un modèle projectif qui fonctionne selon plusieurs étapes.

La première étape consiste à reconstituer les consommations de gaz au périmètre France selon les douze branches industrielles :

- 6 industries grandes consommatrices d'énergies (IGCE) ;
- 6 secteurs de consommation plus diffuse.

Code NCE et description	Branche industrielle dans le modèle de GRTgaz
IGCE (Industries Grandes Consommatrices d'énergie)	
E16 - Sidérurgie	Sidérurgie
E13 - Sucrieries	Sucre
E20 - Fabrication de plâtres, produits en plâtre, chaux et ciments	Ciment
E23 - Fabrication d'engrais	Ammoniac
E35 - Industrie du papier et du carton	Papier Carton
E22 - Industrie du verre	Verre
Industries diffuses	
E29 - Fonderie et travail des métaux	Métallurgie hors acier
E18 - Métallurgie de 1 ^{re} transformation des métaux non ferreux	
E12 - Industrie laitière	Agroalimentaire hors sucre
E14 - Industries agricoles et alimentaires (hors sucre et lait)	
E19 - Production de minéraux divers	Minéraux non métalliques hors ciment
E21 - Production d'autres matériaux de construction et de céramique	
E24 - Autres industries de la chimie minérale	Chimie et pétrole hors production d'engrais
E25 - Matières plastiques, caoutchouc synthétique et autres élastomères	
E26 - Autres industries de la chimie organique de base	
E28 - Parachimie et industrie pharmaceutique	
E30 - Construction mécanique	Automobile et équipements
E31 - Construction électrique et électronique	
E32 - Véhicules automobiles et autres matériels de transport terrestre	
E33 - Construction navale et aéronautique, armement	
E34 - Industrie textile, du cuir et de l'habillement	Autres
E38 - Industries diverses	

La segmentation fine des industriels raccordés au réseau de transport est complétée par une segmentation des consommations des industriels raccordés aux réseaux de distribution extrapolée depuis les données du CEREN⁵².

Ensuite pour chacun des douze secteurs concernés, plusieurs effets successifs sont appliqués afin de projeter la consommation réalisée sur un horizon de temps donné (par exemple 2030) :

- Évolution de l'activité industrielle par rapport à l'année de référence ;
- Évolution de l'efficacité énergétique des procédés (intègre le recyclage matière) ;
- Transferts entre vecteurs énergétiques.

Les trajectoires intermédiaires sont ensuite reconstituées par interpolation linéaire en l'absence d'éléments factuels permettant de dater la mise en place d'un transfert d'énergie.

Pour l'exercice 2024, voici les hypothèses utilisées :

Évolution de la valeur ajoutée de l'industrie diffuse pour le scénario PG24 (hypothèses SNBC2)

	2030 vs 2020	2035 vs 2020
Agroalimentaire hors sucre	6%	13%
Automobile et équipements	15%	31%
Chimie et pétrole hors NH ₃	13%	7%
Autres	3%	7%
minéraux non métalliques hors ciment	5%	8%
Métallurgie hors acier	16%	25%

Évolution de la valeur ajoutée de l'industrie diffuse pour la variante « Succès industriel »

	2030 vs 2020	2035 vs 2020
Agroalimentaire hors sucre	5%	16%
Automobile et équipements	11%	30%
Chimie et pétrole hors NH ₃	13%	26%
Autres	11%	20%
minéraux non métalliques hors ciment	5%	8%
Métallurgie hors acier	5%	11%

Un facteur de décorrélation est appliqué sur l'évolution de la valeur ajoutée pour prendre en compte les progrès réalisés en termes d'économie circulaire et de hausse de la valeur ajoutée industrielle (il est de 9% en 2030 et de 12% en 2035). Pour les industries grandes consommatrices d'énergies, il est fait l'hypothèse d'une stabilité de leur production entre 2015 et 2030.

Évolution de l'efficacité énergétique dans le scénario PG24 (hypothèses SNBC2)

	2030 vs 2020	2035 vs 2020
Sucre	8%	11%
Agroalimentaire hors sucre	9%	13%
Automobile et équipements	16%	20%
Fabrication d'engrais	6%	9%
Chimie (hors engrais)	10%	15%
Minéraux non métalliques	3%	4%
Métallurgie	5%	7%
Fonderie et travail des métaux	13%	17%
Papier carton	5%	8%
Verre	6%	9%
Autres	9%	13%

Évolution des parts de marché du gaz dans le scénario PG24

	2030 vs 2020	2035 vs 2020
Sucre	-3%	-5%
Agroalimentaire hors sucre	-15%	-16%
Automobile et équipements	-12%	-12%
Fabrication d'engrais	-7%	-23%
Chimie (hors engrais)	-5%	-6%
Minéraux non métalliques	-17%	-22%
Sidérurgie	13%	11%
Métallurgie hors sidérurgie	-5%	-6%
Papier carton	-10%	-10%
Verre	-8%	-13%
Autres	-12%	-17%

L'évolution des consommations de gaz des raffineries est modélisée à part, sur la base d'hypothèses d'évolution de l'activité des raffineries et de pénétration de l'hydrogène électrolytique dans les procédés de raffinage.

⁵² Centre d'études et de recherche économiques sur l'énergie

Estimation des émissions de gaz à effet de serre

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre, Enerdata a utilisé la méthodologie ci-dessous.

Afin d'étudier les impacts de cette trajectoire de consommation de gaz et production de biogaz, un scénario basé sur le modèle du système énergétique *POLES* (Prospective Outlook on Long-term Energy Systems) a été utilisé. Le modèle comporte une représentation fine des technologies, de la demande et de la production d'énergie, ainsi que des marchés et prix de l'énergie. Il est utilisé pour évaluer l'impact de politiques telles que la stratégie française énergie-climat. Il produit des scénarios, c'est-à-dire des voies possibles correspondant à des jeux d'hypothèses.

Le modèle est issu de dizaines d'années de recherche et développement, développé dans les années 1990 à l'Université de Grenoble au cours de projets européens et du CNRS. Aujourd'hui, le modèle est codéveloppé et utilisé par le laboratoire GAEL de l'Université de Grenoble, le Joint Research Centre de la Commission Européenne, et Enerdata. C'est un modèle de simulation récursive, au pas de temps annuel et à horizon 2050 ou au-delà. Le système énergétique global est couvert, avec une représentation par pays (ou agrégats de pays quand c'est nécessaire).

Les émissions et absorptions de l'agriculture, de l'utilisation des terres ou de la foresterie ne sont pas couverts par le modèle.

Le scénario utilisé ici s'attache à suivre les engagements internationaux de la France, dont la neutralité carbone à 2050. Cependant, les absorptions de la foresterie comportent beaucoup d'incertitudes. Les derniers scénarios de l'étude IGN/FCBA (mai 2024) sont plus pessimistes sur les impacts du changement climatique et la mortalité des arbres, impliquant une baisse des absorptions forestières et un écart à la neutralité carbone en 2050 si des mesures supplémentaires ne sont pas considérées.



À propos de GRDF

GRDF est le gestionnaire du plus grand réseau de distribution de gaz en Europe. Il exploite et entretient 207 000 km de réseaux en garantissant la sécurité des personnes et des biens. GRDF est l'acteur incontournable d'une transition énergétique abordable et ancrée dans les territoires. Présent dans plus de 9 500 communes, l'entreprise est le partenaire des collectivités qu'elle accompagne dans leur décarbonation au travers de leurs choix de politiques énergétiques et de mobilité durable.

GRDF distribue le gaz à près de 11 millions de clients pour se chauffer, cuisiner, se déplacer, quel que soit leur fournisseur. Pour chaque usage, GRDF propose des solutions pragmatiques pour réduire l'empreinte carbone de ses clients : sobriété, gaz vert, efficacité énergétique et équipements performants. L'entreprise se mobilise pour atteindre 20% de gaz verts dans les réseaux en 2030, un objectif qui permettra au plus grand nombre de bénéficier d'une énergie renouvelable et produite en France.

GRDF est le 1^{er} distributeur de gaz qui s'inscrit dans une trajectoire de décarbonation – tous scopes confondus et à périmètre constant – en adéquation avec l'accord de Paris.

www.grdf.fr



À propos de GRTgaz

GRTgaz est le principal opérateur français de transport de gaz et le 2^e transporteur européen. Le Groupe compte deux filiales : Elengy (leader des terminaux méthaniens en Europe) et GRTgaz Deutschland (opérateur du réseau MEGAL). En cohérence avec sa raison d'être « *Ensemble, rendre possible un avenir énergétique sûr, abordable et neutre pour le climat* », GRTgaz assure des missions de service public visant à garantir la sécurité d'acheminement de ses 865 clients (producteurs de biométhane, expéditeurs, industriels, centrales électriques et distributeurs). GRTgaz est engagée en faveur de la neutralité carbone et adapte son réseau aux défis écologiques et numériques ; elle soutient le développement des filières d'hydrogène bas-carbone et de gaz renouvelables (biométhane et gaz issus des déchets solides et liquides). Elle développe également le transport de CO₂ dit *fatal* à des fins de décarbonation de l'industrie.

Chiffres clés : 32 600 km de canalisations, 625 TWh de gaz transporté, 3 300 salariés, 2,1 milliards d'euros de chiffre d'affaires en 2023 (2,6 Mds € au niveau Groupe).

www.grtgaz.com



À propos de Teréga

Implantée dans le Grand Sud-Ouest, carrefour des grands flux gaziers européens, Teréga déploie depuis plus de 75 ans un savoir-faire d'exception dans le développement d'infrastructures de transport et de stockage de gaz et conçoit aujourd'hui des solutions innovantes pour relever les grands défis énergétiques en France et en Europe.

Véritable accélérateur de la transition énergétique, Teréga dispose de plus de 5 000 km de canalisations et de deux stockages souterrains représentant respectivement 15,6% du réseau de transport de gaz français et 26,9% des capacités de stockage nationales. L'entreprise a réalisé en 2023 un chiffre d'affaires de 494 millions d'euros (hors équilibrage congestion) et compte 646 collaborateurs.

La responsabilité sociétale est au cœur de la stratégie de Teréga, engagée dans la transition énergétique vers la neutralité carbone. Teréga déploie des programmes dans l'ensemble des domaines ESG (Environnement Social Gouvernance) : la sécurité de ses collaborateurs et la sûreté de ses infrastructures via le programme PARI 2025, le développement durable des territoires et la responsabilité sociale via le programme ENERGIZ MOUV, le soutien de projets philanthropiques à travers le fonds de dotation Teréga Accélérateur d'Énergies, et la réduction des impacts environnementaux grâce au programme BE POSITIF avec un engagement de réduction des émissions de gaz à effet de serre de -34% à horizon 2030 par rapport à 2021 sur l'ensemble des scopes 1, 2 et 3, ce qui permettrait d'atteindre -54% sur les scopes 1 et 2 par rapport à 2017.

www.terega.fr

