

POUR UNE NEUTRALITE TECHNOLOGIQUE DE L'ETAT

LE CAS DES MOTORISATIONS AUTOMOBILES

Rapport **ASTERES**

Pour le compte de **TADDEO**

Septembre 2017

A S T E R **è** S
p r o d u c t e u r d ' i d é e s

Le présent document a été commandité par Taddeo en vue d'alimenter la réflexion économique portant sur l'avenir du parc automobile français. Le cabinet Asterès a bénéficié d'une indépendance complète dans la conduite de ses analyses. **Les opinions exprimées dans cet exposé sont donc celles de ses auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du donneur d'ordre.**

Préambule

Le concept de **la neutralité technologique de l'Etat** gagne en popularité, notamment en France. Dans son rapport d'information sur l'offre automobile française, remis à l'Assemblée nationale en octobre 2016, Delphine Batho, députée des Deux-Sèvres et ancienne ministre de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, en fait mention pour justifier la convergence fiscale entre le diesel et l'essence.

Ce concept présente un intérêt pratique pour de nombreuses politiques publiques dès lors qu'elles s'appliquent à des domaines d'activité à fortes mutations technologiques.

Pour illustrer son intérêt, le présent rapport développe **le cas de l'industrie automobile**. Il démontre notamment qu'une neutralité technologique à l'égard des motorisations permet de respecter des objectifs ambitieux en matière d'émissions du parc automobile.

Ce rapport se structure en deux parties :

- La première, **qualitative**, étudie sous l'angle économique le concept de la neutralité technologique de l'Etat.
- La seconde, **quantitative**, démontre qu'un objectif ambitieux de réduction des émissions du parc automobile peut être respecté suivant différentes structures de motorisation.

Rédacteurs

Christophe Marques, économiste chez Asterès

Pierre Bentata, économètre, directeur-fondateur de Rinzen Conseil

Sous la direction de **Nicolas Bouzou**, directeur-fondateur d'Asterès

Synthèse

Les progrès continus, accélérés et croisés en matière de nanotechnologies, de biotechnologies, d'information et de communication alimentent **un déferlement d'innovations dans tous les domaines d'activité**. Ces progrès technologiques contribuent à **relever avec succès les grands défis environnementaux**, dont celui de la réduction à long terme des émissions de dioxyde de carbone.

Dans ce contexte, **la neutralité technologique de l'Etat constitue une véritable stratégie de politique publique pour optimiser l'impact des innovations sur la société et l'environnement**. Il s'agit pour l'Etat d'imposer des objectifs précis, tels que la réduction des émissions de polluants, et de laisser les acteurs privés libres d'innover quant aux moyens de les atteindre. Ce principe sur fonde ainsi sur **des normes de performance**, par opposition aux normes de moyens. La neutralité technologique n'exclut donc pas une intervention forte de l'Etat mais s'appuie sur un nouveau type de politiques de soutien à l'innovation.

Cette neutralité présente **deux intérêts majeurs** :

- N'étant pas pieds et mains liés par des moyens imposés, **les entreprises sont en mesure de parvenir à des solutions plus efficaces et moins coûteuses**. La neutralité promeut ainsi l'ingéniosité du secteur privé et l'oriente vers un objectif public donné.
- **La neutralité technologique contribue à prévenir l'obsolescence des lois**, dans un contexte où le rythme effréné des innovations impose des adaptations législatives aussi rapides que régulières.

L'alternative à la neutralité, la non-neutralité, suppose une prise de parti de l'Etat. Ce dernier cherche alors à imposer sa vision aux acteurs privés. S'il est clairvoyant, la collectivité bénéficiera de son action. En revanche, **si l'Etat se fourvoie, sa non-neutralité engendrera des effets économiques délétères et durables**. En imposant des choix technologiques, l'Etat limite la capacité des industriels à innover et concentre leurs investissements sur des solutions potentiellement sous-optimales, voire dommageables. Il peut en résulter des coûts à court terme, avec les subventions ; à moyen terme, avec une perte de compétitivité ; et à long terme avec une nécessaire réorientation future des choix industriels. Les soutiens à **la filière « diesel »** et à **la filière « photovoltaïque »** sont deux exemples marquants de stratégies publiques non-neutres aux effets collectivement préjudiciables.

La fabrication automobile est l'un des secteurs d'activité où la neutralité technologique de l'Etat semble la plus nécessaire. La grille 2017 du « bonus-malus » s'inscrivait à contrecourant des précédentes : l'Etat y favorisait les technologies électriques sans promouvoir en parallèle les véhicules thermiques les moins polluants. **La Loi de Finance 2018 s'inscrit davantage dans la logique de la neutralité technologique. Cette évolution est économiquement pertinente**. Bien que les véhicules électriques s'imposeront probablement dans le parc automobile à long terme, **la promotion des moteurs thermiques à faibles émissions demeure à ce jour la solution la plus accessible pour réduire les émissions du parc à court et moyen terme**. C'est ce que démontre l'observation rétrospective du parc au cours des quinze dernières années, ainsi que nos propres simulations sur l'avenir du parc.

Etude économique du concept de la neutralité technologique de l'Etat

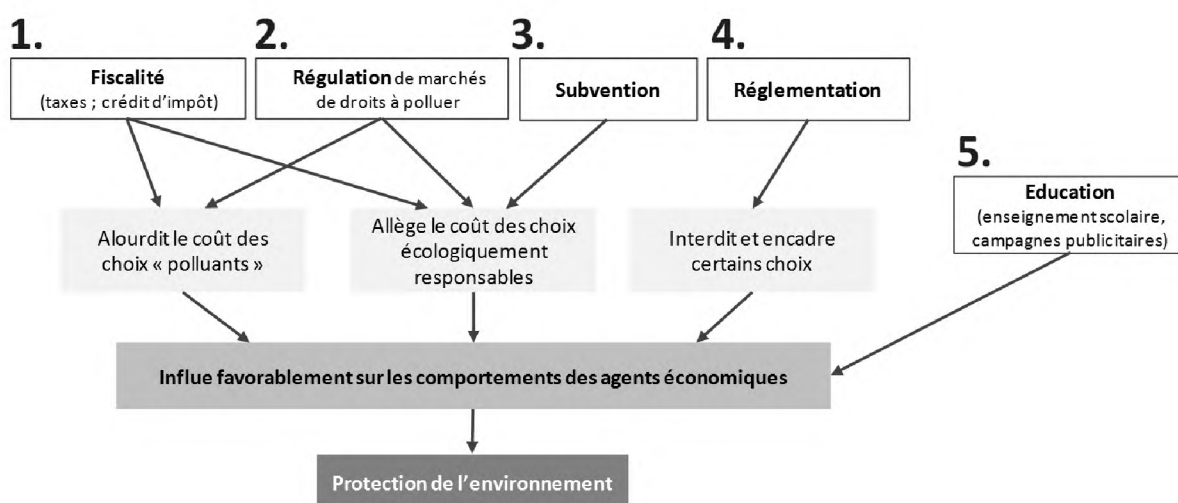
A la source du progrès technique, le libre choix et la concurrence

Dans quelle mesure un gouvernement doit-il influencer les comportements des entreprises et des citoyens ? Pour les économistes, **les marchés d'échange libres et concurrentiels optimisent la satisfaction des besoins et des désirs de la population**. Poussés par « la main invisible », les entreprises délivrent en effet des biens et services de qualité suffisante et à prix abordables, sans quoi ils ne pourraient écouler leur production et espérer un profit. **La concurrence les conduit à être toujours plus compétitives, avec pour corolaire un effort soutenu et permanent en matière d'innovation**. Depuis la révolution industrielle, le progrès technologique se trouve ainsi porté par les libertés d'agir, de choisir et d'innover, ainsi par les dynamiques concurrentielles qui en exacerbent les effets.

Les marchés sont toutefois loin d'être parfaits. Sans régulation, certains deviennent oligopolistiques, voire monopolistiques. Les externalités constituent une défaillance courante. De nombreuses activités économiques induisent des effets, désirables ou non, non régulés par le marché. **Une intervention de l'Etat pour influencer les décisions privées s'avère dès lors justifiée**. Le cas du tabac en est une parfaite illustration. Son commerce s'accompagne d'une sur-morbidité de la population, avec pour conséquence une sensible inflation des dépenses médicales. Or le prix de marché du tabac n'intègre pas ce surcoût collectif. L'Etat intervient alors en appliquant une taxe dite « pigouvienne », destinée à compenser cette défaillance de marché par une élévation contrôlée des prix.

L'Etat interfère avec les logiques de marché pour **promouvoir les activités à externalités positives**, telles l'éducation et la santé, et **modérer celles impliquant des effets externes néfastes**. Pour cela, les autorités publiques s'appuient sur cinq leviers : la réglementation, la régulation, la fiscalité, les subventions et l'information.

Les cinq leviers de la politique publique pour protéger l'environnement



Certaines activités, source à la fois d'externalités positives et négatives, appellent à l'application de politiques publiques parfois complexes. C'est le cas notamment des transports. La voiture individuelle, en facilitant les déplacements des consommateurs, promeut l'activité commerciale des territoires. En assurant la mobilité des travailleurs, elle optimise la gestion territoriale des ressources humaines. Son usage s'accompagne toutefois de pollutions atmosphériques, sonores et visuelles. **Le législateur se doit donc d'atténuer les effets indésirables** (les pollutions), **sans affaiblir les effets souhaités** (la mobilité), **ni compromettre le fonctionnement du marché**, en vertu duquel les constructeurs innovent incessamment pour mieux répondre à la demande et demeurer ainsi compétitifs. Un équilibre entre jeu de marché, porteur d'innovations et de progrès, et régulation publique est à trouver. Une action publique proportionnée et réfléchie est par cela requise. A cet égard, **le principe de la neutralité technologique de l'Etat peut constituer un compromis efficient entre régulation administrée et logiques de marché**. Autrement dit, il ne s'agit donc pas de réduire l'intervention de l'Etat mais seulement d'en modifier les contours pour un meilleur soutien à l'innovation.

La régulation du parc automobile : une politique complexe

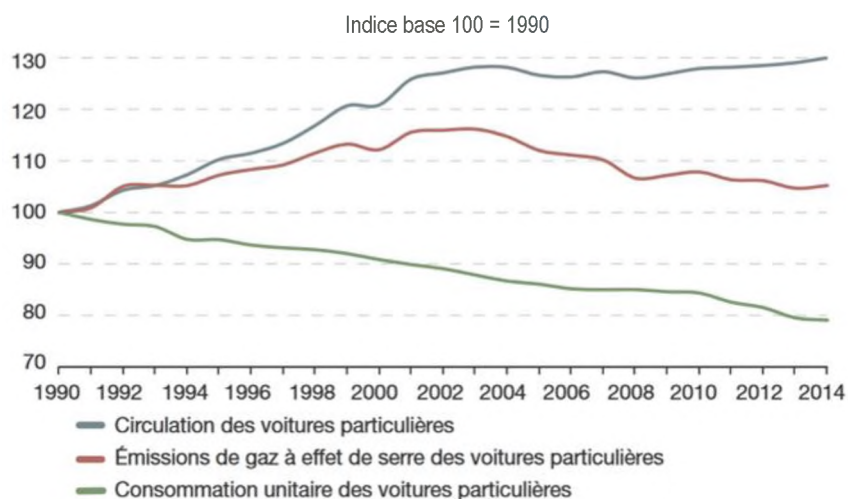
Dans le domaine des transports individuels, la gestion gouvernementale des externalités est à l'origine de nombreuses normes environnementales, dont les plus connues sont les normes européennes d'émission, dites « Euro ». Depuis le 1^{er} janvier 2008, un « **bonus-malus écologique** » à l'achat des véhicules s'applique par ailleurs. Cette mesure forte, décidée à l'issue du Grenelle de l'environnement de 2007, vise à **réduire les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) du parc automobile sans compromettre la mobilité des Français**. Pour cela, le « bonus » réduit le coût relatif des véhicules peu polluants quand le « malus » augmente celui des plus polluants. L'efficacité du dispositif repose sur deux effets complémentaires :

- **Les acheteurs sont encouragés à sélectionner des véhicules à faibles émissions.**
- **L'innovation des constructeurs en matière de performance énergétique s'en trouve stimulée bien au-delà des exigences des règlements sur la réduction des émissions de CO₂.**

Le gouvernement a réformé le « bonus-malus » en 2016, avec une application du nouveau barème au 1^{er} janvier 2017.¹ **Bénéficiant auparavant à toutes les automobiles émettant moins de 105 grammes de CO₂ par kilomètre,² quelle que soit la motorisation, le nouveau barème ne bénéficie plus qu'aux seuls véhicules électriques et hybrides.** Le « bonus » 2017 s'élevait ainsi à 6 000 euros pour les premiers et à 1 000 euros seulement pour les seconds. Si l'achat s'accompagne d'une mise à la casse d'un véhicule diesel de plus de dix ans, l'aide est majorée. Elle atteint alors 10 000 euros pour les véhicules électriques et 3 500 euros pour les hybrides. Les achats de véhicules thermiques à faibles émissions ne bénéficient quant à eux plus d'aucune aide.

Cette configuration traduit un parti pris de l'Etat, celui que la baisse des émissions du parc automobile doit résulter de solutions électriques. Jusqu'alors, le « bonus-malus » avait pourtant soutenu la réduction des émissions en confortant le remplacement des véhicules anciens par des voitures thermiques neuves et peu polluantes. Entre 2000 et 2014, la consommation unitaire moyenne du parc s'est ainsi réduite de 13% et son émission de gaz à effet de serre a diminué de 6%.³

Evolution de la circulation, de la consommation et des émissions de gaz à effet de serre des voitures particulières



Sources : SOeS, CCTN (juillet 2016) ; Citepa, format Secten (avril 2016)

La grille 2017 du « bonus-malus » s'inscrivait à contrecourant des précédentes. **L'Etat favorisait ainsi les technologies électriques sans promouvoir en parallèle les véhicules thermiques les moins polluants.** Or, bien que les véhicules électriques s'imposeront probablement dans le parc automobile à long terme, **la promotion des moteurs thermiques à faibles émissions demeure à ce jour la solution la plus crédible pour réduire les émissions du parc à court et moyen terme.**

C'est la raison pour laquelle **le Gouvernement a prévu, dès 2018, de refaire un pas vers la convergence technologique.** Le bonus sera moindre qu'en 2017 pour l'achat d'un véhicule électrique mais augmenté pour un hybride essence et introduit pour un hybride diesel ainsi que pour les 2/3 roues électriques. Il sera aussi étendu aux ménages non assujettis à l'IRPP.

¹ Articles D251-7 à D251-13 du code de l'énergie.

² Pour comparaison, l'émission moyenne du parc roulant était de 159 grammes de CO₂ par kilomètre en 2012 (MEEM, 2016).

³ Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (MEEM). « Chiffres clés de l'environnement ». Edition 2016. Février 2017.

Pour une neutralité technologique de l'Etat

La neutralité technologique de l'Etat est une notion théoriquement simple, suivant laquelle **le régulateur impose des obligations de performances, mais non de moyens**. Cette neutralité n'exclut donc pas une intervention forte de l'Etat mais s'appuie sur un nouveau mode de soutien à l'innovation. Conférant aux politiques publiques une souplesse favorable à l'innovation et à l'efficacité des solutions, **ce principe gagne en popularité**. En 2009, l'administration Obama s'est ainsi prononcée en sa faveur, appelant son gouvernement à préférer autant que faire se peut les **normes de résultats** (« *performance standards* ») aux **normes de moyens** (« *design standards* »).⁴ **En 2016, le rapport parlementaire français sur l'offre automobile s'est également positionné en sa faveur.**⁵ Ce rapport fait état un « *consensus bien établi* » en ce qui a trait au traitement fiscal du diesel et de l'essence. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), les associations de consommateurs et les constructeurs soutiennent en effet un rapprochement progressif des prélèvements sur le diesel et l'essence, désormais également promue par l'actuel Gouvernement. L'Union européenne a quant à elle institué une neutralité technologique des fréquences en mai 2016.⁶

Ce principe de neutralité poursuit deux objectifs fondamentaux dans un contexte de mutations technologiques turbulentes :

1. Lutter contre les externalités négatives par l'ingéniosité des acteurs privés.
2. Etablir des lois flexibles destinées à rester efficaces dans le temps.

Lutter contre les externalités négatives par l'innovation

La neutralité technologique est une stratégie publique efficace pour minimiser les effets indésirables liés aux activités économiques. Suivant ce principe, le régulateur impose des normes de résultats sans se prononcer sur les moyens. **Il revient alors aux entreprises d'atteindre les résultats dictés en utilisant ou en développant les technologies de leur choix.** Les travaux de Brayer (1982)⁷ et de Besanko (1987)⁸ montrent que, n'étant pas pieds et mains liés par des moyens imposés, les entreprises sont en mesure de parvenir à des solutions plus efficaces et moins coûteuses. A l'inverse, en présence de moyens imposés, les innovateurs s'épargnent la peine de rechercher et d'expérimenter de nouvelles solutions. Pour cette raison, **les spécialistes de l'économie de l'environnement, qu'ils soient libéraux ou non, privilégient les mesures sur les objectifs et non sur les moyens.**⁹

La liberté technologique favorise l'entrée de nouveaux acteurs sur le marché. Fortes de technologies innovantes, voire « *disruptives* », de nouvelles entreprises peuvent rapidement s'imposer. En cas de politique non-neutre, l'arrivée de concurrents est en revanche contrainte car leurs procédés doivent correspondre à ceux dictés par le législateur. Cette limitation est d'autant plus prégnante que les acteurs historiques, en

⁴ Obama, B. « Improving regulation and regulatory review ». Executive order No. 13563. Janvier 2011.

⁵ Assemblée nationale. Rapport d'information sur « l'offre automobile française dans une approche industrielle, énergétique et fiscale ». Rapport présenté par les députées Sophie Rohfritsch et Delphine Batho. Octobre 2016.

⁶ Gueugneau, R. « Télécoms : l'Europe libère les fréquences ». Les Echos. 25 mai 2016.

⁷ Breyer, S. *Regulation and its reforms*. Harvard University Press. 1982.

⁸ Besanko, D. « Performance versus design standards in the regulation of pollution ». *Journal of Public Economics*, n°34. Mai 1987.

⁹ Voir notamment : M. Faure, *L'analyse économique du droit de l'environnement*, Bruylant, 2007 ; A. Ogus, *Regulation, Legal form and Economic Theory*.

discussion avec les autorités, militent parfois, à défaut de normes de performance, pour que les technologies retenues concordent avec leurs propres avantages compétitifs.

La neutralité technologique peut s'appliquer aux cinq leviers de la politique publique précédemment présentés : la réglementation, la régulation, la fiscalité, les subventions et l'information. Ce principe appliqué au secteur automobile serait donc multiforme :

- **Les ventes de voitures neuves se verraient attribuer un « bonus », ou un « malus », non pas suivant leur motorisation mais suivant leurs capacités à réduire les émissions du parc**, ce qui suppose une grille de subventions n'excluant pas les véhicules thermiques à faibles émissions.
- **Les normes européennes d'émission seraient identiques pour tous les véhicules, quelle que soit la motorisation**. Actuellement, ces normes diffèrent entre diesel et essence. Cette distinction nous semble néanmoins justifiée car elle permet d'optimiser la performance environnementale suivant des spécifications adaptées aux avantages et faiblesses propres à ces deux motorisations.
- En l'absence d'une justification environnementale à l'avantage fiscal du diesel, **les prélèvements sur le gazole et l'essence seraient à égaliser**.¹⁰
- **La mesure des émissions se réaliserait non plus seulement du réservoir à la roue, comme c'est actuellement le cas, mais également du puits à la roue** (« *well-to-wheel* »). Pour les véhicules électriques, les impacts environnementaux de la production d'électricité (exploitation d'uranium, impacts des barrages hydrauliques, émissions des centrales à charbon, etc.) devraient être pris en compte pour une comparaison plus juste avec les impacts environnementaux et sanitaires des véhicules thermiques.
- **Le champ de la neutralité pourrait être étendu aux subventions publiques allouées à la recherche et développement**. Les aides en matière de recherche doivent en effet veiller à ne pas encourager une technologie en particulier mais, suivant les choix des acteurs privés, un ensemble hétérogène de solutions crédibles.

Encadré **Une mise en pratique ancienne et payante : le cas de la géolocalisation marine**

Jusqu'au 18^{ème} siècle, les navigateurs se géolocalisaient par l'observation des astres et n'avaient qu'une idée approximative de leur position longitudinale. L'avitaillement des navires était alors complexe et les naufrages fréquents. En 1707, incapables de déterminer précisément leur position, 2 000 marins anglais perdirent ainsi la vie. Cet accident, conjugué aux ambitions de suprématie maritime des Britanniques, mena en 1714 au vote du Longitude Act.

Cette loi introduisit une récompense substantielle à quiconque apporterait une solution simple et sûre au défi de la géolocalisation en mer. Le gain était proportionnel à la précision apportée : 10 000 livres pour une erreur inférieure à 60 miles, 15 000 pour moins de 40 miles et 20 000 pour moins de 30 miles. **Un comité d'experts, constitué pour l'occasion, nourrissait la conviction que la solution viendrait de l'astronomie**. Après tout, la latitude se mesurait de longue date par la seule observation des astres et la longitude était grossièrement approximée par les distances lunaires. Les experts espéraient donc la constitution de cartes lunaires plus précises. Finalement, **la solution vint d'un tout autre domaine : l'horlogerie**, avec l'invention du chronomètre de marine par John Harrison. La connaissance précise de l'heure durant les voyages permit une navigation astronomique aisée et sûre ; un atout déterminant en pleine période d'essor colonial.

A l'attention des décideurs politiques, une leçon de valeur se dégage de cette anecdote. **Un gouvernement peut avoir cerné un problème avec justesse tout en se méprenant sur la solution à y apporter. Néanmoins, en laissant le marché en explorer d'autres, il s'assure le meilleur résultat que puisse produire la société.**

¹⁰ Il s'agit de l'une des conclusions du rapport parlementaire sur l'offre automobile française.

Permettre à la loi de s'adapter en continu aux évolutions technologiques

Les progrès continus, accélérés et croisés en matière de nanotechnologies, de biotechnologies, d'information et de communication alimentent un déferlement d'innovations dans tous les domaines d'activité.¹¹ **Cette évolution rend nécessaire des adaptations législatives rapides et régulières.** Or l'adoption et la modification des lois, résultant de réflexions approfondies et de débats, sont un processus démocratique particulièrement lent. Dès lors, il apparaît préférable de privilégier des lois flexibles et efficaces dans le temps.

Le rythme soutenu des innovations renforce par ailleurs **les incertitudes** pour les décideurs, publics comme privés. La manière de légiférer doit en prendre compte. A cet égard, **la neutralité technologique des lois contribue à prévenir leur obsolescence et leur confère une flexibilité favorable à l'esprit d'initiative.** De fait, ce principe s'oppose à une technicisation exagérée du droit.

Bien que la neutralité technologique de l'Etat soit un concept récent, **elle correspond à une forme de rédaction législative ancienne et répandue**, mais auparavant non nommée. La grande majorité des lois, ne faisant spécifiquement référence à aucune technologie, sont en effet « neutres ».¹² A présent baptisée, cette pratique peut se poursuivre en pleine conscience du législateur. **Une étape de réflexion volontaire pourrait notamment être introduite dans le processus de rédaction des lois.** Il s'agirait d'étudier le caractère neutre des projets de loi, ainsi que les enjeux de la neutralité pour les entreprises, les consommateurs et la dynamique d'innovation.

Encadré Pour une neutralité technologique de la Hadopi

Une réflexion sur la neutralité technologique de la loi Création et Internet de 2009 aurait pu conduire à une plus grande efficacité de la Haute autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur internet (Hadopi).

A sa création, la Hadopi s'est vu conférer un champ d'intervention limité aux échanges sur les réseaux de pair à pair. A l'époque, ces réseaux constituaient le principal mode de piratage de musiques et de films sur internet. Sous l'action de la Hadopi, un déversement des téléchargements s'est toutefois opéré sur d'autres modes non couverts par cette autorité, tels que le *streaming* et le téléchargement direct.

Centrée sur les réseaux de pair à pair, suivant une norme de moyens, la Hadopi présente un bilan contrasté.¹³ Le sénateur Loïc Hervé (UDI), co-auteur du rapport d'information sur la Hadopi, déclarait en 2015 : *« son énorme défaut, c'est de ne pas être armée pour lutter contre le streaming, qui aujourd'hui représente l'essentiel de la consommation illégale. C'est pourquoi il faut élargir son champ d'intervention ».*

Une extension de ses compétences suivant une norme de résultats, plutôt que de moyens, permettrait de couvrir tous les modes illégaux de téléchargement, notamment les plus confidentiels, ainsi que ceux n'existant pas encore.

¹¹ L'actuelle révolution des NBIC s'appuie sur quatre domaines scientifiques en pleine effervescence : les nanotechnologies (N), les biotechnologies (B), l'informatique (I) et les sciences cognitives (C). Par synergie, ces spécialités forment un puissant moteur de croissance économique. Etant multi-usages, les NBIC s'étendent progressivement à l'ensemble des domaines d'activité. Elles font évoluer les modes de production, les offres et les attentes des consommateurs.

¹² Voir notamment Vincent Gautrais, *Neutralité technologique. Rédaction des lois face aux changements technologiques*. Montréal. Edition Thémis. 2012.

¹³ Dans ce cas de figure, les normes de moyens représentent les modes de téléchargement utilisés par les internautes. La norme de résultat correspond au délit : l'accès illégal à une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Des consommateurs bénéficiaires de technologies plus proches de leurs besoins et à moindre coût

Comme nous l'avons vu, la neutralité technologique des politiques publiques permet aux entreprises de parvenir à des solutions plus efficaces et moins onéreuses. Elle favorise en outre la concurrence avec l'arrivée de technologies alternatives. **Du fait de coûts de production réduits et de vives dynamiques concurrentielles, la neutralité technologique de l'Etat favorise la modération des prix.** Toutes choses égales par ailleurs, le pouvoir d'achat des ménages s'en trouve augmenté.

Encadré **La neutralité technologique des fréquences : une réponse à l'essor de l'économie numérique**

Le principe de la neutralité technologique s'est trouvé une application concrète dans le domaine des télécoms en mai 2016, avec la « libéralisation » des fréquences hertziennes au sein de l'Union européenne. Auparavant, chaque bande de fréquence était vouée à une technologie donnée. Les bandes 800 et 2.600 MHz étaient par exemple dévolues à la 4G quand la bande 2.100 MHz était dédiée à la 3G. Depuis mai 2016, les acteurs des télécoms peuvent utiliser les bandes de leur choix pour l'usage qu'ils préfèrent. Les opérateurs de téléphonie mobile peuvent ainsi accélérer le déploiement de la couverture 4G, dont l'objectif est de fournir plus de débit à leurs abonnés. L'essor de l'économie numérique s'en trouve favorisé. **Grâce à cette neutralité technologique des fréquences, les futures technologies de transmission vont pouvoir se déployer plus rapidement et à moindre coût pour les opérateurs et les consommateurs.**

Un principe théoriquement simple, non sans inconvénients

Pertinente à bien des égards, **la neutralité technologique de l'Etat présente néanmoins des inconvénients. Elle peut notamment se révéler complexe à appliquer.**

D'une part, **son efficacité repose sur la capacité de l'Etat à définir un objectif équilibré :**

- Des exigences trop détaillées et ambitieuses ont pour effet de restreindre le nombre de procédés susceptibles de les atteindre. Bien qu'aucun moyen ne soit alors imposé, la logique de neutralité et son efficacité s'en trouvent affaiblies.
- A l'inverse, plus les exigences sont générales et souples, plus les possibilités techniques sont importantes. L'impact en matière de lutte contre les externalités négatives s'en trouve cependant atténué.

La meilleure technique suivant un critère donné peut s'avérer néfaste suivant des critères annexes. Dès lors, il peut être nécessaire d'encadrer par voie législative certaines pratiques en particulier, ce qui a pour effet d'affaiblir le principe de neutralité et de complexifier la rédaction des lois. **Ce degré supérieur de complexité, qui va de pair avec un affaiblissement de la neutralité, peut n'être que le reflet d'une situation à réguler elle-même particulièrement complexe.**

Les normes de résultats peuvent se révéler difficiles à appréhender pour les petites et moyennes entreprises, quand les normes de moyens sont sans ambiguïté. Pour

atténuer ce défaut, le régulateur peut fournir, à titre d'information, des exemples de technologies permettant de répondre à ses attentes.¹⁴

Le contrôle de la performance des diverses solutions proposées par les acteurs privés peut s'avérer complexe et onéreux pour les autorités, surtout à l'égard des technologies de pointe. Le « dieselgate » est une illustration récente des difficultés à assurer en toute situation un contrôle de qualité.

L'Etat contre « la main invisible » : les travers de la non-neutralité

L'Etat peut forcer un marché à se structurer suivant sa propre vision. Son interventionnisme est alors affirmé et conduit à des règles non-neutres technologiquement. **Si l'Etat se fourvoie, sa stratégie sera coûteuse pour l'industrie et les consommateurs.** Il en résultera notamment des investissements sous-optimaux, des innovations « perdues » et une compétitivité dégradée.

Plus le degré d'incertitude sur les technologies à venir est fort, plus l'Etat est susceptible de se tromper, et plus sa neutralité est essentielle. A l'inverse, en cas d'évolutions technologiques raisonnablement anticipées, ou bien de technologies peu évolutives, l'Etat ne prendra alors qu'un risque modéré s'il impose une obligation de moyens plutôt que de résultats.

L'impact de son choix sur l'économie demeurerait toutefois moins favorable qu'en situation de neutralité. Plus il y a de liberté pour la créativité, i.e. plus les agents sont en mesure de chercher des réponses nouvelles, plus ils apportent des informations aux autres qui vont à leur tour les utiliser pour agir et développer des solutions innovantes. **L'innovation se répand ainsi plus rapidement dans un marché libre que dans une économie planifiée.**

La non-neutralité de la fiscalité des carburants : une erreur aux conséquences industrielles lourdes

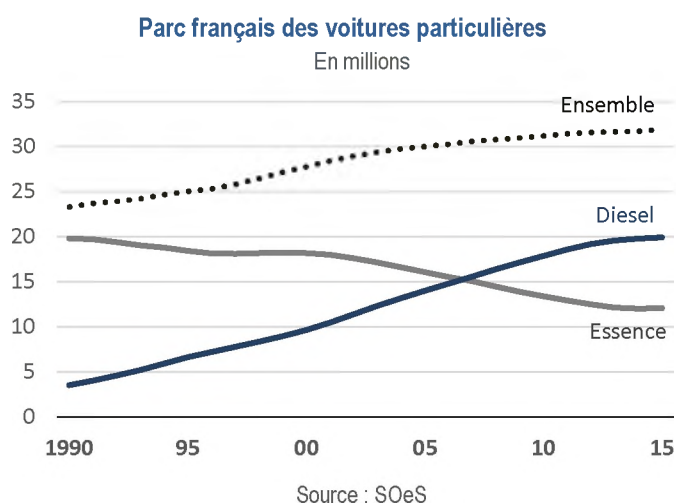
De par sa politique fiscale en matière de carburant, **l'Etat français a activement promu la « diélisation » du parc automobile.**¹⁵ Cette situation fiscale, qui perdure aujourd'hui, ne résulte pas d'une vision stratégique de l'Etat. Elle trouve son origine dans un besoin historique, celui de la reconstruction du pays suite à la seconde guerre mondiale. Pour soutenir cet effort national, des avantages fiscaux ont été octroyés au diesel à la fin des années 1940. A l'époque, seuls les véhicules utilitaires fonctionnaient au gazole. Pour soutenir les transporteurs routiers, les artisans et les agriculteurs, les successifs gouvernements ont par la suite maintenu et renforcé ces avantages.

Ce cadre fiscal a logiquement encouragé les constructeurs à proposer une gamme complète de voitures particulières fonctionnant au diesel. A partir des 1980, l'industrie a massivement investi dans la recherche en matière de motorisation diesel, ainsi que dans des lignes de production spécifiques. **Le développement de technologies « essence » plus propres et performantes a logiquement pâti de cette concentration des investissements dans le diesel.**

¹⁴ Hemenway, D. « Performance versus design standards ». National bureau of standards. US Department of commerce. 1980.

¹⁵ Les informations de cette sous-section proviennent du rapport parlementaire sur l'offre automobile française (2016).

En conséquence, depuis 1991, il se vend en France plus de véhicules diesel que de véhicules à essence. En 2008, trois quarts des voitures neuves vendues avaient une motorisation diesel. Or si l'usage de cette technologie peut être, suivant les cas, avantageux, il ne l'est pas pour une part aussi importante des Français.



Prenant acte des implications économiques et sanitaires de l'avantage octroyé au diesel,¹⁶ le gouvernement privilégie depuis 2015 une neutralité technologique de sa fiscalité en matière de carburant. Pour lisser l'impact financier sur les ménages propriétaires d'un véhicule diesel et ne pas déstabiliser l'industrie automobile française, la convergence fiscale se veut progressive. L'actuel gouvernement prévoit ainsi une égalisation des taux à horizon 2022.¹⁷

La non-neutralité à l'égard du prix de l'énergie solaire : essor et déclin de la filière française des panneaux photovoltaïques

Marginale en 2009, la filière française des panneaux photovoltaïques s'est fortement développée en 2010 et 2011 sous l'effet d'une politique d'achat public de l'énergie solaire particulièrement encourageante. L'ambition de l'Etat était de faire émerger un secteur technologique d'avenir, source de richesses, d'emplois et tête de proue de la transition énergétique française.

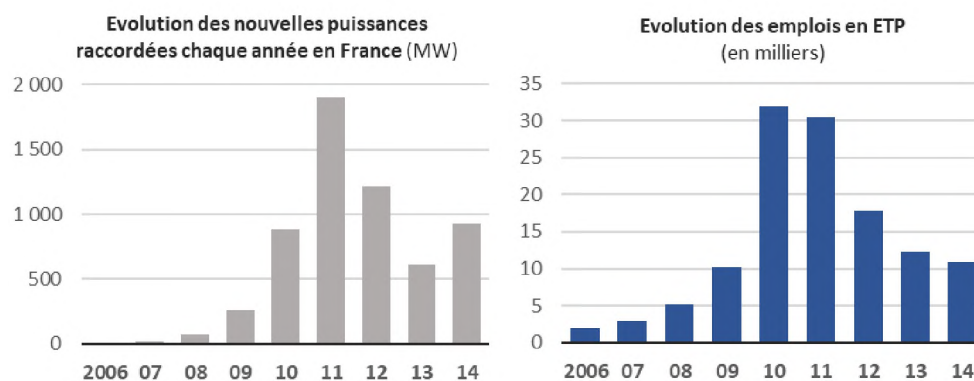
En dépit d'une explosion des installations de panneaux en 2011, **le bilan s'est toutefois révélé insatisfaisant**, tant sur le plan environnemental que sur celui de l'emploi. Les fabricants chinois ont inondé le marché de panneaux à bas coût et conçus de manière non écologique. Subissant de front cette concurrence, **les fabricants français n'ont pu bénéficier à plein de l'aide gouvernementale.**

Les gains pour la filière n'ayant pas été à la hauteur des coûts engagés, l'Etat a réformé sa politique de subvention à plusieurs reprises. En réaction, le marché s'est sensiblement replié dès 2012, avec une chute des nouvelles puissances raccordées de

¹⁶ Les effets néfastes sur la santé des particules fines issues des moteurs diesel sont connus depuis deux décennies. En 1997, un rapport du CNRS, non publié, mettait en évidence le lien entre les particules émises par les moteurs diesel et le risque de cancer des voies respiratoires (Stéphane Foucart, « Comment un rapport du CNRS sur l'impact du diesel sur la santé a été enterré ». Le Monde, 30 mars 2016). Il a toutefois fallu attendre 2011 pour que soit systématiquement installé un filtre à particule sur les véhicules neufs. Le défi environnemental du diesel n'est depuis lors plus celui des émissions de particules fines mais des émissions d'oxydes d'azote. En juin 2012, l'Organisation mondiale de la santé a classé les gaz d'échappement des moteurs diesel parmi les produits cancérigènes certains pour les humains.

¹⁷ Déclaration du premier ministre, Edouard Philippe, lors de son discours de politique générale. Avril 2017.

36%. Les effectifs employés dans le secteur se sont effondrés (-41% en 2012). *In fine*, le secteur comptait autant d'emplois en 2014 qu'en 2009.¹⁸



Source : rapport Ademe (2015)

La neutralité technologique de l'Etat : un atout compétitif à systématiser

Les progrès accélérés et croisés en matière de nanotechnologies, de biotechnologies, d'information et de communication alimentent un déferlement d'innovations dans tous les domaines d'activité. **Ces progrès confèrent aux constructeurs d'automobiles de nouvelles solutions pour améliorer continuellement les performances de leurs produits.** Dans ce contexte, il est primordial de ne pas restreindre les options technologiques à leur disposition. La neutralité des politiques publiques s'avère pour cela fondamentale. En promouvant une pluralité de solutions explorées, cette neutralité favorisera l'émergence de solutions ingénieuses pour renforcer dans le temps la performance énergétique des motorisations, et minimiser leur impact sur l'environnement et la santé publique. L'industrie automobile française verrait en conséquence sa compétitivité prix et hors-prix se renforcer. **Cette logique, vraie dans le domaine de l'automobile, l'est également pour tous les secteurs prenant appui sur des technologies de pointe.**

¹⁸ Ademe. « Filière photovoltaïque française : bilan, perspectives et stratégie ». Septembre 2015.

Etude quantitative

Une neutralité technologique de l'Etat permettrait d'atteindre les objectifs d'émissions carbone du parc automobile à horizon 2030

Quelles que soient les évolutions envisageables des ventes de véhicules électriques à horizon 2030, **les nouvelles générations de véhicules thermiques, à faibles émissions, contribueront pour beaucoup à la diminution des émissions du parc automobile.**

Pour que l'Europe soit conforme à ses objectifs définis lors de la COP 21, l'émission de CO₂ moyenne des véhicules en circulation devrait baisser de 29% entre 2015 et 2028, et atteindre 99,9 g par kilomètre d'ici 2030.¹⁹ **Cet objectif peut être atteint suivant différentes structures technologiques du parc automobile.** Le volume de voitures exclusivement électriques nécessaire à son respect est en effet d'autant plus faible que celui des voitures thermiques à faibles émissions est important. Dès lors, **l'application par l'Etat du principe de neutralité technologique pourra contribuer favorablement à la réduction des émissions.** Cela suppose que les ventes de véhicules thermiques neufs et peu polluants soient, à l'instar des véhicules électriques, encouragées par un bonus. Le montant de l'aide devrait être idéalement fonction de la performance environnementale des véhicules, indépendamment de la technologie employée.

Pour démontrer notre propos, nous analysons **quatre scénarii d'évolution du parc à horizon 2030.** Nous nous concentrons sur la complémentarité entre les véhicules exclusivement électriques et les véhicules thermiques à faibles émissions (au plus 99,9 g de CO₂ par kilomètre). Pour parvenir à la démonstration souhaitée, il n'est pas nécessaire de faire varier, d'un scénario à l'autre, le poids relatif des technologies hybrides dans le parc à horizon 2030. Si l'objectif d'une émission moyenne de 99,9 grammes peut être atteint en augmentant la part des véhicules thermiques les moins polluants, alors cette cible est également atteignable par une forte diffusion des véhicules hybrides, qu'ils soient rechargeables ou non. N'étant pas en mesure d'anticiper les inévitables fluctuations des politiques publiques à moyen-terme, nous devons supposer dans nos scénarios une grille de bonus-malus fixe dans le temps.

Notre **scénario central** se fonde sur les anticipations du ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et de la Mer. Parce qu'il simule la stratégie gouvernementale en cours d'exécution, il suppose des aides à l'achat accessibles aux seuls véhicules électriques (6 000 euros) et hybrides rechargeables (1 000 euros). Sous ce scénario, l'objectif d'une

¹⁹ D'après la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), l'objectif est d'atteindre une baisse de 29% entre 2015 et 2028. En partant d'une émission moyenne de 147,7 g/km en 2015 (MEEM, 2016), cela signifie que le niveau d'émission moyen sera de 104,9 g/km en 2028. Nous prolongeons cette tendance de manière linéaire pour aboutir à 99,9 g/km en 2030. Voir SNBC, *Spécial COP 21 – Les engagements nationaux de la France* (www.gouvernement.fr/special-cop-21-les-engagements-nationaux-de-la-france-3390) et MEEM. *Projections de la demande de transport sur le long terme*, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. Juillet 2016.

émission moyenne à 99,9 grammes de CO₂ en 2030 est atteint avec un parc automobile composé à 4% de véhicules électriques, soit 1,3 million d'unités en circulation.

Les **trois scénarii alternatifs** (plus conformes à ce que devraient être les effets des incitations fiscales à partir de 2018) étudient la possibilité d'atteindre cet objectif avec « seulement » 500 000 (scénario A) et 250 000 véhicules électriques (scénarii B et C). Dans le scénario B, seule la complémentarité entre voitures électriques et voitures thermiques à faibles émissions est envisagée tandis que l'apport des véhicules hybrides est étudié dans le scénario C. Avec de tels paramètres, **la cible peut être atteinte à condition de promouvoir les véhicules thermiques émettant moins de 99,9 g de CO₂ par kilomètre dans les scénarii A et B. Dans le scénario C, une forte augmentation des véhicules hybrides permet d'atteindre l'objectif même si la réduction des émissions des véhicules thermiques est plus lente.**

Le bilan budgétaire de l'Etat, pour la période 2018-2030 a été évalué pour chaque scénario. Ce bilan prend en considération les dépenses nettes liées aux bonus et malus écologiques, les recettes fiscales énergétiques (impôts sur l'électricité, l'essence et le gazole), ainsi que la TVA sur les ventes de véhicules.

Le scénario central, qui comprend le plus de voitures électriques, apparaît être le plus rentable pour l'Etat. Cette situation s'explique toutefois par une structure insatisfaisante du parc automobile. En effet, pour un objectif d'émissions fixe (99,9 grammes de CO₂ par kilomètre), plus le nombre de véhicules électriques est important, moins la proportion de véhicules thermiques à faibles émissions se doit d'être élevée (d'autant que, dans le scénario central, leurs achats ne sont pas supportés par un bonus). Les véhicules les plus polluants sont en conséquence plus nombreux. Or ce sont eux qui génèrent le plus de recettes fiscales énergétiques.

Inversement, quand le nombre de véhicules électriques se réduit, le respect de l'objectif d'émissions suppose une forte progression des véhicules thermiques peu polluants. A partir de ces véhicules, l'Etat obtient cependant moins de recettes fiscales énergétiques.

A supposer un contexte où les véhicules électriques et les véhicules thermiques peu polluants prédomineraient ensemble (autrement dit, sans qu'une montée de l'un soit compensée par une baisse de l'autre), l'Etat endurerait une sensible dégradation de sa situation financière.

Impact des différents mix énergétiques sur les finances publiques

	Scénario Central 1,3 millions d'électriques	Scénario A 500 000 électriques	Scénario B 250 000 électriques	Scénario C 250 000 électriques / forte hausse des PHEV
Répartition du parc				
EV	4%	1,6%	0,8%	0,8%
HEV	6%	6%	6%	6%
PHEV	4%	4%	4%	16,7%
VT	86%	88,4%	89,2%	73,5%
dont diesel	51%	51,2%	51,4%	48,6%
dont essence	37%	37,2%	37,8%	24,9%
VT > 99,9 g de CO ₂ /km	100%	70%	30%	100%
VT < 99,9 g de CO ₂ /km	-	30%	70%	-
Dépenses et recettes publiques (mds €)				
Coût net bonus/malus	- 3,62	- 4,26	- 7,36	- 2,81
Recettes fiscales énerg.	146,75	144,28	137,04	149,46
TVA achats neufs	64,29	63,03	62,63	61,97
Valeur actualisée	207,42	203,06	192,31	208,62

Note : le parc est considéré comme stable, représentant 32,3 millions de véhicules. Le taux d'actualisation retenu est 4,5%, représentant la moyenne des taux d'actualisation retenus dans les études relatives à l'évolution du parc automobile, déflatée des prévisions d'inflation de la Banque Mondiale. Voir Windish (2013). EV = véhicules électriques. HEV = véhicules hybrides. PHEV = véhicules hybrides rechargeables. VT = véhicules thermiques.

Notons que les résultats des simulations sont sensibles aux hypothèses retenues.²⁰

²⁰ Voir Annexe 2.

Scénario central

1,3 million de véhicules électriques en 2030

Un rapport du Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et de la Mer (MEEM), publié en juillet 2016, estime que les véhicules « alternatifs » se développeront rapidement jusqu'en 2030.²¹ A cette date, d'après le MEEM, le parc automobile français serait alors constitué de :

- 4% de véhicules électriques ;
- 4% et 6% d'hybrides et hybrides rechargeables, respectivement ;
- 24% de véhicules diesel ;
- 62% de véhicules essence.

Ce rapport anticipe par ailleurs que l'émission moyenne combinée de CO₂ des véhicules thermiques et hybrides passera de 159 g par kilomètre en 2012 à 102 g en 2030. Les émissions des hybrides rechargeables et non rechargeables seraient à cet horizon respectivement de 50 et 75 g de CO₂ par kilomètre, ce qui signifie que les émissions moyennes des véhicules thermiques s'élèveront à 106,9 g de CO₂.²² Ainsi, en prenant en considération le parc escompté de véhicules électriques et hybrides par le MEEM, l'émission moyenne de CO₂ par kilomètre s'établirait à 97,9 g en 2030, soit un seuil légèrement inférieur aux 99,9 g nécessaires au respect de l'objectif défini à la COP 21.

Les émissions totales du parc total, toutes technologies confondues, considéré comme stable et constitué de 32,3 millions de véhicules, sont évaluées de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 = & 4\% \text{ du parc} \times 0 \text{ g} && \text{véhicules électriques} \\ & + 6\% \text{ du parc} \times 50 \text{ g} && \text{véhicules hybrides rechargeables} \\ & + 4\% \text{ du parc} \times 75 \text{ g} && \text{véhicules hybrides non rechargeables} \\ & + 86\% \text{ du parc} \times 102 \text{ g} && \text{véhicules thermiques} \\ = & 97,9 \text{ g/km} \end{aligned}$$

Pour réaliser cet objectif, suivant les hypothèses d'émissions du MEEM, **les véhicules électriques devraient représenter 1,293 million d'unités.**²³

Au vu de l'état actuel du parc, la répartition en 2030 prévue par le MEEM implique une évolution annuelle de :

- 28% pour les véhicules électriques ;
- 43% pour les hybrides rechargeables ;
- 20% pour les hybrides non rechargeables ;
- les GPL seraient amenés à disparaître, leur nombre baissant de 79% par an.

A partir de ces hypothèses, les ventes annuelles de véhicules thermiques s'obtiennent par solde. Nous supposons pour cela un parc automobile stable sur la période, avec 32,3 millions de véhicules, dont 2 millions sont remplacés chaque année.²⁴ Nous formulons

²¹ MEEM. *Projections de la demande de transport sur le long terme*, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. Juillet 2016.

²² L'émission moyenne des thermiques et hybrides (représentant 96% du parc) étant évaluée à 102 g, et les hybrides rechargeables (6% du parc) et non rechargeables (4% du parc) émettant respectivement 50 g et 75 g, l'émission moyenne des thermiques (86% du parc) est alors estimée de la façon suivante : $\text{CO}_2 = (102 \text{ g} \times 96\% - (6\% \times 50 \text{ g} + 4\% \times 75 \text{ g})) / 86\% = 106,9 \text{ g}$.

²³ Les hypothèses retenues pour chaque scénario sont résumées en Annexe 1.

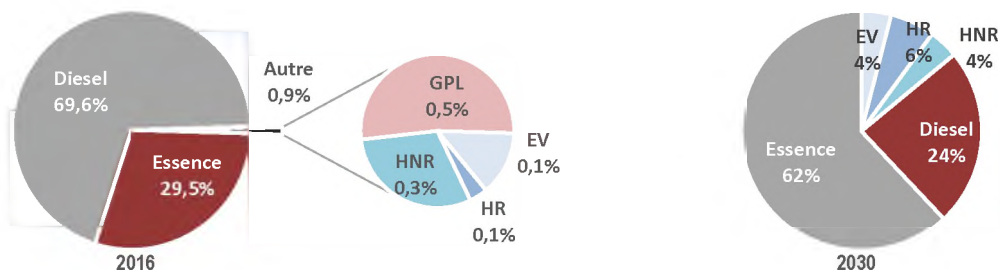
²⁴ L'hypothèse d'un parc stable à horizon 2030 n'impacte en rien la validité des conclusions. Nous mesurons en effet une émission de CO₂ moyenne du parc. Cette moyenne est influencée par la structure du parc (que nous faisons varier) mais non par sa taille (en conséquence traitée comme une variable fixe).

comme hypothèse que seuls les véhicules thermiques et GPL sont remplacés.²⁵ Dès lors, les achats annuels de véhicules thermiques se calculent comme suit :

$$\text{Achat } VT_t = 2\,000\,000 - (1,4 \times EV_{t-1}) - (1,43 \times HR_{t-1}) - (1,2 \times HNR_{t-1}) + (0,79 \times GPL_{t-1})$$

Les ventes de véhicules thermiques diminueraient ainsi de 4,2% par an, passant de 1,98 million en 2018 à 907 000 en 2030.

Parc automobile en 2016 et 2030



Source : Asterès, d'après hypothèses MEEM (2016) et SNBC

Les sous-sections suivantes évaluent l'impact sur les finances publiques de ce scénario. Pour rappel, celui-ci s'appuie sur les hypothèses du MEEM, et donc sur **l'actuelle stratégie gouvernementale qui limite l'octroi de bonus aux seuls achats de véhicules électriques et hybrides rechargeables**.

Le bilan financier pour l'Etat couvre les trois éléments suivants :

- Le coût net des bonus et malus écologiques ;
- Les recettes issues de la consommation d'essence, de gazole et d'électricité ;
- La recettes de TVA réalisées sur les ventes de voitures neuves.

Bonus et malus écologiques du scénario central

Pour évaluer le coût net pour l'Etat de sa politique de bonus et malus écologiques, nous observons l'évolution annuelle du nombre de véhicules de chaque catégorie et formulons l'hypothèse que **la grille 2017 des aides s'applique jusqu'en 2030**. En d'autres termes, pour chaque année, nous considérons que chaque véhicule électrique supplémentaire s'accompagne d'un bonus de 6 000 euros et chaque véhicule hybride rechargeable d'un bonus de 1 000 euros. A l'inverse, chaque véhicule supplémentaire émettant plus de 127 g de CO₂ par kilomètre se voit imposer un malus, tel que défini par la grille 2017. D'après la Cour des comptes, 12% des ventes de véhicules thermiques sont soumises à un malus, pour un montant moyen de 1 151 euros.²⁶ Nous posons comme hypothèse que ce malus moyen demeure identique tout au long de la période.

²⁵ Compte tenu du nombre d'années nécessaire pour amortir un véhicule électrique, nous supposons que les véhicules électriques achetés aujourd'hui seront encore en circulation en 2030. Compte tenu du volume actuel des ventes de véhicules électriques, à supposer un remplacement à dix ans, soit en 2027, l'impact sur les résultats serait minime.

²⁶ Cour des comptes, 2016, Compte d'affectation spéciale « Aides à l'acquisition de véhicules propres », <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/NEB-2016-Aides-acquisition-vehicules-propres.pdf>

Ainsi, pour l'année t , le coût net des bonus et malus pour l'Etat se mesure de la façon suivante :

$$\begin{aligned} Bonus/malus_t = & (\Delta EV \times 6\,000\text{€}) + (\Delta HR \times 1\,000\text{€}) + (\Delta HNR \times 0\text{€}) + (\Delta VT_{<127g} \times 0\text{€}) \\ & + (\Delta VT_{>127g} \times -1\,151\text{€}) \end{aligned}$$

Au total, compte tenu des paramètres retenus, l'Etat verserait un bonus net actualisé de 3,6 milliards d'euros sur la période 2018-2030.

Recettes fiscales issues de la consommation énergétique

Les recettes énergétiques sont évaluées selon une même logique. Pour chaque année, nous observons le nombre de véhicules de chaque catégorie composant le parc. Nous formulons l'hypothèse que chaque véhicule parcourt annuellement 13 000 kilomètres.²⁷

Pour les **véhicules électriques**, nous considérons un prix de l'électricité de 14,4 euros par kWh en 2017 et une consommation moyenne de 12,2 kWh pour 100 kilomètres.²⁸ Dès lors, leur dépense énergétique annuelle moyenne est estimée à 228,6 euros pour l'année 2017. Pour les années suivantes, nous considérons une augmentation annuelle du prix de l'électricité de 4,5%.²⁹

Concernant les **véhicules hybrides rechargeables**, nous considérons que 10% de la consommation se fait en essence (à 1,5 l/100km) et 90% en électricité (à 11,4 kWh/100km).³⁰ Pour les **hybrides non rechargeables**, nous retenons une consommation moyenne de 3,5 litres pour 100 kilomètres.³¹

Concernant les **véhicules diesel**, nous considérons une consommation moyenne 3,3 l/100km (consommation moyenne de la Renault Clio IV, voiture la plus vendue en France). La fiscalité représente 56,2% du prix du litre de gazole à la pompe. Pour les **véhicules essence**, nous reprenons les hypothèses du MEEM, soit une consommation moyenne de 5,5 l/100km en 2018 et une baisse annuelle de 1,85% conduisant à moyenne de 4,4 l/100km en 2030. Nous retenons une fiscalité représentant 62,9% du prix de vente à la pompe.

L'évolution du prix de l'essence reprend les estimations de l'Agence internationale de l'énergie. Celle-ci estime que le cours du baril de Brent augmentera de 7,4% par an, pour atteindre en 2030 un prix de 124 dollars.³²

Ainsi, les recettes énergétiques pour l'année t s'estiment de la façon suivante :

$$\begin{aligned} Recettes_t = & Diesel_t \times 56,2\% \text{ Prix gazole}_t + (Hybride_t \\ & + Essence_t) \times 62,9\% \text{ Prix Essence}_t + EV_t \times 20\% \text{ Prix électricité}_t \\ & + HR_t (10\% \times 62,9\% \text{ Prix Essence}_t + 90\% \times 20\% \text{ Prix électricité}_t) \end{aligned}$$

« Diesel », « Hybride », « Essence », « EV » et « HR » représentent le nombre de véhicules de chaque catégorie multiplié par leur consommation pour 13 000 kilomètres par an.

²⁷ Distance moyenne parcourue annuellement, selon l'Insee.

²⁸ Il s'agit de la consommation de la Renault ZOE Zero Life, qui est de loin la meilleure vente de voitures électriques en France.

²⁹ Rapport du Sénat (12/07/2012). Commission d'enquête sur le coût réel de l'électricité afin d'en déterminer l'imputation aux différents agents économiques.

³⁰ Consommation de la Golf GTE.

³¹ Consommation de la Toyota Yaris Hybrid Dynamic.

³² IEA. *World Energy Outlook 2016*. www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016Chapter1.pdf

Les recettes fiscales actualisées sur la période 2018-2030 s'élèveraient ainsi à 146,7 milliards d'euros.

TVA sur les ventes de véhicules neufs

Pour estimer les recettes de TVA, nous reprenons les ventes annuelles de véhicules et considérons un prix de base pour chaque catégorie.³³ Le prix de base d'un **véhicule électrique** est de 22 600 euros, déduction faite du bonus écologique. Il s'agit du prix de la Renault ZOE Zero Life, le véhicule électrique de loin le plus vendu en France,³⁴ auquel nous avons ajouté le coût de la batterie.³⁵ Concernant les **véhicules thermiques**, nous estimons à 13 800 euros et 16 900 euros les prix respectifs d'un véhicule essence et d'un véhicule diesel, soit les prix de base d'une Renault Clio IV, la voiture la plus vendue en France. Le prix de base d'un véhicule hybride est supposé être de 19 450 euros (Toyota Yaris Hybrid Dynamic), et celui d'un hybride rechargeable de 35 900 euros, bonus inclus (Toyota Prius Hybride Rechargeable).

Les recettes de TVA pour une année sont alors : ³⁶

$$\text{TVA} = 16,67\% (28\,600 \Delta\text{EV} + 16\,900 \Delta\text{VTd} + 13\,800 \Delta\text{VTe} + 19\,450 \Delta\text{HNR} + 36\,900 \Delta\text{HR})$$

Cela représente une recette actualisée de 64,3 milliards d'euros.

Au total, le scénario central rapporte donc 207,4 milliards d'euros.

³³ Nous ne retenons que des véhicules d'entrée de gamme et sans option, ce qui assure la comparabilité des modèles. Les différentiels de prix s'expliquent donc essentiellement par les technologies employées, l'effet gamme étant neutralisé.

³⁴ De janvier à mai 2017, la Renault ZOE Life a représenté 68,3% des immatriculations françaises de véhicules électriques.

³⁵ Le prix de base de la Renault ZOE Life est de 17 700 euros, bonus inclus. Ce véhicule est toutefois vendu sans sa batterie. Celle-ci est louée pour un coût mensuel de 79 euros. Pour obtenir le coût « réel » du véhicule, nous réintégrons le coût de sa batterie dans le prix de vente. Nous supposons le coût de la batterie à 5 700 euros, soit la différence de coût entre une Nissan Leaf avec et sans batterie. Ce choix est pertinent car il s'agit de la principale concurrente de la ZEO, avec 10,8% des immatriculations de janvier à mai 2017, et qu'elle se situe sur des niveaux de prix et de prestations comparables. Par ailleurs, le coût de la location de la batterie est identique chez les deux constructeurs.

³⁶ Le taux de TVA de 20% s'applique au prix HT avant l'application d'un éventuel bonus. La TVA représente ainsi 16,67% du prix TTC avant bonus.

Scénarii alternatifs

Moins de véhicules électriques en 2030 mais davantage de véhicules thermiques à faibles consommations

Nous observons à présent la possibilité d'atteindre un objectif de 99,9 g de CO₂ en moyenne par kilomètre à horizon 2030 en adoptant **une démarche neutre à l'égard des modes d'énergie utilisés**. Ainsi, nous évaluons la possibilité d'atteindre l'objectif d'émissions en octroyant des bonus à tous les véhicules émettant 99,9 g de CO₂ par kilomètre ou moins, qu'ils soient électriques ou thermiques.³⁷ Dans le scénario A, nous observons la faisabilité d'un tel objectif avec 500 000 voitures électriques. Dans le scénario B, nous répétons la même logique avec 250 000 voitures électriques. Enfin, dans le scénario C, nous reprenons l'hypothèse de 250 000 voitures électriques et considérons l'impact d'une forte croissance des ventes de véhicules hybrides.

Scénario A : 500 000 véhicules électriques

Nous supposons qu'en adoptant une neutralité technologique, le bonus pour les voitures thermiques émettant moins de 99,9 g de CO₂ par kilomètre s'élèverait à 600 euros et celui des véhicules hybrides non rechargeables à 800 euros.³⁸ Par ailleurs, nous considérons qu'une politique de neutralité énergétique encouragerait les constructeurs à produire davantage de modèles thermiques à faibles émissions.

Avec 500 000 véhicules électriques en 2030, soit une croissance annuelle des ventes de 20%, et des taux de croissance des hybrides identiques à ceux du scénario précédent, les véhicules thermiques représenteraient 88% du parc en 2030. Dès lors, afin d'atteindre l'objectif fixé, **il faudrait que 30% de ces véhicules émettent moins de 99,9 g de CO₂ par kilomètre**. Les 70% restant, aux émissions plus importantes, émettraient 109 g en moyenne.³⁹

Dans ce contexte, le parc permettant d'atteindre l'objectif d'émission serait donc composé de :

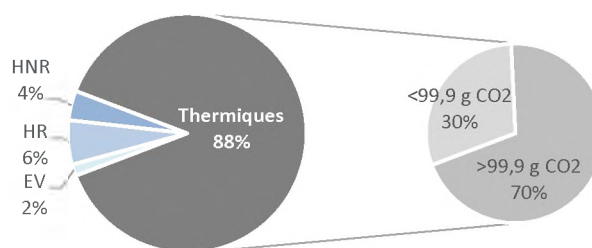
- 1,5% de véhicules électriques ;
- 6% et 4% de véhicules hydriques et hybrides rechargeables, respectivement ;
- 88,5% de véhicules thermiques, dont 30% ayant des émissions inférieures ou égales à 99,9 g de CO₂/km.

³⁷ L'évolution annuelle du parc automobile ainsi que les dépenses publiques en termes de bonus/malus et de fiscalité énergétique sont fournies dans les tableaux de l'Annexe 3.

³⁸ Un véhicule hybride rechargeable émettant 60 g de CO₂/km reçoit un bonus de 1 000 euros. Nous suivons donc une règle de proportionnalité : Bonus pour 99,9 g de CO₂/km = 1 000 x (60/99,9) et Bonus pour hybrides non rechargeables émettant 75 g de CO₂/km = 1 000 x (60/75)

³⁹ Dont 12% seraient soumis à un malus, le reste des véhicules n'ayant ni de malus ni de bonus. Conformément aux conclusions de la Cour des Comptes, 2016, *op. cit.*

Mix énergétique d'équilibre : 30% de véhicules thermiques émettant moins de 99,9gCO₂/km



Suivant la méthode précédente, nous estimons l'évolution annuelle des différentes catégories de véhicules de 2018 à 2030 et évaluons l'impact des bonus/malus et de la fiscalité énergétique sur les finances publiques.⁴⁰ Le coût net des bonus et malus est évalué de la façon suivante :

$$Bonus/Malus_t = \Delta EV \times 6\,000 + \Delta HR \times 1\,000 + \Delta HNR \times 800 + \Delta VT (12\% \times Malus_t + 30\% \times 600)$$

Au total, les bonus et malus représentent une dépense nette actualisée de 4,3 milliards d'euros.

Pour évaluer les recettes relatives à la consommation d'énergie, nous considérons que 70% des véhicules thermiques à essence ont une consommation moyenne annuelle de 5,5 l/100km en 2017. Cette consommation devrait progressivement baisser, jusqu'à atteindre 4,4 l/100km en 2030 (MEEM, 2016). Les 30% de véhicules restants, moins émetteurs, ont une consommation supposée de 3,8 l/100km, ce qui correspond à la consommation moyenne des véhicules thermiques émettant 99,9 g de CO₂ par kilomètre. Nous conservons les mêmes hypothèses d'évolution des prix du Brent et de l'électricité.

Suivant ces paramètres :

- la fiscalité énergétique s'élèverait à 144,3 milliards d'euros actualisés sur la période ;
- les recettes actualisées de TVA s'élèvent à 63 milliards d'euros.

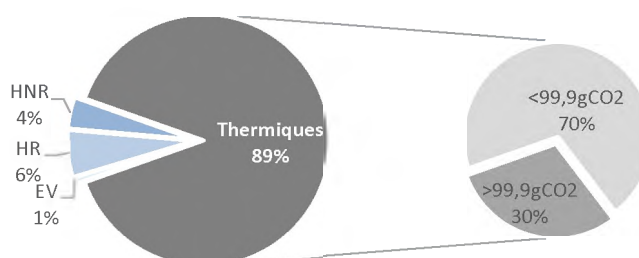
Au total, ce second « mix énergétique » rapporterait à l'Etat 203 milliards d'euros actualisés sur la période.

Scénario B : 250 000 véhicules électriques

Dans cet autre scénario, nous supposons le nombre de véhicules électriques à 250 000 en 2030, soit une progression annuelle de 13% et un volume représentant à terme 0,8% du parc total. Dans ce contexte, en raisonnant avec un parc automobile constant, les véhicules thermiques représenteraient 89,3% du parc. Cette situation correspondrait à des ventes de véhicules thermiques en baisse de 3,1% par an. Dès lors, afin d'atteindre l'objectif d'émissions de 2030, il serait nécessaire que, à cette date, au moins 70% des véhicules thermiques émettent moins de 99,9 g de CO₂ par kilomètre.

⁴⁰ L'évolution annuelle du parc automobile ainsi que les dépenses publiques en termes de bonus/malus et de fiscalité énergétique sont fournies dans les tableaux de l'Annexe 3.

Mix énergétique efficient : 70% de véhicules thermiques émettant moins de 99,9 g de CO₂ /km



L'impact de ce mix énergétique sur les finances publiques est estimé en suivant la méthode appliquée dans les deux scénarii précédents. Seuls le nombre de véhicules thermiques et la part de ces véhicules qui bénéficie d'un bonus (70% au lieu de 30%) varient.

Les bonus et malus entraînent alors une dépense actualisée nette de 7,3 milliards d'euros actualisés.

Les recettes fiscales actualisées relatives à la consommation énergétique s'élèvent quant à elles à 137,1 milliards d'euros et la TVA s'élève à 62,6 milliards d'euros.

Au total, les recettes publiques actualisées relatives à ce mix énergétique s'élèvent donc à 192,3 milliards d'euros.

Scénario C : développement des véhicules hybrides, 250 000 véhicules électriques

Dans ce dernier scénario, nous considérons que les ventes de véhicules hybrides non rechargeables connaissent une forte croissance, à +33% par an, et une part de 16,5% du parc à terme. La croissance annuelle des hybrides rechargeables demeure inchangée (43%, pour une part de 6% du parc).

Dans le même temps, nous considérons que les ventes de véhicules électriques sont identiques au scénario précédent, les véhicules électriques représentant, à terme 0,8% du parc. Ainsi, les véhicules thermiques représentent, en 2030, 76,7% du parc. Dans ce contexte, l'objectif d'émissions serait atteint même si 100% des voitures thermiques émettaient en moyenne 106 g de CO₂ par kilomètre.

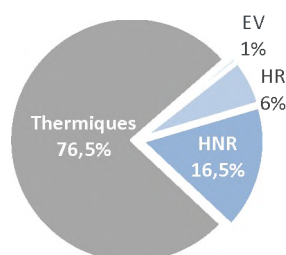
Le mix énergétique d'équilibre serait alors :

- 0,8% de véhicules électriques ;
- 16,5% et 6% de véhicules hydriques et hybrides rechargeables, respectivement ;
- et 76,7% de véhicules thermiques.

L'octroi de bonus/malus coûterait alors 2,81 milliards d'euros actualisés sur la période.

Les recettes fiscales énergétiques s'élèveraient à 149,46 milliards d'euros, et les recettes de TVA à 61,97 milliards d'euros.

La recette nette pour l'Etat serait donc de 208,62 milliards d'euros sur la période.



Conclusion

Nos travaux mettent en évidence l'existence de plusieurs mix énergétiques pouvant atteindre l'objectif d'émission moyenne de 99,9 g de CO₂ par kilomètre à horizon 2030.

La stratégie poursuivie en 2017 par les pouvoirs publics, limitant les aides à l'achat aux seuls véhicules électriques et hybrides rechargeables, n'était pas sans risque pour les finances publiques :

- Plus les ventes d'électriques décollent, plus la dépense publique liée aux bonus est importante. **En cas de retrait ou d'allègement des aides pour cause d'insoutenabilité budgétaire, les ventes d'électriques se replieraient toutefois aussitôt**, comme ce fut le cas aux Etats-Unis (Géorgie), au Danemark et en Chine.⁴¹ L'efficacité environnementale de la politique de bonus/malus en serait affectée.
- **Le risque financier est renforcé par l'écart de fiscalité entre les produits pétroliers et l'électricité, ainsi que par le fait que les véhicules thermiques à faibles émissions génèrent moins de recettes fiscales.** Dans le scénario central, le coût des bonus sur les véhicules électriques est contrebalancé par l'importance des véhicules thermiques « standards » (>99,9 g de CO₂/km), car ceux-ci supportent d'importantes recettes fiscales énergétiques. Toutefois, si 50% des achats de véhicules thermiques concernaient des modèles peu polluants (<99,9 g de CO₂/km), alors les recettes fiscales baisseraient au point que le scénario central serait le moins rentable (184,62 milliards d'euros). En d'autres termes, **l'avantage financier de l'actuelle stratégie suppose que les acheteurs de véhicules thermiques n'optent que rarement pour des véhicules à faibles émissions.**

La conjonction des deux effets (coût du bonus cumulé à de moindres recettes énergétiques) représente un risque réel de long terme pour les finances publiques.

La stratégie annoncée en vue de la Loi de Finance 2018 nous semble plus efficiente au regard de l'objectif de neutralité technologique, à partir du moment où elle sera suivie dans le temps.

⁴¹

www.lesechos.fr/industrie-services/automobile/030371156306-voiture-electrique-premiers-nuages-sur-les-subsventions-publiques-2092636.php

Annexe 1

Récapitulatif des hypothèses de l'étude

Consommation moyenne des véhicules thermiques

- Diesel : 3,3l/100km
- Essence : 5,5l/100km en 2017 et baisse de 1,85% par an jusqu'en 2030

Bonus/malus écologique

- Scénario central : pas de bonus pour les véhicules thermiques
- Scénarii alternatifs : Bonus de 600 euros pour un véhicule thermique émettant moins de 99,9 g de CO₂/km et bonus de 800 euros pour un hybride non rechargeable
- Malus : identique au malus moyen attribué en 2017

Evolution annuelle du nombre de véhicules

- Scénario central : EV : 20%, HR : 43%, HNR : 20%; GPL : -79%, thermiques : -4,2%
- Scénario A : EV : 20%, HR : 43%, HNR : 20%, GPL : -79%, thermiques : -3,3%
- Scénario B : EV : 13%, HR : 43%, HNR : 20%, GPL : -79%, thermiques : -3,1%
- Scénario C : EV : 13%, HR : 43%, HNR : 33%, GPL : -79%, thermiques : -4,9%

Renouvellement du parc

- 2 millions de voitures neuves par an, taille de parc fixe : 32 325 000 véhicules
- Seules les voitures thermiques sont remplacées
- Ventes de thermiques pour l'année $t = 2 \text{ millions} - (\Delta EV_t + \Delta HR_t + \Delta HNR_t)$

Coût de l'énergie

- TICPE fixe sur la période
- Prix de l'électricité : + 4,5% par an
- Prix de l'essence : +7,4% par an

Annexe 2

Analyse de sensibilité

Sensibilité au taux d'actualisation

Le taux d'actualisation ne change pas la rentabilité relative des différents scénarii. Les résultats ne sont donc pas sensibles au choix du taux d'actualisation.

	Scénario « Général » 1,3 millions d'électriques	Scénario A 500 000 électriques	Scénario B 250 000 électriques	Scénario C 250 000 électriques
Taux 2%				
Bonus total	-4,97	-5,35	-8,94	-3,78
Recettes fiscales	180,59	177,08	168,54	183,69
TVA achats neufs	77,34	75,69	75,17	74,07
Total	252,95	247,40	234,77	253,99
Taux 10%				
Bonus total	-1,81	-2,67	-5,06	-1,48
Recettes fiscales	97,97	96,85	91,59	99,93
TVA achats neufs	45,01	44,28	44,03	43,89
Total	141,16	138,46	130,57	142,35

Note : le parc est considéré comme stable, représentant 32,3 millions de véhicules. Le taux d'actualisation retenu est 4,5%, représentant la moyenne des taux d'actualisation retenus dans les études relatives à l'évolution du parc automobile. Voir Windish (2013). EV = véhicules électriques. HEV = véhicules hybrides. PHEV = véhicules hybrides rechargeables. VT = véhicules thermiques.

Sensibilité au prix de l'énergie

Une croissance du prix de l'électricité de 10% et du prix du baril de Brent de 7,4%

Dans l'hypothèse d'un prix de l'électricité augmentant plus rapidement que celui du pétrole, le scénario central gagne en rentabilité. Pour autant, sa rentabilité relative n'est pas différente de la situation observée avec une croissance du prix de l'électricité de 4%. Aussi, le prix relatif de l'électricité au pétrole n'est pas susceptible d'invalider les résultats précédents.

Recettes totales actualisées (mds €)

Scénario central	229,2
Scénario 1	224,6
Scénario 2	212,5
Scénario 3	230,5

Une croissance du prix de l'électricité de 4% et du prix du baril de Brent de 4%

En supposant une croissance identique des prix du pétrole et de l'électricité, les recettes fiscales énergétiques tendent à devenir identiques dans tous les scénarii. Aussi, après prise en compte de du coût net du bonus et de la TVA, l'écart entre le scénario le plus

rentable et le moins rentable s'accroît. Les résultats demeurent néanmoins proches des résultats de l'étude.

Recettes totales actualisées (mds €)

Scénario central	205,3
Scénario 1	200,9
Scénario 2	190,3
Scénario 3	206,4