

Paris,
Septembre 2021

Bonus-malus automobile : la nécessaire évaluation

Auteurs : Louise **Kessler** | Florian **Morvillier** | Quentin **Perrier** |
Keyvan **Rucheton**

Soutenu par



.....

L'Institut de l'économie pour le climat (**I4CE** – Institute for climate economics) est une association experte de l'économie et de la finance dont la mission est de faire avancer l'action contre les changements climatiques. Grâce à ses recherches appliquées, l'Institut contribue au débat sur les politiques liées au climat. Il rend aussi publiques des analyses pour appuyer la réflexion des institutions financières, des entreprises ou encore des territoires et les aider à intégrer concrètement les enjeux climatiques dans leurs activités.



I4CE est une association d'intérêt général, à but non lucratif, fondée par la Caisse des Dépôts et l'Agence Française de Développement.

www.i4ce.org

.....

Le plan de relance français et ses conséquences pour le climat ont fait l'objet de nombreux débats. Il devrait permettre à la France de rattraper une partie de son retard d'investissement dans la mobilité durable, la rénovation des bâtiments ou la production d'énergie décarbonée. Pour I4CE, il faut anticiper la suite et préparer «l'après-plan de relance». Ce plan arrivera à échéance en 2022, en même temps que les financements européens qui le rendent possible. Les besoins de financement public pour le climat n'auront pas disparu d'ici là. Les décideurs politiques d'aujourd'hui ont donc la responsabilité d'anticiper l'après-relance et d'élaborer une «stratégie climat des finances publiques» pour garantir que la France ait les moyens budgétaires – et fiscaux – de son ambition contre le dérèglement climatique. Les futurs candidats à l'élection présidentielle quant à eux peuvent et doivent déjà se demander : «Quel sera mon premier budget pour le climat ?».



Tout au long de 2021, I4CE publiera une série d'études pour apporter des éclairages aux décideurs publics d'aujourd'hui et de demain qui veulent aligner le budget de la France avec leur stratégie en faveur du climat.

Retrouvez toutes les publications de cette collection sur la page [i4ce.org/quel budget pour le climat](http://i4ce.org/quel-budget-pour-le-climat).

.....

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Fondation Européenne pour le Climat et l'ADEME, sans qui ce travail n'aurait pu voir le jour. Ils remercient également les nombreuses personnes qui ont nourri ce rapport par des échanges ou des commentaires : Constance André-Aigret, Jérémie Almosni, Pierre-Adrien Collet, Damien Demailly, Constance des Courières, Agathe Destresse, Silvano Domergue, Bertrand-Olivier Ducreux, Isis Durrmeyer, Claire Guichet, Alexandre Godzinski, Jean-Philippe Hermine, Benoît Leguet, Vincent Marcus, Peter Mock, Sylvain Quennehen, Philippe Quirion, Chang Shen, Diane Strauss, Sandra Wappelhorst, Zifei Yang.

Les informations et opinions exposées dans ce rapport n'engagent que la seule responsabilité des auteurs.

Table des matières

RÉSUMÉ EXÉCUTIF	3	PRINCIPAUX RÉSULTATS	15
INTRODUCTION	4	Le barème prévu par le gouvernement ne permettra a priori pas d’atteindre le rythme de réduction des émissions prévu par la SNBC	15
Contexte	4	Un durcissement du barème du malus pourrait permettre de réduire les émissions du parc de véhicules neufs et se rapprocher de la trajectoire de la SNBC	17
Objectifs du projet	4	Limites de l’étude	21
LA PLACE DU BONUS-MALUS DANS LES POLITIQUES PUBLIQUES SOUTENANT LE VERDISSEMENT DU PARC AUTOMOBILE	5	CONCLUSIONS	22
La nouvelle norme européenne devrait accélérer le virage vers l’électrique	5	BIBLIOGRAPHIE	23
Un malus-poids à l’assiette très restreinte devrait voir le jour en France en 2022	5	ANNEXES	24
L’interdiction des ventes de véhicules thermiques : des objectifs de plus en plus ambitieux	6	Annexe 1	
Le bonus-malus écologique : historique et enjeux	6	Hypothèses sur le barème gouvernemental pour les années 2024 et 2025	24
L’efficacité environnementale du dispositif du bonus-malus dépend fortement des modalités de sa mise en œuvre	9	Annexe 2	
Quel rôle pour le bonus-malus écologique en France dans les années qui viennent ?	11	Description des barèmes alternatifs proposés	25
APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	12		
Composante du modèle #1 : l’estimation économétrique d’un modèle de demande	12		
Composante du modèle #2 : la prise en compte des facteurs influençant les prix des véhicules neufs	12		
Composante du modèle #3 : la traduction des parts de marché en émissions de CO ₂ et comparaison avec la trajectoire de la SNBC	13		

Résumé exécutif

Le secteur des transports fait face à un défi majeur : c'est aujourd'hui celui qui émet le plus de gaz à effet de serre (GES) en France, mais les objectifs européens et nationaux impliquent une baisse drastique des émissions du parc de véhicules neufs d'ici à 2030. Il est difficile de savoir si les politiques publiques actuellement en vigueur sont à la hauteur de cette ambition. En effet, la norme européenne apparaît comme trop peu ambitieuse pour atteindre les objectifs nationaux à 2025, et le calibrage du barème du bonus-malus n'est soumis à aucune évaluation ex ante de ses effets. Les parlementaires ne disposent donc d'aucune information sur les conséquences climatiques et environnementales du barème qu'ils votent ; une telle étude d'impact permettrait également d'informer le débat entre différentes parties prenantes sur la cohérence de l'action publique avec les objectifs de décarbonation fixés par la Stratégie nationale bas-carbone.

Alors que plusieurs institutions ont récemment appelé à évaluer l'efficacité, notamment environnementale, des politiques publiques, cette étude montre qu'il est possible de développer un outil permettant d'estimer l'impact du bonus-malus sur les émissions moyennes du parc de véhicules neufs en France. Bien que cet outil repose sur un certain nombre d'hypothèses de travail, il présente l'avantage de s'appuyer sur un modèle de demande de véhicules neufs développé dans le cadre de recherches académiques, ainsi que sur des données disponibles publiquement, et permet de réaliser une évaluation *ex ante* du dispositif du bonus-malus en France.

D'après les résultats présentés dans cette étude, le barème gouvernemental prévu jusqu'en 2023 n'est pas compatible avec les objectifs de réduction d'émissions du parc neuf estimés à partir du scénario de référence de la SNBC. D'après nos estimations, le barème gouvernemental ne permettrait de réduire les émissions que de 14 % d'ici 2025, tandis que la baisse des émissions calculée à partir des données de la SNBC est de l'ordre de 28 % sur la période. Et ce, alors même que le modèle prend en compte l'effet de la nouvelle norme européenne introduite en 2020, la mise en place du malus poids à partir de 2022, et se place dans le scénario d'un progrès technique « fort », qui se traduit par une baisse très significative des prix des véhicules électriques.

Une refonte majeure du barème serait nécessaire pour atteindre les objectifs climats de la feuille de route française. Deux propositions de barèmes alternatifs portant sur la période 2022-2025 sont présentées dans ce rapport, qui entraîneraient une réduction des émissions en ligne avec celle estimée à partir de la SNBC. Ces barèmes reposent sur un durcissement non négligeable des montants du malus, un rehaussement du plafond ainsi que des hypothèses ambitieuses sur le progrès technique. Ce résultat suggère également que le barème du bonus-malus doit s'accompagner d'un durcissement de la norme européenne ; d'autres mesures complémentaires comme la mise en place de zones à faibles émissions, des places de parking réservées aux véhicules bas-carbone, une fiscalité plus incitative sur les carburants et des politiques de soutien à l'innovation seront utiles pour sécuriser l'atteinte des objectifs.

Le modèle développé pour cette étude est en accès libre et vise à soutenir le développement d'outils similaires par les décideurs publics, afin de soutenir la qualité du débat public, en améliorant notamment l'information des parlementaires au moment du vote du budget. L'ampleur des défis climatiques auxquels nous devons faire face, dont l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050, dans un contexte où les finances publiques sont l'objet d'arbitrages économiques, rend nécessaire la mise en place d'un processus d'évaluation systématique des politiques publiques et nous espérons que cette étude ouvrira la voie vers des évaluations robustes et régulières de l'efficacité climatique du dispositif du bonus-malus en France.

Introduction

Contexte

Le secteur des transports est aujourd'hui celui qui contribue le plus aux émissions de gaz à effet de serre (GES) en France. Il représentait 31 % des émissions de GES en 2019 et ses émissions ont augmenté de 10 % entre 1990 et 2019 alors que les émissions nationales totales ont diminué de 20 % sur la même période (Citepa 2021). Quant aux émissions moyennes de dioxyde de carbone (CO₂) du parc de véhicules neufs, celles-ci ont diminué de 25 % entre 2007 et 2015 mais sont reparties à la hausse entre 2016 et 2019, portées notamment par l'essor des *Sport Utility Vehicles* (SUV) et la réduction de la part de véhicules diesel. L'année 2020 a été particulière à double titre, avec la crise du Covid-19 et l'entrée en vigueur de la norme européenne sur les véhicules neufs, qui se sont traduites par une baisse des ventes de véhicules particuliers neufs et une forte augmentation de la part de marché des véhicules électriques, de 1,9 % des ventes en 2019 à 6,7 % des ventes en 2020 (ADEME 2021a). Sur la même période, la part de marché des véhicules hybrides (essence, diesel et rechargeable) est passée de 5,7 % en 2019 à 14,7 % en 2020 (ADEME 2021a).

Les objectifs européens et nationaux impliquent une baisse drastique des émissions du parc de véhicules neufs d'ici à 2030. Alors que les émissions moyennes des véhicules particuliers neufs atteignaient 112 gCO₂/km NEDC en 2019, la norme européenne entrée en vigueur l'année dernière a imposé aux constructeurs automobiles une moyenne de 95 gCO₂/km NEDC (avec quelques aménagements) sur leurs ventes. Les constructeurs devront faire face à un durcissement de cette norme à court et moyen terme : les émissions moyennes des véhicules neufs devront encore baisser de 15 % par rapport à l'objectif actuel d'ici à 2025. En outre, le package 'Fit for 55' proposé en juillet 2021 prévoit une baisse des émissions de véhicules neufs de 55 % à 2030 et la fin des ventes de véhicules thermiques et hybrides dans l'Union européenne à l'horizon 2035. Quant aux objectifs nationaux, le scénario de référence de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) prévoit que les véhicules électriques représentent 35 % des ventes de voitures neuves en 2030, ce qui se traduirait, d'après nos calculs, par une réduction des émissions de l'ordre de 28 % entre 2020 et 2025.

Il n'est pas certain que les politiques publiques actuellement en vigueur en France soient à la hauteur de cette ambition. Ainsi la prime à la conversion a été renforcée dans le cadre du plan de relance, soutenant de fait les ventes

de véhicules thermiques. En outre, alors que le bonus-malus est le principal instrument économique mobilisé en France pour réduire les émissions de CO₂ des voitures neuves, son calibrage ne semble être soumis à aucune étude d'impact. En effet, le calibrage du malus est soumis chaque année aux parlementaires dans le cadre du projet de loi de finances mais aucun outil transparent n'existe aujourd'hui pour anticiper les effets de ce dispositif et les niveaux d'émissions que l'on peut attendre l'année suivante. Les parlementaires ne disposent donc d'aucune information sur les conséquences climatiques et environnementales de leur choix de barème. L'absence d'étude d'impact nuit également au débat sur la cohérence de l'action publique avec les objectifs fixés par la SNBC.

Objectifs du projet

L'objectif du projet est triple :

- développer et rendre public un outil de simulation permettant d'évaluer *ex ante* les effets du bonus-malus sur les émissions de CO₂ des voitures particulières neuves, et d'évaluer son alignement avec la SNBC, afin d'améliorer l'information des parlementaires et des parties prenantes ainsi que la transparence sur le vote du barème ;
- appliquer cet outil pour évaluer le barème gouvernemental proposé pour les années qui viennent ;
- proposer des barèmes alternatifs à celui du gouvernement qui entraîneraient, d'après le modèle de simulation développé pour cette étude, une baisse des émissions en ligne avec la trajectoire de la SNBC.

L'idée est que cette étude encourage l'administration publique et d'autres parties prenantes à développer (ou à reprendre et améliorer) un outil similaire à celui présenté ici, afin de permettre l'élaboration et l'évaluation des barèmes annuels du bonus-malus. Cet outil contribuera directement à la qualité du débat public, en améliorant notamment l'information des parlementaires au moment du vote du budget. Il pourra être utilisé pour estimer le barème nécessaire pour rehausser l'objectif du secteur, en lien avec les discussions sur le relèvement de l'objectif européen. Plus généralement, ce projet s'inscrit dans une perspective d'amélioration de l'évaluation des politiques publiques, en introduisant une évaluation en amont des impacts, conformément aux recommandations de la Cour des Comptes et du Haut Conseil pour le Climat.

La place du bonus-malus dans les politiques publiques soutenant le verdissement du parc automobile

Plusieurs outils de politiques publiques existent en France pour favoriser le choix d'un véhicule peu émetteur de dioxyde de carbone (CO₂), comme le bonus-malus écologique, la prime à la conversion et les normes technologiques sur les émissions. D'autres outils peuvent également avoir une incidence sur les émissions : le malus poids et l'interdiction des ventes de véhicules thermiques. La section qui suit présente les principaux enjeux relatifs à ces différents dispositifs et vise à évaluer le rôle que peut jouer le bonus-malus dans les années qui viennent dans la décarbonation des véhicules particuliers en France.

La nouvelle norme européenne devrait accélérer le virage vers l'électrique

Depuis le 1^{er} janvier 2020, une nouvelle norme européenne est entrée en vigueur sur la vente de voitures et véhicules utilitaires légers, qui contribue à l'atteinte de l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour l'Union Européenne. Cette norme fixe le taux d'émission moyen maximal autorisé pour chaque constructeur à 95 gCO₂/km NEDC à la fin de l'année 2020 pour les voitures neuves. Si les constructeurs dépassent les seuils qui leur ont été attribués¹, ils doivent payer une amende qui s'élève à 95 € par gramme excédentaire et par véhicule vendu. Ce standard d'émissions s'applique sur la flotte de tous les véhicules vendus par les constructeurs dans l'Union européenne. À noter que ces mesures se font sur cycle d'homologation, c'est-à-dire en laboratoire, sur banc roulant.

Cette norme, initialement adoptée en 2009, a pu paraître ambitieuse au regard de la moyenne des émissions des voitures vendues par les constructeurs, estimée à 122,3 gCO₂/km en 2019 (European Environment Agency 2021). En 2014, un assouplissement de sa mise en œuvre a été décidé : en 2020, les 5 % de voitures les plus polluantes ne seront pas comptabilisées dans la moyenne des constructeurs (cette disposition disparaît en 2021) et chaque voiture dont les émissions sont inférieures à 50 gCO₂/km comptera pour deux voitures (cette disposition disparaîtra en 2023).

Un durcissement de cette norme est prévu pour la décennie en cours. Les émissions de CO₂ moyennes des voitures neuves devront diminuer de 15 % par rapport à l'objectif actuel d'ici 2025, et, si le package 'Fit for 55' est adopté, de 55 % d'ici 2030. Compte tenu de la durée du cycle de développement et de commercialisation d'un nouveau modèle, estimée autour de sept ans, l'ambition que portent ces objectifs devrait favoriser les véhicules électriques au détriment de technologies moins matures comme les piles à hydrogène.

Un malus-poids à l'assiette très restreinte devrait voir le jour en France en 2022

L'idée d'instaurer un malus poids sur les véhicules découle de plusieurs constats. D'une part, la tendance observée de l'augmentation des ventes de SUV², qui se traduit par des véhicules plus lourds, et donc à la fois plus émetteurs de CO₂, et plus dangereux pour les autres usagers³. D'autre part, la réalisation, suite au scandale Volkswagen, que des écarts importants peuvent exister entre les émissions réelles des véhicules et les émissions provenant de tests de type « banc d'essai » utilisées pour évaluer le respect de la norme européenne. En effet, les émissions de CO₂ étant corrélées au poids du véhicule, et le poids du véhicule étant une variable 'objective' et observable, instaurer une taxe sur le poids des véhicules permet de limiter le risque que les réglages utilisés en conditions de test entraînent une sous-estimation des émissions réelles du véhicule.

En France, le malus automobile lié au poids du véhicule a été adopté par l'Assemblée nationale dans le cadre du projet de loi de finances pour 2021 et rentrera en vigueur en 2022. L'objectif initial du malus poids, tel que proposé par la Convention Citoyenne sur le Climat était de pénaliser les voitures neuves de plus de 1 400 kg, mais dans la version adoptée par l'Assemblée nationale, le malus poids ne s'appliquera aux véhicules dont le poids opérationnel est supérieur ou égal à 1 800 kg. En conséquence, le malus poids ne devrait concerner que « 2 à 3 % des immatriculations » selon la Ministre de l'Environnement (Isabelle Couet et Muryel Jacque 2020). Dans le cadre du malus poids,

¹ A noter qu'il existe un mécanisme de « super-crédit » : dans la pratique, les constructeurs ont des seuils d'émissions différents qui sont plus ou moins inférieurs à 95 gCO₂/km NEDC.

² La vente de SUV représentait 3 % du marché français en 2010, 38 % en 2019 et 39,5 % en 2020 (ADEME 2021b).

³ Les véhicules plus lourds sont plus sûrs pour leurs occupants mais plus dangereux pour les autres ; d'après Anderson et Auffhammer (Anderson et Auffhammer 2013), le poids est un facteur critique de fatalité : une collision avec un véhicule plus lourd de 450 kg entraîne une hausse de la probabilité de décès de 40 à 50 %.

chaque kilogramme excédant 1 800 kg coûtera 10€ l'unité à l'acheteur ; le malus poids s'ajoutera au malus écologique mais la somme des deux ne pourra pas excéder le montant maximum du malus écologique, soit 40 000€ en 2022 et 50 000€ en 2023. À noter que des exonérations pour les véhicules électriques, hydrogène et hybrides rechargeables sont prévues, et que les familles nombreuses bénéficieront de mesures d'ajustement.

L'interdiction des ventes de véhicules thermiques : des objectifs de plus en plus ambitieux

Un certain nombre de pays européens ont déjà annoncé la fin des ventes de véhicules neufs thermiques à moyen-terme. En France, la loi LOM de 2019 fixait à 2040 l'interdiction de la vente des véhicules particuliers neufs fonctionnant aux énergies fossiles. Depuis, le Royaume-Uni et l'Allemagne ont annoncé des objectifs plus ambitieux : 2030 pour le Royaume-Uni (2035 pour les hybrides) et 2035 en Allemagne (avec une exception pour les carburants synthétiques). En juillet 2021, dans le cadre du paquet 'Fit for 55', la Commission européenne a annoncé l'interdiction de la vente des véhicules thermiques, y compris hybrides, dès 2035.

Le bonus-malus écologique : historique et enjeux

Le bonus-malus écologique repose sur une taxe ou subvention à l'achat liée au niveau d'émissions des véhicules, qui vise à récompenser les acquéreurs de véhicules émettant le moins de CO₂ et à pénaliser les acquéreurs de véhicules polluants. Le bonus écologique constitue une aide financière attribuée à tout acquéreur d'un véhicule ayant un taux d'émission de CO₂ inférieur ou égal à un seuil défini en grammes de CO₂ par kilomètre. À l'inverse, le malus écologique est une taxe additionnelle perçue sur le certificat d'immatriculation (carte grise) des véhicules qui s'applique lorsque les émissions de dioxyde de carbone ou la puissance administrative du véhicule dépassent un certain seuil. Ces seuils ainsi que les niveaux d'aide et de pénalité peuvent être modifiés d'une année sur l'autre.

Le système du bonus-malus écologique présente de nombreux avantages. Premièrement, le bonus-malus écologique présente l'avantage de la transparence, ce qui contribue à son acceptabilité de la part des consommateurs. En effet, à l'inverse d'une taxe carbone sur le carburant, le malus s'applique au moment de l'acquisition du véhicule, et le consommateur a des alternatives : il peut choisir, dans le même segment, un véhicule plus propre qui n'est pas soumis au malus. D'autre part, il fournit un signal-prix, qui incite les constructeurs automobiles à investir dans l'innovation technologique pour produire des véhicules moins polluants.

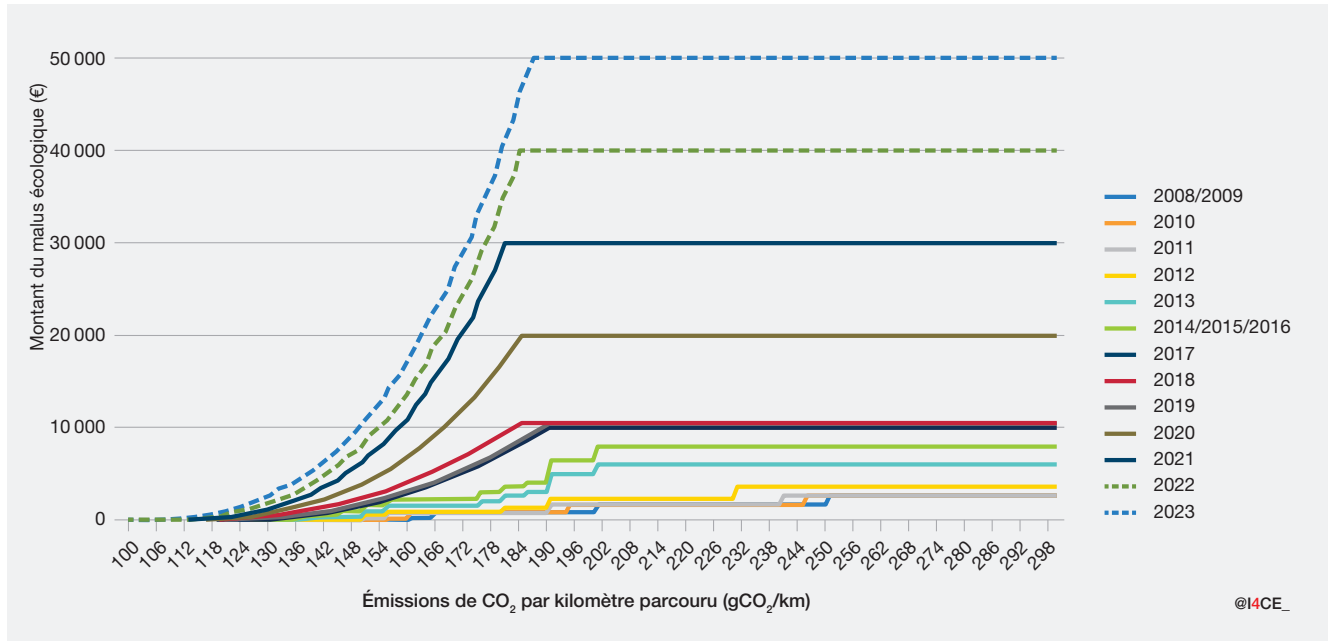
Enfin, à la différence d'un système reposant uniquement sur des subventions, le dispositif du bonus-malus peut être conçu et dimensionné de façon à avoir un impact neutre sur les finances publiques. Ceci pourrait expliquer pourquoi le dispositif du bonus-malus est largement répandu en Europe : des versions de ce système ont notamment été mises en place en Suisse (2005), en Suède (2006), en Norvège (2007), en Irlande (2008), aux Pays-Bas (2008), en Allemagne (2009) et en Italie (2019).

En France, le bonus écologique, associé à un malus pour les voitures les plus polluantes, a été mis en place en 2008 à la suite du Grenelle de l'environnement. L'objectif initial du dispositif était de réduire la moyenne des émissions du parc automobile neuf de 176 gCO₂/km en 2006 à 120 gCO₂/km à l'horizon 2020. Les seuils choisis devaient initialement être ajustés tous les deux ans, afin de continuer à fournir des incitations de long terme à l'industrie automobile en tenant compte du progrès technique d'une part, et, d'autre part, pour ajuster les tarifs du malus, de façon à ce que les recettes puissent continuer à financer le bonus et que le dispositif soit neutre pour le budget de l'Etat.

Le durcissement du malus écologique s'est fait de façon progressive depuis sa mise en place, en jouant sur trois leviers (Figure 1) :

- l'abaissement du seuil déclencheur du malus : de 161 gCO₂/km NEDC en 2008 à 110 gCO₂/km NEDC en 2021 ;
- le relèvement du plafond du malus : le plafond du malus est passé de 2 600€ à 30 000€ entre 2008 et 2021 ; celui-ci continuera d'augmenter car les plafonds des barèmes prévus pour 2022 et 2023 ont été fixés respectivement à 40 000€ et 50 000€ ;
- l'augmentation du nombre de tranches, afin d'éviter les effets de seuil : ainsi, le barème du malus est passé de 4 tranches d'imposition en 2008 à une taxation quasi-continue (72 tranches) en 2021.

FIGURE 1 : EVOLUTION DU BARÈME DU MALUS ÉCOLOGIQUE DE 2008 À 2023



Note : Les émissions représentées sur l'axe des abscisses sont les émissions selon le protocole d'homologation dit *New European Driving Cycle* (NEDC). Les barèmes 2022 et 2023 (en pointillés) sont ceux qui ont été annoncés par le gouvernement.

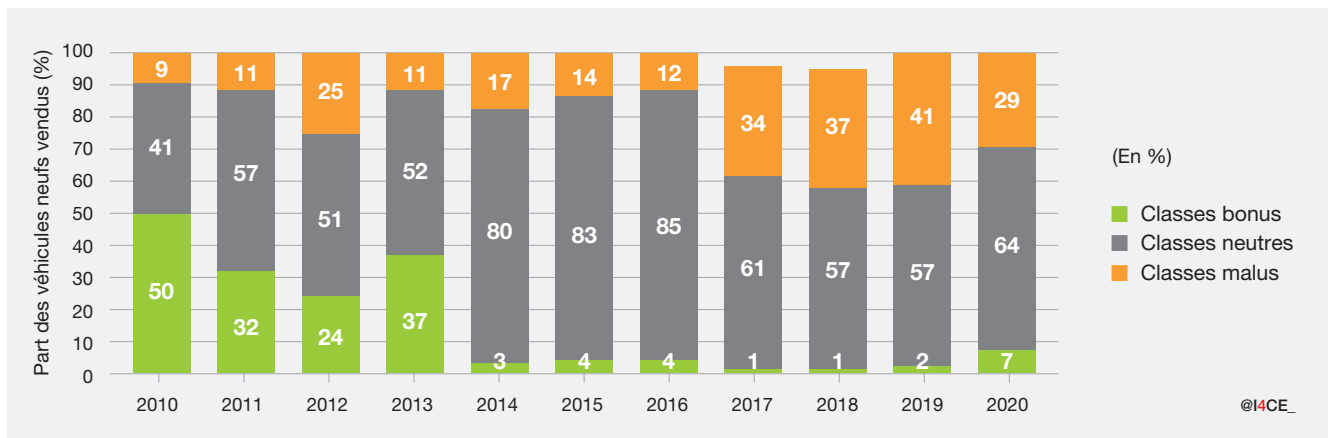
Source : Légifrance, Service-Public.

Le durcissement des conditions d'octroi du bonus s'est surtout traduit par des conditions de plus en plus restrictives sur les véhicules pouvant prétendre au bonus. En effet, si à l'origine, le bonus était ouvert même aux véhicules thermiques, à partir de 2015, le bonus écologique n'a plus été accessible qu'aux acquéreurs de véhicules électriques et hybrides. A partir de 2017, les modèles hybrides non-rechargeables n'ont plus été éligibles au bonus, et à partir de 2018, le bonus a été restreint aux seuls véhicules électriques. Toutefois, des modalités exceptionnelles ont été annoncées en 2020 dans le cadre du plan de relance et le gouvernement a élargi l'octroi du bonus aux hybrides

rechargeables jusqu'en juin 2021. En revanche, le montant maximal du bonus a peu évolué depuis 2008, et est resté stable entre 5 000 et 7 000 €.

Ces évolutions du dispositif se sont traduites par une augmentation de la part de véhicules neufs soumis au malus, et une diminution de la part de ceux bénéficiant du bonus. Ainsi, la part de véhicules neufs assujettis au malus est passée de 9 % en 2008 à 41 % en 2019. De même, 50 % des véhicules particuliers neufs avaient bénéficié du bonus en 2008, mais cette part est restée en dessous de 5 % entre 2014 et 2019 (Figure 2).

FIGURE 2 : PART DES VÉHICULES PARTICULIERS NEUFS VENDUS EN FRANCE PAR CLASSE DE BONUS/MALUS

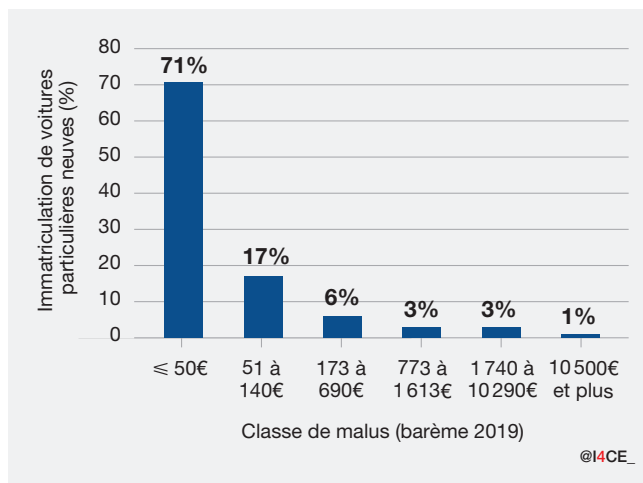


Note : La somme des pourcentages ne donne pas 100 % pour les années 2017 et 2018

Source : Car Labelling (ADEME 2021a).

En revanche, pour la grande majorité des véhicules, les montants des malus restent très peu élevés. Si 41 % des véhicules neufs vendus en France étaient soumis au malus écologique en 2019, 71 % des acquéreurs de voitures particulières neuves n'étaient soit pas soumis au malus, soit soumis à un malus inférieur à 50 €, et seuls 6 % des acquéreurs de véhicules neufs ont eu à payer un malus supérieur à 773 € (Figure 3).

FIGURE 3 : PART DES VOITURES PARTICULIÈRES NEUVES PAR CLASSE DE MALUS



Source : Ministère de la Transition écologique (2021).

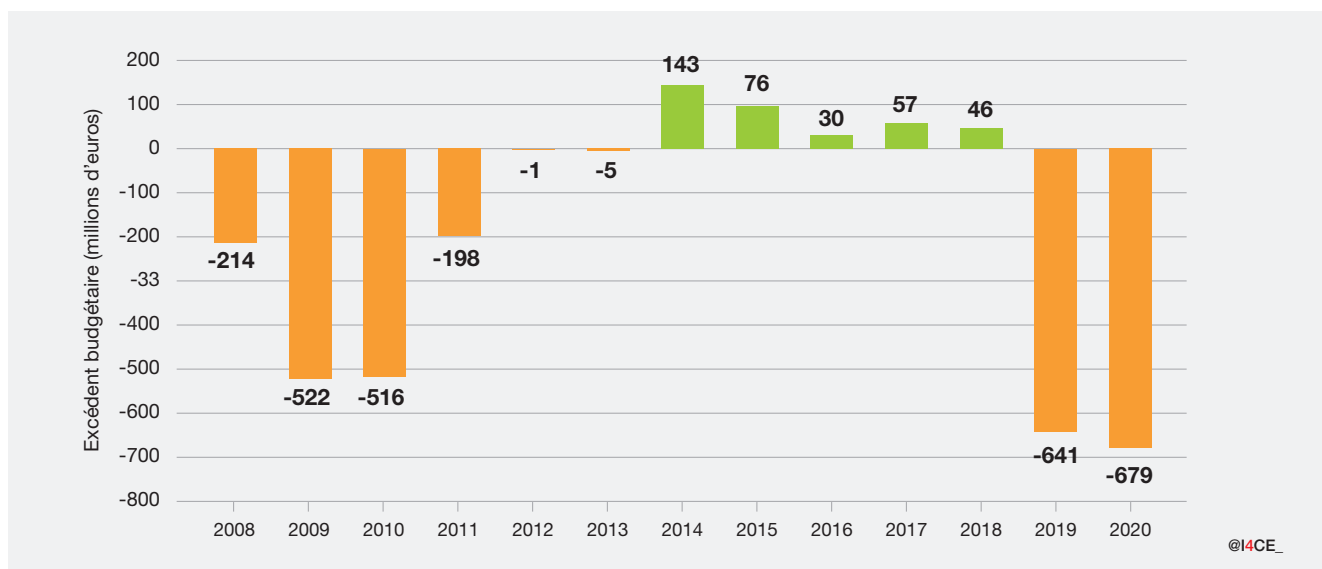
La restriction des conditions d'accès du bonus a été en partie compensée par l'instauration de la prime à la conversion. L'objectif de la prime à la conversion, créée en 2018 et qui se rapproche du dispositif précédent de prime à la casse, est d'inciter les ménages, notamment les plus modestes, à remplacer leurs voitures polluantes par des véhicules plus propres. Ce dispositif est ouvert aux

véhicules thermiques, contrairement au bonus écologique. Il a connu un succès important, à tel point qu'en 2019, le montant des dépenses liées à la prime à la conversion a atteint 820 millions d'euros, contre 314 millions d'euros pour le bonus (Cour des Comptes 2019).

Les deux dernières années ont constitué un cas particulier : afin de soutenir l'activité du secteur automobile, le gouvernement a élargi les conditions d'accès au bonus écologique et à la prime à la conversion. Le gouvernement a annoncé en 2020 l'octroi de 200 000 «super-primés à la conversion» pouvant atteindre 5 000 €, avec un seuil de revenu fiscal de référence rehaussé, ainsi que l'augmentation du montant maximal du bonus à 7 000 € et l'élargissement du dispositif aux véhicules électriques rechargeables. En conséquence, le montant global des bonus accordés en 2020 a augmenté de 92 % par rapport à 2019 et le montant des primes à la conversion a été supérieur de 60 % au budget prévisionnel (Cour des Comptes 2020a).

Bien qu'il ait été conçu à l'origine pour être fiscalement neutre, le dispositif du bonus-malus a représenté un coût pour les finances publiques. La mesure a coûté plus de 1,4 milliard d'euros pendant les quatre premières années de son entrée en vigueur, avant de connaître un retour à l'équilibre en 2012, puis de dégager des excédents au cours de la période 2014-2018 (Figure 4). Le succès de la prime à la conversion a de nouveau inversé la tendance, en entraînant un large déficit pendant les années 2019 et 2020. L'impact budgétaire du dispositif dans les années à venir dépendra fortement du maintien ou non des aides exceptionnelles accordées dans le contexte post-pandémique : les «super-bonus» ont été prolongés jusqu'à fin juin 2021 et les professionnels du secteur souhaitent que les conditions d'accès élargies à la prime à la conversion soient maintenues.

FIGURE 4 : IMPACT BUDGÉTAIRE DES AIDES À L'ACQUISITION DE VÉHICULES SUR LES FINANCES PUBLIQUES



Note : Ces chiffres incluent les recettes du malus automobile, et les dépenses relatives au bonus, au super-bonus et à la prime à la conversion
Source : Estimation I4CE à partir de rapports de la Cour des Comptes (2014 ; 2015 ; 2016 ; 2017b ; 2017a ; 2018 ; 2019 ; 2020a).

L'efficacité environnementale du dispositif du bonus-malus dépend fortement des modalités de sa mise en œuvre

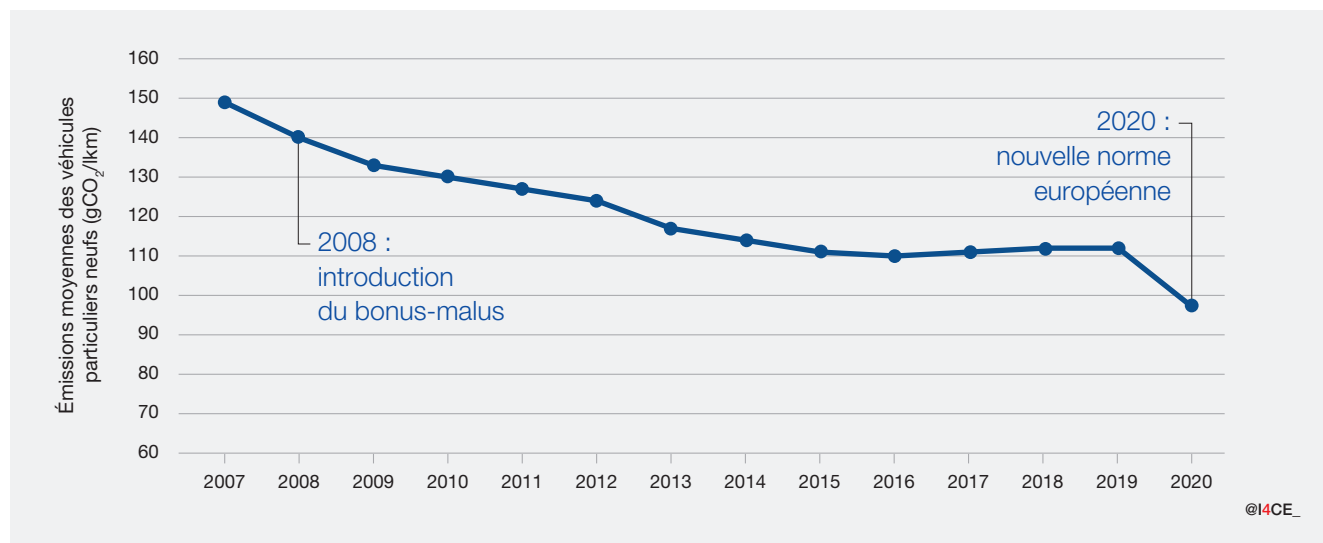
Les études portant sur l'introduction d'un bonus-malus écologique montrent que celui-ci a eu un effet significatif sur les ventes de véhicules neufs dans certains pays. Des études ont montré que la mise en place du bonus-malus a contribué à réduire les émissions moyennes des véhicules neufs notamment en France, en Norvège, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni, notamment sur le court-terme (Klier et Linn 2015 ; Cambridge Econometrics 2013 ; Ciccone 2018).

Des points de vigilance ont également été identifiés. Ceux-ci incluent des effets d'aubaine liés au bonus écologique, lorsque le barème est trop généreux (D'Haultfœuille, Durmeyer, et Février 2016), et aux programmes de prime à la casse (Hoekstra, Puller, et West 2017). D'autres études ont mis en avant des effets hors-prix parfois importants : ceux-ci peuvent découler de changements de préférence (D'Haultfœuille, Durmeyer, et Février 2011 ; 2016) et de l'existence d'autres facteurs influençant l'achat tels que

les normes sociales (Barth, Jugert, et Fritsche 2016) et la disponibilité des stations de recharge (Lieven 2015).

En France, on observe une baisse globale mais non-linéaire des émissions moyennes des véhicules particuliers neufs sur la période. La baisse des émissions a atteint environ 3,3 % par an entre 2008 et 2014, avant de plafonner entre 2015 et 2017, puis de remonter jusqu'en 2019 et de redescendre en 2020. Certaines de ces évolutions peuvent être rapprochées des tendances observées sur le marché, notamment l'essor des ventes des SUV, qui sont passés de 5 % des ventes entre 2008 à 38 % des ventes en 2019 (WWF 2020), la baisse de la part de véhicules diesel et le succès de la prime à la conversion mise en place en 2018. Compte tenu du fait que les taxes sur les carburants sont restées stables entre 2019 et 2020, la baisse observée entre 2019 et 2020 peut s'expliquer par l'augmentation de la part des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans les immatriculations neuves (de 2,8 % à 11,1 %), qui est elle-même à rapprocher de l'instauration de la nouvelle norme européenne : les émissions moyennes du parc neuf ont ainsi atteint 98,1 gCO₂/km en 2020, soit légèrement au-dessus du seuil de 95 gCO₂/km fixé par l'UE aux constructeurs (Figure 5).

FIGURE 5 : EVOLUTION DES ÉMISSIONS MOYENNES DES VÉHICULES PARTICULIERS NEUFS EN FRANCE ENTRE 2007 ET 2020



Source : Car Labelling (ADEME 2021a).

La Cour des Comptes et les ONG ont récemment pointé du doigt l'efficacité environnementale limitée du dispositif. Dès 2019, un rapport de la Cour des Comptes a mis en avant l'instabilité et la complexité croissante des dispositifs du bonus-malus et de la prime à la conversion, dont le pilotage a été décrit comme « erratique », ainsi que l'insuffisance de l'évaluation de l'efficacité environnementale de ces aides (Cour des Comptes 2019b). La Cour des Comptes a donc recommandé que toute modification du dispositif soit soumise à une étude d'impact. Dans un rapport rendu en septembre 2020 et piloté par l'ADEME, le Réseau Action Climat pointe du doigt la faible efficacité du bonus-malus et de la prime à la conversion, rendue visible par l'augmentation

des émissions de CO₂ des véhicules neufs entre 2016 et 2019 (Réseau Action Climat 2020). Enfin, ce rapport met en avant le fait que la prime à la conversion finance à plus de 85 % l'achat de véhicules thermiques (diesel et essence, sur la période allant d'août 2019 à décembre 2019) et qu'elle n'entraîne qu'un gain d'émissions limité (7 gCO₂/km) par rapport à la moyenne des véhicules vendus en 2019.

En outre, les systèmes fondés sur des mesures prises en laboratoire, comme le bonus-malus et la norme européenne, entraînent un risque d'écart entre les émissions en condition de test et les émissions réelles. D'après une étude de France Stratégie, les émissions de CO₂ des voitures neuves mesurées en laboratoire, lors des tests

d'homologation, ont baissé de 30 % entre 2001 et 2017, mais n'ont diminué que de 10 % en conditions de conduite réelle (France Stratégie et Meilhan 2019). L'introduction de la norme WLTP fin 2018 en remplacement de la norme NEDC était censée réduire cet écart⁴ mais d'après une étude réalisée à partir de l'année 2018, si les émissions NEDC étaient inférieures d'environ 40 % aux émissions réelles, il reste un écart d'environ 14 % entre les émissions WLTP et les émissions réelles (Dornoff, Uwe Tietge, et Peter Mock 2020). Les écarts entre émissions réelles et émissions tests seraient particulièrement considérables pour les véhicules hybrides rechargeables : en fonction de leur usage, leurs émissions réelles peuvent représenter jusqu'à douze fois les émissions tests (Transport & Environment 2020a). Selon une étude de l'IFPEN portant sur les émissions d'une sélection de 22 véhicules, presque tous les modèles respectent les normes d'émissions de polluants en vigueur, mais les

conditions d'usage des véhicules hybrides (et notamment la fréquence de la charge) influent fortement sur leurs niveaux d'émissions (IFPEN 2020).

Enfin, l'impact des dispositifs existants sur l'amélioration de la qualité de l'air serait limité. D'après un document publié par la Cour des Comptes en septembre 2020, si le bonus, limité aux véhicules électriques, contribue à réduire les émissions de polluants du parc automobile, le malus n'étant assis que sur le paramètre des émissions de CO₂, aurait favorisé les véhicules diesel, tandis que la prime à la conversion permet l'acquisition de véhicules qui ne respectent pas les valeurs limites d'émission pour les oxydes d'azote (Euro 5 et 6) (Cour des Comptes 2020b). Le renouvellement du parc automobile entraîné par les aides à l'acquisition de véhicules n'aurait donc pas permis de réduire les émissions de polluants ayant un impact sur la santé.

LA POLITIQUE VOLONTARISTE DE SOUTIEN AUX VÉHICULES ÉLECTRIQUES ADOPTÉE PAR LA NORVÈGE A EU DES EFFETS RÉELS SUR LE PARC DE VÉHICULES

Depuis plus de vingt-cinq ans, la Norvège a mis en place un ensemble de dispositifs visant à soutenir le développement de la mobilité électrique, à travers notamment des exemptions de taxes pour les véhicules électriques et une taxe à l'achat pour les véhicules thermiques et hybrides. Ainsi, les véhicules électriques ont bénéficié d'une exemption de la taxe à l'importation dès le début des années 1990, puis d'une exemption de TVA en 2001. D'autres exemptions destinées aux véhicules électriques particuliers ont été mises en place depuis : exemption de la taxe annuelle à la circulation, gratuité des péages, gratuité des parkings, réductions importantes sur le transport, des accès aux voies de bus à Oslo et gratuité des recharges aux bornes des parkings publics. S'il n'existe pas de système de bonus écologique (subventions à l'achat) en Norvège, les véhicules thermiques et hybrides sont soumis à une taxe à l'acquisition qui couvre trois composantes qui s'additionnent : un malus écologique (fonction des émissions du véhicule en gCO₂/km), un malus poids (en €/kg) et un malus « pollution » qui s'applique aux émissions d'oxydes d'azote (en mgNOx/km) (Fridstrøm 2021). À noter que, comme aux Pays-Bas, le malus en Norvège est dé plafonné.

La Norvège apparaît comme une exception en ce qui concerne la pénétration des véhicules électriques. À l'heure actuelle, les véhicules électriques représentent plus de 10 % du parc total de véhicules particuliers en Norvège ; à titre de comparaison, en Suède et au Danemark, ceux-ci ne représentent que 1 % du parc. En 2020, la part de marché des véhicules électriques atteignait 52,3 %, et celle des hybrides rechargeables, 20,4 % (Fridstrøm 2021). Ceci s'explique par le fait que la Norvège est l'un des rares pays au monde où le barème du malus et les aides disponibles rendent les véhicules électriques moins chers que leurs équivalents thermiques : ainsi, la version électrique de la Golf est près de 26 % moins chère que la version thermique (Réseau Action Climat 2020). En conséquence, les émissions moyennes des voitures neuves en Norvège ont atteint le seuil de 95 gCO₂/km dès 2016 et continuent de baisser : pour l'année 2019, les émissions moyennes des voitures neuves étaient de 60 gCO₂/km en Norvège, à comparer avec la moyenne de l'Union Européenne à 122,3 gCO₂/km (Fridstrøm 2021).

4 L'utilisation du cycle NEDC (*New European Driving Cycle*), utilisé pour mesurer la consommation en carburant et les émissions de CO₂ des véhicules, avait été instauré par la mise en place d'une directive européenne en juillet 1973. La norme NEDC a été depuis jugée trop éloignée des émissions réelles de CO₂ des véhicules, d'où l'introduction de la nouvelle norme WLTP (*Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure*) en mars 2020. La procédure de test a été renforcée pour la norme WLTP : le test WLTP a une durée rallongée par rapport au cycle NEDC, passant de 20 minutes à 30 minutes, les conditions climatiques mises en place lors du test sont plus réalistes avec la norme WLTP comparativement avec celles de la NEDC, et la procédure de test WLTP prend en compte l'impact des équipements du véhicule, ce qui n'était pas le cas avec la norme NEDC. Ces différences expliquent le fait que les émissions WLTP soient plus élevées que les émissions NEDC : le Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA), note qu'il existe un écart d'environ 20 % entre les émissions NEDC et les émissions de la norme WLTP.

Quel rôle pour le bonus-malus écologique en France dans les années qui viennent ?

La nouvelle norme européenne et les interdictions de ventes de véhicules thermiques qui entreront en vigueur à moyen terme pourraient avoir des effets limités sur les émissions moyennes du parc de véhicules.

Certes, la nouvelle norme européenne ainsi que la fin annoncée des ventes de véhicules thermiques neufs vont inciter les constructeurs à améliorer leurs gammes de véhicules électriques, mais ces standards et interdictions présentent le risque de créer des effets de seuil et des effets d'aubaine. Comme ces standards s'appliquent aux ventes de véhicules neufs dans une année précise, la tentation est grande pour les constructeurs d'écouler leur stock de véhicules polluants l'année précédant l'entrée en vigueur de la restriction, avant d'orienter les ventes vers les véhicules propres ; ce phénomène pourrait expliquer le décrochage observé des émissions moyennes des véhicules neufs en France entre 2019 et 2020, passées de 111,5 gCO₂/km à 96,8 gCO₂/km. Ainsi, les émissions du parc neuf baisseraient significativement l'année N de la mise en place du standard (norme ou interdiction) mais si les constructeurs continuent de vendre des voitures polluantes jusqu'à l'année N-1, les émissions de l'ensemble du parc de véhicules continueraient d'être élevées jusqu'à la fin du prochain cycle de renouvellement. La mise en place de standards (normes et interdictions) pourrait donc avoir des effets limités sur les émissions de gaz à effet de serre à court et moyen terme provenant du parc de véhicules, ce qui est d'autant plus problématique que le réchauffement climatique est fonction de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, et non pas des flux d'émissions annuels.

Même si la parité-prix entre les véhicules thermiques et électriques pourrait arriver dans les années qui viennent, la pertinence du bonus écologique ne serait pas forcément remise en question. Plusieurs études récentes ont mis en avant le fait que les véhicules électriques sont de plus en plus compétitifs avec les véhicules thermiques. En France, le coût total de possession⁵ des véhicules électriques est déjà proche de celui des véhicules thermiques neufs (Lévy, Drossinos, et Thiel 2017). Selon une étude de BloombergNEF parue cette année, la marge des constructeurs (hors subventions) pourrait être équivalente entre les véhicules électriques et thermiques neufs dès 2025-2027, ce qui se traduirait par une parité sur les prix (BloombergNEF, Transport & Environment 2021).

Toutefois, celle-ci repose sur certaines conditions, comme le fait que les constructeurs automobiles mettent en place des chaînes de productions dédiées aux véhicules électriques (BloombergNEF, Transport & Environment 2021). De surcroît, d'autres blocages pourraient subsister (constructeurs qui ont mal négocié le virage électrique, usagers qui ont des craintes sur l'autonomie, etc.) et justifier le maintien d'un dispositif de bonus-malus même à moyen terme.

Il ressort de cette revue de littérature que le bonus-malus a définitivement sa place au sein de l'éventail de politiques publiques visant la décarbonation du secteur des transports en France, mais que son efficacité dépendra de sa mise en œuvre et du barème qui est appliqué. Ainsi, l'exemple de la Norvège développé plus haut semble indiquer qu'un système d'exemptions fiscales pour les véhicules propres, et de malus pour les véhicules polluants peut donner l'avantage aux véhicules propres dans le parc neuf, sans peser sur les finances publiques. De nombreuses institutions et organisations non gouvernementales ont appelé en France à une réforme des aides à l'acquisition de véhicules et du malus en mettant en avant notamment :

- le besoin de transparence et d'évaluation ainsi que la nécessité de soumettre le bonus-malus et la prime à la conversion à une étude d'impact (Cour des Comptes 2019 ; Haut Conseil pour le Climat 2019) ;
- la fin de la prime à la conversion pour les véhicules thermiques et la refonte du barème du malus pour introduire des seuils plus dissuasifs et limiter l'essor des SUV (Réseau Action Climat 2020) ;
- l'importance de la prise en compte du poids du véhicule et de ses émissions de polluants (hors CO₂) dans le barème du malus (Cour des Comptes 2020b ; France Stratégie et Meilhan 2019).

Cette étude ne vise pas à répondre à toutes ces recommandations mais les sections suivantes se concentrent sur trois objectifs :

- (i) montrer qu'il est possible de développer un outil qui permette d'évaluer l'impact d'un barème de bonus-malus sur les émissions du parc de véhicules neufs, et de comparer celles-ci aux objectifs de la SNBC ;
- (ii) appliquer cet outil pour évaluer le barème gouvernemental proposé pour les années qui viennent ;
- (iii) enfin, proposer des barèmes alternatifs qui permettent d'atteindre un rythme de réduction des émissions du parc de véhicules neufs cohérent avec le scénario de référence de la SNBC.

5 Le coût total de possession considéré ici couvre le coût d'achat (dont TVA et primes/taxes à l'acquisition), la valeur actuelle nette des taxes annuelles de circulation et des coûts de carburants, ainsi que la valeur de revente.

Approche méthodologique

L'objectif du bonus-malus écologique est de fournir des incitations financières visant à détourner les consommateurs des véhicules polluants et de les orienter vers des véhicules propres. Ce projet vise à établir si le barème du bonus-malus qui sera en vigueur jusqu'en 2023 permettra d'influencer suffisamment les ventes de véhicules neufs pour que la baisse des émissions des véhicules neufs soit du même ordre de grandeur que celle estimée à partir de la trajectoire de la SNBC. Le modèle développé pour cette étude comporte donc plusieurs composantes :

- **Composante #1** : l'estimation d'un modèle de demande de véhicules neufs qui permet, à partir d'un parc de véhicules neufs donné, d'évaluer l'effet de plusieurs variables-clés (dont le prix) sur les parts de marché respectives des différents modèles ;
- **Composante #2** : la modélisation de plusieurs facteurs (dont le bonus-malus écologique) pouvant avoir un effet sur le prix des différents modèles et donc leurs parts de marché ;
- **Composante #3** : la traduction des parts de marché des différents modèles de véhicules en émissions NEDC, puis en émissions réelles, et la comparaison avec la trajectoire de la SNBC.

Composante #1 : l'estimation économétrique d'un modèle de demande

La principale composante du modèle sur lequel s'appuie cette étude est un modèle de demande de véhicules neufs, qui permet de relier le prix payé par le consommateur aux parts de marché des différents modèles de véhicules. Le modèle de demande utilisé ici s'appuie sur le modèle économétrique développé par Durrmeyer et Samano (2017) qui utilisent un modèle de type « logit emboîté »⁶ pour évaluer le lien entre les variables-clés que sont le prix (bonus-malus inclus), le coût variable du carburant, le poids, la coupe, la puissance fiscale, le type de véhicule. Le modèle développé pour ce rapport s'appuie sur deux hypothèses structurantes :

- afin de prendre en compte le fait que chaque année, il n'y a qu'une partie des consommateurs qui achète un véhicule, le modèle inclut une « outside-option » qui repose sur une durée de remplacement de 6 ans ;
- l'équilibre offre-demande sur le marché des véhicules neufs repose sur une hypothèse de concurrence pure et parfaite, dans laquelle les réactions stratégiques des constructeurs sont négligées. Le modèle développé

se concentre sur le court-terme et l'on suppose que la seule réaction possible des constructeurs passe par la variable prix.

Les données utilisées pour l'estimation économétrique de ce modèle proviennent de l'ADEME (Car Labelling) et couvrent la période allant de 2015 à 2019. Ces données contiennent 130 000 observations, qui représentent 10,2 millions de véhicules neufs particuliers vendus sur la période 2015-2019, pour 832 modèles différents. La note méthodologique présente les données de l'ADEME et les sources des autres variables utilisées dans le cadre de cette étude.

La calibration de notre modèle est effectuée sur la période 2015-2019. Les coefficients des variables d'intérêt sont très proches de ceux trouvés par Durrmeyer et Samano (2017), qui avaient utilisé pour leur calibration des données sur les ventes de véhicules neufs en France entre 2003 et 2008. Les résultats de l'estimation sont présentés et discutés dans la note méthodologique.

Ce modèle de demande est ensuite utilisé pour évaluer l'effet de plusieurs facteurs sur le prix des véhicules disponibles à l'achat, et les parts de marché qui découlent de ces changements de prix. Les facteurs pris en compte dans le cadre de cette étude sont détaillés ci-dessous : ils incluent le bonus-malus écologique, le malus poids, le progrès technique et la norme européenne.

Composante #2 : la prise en compte des facteurs influençant les prix des véhicules neufs

1. Le bonus-malus écologique

Le bonus-malus écologique vient modifier le prix des différents modèles de véhicules neufs, ce qui, dans le modèle, se traduit par des changements de parts de marché. Le bonus-malus suit le barème annoncé par le gouvernement jusqu'en 2023. Il est prévu que le seuil du déclenchement du malus passe, en norme WLTP, de 133 gCO₂/km en 2021 à 128 gCO₂/km puis 123 gCO₂/km⁷ en 2022 et 2023, et que son plafond soit relevé de 30 000 € en 2021 à 40 000 € en 2022 puis 50 000 € en 2023 (Assemblée Nationale 2020). Quant au bonus écologique, les modalités exceptionnelles annoncées en 2020 (élargissement du bonus aux hybrides rechargeables, élargissement de la prime à la conversion) ont été maintenues jusqu'en juin 2021, mais à partir du 1^{er} janvier 2022, le montant maximum du bonus repassera à 5 000 € et les véhicules hybrides rechargeables ne seront plus éligibles. Il est prévu que le plafond du bonus soit abaissé à 4 000 € en 2023 (Assemblée Nationale 2020).

6 Le choix d'un « logit emboîté » (ou nested logit) repose sur l'hypothèse que les consommateurs choisissent d'abord un segment de carrosserie (berline, break, espace, minibus, sport, SUV), puis un modèle de véhicule au sein de ce segment, en fonction des caractéristiques de chaque modèle.

7 Les seuils de déclenchement du malus mentionnés ici sont exprimés en norme WLTP.

2. Le malus poids

Ainsi que précisé plus haut, le malus poids sera appliqué en France à partir du 1^{er} janvier 2022. Le modèle reprend les dispositions gouvernementales :

- le malus poids s'applique aux véhicules de plus de 1 800 kg, sur la base d'une taxe de 10 € par kilo supplémentaire, avec un plafond à 40 000 € en 2022 et 50 000 € en 2023 ;
- le malus poids s'ajoute au bonus-malus écologique mais la somme du malus poids et du malus écologique ne peut pas excéder le montant maximum du malus écologique ;
- les véhicules électriques et hybrides sont exemptés⁸.

3. Le progrès technique

La prise en compte du progrès technique sur la période 2021-2025 s'appuie sur deux scénarios :

- **Progrès technique 'faible'** : Ce scénario se fonde sur les scénarios proposés par International Council on Clean Transportation (Mock 2021). Dans ce scénario, les prix

des véhicules électriques (scénario autonomie 450 km) et des hybrides rechargeables (scénario autonomie 75 km) diminuent respectivement en moyenne de 7,2 % et 1,1 % par an. Quant aux véhicules hybrides non rechargeables, leur prix est supposé stable avec une augmentation du prix de 0,1 % par an, tandis que le prix des véhicules thermiques augmente de 0,2 % par an.

- **Progrès technique 'fort'** : Ce deuxième scénario se fonde sur les perspectives publiées par Transport and Environment (T&E) selon lesquelles la baisse du prix des véhicules électriques s'élèverait à 10,9 % par an moyenne sur la période 2021-2025 (Transport & Environment 2020b)⁹. Cette hypothèse de progrès technique « fort » peut trouver sa justification dans l'anticipation d'une très forte baisse des prix des batteries électriques, qui serait en ligne avec la baisse d'environ 97 % du prix réel des cellules lithium-ion, proportionnée à leur capacité énergétique, entre 1991 et 2016 (Ziegler et Trancik 2021).

Le **Tableau 1** ci-dessous détaille ces deux scénarios.

TABEAU 1 : SCÉNARIOS DE PROGRÈS TECHNIQUE

Baisse annuelle des prix sur la période 2021-2025	Scénario : progrès technique faible	Scénario : progrès technique fort
Véhicules électriques	-7,2 %	-10,9 %
Véhicules hybrides rechargeables	-1,1 %	-1,1 %
Véhicules hybrides non rechargeables	+0,1 %	+0,1 %
Véhicules thermiques	+0,2 %	+0,2 %

Source : ICCT (Mock 2021), Transport & Environment (2020b).

4. La norme européenne

La norme européenne fixe, pour chaque constructeur, un seuil maximal de 95 gCO₂/km NEDC en 2020 pour les émissions moyennes de ses véhicules neufs vendus dans l'Union européenne. Par souci de simplification, la modélisation de la norme s'appuie sur les hypothèses suivantes :

- le seuil maximal d'émissions de 95 gCO₂/km NEDC sur les ventes réalisées par chaque constructeur dans l'Union Européenne s'applique également aux ventes réalisées en France ;
- le calcul du taux moyen des émissions des constructeurs couvre 100 % de leurs ventes (pas d'exemption pour les 5 % de voitures les plus polluantes) ;
- il est plus rentable pour les constructeurs de respecter la norme imposée par l'UE que de ne pas la respecter.

La norme européenne est ensuite modélisée comme un coût implicite pour le constructeur, qui s'ajoute à l'effet du bonus-malus : ce coût implicite est obtenu en comparant les parts de marché estimées à l'aide du modèle pour l'année 2020 avec les parts de marché observées, et en supposant que ce coût implicite est une fonction de la différence entre les

émissions du modèle et l'objectif d'émissions de 95 gCO₂/km. En utilisant les données de l'ADEME sur les parts de marché (réelles) de l'année 2020, il est possible d'isoler l'effet de la norme européenne sur le prix des modèles de chaque constructeur. Ce coefficient est ensuite repris pour les ventes de véhicules des années suivantes.

Composante #3 : la traduction des parts de marché en émissions de CO₂ et comparaison avec la trajectoire de la SNBC

L'objectif du projet est d'évaluer si le barème du bonus-malus gouvernemental est cohérent avec la trajectoire de réduction d'émissions prévue par la SNBC. Le modèle de demande présenté ci-dessus est utilisé pour estimer l'effet du barème du bonus-malus sur les parts de marché des différents modèles de véhicules neufs. Cet effet sur les parts de marché se répercute mécaniquement sur les émissions moyennes de CO₂ du parc neuf de véhicules particuliers. Compte tenu

⁸ La loi prévoit que cette exemption concerne les véhicules électriques et les hybrides rechargeables dont l'autonomie en ville est supérieure à 50 km. Par souci de simplification, nous faisons l'hypothèse que cette exemption s'applique à l'ensemble des véhicules électriques et hybrides.

⁹ Cette diminution des prix se fonde sur l'estimation des prix de détail (hors taxes) sur la période 2020-2030 proposée par T&E dans leur rapport.

de l'engagement qu'a pris le gouvernement d'avoir comme feuille de route la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), nous évaluons l'efficacité environnementale du barème du bonus-malus à l'aune de la trajectoire des émissions de CO₂ du parc de véhicules neufs prévue dans la SNBC.

1. La baisse des émissions des véhicules neufs dans la SNBC

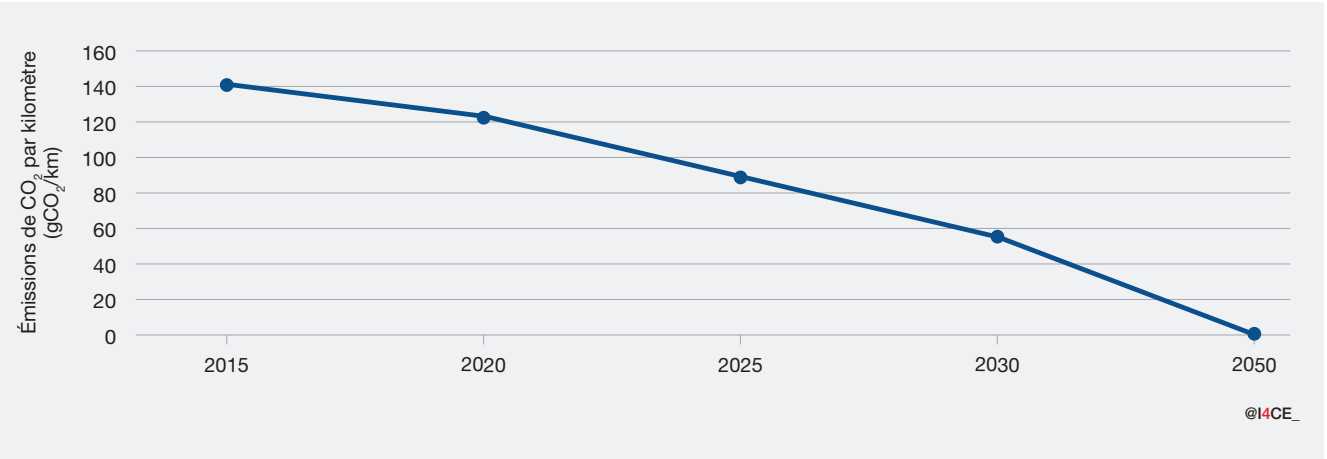
La trajectoire des émissions de CO₂ du parc de véhicules neufs à 2025, estimée par I4CE à partir des données de la SNBC, implique une baisse des émissions de 6,3 % par an (en moyenne) et de 27,7 % au total sur la période. La synthèse officielle de la SNBC fournit des données pour 2015, 2030 et 2050 sur les parts de marché des différentes motorisations (thermiques, électriques ou hybrides rechargeables) dans les ventes de véhicules neufs, ainsi que des données sur la consommation des véhicules neufs (Direction Générale de l'Energie et du Climat 2020).

A partir d'hypothèses sur le point de passage 2025, sur les facteurs d'émissions pour les véhicules thermiques et sur le taux d'utilisation de l'électricité dans les véhicules hybrides, nous obtenons une trajectoire pour les émissions réelles du parc neuf de voitures particulières à l'horizon 2025 (Figure 6 ci-dessous).

2. Lien entre émissions théoriques et émissions réelles

Ayant établi le barème du bonus-malus en norme NEDC, et la trajectoire SNBC étant en émissions réelles, la comparaison des deux nécessite la traduction des émissions en norme NEDC en émissions réelles. Cette traduction s'appuie sur des hypothèses tirées de rapports publiés par ICCT et Transport & Environment (Tableau 2 ci-dessous).

FIGURE 6 : EMISSIONS MOYENNES DES VOITURES NEUVES VENDUES ESTIMÉES À PARTIR DE LA TRAJECTOIRE DE LA SNBC



Note : Les émissions estimées représentent les émissions réelles en situation de conduite.
Source : Estimation I4CE sur la base de données fournies dans la synthèse de la Stratégie nationale bas-carbone (Direction Générale de l'Energie et du Climat 2020).

TABLEAU 2 : TRADUCTION DES ÉMISSIONS NEDC EN ÉMISSIONS RÉELLES

	Émissions moyennes NEDC 2019 (gCO ₂ /km)	Émissions moyennes en situation de conduite (gCO ₂ /km)	
Véhicules électriques	0	0	0
Véhicules hybrides rechargeables	45	NEDC*1,30*1,39	81
Véhicules hybrides non rechargeables	100	NEDC*1,39	139
Véhicules thermiques - diesel	112	NEDC*1,39	156
Véhicules thermiques - essence	116	NEDC*1,39	161

Note : Emissions réelles en situation de conduite (hors fabrication du véhicule et de la batterie).
Source : Estimation I4CE à partir de Transport & Environment (2020) et ICCT (Dornoff, Uwe Tietge, et Peter Mock 2020).

Principaux résultats

Cette section présente les résultats obtenus grâce à l'outil de simulation présenté ci-dessus. Ceux-ci incluent :

- la comparaison de la baisse des émissions du parc de véhicules neufs à 2025, simulée à partir du barème gouvernemental prévu jusqu'en 2023 et prolongé jusqu'en 2025, avec la baisse des émissions estimée à partir du scénario de référence de la SNBC ;
- la présentation de deux barèmes alternatifs et de leur effet sur la baisse des émissions du parc de véhicules neufs à 2025 ;
- l'impact projeté de ces deux barèmes alternatifs et du barème gouvernemental sur les finances publiques.

À noter que :

- tous les résultats présentés dans cette section tiennent compte du progrès technique (scénarios « faible » et « fort »), du malus-poids et de la norme européenne.
- compte tenu du fait que le niveau des émissions réelles du parc de véhicules neufs en 2020 calculé à partir du scénario de référence de la SNBC n'est pas équivalent aux émissions réelles calculées à partir des ventes de véhicules en 2020, la comparaison avec la SNBC ne se fait pas sur les niveaux absolus mais sur la pente de la courbe, soit -27,7 % par an sur la période 2020-2025, ce qui équivaut à une réduction moyenne annuelle de 6,3 % par an.

Le barème prévu par le gouvernement ne permettra a priori pas d'atteindre le rythme de réduction des émissions prévu par la SNBC

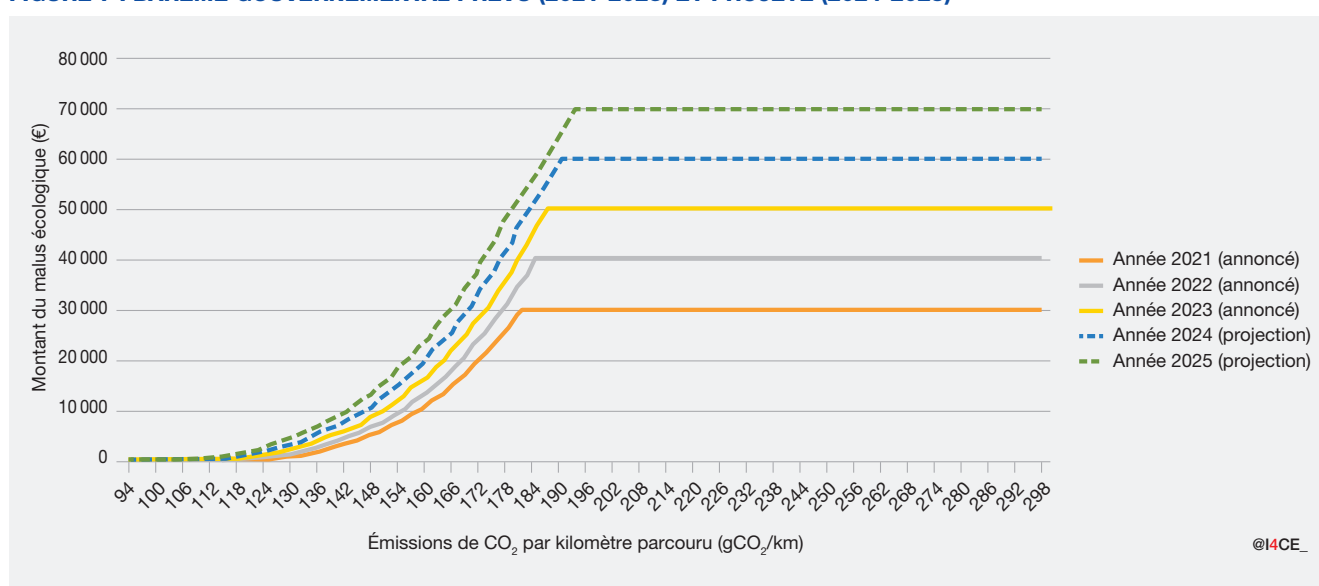
1. Prolongement à 2025 du barème gouvernemental prévu jusqu'en 2023

La comparaison du barème du bonus-malus prévu par le gouvernement avec la trajectoire de la SNBC requiert des hypothèses sur le barème des années 2024 et 2025.

Le barème du bonus-malus a été publié jusqu'en 2023 (Assemblée Nationale 2020) mais comme l'évaluation proposée ici s'appuie sur le rythme de réduction des émissions du parc de véhicules neufs entre 2020 et 2025 dans le scénario de référence de la SNBC, des données sur le barème sont également nécessaires pour 2024 et 2025. Le barème gouvernemental est donc prolongé pour 2024 et 2025 à partir des dynamiques observées entre 2021 et 2023. Une description détaillée de la méthodologie employée pour prolonger le barème gouvernemental est disponible en annexe.

Le graphique ci-dessous présente les barèmes prévus par le gouvernement pour les années 2021 à 2023, ainsi que les barèmes établis par I4CE pour les années 2024 et 2025 qui prolongent les dynamiques observées (Figure 7).

FIGURE 7 : BARÈME GOUVERNEMENTAL PRÉVU (2021-2023) ET PROJETÉ (2024-2025)



Note : Emissions exprimées en norme NEDC.

Source : LOI n° 2020-1721 du 29 décembre 2020 de finances pour 2021 (1) (Assemblée Nationale 2020) pour les années 2020-2023 et calculs I4CE pour les années 2024 et 2025.

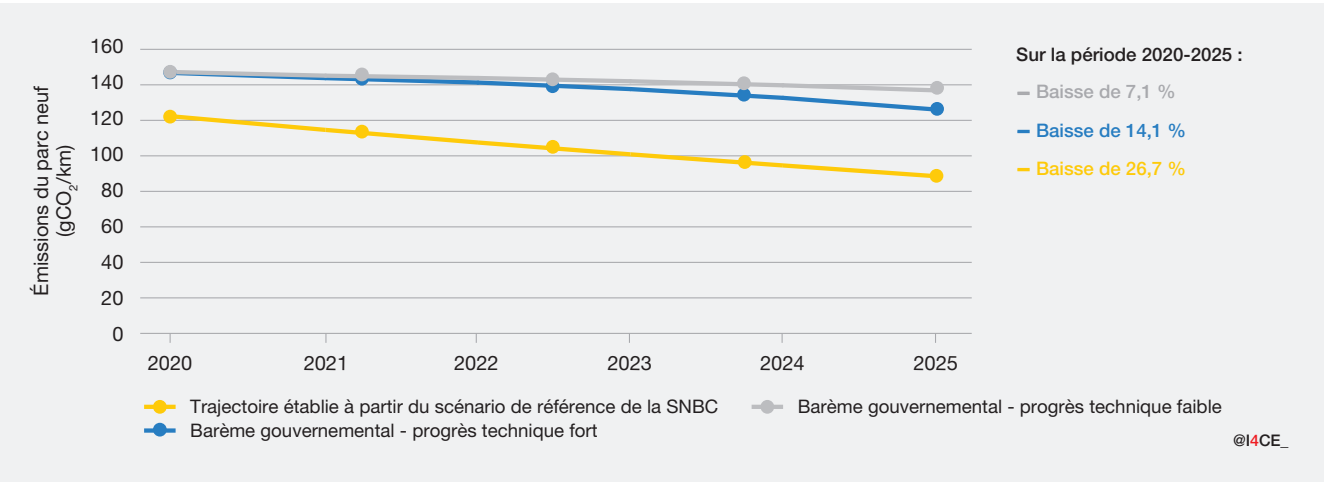
2. Comparaison avec la trajectoire de réduction des émissions dans la SNBC

Dans ce qui suit, nous présentons les émissions de CO₂ consécutive à la mise en place du barème gouvernemental prévu et prolongé. Nous comparons les émissions de ce barème de bonus-malus (en tenant compte également des effets de la norme européenne et du malus poids, selon les modalités présentées plus haut) avec les émissions tirées du scénario de référence de la SNBC. L'estimation des émissions issues du barème annoncé par le gouvernement s'appuie sur deux scénarios de progrès techniques : faible et fort. La comparaison se fait sur la base du rythme de réduction des émissions.

Quel que soit le scénario adopté pour le progrès technique, la baisse des émissions sur la période 2020-2025 liée au barème gouvernemental est inférieure à

celle du scénario de référence de la SNBC. La baisse des émissions est plus importante dans le scénario « progrès technique fort » que dans le scénario « progrès technique faible » car le progrès technique se traduit par une plus forte baisse du prix des véhicules électriques, ce qui augmente davantage leurs parts de marché¹⁰. Toutefois, dans aucun des deux scénarios de progrès technique considérés, le barème gouvernemental ne se traduit par des réductions d'émissions du parc de véhicules neufs d'un ordre de grandeur comparable avec celles de la trajectoire de la SNBC : dans les scénarios de progrès technique faible et fort, la baisse annuelle moyenne des émissions du parc de véhicules neufs sur la période 2020-2025 est respectivement de 1,5 % par an et 3,0 % par an, alors que dans le scénario de référence de la SNBC, cette baisse est de 6,3 % par an (Figure 8 et Tableau 3 ci-dessous).

FIGURE 8 : COMPARAISON DE LA TRAJECTOIRE DES ÉMISSIONS DE LA STRATÉGIE SNBC ET DES ÉMISSIONS SIMULÉES À PARTIR DU BARÈME GOUVERNEMENTAL*



Note : *Barème établi sur la base du barème annoncé par le gouvernement pour les années 2022 et 2023, et prolongé par I4CE pour les années 2024 et 2025. La comparaison entre la baisse des émissions dans le scénario de référence de la SNBC et la baisse des émissions simulée à partir du barème gouvernemental se fait sur la pente des deux courbes. Les émissions représentent les émissions en conditions réelles de conduite.

Source : I4CE à partir de la synthèse officielle de la SNBC.

TABLEAU 3 : COMPARAISON ENTRE LA BAISSSE DES ÉMISSIONS D'APRÈS LA TRAJECTOIRE SNBC ET CELLES CALCULÉES À PARTIR DU BARÈME GOUVERNEMENTAL*

	Trajectoire SNBC	Barème gouvernemental*	
		Progrès technique faible	Progrès technique fort
Baisse annuelle moyenne des émissions 2020-2025 (%/an)	-6,3 % / an	-1,5 % / an	-3,0 % / an
Baisse totale des émissions 2020-2025 (%)	-27,7 %	-7,1 %	-14,1 %

Note : *Barème établi sur la base du barème annoncé par le gouvernement pour les années 2022 et 2023, et prolongé par I4CE pour les années 2024 et 2025.

Source : I4CE à partir de la synthèse officielle de la SNBC (Direction Générale de l'Energie et du Climat 2020).

10 Voir hypothèses détaillées dans la partie Approche méthodologique.

En résumé, le barème qui a été annoncé par le gouvernement entrainerait une réduction des émissions de CO₂ du parc de véhicules neufs entre 7 % et 14 % sur la période 2020-2025, loin de l'objectif de -28 % fixé par la SNBC.

Deux propositions de barèmes alternatifs permettant d'atteindre les objectifs de la SNBC sont examinées dans la section suivante.

Un durcissement du barème du malus pourrait permettre de réduire les émissions du parc de véhicules neufs et se rapprocher de la trajectoire de la SNBC

1. Proposition de barèmes alternatifs

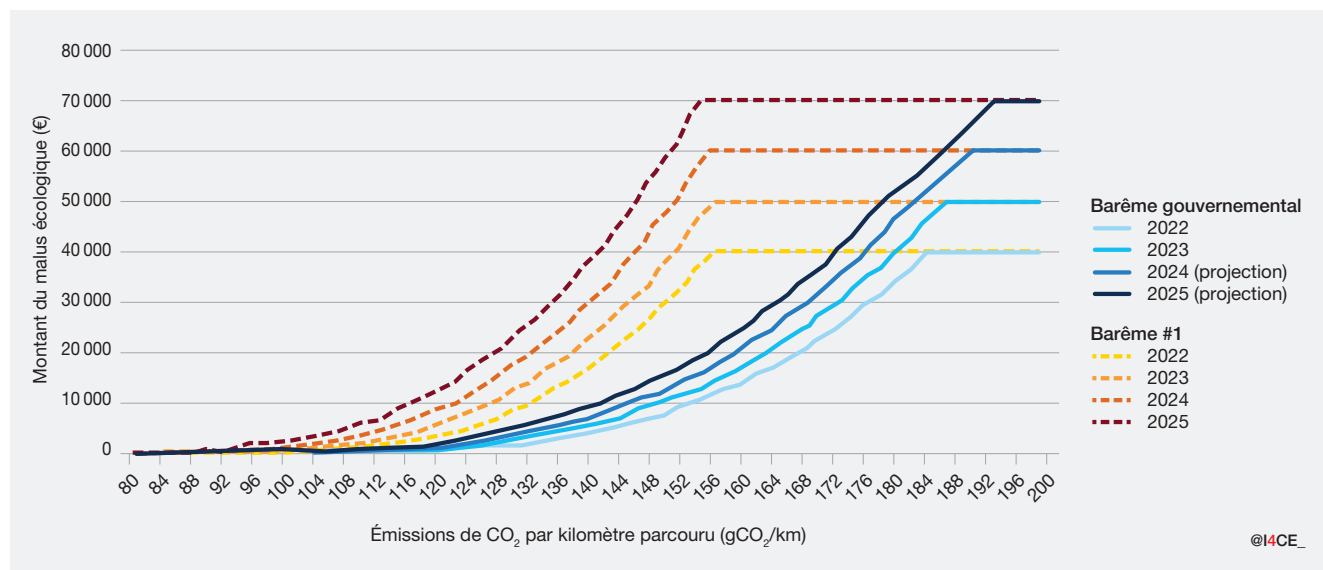
Deux barèmes alternatifs pour le malus sont présentés ci-dessous. A noter que pour ces deux barèmes, le bonus reste inchangé par rapport à ce qui a été annoncé par le gouvernement jusqu'en 2023. Pour les années 2024-2025, le barème du bonus est prolongé sur la base de la

dynamique observée sur la période précédente. Ceci tient à deux raisons : d'une part seul le malus est soumis au vote des parlementaires, et d'autre part, comme l'analyse s'appuie sur le parc de véhicules 2019, peu de modèles bénéficient du bonus, et par conséquent les variations sur le bonus ont peu d'effets sur les parts de marché.

Le premier barème alternatif (barème #1) se fonde sur un abaissement du seuil d'émissions de CO₂ à partir duquel le malus écologique se déclenche. Ce seuil est fixé de tel sorte que le seuil de déclenchement pour 2025 soit en ligne avec celui prévu par les objectifs européens. Ce barème alternatif prévoit également une augmentation du montant du malus prévu par le gouvernement. L'augmentation des montants du malus par rapport à ceux du barème gouvernemental va de +50 % à +100 %. Enfin, les plafonds du malus sont similaires à ceux du barème gouvernemental 'projeté' pour 2024 et 2025.

Le détail de la construction du barème est fourni en annexe. Le graphique ci-dessous offre une comparaison entre le barème prévu par le gouvernement et le barème alternatif #1 (Figure 9).

FIGURE 9 : COMPARAISON DU BARÈME GOUVERNEMENTAL ET DU BARÈME ALTERNATIF #1



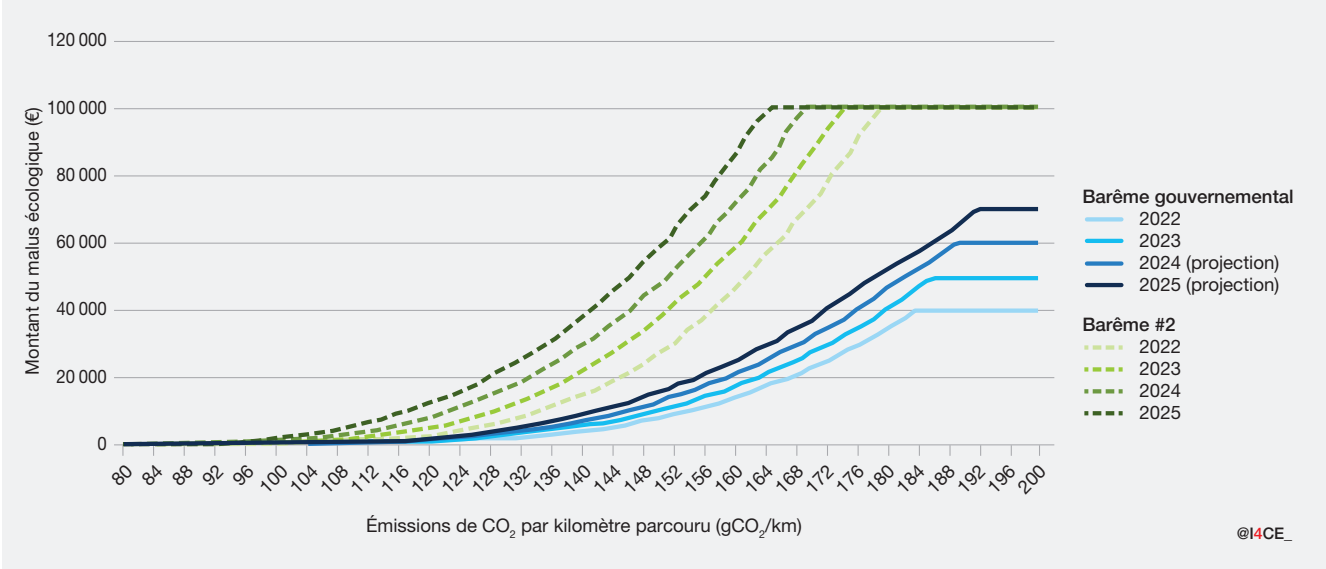
Note : Emissions exprimées en norme NEDC.

Sources : Barème gouvernemental : LOI n° 2020-1721 du 29 décembre 2020 de finances pour 2021 (1) (Assemblée Nationale 2020) pour les années 2020-2023 et calculs I4CE pour les années 2024 et 2025 ; barème alternatif #1 : I4CE.

Le second barème alternatif proposé (barème #2) suit une logique analogue à celle du barème #1. Les seuils de déclenchement du malus écologique sont également conformes à ceux prévus par les objectifs européens à l'horizon 2025. Ce second barème alternatif prévoit un durcissement moindre du montant du malus écologique avec une augmentation minimale de 30 % jusqu'à une hausse maximale de 100 % par rapport au barème gouvernemental. En revanche, ce deuxième barème alternatif s'appuie sur un plafond de 100 000 euros (par rapport à 70 000 euros pour le barème #1) pour le malus écologique pour la période 2022 à 2025.

Le détail de ce barème alternatif est également fourni en annexe. Le graphique ci-dessous offre une comparaison entre le barème prévu par le gouvernement et le barème alternatif #2 (Figure 10).

FIGURE 10 : COMPARAISON DU BARÈME GOUVERNEMENTAL ET DU BARÈME ALTERNATIF #2



Note : Emissions exprimées en norme NEDC.
Source : Barème gouvernemental : LOI n° 2020-1721 du 29 décembre 2020 de finances pour 2021 (1) (Assemblée Nationale 2020) pour les années 2020-2023 et calculs I4CE pour les années 2024 et 2025 ; barème alternatif #2 : estimation I4CE.

2. Comparaison des barèmes #1 et #2

Le Tableau 4 fournit une comparaison entre les différents barèmes proposés et celui du gouvernement. Ce tableau présente les informations suivantes : le seuil de déclenchement du malus écologique, le plafond du malus écologique, la part du parc de véhicules neufs soumis au malus et le montant moyen du malus (Tableau 4).

- Conformément à la construction des barèmes, nous constatons que par rapport au barème gouvernemental, la part des véhicules neufs soumis au malus est nettement supérieur pour les barèmes alternatifs #1 et #2.

Par exemple, pour l'année 2022, alors que 58 % des véhicules seraient soumis à un malus dans le cadre du barème gouvernemental, près de 78 % des véhicules seraient touchés par un malus dans le cadre des barèmes alternatifs.

- Le montant moyen du malus varie également fortement entre le barème gouvernemental et les barèmes alternatifs proposés. Alors que dans les simulations réalisées pour 2022, le montant moyen du malus est deux fois plus élevé pour les barèmes #1 et #2 que pour le barème gouvernemental, cet écart passe à un facteur 4 d'ici 2025.

TABLEAU 4 : COMPARAISON DES BARÈMES

	Année	Barème gouvernemental*	Barème alternatif #1	Barème alternatif #2
Seuil de déclenchement du malus (gCO ₂ /km)	2022	106 gCO ₂ /km	95 gCO ₂ /km	95 gCO ₂ /km
	2023	102 gCO ₂ /km	90 gCO ₂ /km	90 gCO ₂ /km
	2024	98 gCO ₂ /km	85 gCO ₂ /km	85 gCO ₂ /km
	2025	94 gCO ₂ /km	80 gCO ₂ /km	80 gCO ₂ /km
Plafond du malus écologique (€)	2022	40 000€	40 000€	100 000€
	2023	50 000€	50 000€	100 000€
	2024	60 000€	60 000€	100 000€
	2025	70 000€	70 000€	100 000€
Part du parc de véhicules neufs soumis à un malus (%)	2022	58 %	78 %	77 %
	2023	70 %	77 %	77 %
	2024	72 %	79 %	80 %
	2025	72 %	72 %	73 %
Montant moyen du malus (€)	2022	806€	1 787€	2 006€
	2023	903€	2 646€	2 766€
	2024	1 153€	3 546€	3 505€
	2025	1 146€	4 940€	4 658€

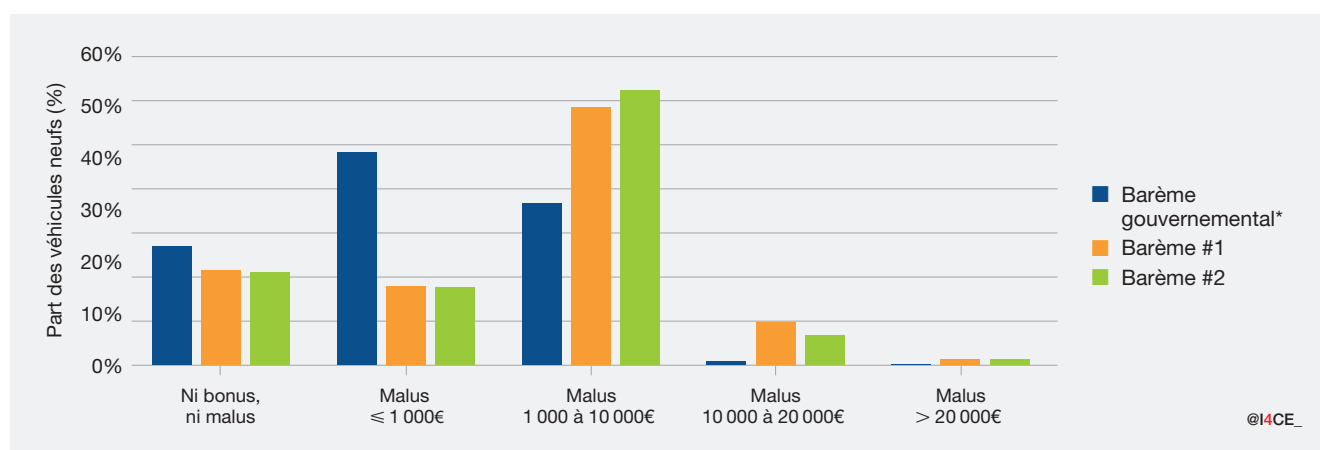
Note : *Barème gouvernemental établi sur la base du barème annoncé par le gouvernement pour les années 2022 et 2023, et prolongé par I4CE pour les années 2024 et 2025. Les seuils de déclenchement sont donnés en norme NEDC.
Source : Calculs I4CE sur la base du parc automobile de l'année 2019.

La répartition des véhicules par montant de malus est illustrée dans le graphique ci-dessous, qui représente le résultat des simulations à 2025 (Figure 11) :

- La part de marché des véhicules qui ne sont soumis ni à un bonus, ni à un malus est similaire, entre 17 % et 22 % pour le barème gouvernemental et les deux barèmes alternatifs.
- De même, la part de marché des véhicules qui paient un malus supérieur à 20 000 euros est du même ordre de grandeur (≤ 1 %) pour le barème gouvernemental et les barèmes #1 et #2.

- La principale différence entre les trois barèmes concerne les véhicules qui paient un malus entre 0 et 20 000 € :
 - avec le barème gouvernemental «prolongé», 40 % des véhicules paient un barème inférieur à 1 000 €, contre 15 % pour les barèmes #1 et #2 ;
 - avec les barèmes #1 et #2, près de 50 % des véhicules sont soumis à un malus entre 1 000€ et 10 000€, et entre 5 et 9 % des véhicules sont soumis à un malus compris entre 10 000€ et 20 000€.

FIGURE 11 : MONTANT DU MALUS ET PART DES VÉHICULES POUR L'ANNÉE 2025



Note : *Barème gouvernemental établi sur la base du barème annoncé par le gouvernement pour les années 2022 et 2023, et prolongé par I4CE pour les années 2024 et 2025.

Source : Calculs I4CE.

3. Résultats : impacts des barèmes alternatifs sur les émissions de véhicules neufs

D'après les simulations réalisées, ces deux barèmes alternatifs peuvent entraîner des réductions d'émissions du même ordre de grandeur que celles de la trajectoire fondée sur la SNBC. Les résultats disponibles dans le Tableau 5, ci-après, appellent trois constats.

Tout d'abord, ces deux barèmes entraînent des réductions d'émissions très similaires sur la période 2020-2025. Dans le scénario d'un progrès technique faible ces réductions d'émissions sont respectivement de 15,2 % et 15,6 % pour les barèmes 1 et 2. Dans le scénario d'un progrès technique fort, ces réductions d'émissions sont respectivement de 24,5 % pour le barème #1, et de 25,1 % pour le barème #2. En ce qui concerne l'allure de la courbe, pour ces deux barèmes, la baisse des émissions des émissions est plus marquée sur la deuxième partie de la période entre 2024 et 2025 (Figure 12). Ainsi, ces deux scénarios, qui reposent sur des hypothèses sensiblement différentes en termes de durcissement et de plafond du malus, peuvent être considérés comme équivalents du point de vue de leur efficacité climat.

Ensuite, un progrès technique continu sera un levier essentiel pour atteindre les objectifs de la SNBC. C'est uniquement sous l'hypothèse d'un progrès technique fort que ces deux barèmes entraînent des réductions d'émissions du

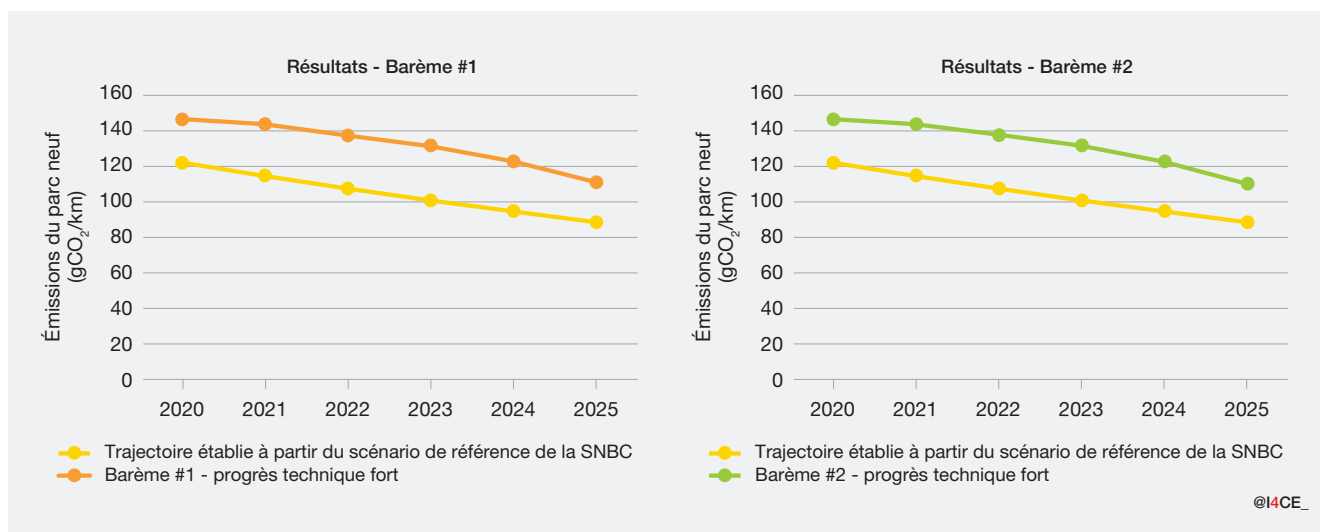
même ordre de grandeur que la trajectoire établie à partir de la SNBC. Les résultats obtenus sous l'hypothèse d'un progrès technique faible se situent bien en deçà des réductions d'émissions projetées à partir de la SNBC (Tableau 5 ci-dessous). Ceci signifie que même un durcissement significatif du barème ne sera pas suffisant pour atteindre les objectifs de la SNBC, si les constructeurs automobiles n'investissent pas en même temps dans l'innovation. Des dispositifs complémentaires peuvent être envisagés, mais un durcissement crédible du bonus-malus à moyen terme (sans pilotage erratique) devrait justement envoyer un signal-prix fort aux constructeurs.

Enfin, une refonte majeure du barème serait nécessaire pour atteindre les objectifs climats de la feuille de route française. Les barèmes qui entraînent des réductions d'émissions en ligne avec la trajectoire de la SNBC reposent sur un durcissement non négligeable des montants du malus, un rehaussement du plafond ainsi que des hypothèses ambitieuses sur le progrès technique. Ce résultat suggère également que le barème du bonus-malus ne doit pas être la seule politique du gouvernement. Des mesures complémentaires comme la mise en place de zones à faibles émissions, des places de parking réservées aux véhicules bas-carbone, une fiscalité plus incitative sur les carburants et des politiques de soutien à l'innovation seront utiles pour sécuriser l'atteinte des objectifs.

TABLEAU 5 : COMPARAISON ENTRE LA BAISSSE DES ÉMISSIONS D'APRÈS LA TRAJECTOIRE SNBC ET CELLES CALCULÉES À PARTIR DES BARÈMES ALTERNATIFS #1 ET #2

	Trajectoire SNBC	Barème #1		Barème #2	
		Progrès technique faible	Progrès technique fort	Progrès technique faible	Progrès technique fort
Baisse annuelle moyenne des émissions 2020-2025 (%/an)	-6,3 %/an	-3,2 %/an	-5,5 %/an	-3,3 %/an	-5,6 %/an
Baisse totale des émissions 2020-2025 (%)	-27,7 %	-15,2 %	-24,5 %	-15,6 %	-25,1 %

Source : I4CE à partir de la synthèse officielle de la SNBC (Direction Générale de l'Energie et du Climat 2020).

FIGURE 12 : RÉSULTATS – BARÈMES #1 ET #2

Note : La comparaison entre la baisse des émissions dans le scénario de référence de la SNBC et la baisse des émissions simulée à partir du barème gouvernemental se fait sur la pente des deux courbes. Les émissions représentent les émissions réelles en situation de conduite.

Source : I4CE à partir de la synthèse officielle de la SNBC (Direction Générale de l'Energie et du Climat 2020).

4. Impacts des barèmes proposés sur les finances publiques

Ces deux barèmes pourraient avoir un impact net positif sur les finances publiques. Les recettes nettes découlant de la mise en place de ces deux barèmes seraient de l'ordre de 2 milliards d'euros en 2022 et dépasseraient 4 milliards d'euros en 2025 (Tableau 6). Bien que positif, l'effet projeté du barème du gouvernement sur les finances publiques est beaucoup plus faible que celui mis en évidence pour les barèmes alternatifs #1 et #2. Cela tient au fait que le seuil de déclenchement du malus est plus faible pour les barèmes proposés par rapport au barème gouvernemental, et que les montants du malus des barèmes alternatifs #1 et #2 sont considérablement plus élevés que ceux du barème gouvernemental, ce qui a pour conséquence de générer davantage de recettes fiscales. A noter que cet effet net serait à revoir si le barème du bonus était modifié – ces simulations s'appuient sur l'hypothèse que le barème du bonus pour les scénarios #1 et #2 reste inchangé entre 2022 et 2025.

Cependant, cette simulation de l'effet sur les finances publiques présente plusieurs limites. Premièrement, ces calculs se fondent sur l'hypothèse selon laquelle l'intégralité des véhicules vendus est affectée par le malus alors qu'il y a des exceptions¹¹, ce qui peut conduire à une surestimation de l'effet sur les recettes publiques. En outre, les résultats présentés s'appuient sur l'hypothèse d'une flotte de véhicules constante, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'entrées de nouveaux modèles de véhicules. Cette hypothèse est de nature à affecter l'effet sur les finances publiques car il est probable que face aux exigences européennes, les constructeurs automobiles proposent de nouvelles gammes de véhicules, qui seront moins affectées par le malus, et potentiellement éligibles au bonus.

11 Différents cas de figures se présentent dans lesquels l'acheteur peut être exempté du malus ou payer un malus réduit. Sous certaines conditions, les familles qui ont au moins trois enfants lors de l'achat d'un véhicule peuvent obtenir une réduction des émissions de leurs véhicules de 20 gCO₂/km ou 1 CV par enfant. Cette réduction des émissions du véhicule acheté entraîne une baisse du montant du malus écologique qui doit être versé. En outre, si l'acquéreur du véhicule est titulaire de la carte mobilité inclusion affichant la mention invalidité ou d'une carte d'invalidité militaire il est exempté du paiement du malus.

TABLEAU 6 : SIMULATION DE L'EFFET NET DES DIFFÉRENTS BARÈMES SUR LES FINANCES PUBLIQUES

	Barème gouvernemental*	Barème #1	Barème #2
2022	82 millions d'euros	2,1 milliards d'euros	1,8 milliards d'euros
2023	98 millions d'euros	2,8 milliards d'euros	2,6 milliards d'euros
2024	115 millions d'euros	3,5 milliards d'euros	3,6 milliards d'euros
2025	142 millions d'euros	4,1 milliards d'euros	4,3 milliards d'euros

Note : *Barème gouvernemental établi sur la base du barème annoncé par le gouvernement pour les années 2022 et 2023, et prolongé par I4CE pour les années 2024 et 2025. Résultats sous l'hypothèse de progrès technique fort.
Source : Calculs I4CE.

Limites de l'étude

Cette étude s'appuie sur un modèle économétrique, qui suppose un certain nombre de simplifications ; celles-ci sont exposées ci-dessous.

Les simulations et résultats présentés ci-dessus s'appuient sur l'hypothèse d'un parc de véhicules constant. En effet, le modèle ne fonctionne que pour une même flotte de véhicules (parc de véhicules neufs de l'année 2019), c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'entrées de nouveaux modèles dans la flotte de véhicules. Ainsi, une modification du bonus-malus ne peut pas se traduire par l'arrivée de nouveaux véhicules moins polluants, mais seulement par l'achat de véhicules moins polluants dans le parc de l'année 2019. Ceci explique aussi pourquoi le modèle offre une marge de manœuvre réduite sur le bonus : dans notre échantillon, seuls 29 modèles de véhicules sont éligibles au bonus écologique pour l'année 2019. Toutefois, l'impact de cette contrainte est limité : d'une part, ce modèle n'est utilisé que pour réaliser des simulations à court terme, et le progrès technique est pris en compte dans le modèle par le biais d'un effet sur le prix des véhicules.

Le modèle suppose également que le comportement des consommateurs vis-à-vis de la décision d'achat et de la réaction au prix des véhicules neufs est fixé sur la période. L'élasticité-prix des consommateurs est évaluée grâce au modèle économétrique à partir de données couvrant la période 2015-2019, mais celle-ci est ensuite supposée inchangée sur la période 2020-2025, alors qu'elle pourrait varier au cours du temps à la suite de changements réglementaires, d'un choc économique ou d'évolutions possibles du comportement des acheteurs, telles que des effets de mode pour les SUV ou les véhicules bas-carbone. Enfin, le modèle de «logit emboité» sur lequel repose le modèle économétrique nécessite également de fixer une «outside option», qui se fonde sur la part des consommateurs qui achètent un véhicule chaque année. Cette dernière est également supposée fixe au cours du temps alors que la fréquence d'achat des véhicules neufs des consommateurs en matière d'achat automobile peut varier sur la période considérée.

Par souci de simplification, le modèle suppose l'absence de réaction stratégique de la part des constructeurs. Le modèle présenté ici repose sur une hypothèse de concurrence parfaite, c'est-à-dire que les constructeurs ne réagissent pas aux prix affichés par leurs concurrents et ne jouent pas avec leurs marges pour «pousser» certains modèles. Par ailleurs, le modèle de «logit emboité» nécessite de faire des hypothèses sur la segmentation des véhicules (les «nœuds» du modèle) et celle-ci est considérée constante au cours du temps. Les nœuds sont supposés non évolutifs, c'est-à-dire que le modèle ne prend pas en compte une éventuelle modification de la stratégie de segmentation de la part des constructeurs.

De même, la prise en compte de la norme européenne repose sur des hypothèses fortes. Afin d'isoler et d'estimer l'effet de la norme introduite en 2020, nous supposons que les constructeurs respectent la norme et que l'effet de la norme vient s'ajouter à l'effet du bonus-malus. Quant à l'effet de la mise en œuvre de la norme 2025, celui-ci n'est pas pris en compte dans le modèle.

Enfin, la modélisation présentée dans cette étude laisse de côté d'autres politiques publiques qui pourraient avoir également un effet sur les ventes de véhicules neufs. Certes, elle prend en compte l'effet du progrès technique, de la nouvelle norme européenne (2020) et de l'introduction d'un malus poids en 2022, mais d'autres politiques telles que les zones à faibles émissions, les aides régionales et le soutien financier apporté par le gouvernement au déploiement des bornes de recharge ne sont pas couvertes par le modèle. En effet, le modèle ne permet pas de prendre en compte la réaction de la demande des consommateurs face à une amélioration des infrastructures publiques dédiées aux automobiles et/ou l'évolution technique des véhicules électriques : une modification du temps de recharge ainsi qu'une plus grande disponibilité de bornes de recharge électriques serait en mesure de favoriser l'achat de véhicules électriques. Enfin, les ventes de véhicules neufs sont de nature à être affectées par les évolutions de la fiscalité sur les carburants ainsi que celles de la taxe carbone, qui ne sont pas couvertes par le modèle.

Conclusions

Plusieurs conclusions concrètes peuvent être tirées de cette étude.

- D'après la revue de littérature présentée plus haut, le bonus-malus a définitivement sa place au sein de l'éventail de politiques publiques visant la décarbonation du secteur des transports en France, mais son efficacité dépendra de sa mise en œuvre et du barème qui est appliqué.
- Nous espérons avoir apporté la preuve qu'il est possible de développer un outil de simulation suffisamment robuste, s'appuyant sur des modèles académiques et des données disponibles publiquement, qui permet d'estimer ex ante les effets du bonus-malus sur les émissions de CO₂ des voitures particulières neuves, et d'évaluer son alignement avec la SNBC, afin d'améliorer l'information des parlementaires et la transparence sur le vote du barème. Parmi les améliorations et extensions possibles du modèle figurent notamment un durcissement du malus poids et la prise en compte des réactions stratégiques des constructeurs. Cet outil pourra également être utilisé pour informer une révision du dispositif bonus-malus en cas de rehaussement de l'ambition climatique française, en lien avec l'objectif revu d'une réduction de 55 % des émissions de gaz à effet de serre au niveau de l'Union Européenne à l'horizon 2030.
- Sur la base de l'application de l'outil d'évaluation il apparaît que le barème gouvernemental prévu jusqu'en 2023 n'est a priori pas compatible avec les objectifs de réduction d'émissions du parc neuf estimés à partir du scénario de référence de la SNBC, et ce, alors même que le modèle prend en compte l'effet de la nouvelle norme européenne introduite en 2020, la mise en place du malus poids à partir de 2022, et se place dans le scénario d'un progrès technique « fort », qui se traduit par une baisse non-négligeable des prix des véhicules électriques.
- Il est possible de concevoir des barèmes alternatifs (deux propositions sont présentées dans ce rapport), qui entraîneraient, toujours dans l'hypothèse d'un scénario de progrès technique fort, une réduction des émissions en ligne avec celle estimée à partir de la SNBC. Ces résultats apportent plusieurs enseignements : (i) d'une part, que pour être efficace du point de vue de la réduction des émissions, le durcissement du barème doit être conséquent ; (ii) d'autre part, que différents barèmes permettent d'atteindre les objectifs SNBC, ce qui laisse une marge de manœuvre quant à la modulation du barème ; (iii) enfin, que le progrès technique doit être encouragé afin de réduire l'écart de prix entre les véhicules thermiques et les véhicules électriques.

Au-delà de ces conclusions, qui peuvent contribuer à informer l'ajustement et le recalibrage des politiques publiques visant le verdissement du parc de véhicules, nous espérons surtout que cette étude soutiendra le déploiement d'évaluations robustes et régulières de l'efficacité environnementale du dispositif du bonus-malus, mais également de l'ensemble des politiques publiques. En effet, l'ampleur des défis climatiques auxquels nous devons faire face, et notamment l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050, dans un contexte où les finances publiques sont l'objet d'arbitrages économiques, rend nécessaire la mise en place d'un processus d'évaluation systématique des politiques publiques, qui aurait les caractéristiques suivantes :

- une évaluation rigoureuse, qui s'appuie sur des méthodes validées et des données fiables ;
- une évaluation transparente, qui nourrisse les débats des parlementaires qui votent ces politiques, mais également les recherches des think tanks, les activités de plaidoyer des ONG et les travaux d'autres parties prenantes ;
- une évaluation qui dépasse le simple cadre de la dénomination « favorable au climat » : la France s'est dotée de trajectoires et d'objectifs sectoriels précis en termes de réduction d'émissions, et c'est à l'aune de ces objectifs que les politiques publiques doivent être évaluées.

Bibliographie

- ADEME. 2021a. «Car Labelling». <https://carlabelling.ademe.fr/>.
- — —. 2021b. «Alors que les véhicules électrifiés continuent de gagner des parts de marché, les SUV maintiennent la 1^{ère} place des véhicules neufs vendus en France».
- Anderson, Michael L., et Maximilian Auffhammer. 2013. «Pounds That Kill: The External Costs of Vehicle Weight». *The Review of Economic Studies* 81 (2): 535-71. <https://doi.org/10.1093/restud/rdt035>.
- Assemblée Nationale. 2020. LOI n° 2020-1721 du 29 décembre 2020 de finances pour 2021 (1). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042753580>.
- Barth, Markus, Philipp Jugert, et Immo Fritsche. 2016. «Still underdetected – Social norms and collective efficacy predict the acceptance of electric vehicles in Germany». *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 37: 64-77. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.11.011>.
- BloombergNEF, Transport & Environment. 2021. «Hitting the EV Inflection Point: Electric vehicle price parity and phasing out combustion vehicle sales in Europe».
- Cambridge Econometrics. 2013. «The Effectiveness of CO2-Based 'Feebate' Systems in the European Passenger Vehicle Market Context - An Analysis of the Netherlands and the UK».
- Ciccone, Alice. 2018. «Environmental Effects of a Vehicle Tax Reform: Empirical Evidence from Norway». *Transport Policy* 69 (octobre): 141-57. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.05.002>.
- Citepa. 2021. «Emissions de gaz à effet de serre en France : Bilan officiel 1990-2020». https://www.citepa.org/fr/2021_06_a10/.
- Cour des Comptes. 2014. «Le budget de l'Etat en 2013 - Résultats et gestion».
- — —. 2015. «Le budget de l'État en 2014 - Résultats et gestion».
- — —. 2016. «Le budget de l'État en 2015 - Résultats et gestion».
- — —. 2017a. «Compte d'affectation spéciale Aides à l'acquisition de véhicules propres - Note d'analyse de l'exécution budgétaire».
- — —. 2017b. «Le budget de l'État en 2016 - Résultats et gestion».
- — —. 2018. «Compte d'affectation spéciale Aides à l'acquisition de véhicules propres - Note d'analyse de l'exécution budgétaire».
- — —. 2019. «Compte d'affectation spéciale Aides à l'acquisition de véhicules propres - Note d'analyse de l'exécution budgétaire». Cour des Comptes.
- — —. 2020a. «Mission Ecologie, Développement et mobilité durables - Note d'analyse de l'exécution budgétaire».
- — —. 2020b. «Les politiques de lutte contre la pollution de l'air». Cour des Comptes. https://www.ccomptes.fr/system/files/2020-09/20200923-58-2-rapport-politiques-lutte-contre-pollution-air_0.pdf.
- D'Haultfœuille, Xavier, Isis Durrmeyer, et Philippe Février. 2011. «Le coût du bonus/malus écologique: Que pouvait-on prédire ?» *Revue économique* 62 (3): 491. <https://doi.org/10.3917/reco.623.0491>.
- D'Haultfœuille, Xavier, Isis Durrmeyer, et Philippe Février. 2016. «Disentangling Sources of Vehicle Emissions Reduction in France: 2003-2008». *International Journal of Industrial Organization* 47 (juillet): 186-229. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2016.05.002>.
- Direction Générale de l'Energie et du Climat. 2020. «Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat».
- Dornoff, Jan, Uwe Tietge, et Peter Mock. 2020. «On the Way to "Real-World" CO2 Values: The European Passenger Car Market in Its First Year after Introducing the WLTP». https://theicct.org/sites/default/files/publications/On-the-way-to-real-world-WLTP_May2020.pdf.
- Durrmeyer, Isis, et Mario Samano. 2017. «To Rebate or Not to Rebate: Fuel Economy Standards Versus Feebates». *The Economic Journal* 128 (616): 3076-3116. <https://doi.org/10.1111/econj.12555>.
- European Environment Agency. 2021. «Sharp decrease in CO2 emissions of new cars in 2020». <https://www.eea.europa.eu/>.
- France Stratégie, et Nicolas Meilhan. 2019. «Comment faire enfin baisser les émissions de CO2 des voitures». La note d'analyse. France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-na78-2019-emissions-voitures-meilhan-20juin-bat.pdf>.
- Fridstrøm, Lasse. 2021. «The Norwegian Vehicle Electrification Policy and Its Implicit Price of Carbon». *Sustainability* 13 (3): 1346. <https://doi.org/10.3390/su13031346>.
- Haut Conseil pour le Climat. 2019. «Evaluer les lois en cohérence avec les ambitions».
- Hoekstra, Mark, Steven L. Puller, et Jeremy West. 2017. «Cash for Corollas: When Stimulus Reduces Spending». *American Economic Journal: Applied Economics* 9 (3): 1-35. <https://doi.org/10.1257/app.20150172>.
- IFPEN. 2020. «Etude Emissions Euro 6d-TEMP pour le Ministère de la Transition Ecologique - Rapport de synthèse».
- Isabelle Couet et Muryel Jacque. 2020. «Budget 2021 : ce qui a changé à l'Assemblée». *Les Echos*, 20 octobre 2020. <https://www.lefigaro.fr/flash-eco/budget-les-deputes-adoptent-le-malus-au-poids-des-voitures-de-plus-de-1-800-kilos-20201113>.
- Klier, Thomas, et Joshua Linn. 2015. «Using Taxes to Reduce Carbon Dioxide Emissions Rates of New Passenger Vehicles: Evidence from France, Germany, and Sweden». *American Economic Journal: Economic Policy* 7 (1): 212-42. <https://doi.org/10.1257/pol.20120256>.
- Lévay, Petra Zsuzsa, Yannis Drossinos, et Christian Thiel. 2017. «The Effect of Fiscal Incentives on Market Penetration of Electric Vehicles: A Pairwise Comparison of Total Cost of Ownership». *Energy Policy* 105 (juin): 524-33. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.02.054>.
- Lieven, Theo. 2015. «Policy measures to promote electric mobility – A global perspective». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 82: 78-93. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.008>.
- Ministère de la Transition Ecologique. 2021. «Données sur les immatriculations des véhicules».
- Mock, Peter. 2021. «Pathways to Decarbonization: The European Passenger Car Market, 2021-2035», mai, 48.
- Réseau Action Climat. 2020. «Aides à l'achat de véhicules : Proposition de réformes pour un meilleur impact écologique et social».
- Transport & Environment. 2020a. «Plug-in hybrids: Is Europe heading for a new dieselgate?»
- — —. 2020b. «How clean are electric cars? T&E's analysis of electric car lifecycle CO2 emissions».
- WWF. 2020. «L'impact écrasant des SUV sur le budget des ménages».
- Ziegler, Micah S., et Jessika E. Trancik. 2021. «Re-Examining Rates of Lithium-Ion Battery Technology Improvement and Cost Decline». *Energy & Environmental Science* 14 (4): 1635-51. <https://doi.org/10.1039/D0EE02681F>.

Annexes

Annexe 1 Hypothèses sur le barème gouvernemental pour les années 2024 et 2025

Le barème gouvernemental pour les années 2024 et 2025 est prolongé en se basant sur la dynamique observée du barème pour les années 2021-2023. Le détail de ce prolongement est expliqué ci-dessous.

Malus écologique

- **Abaissement du seuil de déclenchement du malus 2021-2023** : sur la période 2021-2023, le seuil d'émissions de CO₂ à partir duquel le malus écologique se déclenche est abaissé de quatre unités chaque année (de 110 gCO₂/km en 2021 à 106 gCO₂/km en 2022 et 102 gCO₂/km en 2023).
- **Augmentation du plafond du malus 2021-2023** : le plafond du malus écologique augmente chaque année de 10 000 € entre 2021 et 2023 (de 30 000 € en 2021 à 40 000 € en 2022 et 50 000 € en 2023).
- **Hypothèses sur le barème du malus 2024-2025** :
 - le malus se déclenche pour les véhicules dont les émissions par kilomètres parcourus s'élèvent respectivement à 98 gCO₂/km en 2024 et 94 gCO₂/km en 2025 ;
 - le plafond du malus passe à 60 000 € (à partir de 190 gCO₂/km) en 2024 et 70 000 € en 2025 (à partir de 193 gCO₂/km).

Bonus écologique

- **Diminution du plafond du bonus 2021-2023** : Pour les véhicules dont le prix est inférieur à 45 000 € et qui ont des émissions entre 0 et 20 gCO₂/km, le montant maximum du bonus écologique diminuera de 1 000 € par an entre 2021 et 2023 (de 6 000 € à la fin d'année 2021 à 5 000 € en 2022 et 4 000 € en 2023). Pour les véhicules dont le prix est compris entre 45 000 € et 60 000 € et qui émettent entre 0 et 20 gCO₂/km, il est prévu que le montant maximum du bonus écologique passe de 2 000 € à la fin d'année 2021 à 1 000 € pour les années 2022 et 2023. Pour les véhicules dont le prix est supérieur à 60 000 €, le bonus écologique est égal à 0.
- **Hybrides rechargeables 2022-2023** : Le bonus pour les véhicules hybrides rechargeables prend fin en 2021.
- **Hypothèses sur le bonus écologique 2024-2025** :
 - le bonus écologique pour les véhicules dont les émissions sont inférieures à 20 gCO₂/km et dont le prix est inférieur à 45 000 €, passe de 3 000 € en 2024 et 2 000 € en 2025.
 - le bonus écologique pour les véhicules dont les émissions sont inférieures à 20 gCO₂/km et dont le prix est supérieur à 45 000 € passe à 0 en 2024.

Annexe 2

Description des barèmes alternatifs proposés

La première proposition de barème alternatif est présentée ci-dessous. Celui-ci est élaboré à partir du barème gouvernemental et se fonde sur les éléments suivants :

- **Un abaissement du seuil de déclenchement du malus**, de façon à ce qu'il soit en ligne avec les objectifs européens de réduction des émissions du parc neuf de véhicules (émissions moyennes de 95 gCO₂/km en 2020 et de 81 gCO₂/km en 2025). Chaque année, le seuil de déclenchement du malus est abaissé de 5 unités : il passe donc à 95 gCO₂/km en 2022, 90 gCO₂/km en 2023, 85 gCO₂/km en 2024 et 80 gCO₂/km en 2025.
- **Un durcissement du barème annoncé par le gouvernement** : le barème #1 prévoit une augmentation de 50 % du malus pour les véhicules situés dans la première tranche du malus¹² ; une hausse supplémentaire de 5 % est ensuite appliquée par palier de 5 gCO₂/km. La hausse maximale envisagée pour le montant du malus est de 100 %.
- **Les plafonds du malus sont similaires à ceux du barème gouvernemental 'projeté' pour 2024 et 2025** : pour les années 2022 et 2023, le plafond du malus est le même que celui du barème gouvernemental (40 000 € en 2022, 50 000 € en 2023). Pour les années 2024 et 2025, le plafond du malus a été fixé respectivement à 60 000 € et 70 000 €.

La deuxième proposition de barème alternatif est présentée ci-dessous. Celui-ci se distingue du barème #1 par les aspects suivants :

- **Les seuils de déclenchement du malus sont identiques à ceux du barème alternatif #1** : ils passent donc de 95 gCO₂/km en 2022, 90 gCO₂/km en 2023, 85 gCO₂/km en 2024 et 80 gCO₂/km en 2025.
- **Le durcissement du barème annoncé par le gouvernement** est moindre que pour le barème #1 : ce barème #2 prévoit une augmentation de 30 % du malus pour les véhicules situés dans la première tranche du malus en 2022, de 45 % en 2023, de 60 % en 2024 et de 75 % en 2025 ; pour chaque barème (2022, 2023, 2024, 2025) une hausse supplémentaire de 5 % est ensuite appliquée par palier de 5 gCO₂/km. La hausse maximale envisagée pour le montant du malus est de 100 %. Dans le cadre de ce barème #2, il y a une augmentation progressive du montant du malus moins abrupte que pour le barème #1, ce qui laisse un temps d'adaptation aux constructeurs et aux consommateurs.
- **Une augmentation du plafond du malus**, qui peut atteindre 100 000 € dès 2022¹³.

¹² Par tranche, nous entendons les 5 premiers niveaux d'émissions de CO₂ pour lesquels le malus s'applique. Par exemple, pour l'année 2022, dans le cadre du barème #1 la première tranche regroupe les véhicules dont les émissions sont comprises entre 95 gCO₂/km à 99 gCO₂/km.

¹³ Certains pays comme la Norvège et les Pays-Bas ont déjà mis en œuvre le déplaçonnement du malus.



www.i4ce.org