



Analyses autour de la Stratégie Nationale Bas Carbone

Analyses de sensibilité de la trajectoire du scénario SNBC de référence des pouvoirs publics et analyses de couverture de la demande de pointe

EXTRAIT DE L'ETUDE

Version du 12 mars 2019





Avertissement

Cette étude a été commanditée par l'Association Française du Gaz suite à la communication par la DGEC, en juillet 2018, des deux trajectoires de consommation énergétique de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC). Ces deux trajectoires ont été présentées en volumes de consommation, toutes énergies confondues, projetées sur la période 2050.

L'étude a été **réalisée entre le 18 octobre 2018 et le 7 janvier 2019** par les équipes E-CUBE Strategy Consultants.

L'étude s'est construite notamment sur l'approche suivante :

- Pas de remise en cause de l'objectif de neutralité carbone de la SNBC. Les analyses de sensibilité s'entendent donc avec un maintien de l'objectif de neutralité carbone à 2050
- Mise en place d'une traduction des trajectoires « volumes de consommation » en des trajectoires de « pointes de consommation ». Le passage des pointes de consommation hivernale est un enjeu majeur du système énergétique qui n'est pas abordé par les documents produits en juillet 2018
- Des analyses de sensibilité en cas de non atteinte des objectifs d'efficacité énergétique ou d'électrification des usages et de mix électrique plus ou moins ENR à horizon 2050, questions non abordées par les documents produits en juillet 2018
- Des évaluations de l'évolution des coûts pour le consommateur final en tenant compte de mix décarboné pour la production électrique et de gaz (100% gaz décarboné) à horizon 2050

Est présenté ci-après un extrait de cette étude.





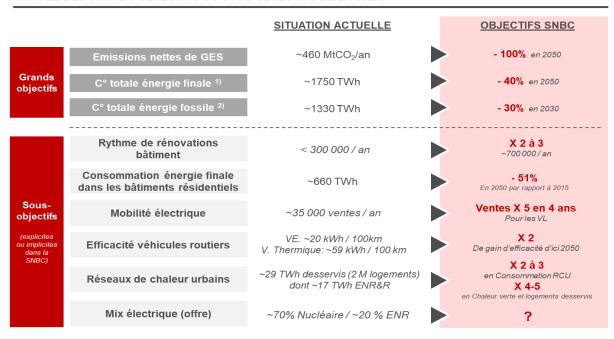
A. La trajectoire de transition énergétique décrite par la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) visant la neutralité carbone à horizon 2050 est extrêmement ambitieuse et intrinsèquement incertaine dans sa capacité de mise en œuvre

La trajectoire de transition énergétique décrite par la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) de juillet 2018, et représentée en décembre 2018, est extrêmement ambitieuse car elle traduit la volonté de décarboner l'ensemble du système énergétique français à horizon 2050 pour répondre à l'urgence climatique. Comme tout scénario long terme dans une dynamique de changement, elle apparait incertaine dans sa capacité de mise en œuvre.

Ces incertitudes sont notables dans les objectifs d'évolution de la demande énergétique qui reposent sur des hypothèses de rythme de développement de l'efficacité énergétique et des réseaux de chaleur verte d'un ordre de grandeur très supérieur au rythme connu ces dernières années, pourtant déjà le fruit d'investissements importants. En outre ces hypothèses doivent être tenues chaque année entre aujourd'hui et 2050 En effet, la trajectoire SNBC se fonde notamment sur : une multiplication par 3 des efforts d'efficacité énergétique dans le bâtiment (soit 700.000 rénovations de logements par an alors que le maximum historique réalisé à ce jour est d'un peu moins de 300.000/an avec de plus une incertitude sur le volume de rénovations réellement efficientes sur le plan énergétique), une multiplication par 40 des ventes de VE/VHR d'ici 2030 (soit un objectif de 45% de part de marché en 2030 vs. ~1% aujourd'hui), une multiplication par 3 du rythme de croissance annuelle des réseaux de chaleur urbains (RCU) et par 4 à 5 des volumes de chaleur verte à horizon 2050 [cf figure ci-dessous].

Le mix des technologies qui viendra répondre à la demande énergétique de long terme reste également très incertain, par nature à cet horizon de temps. La SNBC donne peu d'indications sur le mix électrique (répartition du poids du nucléaire et des ENR) et se fonde logiquement sur des technologies connues aujourd'hui, mais des ruptures technologiques, économiques ou sociétales ne peuvent être exclues.

RAPPEL DES GRANDS OBJECTIFS OU SOUS-OBJECTIFS DE LA SNBC



1) Hors consommations non-énergétiques // 2) Energie primaire. Hydrocarbures liquides et gazeux, charbon pour utilisation énergétique





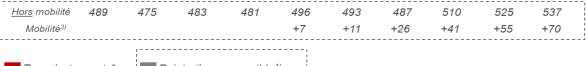
B. Les estimations de pointe de consommation et de capacités ENR et nucléaires disponibles lors de la pointe électrique laissent apparaître un déficit de puissance important à horizon 2050 sur le système électrique dans des scénarios de diminution du poids du nucléaire. Ce déficit de puissance ne pourra pas être entièrement couvert par la modulation de la demande et le stockage électrique. Un appui important du système gazier aux besoins en matière de pointe électrique devrait être nécessaire, en particulier dans un mix électrique très tourné vers les ENR (>90%)

Dans le scénario de référence de la SNBC, la pointe de demande (hivernale) toutes énergies confondues¹ peut être estimée à ~200 GW à horizon 2050, dont ~105 GW uniquement pour la demande de pointe du système électrique [cf graphique ci-après]. Cette pointe multi-énergie devrait ainsi baisser de ~30% à horizon 2050 par rapport à aujourd'hui (passage de ~290 GW en 2018 à ~200 GW) malgré une légère augmentation de la pointe électrique. La pointe électrique devrait en effet augmenter à long-terme (+10%) mais de manière moindre que les volumes (+20% avec un passage de 480 TWh/an à 610 TWh/an), grâce à la diminution des usages thermosensibles (chauffage/ECS) dans la consommation (liée aux efforts de rénovations thermiques des bâtiments) et au pilotage intelligent de la charge des véhicules électriques.





Volumes de consommation²⁾ (TWh)





- L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le bâtiment explique en premier lieu la diminution de la pointe et de la consommation électrique jusqu'en 2035
- L'électrification des procédés dans l'industrie et dans les transports, plus marquée à partir de 2030, explique la forte augmentation de la pointe jusqu'en 2050 (+9GW entre 2035 et 2050)
- 1) Hors production d'hydrogène
- 2) Hors production d'hydrogène, hors branche énergie. Inclue les pertes réseaux 3) Nouveaux usages mobilité électrique (i.e. excluant par exemple le ferroviaire)
- +16% de la pointe des usages themosensibles à T° normale, la performance des PAC est également dégradée par faible température à hauteur de COP

= 2 au lieu de 3 en moyenne sur l'année

Analyse E-CUBE Strategy Consultants

Dans le scénario SNBC de référence (demande électrique à 610 TWh/an, pointe à température extrême estimée à 105 GW), à horizon 2050, la part de cette demande de pointe hivernale « non couverte » par les énergies renouvelables et le nucléaire devrait être significative. Elle est estimée entre 53 GW

-

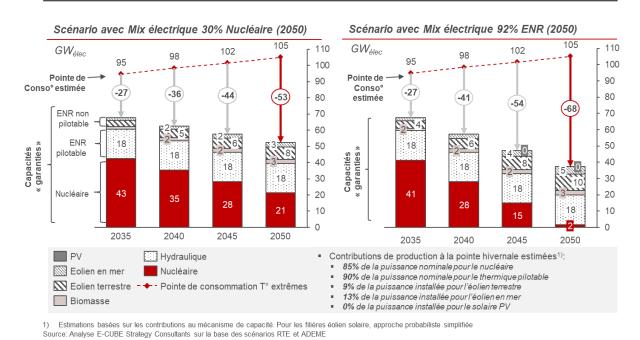
¹ Hors carburants liquides





(dans un mix électrique 70% ENR / 30% nucléaire) et 68 GW (dans un mix électrique à plus de 90% ENR) [cf graphique ci-après]. Si la majorité des capacités nucléaires, pilotables, participent aujourd'hui de manière garantie au passage des pointes de consommation hivernale, il n'en est pas de même des capacités ENR variables (solaire et éolien) dont la puissance pouvant être considérée comme « garantie » pour subvenir aux besoins lors des pointes de consommation hivernale est très limitée en regard de la capacité installée.

CAPACITÉ DE PRODUCTION « GARANTIE » À LA POINTE HIVERNALE PAR FILIÈRE VS. POINTE DE CONSOMMATION ESTIMEE A TEMPERATURE EXTREME [GW / 2035 - 2050]



Analyses E-CUBE Strategy Consultants, sur la base des éléments communiqués par les pouvoirs publics sur la SNBC et l'horizon 2050

Si une partie de ce « déficit de puissance » pourra être comblé par le développement du stockage électrique (batteries, capacités STEP² additionnelles) et par du pilotage de la demande et des interconnexions, le recours à ces solutions exclusivement attachées au système électrique présente des limites déjà anticipées, à savoir un :

- Gisement limité de modulation de la demande électrique industrielle et résidentielle/tertiaire³,
- Un gisement limité de capacités de nouvelles STEP,
- Une faible pertinence économique du stockage électrique pour le stockage inter-saisonnier,
- Et enfin une garantie de participation des interconnexions à la pointe très incertaine à 2050 dans un contexte où le mix électrique des pays voisins devrait reposer également très fortement sur des ENR variables.

L'appui du système gazier pour combler le déficit de puissance devrait donc rester nécessaire et ce dans des proportions importantes (20 à 30 GWe) à cet horizon de temps, en particulier dans un mix électrique très ENR. [cf graphique ci-après]

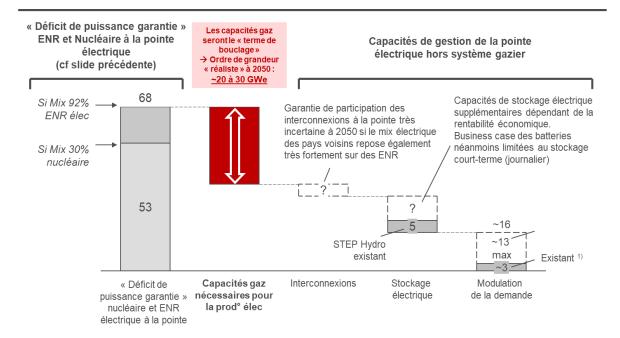
-

² Station de Transfert d'Energie par Pompage

³ Les capacités de développement du pilotage de la demande (à la baisse) sont limitées sur le secteur industriel (estimées à ~5 à 6 GW pour l'industrie – étude ADEME/E-CUBE&CEREN 2017) et celles liées à la consommation électrique du bâtiment, encore peu développées aujourd'hui, le sont également (potentiel à la baisse estimé à ~8 GW à horizon 2050 par l'ADEME – étude mix électrique 2015)







RTE communique aujourd'hui sur une puissance d'effacement à la pointe (effacement marché explicite + effacement tarifaire) de l'ordre de grandeur de 3 GW Gisement technique supplémentaire estimé : à environ 4 à 5 GW dans l'industrie (étude ADEME / E-CUBE – « Evaluation Du Potentiel D'effacement P. Dans L'industrie Et Le Tertiaire En France Metropolitaine ») et à environ 8 GW sur le résidentiel tertiaire (étude ADEME « mix électrique 100% ENR »)

Source: RTE, ADEME, Analyse E-CUBE Strategy Consultants

Analyses E-CUBE Strategy Consultants,

sur la base des éléments communiqués par les pouvoirs publics sur la SNBC et l'horizon 2050

C. Les analyses de sensibilité réalisées sur la trajectoire SNBC démontrent que ce risque en matière de sécurité d'approvisionnement serait fortement accru en cas de non atteinte des objectifs SNBC d'efficacité énergétique et de développement des RCU; elles démontrent également que le système gazier pourrait être une solution pertinente à la bonne gestion de ces aléas

Comme évoqué plus haut, le niveau d'ambition des objectifs de la SNBC en fait une stratégie intrinsèquement incertaine dans sa capacité de mise en œuvre. A horizon 2050, l'atteinte de seulement 70% des objectifs de la SNBC en termes d'efficacité énergétique⁴ et de développement des RCU (et sans changer la trajectoire d'électrification des usages) entrainerait selon nos analyses les impacts suivants:

- Une demande supplémentaire à la pointe sur le système électrique évaluée à +19 GWe (impact plus limité en volume, estimé à +56 TWh/an), amenant le besoin de pointe électrique au-delà de 120 GWe (124 GWe), soit bien au-delà de la pointe moyenne actuelle et même historique (102 GWe en 2012) [cf graphique ci-après]
- Une demande de pointe additionnelle sur le système gazier qui augmenterait aussi fortement (+36 GW_{th} estimés pour les usages directs du gaz, et +34 GW_{th} supplémentaires si le système gazier devait subvenir aux besoins additionnels de pointe du système électrique). Ce niveau de capacité resterait cependant du même ordre de grandeur que la pointe actuelle du système

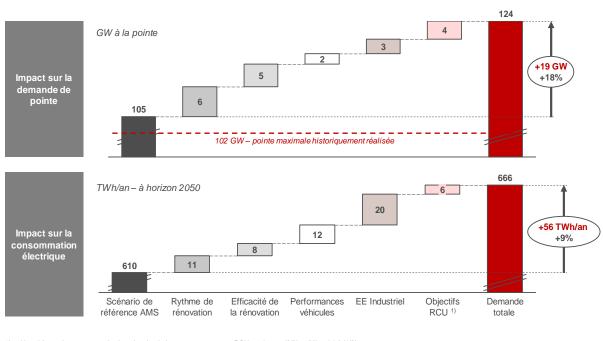
⁴ Rythme de rénovation des bâtiments et des équipements, efficacité unitaire des équipements et des performances de rénovation, amélioration de l'efficacité des véhicules, ...





gazier (~150 GW_{th} estimé au maximum à horizon 2050 vs. une pointe historique à 146 GW_{th} en 2012 et une capacité des infrastructures gazières encore supérieure). L'impact en volume serait lui compris entre +85 TWh/an (liés à la demande de gaz additionnelle pour des usages directs) et +185 TWh/an (si le système gazier devait également subvenir aux besoins additionnels du système électrique).

IMPACT DE L'ATTEINTE DE 70% DES OBJECTIFS SNBC D'EFFICACITE ENERGETIQUE ET RCU CHALEUR VERTE SUR LA DEMANDE ELECTRIQUE A HORIZON 2050



1) Hypothèses de couverture des besoins de chaleur non couverts par RCU par le gaz (2/3) et l'électricité (1/3) Source : Analyses E-CUBE Strategy Consultants

Le système gazier pourrait donc être une solution pertinente à la gestion de ces aléas, tant du point de vue technique (dimensionnement des capacités réseaux suffisant) qu'économique, car il permettrait notamment de gérer les aléas avec un niveau d'investissement supplémentaire requis limité (meilleure utilisation des infrastructures existantes déjà suffisamment dimensionnées). En effet, le verdissement du gaz⁵, et plus généralement sa décarbonation⁶, est un objectif techniquement réalisable de façon massive (~300 à 400 TWh/an) à horizon 2050 d'après les différentes études de gisements de ressources mobilisables réalisées ces dernières années, rendant crédible un recours plus important au vecteur gaz dans le cadre de la transition énergétique.

D. La trajectoire de transition énergétique nécessitera un effort économique significatif pesant sur l'ensemble des consommateurs et de la collectivité nationale, principalement dû à des investissements importants qui devront être mis en œuvre pour tenir les objectifs d'efficacité énergétique ciblés, nécessaires à l'atteinte de la neutralité carbone.

6 via également le développement des technologies de capture et stockage du CO2 (CCS) adossées aux technologies de reformage du gaz naturel

⁵ via le développement des gaz renouvelables

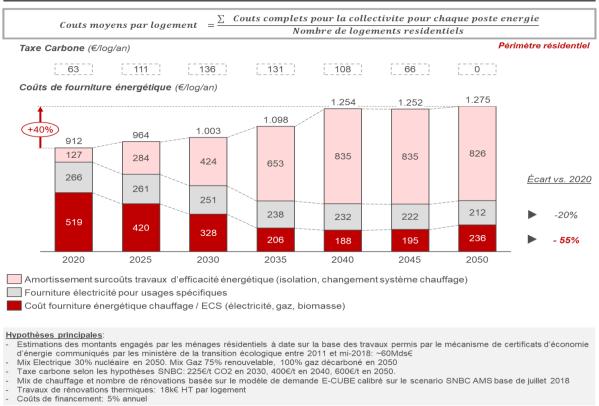




Au-delà de son fort niveau d'incertitude, la trajectoire de transition énergétique décrite par la SNBC nécessitera également un effort économique significatif de la collectivité nationale, tant du point de vue des investissements à réaliser que du point de vue du coût complet d'accès à l'énergie. Le montant annuel des investissements⁷ nécessaires pour assurer la transformation du système énergétique français selon le scénario de référence de la SNBC est en effet estimé entre ~55 et 65Mds€/an sur la période 2030-2050. Ces montants d'investissement sont très supérieurs à ceux réalisés aujourd'hui estimés à ~35-40 Mds€/an par le *think tank* I4CE⁸ (montant des investissements « climats »).

L'estimation des coûts complets d'accès à l'énergie, intégrant les dépenses d'efficacité énergétique, montrent par ailleurs que ces coûts devraient augmenter d'environ 40% en moyenne à horizon 2050 par rapport à 2020 pour les logements résidentiels. La part de la fourniture énergétique pour le chauffage devrait fortement diminuer en valeur absolue (de près de 55%) et ne représenter que 20% des coûts totaux à horizon 2050. Inversement, l'amortissement des dépenses relatives à l'efficacité énergétique (appareils de chauffage et isolation) devrait représenter la majorité des charges à cet horizon (~60%) [cf graphique ci-après].





Analyse E-CUBE Strategy Consultants

Les analyses réalisées démontrent ainsi que, si une diminution de la facture énergétique « directe » ⁹ est possible à horizon 2050 malgré les coûts liés aux « verdissement » du mix énergétique, cette diminution devra néanmoins être « payée » par les consommateurs et la collectivité nationale via des

⁷ CAPEX, dépenses en capital

⁸ Institute for Climate Economics. Dernière publication: panorama des financements climat Novembre 2018

⁹ Coût des consommations « directes », ie hors investissements dans l'efficacité énergétique





investissements significatifs d'efficacité énergétique qui viendront accroître l'effort économique global à supporter dans le cadre de la transition énergétique.

Un scénario laissant une place plus importante au gaz décarboné (scénario « haut » de la SNBC à 292 TWh/an) pourrait être réalisé avec un coût complet proche de celui du scénario SNBC de référence (à 195 TWh/an)¹⁰. Ce scénario haut permettrait au système gaz de jouer pleinement le rôle d'assurance qu'il représente pour la réussite de la transition énergétique, ceci dans la contrainte forte de l'objectif de neutralité carbone à 2050.

* *

En conclusion, cette étude montre que :

- La trajectoire de transition énergétique décrite dans la stratégie nationale bas carbone sur la réduction des consommations (et le développement de la chaleur verte) est extrêmement ambitieuse et sans commune mesure avec les réalisations de ces dernières années
- La traduction de ces trajectoires « en volumes de consommation » décrites dans les scénarios SNBC en des trajectoires de « pointes de consommation » élément dimensionnant de tout système énergétique fait apparaître un déficit de puissance du système électrique important à horizon 2050 dans des scénarios avec diminution du poids du nucléaire
- L'appui du système gazier devrait être nécessaire pour combler ce déficit et dans des proportions importantes évaluées à 20-30 GW_{elec} en 2050 dans ces scénarios. Cet appui serait possible avec le système gazier actuel (en termes de capacités de transport et stockage)
- Sans changement de trajectoire sur l'électrification des usages, la non atteinte des objectifs d'efficacité énergétique et de développement des RCUs de seulement 30 % se traduirait, à horizon 2050, par un accroissement des besoins de pointe électrique de presque 20% (lié à une augmentation des usages thermosensibles électriques). Les besoins de pointe estimés (~124 GWe) dépasseraient alors largement les besoins historiques (102 GWe). Ces besoins supplémentaires pourraient être couverts par le système gazier
- Au périmètre des logements résidentiels, la trajectoire de transition énergétique se traduira par une hausse des dépenses des consommateurs et de la collectivité nationale de ~40% du fait d'une hausse très importante de l'amortissement des surcouts d'efficacité énergétique qui ne sera que partiellement compensée par une baisse des coûts de fourniture

¹⁰ Cette évaluation repose sur la capacité des acteurs gaziers à développer une filière de production de gaz vert compétitive et à maitriser à l'échelle industrielle des technologies encore peu développées telles que la pyrogazéification. Elle se fonde sur l'étude de l'ADEME « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? »