

# L'ambitieux objectif français de la neutralité carbone nette en 2050

Par Jérôme BOUTANG

Directeur général du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA)

et Mark TUDDENHAM

Responsable de l'information du CITEPA

L'Accord de Paris (COP21) du 12 décembre 2015 prévoit explicitement l'atteinte de l'objectif de neutralité carbone au cours de la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> siècle. En France, la loi sur la transition énergétique et la croissance verte (LTE) a fixé des objectifs climat-énergie élevés, dont celui de la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050 (base 1990), un objectif déjà présent dans la loi sur l'énergie de 2005 et la loi Grenelle 1 de 2009.

Nous souhaitons souligner ici trois points clés de la mobilisation française en faveur du climat, à savoir : *l'ambition, la modélisation et la participation*.

Ainsi, le niveau des ambitions françaises est très élevé, déclinant au niveau de notre territoire national les ambitions planétaires tout en les avançant à 2050. Par ailleurs, la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), dans sa seconde version, fait appel à des exercices complémentaires de modélisation. Enfin, cette stratégie repose sur une méthode participative impliquant les citoyens, les ONG, les entreprises, les experts et les territoires.

## Une grande ambition nationale

### Le fruit d'une volonté politique

Amplifiant et officialisant une communication du président François Hollande, faite à Marrakech, lors de la COP22, en novembre 2016, le Premier ministre Édouard Philippe a annoncé, le 4 juillet 2017, vouloir aller plus loin en fixant un nouveau cap, celui de la neutralité carbone « vers le milieu du siècle ». La France est ainsi l'un des premiers pays, avec la Suède (qui a retenu l'horizon 2045), l'Allemagne (2050), la Norvège (2030), le Costa Rica (2021), le Bhoutan (2050) et le Libéria (2050), à se fixer un objectif de neutralité carbone. Selon le Premier ministre, dans son discours de politique générale, se référant aux écrits de Jared Diamond<sup>(1)</sup>, « il nous revient donc de préparer notre pays et notre planète à cette nouvelle ère, de ne pas subir, mais de la façonner (...). Notre rapport aux ressources doit être profondément modifié... ».

Il s'agit d'un acte fort et volontaire. En effet, il n'est pas exigé des Parties signataires de l'Accord de Paris qu'elles se fixent *a priori* un objectif de réduction d'émissions. Chacune d'elles est libre d'estimer la date à laquelle elle pense atteindre ses objectifs carbone ainsi que les mesures qu'elle compte prendre à son niveau pour y parvenir (par rapport à l'objectif global planétaire, c'est-à-dire ar-

river à limiter la hausse des températures à 2°C d'ici à la fin du siècle).

Cet engagement national se décline en deux plans stratégiques : la SNBC et le Plan Climat. Tout d'abord, la SNBC s'inscrit dans un contexte européen<sup>(2)</sup> et, plus largement, international<sup>(3)</sup>, qui prévoit l'échéance de 2020 pour la communication des stratégies nationales bas carbone devant permettre de diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050. Le nouveau Plan Climat (du 6 juillet 2017) du ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) vise, quant à lui, à renforcer l'action climat de la France dans une perspective 2040. Il prévoit des mesures à mettre en œuvre sur les cinq prochaines années dans

(1) Notamment DIAMOND J. (2009), *Effondrement*, Gallimard.

(2) Article 4 du règlement (UE) 525/2013 (dit règlement MMR) obligeant les États membres (et la Commission, au nom de l'Union européenne (UE)), à élaborer leurs stratégies de développement à faible intensité de carbone (conformément à toutes les dispositions en matière de déclaration arrêtées d'un commun accord au niveau international, dans le cadre du processus CCNUCC).

(3) Article 4 de l'Accord de Paris : « Toutes les Parties devraient s'efforcer d'élaborer et de communiquer des stratégies à long terme de développement à faibles émissions de GES », et Décision 1/CP.21 par.35 : « Les Parties sont invitées à communiquer, d'ici à 2020, au Secréariat de la CCNUCC leurs stratégies de développement à faibles émissions de GES à l'horizon 2050 ».

l'ensemble des secteurs d'activité, avec une attention particulière portée aux secteurs de l'énergie (extraction d'énergies fossiles et transports), de l'agriculture et de la forêt.

### Le principe de la neutralité carbone

Parvenir à la neutralité carbone revient à atteindre un équilibre entre les émissions et l'absorption des gaz à effet de serre (GES), soit un bilan net neutre entre les sources et les puits. L'atteinte de cet objectif de réduction repose donc à la fois sur une combinaison de mesures de mitigation et de technologies d'atténuation des émissions, sur une maximisation des absorptions anthropiques de carbone par les forêts et les terres agricoles <sup>(4)</sup> et, enfin, sur les compensations d'émissions autorisées par l'achat de crédits de carbone sur les marchés internationaux <sup>(5)</sup>.

Dans ce cadre, il s'agit de prendre en compte les émissions directes de gaz à effet de serre (c'est-à-dire celles émanant de sources d'émissions primaires telles que des cheminées d'usines ou les pots d'échappement), telles qu'elles sont comptabilisées dans les inventaires nationaux d'émissions <sup>(6)</sup>, à l'exclusion des émissions indirectes (qui correspondent à la consommation de matières ou de composants élaborés en dehors de nos frontières).

Bien que moins strict que celui d'une neutralité carbone résultant du seul fait des abattements, ou *a fortiori* d'une comptabilisation (du reste difficile) des émissions indirectes, cet objectif demeure cependant très ambitieux <sup>(7)</sup>. Il ne pourra être atteint qu'en opérant une transformation radicale et coordonnée des techniques et des politiques énergétiques et en incitant à d'importants changements de comportements en matière de mobilité et de consommation <sup>(8)</sup>.

### Les trajectoires prévisibles des émissions de GES dans l'atmosphère

Le futur scénario AMS s'inspire d'un certain nombre de travaux menés à la Chaire Économie Climat Paris Dau-

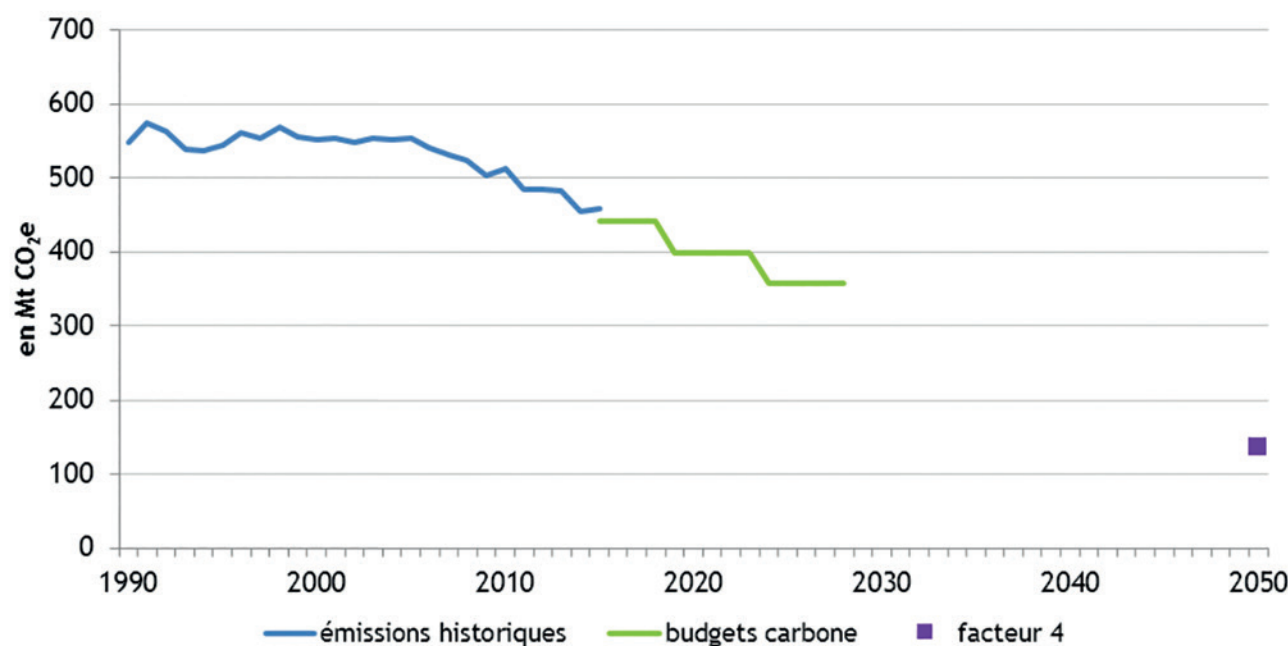
(4) Le secteur de l'utilisation des terres, des changements d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF) permet de comptabiliser les flux d'absorption anthropiques des émissions de gaz à effet de serre (dans la biomasse et les sols).

(5) Les marchés internationaux de carbone sont ceux, par exemple, de l'UE, le système d'échange de quotas d'émission de GES (SEQUE). Il inclut, depuis 2012, l'aviation et, depuis 2013, le chauffage urbain et il couvre aujourd'hui de 40 à 45 % des émissions totales de GES de l'UE (versus 22 % en France) (source : AEE (2017), Trends and Projections in Europe 2015 – Tracking Progress towards Europe's Climate and Energy Targets).

(6) Les inventaires nationaux d'émissions de gaz à effet de serre sont réalisés par le CITEPA pour le compte du MTEs, conformément aux directives de la CCNUCC (<http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions>). Le CITEPA participe et favorise les consultations au travers de son forum international et de sa journée d'étude annuelle. Il émet des jugements d'expert sur certaines politiques et mesures et réalise des projections d'émissions en fonction de scénarios qui lui sont donnés par le MTEs.

(7) Bien que l'empreinte prenne en compte (en principe) le mode de vie des Français – leur consommation –, son mode de calcul est entaché de sévères incertitudes inhérentes à la production lointaine des biens concernés. Elle résulte aussi de facteurs indépendants de la consommation (désindustrialisation, origines des biens et des services, actions délocalisées). Malgré une vision partielle du mode de vie national, des éléments forts militent en faveur du calcul des émissions directes. Il est dit « MRV » (Mesure-Reporting-Verification), c'est-à-dire qu'il est mesurable, notifiable et vérifiable par des tiers. Mais, surtout, la somme des émissions directes de qualité MRV et de tous les pays constitue l'empreinte écologique de l'humanité tout entière.

(8) Le Plan Climat concerne le périmètre Kyoto, soit la métropole et l'Outre-Mer faisant partie de l'UE.



Émissions historiques de GES en France 1990-2016, budgets carbone\* actés et facteur 4.

\*Budgets carbone : 2015-2018, 2019-2023 et 2023-2028. Périmètre Kyoto : métropole + DOM.

Sources : CITEPA, format Plan climat, avril 2017 et décret n°2015-1491 du 18 novembre 2015.

phine, au CGEDD, au CGDD ainsi qu'à la DGEC<sup>(9)</sup>. Avec l'adoption de mesures supplémentaires (AMS), le pay-sage des sources d'émissions devrait être bien différent dès 2035. Le poids de l'industrie, comme celui de la combustion, aura diminué. Les énergies renouvelables (EnR) auront accru leur poids au sein du mix énergétique. Les bâtiments rénovés émettront moins de GES. Les transports auront engagé une véritable mutation du fait de la part prise par l'électricité et de la baisse de la consommation de carburants, mais aussi du fait d'une meilleure organisation du territoire et de l'optimisation des trajets. Les émissions resteront très largement corrélées à la consommation de carburant, et donc au trafic. Agriculture et déchets contribueront de manière croissante aux abattements (les surfaces cultivées diminueront et le cheptel restera stable).

Au-delà de ce scénario, la prochaine SNBC permettra de tenir compte des évolutions déjà constatées, d'approfondir certains sujets, de mieux prendre en compte les enjeux des impacts du changement climatique et, enfin, d'examiner les leviers susceptibles d'être mobilisés pour atteindre la neutralité carbone.

### L'objectif de la neutralité carbone s'appuie sur divers travaux de modélisation

Dans sa première version, la SNBC avait déjà considéré un horizon 2050 et s'appuyait sur des scénarios quantitatifs sous-jacents jusqu'en 2035. Sa version II s'inspirera de travaux de modélisation originaux permettant d'atteindre quantitativement la neutralité carbone en 2050.

À titre d'exemple significatif, le Commissariat général au Développement durable (CGDD) a conçu un outil de simulation, TITAN (*Trajectoires optimisées des Technologies d'Abatement pour la Neutralité carbone*, baptisé « D-CAM » dans sa première version), qui a pris naissance en parallèle de la SNBC I. Il est prévu d'utiliser cet outil lors de la révision de la SNBC.

Dans TITAN, plus de 500 gisements de réduction des émissions ont été identifiés et décrits selon trois paramètres : 1) leur potentiel de déploiement dans l'économie, 2) la vitesse de leur déploiement, et 3) leur coût. Ces gisements sont soit technologiques, soit comportementaux. Pour atteindre l'objectif de Zéro Émission Nette, de l'ordre de 140 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> résiduelles devront être « compensées » par divers moyens, tels que des abattements complémentaires, des compensations, les puits de carbone ou encore les mécanismes du marché.

La première utilisation envisageable de TITAN est de tester et comparer entre eux différents scénarios basés sur des variantes de politiques et de mesures. La seconde utilisation consiste à identifier les éventuels risques et verrouillages technologiques associés à certaines trajectoires de développement de technologies bas carbone. Le calcul en coûts moyens permet d'ordonner politiques et mesures, quitte à ce que certains investissements coûteux soient réalisés très tôt. Par exemple, afin que la capture/séquestration du carbone puisse avoir un impact signifi-

catif dès 2030, des investissements devraient être lancés très rapidement. D'autre part, le CGDD et France Stratégie ont convenu de scénariser, voire de tester certaines hypothèses par un processus de consultation ouvert aux experts, aux ONG environnementales et aux entreprises privées.

Un second exemple de modélisation est celui du modèle d'équilibre général calculable Three-ME. Dans le cadre de l'élaboration de la SNBC et afin d'évaluer les effets combinés des nombreux instruments mobilisés dans la transition vers une économie décarbonée, tant d'un point de vue sectoriel que macroéconomique, l'ADEME et le MTES ont conjointement utilisé ce modèle. Three-ME a été développé en 2008 par l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE) et l'ADEME, puis examiné avec le MTES depuis 2013. Ces travaux d'évaluation ont en particulier permis de révéler des bénéfices à la fois écologiques et économiques. Le modèle Three-ME est multisectoriel : il couvre 24 secteurs économiques (agriculture, services non marchands, sidérurgie, transport ferroviaire, production d'énergie, etc.), ce qui permet d'analyser les effets des transferts d'activité d'un secteur à un autre (en termes d'emploi, d'investissement, d'importations, etc.). Enfin, le modèle Three-ME prend en compte quatre facteurs de production (le capital, le travail, les consommations intermédiaires et l'énergie) et 17 types d'énergie plus ou moins substituables<sup>(10)</sup> (pétrole, biocarburants, nucléaire, gaz, géothermie, éolien, etc.).

D'autres exercices de projection de premier plan enrichissent la réflexion collective sur l'efficacité des politiques publiques en faveur du climat. Citons les modélisations *ex post* et *ex ante* opérées par le Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED)<sup>(11)</sup>, ainsi que les recherches de l'Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (IDDRI) sur les changements et les politiques d'atténuation à opérer dans le cadre du projet « *Deep Decarbonization Pathways*<sup>(12)</sup> ».

### Un processus de consultations élargies

Les « budgets carbone » de la SNBC sont établis par secteur d'activité et sont accompagnés de cibles indicatives. La SNBC constitue un ensemble de 23 recommandations

(9) Rapport de présentation des hypothèses des scénarios 2014-2015 (2016), MEEM, <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/scenarios-prospectifs-energie-climat-air>

*Courbes d'abattement dynamiques (outil « D-CAM » du CGDD).*

CGDD (2016), Projections de la demande de transport sur le long terme.

CGEDD (2017), Actualisation des analyses sectorielles du rapport du CGEDD de février 2013 relatif à la division par 4 des émissions de GES à l'horizon 2050.

Centre d'analyse stratégique (2011), Rapport du Comité Trajectoires 2020-2050 vers une économie sobre en carbone, présidé par Christian de Perthuis, de la Chaire Économie du Climat de l'Université Paris-Dauphine.

(10) Source : CGDD/SEEIDD (2016), Stratégie nationale bas carbone, une évaluation macroéconomique, collection « *Thema* ».

(11) <http://www2.centre-cired.fr/Changement-climatique-et-strategies-de-developpement-2189>

(12) <http://www.iddri.org/Projets/The-Deep-Decarbonization-Pathway-Project>

transversales (par exemple, sur l'empreinte, sur les investissements, sur la R&D, etc.), 44 recommandations sectorielles et 108 indicateurs transversaux et sectoriels et, enfin, 13 indicateurs de contexte.

À l'occasion de la révision de la SNBC, il est primordial de pouvoir discuter avec les parties prenantes de ces orientations, notamment sectorielles. Un premier comité d'information et d'orientation de la stratégie exposant la démarche collaborative et le calendrier de cette révision par le MTES s'est tenu le 27 juin 2017. Des groupes de travaux sectoriels prenant en compte l'objectif de neutralité se sont déroulés de septembre à décembre 2017.

Afin de permettre ces changements importants dans les modes de vie et de production, il y a en effet un intérêt fondamental à ce que tous les acteurs se parlent et échangent. De plus, l'ensemble de l'information doit être piloté et coordonné de façon évolutive afin que la transition énergétique se réalise, que la réduction des émissions soit significative, que des opportunités s'ouvrent en matière économique et sociale, que le changement soit accepté socialement et, enfin, que les scénarios imaginés prennent en compte les vrais contraintes et enjeux pour toutes les parties prenantes.

Les secteurs et les filières se retrouvent dès lors à la fois sources d'émissions et acteurs potentiels du changement et de la diffusion de la connaissance.

De plus, certaines réflexions sont transversales et dépassent donc le périmètre des secteurs : par exemple, le transport et le résidentiel recouvrent à la fois des problématiques d'énergie, de transport et d'organisation de l'espace. Dans son processus de révision périodique, la SNBC a élargi ses parties prenantes aux ONG.

La France dispose d'atouts considérables pour organiser cette transformation.

Son premier atout réside dans son réseau d'experts publics et privés et dans sa méthode de consultation et de concertation. Nous dressons ci-après une liste (non exhaustive) des spécialistes directement sollicités.

Le MTES pilote l'ensemble et mobilise ses experts de la DGEC, du CGEDD et du CGDD. France Stratégie, la Chaire Économie du climat de Paris-Dauphine, le CIRED, l'IDDRI et l'ADEME accompagnent la modélisation des trajectoires. Le CITEPA comptabilise les émissions passées, présentes et à venir et favorise le dialogue entre les experts sectoriels et la recherche. Les Instituts, les *think tanks* et les ONG (l'INERIS, I4CE, The Shift Project, l'Institut Montaigne, la Fondation Jean Jaurès, France Nature Environnement, le Réseau Action Climat, Fondation pour la Nature et l'Homme, etc.) alimentent la réflexion prospective. Les réseaux d'entreprises (MEDEF, AFEP, Entreprises pour l'Environnement) mobilisent les entreprises privées dans la lutte contre le changement climatique, ainsi que pour orienter utilement l'action des pouvoirs publics. Les acteurs non étatiques comme les entreprises et les villes doivent pouvoir disposer de cadres méthodologiques et règlementaires les incitant à mettre en place des politiques et des mesures efficaces et transparentes.

La seconde force de la France réside dans une approche « intégrant » l'énergie, la qualité de l'air et le climat. Cette intégration est la clé de voûte de la LTE. Elle facilite les transformations attendues en examinant les problématiques environnementales en synergie et en évaluant de possibles co-bénéfices. En effet, des politiques et des mesures bien choisies peuvent contribuer à une meilleure qualité de l'air à court terme et à une atténuation du changement climatique à long terme. Ainsi, la direction générale de l'énergie et du climat du MTES regroupe des compétences en matière de qualité de l'air et de changement climatique. Les inventaires nationaux d'émissions réalisés par le CITEPA sont issus d'une approche fortement intégrée.



Photo © Gilles Rollet/REA

Mesure des émissions gazeuses d'un véhicule dans un centre de contrôle technique DEKRA.

« Des politiques et des mesures bien choisies peuvent contribuer à une meilleure qualité de l'air à court terme et à une atténuation du changement climatique à long terme. »

## Conclusion

*Ambition - modélisation - participation...* Ce triptyque est le fondement de la mobilisation française en faveur du climat. Il se fixe sur un objectif ambitieux, à l'instar de ceux de l'Allemagne ou de la Suède. Cet élan collectif repose sur la modélisation des impacts de divers scénarios de

politiques et mesures, ainsi que sur une très large participation des parties prenantes professionnelles et citoyennes.

Ainsi que le rappelle Franck Lecocq, le directeur du CIREN<sup>(13)</sup>, « la trajectoire « de référence » (avec uniquement les politiques et les mesures actuelles) ne permettrait même pas d'atteindre un objectif Facteur 4 à l'horizon 2050. Atteindre la neutralité (carbone) nette nécessite une accélération rapide de l'action. Il est (au moins techniquement) possible d'atteindre un objectif de type facteur 4, voire facteur 5, à l'horizon 2050, avec notamment une large décarbonation du mix énergétique, une électrification des vecteurs énergétiques et une atténuation soutenue dans des secteurs dont les émissions ont encore été peu réduites jusqu'à présent, comme l'agriculture ou les transports ».

À la racine de ces exercices figure la raison, condition *sine qua non* de leur réussite. La rationalité des acteurs politiques, économiques et citoyens guidera nos actions collectives, loin de toute idéologie ou utopisme.

Par ailleurs, au cœur du triptyque cohabitent de puissants leviers et forces de rappel. Ainsi, il nous paraît important d'être réalistes dans le rythme attendu des changements de comportements et des mutations sociales au cours des trente prochaines années. Une approche raisonnée des innovations de rupture et du mix énergétique pourrait alléger le poids des transformations comportementales au profit des nouvelles technologies (dites « disruptives »). Parmi celles-ci figure, en bonne place, la capture (directement

au niveau des sources d'émission ou dans l'air ambiant), le stockage et l'utilisation du carbone, sans lesquels une neutralité carbone nette paraît un objectif hors d'atteinte.

Plus largement, des études coûts et bénéfiques des technologies et des énergies propres reposeront utilement sur des données issues des acteurs économiques et des experts, sans esprit de lobbyisme. À partir d'un objectif carbone central, des co-bénéfices de compétitivité, de préservation des ressources en eau, de la biodiversité et de la qualité de l'air pourront être pris en compte.

Les mécanismes de marché et des prix du carbone (s'appliquant à tous ou déterminés en interne au sein des entreprises) seront une variable d'ajustement essentielle, au même titre que le dimensionnement du puits carbone de la France. Une modélisation de la dynamique d'utilisation des terres (UTCATF) éclairera les débats sur les mutations de l'agriculture et de l'élevage, ainsi que sur celles de la gestion de la forêt et du bois.

#### Remerciements

*Nous tenons ici à remercier vivement les personnels de la DGEC et du CGDD, pour leurs conseils avisés et pour leur relecture attentive, ainsi que M. Franck Lecocq, directeur du CIREN, pour sa contribution.*

---

(13) Rapport de la journée d'étude du CITEPA sur la neutralité carbone, <http://www.citepa.org/images/jouet/2017/presentations/>