



Comité d'évaluation
du plan France Relance

RAPPORT FINAL
Volume 2 – Évaluation des dispositifs

CHAPITRE 7
LE SOUTIEN
AUX VÉHICULES PROPRES



FRANCE STRATÉGIE

JANVIER 2024

SOMMAIRE

Messages clés	3
Synthèse	4
Introduction	14
1. Présentation des dispositifs	16
1.1. La norme Euro contribue à la réduction des émissions polluantes du trafic routier ..	16
1.2. Descriptif des dispositifs de soutien aux véhicules propres dans le cadre du plan de relance.....	18
1.3. Objectifs et impacts attendus.....	25
1.4. Comparaison européenne.....	26
2. Premiers enseignements	28
2.1. Déploiement des dispositifs en France.....	28
2.2. La part des véhicules propres progresse rapidement en France depuis 2020.....	30
2.3. Évolution des émissions de CO ₂	34
3. Travaux d'évaluation	37
3.1. Mise en perspective et résultats de travaux d'évaluation	37
3.2. Impact du bonus-malus.....	39
3.3. Prime à la conversion.....	54
Conclusion	60
Annexe – Compléments sur le soutien aux véhicules propres	61

Messages clés

La part des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans les ventes de véhicules neufs a fortement augmenté en France depuis 2020. Alors que ces véhicules ne représentaient que 2,1 % des ventes de véhicules neufs en 2018 et 2,8 % en 2019, ce chiffre est monté à 10,8 % en 2020 et atteint 21,2 % des ventes en 2022. Sur le seul champ des véhicules électriques, la part de marché est passée de 1,9 % en 2019 à 13,1 % en 2022. Ces augmentations se sont donc produites simultanément au renforcement des mesures du plan de relance (bonus et primes à la conversion) et à la norme européenne en particulier visant à accélérer la transition vers des mobilités propres et à encourager le verdissement du parc automobile français.

La part des véhicules propres dans les nouvelles ventes en France progresse moins vite que dans les autres pays européens.

Le système bonus-malus favorise les véhicules assemblés en France qui sont moins touchés par le malus, mais cette tendance diminue depuis 2020.

En France, une hausse de 1000 euros du malus serait en moyenne associée à une baisse des ventes des véhicules assujettis au malus d'environ 11 % à moyen terme. Du fait de la faible variation du bonus au cours de la période étudiée (2015-2021), l'équipe de recherche n'a pas pu estimer l'impact du bonus. En faisant l'hypothèse forte d'effet symétrique entre le malus et le bonus, en 2021, le système du bonus-malus aurait abouti à une baisse des émissions moyennes de CO₂ des véhicules neufs de 12 % et à une hausse de la part des véhicules électriques de 4 %. Le coût budgétaire de la tonne de CO₂ évitée serait de l'ordre de 600 euros. Les résultats suggèrent une contribution positive du dispositif à la performance environnementale des nouveaux véhicules, sans que cela semble se faire au détriment de la part des véhicules assemblés en France : +0,7 % en 2021.

Enfin, la prime à la conversion ne semble pas augmenter la mise au rebut naturelle des vieux véhicules. Cependant, au niveau communal, l'estimation descriptive révèle qu'une hausse de 10 points de pourcentage du taux de recours à la prime est associée à une baisse moyenne des émissions de CO₂ des voitures neuves de 1,1 g.

Synthèse

Afin d'atteindre nos objectifs climatiques, la SNBC actuellement en vigueur, adoptée début 2020, prévoit une interdiction de ventes de véhicules thermiques neufs en 2040, avec un objectif intermédiaire de parts de marché de 35 % pour les véhicules électriques et de 10 % pour les hybrides rechargeables en 2030¹. La future SNBC, en préparation, devrait durcir encore ces objectifs avec notamment une anticipation à horizon 2035 de l'interdiction de ventes de véhicules thermiques neufs. Pour atteindre ces objectifs coexistent plusieurs instruments dans la réglementation européenne et française.

S'agissant des véhicules neufs et afin d'harmoniser les règles de conformité pour l'ensemble l'Union européenne (UE), ces pays membres sont soumis à des normes d'émission des véhicules motorisés appelées normes Euros. Le principal objectif de ces normes est de définir un plafond maximal d'émissions de gaz nocifs. Pour être autorisés à circuler dans l'ensemble des pays de l'UE, les véhicules motorisés doivent respecter ces normes qui évoluent et deviennent de plus en plus contraignantes. En avril 2019, la réglementation européenne a fixé pour 2021 une limite du taux moyen d'émission de CO₂ des constructeurs à 95 g/km pour les voitures neuves particulières, sous peine d'une amende. L'Europe s'est également engagée en avril 2019 sur une baisse supplémentaire de 37,5 % des émissions moyennes de CO₂ des voitures neuves à horizon 2030 par rapport à 2021, soit un nouveau seuil de 60 g/km. Enfin, la réglementation française (comme une grande majorité des pays membres de l'Union européenne) prévoit un système de bonus-malus à l'achat, ainsi qu'une prime à la conversion (lors de la destruction d'un véhicule de plus de quinze ans), dispositifs qui ont été renforcés dans le plan de relance.

Les dispositifs de soutien au développement des véhicules propres ont été renforcés par le plan de relance

Pour accélérer la transition vers des mobilités propres et encourager le verdissement du parc automobile français, 1,9 milliard d'euros² est investi dans le cadre du plan de relance sur la période 2020-2022, via trois mesures : le bonus écologique à l'achat ou à la location de longue durée d'un véhicule propre (985 millions d'euros), la prime à la conversion (795 millions d'euros) et enfin le déploiement des bornes de recharge sur l'ensemble des aires de service du domaine public pour véhicules électriques (100 millions d'euros), avec

¹ Ministère de la Transition écologique et solidaire (2020), *Stratégie nationale bas-carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*, mars.

² Ramené à 1,6 milliard d'euros à la suite de redéploiements.

l'objectif d'atteindre d'ici 2021, 100 000 points de recharge de véhicules électriques ouverts au public sur les autoroutes et le réseau routier national.

Les bonus ont connu une réelle dynamique en 2020 et 2021 avec un doublement du nombre de bonus octroyés chaque année. Alors que 56 000 bonus ont été octroyés en 2019, 116 000 bonus ont été décidés en 2020 pour un total de 575 millions d'euros tandis qu'en 2021 ce sont 270 000 bonus qui ont été décidés pour un total de 1 069 millions d'euros. Malgré le renforcement de la prime à la conversion en 2020 (certes suivi par un durcissement en 2021), la dynamique de la prime à la conversion est à la baisse. En effet, 377 000 primes ont été accordées en 2019 contre 167 000 en 2020 (pour un total de 534 millions d'euros) et 113 000 en 2021 (293 millions d'euros).

Le développement des points de recharge ouverts au public s'est accéléré avec le plan France Relance et les 11 000 points de recharge ouverts au public installés sur les six premiers mois de l'année 2021, à comparer aux 3 000 à 5 000 points de charge installés chaque année auparavant. Cependant, le rythme a ralenti et l'objectif de 100 000 points de charge fin 2021 est atteint un an et demi plus tard, en juin 2023¹.

La part des véhicules électriques a fortement augmenté en France depuis 2019, mais plutôt moins que chez ses partenaires européens

La part des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans les ventes de véhicules neufs a fortement augmenté depuis 2020. Alors que ces véhicules ne représentaient que 2,1 % des ventes de véhicules neufs en 2018 et 2,8 % en 2019, ce chiffre est monté à 10,8 % en 2020 et atteint 21,2 % des ventes en 2022. Sur le seul champ des véhicules électriques, la part de marché est passée de 1,9 % en 2019 à 13,1 % en 2022.

Ces augmentations se sont donc produites simultanément au renforcement des mesures décrites précédemment (bonus et norme européenne en particulier) et à la politique d'offre des constructeurs (lancement de nouveaux modèles de voitures électriques et hybrides rechargeables).

Il est toutefois prématuré d'attribuer aux mesures du plan de relance l'augmentation de la part de marché des véhicules électriques et hybrides à partir de 2020, et ce pour plusieurs raisons. D'abord, la croissance de la part de marché des véhicules électriques est quasiment identique en moyenne dans l'Union européenne (en 2022, 13 % en France contre 12 % dans l'UE), et en outre un dynamisme supérieur se retrouve dans la majorité

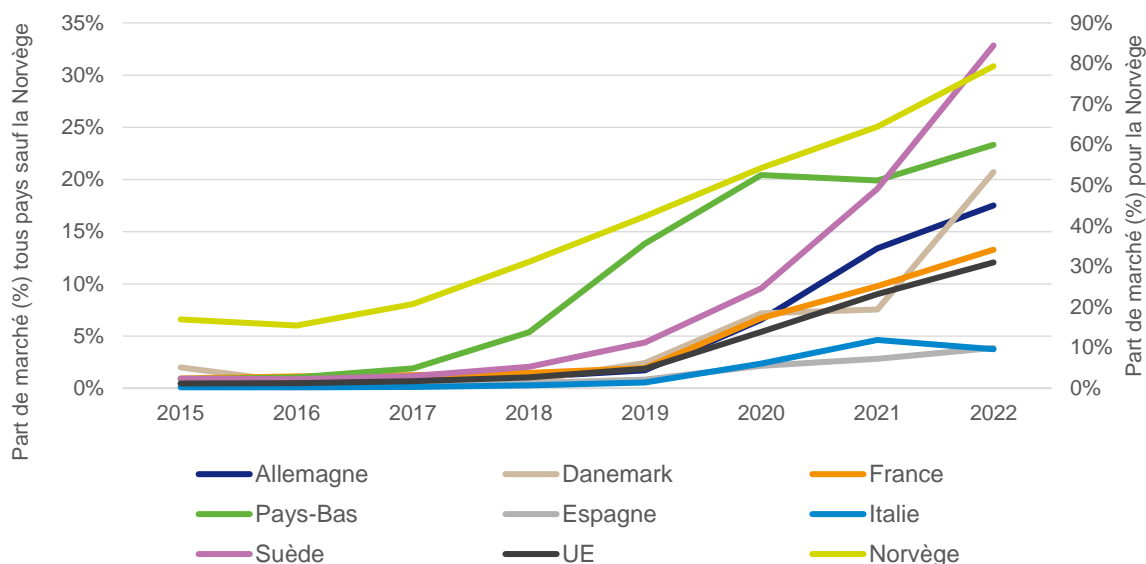
¹ Avere (2023), « [Baromètre national des infrastructures de recharge ouvertes au public](#) », juillet.

des marchés européens étudiés¹. Hormis l'Espagne et l'Italie qui ont une part de marché des véhicules électriques très faible (4 %), dans les six autres pays étudiés la part de marché des véhicules électriques est élevée et en forte croissance depuis 2019. La France a la part de marché des véhicules électriques la plus faible parmi ces pays, et présente la deuxième croissance la plus faible (derrière les Pays-Bas) avec une évolution de +11 points entre 2019 et 2022 (voir graphique ci-dessous). De plus, au Royaume-Uni, la hausse cumulée des parts des hybrides rechargeables et des véhicules électriques dans la vente des véhicules neufs a progressé de 8 points en 2020 et 2021 alors que leur bonus écologique avait été diminué de 3 500 à 3 000 livres en début d'année 2020, puis à 1 500 livres en 2021.

Par ailleurs, cette augmentation de la part de marchés en France est intervenue dès janvier 2020 avec, au premier trimestre 2020, une multiplication par près de quatre pour les voitures électriques (à 7,5 %), et par deux pour les véhicules et hybrides rechargeables dans la part des véhicules particulière neufs (à 2,5 %), soit quelques mois avant le plan de relance.

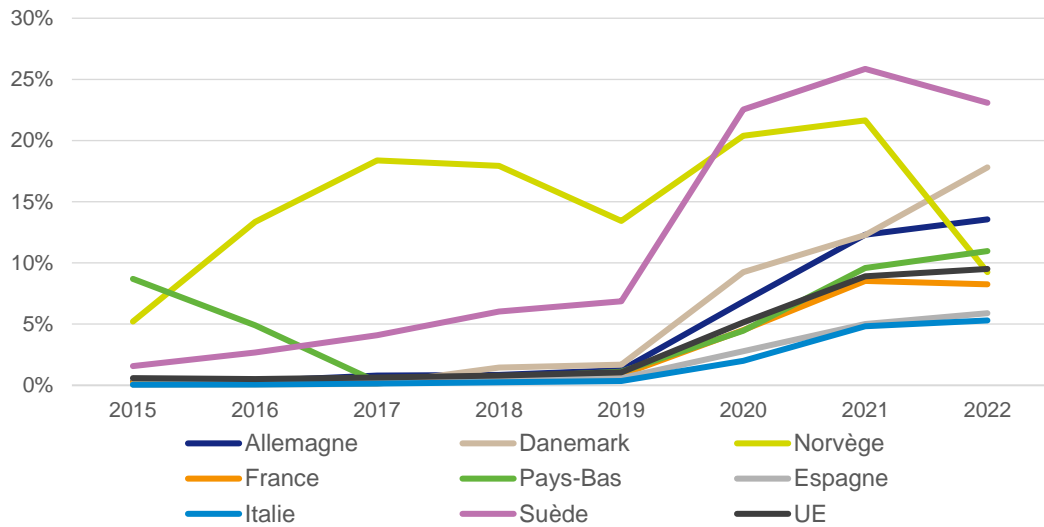
Moyenne annuelle de la part de marché pour différentes catégories de voitures individuelles dans les pays européens

a/ Électriques



¹ Par cohérence avec les travaux réalisés par l'équipe de recherche (Institut des politiques publiques, IPP), l'analyse descriptive se fonde sur les pays sélectionnés lors du projet de recherche.

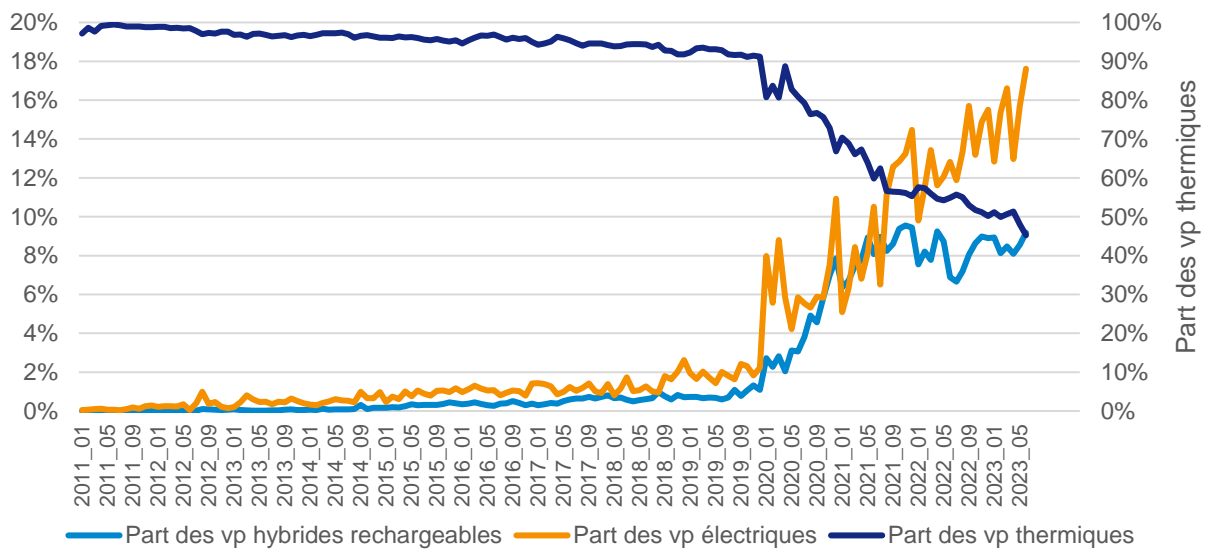
b/ Hybrides rechargeables



Source : EEA, ICCT

Enfin, l'augmentation de la part de marché des véhicules propres en France a continué depuis l'été 2021, alors que la hausse temporaire de 1 000 euros du bonus a été supprimée.

Part des véhicules électriques, hybrides rechargeables et thermiques dans les ventes de véhicules particuliers neufs en France



Note : la part des véhicules hybrides non rechargeables et des véhicules qui fonctionnent aux gaz naturels n'est pas représentée dans ce graphique.

Lecture : en mai 2022, en France la part des véhicules électriques parmi les ventes de véhicules particuliers neufs est de 12 %. Celle des hybrides rechargeables est de 7 %.

Source : SDES, RSVERO

L'évaluation des dispositifs de soutien aux véhicules propres est un exercice particulièrement complexe, compte tenu des mesures de nature très différentes, au niveau national et européen, qui interagissent. Le comité d'évaluation du plan France Relance a décidé de s'appuyer sur l'expertise d'équipes académiques et de recherche afin d'évaluer l'impact des mesures de soutien aux véhicules propres du plan de relance. Un appel à projet de recherche a été publié par France Stratégie en mars 2022 pour dresser un premier bilan évaluatif de ces dispositifs. L'analyse proposée par l'Institut des politiques publiques (IPP), qui a remporté cet appel à projets, s'articule autour de deux axes : i) les effets des aides à l'achat sur les parts de marchés des véhicules propres ainsi que les conséquences sur les émissions de gaz à effet de serre et sur le lieu d'assemblage des véhicules ii) l'effet de la prime à la conversion sur la décision de mettre hors service les véhicules anciens d'une part, et sur les caractéristiques des véhicules achetés d'autre part.

En 2020, le système du bonus-malus est devenu moins avantageux pour les véhicules assemblés en France

Le système du bonus-malus, sur la période d'analyse, ne distinguait pas en France l'origine des véhicules. Cependant, le malus s'applique, en fonction des caractéristiques du véhicule tel que les émissions en dioxyde de carbone (CO₂), la puissance administrative et/ou le poids du véhicule. Du fait de spécialisation différente de la part des constructeurs, le système bonus-malus peut les affecter différemment. De 2015 à 2020¹, il s'avère que le malus net moyen est chaque année nettement inférieure pour les véhicules assemblés au moins partiellement en France, par rapport aux véhicules assemblés uniquement à l'étranger. Mais cet avantage a évolué dans le temps (voir graphique page suivante) : le malus net moyen égal à 210 euros en 2015 a progressé chaque année pour atteindre 350 euros en 2018, avant de diminuer à 300 euros en 2019, et à 165 euros en 2020. Si on se concentre sur les constructeurs français, on observe la même évolution (de plus en plus favorable à l'assemblage en France de 2015 à 2018, puis moins favorable en 2019 puis 2020), mais avec un avantage de l'assemblage en France inférieur², si bien qu'en 2020, le malus net devient même supérieur en moyenne (de 43 euros) pour les véhicules assemblés au moins pour partie en France.

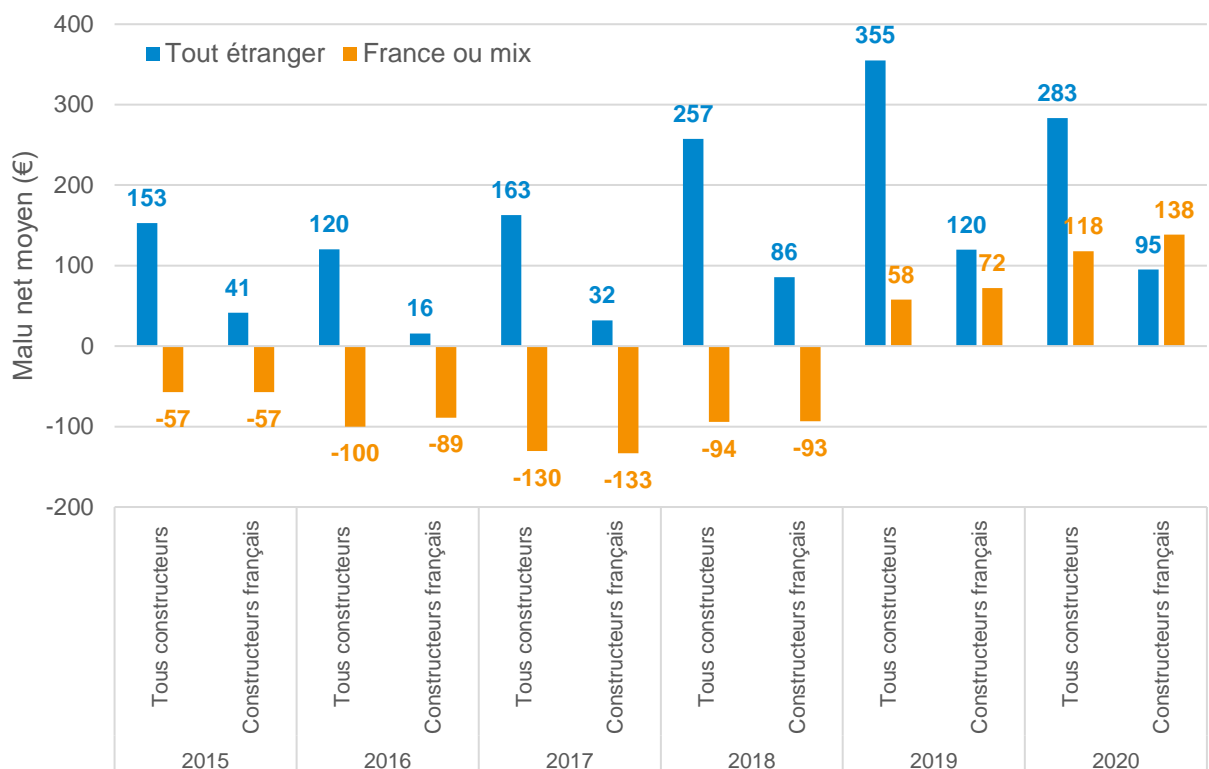
L'évaluation causale réalisée par l'IPP sur la période 2015-2020, en France, suggère qu'une augmentation de 1 000 euros du malus génèrerait en moyenne une baisse des ventes des véhicules concernés de 11 % au bout de quelques mois.

¹ Données mensuelles disponibles sur la période 2015-2020.

² Due à une spécialisation dans des véhicules plus polluants ou plus lourds.

Les statistiques présentées jusqu'à présent sont descriptives, et ne prétendent pas identifier d'effet causal du bonus-malus. Comme vu *supra*, le plan de relance a relevé de 1 000 euros le bonus en 2020, mais c'est la seule variation du bonus sur la période 2015-2020, et donc insuffisante pour mener une évaluation causale. En revanche, plusieurs changements conséquents du barème du malus ont lieu sur la période, par exemple en janvier 2020 où le changement de barème a induit une hausse du malus moyen de 2 670 euros pour les véhicules concernés par ce changement.

Malus net moyen selon le lieu d'assemblage, avec distinction pour les constructeurs français



Note : le malus moyen est distingué en fonction de la nationalité des constructeurs (abscisse) mais également en fonction du lieu d'assemblage (en bleu les véhicules assemblés à l'étranger, en orange les véhicules assemblés au moins en partie en France). Le malus net moyen est défini comme la différence entre malus et bonus.

Lecture : en 2018, pour les constructeurs français le malus net moyen est de 86 euros lorsque le véhicule est assemblé à l'étranger et de -93 euros (soit en moyenne un bonus de 93 euros) lorsque le véhicule est assemblé au moins en partie en France.

Sources : IHS Markit, ADEME, SIV, calculs IPP

L'IPP estime qu'en moyenne en France sur les cinq changements majeurs du malus entre 2015 et 2021 (voir [Annexe](#), Tableau A1), une augmentation du malus de 1 000 euros serait associée à une baisse des ventes des véhicules concernés de l'ordre de 11 % au bout de quelques mois.

D'après l'IPP, les émissions des voitures neuves en 2021 seraient 7,9 % plus élevées sans malus

En utilisant les résultats des estimations pour le malus en France, l'IPP est en mesure de simuler l'évolution des ventes de voitures (et ainsi des émissions de CO₂) dans un scénario fictif sans malus.

En 2021, la moyenne des émissions des voitures neuves aurait été plus élevée de 7 g de CO₂ par kilomètre (soit 7,9 % plus élevée) sans le malus (voir tableau ci-dessous). Cet effet s'est accru fortement par rapport à 2019, quand il n'était que de 3,1 g de CO₂ par kilomètre (soit 1,9 % plus élevée).

Par ailleurs, la contribution du malus à la part de marché des ventes électriques s'élèverait à 0,6 point de pourcentage en 2021, en nette progression par rapport à 2019, mais marginale par rapport à la progression de la part de marché.

Exercice contrefactuel, le malus à 0 en France mais le bonus est conservé en l'état

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	CO ₂			Part des ventes électriques			Part de localisation française		
Période	Série observée	CF zéro malus	Écart en %	Série observée	CF zéro malus	Écart en ppc	Série observée	CF zéro malus	Écart en ppc
2015	111	112	-1,0	0,9	0,9	0,0	36	36	0,4
2016	110	111	-1,0	1,1	1,1	0,0	35	35	0,4
2017	111	112	-1,3	1,2	1,2	0,0	29	29	0,5
2018	112	113	-1,6	1,4	1,4	0,0	31	30	0,7
2019	111	114	-1,9	1,9	1,9	0,1	25	25	0,6
2020	96	101	-4,3	6,7	6,4	0,3	18	18	0,5
2021	88	95	-7,9	9,8	9,1	0,6	17	16	0,5

Source : IPP

Sous l'hypothèse que l'effet du bonus soit symétrique que celui du malus, son évolution aurait contribué de 2019 à 2021 à une baisse de 3 % des émissions des voitures neuves

La variation du bonus est trop faible sur la période étudiée (2015-2020) pour pouvoir estimer son élasticité de manière fiable en France, les chercheurs vont faire l'hypothèse que l'effet du bonus sur les véhicules électriques est symétrique à celui du malus sur les véhicules thermiques. Cette hypothèse forte ne peut être directement testée en France.

Cependant, dans l'estimation réalisée prenant en compte l'ensemble des pays du panel (Allemagne, Danemark, Espagne, France, Italie, Norvège, Pays-Bas, Suède), et supposant que les effets sont les mêmes dans tous les pays, l'hypothèse de symétrie entre l'effet du bonus et du malus est validée. De plus, dans les pays qui ont eu une variation suffisante du bonus (Suède et Allemagne) pour pouvoir estimer son effet séparément, ils sont associés à des élasticités beaucoup plus fortes que le malus : l'IPP considère donc que l'hypothèse de symétrie est conservatrice.

Sous cette hypothèse de symétrie, l'IPP peut ainsi simuler de 2015 à 2021 les ventes de véhicules qui seraient intervenus sans système de bonus-malus. La part de marché des véhicules électriques, qui est passée de 1,9 % en 2019 à 9,8 % en 2021, aurait crû en l'absence de bonus-malus de 1 % à 5,8 %. Dit autrement, le système de bonus-malus aurait contribué à 40 % de la progression de la part de marché des véhicules électriques de 2019 à 2021.

Plus largement, si on tient compte de l'impact du bonus-malus sur l'ensemble des ventes neuves, et pas seulement les véhicules électriques, il contribuerait à réduire leurs émissions de 10,6 g/km en 2021, contre 3 g/km en 2019. Sans bonus-malus, les émissions moyennes des voitures neuves auraient donc diminué de 16 g/km contre 24 g/km de baisse observée de 2019 à 2021 : le bonus-malus expliquerait le tiers de la baisse de la moyenne des émissions carbone associées aux ventes neuves de 2019 à 2021.

Enfin, toujours d'après ces estimations de l'IPP, le système de bonus-malus aurait un effet légèrement favorable sur la part d'assemblage en France des véhicules, mais qui n'aurait pas évolué entre 2019 et 2021 (+0,7 point après 0,8 point).

Rappelons que le plan de relance a modifié seulement le montant du bonus. Il est donc intéressant d'isoler l'effet propre du bonus de 2019 à 2021 même si cette estimation est indirecte, comme vue *supra*, obtenue sous une hypothèse de symétrie.

La contribution du bonus à la baisse des émissions serait de 1 g de CO₂ par kilomètre en 2019 et de 4 g de CO₂ par kilomètre en 2020 (sur une baisse totale associée au système bonus-malus de 3,1 g de CO₂/km en 2019 et 10,6 g de CO₂ par kilomètre en 2021). Autrement dit, l'intégralité du bonus écologique (en moyenne 6 000 euros) contribue à 36 % de la réduction de l'émission moyenne des véhicules attribuable au dispositif bonus-malus en 2021. L'augmentation de 1 000 euros dans le cadre du plan de relance contribuerait donc à une baisse inférieure à 1 g de CO₂ par kilomètre. Sous l'hypothèse que les véhicules circulent 14 000 km par an, et avec un taux d'actualisation de 3,2 %, le coût budgétaire de la tonne de CO₂ évitée serait de 600 euros.

La contribution du bonus à la hausse de la part des véhicules électriques serait en revanche nettement plus importante que celle du malus : + 3,3 points de pourcentage en 2021 contre

+0,6 point de pourcentage. Les 1 000 euros du plan de relance contribueraient donc environ à 0,55 point de pourcentage de la part de marché des voitures électriques en 2021.

Cette estimation reste toutefois fragile, mais aussi théorique, supposant que l'effet du bonus-malus sur les ventes de voiture est linéaire. Or, il est probable qu'en pratique, le comportement des consommateurs est peu linéaire : l'augmentation du bonus de 5 000 à 6 000 euros peut conduire à ce que l'achat de certaines voitures électriques devienne rentable, et donc avoir davantage d'effet que son augmentation de 0 à 1 000 euros.

Exercice contrefactuel, le malus net (bonus – malus) est mis à 0 en France

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	CO ₂			Part des ventes électrique			Part de localisation française		
Période	Série observée	CF zéro bon./mal.	Écart en %	Série observée	CF zéro bon./mal.	Écart en ppc	Série observée	CF zéro bon./mal.	Écart en ppc
2015	111	113	-1,5	0,9	0,5	0,4	36	35	0,6
2016	110	112	-1,5	1,1	0,6	0,5	35	34	0,6
2017	111	113	-1,8	1,2	0,6	0,5	29	29	0,7
2018	112	114	-2,2	1,4	0,8	0,7	31	30	0,9
2019	111	115	-2,7	1,9	1,0	0,9	25	24	0,8
2020	96	104	-7,5	6,7	3,6	3,1	18	17	1,1
2021	88	98	-12,1	9,8	5,8	3,9	17	16	0,7

Source : IPP

Aucun impact de la prime à la conversion n'est détecté sur la mise au rebut des véhicules éligibles

La prime à la conversion (PAC) est susceptible d'accélérer la transition du parc automobile de deux manières, mutuellement non exclusives : en favorisant le retrait définitif des vieux véhicules thermiques polluants et en influençant les caractéristiques des véhicules neufs achetés (émission de CO₂, motorisation).

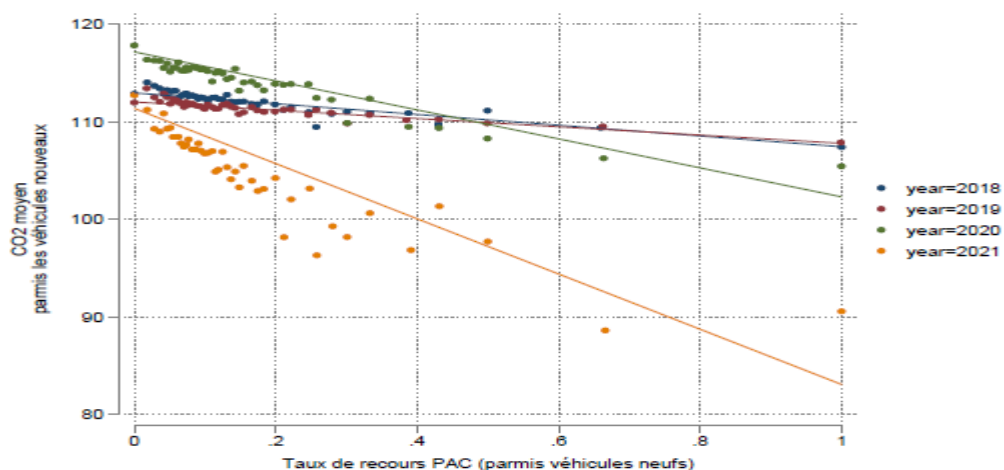
S'il existe bien un lien positif entre éligibilité à la PAC et taux de sortie du parc automobile, il est difficile de mettre en évidence une relation robuste lorsqu'on prend en compte l'âge des véhicules. Dit autrement, l'âge des véhicules se révèle un déterminant important de leur probabilité de sortie définitive, ce qui n'est pas le cas de l'éligibilité à la PAC, à âge donné.

Mais le recours à la PAC est associé au niveau local à de plus faibles émissions de CO₂ du parc automobile

Le graphique ci-dessous représente, pour chaque année de 2018 à 2021, la relation entre le taux de recours à la PAC dans une commune et l'intensité carbone moyenne des voitures neuves au niveau communal. Il en ressort deux conclusions. D'abord, chaque année, un taux de recours élevé à la PAC est associé à une émission moyenne de CO₂ des véhicules neufs faible. Cette relation négative s'interprète, dans le cas du recours à la PAC, par les critères d'éligibilité des véhicules neufs, devant respecter des critères de performance (émissions de CO₂, poids, etc.). Cette relation s'accroît en 2020, puis encore plus nettement en 2021, ce qui pourrait être lié à la restriction des critères d'éligibilité à l'achat des véhicules diesel en juillet 2021.

Des régressions simples, de corrélation, sont réalisées par l'équipe de recherche pour mettre en relation le recours à la PAC au niveau communal et les caractéristiques des véhicules neufs de la commune. Elles confirment une relation négative entre les émissions moyennes de CO₂ des voitures neuves dans une commune et son taux de recours à la PAC. En moyenne, une augmentation de 10 points de pourcentage du recours à la PAC au niveau communal est associée à une baisse moyenne des émissions de CO₂ des voitures neuves dans la commune de 1,1 g/km. Le type de motorisation des véhicules achetés semble également corrélé au taux de recours à la prime.

Relation en coupe entre le recours PAC et le CO₂ moyen des voitures neuves au niveau communal



Note : les communes sont classées selon leur taux de recours et ensuite groupées en 100 groupes (environ 300 communes par groupe). Pour chacun de ces groupes, on calcule le taux de recours moyen (axe des abscisses) et le CO₂ moyen (axe des ordonnées).

Source : IPP

Introduction

Le secteur des transports incluant les transports aérien, ferroviaire, maritime, fluvial de marchandises et autres modes de navigation (bateaux de plaisance et autres petits bateaux) est à l'origine de 32 % des émissions nationales de gaz à effet de serre¹, le secteur du transport routier représentant à lui seul 94 % de ces émissions.

Les émissions du secteur des transports ont baissé de 139 MtCO₂eq en 2011 à 129 Mt eqCO₂ en 2022, en hausse néanmoins de 2,3 % en 2022 par rapport à 2021 (+2,9 MtCO₂eq). La majeure partie de cette augmentation est expliquée par le transport routier (+1,9 MtCO₂eq, soit une hausse de 1,6 % par rapport à 2021), suivi principalement par l'aérien (vols domestiques y compris vers l'Outre-mer) avec une augmentation² de 14,2 %, équivalant à 1 MtCO₂eq. Malgré le rebond en 2021 (+13 MtCO₂eq) et en 2022 tel que pré-estimé dans le baromètre du Citepa, le niveau d'émissions de CO₂eq reste inférieur au niveau de 2019.

Le rythme de réduction des émissions doit s'accélérer pour respecter la trajectoire définie par la SNBC 2 ainsi que les ambitions du paquet européen « Ajustement à l'objectif 55 ». Ces trajectoires impliquent un rythme annuel de diminution d'émissions en moyenne multiplié par trois sur la période 2023-2030 pour atteindre la trajectoire SNBC 2 (-3,9 MtCO₂eq par an), et par 3,5 à 5 pour atteindre la trajectoire européenne « Ajustement à l'objectif 55 » (-4,9 à -6,7 MtCO₂eq par an), selon l'hypothèse qui sera retenue par le Gouvernement, par rapport au rythme moyen de diminution de -1,3 MtCO₂eq par an sur la période 2019-2022³.

La loi Climat et Résilience vient en préciser la trajectoire pour 2040 et les objectifs intermédiaires pour 2030. Rappelons que la prochaine SNBC doit être publiée en 2024, et que la SNBC en vigueur, publiée début 2020, n'intègre pas, par construction, les nouveaux objectifs décidés au niveau européen (par rapport à 1990, baisse de 55 % des émissions totales, contre 40 % auparavant). Sont prévus notamment, dans la SNBC en vigueur, des parts respectives de 35 % de véhicules électriques et de 10 % d'hybrides rechargeables dans la vente des véhicules neufs en 2030⁴. La SNBC vise aussi un niveau en consommation réelle de 4 l/100 km pour les véhicules thermiques neufs vendus en 2030 et les véhicules électriques neufs doivent atteindre un niveau de 12,5 kWh/100 km à

¹ Citepa (2022), *Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2021*, rapport national d'inventaire (format Secten), juin.

² Cependant, cette hausse reflète la poursuite du rebond post-crise Covid, où le secteur des transports avait connu une baisse très forte en 2020 (19 MtCO₂eq soit 15 %).

³ Haut Conseil pour le climat (2022), *Rapport annuel 2022 du Haut Conseil pour le climat*, juin.

⁴ Ministère de la Transition écologique et solidaire (2020), *Stratégie nationale bas-carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*, mars.

l'horizon 2050 (environ 40 % de consommation de moins qu'aujourd'hui). Par ailleurs, la LOM fixe l'objectif d'interdiction de vente de véhicules neufs utilisant des énergies fossiles d'ici à 2040, date avancée à 2035 par le paquet « Ajustement à l'objectif 55 ».

En parallèle, la réglementation européenne impose aux constructeurs, sous peine d'amende, de réduire fortement le taux moyen d'émissions de CO₂ des véhicules particuliers vendus. La révision de cette réglementation dans le cadre du paquet « Ajustement à l'objectif 55 » prévoit de baisser le plafond d'émission de 37,5 % à horizon 2030, soit 59 gCO₂/km contre 95 gCO₂/km depuis 2020 (en norme NEDC¹). La moyenne d'émissions est estimée à 112 gCO₂/km pour les véhicules particuliers (VP) vendus en 2018² et à 103 gCO₂/km pour ceux vendus en 2022³. Le Conseil européen a adopté le règlement révisé en mars 2023 qui revoit à la hausse les objectifs de réduction des émissions de CO₂ pour 2030 et fixe un nouvel objectif de 100 % pour 2035.

Des efforts d'efficacité énergétique importants sont également attendus pour les poids lourds. En fonction du type de motorisation, des gains d'efficacité entre 35 % et 40 % doivent être obtenus à l'horizon 2050⁴. Un mix plus équilibré (gaz renouvelable, électricité, biocarburants) est recherché pour le transport de marchandises, l'électrification étant plus lente que pour les véhicules particuliers.

Dans ce cadre, les aides aux véhicules propres constituent un axe fort des politiques publiques, afin d'atteindre les engagements français en matière d'émissions de CO₂. Les constructeurs automobiles, qui seront des acteurs essentiels de la transition du secteur, bénéficient du soutien de l'État, notamment via le contrat stratégique de la filière automobile et le plan de soutien à l'automobile⁵. De plus, le plan de relance alloue 1,9 milliard d'euros pour accélérer la transition vers des mobilités propres et encourager le verdissement du parc automobile français. Cette somme est répartie sur la période 2020-2022 en trois mesures : le bonus écologique à l'achat ou à la location longue durée d'un véhicule propre (985 millions d'euros), la prime à la conversion (795 millions d'euros) et enfin le déploiement des bornes de recharge de véhicules électriques (100 millions d'euros).

L'évaluation des dispositifs de soutien aux véhicules propres est un exercice particulièrement complexe, compte tenu des mesures de nature très différentes qui interagissent pour certaines au niveau national et européen. Le comité d'évaluation du

¹ La New European Driving Cycle est une norme européenne d'homologation des véhicules neufs.

² Règlement (UE) 2019/631 du Parlement européen et du Conseil du 17 avril 2019 établissant des normes de performance en matière d'émission de CO₂ pour les voitures particulières neuves et pour les véhicules utilitaires légers neufs.

³ Ademe (2023), « [Évolution du taux moyen d'émissions de CO₂ en France](#) », juin.

⁴ Ministère de la Transition écologique et solidaire (2020), [Stratégie nationale bas-carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone](#), mars.

⁵ Gouvernement (2018), « [Contrat stratégique de la filière automobile 2018-2022](#) », mai.

plan France Relance a décidé de s'appuyer sur l'expertise d'équipes académiques et de recherche afin d'évaluer l'impact des mesures de soutien aux véhicules propres du plan de relance. Ce chapitre vise à proposer une étude de l'impact des mesures de soutiens aux véhicules propres décidées dans le cadre du plan de relance. Après avoir présenté les dispositifs dans une première partie, une deuxième partie présente un état des lieux du déploiement des dispositifs en France, ainsi que de la situation comparée de la France sur les parts de marchés de véhicules propres et du taux de CO₂ du parc automobile. La troisième partie se focalise sur les résultats de l'équipe de recherche articulés autour de deux axes : i) les effets des aides à l'achat sur les parts de marchés des véhicules propres, et sur les conséquences sur les émissions de gaz à effet de serre, ii) l'effet de la prime à la conversion sur la décision de mettre hors service les véhicules anciens d'une part, et sur les caractéristiques des véhicules achetés d'autre part.

1. Présentation des dispositifs

1.1. La norme Euro contribue à la réduction des émissions polluantes du trafic routier

Les véhicules sont responsables des émissions de gaz à effet de serre – GES – (et notamment le CO₂ émis par la combustion de carburants) contribuant au dérèglement climatique de la planète et les émissions de gaz nocifs pour la santé. Le transport routier est engagé depuis plusieurs années dans des actions visant à réduire tant les émissions polluantes des véhicules (norme Euro) que les émissions de gaz à effet de serre (voir programme « objectif CO₂ »). Ainsi, pour limiter les émissions de gaz nocifs, des réglementations européennes ont été prises depuis le début des années 1970. Appelées normes Euro depuis 1990, elles imposent des valeurs limites d'émissions des oxydes d'azote (NOx), du monoxyde de carbone (CO), des hydrocarbures (HC) et des particules fines en suspension.

La norme euro a été mise en place par l'Union européenne en 1988 pour les véhicules lourds (norme Euro 0 à VI), afin de limiter les émissions de polluants liées aux transports routiers. Elle fixe des normes de plus en plus contraignantes pour les constructeurs, qui sont dans l'obligation de mettre sur le marché des véhicules moins polluants. Ainsi, tous les véhicules neufs doivent désormais être conformes à la norme Euro VI, en application du règlement n° 595/2009 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009. Le principal objectif de ces normes est de définir un plafond maximal d'émissions de gaz nocifs. Ainsi, afin d'être autorisé à circuler dans l'ensemble des pays de l'Union européenne, les véhicules motorisés doivent respecter ces normes. Elles permettent également de classer les véhicules selon leur niveau d'émission de polluants.

Les normes sont divisées en trois catégories en fonction des types de véhicules associés : les véhicules légers et utilitaires, les poids lourds, les bus et les autocars, ainsi que les deux-roues, les tricycles ou les quadricycles motorisés. Depuis le 1^{er} septembre 2017, les tests sur banc d'essai effectués en laboratoire, dits NEDC, ont été remplacés par le cycle WLTP¹, plus proche des conditions réelles d'utilisation des véhicules. Les véhicules sont sujets à des normes différentes en fonction de leur date de mise en service, qui correspond à la norme Euro en vigueur l'année de la mise en circulation, ainsi qu'à leur type de motorisation. Tous les véhicules neufs doivent être conformes aux normes Euro. Celles-ci évoluent et sont de plus en plus contraignantes pour les constructeurs qui sont dans l'obligation de mettre sur le marché des véhicules de moins en moins polluants, afin de réduire les quantités globales de polluants émises par le parc routier. À titre d'exemple, les limites fixées pour les oxydes d'azote et les particules ont été respectivement diminuées de 75 % et de 65 % entre 1993 et 2001 pour les véhicules à moteur diesel. Par rapport à la norme 3, la norme Euro 4 impose une réduction supplémentaire des valeurs limites de 50 % d'oxydes d'azote. Plus précisément, le Tableau 1 ci-dessous décrit l'évolution des normes Euro pour un véhicule à moteur diesel.

Tableau 1 – Valeurs limites en milligramme par kilowattheure des oxydes d'azote (No_x), monoxyde de carbone (CO), hydrocarbures (HC) et particules des différentes normes Euro pour les véhicules à moteur diesel

Normes	Cycle d'homologation	Date de la mise en circulation des véhicules	No _x (mg/kWh)	Co (mg/kWh)	HC (mg/kWh)	Particules (mg/kWh)
Euro 1		1 ^{er} janvier 1993	-	2 720	-	140
Euro 2		1 ^{er} janvier 1996	-	1 000	-	80
Euro 3	NEDC	1 ^{er} janvier 2001	500	640	-	50
Euro 4		1 ^{er} janvier 2006	250	500	-	25
Euro 5		1 ^{er} janvier 2011	180	500	-	5
Euro 6 b		1 ^{er} septembre 2015	180	500	-	4,5
Euro 6c	WLTP	1 ^{er} septembre 2018	80	500	-	4,5
Euro 6d-TEMP		1 ^{er} septembre 2019	80	500	-	4,5
Euro 6d		1 ^{er} septembre 2021	80	500	-	4,5

Lecture : la norme Euro 6c mesure les émissions émises avec la norme WLTP. Elle concerne les véhicules qui sont immatriculés à partir du 1^{er} septembre 2018. Les limites fixées sont : 80 mg/kWh de No_x, 500 mg/kWh de CO et 4,5 mg/kWh de particules.

Source : transportpolicy.net (collaboration ICCT et DieselNet)

¹ Les normes NEDC et WLTP sont des normes d'homologation des véhicules neufs qui définissent les conditions dans lesquelles un modèle est testé. La norme WLTP est utilisée à partir de 2018 par la Commission européenne, car elle s'approche au plus près des conditions réelles de circulation.

La révision de la norme européenne sur les véhicules neufs et l'avancée de la date d'interdiction des véhicules thermiques sont deux enjeux clés pour atteindre les objectifs de décarbonation de la mobilité.

1.2. Descriptif des dispositifs de soutien aux véhicules propres dans le cadre du plan de relance

Pour accélérer la transition vers des mobilités propres et encourager le verdissement du parc automobile français, 1,6 milliard d'euros¹ ont été investis dans le cadre du plan de relance sur la période 2020-2022, à travers trois mesures :

- Le montant du **bonus écologique** à l'acquisition ou la location longue durée de véhicules propres a augmenté de 1 000 euros via le plan de relance.
- France Relance a étendu également le dispositif de la **prime à la conversion** aux véhicules Crit'Air 3², en lui allouant une nouvelle enveloppe de 795 millions d'euros³.
- Le plan de relance comprend également 100 millions d'euros pour accélérer le déploiement des **bornes de recharge** sur les aires de services du réseau routier. Ces déploiements ont contribué à l'atteinte de l'objectif national de 100 000 bornes ouvertes au public en 2022.

Le bonus écologique à l'acquisition ou à la location de véhicules propres (985 millions d'euros)

En premier lieu, ce sont les crédits du bonus écologique à l'acquisition ou à la location longue durée de véhicules propres qui augmentent via le plan de relance. Cette mesure, décidée par le Grenelle de l'environnement de 2007 et entrée en vigueur en 2008, instaurait un bonus à l'achat de véhicules faiblement émetteurs de CO₂. Le montant du bonus pour chaque véhicule dépendait alors de son taux d'émission de CO₂ par kilomètre⁴.

¹ Alors qu'annoncée à 1,9 milliard d'euros, l'enveloppe totale s'élève à 1,6 milliard d'euros à la suite de redéploiements opérés par le MEFR selon la DGEC.

² Pour chaque acquisition d'un véhicule, un certificat qualité de l'air dit Crit'Air est délivré. Il atteste le niveau d'émission de polluants basé sur la norme européenne d'émission auxquelles il répond. Il existe cinq niveaux Crit'air, du moins polluant (Crit'air 1) au plus polluant (Crit'air 5). Les niveaux d'émission de chaque niveau sont inscrits dans l'arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'article R. 218-2 du code de la route.

³ En cours de révision à la baisse, surplus réaffecté sur le bonus écologique dont la dynamique est forte.

⁴ En 2008, les barèmes étaient les suivants : (1) Bonus : en dessous de 60 g/km, 5 000 euros ; entre 61 et 100 g/km, 1 000 euros ; entre 101 et 120 g/km, 700 euros ; entre 121 et 130 g/km, 200 euros. (2) Malus : entre 161 et 165 g/km, 200 euros ; entre 166 et 200 g/km, 750 euros, entre 201 et 250 g/km, 1 600 euros ; au-delà de 250 g/km, 2 600 euros. Voir Direction générale des impôts (2008), « [7M-1-08. Malus applicable aux voitures particulières les plus polluantes](#) », janvier.

Au cours de la dernière décennie, le montant des aides et les conditions d'éligibilité ont été modifiés à plusieurs reprises, pour s'appliquer notamment à la location de longue durée (supérieure à deux ans) et se limiter aux véhicules électriques et hybrides rechargeables. Dans ce contexte, sur la période 2020-2022, le plan de relance a adapté une nouvelle fois le périmètre du bonus écologique, financé par l'octroi d'une enveloppe supplémentaire de 985 millions d'euros pour les véhicules légers et lourds¹.

En 2019, le montant des aides atteignait 6 000 euros² pour les voitures et les utilitaires électriques, quel que soit le prix d'achat du véhicule. Au 1^{er} janvier 2020, certaines conditionnalités sont introduites, qui peuvent être interprétées comme une restriction du dispositif, avec une différenciation du bonus selon le prix et le type d'acheteur du véhicule³, une baisse du bonus pour les véhicules de plus de 47 000 euros ainsi que, pour les personnes morales, une suppression du bonus pour les véhicules de plus de 60 000 euros. À compter du 1^{er} juin 2020 (plan de relance), les montants plafonds du bonus ont été temporairement revalorisés (de 1 000 euros pour les particuliers et de 2 000 euros pour les entreprises) pour toute acquisition de véhicule électrique ou hydrogène dont le prix d'achat ne dépasse pas 47 000 euros. Le plan France Relance élargit le dispositif aux véhicules hybrides rechargeables, antérieurement exclus du dispositif, ainsi qu'aux véhicules d'occasion depuis le 9 décembre 2020 (voir Tableau 2). Les montants de l'aide ne changent pas pour les véhicules électriques dont le prix est supérieur à 45 000 euros.

Les montants plafonds revalorisés au 1^{er} juin 2020 ont été réduits de 1 000 euros depuis le 1^{er} juillet 2021. Au 1^{er} juillet 2022, le montant plafond d'achat du véhicule pour bénéficier du bonus maximal de 6 000 euros est passé de 45 000 à 47 000 euros. Et le bonus écologique d'occasion visant les véhicules est devenu éligible uniquement pour les voitures 100 % électriques. Au 1^{er} janvier 2023, le dispositif s'est resserré pour ne cibler que les véhicules électriques et hydrogènes de moins de 47 000 euros. Les montants plafonds ont été à nouveau réduits de 1 000 euros pour les véhicules légers, afin d'adapter le bonus à l'évolution de l'écart de coût total d'acquisition entre un véhicule peu émetteur et son équivalent thermique (écart en diminution). De fait, cette réduction revient à exclure du dispositif les véhicules hybrides rechargeables au 1^{er} janvier 2023. De plus, le niveau de revenu est devenu un facteur pour calculer le montant du bonus avantageant les ménages plus modestes. Ainsi, pour les ménages dont le revenu fiscal par part est inférieur ou égal à 14 089 euros, le bonus pour les véhicules légers augmente pour atteindre 7 000 euros alors qu'il baisse à 5 000 euros pour les autres. Il est maintenu à 6 000 euros pour les résidents d'outre-mer, à condition d'y circuler avec le nouveau véhicule pendant six mois ou plus suivant son acquisition. Pour les véhicules légers électriques dont le prix est inférieur à

¹ Gouvernement (2021), *Plan national de relance et de résilience*, octobre, p. 217-218.

² Dans la limite de 27 % du coût d'acquisition.

³ Particulier ou personne morale.

47 000 euros, le montant du bonus est donc de 5 000 euros, il est plus élevé de 2 000 euros pour les ménages modestes et de 1 000 euros pour les résidents d'outre-mer.

Tableau 2 – Montant du bonus écologique avant et après France Relance

Acquisition	Type de véhicule	Type de moteur	Prix d'acquisition	Barème avant France Relance, au 1 ^{er} janvier 2020	Barème de France Relance 1 ^{er} juin 2020 au 30 juin 2021	Barème de France Relance, depuis le 1 ^{er} juillet 2021	Barème depuis le 1 ^{er} janvier 2023	
Achat neuf ou location longue durée	Véhicules légers	Électrique et hydrogène	<45 000 € 47 000 € depuis le 1^{er} juillet 2022	27 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 6 000 € pour les particuliers et 3 000 € pour les personnes morales	27 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 7 000 € pour les particuliers et 5 000 € pour les entreprises	27 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 6 000 € pour les particuliers et 4 000 € pour les entreprises	27 % du coût d'acquisition TTC, plafonné pour les particuliers à 5 000 € , à 7 000 € pour les ménages modestes** ou 6 000 € pour les résidents d'outre-mer*** et 3 000 € pour les entreprises	
			>45 000 € (47 000 € au 01/07/22) et <60 000 €	3 000 € pour les particuliers et les entreprises	3 000 € pour les particuliers et les entreprises	2 000 € pour les particuliers et les entreprises	0 €	
			>60 000 €	0 € pour un électrique, 3 000 € pour un hydrogène	0 € pour un électrique, 3 000 € pour un hydrogène	0 € pour les modèles électriques, 2 000 € pour les modèles hydrogènes	0 €	
		Hybride rechargeable*	<50 000 €	0 €	2 000 €	1 000 €	0 €	
	Véhicules utilitaires légers	Électrique et hydrogène	<45 000 € 47 000 € depuis le 1^{er} juillet 2022	27 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 6 000 € pour les particuliers et 3 000 € pour les personnes morales	27 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 7 000 € pour les particuliers et 5 000 € pour les entreprises	40 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 7 000 € pour les particuliers et 5 000 € pour les personnes morales	40 % du coût d'acquisition TTC, plafonné pour les particuliers à 6 000 € à 8 000 € pour les ménages modestes** ou 7 000 € pour les résidents d'outre-mer*** et 4 000 € pour les personnes morales	
			>45 000 € et <60 000 €	3 000 € pour les particuliers et les entreprises	3 000 € pour les particuliers et les entreprises	40 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 7 000 € pour les particuliers et 5 000 € pour les personnes morales	0 €	
			>60 000 €				0 €	
			Hybride rechargeable	<50 000 €	0 €	2 000 €	1 000 €	0 €
		Véhicules lourds	Électrique et hydrogène		27 % du coût d'acquisition dans	40 % du prix d'acquisition TTC, dans la limite de 50 000 € pour les camions		0 €

Acquisition	Type de véhicule	Type de moteur	Prix d'acquisition	Barème avant France Relance, au 1 ^{er} janvier 2020	Barème de France Relance 1 ^{er} juin 2020 au 30 juin 2021	Barème de France Relance, depuis le 1 ^{er} juillet 2021	Barème depuis le 1 ^{er} janvier 2023
	(catégories N2, M2, N3 M3 après)			la limite des 4 000 € (N2 et M2 avec dérogation de poids)	(N2 et N3), 30 000 € pour autobus et autocars (M2 et M3)		
Achat d'occasion	Tous véhicules légers	Électrique, hydrogène		0 €	1 000 € (à partir du 9 décembre 2020 pour les particuliers uniquement)	1 000 €	1 000 €

* Hybrides rechargeables dont l'autonomie est supérieure ou égale à 50 km.

** Un ménage est considéré comme modeste quand le revenu fiscal de référence par part est inférieur ou égal à 14 089 euros.

*** à condition d'y circuler avec le nouveau véhicule pendant 6 mois ou plus suivant son acquisition.

Source : ministère de la Transition écologique

Quant aux véhicules lourds, le plan de relance élargit le dispositif aux camions, autobus et autocars de catégories N2, N3, M2 et M3¹, autrefois exclus, et augmente significativement le montant de l'aide, de 27 % à 40 % du prix d'acquisition. Le plafond est aujourd'hui fixé à 30 000 euros pour les autocars et 50 000 euros pour les camions.

La prime à la conversion (795 millions d'euros)

France Relance a également étendu le dispositif de la prime à la conversion aux véhicules Crit'Air 3², en lui allouant une nouvelle enveloppe de 795 millions d'euros sur la période 2020-2022. Cette mesure, entrée en vigueur en 2015, octroyait une aide à l'achat ou à la location longue durée d'un véhicule peu polluant lorsque ce dernier s'accompagnait d'un retrait de la circulation, à des fins de destruction, d'un véhicule de plus de quinze ans³.

¹ Il s'agit de la classification internationale des véhicules de transport en commun de personnes et de marchandises en fonction de leur masse maximale. Les catégories sont définies de la manière suivante : la catégorie N2 concerne un véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal supérieur à 3,5 tonnes et inférieur ou égal à 12 tonnes, lorsqu'il est supérieur à 12 tonnes il appartient à la catégorie N3 ; la catégorie M2 concerne un véhicule conçu et construit pour le transport de personnes, comportant, outre le siège du conducteur, plus de huit places assises et ayant un poids maximal inférieur ou égal à 5 tonnes, lorsqu'il est supérieur à 12 tonnes il appartient à la catégorie M3.

² Pour chaque acquisition d'un véhicule, un certificat qualité de l'air dit Crit'Air est délivré. Il atteste le niveau d'émission de polluants basé sur la norme européenne d'émission auxquelles il répond. Il existe cinq niveaux Crit'Air, du moins polluant (Crit'Air 1) au plus polluant (Crit'Air 5). Les niveaux d'émission de chaque niveau sont inscrits dans l'arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'article R. 218-2 du code de la route.

³ Décret n° 2014-1672 du 30 décembre 2014 instituant une aide à l'acquisition et à la location des véhicules peu polluants.

En août 2019, le dispositif est adapté pour que les 50 % des Français les plus aisés ne soient éligibles à la prime qu'en cas d'achat de véhicules électriques ou hybrides rechargeables, alors que les 50 % les moins aisés peuvent également en bénéficier pour l'achat d'un véhicule thermique peu émetteur¹ de Crit'Air 1 ou 2.

Le plan de relance a élargi ce dispositif en assouplissant les critères d'ancienneté du véhicule et de ressources du demandeur. À partir du 1^{er} juin 2020, le dispositif concerne la mise à la casse de toutes les voitures d'occasion Crit'Air 3, c'est-à-dire un véhicule essence immatriculé avant 2006 ou un véhicule diesel immatriculé avant 2011. Avant le plan de relance, les ménages concernés par le dispositif devaient disposer d'un véhicule essence immatriculé avant 1997. Pour le diesel, les ménages modestes pouvaient obtenir l'aide s'ils disposaient d'un diesel immatriculé avant 2006, contre 2001 pour les autres ménages.

Les conditions d'éligibilité ont également été élargies de manière provisoire. Les foyers ayant un revenu fiscal de référence par part (RFR/PART) compris entre 13 500 et 18 000 euros deviennent à nouveau éligibles aux primes en cas de remplacement par un véhicule Crit'Air 1 ou Crit'Air 2, alors qu'ils étaient exclus du dispositif en août 2019. Ces « super primes » à la conversion ont été limitées aux véhicules acquis entre le 1^{er} juin et le 2 août 2020. Un nouveau dispositif est mis en place à partir du 3 août 2020 établissant les conditions d'éligibilité pour l'achat d'un véhicule Crit'Air 1 ou Crit'Air 2 à un revenu fiscal de référence par part de moins de 13 500 euros. Le barème évolue le 1^{er} juillet 2021 avec la fin de l'éligibilité au dispositif des voitures Crit'Air 2, donc de toutes les voitures diesel, ainsi que l'augmentation des montants des primes à la conversion pour les véhicules utilitaires tout en élargissant les conditions d'éligibilité qui ne dépendent plus du RFR (voir Tableau 3). Depuis le 1^{er} janvier 2022, le taux d'émission de CO₂ maximal est abaissé à 127 g/km. Seuls les véhicules rejetant jusqu'à 127 g/km de CO₂ (au lieu de 132 g/km) sont éligibles.

Le décret du 12 août 2022 a fait évoluer l'attribution de la prime à la conversion entre le 15 août et le 31 décembre 2022 pour la mise au rebut d'un véhicule ancien ou polluant : 3 000 euros maximum (selon les revenus) pour l'achat d'un vélo à assistance électrique, d'un vélo cargo, d'un vélo allongé ou adapté à une situation de handicap ou d'un vélo pliant (électrique). Une prime supplémentaire de 1 000 euros est attribuée si vous êtes situé dans une zone à faibles émissions et si vous avez bénéficié d'une aide locale pour le même vélo.

Au 1^{er} janvier 2023, comme c'est le cas pour le bonus écologique, une limite de poids est désormais fixée, ici à 2,4 tonnes. Le montant de la prime a augmenté de 1 000 euros pour les ménages les plus modestes pour l'achat de véhicules électriques, de véhicules classés Crit'Air 1 et également pour les utilitaires légers électriques ou hybrides rechargeables.

¹ C'est-à-dire consommant moins de 117 CO₂/km, norme européenne New European Driving Cycle (NEDC).

Tableau 3 – Primes à la conversion en 2020 et à l'achat et la location en 2021

		Prime avant France Relance au 01/01/ 2020	Prime après France Relance			Prime au 1 ^{er} janvier 2023	
			au 1 ^{er} juin 2020	au 3 août 2020	au 26 juillet 2021		
Condition du véhicule remise à la casse		Pour un véhicule essence immatriculé avant 1997 et pour un diesel immatriculé avant 2006 pour les ménages modestes** et 2001 pour les autres.	Pour un véhicule essence immatriculé avant 2006 et pour un diesel avant 2011 (Crit'Air 3)				
Type de moteur/taux d'émission	Distance domicile-travail					poids du véhicule <2,4 tonnes	
Voitures électriques ou hybrides rechargeables*	Gros rouleurs***	Pour les ménages modestes** : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 5 000 €	Pour les ménages dont le RFR/PART <18 000 € : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 5 000 €, 2 500 €	Pour les ménages modestes : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 5 000 €		Pour les ménages modestes : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 6 000 €	
	Autres	5 000 € si le RFR/PART <6 300 €, 2 500 € autrement		5 000 € si le RFR/PART <6 300 €, 2 500 € autrement		6 000 € si le RFR/PART <6 300 €, 2 500 € autrement	
CRIT'AIR 1 et émissions <137 g/km puis 132 g/km Puis 127 g/km depuis le 1^{er} janvier 2022 (cycle WLTP****)	Gros rouleurs	Pour les ménages modestes : 3 000 €	Pour les ménages dont le RFR/PART <18 000 € : 3 000 €, 1 500 € pour les autres ménages et entreprises	Pour les ménages modestes : 3 000 €		Pour les ménages modestes : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 4 000 €	
	Autres	3 000 € si le RFR/PART <6 300 €, 1 500 € pour les ménages modestes, 0 € pour les autres ménages et entreprises		3 000 € si le RFR/PART <6 300 €, 1 500 € pour les ménages modestes, 0 € pour les autres ménages et entreprises		4 000 € si le RFR/PART <6 300 €, 1 500 € si le RFR/PART <14 000 €, 0 € pour les autres ménages et entreprises	

		Prime avant France Relance au 01/01/ 2020	Prime après France Relance			Prime au 1 ^{er} janvier 2023
			au 1 ^{er} juin 2020	au 3 août 2020	au 26 juillet 2021	
CRIT'AIR 2 immatriculée après le 1^{er} sept. 2019 et avant le 1^{er} juillet 2021	Gros rouleurs	Pour les ménages modestes : 3 000 €	Pour les ménages dont le RFR/PART < 18 000 € : 3 000 €	Pour les ménages modestes : 3 000 €		0 €
	Autres	3 000 € si le RFR/PART < 6 300 €, 1 500 € pour les ménages modestes, 0 € pour les autres ménages et entreprises				
Utilitaires légers électriques ou hybrides rechargeables	Gros rouleurs	Ménage modeste : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 5 000 €	Pour les ménages dont le RFR/PART < 18 000 € : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 5 000 €	Ménage modeste : 80 % du coût d'acquisition TTC, plafonné à 5 000 €		Ménage modeste : 6 000 € pour un VUL de classe 1, 7 000 € pour la classe 2, 10 000 € pour la classe 3 Plafonné à 40 % du coût d'acquisition TTC Plafonné à 40 % du coût d'acquisition : Si RFR/PART < 6 300 € : 6 000 € pour un VUL de classe 1, 7 000 € pour la classe 2, 10 000 € pour la classe 3 TTC Si RFR/PART < 23 000 € : 5 000 € pour un VUL de classe 1, 7 000 € pour la classe 2 et 9 000 € pour la classe 3
	Autres	5 000 € si revenu de référence par part fiscale < 6 300 €, 2 500 € autrement			5 000 € pour un VUL de classe 1, 7 000 € pour la classe 2, 9 000 € pour la classe 3 Plafonné à 40 % du coût d'acquisition TTC	

* Hybrides rechargeables dont l'autonomie est supérieure ou égale à 50 km.

** Les ménages sont dits « modestes » quand leur RFR/PART est inférieur ou égal à 13 489 euros par an.

*** Les ménages sont dits « gros rouleurs » quand ils effectuent plus de 12 000 km par an dans le cadre de leur activité professionnelle avec leur véhicule personnel ou quand la distance domicile-lieu de travail est supérieure à 30 km.

**** Le Worldwide Light Vehicles Test Procedure (WLTP) ou Procédure d'essai harmonisée pour les véhicules légers est une série de tests destinée à évaluer la consommation d'énergie, les émissions à l'échappement des véhicules thermiques et l'autonomie des véhicules électriques mis sur le marché. Cette norme est imposée depuis 2018 en Europe.

Source : ministère de la Transition écologique

Le déploiement des bornes de recharge (100 millions d'euros)

Le plan de relance automobile comprenait également 100 millions d'euros pour accélérer le déploiement des bornes de recharge, avec l'objectif de porter le nombre de points de recharge de véhicules électriques ouverts au public à 100 000 en 2021. Ces stations comportent au minimum 4 points de recharge rapide avec un cœur de cible reposant sur les installations permettant une recharge en moins de 20 minutes (de 150 kW). Elles sont cofinancées à hauteur de 10 % à 30 % des coûts d'installation suivant le type de station, ce taux pouvant être porté à 40 % dans certaines situations spécifiques. Ces aides sont cumulables avec la prise en charge à hauteur de 75 % des coûts de raccordement au réseau mise en place par la loi d'orientation des mobilités (LOM). Le financement a permis l'installation de stations de recharge ultrarapides sur les grands axes nationaux. L'aide est attribuée aux opérateurs privés, les sociétés concessionnaires d'autoroutes ou d'aires de service situées sur le domaine public du réseau routier national et du réseau autoroutier, et enfin les collectivités en capacité d'installer et d'exploiter un réseau de bornes de recharge.

1.3. Objectifs et impacts attendus

Bonus écologique, prime à la conversion et déploiement des bornes de recharge : ces trois mesures, relevant du pilier écologie de France Relance, ont pour objectif d'accélérer la transition du parc automobile français. En termes qualitatifs, elles doivent servir à orienter les choix des consommateurs en faveur des véhicules à plus faibles émissions de CO₂ et inciter les constructeurs automobiles à concentrer leur R & D vers des véhicules plus propres. Le plan énergie-climat¹ prévoit un objectif de réduction de 28 % des émissions du secteur des transports en 2030 par rapport à 2015 et une décarbonation complète des transports terrestres d'ici 2050.

Le bonus écologique et la prime à la conversion doivent contribuer au respect de la réglementation européenne, qui impose de réduire les émissions moyennes de CO₂ par véhicules neufs de 111,5 g/km en 2019 à moins de 95 g/km en 2023². Par ailleurs, l'objectif était d'atteindre 1,5 million de bénéficiaires de la prime à la conversion sur 2017-2022³.

¹ Le paquet énergie-climat 2020 consiste en un ensemble de directives, règlements et décisions fixant des objectifs précis à l'horizon 2020, dont un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne de 20 % par rapport à 1990. Pour répondre à cette ambition, la France, comme tous les États membres, a publié un Plan national intégré énergie-climat (PNIEC) détaillant la façon dont elle compte atteindre les objectifs fixés conjointement au niveau de l'Union pour 2035 et pour 2050, afin de mettre l'UE sur la voie de la neutralité climatique.

² Voir la loi de finances pour 2021, programme n° 342. L'objectif n° 5 du programme ne prend pas en compte à ce stade l'effet de ces deux mesures, ce qui justifie l'utilisation du terme « chiffre inférieur à ».

³ Loi de finances pour 2021, programme n° 342, action n° 7 – infrastructures et mobilités vertes, aide à l'achat de véhicules propres.

Ces deux dispositifs doivent également contribuer à l'atteinte des objectifs intermédiaires du plan énergie-climat¹, soit :

- 7 % de véhicules électriques et 7 % de véhicules hybrides rechargeables dans les ventes de véhicules particuliers neufs en 2023 (objectif atteint dès 2021 avec plus de 8 % entre septembre 2020 et août 2021 pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables) ;
- 27 % de véhicules électriques et 11 % de véhicules hybrides rechargeables dans les ventes de véhicules particuliers neufs en 2028 ;
- interdiction des ventes de véhicules émettant des gaz à effet de serre en 2035.

1.4. Comparaison européenne

Les dispositifs du bonus-malus pour l'achat de véhicules propres en Europe

La fiscalité automobile² en Europe est très variée, avec au moins douze caractéristiques différentes du véhicule servant d'assiette et sept formes de taxation dans les 31 pays européens suivants : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la Bulgarie, la Croatie, Chypre, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Islande, l'Italie, l'Irlande, la Lettonie, la Lituanie, le Luxembourg, Malte, la Norvège, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la Roumanie, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovaquie, la Slovénie, la Suède et la Suisse. La grande diversité des modalités d'application de la fiscalité automobile en Europe constitue un défi majeur pour la comparaison. Non seulement il existe des formes de taxation différentes, mais pour une taxe identique, l'assiette entre les pays diffère en fonction des caractéristiques du véhicule.

Vingt-trois pays accordent des subventions à l'achat de voitures à zéro émission. Parmi eux, seize pays utilisent des critères d'éligibilité supplémentaires tels que des seuils de prix, douze pays l'immatriculation privée ou d'entreprise, et huit pays proposent une prime supplémentaire pour la mise au rebut d'un vieux véhicule polluant. Les subventions à l'achat les plus importantes concernent les voitures à zéro émission et sont accordées à Malte (11 000 euros), en Roumanie (10 200 euros) et en Croatie (9 283 euros), où le taux de pénétration des véhicules propres est faible ou moyen comparé à l'ensemble de l'Europe³

¹ Gouvernement (2021), *Plan national de relance et de résilience*, octobre.

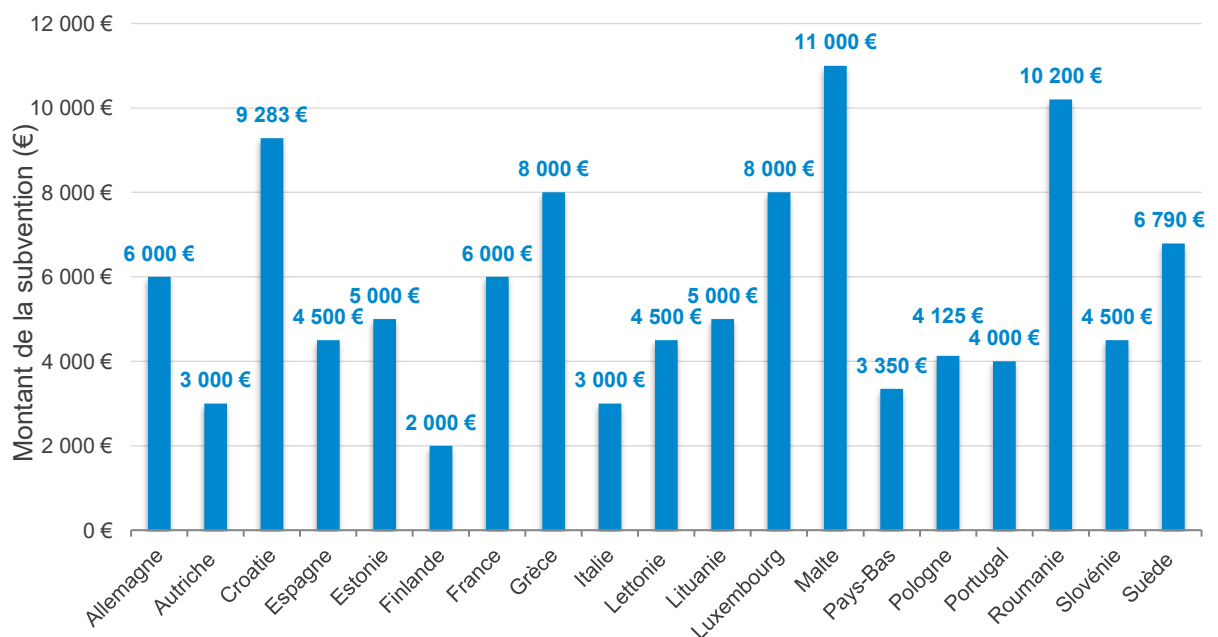
² Analyse réalisée à partir du rapport *The Good Tax Guide: A Comparison of Taxation in Europe* réalisé par Transport & Environment, publié en 2022, première étude comparant les systèmes de taxation des voitures directement entre les pays européens.

³ En 2020, la part des véhicules électriques est de 3 % en Croatie, de 2 % à Malte et de 9 % en Roumanie contre une moyenne sur l'Union européenne de 12 %. Pour les véhicules hybrides rechargeables, la part de marché est de 2 % en Croatie, de 1 % à Malte et de 3 % en Roumanie contre 10 % en moyenne en Union européenne.

(voir Graphique 1). Les aides à l'achat en Norvège et en Islande, qui sont mises en œuvre sous la forme d'une exemption de TVA, peuvent également atteindre des niveaux élevés pour les véhicules coûteux.

Dans les pays ayant une aide à l'achat de véhicule propre exprimée en montant, la moyenne est de 5 700 euros et la médiane de 5 000 euros en septembre 2022. La France est donc dans la moyenne haute avec, à cette date, 6 000 euros de prime pour les voitures électriques des ménages.

Graphique 1 – Subventions à l'achat de véhicule électrique léger par un particulier dans les différents pays européens (septembre 2022)



Lecture : en Allemagne, le montant de la subvention pour l'achat de véhicule électrique léger est de 6 000 euros en septembre 2022.

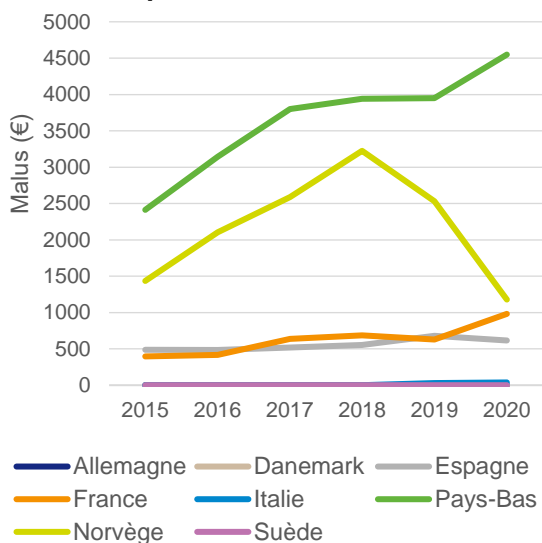
Source : *Transport & Environment (2022), The Good Tax Guide : A Comparison of Taxation in Europe*

L'évolution de la moyenne du malus ou du bonus appliqué aux véhicules immatriculés¹ révèle que les Pays-Bas utilisent principalement le malus comme instrument incitatif avec une moyenne sur la totalité des véhicules neufs de 2 500 euros en 2015 à 4 500 euros en 2020. Alors que la moyenne annuelle du malus a doublé en France passant de 500 euros à 1 000 euros (voir Graphique 2), le montant du bonus moyen est resté relativement stable entre 2015 et 2020 avec une moyenne de 200 euros (voir Graphique 3). La Norvège a un

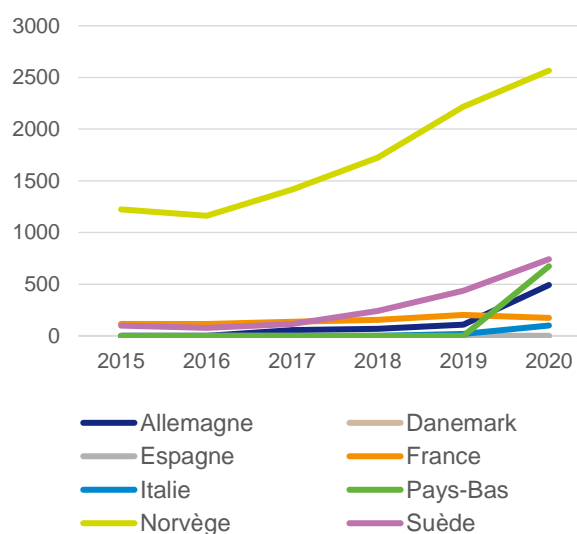
¹ Le bonus ou malus moyen est calculé en prenant en compte le nombre total des nouvelles immatriculations.

bonus moyen élevé avec une moyenne à 2 600 euros en 2020 (contre 1 250 euros en 2015). À partir des données de la Direction générale de l'Énergie et du Climat, le montant du bonus moyen au regard du nombre total des nouvelles immatriculations des véhicules particuliers est de 733 euros en 2022 contre 625 euros en 2021 et 340 euros en 2020.

Graphique 2 – Moyenne annuelle du malus pour les voitures individuelles



Graphique 3 – Moyenne annuelle du bonus pour les voitures individuelles



Lecture : aux Pays-Bas, parmi l'ensemble des nouvelles immatriculations du pays en 2019, le malus moyen est de 4 500 euros et le bonus moyen de 670 euros.

Source : IPP

2. Premiers enseignements

2.1. Déploiement des dispositifs en France

Les crédits prévus pour le financement de ces trois mesures en 2021 sont rattachés au programme 362 « Écologie » de la mission « plan de relance » dans la loi de finances pour 2021. L'Agence de services et de paiement (ASP) reçoit le versement des crédits et verse ensuite les aides, sur appels de fonds justifiés par les niveaux de trésorerie et les prévisions de consommation.

Le développement des points de recharge ouverts au public s'est accéléré grâce au plan France Relance, avec plus de 11 000 points de recharge ouverts au public installés sur les six premiers mois de l'année 2021, à comparer aux 3 000 à 5 000 nouveaux points de

recharge installés chaque année auparavant. Cependant, le rythme a ralenti et l'objectif de 100 000 points de charge fin 2021 est atteint un an et demi plus tard, en juin 2023¹.

Le bonus écologique prend de plus en plus d'ampleur avec une part croissante dans les immatriculations totales des voitures neuves en France depuis 2020 (voir Graphique 4). Cette dynamique s'explique par le durcissement de la réglementation européenne présentée précédemment qui impose depuis le 1^{er} janvier 2020, sous peine d'amende, une moyenne des émissions des voitures particulières neuves immatriculées dans l'UE inférieures ou égales à 95 g de CO₂ par kilomètre. À partir de juin 2020, l'élargissement du bonus proposé dans le cadre du plan de relance contribue également à cette dynamique. Depuis janvier 2023, on constate une diminution des véhicules neufs éligibles au bonus, en cohérence avec la restriction du bonus écologique. En effet, à partir de janvier 2023, les véhicules hybrides rechargeables ainsi que les véhicules dont le prix dépasse 47 000 euros ne sont plus éligibles au dispositif du bonus.

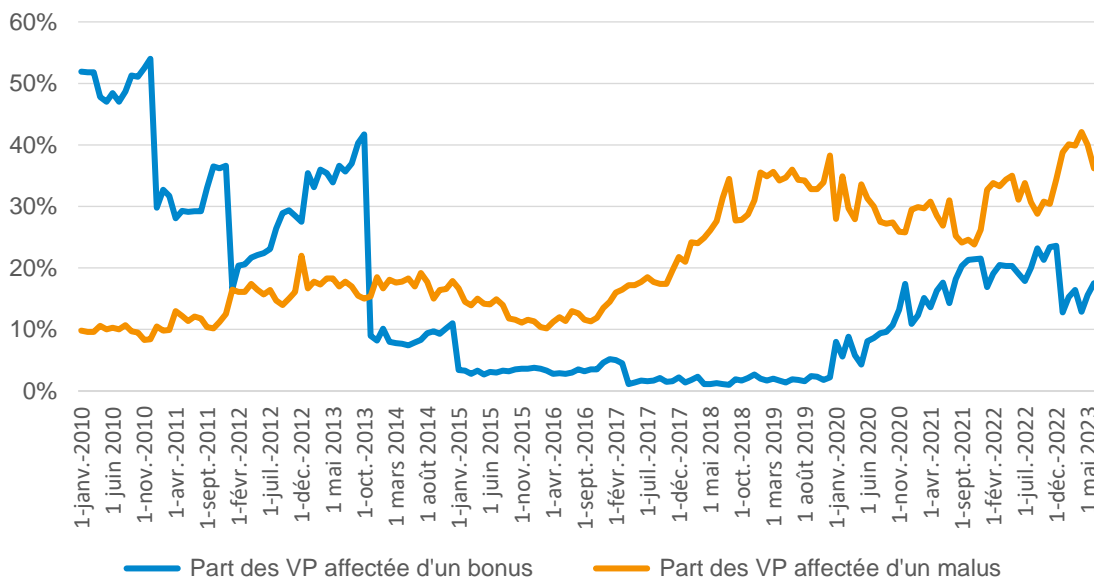
En 2018, le barème du malus² écologique s'est durci en s'appliquant désormais à toutes les voitures dont les émissions de CO₂ sont supérieures ou égales à 120 g/km (en NEDC). Cela s'est ainsi traduit par une augmentation du nombre de véhicules affectés par le malus. Cette politique perdure avec l'article 55 de la loi de finances pour 2021 qui prévoit un durcissement du malus sur plusieurs années. Pour l'année 2022, les évolutions ont été les suivantes :

- application du barème dès 128 g de CO₂/km (en norme WTP) ;
- jusqu'à 4 000 euros au-delà de 223 g de CO₂/km, avec un plafonnement à 50 % du prix TTC du véhicule ;
- création d'un malus sur les véhicules de plus de 1 800 kg, où les kilogrammes excédant 1800 sont soumis à un malus de 10 €/kg les véhicules immatriculés pour la première fois en France, qu'ils soient neufs ou importés. Il est possible d'estimer le montant de cette taxe (dite « taxe sur la masse en ordre de marche » – TMOM) avec le [simulateur de service-public.fr](https://www.service-public.fr/simulateur).

¹ Avere (2023), « [Baromètre national des infrastructures de recharge ouvertes au public](#) », octobre.

² Le malus est une taxe additionnelle qui doit être payée lors de la première immatriculation de certains véhicules polluants en fonction de leurs émissions de CO₂ ou de leur puissance administrative. Le seuil de déclenchement du malus est à 128 g de CO₂/km, il est croissant selon l'émission et peut atteindre 40 000 euros au-delà de 223 g de CO₂/km, avec un plafonnement à 50 % du prix TTC du véhicule.

Graphique 4 – Part des voitures neuves (dans le total des immatriculations) bénéficiant d'un bonus ou affectées d'un malus en France



Lecture : au premier septembre 2021 la part des véhicules particuliers neufs dans le total des immatriculations qui est affectée par un malus est de 21 %, par un bonus elle est de 24 %.

Sources : SDES, RSVERO

2.2. La part des véhicules propres progresse rapidement en France depuis 2020

Il est d'ores et déjà possible d'appréhender les chiffres de ventes de véhicules propres depuis 2020 en comparaison des années précédentes. La part des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans les ventes de véhicules neufs a fortement augmenté depuis 2020. Alors que ces véhicules ne représentaient que 2,8 % des ventes de véhicules neufs en 2019, ce chiffre est monté à 10,8 % en 2020, 18 % en 2021 puis 21,2 % en 2022. Ces augmentations se sont produites en même temps que le durcissement des normes européennes, l'élargissement du bonus écologique et de la politique d'offre des constructeurs (lancement de nouveaux modèles de voitures électriques et hybrides rechargeables).

En particulier, le rétablissement en juin 2020 de l'éligibilité des hybrides rechargeables au bonus écologique¹ associé au lancement de nouveaux modèles de voitures hybrides rechargeables² semble concomitant à l'accélération des ventes : la part des véhicules

¹ Bonus qui avait été supprimé fin 2017.

² Tels que la Peugeot 3008, la DS 7 Crossback ou encore la Renault Captur.

hybrides rechargeables augmente de 0,4 point entre janvier et juin 2020, alors qu'à partir de juillet 2020 elle augmente de 4,8 points pour atteindre 7,9 % en décembre 2020 (en 2019, l'augmentation entre juillet et décembre est de 0,4 point). Si le bonus écologique de 6 000 euros pour une voiture électrique permet de rendre ces motorisations alternatives plus accessibles, il est difficile d'isoler la contribution de son augmentation de 1 000 euros le 1^{er} juin 2020 sur les ventes de voitures électriques. On constate en effet que l'augmentation des ventes de voitures électriques commence dès le début de l'année 2020. Au premier trimestre 2020, les ventes ont été multipliées par quatre pour les voitures électriques (pour atteindre 7,5 % des parts de marché), et par deux pour les véhicules et hybrides rechargeables (2,5 %). Résultats concomitants à la mise en place de la norme européenne, quelques mois avant le plan de relance, et alors même que le dispositif du bonus écologique était restreint par rapport à 2019. Par ailleurs, en 2023 alors que le bonus écologique a diminué de 1 000 euros (sauf pour les ménages modestes), la part des véhicules électriques continue sa progression pour atteindre 15,5 % des ventes en janvier-juin 2023 contre 12 % des ventes sur la même période en 2022 (voir Tableau 4).

Tableau 4 – Part des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans les ventes de véhicules neufs en France

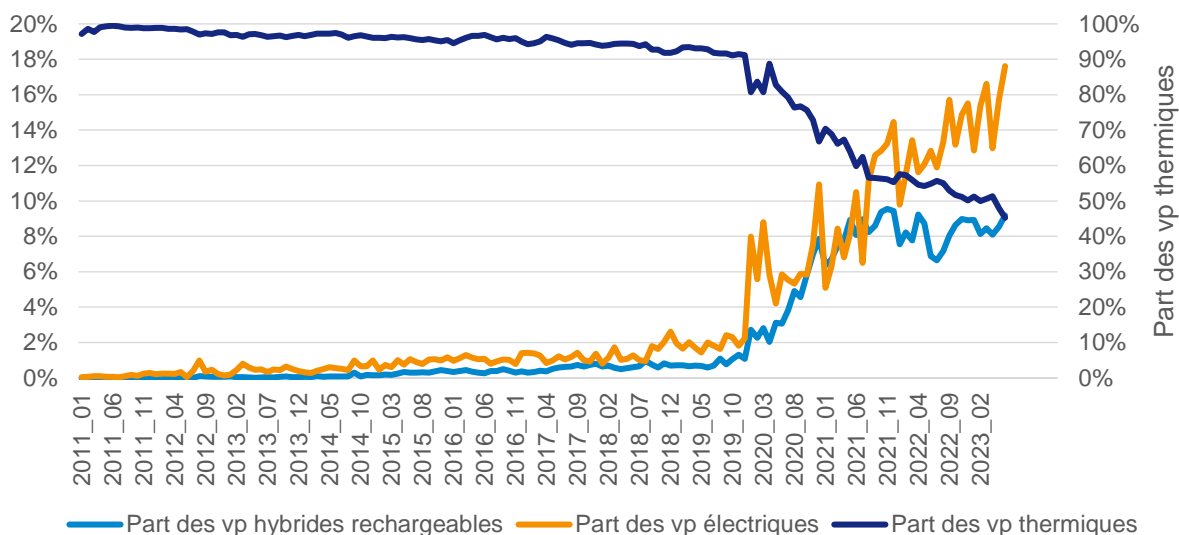
	2018	2019	2020	2021	2022	Janvier-juin 2022	Janvier-juin 2023
Hybrides rechargeables	0,7	0,9	4,2	8,3	8,1	8,0 %	8,6 %
Électriques	1,4	1,9	6,6	9,7	13,1	12,0 %	15,5 %

Source : SDES, RSVERO

Les ventes des véhicules thermiques chutent. La part des ventes de véhicules thermiques baisse drastiquement à partir de 2019, passant de 92 % des véhicules particuliers vendus en France contre 54 % en 2022 (voir Graphique 5)¹.

¹ La part des hybrides non rechargeables est en nette augmentation, passant de 4 % de part de marché en 2019 à 20 % en 2022. Les véhicules qui fonctionnent au gaz sont également en hausse, passant de 0,1 % en 2019 de la part des marchés des véhicules particuliers à 3 % en 2022.

Graphique 5 – Part des véhicules électriques, hybrides rechargeables et thermiques dans les ventes de véhicules particuliers neufs en France



Note : la part des véhicules hybrides non rechargeables et des véhicules qui fonctionnent aux gaz naturels ne sont pas représentés dans ce graphique.

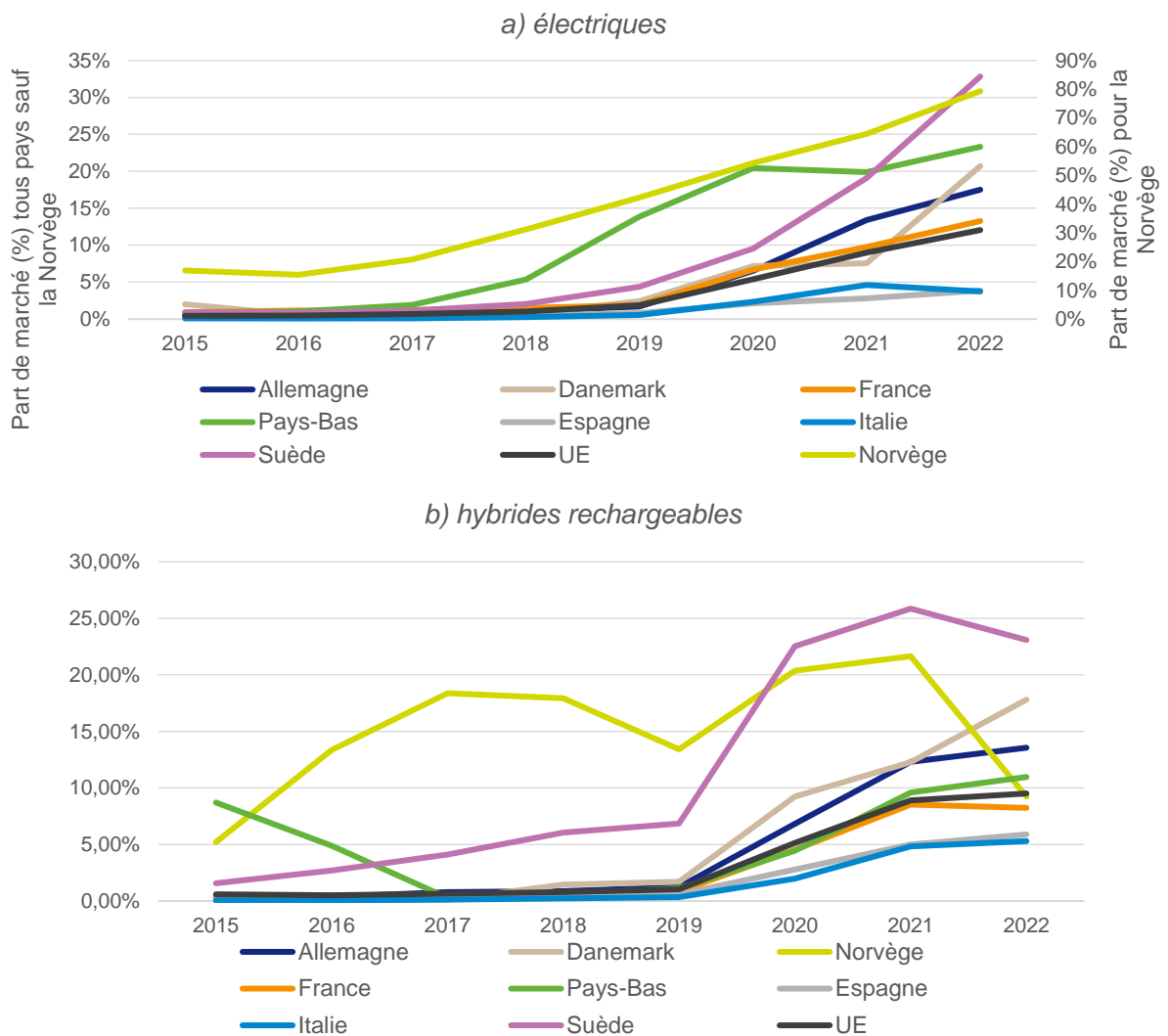
Lecture : en mai 2022, en France, la part des véhicules électriques parmi les ventes de véhicules particuliers neufs est de 12 %. Celle des hybrides rechargeables est de 7 %.

Source : SDES, RSVERO

À l'échelle de l'Europe, la part des véhicules électriques dans les ventes de véhicules neufs est en augmentation, notamment depuis 2019. La Norvège se distingue par une évolution rapide avec une part de marché des véhicules électriques de 80 % en 2022 (contre 17 % en 2015). En revanche, la part des hybrides rechargeables baisse considérablement en Norvège entre 2021 et 2022 passant de 22 % à 9 % de part de marché. Ces chiffres sont nettement supérieurs à ceux des autres pays du panel, comme l'Allemagne, le Danemark, l'Espagne, la France, l'Italie, le Pays-Bas et la Suède. Hormis l'Espagne et l'Italie qui ont une part de marché des véhicules électriques très faible (4 %), dans les six autres pays étudiés la part de marché des véhicules électriques est élevée et en forte croissance depuis 2019. La France a la part de marché des véhicules électriques la plus faible parmi ces pays avec 13 % en 2022, et elle affiche la deuxième croissance la plus faible (derrière les Pays-Bas) avec une évolution de 11 % entre 2019 et 2022. À l'exception de la Suède, la part des hybrides rechargeables est également en augmentation pour l'ensemble des pays avec une nette évolution à partir de 2019. La position de la France reste médiane avec une augmentation de 7 points de la part de marché des véhicules hybrides rechargeables entre 2019 et 2022 (voir Graphique 6). Aux Pays-Bas, la fin de l'exonération partielle de la taxe sur l'achat d'une voiture hybride rechargeable a entraîné une chute brutale des ventes, qui sont passées de 9 % en 2015 à 0,3 % en 2017.

Le succès de la Norvège dans la promotion des véhicules électriques a été principalement motivé par des incitations fiscales généreuses, notamment l'exemption des véhicules à zéro émission (ZEV) de la taxe d'immatriculation, de la TVA et des taxes sur les carburants, ainsi qu'une réduction d'au moins 50 % des taxes routières, des frais de ferry et de stationnement. Le cas norvégien souligne donc l'efficacité des incitations fiscales, mais aussi le fait que celles-ci doivent vraisemblablement être complétées par des dispositifs non fiscaux, notamment les infrastructures.

Graphique 6 – Moyenne annuelle de la part de marchés pour différentes catégories de voitures individuelles dans les pays européens



Lecture : en 2022, la part des véhicules électriques parmi les nouvelles immatriculations en Espagne est de 9 % et celle des véhicules hybrides rechargeables de 5 %.

Source : European Alternative Fuels Observatory

2.3. Évolution des émissions de CO₂

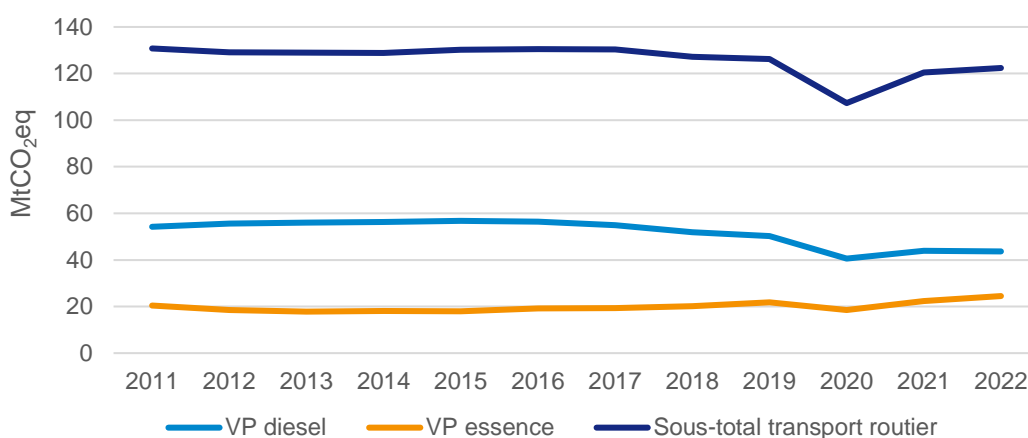
Au-delà de la part des ventes de voitures électriques et hybrides rechargeables, d'autres indicateurs sont pertinents pour évaluer l'impact du plan de relance, tels que la consommation moyenne du parc et l'émission moyenne annuelle de CO₂. Ainsi, il faudrait pouvoir mesurer l'impact de ces aides à l'achat sur la consommation moyenne de carburant du parc pour évaluer son efficacité ainsi que la moyenne annuelle des émissions de CO₂. La pollution locale de l'air est également l'une des principales nuisances environnementales de l'automobile. Le secteur du transport routier représentant à lui seul 94 % de la pollution atmosphérique (oxydes d'azote, particules et CO₂). Les véhicules électriques présentent la caractéristique de n'émettre à l'usage ni CO₂ ni pollution locale atmosphérique.

L'année 2020, marquée par la crise du Covid-19 et les mesures de confinement, s'est traduite pour le secteur des transports par une réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre. La reprise économique a conduit en 2021 et 2022 à un rebond du trafic routier et des émissions de CO₂ associées. Les émissions des véhicules particuliers avec un moteur Diesel en 2022 sont inférieures de 6,5 MtCO₂eq à leur niveau de 2019 alors que celles des véhicules à essence sont supérieures de 2,7 MtCO₂eq. Les émissions des poids lourds retrouvent leur niveau de 2019 (voir Graphique 7). Les émissions totales du transport routier en 2022 restent inférieures à celles de 2019. Bien qu'il soit difficile d'isoler les différents effets, selon le Haut Conseil pour le climat, la baisse des émissions par rapport à 2019 peut s'expliquer par une combinaison de facteurs liés à la gestion de la crise sanitaire, à des changements de comportement en termes de mobilité et aux mesures incitatives du plan de relance¹.

La part des véhicules électriques dans le parc reste assez faible (0,77 % du parc en 2022) mais progresse parmi les ventes de véhicules neufs (+4 points de pourcentage par rapport à 2021 et +12 points par rapport à 2019) (voir Tableau 5). Les véhicules hybrides rechargeables (HEV) suivent une tendance proche avec une faible part dans le parc total et une progression parmi les ventes de véhicules neufs (+4 points de pourcentage par rapport à 2021 et +8 points par rapport à 2019). Le parc automobile a diminué son intensité d'émission de 16 g CO₂/km entre 2011 et 2019. L'intensité d'émission des véhicules neufs a également baissé de 19 g CO₂/km sur la même période. En 2022, avec la nouvelle mesure des émissions de CO₂ des voitures particulières neuves, l'intensité d'émission des véhicules neufs a également baissé de 6 g CO₂/km par rapport à 2021. Ces résultats doivent être mis en perspective avec une augmentation du nombre total de véhicules, passant de 33 millions en 2011 à 36 millions en 2022.

¹ Haut Conseil pour le climat (2022), [Rapport annuel 2022 du Haut Conseil pour le climat](#), juin.

Graphique 7 – Total des émissions de CO₂ des véhicules particuliers à diesel, à essence et du sous-total du transport routier français



Lecture : en 2022, en France les émissions du sous-total du transport routier sont de 122 MTCO₂eq. Parmi celles-ci, les émissions des véhicules particuliers avec un moteur diesel représentent 44 MTCO₂eq contre 25 MTCO₂ pour ceux avec un moteur à essence.

Source : Citepa

Tableau 5 – Statistiques sur le renouvellement du parc en France

Année	% VE ventes	% VE parc	% HEV* ventes	% HEV parc	CO ₂ moyen ventes	CO ₂ moyen parc
2011	0,12	0	0	0,05	127,7	149,4
2012	0,3	0,01	0,03	0,07	124,3	147,2
2013	0,49	0,03	0,05	0,08	117,3	145,4
2014	0,59	0,05	0,11	0,08	114,2	143,3
2015	0,9	0,07	0,3	0,09	111,3	141,3
2016	1,08	0,11	0,37	0,1	110,5	139,1
2017	1,18	0,16	0,56	0,11	110,9	137,0
2018	1,43	0,22	0,66	0,14	111,8	135,0
2019	1,93	0,28	0,83	0,18	111,6	133,0
2020	6,66	0,37	4,43	0,22	116,0	131,0
2021	9,69	0,64	8,27	0,41	108,5	129,8
2022	13,15	1,01	8,08	0,77	102,7	128,3

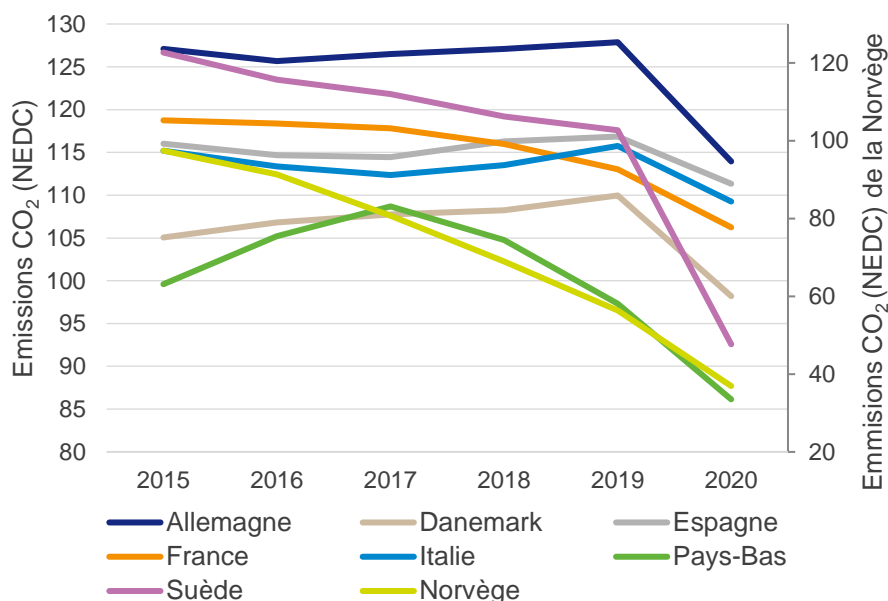
* HEV : véhicules hybrides rechargeables.

Note : le CO₂ moyen est une mesure en gramme par kilomètre. Au 1^{er} mars 2020, la norme WLTP de mesure des émissions de CO₂ des voitures particulières neuves a succédé à la norme NEDC, en vigueur depuis 1973. La norme WLTP induit une rupture de séries dans les statistiques d'émissions : avec la nouvelle norme, les émissions moyennes de CO₂ des voitures neuves sur les mois de janvier et février 2020 sont estimées supérieures de 24 % environ à celles observées avec l'ancienne norme NEDC.

Sources : Répertoire statistique des véhicules routiers (RSVERO), calculs IPP

En cinq ans, la Norvège a réussi à diviser sa moyenne annuelle d'émissions de CO₂ par trois en passant de 97 g/100 km en 2015 à 37 g/100 km en 2020. Ces résultats sont cohérents avec la baisse de la part des véhicules thermiques au profit des véhicules électriques (voir Graphique 8).

Graphique 8 – Moyenne annuelle des émissions de CO₂ des voitures individuelles dans les pays européens



Lecture : en 2019 en Allemagne, la moyenne des émissions de CO₂ des voitures individuelles est de 128 g/km.

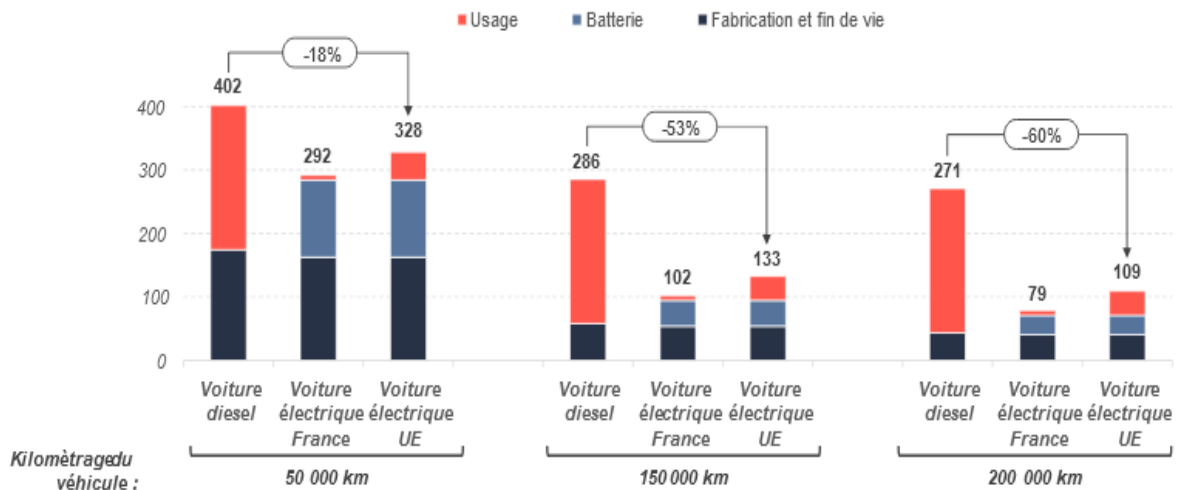
Source : IPP à partir des données de l'Agence européenne pour l'environnement (EEA)

Si les subventions à l'achat présentent l'avantage d'une forte acceptabilité sociale, elles doivent être précisément ciblées pour ne pas produire d'effet contraire à celui recherché. Ainsi, si un véhicule électrique n'émet pas de CO₂ à l'usage, la production des batteries peut, elle, être fortement émettrice. Et plus la capacité de la batterie augmente, plus l'énergie pour la produire augmente. Il est donc important que les subventions encouragent plutôt l'achat de véhicules légers (pour lesquels la capacité de la batterie peut être plus limitée) et, dans la mesure du possible, de véhicules dont la batterie est produite sans énergie fossile. Cependant, puisque les véhicules électriques ont des émissions réduites lors de leur utilisation, il faut parcourir entre 30 000 et 40 000 km (soit deux à trois ans d'utilisation) pour que leur impact sur le climat devienne inférieur à celui des véhicules thermiques d'après une étude de Carbone 4¹. Ainsi, une voiture électrique qui parcourt

¹ Carbone 4 (2022), « Les idées reçues sur la voiture électrique », février.

150 000 kilomètres au cours de sa vie émettra en moyenne 53 % de moins de CO₂ que sa contrepartie thermique sur son cycle de vie (voir Graphique 9).

Graphique 9 – Émissions sur le cycle de vie (plus de 150 000 km) des véhicules thermiques et électriques en Europe, en 2015



Source : Carbone 4 (2022), « Les idées reçues sur la voiture électrique », février

3. Travaux d'évaluation

3.1. Mise en perspective et résultats de travaux d'évaluation

Bien que les parts de marché des véhicules propres progressent, il est prématuré d'attribuer aux mesures du plan de relance l'augmentation de la part de marché des véhicules électriques et hybrides à partir de 2020, et ce pour plusieurs raisons¹.

D'abord, un dynamisme équivalent, voire supérieur, se retrouve dans tous les pays européens étudiés (voir *supra*). Par ailleurs, cette augmentation de la part de marchés en France est intervenue dès janvier 2020, avec une multiplication par près de quatre (au premier trimestre 2020 par rapport au dernier trimestre 2019) pour les voitures électriques (à 7,5 %), et par deux pour les véhicules et hybrides rechargeables dans la part des

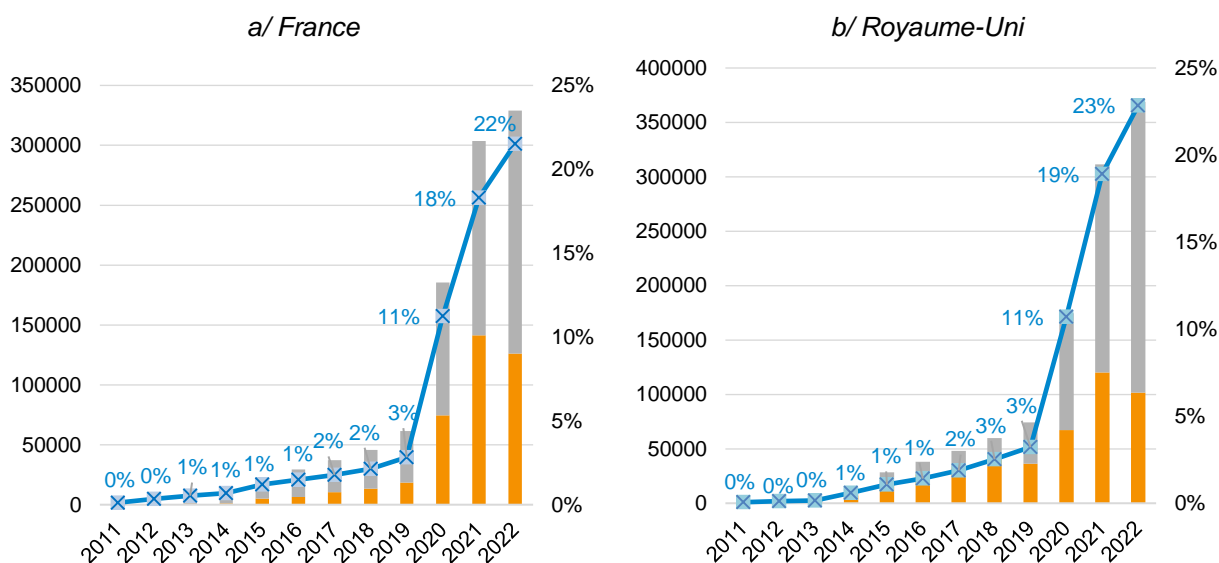
¹ Le renforcement des normes européennes d'émissions mentionné *supra* pourrait expliquer en partie cette hausse de la part des véhicules électriques observée dès le début d'année 2020. Il a en effet contraint les producteurs automobiles à diminuer les émissions moyennes de leurs ventes neuves, notamment en améliorant leur offre de véhicules à faibles émissions.

voitures particulières neuves (à 2,5 %), soit quelques mois avant le plan de relance et alors que le dispositif du bonus écologique avait été restreint par rapport à 2019.

Enfin, suite à la diminution du bonus écologique de 1 000 euros en 2023, la part des véhicules électriques continue sa progression pour atteindre 15,5 % des ventes en janvier-juin 2023 contre 12 % des ventes sur la même période en 2022.

À titre d'illustration, le Royaume-Uni a aussi fini l'année 2020 avec 11 % de part de marché de voitures électriques et hybrides rechargeables (contre 3 % en 2019, soit une augmentation de 5 points pour les véhicules électriques et 3 points pour les hybrides rechargeables) alors que leur bonus écologique avait été diminué de 3 500 à 3 000 livres en début d'année 2020 (voir Graphique 10). De même, malgré la baisse du bonus à 1 500 livres en automne 2021, l'augmentation des parts de marché des voitures électriques de cinq points et hybrides rechargeables de trois points a perduré en 2021 avec 19 %.

Graphique 10 – Part des véhicules électriques à batterie (VEB) et hybrides rechargeables (VHR) dans les ventes de véhicules neufs en France et au Royaume-Uni



■ Véhicules électriques à batterie (VEB) ■ Hybrides rechargeables (VHR)

— Part dans les ventes de véhicules neufs

Lecture : les véhicules propres représentent 22 % des véhicules neufs en France. En 2022, 126 166 véhicules hybrides rechargeables et 202 868 véhicules électriques à batterie sont vendus.

Source : *Alternative Fuel Observatory*

Au Royaume-Uni, l'évaluation réalisée par Frontiers Economics¹ suggère que les subventions aux véhicules propres ont eu un impact notable sur le développement de l'offre et de la demande de nouveaux véhicules électriques, de même que l'installation de points de charge. L'étude estime qu'au total entre 2011 et novembre 2021 environ 90 000 ventes de voitures électriques sont attribuables à la subvention. Cet impact se réduit néanmoins avec la maturité du marché des véhicules propres, les constructeurs pouvant maintenir les prix des véhicules artificiellement élevés dans certains cas. Cette étude souligne également que la disponibilité des bornes de recharge, particulièrement à domicile, est une condition nécessaire pour le développement du marché des véhicules électriques.

De manière générale, le coût relatif à l'achat des véhicules électriques par rapport aux véhicules thermiques est bien entendu un critère important pour le choix des ménages, mais ce n'est pas le seul. La disponibilité des recharges, l'anticipation du prix de l'électricité et de l'essence, l'ampleur de la méconnaissance du marché par les ménages sont des critères également importants².

3.2. Impact du bonus-malus

Les mesures de soutien aux véhicules propres ont pour objectif d'orienter les choix des consommateurs en faveur des véhicules à plus faibles émissions de CO₂ et d'inciter les constructeurs automobiles à concentrer leurs investissements de recherche et développement vers des véhicules plus propres.

L'évaluation des dispositifs de soutien aux véhicules propres est un exercice particulièrement complexe, compte tenu des mesures de nature très différentes qui interagissent pour certaines au niveau national et européen. Le comité d'évaluation du plan France Relance a décidé de s'appuyer sur l'expertise d'équipes académiques et de recherche afin d'évaluer l'impact des mesures de soutien aux véhicules propres du plan de relance. Un appel à projet de recherche a été publié par France Stratégie en mars 2022 pour dresser un premier bilan évaluatif de ces dispositifs. L'évaluation confiée à une équipe de chercheurs de l'Institut des politiques publiques comporte trois volets : 1) l'impact du plan de relance sur les ventes de véhicules ; 2) l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre du parc automobile ; 3) et l'impact des mesures de soutien à l'achat de véhicules propres sur la transformation de l'industrie automobile et le commerce international.

¹ Frontiers Economics (2022), *An evaluation of the Plug-in Vehicle Grant, Electric Vehicle Homecharge Scheme, and Workplace Charging Scheme*, mai.

² Robinet A. et Gérardin M. (2022), « [Voiture électrique : à quel coût ?](#) », *La Note d'analyse*, n° 115, France Stratégie, novembre.

Dans cette section, l'objectif est d'évaluer la réaction des ventes de véhicules neufs face à des mécanismes incitatifs tels que le bonus-malus écologique. À partir de ces estimations, l'analyse vise à quantifier l'impact de ces incitations sur l'évolution des caractéristiques de vente de voitures neuves. Cela englobe notamment les aspects environnementaux, tels que l'intensité carbone et la proportion de véhicules électriques, ainsi que les aspects liés à la compétitivité, tels que la part de marché des constructeurs nationaux et la proportion de véhicules assemblés sur le territoire national.

Encadré 1 – Données utilisées pour les estimations réalisées par l'IPP

L'analyse repose sur des régressions des ventes de véhicules sur les réformes dans un panel de pays européens : l'Allemagne, la France, l'Italie, l'Espagne, la Norvège, la Suède et le Danemark. L'analyse se fait au niveau du type de véhicule et à fréquence mensuelle sur la période 2015 – mai 2021. Le type de véhicule est défini comme une combinaison unique d'un modèle dans un pays donné, d'un poids et d'une puissance de moteur donnés.

Les données relatives aux taxes (bonus/malus) à l'achat sur les véhicules sont recueillies dans le guide fiscal annuel de l'Association des constructeurs européens d'automobiles. Les données d'immatriculation des véhicules de passagers ont été obtenues auprès de IHS Markit. Les données utilisées afin de déterminer la norme de CO₂ utilisée et de déduire le CO₂ norme WLTP à partir du CO₂ norme NEDC¹ sont obtenus auprès de l'Agence européenne pour l'environnement (EEA). Des données complémentaires issues d'Eurostat sont utilisées afin d'obtenir le prix du carburant à la fréquence mensuelle. Les données de la Banque centrale européenne sur les taux de change moyens à fréquence mensuelle pour les pays en dehors de la zone euro sont utilisées afin de convertir les prix et bonus-malus.

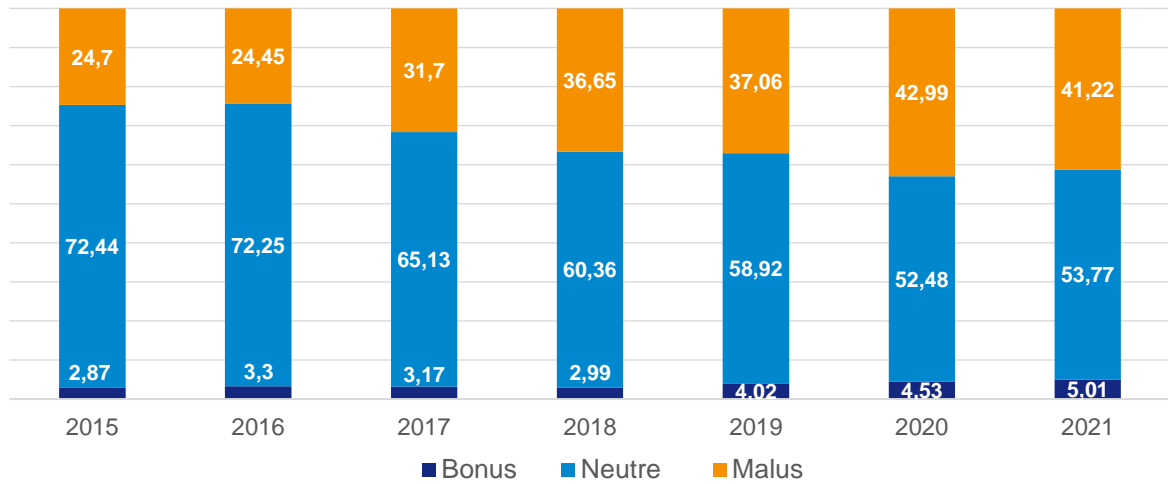
Le montant du bonus a peu varié en France depuis 2015

Alors que la part des véhicules français soumis à un malus est à la fois élevée, et a varié de manière substantielle (de 25 à 41 % entre 2015 et 2020, voir Graphique 11), la part des véhicules affectés par le bonus est modeste sur la période, avec de faibles variations (hausse de 2,9 % à 5 % sur la période). Comme présenté dans la section 2.2 *supra* et illustré dans le Graphique 12, cette hausse modeste s'est effectuée sans modification

¹ Les normes NEDC et WLTP sont des normes d'homologation des véhicules neufs qui définissent les conditions dans lesquelles un modèle est testé. La norme WLTP est utilisée à partir de 2018 par la Commission européenne, car elle s'approche au plus près des conditions réelles de circulation.

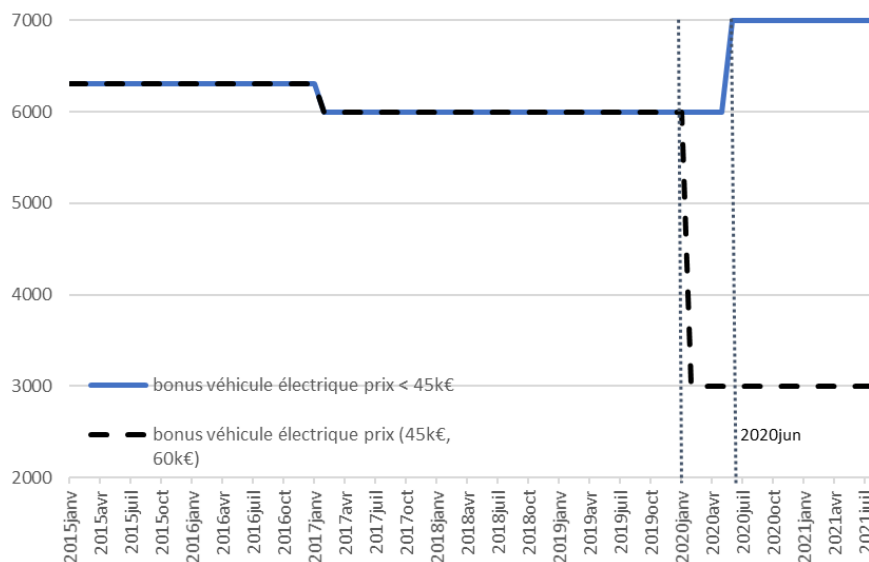
majeure du barème du bonus, qui n'a augmenté que de 1000 euros avec le plan de relance. En revanche, on constate que le malus a plus de doublé entre 2015 et 2020, passant de 8 000 euros pour les véhicules émettant 210 g de CO₂ par kilomètre à 20 000 euros en 2020 (voir Graphique 13).

Graphique 11 – Part des véhicules affectés par le bonus et le malus chaque année en France, en pourcentage



Source : IPP

Graphique 12 – Barème du malus au cours de la période d'estimation en France

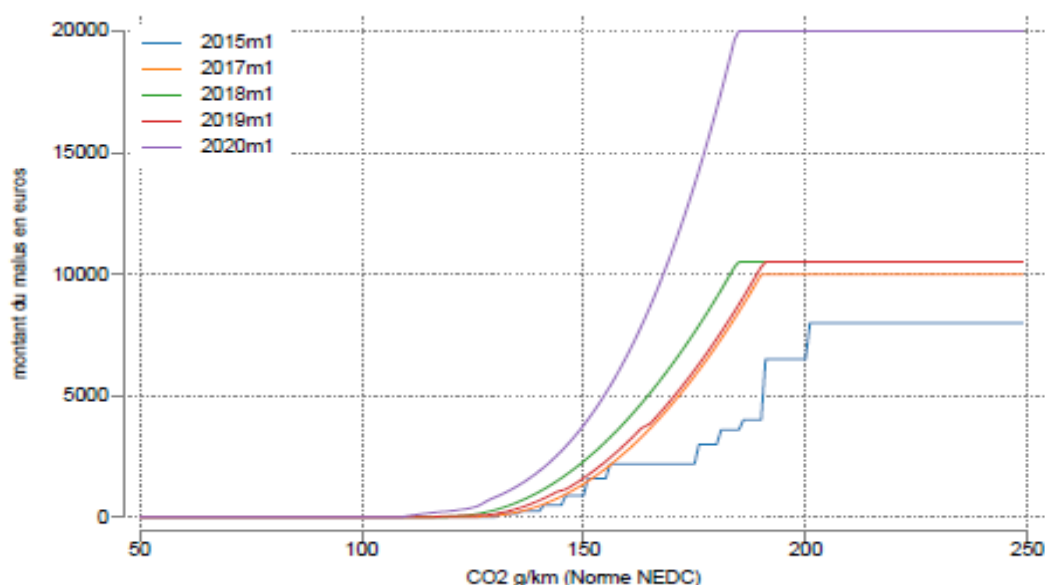


Note : ce graphique présente le barème du bonus applicable en France au premier janvier et au premier juin au cours de la période d'estimation.

Lecture : au 1^{er} janvier 2020, le bonus électrique pour les voitures inférieures à 45 000 euros est de 6 000 euros.

Source : IPP

Graphique 13 – Barème du malus au cours de la période d'estimation en France



Lecture : en France en 2017, pour une voiture émettant 200 g de CO₂ par kilomètre, le malus est de 10 000 euros, il atteint 20 000 euros en 2020.

Source : IPP

Étude d'événement dynamique

L'enjeu est d'étudier comment l'évolution des ventes des différents modèles est affectée par des variations importantes du malus ou du bonus. Pour cela, l'équipe de recherche a réalisé des études d'événements dynamiques. L'étude consiste à se concentrer sur un événement défini, soit une augmentation ou une diminution du malus ou du bonus, et observer si la différence des dynamiques de ventes est significativement différente entre les véhicules traités (qui ont bénéficié de la hausse/baisse du bonus/malus) et ceux non traités dans un pays donné.

Encadré 2 – Méthode et spécification de l'étude d'événements empilés

Cette méthode dite d'étude d'événements empilés vise à constituer un groupe de traitement et un groupe de contrôle explicite pour chaque événement.

La première étape consiste à isoler un certain nombre d'événements, en l'occurrence la hausse du malus pour une spécification de véhicule donnée dans le cas français. Chaque événement est associé à une date précise, notée « te ». Pour chaque événement, une liste de véhicules traités, « Te », est établie, et seules les

observations effectuées autour de l'événement où les véhicules n'ont pas subi d'autres traitements sont conservées. Par la suite, une liste de « contrôles propres » (*clean controls*) est obtenue, représentant les véhicules qui n'ont fait l'objet d'aucun traitement lors de l'événement e . Ainsi, une base de données D_e est constituée pour chaque événement e . Chacune de ces bases D_e contient un groupe de traitement et un groupe de contrôle et observe ces deux groupes autour de l'événement. L'ensemble des bases de données D_e est ensuite empilé pour l'estimation.

Ils estiment la spécification suivante :

$$\ln(q_{it}) = \sum_{k=-T_0, \neq -t_n}^{T_1} D_k T_{ie} \beta_k + \alpha_{ie} + \lambda_{te} + \epsilon_{iet} \quad (1.1)$$

où q_{it} représente les ventes du véhicule i à la période (mois) t , $D_k = 1$ si la période t est à k mois de l'événement e (i.e., $D_k = 1\{k = t - t_e\}$), $T_{ie} = 1$ si le véhicule i au sein de la base D_e est traité. T_0 et T_1 constituent la fenêtre temporelle. Le coefficient β_k reflète l'écart de la part des ventes entre les véhicules traités et les contrôles, k mois avant ($k < 0$) ou bien après ($k > 0$).

Ils choisissent une fenêtre d'étude de sept à dix mois autour des événements.

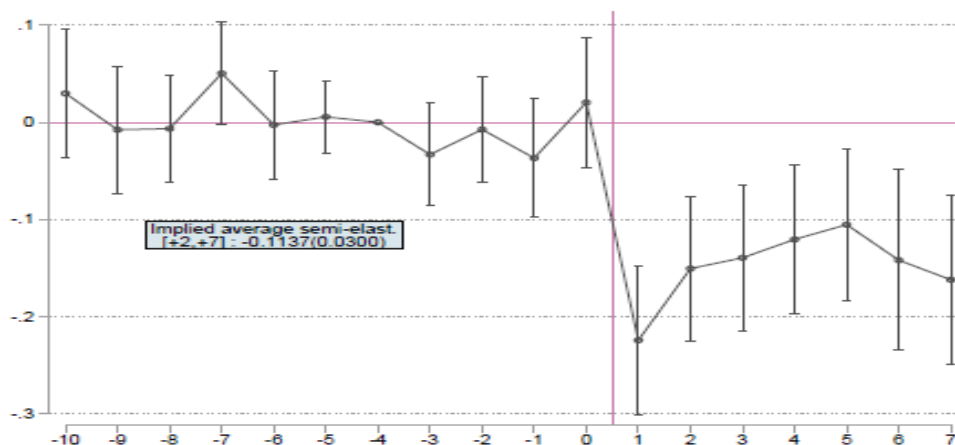
Quel impact du malus en France ?

Compte tenu de la faible variation du montant du bonus entre 2015 et 2021, les études d'événements pour la France s'appuient sur le malus français pour la période de janvier 2015 à mai 2021 (voir [Annexe](#), partie 2).

Le Graphique 14 représente l'estimation de l'équation (1). Selon les résultats des estimations, une augmentation de 1 000 euros du malus serait en moyenne associée à une baisse des ventes des véhicules concernés d'environ 11 % au bout de quelques mois. En effet, avant le traitement¹, la différence entre les véhicules traités et non traités n'est pas significative et proche de zéro. En revanche, après la hausse du malus, on observe une diminution significative des ventes pour les véhicules traités, avec une baisse d'environ 22 % des ventes immédiatement après le choc, qui s'atténue ensuite.

¹ Correspondant à la réalisation d'un événement, hausse ou baisse d'un bonus-malus.

**Graphique 14 – Effets du malus sur les ventes en France :
étude d'événements empilés, modèle PPML¹**



Notes : la figure présente des coefficients d'études d'événements empilés – voir équation (1,10). L'axe des abscisses correspond aux mois. Les intervalles de confiance à 95 % sont construits sur la base d'écart-types groupés au niveau du véhicule. Pour chaque événement, le groupe de traitement est l'ensemble des véhicules exposés à la réforme et ne subissant pas d'autres traitements dix mois auparavant et sept mois après. Le groupe de contrôle est constitué de l'ensemble des véhicules non affectés et n'ayant pas subi d'autres traitements sur la même fenêtre temporelle. Les événements sont ensuite empilés (*stacked*). Les coefficients représentent l'écart moyen entre événements entre groupe traité et groupe contrôle relativement à une date de référence pré-événement. La semi-élasticité est calculée en estimant la moyenne des coefficients entre +2 et +7 mois après la réforme sur les ventes rapportées à la moyenne de la première étape.

Source : IPP

Hausse du bonus en Suède et en Allemagne

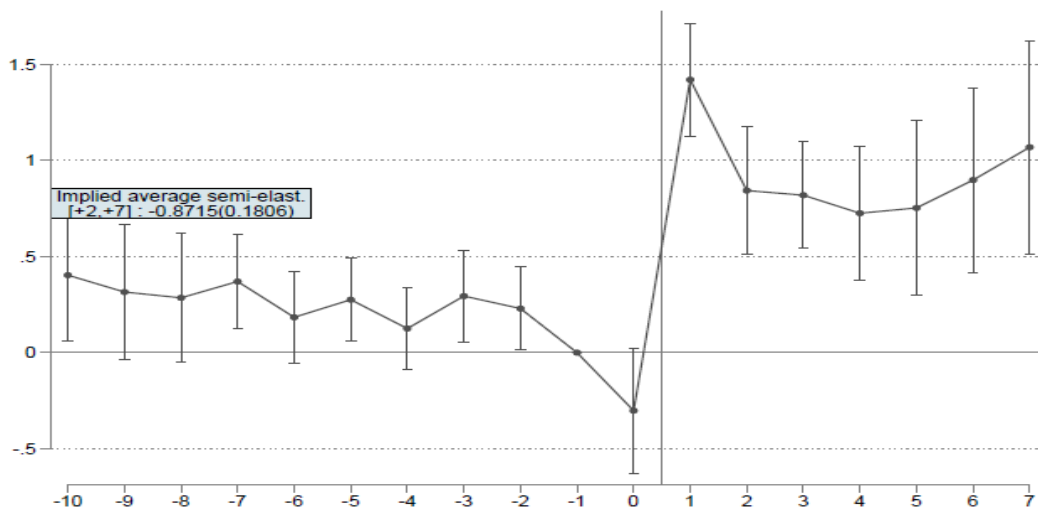
Comme énoncé précédemment, les études d'événements pour la France s'appuient sur l'étude du malus français compte tenu de la faible variation du bonus. Afin de comprendre le comportement du marché suite à une hausse du bonus, les chercheurs s'appuient sur les ventes de la Suède et de l'Allemagne bénéficiant d'une variabilité du bonus plus importante (voir [Annexe](#), Tableaux A6 et A7).

Une augmentation de 1 000 euros du bonus en Suède serait en moyenne associée à une hausse des ventes moyenne d'environ 87 % (voir Graphique 15). Les coefficients des périodes relatives avant la hausse du bonus (-10 à -2) sont en partie significatifs. Cela indique que les véhicules concernés par le bonus avaient déjà bénéficié d'une dynamique positive avant la hausse de ce dernier. En revanche, on observe une diminution des ventes des véhicules traités un mois avant l'entrée en vigueur de la réforme, suivie d'une forte

¹ Estimé à partir du pseudo-maximum de vraisemblance de Poisson. L'estimateur PPML apparaît comme l'estimateur présentant les propriétés les plus intéressantes pour des paramètres d'intérêt présents dans des fonctions CES dès lors qu'il y a présence d'hétéroscédasticité.

hausse d'environ 130 % des ventes, puis d'une stabilisation autour de 80 %. L'effet positif détecté en m-1 pourrait être attribué à une réaction de réallocation intertemporelle : les consommateurs semblent décaler leur achat d'un mois en anticipant leur décision afin de profiter du bonus. Cependant, l'effet observé à m 0 compense en grande partie le défaut de ventes enregistré en m-1, suggérant que cette réallocation est très localisée dans le temps.

**Graphique 15 – Effets du bonus sur les ventes en Suède :
étude d'événements empilés, modèle PPML**

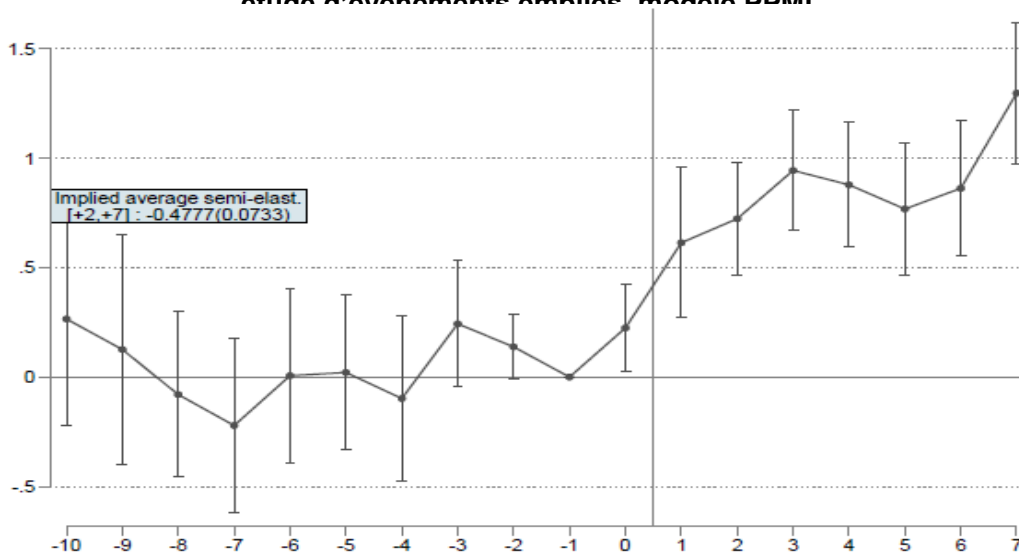


Notes : la figure présente des coefficients d'études d'événements empilés – voir équation (1,10). Les intervalles de confiance à 95 % sont construits sur la base d'écart-types groupés au niveau du véhicule. Pour chaque événement, le groupe de traitement est l'ensemble des véhicules exposés à la réforme et ne subissant pas d'autres traitements dix mois auparavant et sept mois après. Le groupe de contrôle est constitué de l'ensemble des véhicules non affectés et n'ayant pas subi d'autres traitements sur la même fenêtre temporelle. Les événements sont ensuite empilés (*stacked*). Les coefficients représentent l'écart moyen entre événements entre groupe traité et groupe contrôle relativement à une date de référence pré-événement. La semi-élasticité est calculée en estimant la moyenne des coefficients entre +2 et +7 mois après la réforme sur les ventes rapportées à la moyenne de la première étape.

Source : IPP

En Allemagne, une augmentation de 1 000 euros du bonus serait en moyenne associée à une hausse des ventes d'environ 48 % dans le mois qui suit l'événement (voir Graphique 16). Les coefficients précédant la période -1 ne sont pas significatifs. On observe une hausse d'environ 20 % des ventes en mois 0, puis d'une accélération un mois après l'entrée en vigueur de la réforme stabilisation autour de 60 %, la hausse des ventes atteignant 125 % en période 7.

Graphique 16 – Effets du bonus sur les ventes en Allemagne :
étude d'événements empilés, modèle PPM



Notes : la figure présente des coefficients d'études d'événement empilés – voir équation (1,10). Les intervalles de confiance à 95 % sont construits sur la base d'écart-types groupés au niveau du véhicule. Pour chaque événement, le groupe de traitement est l'ensemble des véhicules exposés à la réforme et ne subissant pas d'autres traitements dix mois auparavant et sept mois après. Le groupe de contrôle est constitué de l'ensemble des véhicules non affectés et n'ayant pas subi d'autres traitements sur la même fenêtre temporelle. Les événements sont ensuite empilés (*stacked*). Les coefficients représentent l'écart moyen entre événements entre groupe traité et groupe contrôle relativement à une date de référence pré-événement. La semi-élasticité est calculée en estimant la moyenne des coefficients entre +2 et +7 mois après la réforme sur les ventes rapportées à la moyenne de la première étape.

Source : IPP

Simulation des ventes de véhicules en l'absence de bonus-malus

L'équipe de recherche réalise une évaluation *ex post* de l'impact des mesures bonus-malus sur la part de marché des véhicules électriques, les émissions de gaz à effet de serre ainsi que la part de la production assemblée en France. La méthode consiste à comparer l'intensité carbone des ventes effectivement observées avec celle des ventes qui auraient eu lieu en l'absence de dispositif (dans le « contrefactuel »). Pour calculer ce contrefactuel, ils estiment l'effet des mesures sur le renouvellement du parc automobile¹ (voir Encadré 3). Cet effet est estimé en s'appuyant sur des modèles économétriques qui évaluent la relation entre les quantités vendues d'un modèle de voitures neuves et le

¹ Ainsi, pour une année donnée, les émissions de CO₂ des véhicules neufs réels sont comparées à celles des véhicules neufs fictifs (en absence de bonus-malus). La variation de ces deux grandeurs nous indique l'effet du bonus-malus sur les émissions de CO₂.

bonus-malus associé au même modèle¹ pour l'Allemagne, la France, l'Italie, l'Espagne, la Norvège, la Suède et le Danemark sur la période 2015-2021 (voir Encadré 3). Les résultats confirment les études d'événements réalisés précédemment et sont utilisés pour estimer le contrefactuel : une hausse du malus de 1 000 euros diminuerait les ventes de l'ordre de 10 % pour la France (voir [Annexe](#), Tableau A3)². En vue de la faible variabilité du bonus au cours de la période étudiée (voir la section 3.1 *supra*), l'IPP considère qu'il n'est pas possible d'estimer de manière fiable et significative l'effet du bonus sur les parts de ventes des véhicules électriques. Ainsi, l'impact du bonus estimé sur les véhicules propres n'est pas significatif pour la France.

Pour pallier cette difficulté, les chercheurs se concentrent sur deux types de contrefactuels. Le premier se centre sur l'effet du malus, avec un scénario où seul le malus est mis à zéro et le bonus est conservé en l'état. Le second fait l'hypothèse que l'effet du bonus sur les véhicules électriques est symétrique à celui du malus sur les véhicules thermiques. Cette hypothèse forte ne peut être directement testée en France. Cependant, en considérant l'ensemble des pays dans leur étude, ils constatent que cette hypothèse est validée (voir [Annexe](#), Tableau A5).

Ils justifient également cette approche en analysant le cas de l'Allemagne et de la Suède, où dans les deux cas, les bonus sont associés à des élasticités beaucoup plus fortes que le malus (voir [Annexe](#), Tableaux A6 et A7). Par conséquent, ils considèrent que l'hypothèse de symétrie est conservatrice. De plus, les résultats sont robustes aux tests effectués par les chercheurs pour prendre en compte le durcissement concomitant de la régulation européenne (voir [Annexe](#), Tableau A5).

Nous allons d'abord présenter les résultats dans le scénario où seul le malus est mis à 0 en France, le bonus étant conservé en l'état. La première variable d'intérêt, colonnes (1) à (3) du Tableau 8, est l'intensité carbone des nouvelles ventes (norme NEDC). Alors que la première colonne présente la série annuelle observée en France, la seconde présente la série contrefactuelle où le malus est mis à zéro. En 2019, la moyenne d'émission de CO₂ aurait été 2,7 % plus élevée en France sans le malus. Cet effet s'est accru en 2021 pour atteindre -7,9 %. La contribution aux ventes électriques s'élève à 0,1 point de

¹ Modèle ou type de véhicule défini comme une combinaison unique, dans un pays donné, d'un modèle unique associé à un ensemble de caractéristiques techniques : puissance moteur, poids, transmission, carburant et norme CO₂.

² L'effet du bonus-malus sur les véhicules électriques ou hybrides rechargeables n'est pas significatif (voir [Annexe](#), Tableau A5). Ce résultat doit cependant être considéré avec beaucoup de prudence, car pour ces véhicules, il n'y a pas de malus, et la variation de bonus au cours de la période étudiée (voir la section 1) pourrait être trop faible pour pouvoir en identifier correctement l'effet. Ainsi, dans le contrefactuel, conservant le bonus en l'état, l'IPP ne prend en compte que l'élasticité associée au malus (voir Tableau 8).

pourcentage en 2019 et 0,6 point de pourcentage en 2021 (se référer à la colonne 6)¹. Cela suggère que le malus favorise une augmentation de la part des véhicules électriques en réduisant les ventes de véhicules thermiques ciblés directement par le malus, tout en encourageant les consommateurs à remplacer des véhicules thermiques ciblés par des véhicules non ciblés, y compris des véhicules électriques. Les colonnes (7) à (9) présentent le même exercice concernant la part des véhicules produits par des constructeurs automobiles qui ont des activités d'assemblage en France. Cette variable vise à capter dans quelle mesure le dispositif bonus-malus cible des produits offerts par des entreprises ayant des activités de production en France (sans que les modèles soient nécessairement les mêmes). On constate ici un effet positif de l'ordre de +0,5 point de pourcentage 2021.

Tableau 8 – Exercice contrefactuel : le malus à 0 en France mais le bonus est conservé en l'état, prise en compte de la marge extensive la marge extensive

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	CO ₂			Part des ventes électrique			Part de localisation française		
Période	Série observée	CF zéro malus	Δ en %	Série observée	CF zéro malus	Δ en ppc	Série observée	CF zéro malus	Δ en ppc
2015	111	112	-1,0	0,9	0,9	0,0	36	36	0,4
2016	110	111	-1,0	1,1	1,1	0,0	35	35	0,4
2017	111	112	-1,3	1,2	1,2	0,0	29	29	0,5
2018	112	113	-1,6	1,4	1,4	0,0	31	30	0,7
2019	111	114	-1,9	1,9	1,9	0,1	25	25	0,6
2020	96	101	-4,3	6,7	6,4	0,3	18	18	0,5
2021	88	95	-7,9	9,8	9,1	0,6	17	16	0,5

Lecture : en 2020, le malus aurait contribué à une baisse de 4,3 % de la consommation moyenne des véhicules, à une augmentation de 0,3 % de la part de ventes des véhicules électriques et à une augmentation de 0,5 % de la part des véhicules assemblés en France.

Source : IPP

¹ Ce résultat ne reflète que le changement de composition et non pas d'effet de volume car il ne présente que les caractéristiques moyennes des véhicules neufs.

Encadré 3 – Les modèles utilisés

L'analyse empirique, évalue la relation entre les quantités vendues d'un modèle de voiture, et le bonus-malus associé à ce modèle. Cette analyse découle d'un modèle de demande simple¹.

Le modèle semi-log de base (marge intensive)

La spécification de ce modèle est la suivante :

$$\ln q_{jtc} = \alpha_{ct} + \theta_{jc} + \beta_c T_{jtc} + u_{jtc} \quad (1,5)$$

où q_{jtc} correspond à la quantité vendue du modèle j dans le pays c au moment t (exprimée en mois) ; T_{jtc} le bonus-malus en vigueur ; u_{jtc} représente les caractéristiques inobservables du modèle variant dans le temps.

Prise en compte de la marge extensive

Ce modèle permet l'introduction et la suppression de nouveau modèle au cours du temps. Travaillant avec une base de données à fréquence mensuelle, il est possible que dans un mois donné une spécification de véhicule ne soit l'objet d'aucune vente. Pour pallier ce problème, les auteurs utilisent un estimateur de pseudo-maximum de vraisemblance selon la loi de Poisson². La spécification est la suivante :

$$q_{jtc} = \exp(\alpha_{ct} + \theta_{jc} + \beta_c T_{jtc}) \exp(u_{jtc}) \text{ avec } E(\exp(u_{jtc})) = 1 \quad (1,6)$$

Ainsi, ce modèle inclut la marge extensive et intensive. Le modèle inclut des effets fixes véhicule et période \times pays. Dès lors, la variation identifiant que l'on utilise afin d'estimer la semi-élasticité des ventes au bonus-malus repose sur la comparaison de la dynamique des ventes avant et après une réforme pour les modèles traités à la dynamique de modèles n'ayant pas été traité au sein du même pays.

Le contrefactuel

L'analyse empirique permet d'estimer les paramètres α_{ct} , θ_{jc} , β_c et de prédire les résidus u_{jtc} . Les paramètres estimés sont ensuite utilisés pour obtenir un scénario contrefactuel (fictif) sur le CO₂ moyen, la part des VE en l'absence de bonus-malus. On note Q_{ct} le vecteur des ventes des modèles dans le pays c à la date t .

$$\text{Pour un vecteur de taxes } T, \text{ on calcule } \tilde{Q}_{ct}(T) = \hat{\alpha}_{ct} + \hat{\theta}_{jc} + \hat{\beta}_c T + \hat{u}_{jtc} \quad (1,7)$$

Où $\hat{\alpha}_{ct}$, $\hat{\theta}_{jc}$, $\hat{\beta}_c T$ et \hat{u}_{jtc} sont les paramètres estimés grâce à la spécification 1.6. L'évolution des ventes induite par le passage d'une taxation $T1$ à $T2$ est donc simplement obtenue par la différence $\tilde{Q}(T2) - \tilde{Q}(T1)$.

¹ Berkovec J. et Rust J. (1985), « [A nested logit model of automobile holdings for one vehicle households](#) », *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 19(4), août, p. 275-285.

² Silva J. S. et Tenreiro S. (2006), « The log of gravity », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 88(4), p. 641-658.

Pour estimer le contrefactuel lorsque le bonus et le malus sont égaux à zéro, ne pouvant utiliser de manière fiable l'élasticité du bonus à cause de son manque de variabilité (voir la section 1 *supra*), les chercheurs font l'hypothèse que l'effet du bonus sur les véhicules électriques est symétrique à celui du malus sur les véhicules thermiques. Cette hypothèse forte ne peut être directement testée en France. Cependant, en prenant en compte l'ensemble des pays dans leur étude et en calculant un effet moyen pour l'ensemble des pays de l'échantillon, ils constatent que cette hypothèse est validée (voir [Annexe](#), Tableau A5). Ils justifient également cette approche en analysant le cas de l'Allemagne et de la Suède, où dans les deux cas, les bonus sont associés à des élasticités beaucoup plus fortes que le malus (voir [Annexe](#), Tableaux A6 et A7). Par conséquent, ils considèrent que l'hypothèse de symétrie est conservatrice.

En effectuant cette hypothèse forte, on constate que la baisse du CO₂ moyen attribuable au bonus seul est de 1 g de CO₂ par kilomètre en 2019 et de 4 g de CO₂ par kilomètre en 2021. Autrement dit, l'entièreté du bonus écologique (en moyenne 6 000 euros) contribue à 36 % de la réduction de l'émission moyenne de CO₂ des véhicules attribuable au dispositif bonus-malus en 2021. L'augmentation de 1 000 euros dans le cadre du plan de relance contribue donc à une baisse inférieure à 1 g de CO₂ par kilomètre. En supposant que les véhicules circulent 14 000 km par an, et en retenant un taux d'actualisation de 3,2 %, le coût budgétaire d'une tonne de CO₂ évitée serait de 600 euros.

En revanche, la hausse de la part des véhicules électriques est nettement plus importante que dans le scénario où seul le malus est pris en compte : +3,9 points de pourcentage en 2021 contre +0,6 point de pourcentage en prenant en compte le seul effet du malus. Les 1 000 euros du plan de relance contribueraient donc environ à 0,55 point de pourcentage de la part de marché des voitures électriques en 2021 (voir Tableau 9).

Cette estimation reste toutefois fragile, mais aussi théorique, supposant que l'effet du bonus-malus sur les ventes de voiture est linéaire. Or, il est probable qu'en pratique, le comportement des consommateurs est peu linéaire : l'augmentation du bonus de 5 000 à 6 000 euros peut conduire à ce que l'achat de certaines voitures électriques devienne rentable, et donc avoir davantage d'effet que son augmentation de 0 à 1 000 euros.

Par ailleurs, l'augmentation de la part des véhicules électriques dans les parts de marché suite au système bonus-malus, ne semble pas se réaliser au détriment de la part des véhicules assemblés en France : hausse de 0,7 % en 2021 attribuable au système bonus-malus (dont 0,2 % au bonus) (voir Tableau 9).

En résumé, en 2021, l'ensemble du système bonus-malus aurait permis une baisse de 12,1 % de la moyenne des émissions de CO₂ des véhicules neufs achetés, une hausse de 3,9 points de pourcentage des parts de marché des véhicules électriques et une légère augmentation des véhicules assemblés en France.

Tableau 9 – Exercice contrefactuel : le malus net (malus - bonus) est mis à 0 en France, prise en compte de la marge extensive

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	CO ₂			Part des ventes électrique			Part de localisation française		
Période	Série observée	CF zéro bon./mal.	Δ en %	Série observée	CF zéro bon./mal.	Δ en ppc	Série observée	CF zéro bon./mal.	Δ en ppc
2015	111	113	-1,5	0,9	0,5	0,4	36	35	0,6
2016	110	112	-1,5	1,1	0,6	0,5	35	34	0,6
2017	111	113	-1,8	1,2	0,6	0,5	29	29	0,7
2018	112	114	-2,2	1,4	0,8	0,7	31	30	0,9
2019	111	115	-2,7	1,9	1,0	0,9	25	24	0,8
2020	96	104	-7,5	6,7	3,6	3,1	18	17	1,1
2021	88	98	-12,1	9,8	5,8	3,9	17	16	0,7

Note : les séries contrefactuelles sont obtenues en supposant que le malus net est de 0 (absence de politique bonus- malus), en utilisant les coefficients de la colonne (3) des tableaux correspondants (effets fixes mois-segments-fuel-pays) et en recalculant les parts de marchés associées.

Source : IPP

Bonus-malus et localisation de l'assemblage

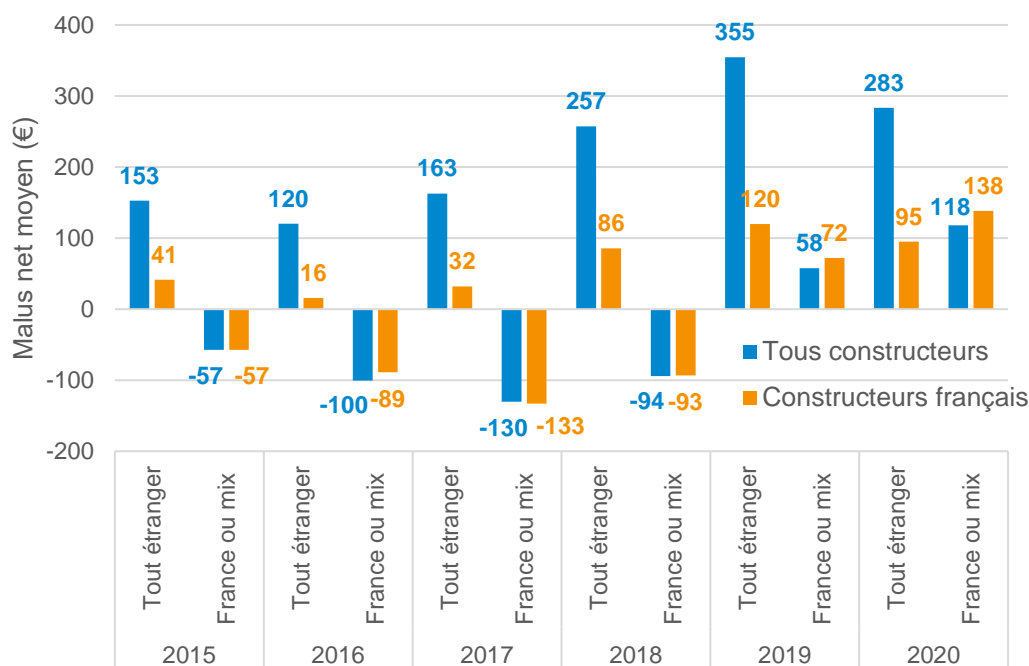
Le système du bonus-malus, sur la période d'analyse, ne distinguait pas en France l'origine des véhicules. Cependant, du fait d'une structure productive différente, ce système pouvait affecter différemment les constructeurs. De 2015 à 2020¹, il s'avère que le malus net moyen est chaque année nettement inférieur pour les véhicules assemblés au moins partiellement en France, par rapport aux véhicules assemblés uniquement à l'étranger. Mais cet avantage a évolué dans le temps (voir Graphique 17) : le malus net moyen égal à 210 euros en 2015, a progressé chaque année pour atteindre 350 euros en 2018, avant de diminuer à 300 euros en 2019, et 165 euros en 2020.

Si on se concentre sur les constructeurs automobiles français, on observe la même évolution (de plus en plus favorable à l'assemblage en France de 2015 à 2018, puis moins favorable en 2019 puis 2020). En effet, jusqu'en 2018, les véhicules assemblés à l'étranger sont en moyenne soumis à un malus, tandis que les véhicules avec une part d'assemblage domestique non nulle bénéficient d'un bonus. En 2019, les deux groupes de véhicules sont en moyenne soumis à un malus, mais celui-ci est plus important pour les véhicules assemblés à l'étranger (120 euros contre 72 euros). En 2020, cette tendance s'inverse : en moyenne, chaque vente d'un véhicule dont la production a lieu au moins partiellement en France donne lieu à un malus moyen de 138 euros, contre 95 euros pour les véhicules assemblés à l'étranger. Le malus net devient donc même supérieur en moyenne (de

¹ Données mensuelles disponibles sur la période 2015-2020.

43 euros) pour les véhicules assemblés au moins pour partie en France. Cette évolution est principalement attribuable à une réduction du malus moyen lorsque les constructeurs français assemblent leurs voitures à l'étranger, plutôt que dans une augmentation du malus pour les véhicules assemblés en France. Ainsi, il semblerait que les constructeurs français ayant réalisé des assemblages à l'étranger ont produit des véhicules moins polluants à l'usage que les constructeurs étrangers en 2020.

Graphique 17 – Malus net moyen selon le lieu d'assemblage, avec distinction pour les constructeurs français



Note : le malus moyen est distingué en fonction de la nationalité des constructeurs (abscisse) mais aussi en fonction du lieu d'assemblage (en bleu les véhicules assemblés à l'étranger, en orange ceux assemblés au moins en partie en France). Le malus net moyen est défini comme la différence entre malus et bonus.

Lecture : en 2018, pour les constructeurs français le malus net moyen est de 86 euros lorsque le véhicule est assemblé à l'étranger et de -93 euros (soit en moyenne un bonus de 93 euros) lorsqu'il est assemblé au moins en partie en France.

Sources : IHS Markit, ADEME, SIV, calculs IPP

Parmi les véhicules vendus en France, la France est le premier lieu d'assemblage avec 21 % des parts de marché (voir Tableau 12) tous types de motorisation confondus, suivi de l'Espagne (19 %) et de l'Allemagne (10 %). La distribution de la production de véhicules électriques est différente et plus concentrée avec quatre pays d'assemblage représentant la quasi-totalité des ventes. Avec seulement la 19^e part de marché totale, les États-Unis s'imposent nettement sur les véhicules électriques avec 42 % des ventes. Ils sont suivis du Japon, de la France et de la Corée du Sud avec des parts de marché comprises entre 15 % et 18 %. Parmi les véhicules assemblés en France, 15 % sont soumis à un malus, tandis

que seulement 0,2 % bénéficient d'un bonus (voir Tableau 12). Cependant, le malus moyen des véhicules assemblés en France est très nettement inférieur à celui de la grande majorité des autres pays, avec un malus net moyen de 70 euros, ce qui le place au troisième rang des malus moyens les plus bas, derrière la Turquie et la Slovaquie. Les véhicules assemblés aux États-Unis se distinguent avec 18 % de ces véhicules soumis à un bonus, ce qui en fait le lieu de production avec la part la plus importante bénéficiant de bonus. Cependant, les véhicules assemblés aux États-Unis ont également une part élevée de malus, atteignant 81 %. Ainsi, 99 % des véhicules assemblés aux États-Unis sont soumis au système bonus-malus, tandis que ce taux est de 15 % en France. Le malus net moyen aux États-Unis est de 3 128 euros, ce qui en fait le pays avec la moyenne de malus net la plus élevée.

Les véhicules assemblés en France sont donc soumis à un malus moins important que les véhicules assemblés à l'étranger. Cependant cette tendance est de moins en moins marquée. En 2019, les véhicules fabriqués en France ont cessé de bénéficier en moyenne d'un bonus, passant à un malus, bien que ce dernier reste inférieur à celui des véhicules assemblés à l'étranger. Pour les constructeurs français, jusqu'en 2020 les véhicules fabriqués en France étaient soumis à un malus moyen plus faible que ceux assemblés à l'étranger. Par la suite, cette tendance s'est inversée en raison d'une baisse du malus moyen des véhicules assemblés à l'étranger. Dans l'ensemble, le système du bonus-malus semble bénéficier aux constructeurs français, où le malus moyen est particulièrement bas avec 70 euros, comparé à 5 060 euros pour l'Allemagne.

Tableau 12 – Description du bonus-malus par pays d'assemblage en 2019

Pays	Part de marché (%)		Part des ventes avec... (%)		Malus-bonus moyen
	Total	Électrique	Malus	Bonus	
France	21	16,2	14,8	0,2	70,3
Espagne	19	2,2	41,2	0,03	211,9
Allemagne	10	0,6	41,9	0,11	506,6
Turquie	8,4	0	8,5	0	50,8
Slovaquie	7,3	0,8	11	0,03	190,1
Tchéquie	5,4	0	18,5	0	123,9
Roumanie	4	0	55,7	0	209,9
Slovénie	3,4	2	10	0,16	1,4
Royaume-Uni	3,3	0,5	48,6	0,04	484,8
Maroc	3,2	0,04	44,6	0	101,2
Corée du Sud	2,7	15,9	33,7	1,56	251,7
Italie	2,3	0	69,4	0	556,6
Japon	2,2	17,9	36,7	2,13	243,8
Pologne	1,7	0	31,1	0	234
Hongrie	1,3	0	58,8	0	673
Afrique du Sud	0,9	0	43,9	0	814

Pays	Part de marché (%)		Part des ventes avec... (%)		Malus-bonus moyen
	Total	Électrique	Malus	Bonus	
Mexique	0,7	0	83	0	906,6
Belgique	0,6	0,3	86,8	0,11	643,4
États-Unis	0,6	42,2	81,1	17,87	3128,5
Portugal	0,6	0,4	42	0,18	224,7

Lecture : en 2019, 21 % des véhicules vendus en France étaient assemblés en France. Parmi ceux-ci, les véhicules soumis à un malus représentent 15 % des ventes, contre 0,2 % pour les véhicules bénéficiant d'un bonus. La vente d'un véhicule assemblé en France était associée en moyenne à un malus de 70 euros. Il est à souligner que le malus net moyen est pondéré par les ventes et inclut les véhicules neutres (sans bonus, ni malus). Enfin, 16 % des véhicules électriques vendus en France en 2019 étaient assemblés en France.

Sources : IHS Markit, Ademe

Il est à noter que le pays d'assemblage n'est pas nécessairement le pays de fabrication de l'ensemble des composantes du véhicule. Si on prend les véhicules électriques, les batteries représentant une part non négligeable du prix de vente, le marché mondial des batteries pour véhicules électriques est totalement dominé par les pays asiatiques, la Chine en tête (56 % de parts de marché mondial¹), suivie par la Corée du Sud (26 %) et le Japon (10 %). Sur les quatre premiers mois de l'année 2021, 85 % des 40 000 voitures électriques vendues auraient été importées, ce qui a contribué à creuser notre déficit commercial². De ce fait, l'évaluation de ces dispositifs doit prendre en compte l'impact sur les mutations des industries automobiles françaises, notamment en matière d'emploi et de chaîne de valeur.

La question de la localisation de la production des composantes ou la batterie n'est pas neutre dans l'octroi des bonus. Les constructeurs produisant en France pourraient être avantagés par la décarbonation de l'énergie grâce au nucléaire et à l'hydraulique. En effet, selon RTE, un kilowattheure produit dans l'hexagone ne dégageait que 56 grammes de CO₂ en 2022 soit sept fois moins qu'en l'Allemagne, la grande puissance automobile européenne. Il paraît cependant difficile de mesurer l'empreinte carbone de chaque composant produite par l'usine. L'hypothèse de mesurer l'empreinte carbone uniquement sur la batterie a ainsi été émise.

3.3. Prime à la conversion

La prime à la conversion (PAC) vise à accélérer la transition du parc automobile en influençant non seulement le choix des véhicules neufs, mais aussi en favorisant le retrait définitif des véhicules thermiques du parc (mise au rebut). Dans cette deuxième section, l'équipe de recherche se concentre sur l'effet de la prime à la conversion (PAC) sur le parc

¹ Source : SNE Research.

² Estimations de l'économiste Bernard Jullien citées dans *Les Échos* (2020), « [Le boom des voitures électriques ne profite pas au Made in France](#) », 14 décembre.

automobile français, en visant à évaluer l'effet du dispositif sur le comportement de mise au rebut des véhicules et le choix du type de véhicule neuf acheté.

Encadré 4 – Données utilisées pour les estimations de la PAC réalisées par l'IPP

Les données sur les véhicules immatriculés en France sont obtenues auprès du Service des données et études statistiques (SDES) qui recense l'intégralité des véhicules (voitures, deux-roues motorisés, utilitaires, poids lourds, cars, bus, etc.) immatriculés en France. Cette base contient des informations techniques sur chaque véhicule (émissions de CO₂ théoriques, puissance, carburant, etc.) ainsi que des données sur son utilisateur (propriétaire et/ou locataire à long terme) et enregistre également toutes les opérations administratives liées au certificat d'immatriculation, telles que la mise en circulation, le changement d'adresse du propriétaire, la vente ou la destruction du véhicule.

D'autre part, on trouve les résultats des contrôles techniques centralisés par l'Utac. Ces données fournissent la date de la visite, le type de contrôle effectué (véhicule particulier, poids lourd, taxi, etc.), le kilométrage parcouru par le véhicule ainsi que le résultat du contrôle (succès, nécessité d'une contre-visite, etc.) pour chaque contrôle effectué. En outre, cette deuxième source permet également d'estimer la distance parcourue entre deux contrôles techniques et de s'assurer que les véhicules immatriculés circulent toujours.

Les données de recours à la prime à la conversion ont été transmises par L'Agence de services de paiement.

Les caractéristiques sociodémographiques (CSP, structure par âge) en 2017 proviennent du recensement de l'Insee. D'autres caractéristiques des communes ont également été extraites des bases de données de l'Insee, comme la catégorie de densité de population et le nombre de ménages.

Ils utilisent également les données IRCOM (DGFIP et Insee) pour mesurer le revenu des ménages et la part des ménages imposables et non imposables.

Analyse de la décision de mise au rebut

Dans cette section, l'objet est de vérifier si la prime à la conversion permet d'accélérer la sortie des véhicules polluants.

Encadré 5 – Approche empirique descriptive et causale

Dans un premier temps des régressions descriptives qui utilisent différentes dimensions de la variation de l'éligibilité à la prime et se rapprochent d'une approche causale en incluant un ensemble d'effets fixes de plus en plus exigeants et ayant pour but d'isoler la variation de l'éligibilité liée à des réformes sur la période 2016-2021. Ils s'intéressent ici aux taux de sortie définitives des véhicules d'une unité donnée. Ils définissent ce taux R_{it} comme le ratio des sorties définitives au cours de l'année t sur le nombre de véhicules dans le parc au 1^{er} janvier de l'année t . Les régressions sont du type :

$$R_{it} = E_{it}\beta + X_{it}\delta + \lambda_t + u_{it} \quad (2)$$

où X_{it} est un vecteur d'effets fixes variant entre spécifications et où λ_t est un effet fixe année. Le coefficient β capte l'écart (conditionnellement aux effets fixes inclus) entre véhicules éligibles et non éligibles.

Dans un second temps, on se concentre sur des seuils d'éligibilité en termes d'âge du véhicule sur la période 2019-2021 afin de détecter des discontinuités du taux de mise au rebut autour des âges qui déterminent l'éligibilité d'un véhicule. On met également en place une version longitudinale de cette approche en essayant de détecter des différences de discontinuité avant et après une réforme. On se concentre en particulier sur l'inclusion des véhicules ayant un Crit'Air 3.

Les résultats présentés dans le Tableau 13 montrent que, s'il existe bien un lien positif entre éligibilité et taux de sortie du parc, il est difficile de mettre en évidence une relation robuste lorsque l'on prend en compte l'âge des véhicules.

Les estimations révèlent que, sans prise en compte des caractéristiques des véhicules, le taux de sortie des véhicules augmente en moyenne de 7,8 % lorsque les véhicules sont éligibles à la PAC (colonne 1). En prenant en compte les caractéristiques des véhicules (ajout de variable de contrôle) telles que l'étiquette Crit'Air et le type de carburant, cet effet reste positif mais diminue fortement, en passant à 0,8 % (colonne 3). Lorsque l'on ajoute aux variables de contrôle nécessaire l'âge du véhicule, l'effet devient négatif (colonne 4). L'âge des véhicules éligibles s'avère être un déterminant important de leur probabilité de sortie définitive, ce qui n'est pas le cas de l'éligibilité à la PAC, à âge donné.

Tableau 13 – Taux de sortie des véhicules éligibles à la prime à la conversion

Variable dépendante	Taux de mise au rebut							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Et	0,078 3***	0,082 2***	0,008 5***	-0,003 1***	-0,003 2***	0,015 9***	-0,003 6***	0,078 4 ***
<i>Effets fixes</i>								
Année	√	√	√	√	√	√	√	√
Carburants		√	√	√	√	√	√	
CritAir-Carburant			√	√	√			
Âge du véhicule				√	√	√	√	
Commune					√			√
CritAir-Carburant							√	

Note : le tableau reporte les résultats de plusieurs spécifications décrites par l'équation (3,1). La variable explicative d'intérêt est ici une variable binaire égale à 1 si l'unité est éligible à la mise au rebut pour un ménage non imposable au deuxième semestre de l'année en cours. La période d'estimation est 2016-2021. Les écarts-types robustes groupés au niveau des communes de résidences des propriétaires sont reportés entre parenthèses. $p < 0:10$ * $p < 0:05$ ** $p < 0:01$ ***. Une unité d'observation est la combinaison unique d'un CritAir, âge et type de carburant et commune de résidence du propriétaire. La variable dépendante est le taux de sortie des véhicules au sein de chaque unité. La variable d'éligibilité est égale à 1 si l'unité considérée est éligible à la prime à la conversion pour un ménage non imposable au deuxième semestre de l'année en cours.

Source : estimations IPP

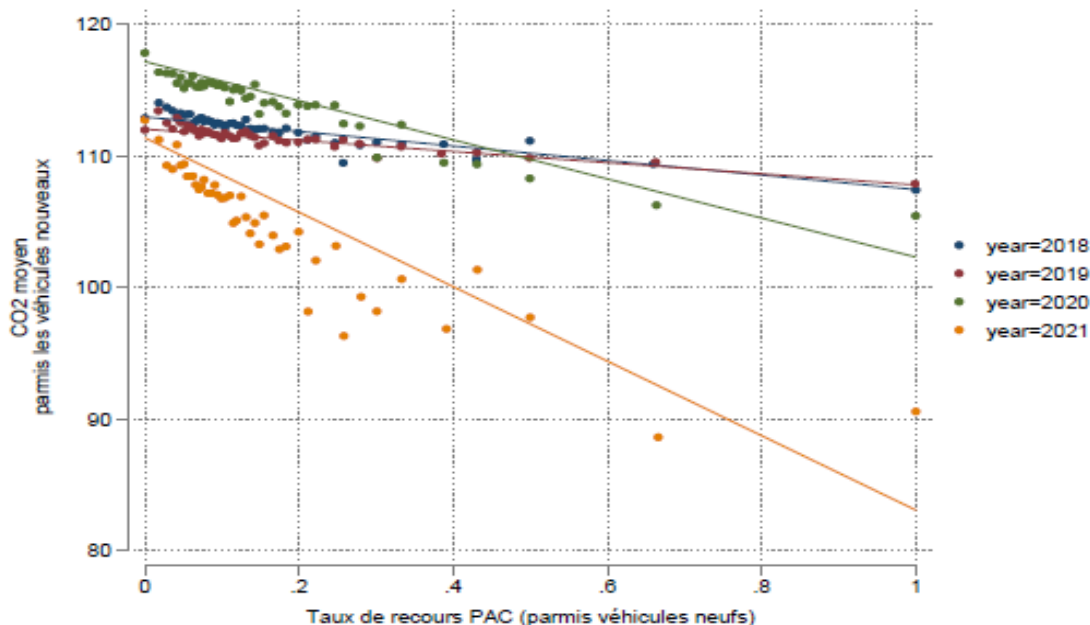
Analyse sur les caractéristiques des véhicules neufs

Bien que l'effet ne semble pas être significatif sur la mise au rebut de véhicules, la prime à la conversion peut contribuer à la réduction des émissions de CO₂ en agissant sur les caractéristiques des nouveaux véhicules. Ainsi l'équipe de recherche cherche à analyser les effets de la PAC sur les caractéristiques des véhicules neufs. Ils cherchent à examiner le lien entre le recours à la prime à la conversion au niveau communal et les caractéristiques des véhicules neufs achetés par les propriétaires résidant dans cette commune. Ils se concentrent sur deux dimensions : l'intensité CO₂ des véhicules et le type de motorisation des véhicules achetés.

Le Graphique 18 page suivante présente, pour chaque année de 2018 à 2021, la relation entre le taux de recours à la PAC dans une commune et l'intensité CO₂ moyenne des voitures neuves au niveau communal. Il en ressort deux conclusions. D'abord, chaque année, un taux de recours élevé à la PAC est associé à une émission moyenne de CO₂ des véhicules neufs faible. Cette relation négative s'interprète, dans le cas du recours à la PAC, par les critères d'éligibilité des véhicules neufs, devant respecter des critères de

performance (émissions de CO₂, poids, etc.). Ensuite, cette relation s'accroît en 2020, puis encore plus nettement en 2021, ce qui pourrait être lié à la restriction des critères d'éligibilité à l'achat des véhicules diesel en juillet 2021.

Graphique 18 – Relation en coupe entre taux de recours PAC et le CO₂ moyen des voitures neuves au niveau communal



Note : les communes sont classées selon leur taux de recours et ensuite groupées en 100 groupes (environ 300 communes par groupe). Pour chacun de ces groupes, ils calculent le taux de recours moyen (axe des abscisses) et le CO₂ moyen (axe des ordonnées).

Source : IPP

Les régressions descriptives au niveau communal du taux de recours à la prime à la conversion et des émissions de CO₂ moyen des voitures neuves confirment une corrélation négative (voir Tableau 14). En moyenne, une hausse du recours de 10 points de pourcentage de la PAC est associée à une diminution de la moyenne des émissions de CO₂ des voitures neuves dans une commune de 1,1 g/km. Le type de motorisation des véhicules achetés semble également corrélé au taux de recours à la prime. En moyenne, une hausse du recours de 10 points de pourcentage à la PAC serait associée à une hausse de la part des véhicules électriques de 0,8 %. L'impact sur les véhicules hybrides apparaît cependant beaucoup plus faible.

**Tableau 14 – Régression descriptive du taux de recours à la PAC
sur plusieurs variables d'intérêt**

Variable expliquée	CO ₂ moyen des véhicules neufs		Part des véhicules électriques		Parts des hybrides rechargeables	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Taux de recours PAC	-13,36 ***	- 11,36 ***	0.0865***	0.0851***	0.00275*	0.000609***
Effet fixe année	√	√	√	√	√	√
Contrôles observables	√		√		√	
Effet fixe commune		√		√		√
Pondération population				√		√

Note : la variable explicative d'intérêt est le taux de recours à la PAC en termes de véhicules neufs. Il s'agit du nombre de dossiers PAC pour un véhicule neuf rapporté au nombre de véhicules neufs au niveau communal. La période d'estimation est 2018-2021. La colonne (4) est pondérée par la population en 2014. $p < 0:10$ * $p < 0:05$ ** $p < 0:01$ ***.

Source : IPP

La prime à la conversion peut entraîner deux effets : le premier concerne l'accélération du retrait des anciens véhicules, tandis que le deuxième effet porte les caractéristiques des véhicules neufs. Bien que la prime à la conversion ne semble pas avoir d'effet significatif sur le premier effet, elle pourrait néanmoins accélérer la transition du parc automobile en influant sur le choix de véhicules neufs. En effet, le recours à la prime à la conversion nécessite l'achat d'un véhicule « propre », et réduirait ainsi l'intensité en CO₂ moyenne des véhicules acquis.

Conclusion

Comme mentionné précédemment, l'analyse menée dans ce chapitre poursuit trois objectifs principaux. Tout d'abord, elle vise à dresser un état des lieux du déploiement des incitations en faveur des véhicules propres, ainsi que de la position de la France en ce qui concerne la part de marché des véhicules propres et les émissions moyennes de CO₂. Ensuite, grâce aux travaux d'une équipe de recherche, l'objectif est double : d'une part, estimer l'impact du système bonus-malus sur le marché automobile français et sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, et d'autre part, évaluer les effets de la prime à la conversion sur le parc automobile.

De cette analyse, nous relevons les constats suivants :

- Bien que la part de ventes des véhicules électriques en France a fortement augmenté à partir de 2019 en passant de 1,9 % à 13,1 % en 2022, en comparaison avec les autres pays européens, l'augmentation n'est pas plus forte et la position de la France reste médiane, et bien en dessous des pays les plus performants.
- Le système bonus-malus favorise les véhicules assemblés en France qui sont moins touchés par le malus, mais cette tendance diminue depuis 2020 et même s'inverse pour les constructeurs français. Pour ces derniers, en 2020, quand l'assemblage a été réalisé en partie en France, le malus net était de 138 euros en moyenne contre 95 euros pour les véhicules assemblés à l'étranger.
- En France, une hausse de 1 000 euros du malus serait associée, en moyenne, à une baisse des ventes des véhicules assujettis au malus d'environ 11 % au bout de quelques mois. On estime alors que les émissions des voitures neuves en 2021 seraient 7,9 % plus élevées sans système de malus.
- Il n'a pas été possible d'estimer l'impact du bonus. Sous l'hypothèse de symétrie (c'est-à-dire qu'il génère des effets identiques, mais opposés, à ceux du malus), on estime qu'il contribuerait en 2021 à réduire de 4 % les émissions des voitures neuves en 2021, et à accroître la part de marché des véhicules électriques de 3,3 points. On peut considérer, de manière approximative, que l'augmentation du bonus générée par le plan de relance représente un sixième (1 000 euros sur les 6 000 euros) du bonus.
- La PAC ne semble pas augmenter la mise au rebut naturel des vieux véhicules, mais agirait sur le verdissement du parc automobile en réduisant la moyenne des émissions de CO₂ des véhicules achetés et en augmentant la part des véhicules électriques achetés. En effet, une corrélation est mise en avant dans la régression descriptive, au niveau communal, entre le taux de recours à la PAC et les émissions moyennes de CO₂ des véhicules neufs. En moyenne, une hausse de 10 points de pourcentage du taux de recours à la PAC est associée au niveau communal à une baisse de 1,1 g/km de la moyenne des émissions de CO₂ des voitures neuves.



ANNEXE

COMPLÉMENTS SUR LE SOUTIEN AUX VÉHICULES PROPRES

1. Comparaison de la charge fiscale totale

Les systèmes fiscaux sont difficilement comparables du fait de la variété des taxes et des critères d'éligibilité associés. Pour pallier cette difficulté, une comparaison européenne¹ est proposée à partir de cas types (petites voitures électriques et essence, les SUV compacts électriques, hybrides et essence). L'enjeu est d'estimer la charge fiscale liée à la propriété et à l'utilisation d'un même véhicule dans chaque pays. Les auteurs proposent cinq véhicules types pour calculer la charge fiscale comparative dans chaque pays européen. La charge fiscale totale des véhicules intègre l'ensemble des sept formes de taxation² associées à la propriété et à l'usage d'un véhicule.

Différence de charge fiscale entre véhicules légers thermiques et électriques par pays

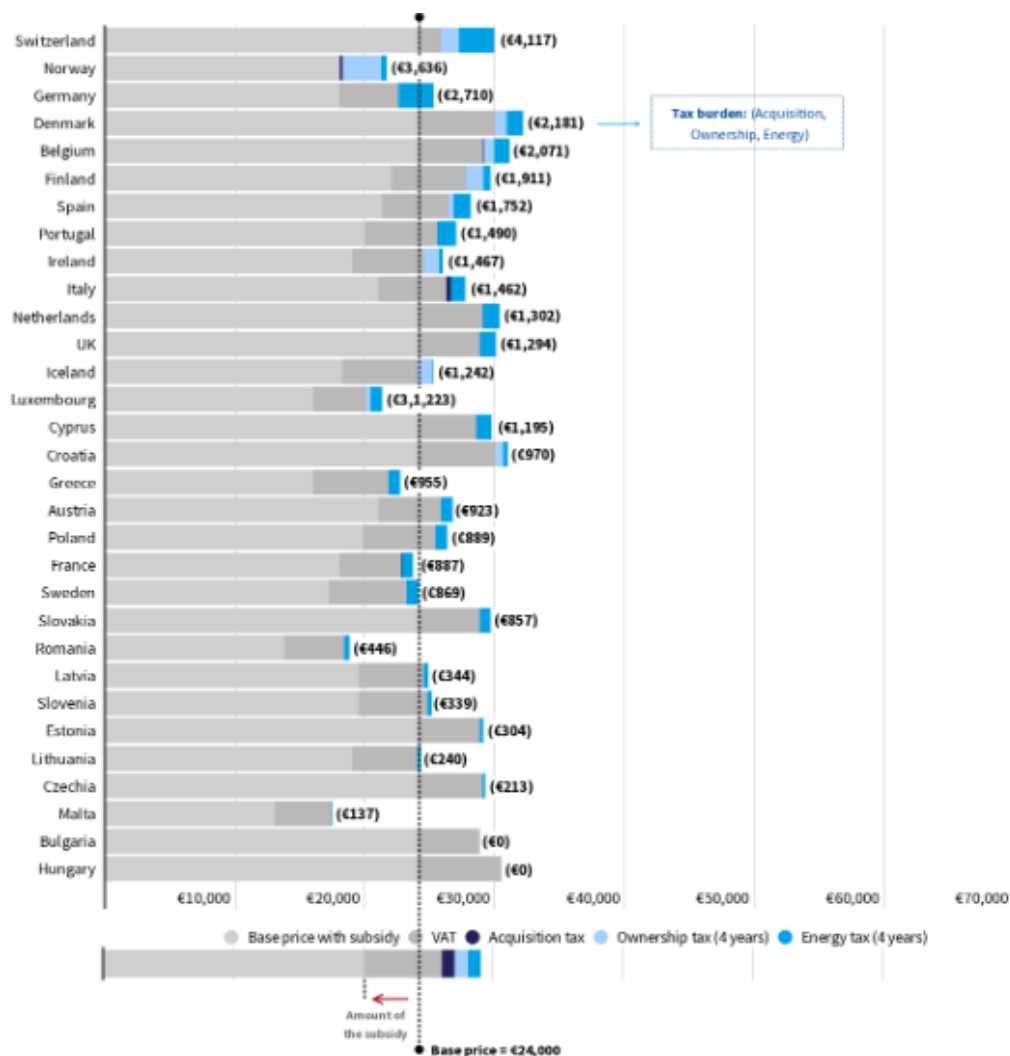
Pour les particuliers, la Hongrie et la Bulgarie ont la charge fiscale la plus faible avec une charge fiscale nulle pour une petite voiture électrique (voir Graphique A1). La charge fiscale la plus élevée pour un véhicule léger électrique se situe en Suisse avec 4 117 euros et en Norvège avec 3 636 euros dont une taxe à l'acquisition importante. Cependant, en prenant en compte les subventions, la Norvège a un coût total inférieur au prix de base, avec un coût d'environ 22 000 euros, soit le 4^e pays avec le coût total le plus faible. Avec un coût total respectif de 17 500 euros et de 18 800 euros, Malte et la Roumanie ont le coût total le plus faible, en raison d'importantes subventions à l'achat. Le coût total le plus élevé pour un véhicule léger électrique se situe au Danemark (32 200 euros) et en Belgique (31 100 euros) en raison d'absence d'incitation à l'achat et d'une TVA élevée. La France compense les taxes avec les subventions à l'achat, pour un coût total légèrement inférieur au prix de base.

¹ Carpenter G. et Antich A. O. (2022), *The good tax guide: A comparison of taxation in Europe, Transport & environment*, octobre.

² Les différentes formes de taxation sont les suivantes : taxe à l'acquisition, subvention à l'achat, taxe de propriété, taxe sur les avantages en nature, déduction de TVA, amortissement de la dépréciation et taxe sur l'énergie.

À noter que l'impact du bonus (malus) sur l'achat de véhicules propres doit être analysé au regard des différences de taxation des véhicules électriques et thermiques pour les pays étudiés. Plus l'écart de coût initial entre les véhicules thermiques et électriques est élevé dans un pays, plus le bonus (malus) devrait être important pour inciter l'achat d'un véhicule propre (voir Graphiques A1 et A2). L'élasticité de la France est de -2,1 (avec l'hypothèse de symétrie), proche de celui de la Suède avec -2,3 alors que l'Allemagne présente une élasticité de -3,6.

Graphique A1 – Charge fiscale totale pour un véhicule léger électrique sur dix ans



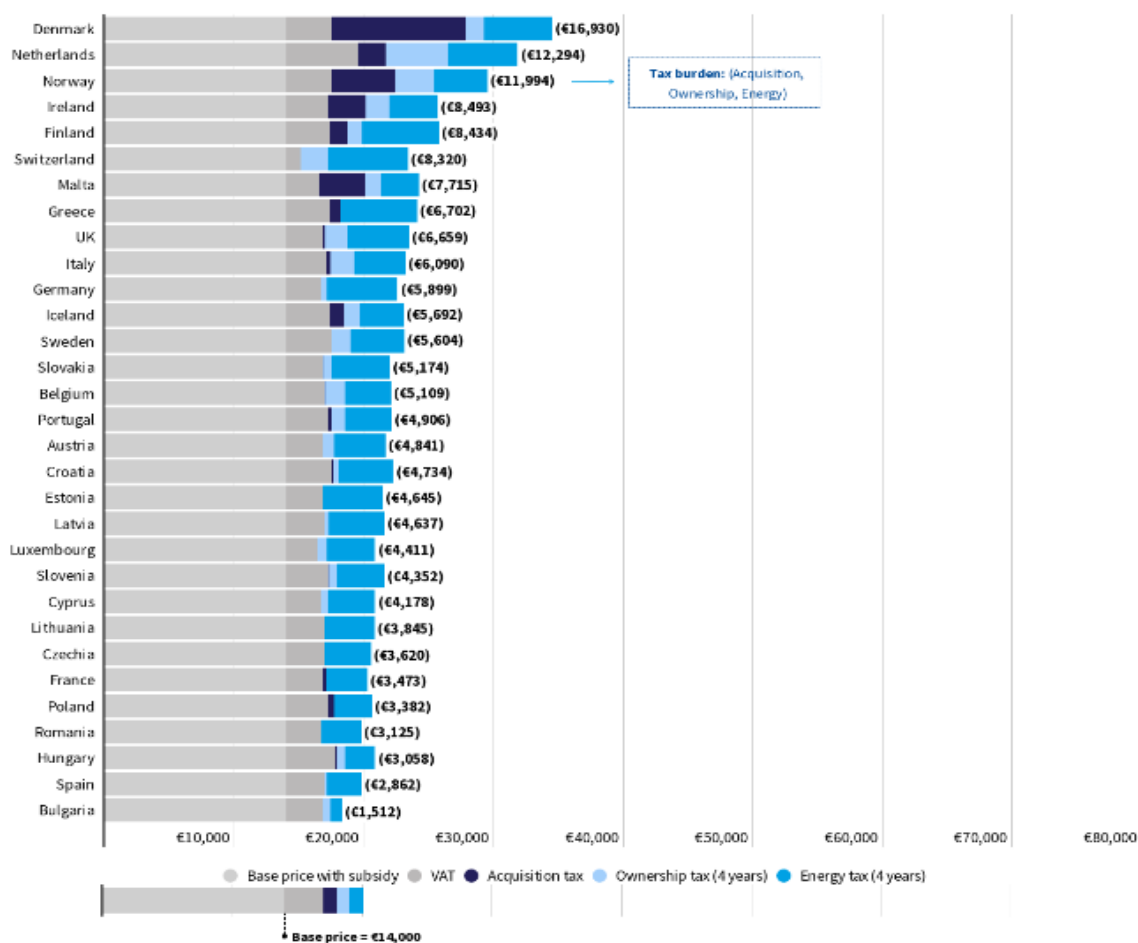
Note : la charge fiscale est calculée par modèle type. Le modèle type d'un véhicule léger électrique est défini de la manière suivante : à un prix d'acquisition à 24 000 euros, un moteur électrique, une puissance de 100 kW, un poids de 1,5 tonne, une longueur de 4,05 m, une autonomie de 300 km, une efficacité de 165 Wh/km et une capacité de batterie de 50 kWh. Pour chaque modèle, le prix à l'achat d'une voiture est considéré comme identique entre les pays (avant les subventions), auquel on rajoute le total de taxation qui est calculé sur une période de dix ans d'utilisation avec en moyenne 15 000 km de distance parcourue par année. La taxe sur l'énergie correspond au montant des taxes sur les carburants et taxes d'électricité qui sont convertis en une même unité d'énergie (MJ) pour pouvoir être comparés (ici taxe sur l'électricité seulement).

Lecture : en Italie, la charge fiscale hors TVA du véhicule sur dix ans est de 1 462 euros.

Source : *Transport & environment (2022), The good tax guide : A comparison of taxation in Europe*

La charge fiscale totale pour une petite voiture à essence varie considérablement d'un pays à l'autre (voir Graphique A2), avec une différence de plus de 15 000 euros entre la charge fiscale la plus élevée au Danemark (16 930 euros) et la plus faible en Bulgarie (1 512 euros). Pour la plupart des pays, la taxation de l'énergie est la composante la plus importante de la charge fiscale.

Graphique A2 – Charge fiscale totale pour un véhicule léger thermique sur dix ans



Note : la charge fiscale est calculée par modèle type. Le modèle type d'un véhicule léger thermique est défini de la manière suivante : à un prix d'acquisition à 14 000 euros, une émission de 110 g de CO₂ par kilomètre, une émission de Nox de 70 mg/km, une capacité de moteur de 999 cc, 3 cylindres, une puissance de moteur de 65 kW, un poids de 1,1 tonne, une longueur de 4,05 m et une consommation de 5,5 l/100 km. Pour chaque modèle, le prix à l'achat d'une voiture est considéré comme identique entre les pays (avant les subventions), auquel on ajoute le total de taxation qui est calculé sur une période de dix ans d'utilisation avec en moyenne 15 000 km de distance parcourue par année. La taxe sur l'énergie correspond aux montants des taxes sur les carburants et taxes d'électricité qui sont convertis en une même unité d'énergie (MJ) pour pouvoir être comparés (ici taxe sur le pétrole seulement).

Lecture : en Belgique, la charge fiscale totale sur dix ans pour un véhicule léger thermique est de 5 109 euros.

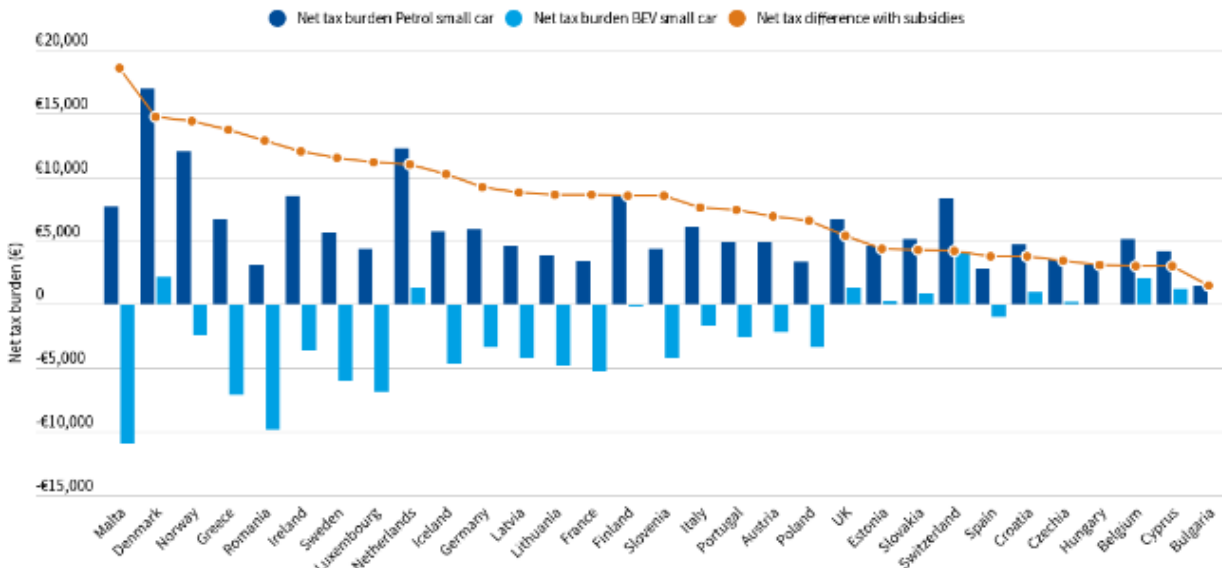
Source : Transport & environment (2022), « The good tax guide : A comparison of taxation in Europe »

Différence de taxe nette entre différents modèles

Dans cette section, la charge fiscale (nette avec ou sans subvention) entre deux modèles de voiture est comparée. Un différentiel élevé entre un modèle électrique et thermique indique une charge fiscale beaucoup plus forte pour le modèle thermique que pour le modèle électrique et donc une forte incitation à l'achat de véhicules électriques. Ainsi une incitation à l'achat de véhicules électriques peut s'expliquer soit par des subventions élevées ou une charge fiscale faible pour les véhicules électriques, soit par une charge fiscale forte pour le véhicule thermique.

Le différentiel de taxe nette avec subventions pour une petite voiture entre moteur électrique et moteur thermique varie entre 18 400 euros à Malte et 1 500 euros en Bulgarie (voir Graphique A3). La France se trouve dans une position médiane avec un différentiel d'environ 9 000 euros en prenant en compte les subventions à l'achat. Sans les subventions, le différentiel atteint 3 000 euros. Pour la France comme pour l'Irlande, la Suède, l'Allemagne, la Grèce, le différentiel de taxation est beaucoup plus important avec les subventions prises en compte. La France se trouve également dans la moyenne en termes de différentiel de taxe nette, en prenant en compte les subventions entre une voiture compacte thermique et diesel, et compacte hybride et électrique que ce soit pour les véhicules particuliers ou les véhicules des entreprises.

Graphique A3 – Différentiel des taxes avec subvention pour un véhicule léger électrique versus thermique pour les particuliers



Lecture : au Royaume-Uni, le différentiel net de taxation entre un véhicule léger thermique et électrique sur dix ans d'utilisation est d'environ 4 900 euros.

Source : Transport & environment (2022), « The good tax guide : A comparison of taxation in Europe »

2. Résultats complémentaires des estimations

Tableau A1 – Liste des événements de hausse de malus retenus dans l'échantillon en France

Mois de l'événement	Variation du malus	Nombre de spécification de véhicules traités	Nombre de spécification de véhicules de contrôle
Janvier 2017	1 100 €	2 992	3 120
Janvier 2018	700 €	4 680	2 814
Janvier 2020	2 670 €	7 450	2 146
Mars 2020	1 090 €	2 604	7 131
Janvier 2021	2 060	7 909	2 126

Lecture : le changement de barème en janvier 2020 s'est traduit par une hausse moyenne de 2 670 euros pour les véhicules affectés. Il y a 7 450 spécifications de véhicules affectés par cette hausse et 2 146 spécifications de véhicules qui ne sont pas affectés, et donc font partie du groupe de contrôle.

Source : IPP

Tableau A2 – Liste des événements de hausse de malus retenus dans l'échantillon en Allemagne et Suède

Pays	Mois de l'événement	Variation du malus	Nombre de spécifications de véhicules traités	Nombre de spécifications de véhicules de contrôle
Allemagne	Décembre 2016	3 506 €	75	6 578
	Décembre 2019	1 353 €	104	10 955
Suède	Juin 2018	1 157 €	123	2 835
	Décembre 2019	1 177 €	21	3 705

Lecture : en Suède, le changement de barème en juin 2018 s'est traduit par une hausse moyenne de 1 157 euros pour les véhicules affectés. Il y a 123 spécifications de véhicules affectées par cette hausse et 2 835 spécifications de véhicules qui ne sont pas affectées, et qui font donc partie du groupe de contrôle.

Source : IPP

Tableau A3 – Estimation des effets des malus/bonus sur les immatriculations de véhicules neufs, modèle de Poisson : France

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tjt	-0,101***	-0,108***	,0,102***	
Tjt x EV/HEVj				0,031 6
Tjt x ICE j				-0,104***

	(1)	(2)	(3)	(4)
EF mois	√			
EF mois x segment		√		
EF mois x segment x fuel			√	√
Élasticité	-2,145	-2,297	-2,156	
Élasticité EV/HEV				0,874
Elasticité ICE				-2,142
p-value test B ICE = B EV/HEV				0,023
Observations	579 792	579 792	574 707	574 707

Notes : la variable dépendante est la quantité de modèles vendus. Pour des raisons de lisibilité, le malus net (malus-bonus) T est exprimé en milliers d'euros. Les écarts-types robustes groupés au niveau des spécifications de véhicule sont reportés entre parenthèses. p < 0:10 * p < 0:05 ** p < 0:01 ***

Source : IPP

En 2020, les constructeurs automobiles de l'UE devaient respecter une cible d'émissions de 95 g CO₂/km pour leur nouvelle flotte de voitures. Si les émissions moyennes de CO₂ d'un constructeur dépassaient sa cible d'émission spécifique cette année-là, il devait payer une prime d'émissions excédentaires de 95 C par g CO₂/km de dépassement de cible pour chacun de ses véhicules nouvellement immatriculés cette année-là (Commission-UE, 2020).

La régulation s'applique au niveau des groupes de constructeurs automobiles. L'IPP considère que si la régulation vient affecter les coûts des constructeurs et qu'ils décident d'en répercuter une partie sur les consommateurs sur l'ensemble des modèles qu'ils offrent, cela se traduira statiquement par un effet fixe constructeur spécifique à 2020. Dans le Tableau A4, l'IPP estime un modèle avec un effet fixe période (mois) x constructeur pour l'ensemble des pays de l'échantillon (colonne 2) ou bien en concentrant sur la France (colonne 5). On voit que les résultats sont très comparables. Bien sûr, cette spécification ne capture les effets de la régulation que sous des hypothèses fortes et ne garantit dès lors pas l'absence de biais lié à la réforme. Néanmoins, l'IPP considère que le fait que cet effet fixe constructeur x année n'affecte pas le résultat, alors, est plausible que l'effet de la régulation se propage au moins en partie via une réaction globale des constructeurs permettant de suggérer que les effets de la régulation n'interfèrent pas avec leur estimation.

À noter que les effets fixes constructeurs x mois ne sont pas un seul coefficient mais N x T coefficients où N est le nombre de constructeurs et T le nombre de mois. On ne peut donc pas facilement résumer ces effets fixes à un seul chiffre. Ils ont peu d'impact sur l'estimation du coefficient d'intérêt et ils augmentent le pseudo R-square de l'estimation de 0,75 à 0,77 donc une hausse modeste mais non nulle.

Tableau A4 – Robustesse autour des effets spécifiques aux constructeurs

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Tous pays	-	- sans 2020	France	-	- sans 2020
net 1000	-0,111***	-0,106***	-0,127***	- 0,094 9***	- 0,088 8***	-0,097 8***
EF mois x pays	√		√	√		√
EF mois x pays + EF mois x constructeur		√			√	
Élasticité	-3,394	-3,235	-3,793	-2,58	-2,412	-2,623
Observation	2 151 455	2 148 595	1 474 650	579 792	578 035	409 842

Note : la variable dépendante est la quantité de modèles vendus. Pour des raisons de lisibilité, le malus net des bonus est exprimé en milliers d'euros. L'échantillon d'estimation inclut l'ensemble des véhicules disponibles. Un véhicule est défini comme disponible s'il a au moins eu un mois de vente positive dans un des pays de l'échantillon. La période d'estimation commence en janvier 2015 et finit en mai 2021. Les écarts-types robustes groupés au niveau des spécifications de véhicule sont reportés entre parenthèses. $p < 0:10$ * $p < 0:05$ ** $p < 0:01$ ***.

Source : IPP

Tableau A5 – Estimation des effets des malus/bonus sur les immatriculations de véhicules neufs, modèle de Poisson : tous les pays

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tjt	-0,115***	-0,124***	-0,105***	
Tjt x EV/HEVj				-0,101***
Tjt x ICE j				-0,106***
EF mois	√			
EF mois x segment		√		
EF mois x segment x fuel			√	√
Élasticité	-2,465	-2,675	-2,288	
Élasticité EV/HEV				-0,712
Élasticité ICE				-2,47
p-value test B ICE = B EV/HEV				0,088 9
Observations	2 151 455	2 151 432	2 115 162	2 115 162

Source : IPP

Tableau A6 – Estimation des effets des malus/bonus sur les immatriculations de véhicules neufs, modèle de Poisson : Allemagne

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tjt	-0,213***	-0,219***	-0,096 0***	
Tjt x EV/HEVj				-0,096 0***
Tjt x ICE j				0
EF mois	√			
EF mois x segment		√		
EF mois x segment x fuel			√	√
Élasticité	-6,458	-6,643	-2,91	
Élasticité EV/HEV				-3,62
Élasticité ICE				0
Observations	654 386	654 386	654 870	654 870

Source : IPP

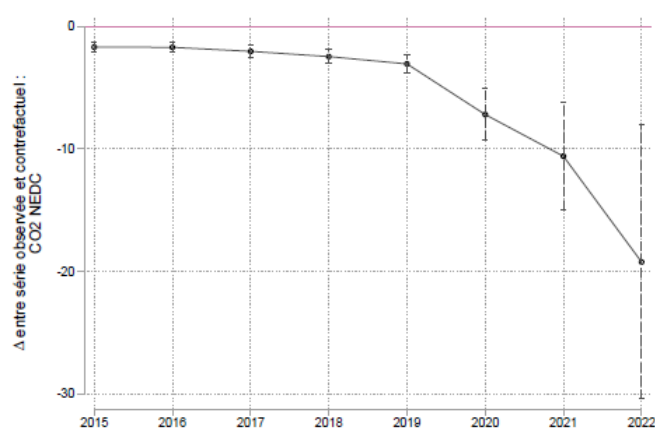
Tableau A7 – Estimation des effets des malus/bonus sur les immatriculations de véhicules neufs, modèle de Poisson : Suède

	(1)	(2)	(3)	(4)
Tjt	-0,081 6	-0,096 7*	-0,326*	
Tjt x EV/HEVj				-0,326*
Tjt x ICE j				0
EF mois	√			
EF mois x segment		√		
EF mois x segment x fuel			√	√
Observations	220 298	220 298	215 884	215 884

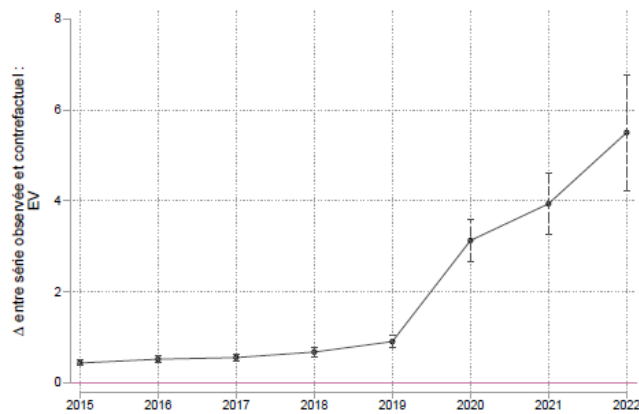
Source : IPP

Graphique A4 – Intervalles de confiance pour les écarts entre scénarios contrefactuels et données observées

a) *Effet sur l'intensité CO₂ et intervalles de confiance associés*



b) *Effet sur la part de véhicules électriques et intervalles de confiance associés*



c) *Effet sur la part d'assemblage domestique et intervalles de confiance associés*



Source : IPP



Directeur de la publication/rédaction

Cédric Audenis, commissaire général par intérim

Secrétaires de rédaction

Olivier de Broca, Gladys Caré, Éléonore Hermand, Valérie Senné

Contact presse

Matthias Le Fur, directeur du service Édition/Communication/Événements

01 42 75 61 37, matthias.lefur@strategie.gouv.fr