

## MOTS CLES

·  
Véhicules  
particuliers  
·  
Malus à l'achat  
·  
Taxe carbone  
·  
Effet rebond  
·  
Effet substitution  
·  
Emissions de CO<sub>2</sub>  
·

## EFFETS DES TAXES A L'ACHAT ET A L'USAGE DES VEHICULES SUR LES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub> :

**Impacts des différentiels de consommation unitaire et/ou de motorisation**

Bénédicte Meurisse

.....

L'instauration d'un Malus à l'achat des véhicules les plus émetteurs conduit les ménages à acheter des véhicules plus « propres ». On observe alors un effet rebond à l'échelle du parc de véhicules neufs qui est plus efficient en moyenne. L'ampleur de cet effet rebond dépend fortement du type de motorisation des véhicules proposés à la vente. Lorsque le Malus fait basculer le ménage d'un véhicule essence à un véhicule diesel, l'effet rebond est amplifié, notamment en raison d'un contenu CO<sub>2</sub> du diesel plus élevé et d'un prix du diesel plus faible que celui de l'essence [relativement à une situation où le Malus fait basculer un ménage d'un véhicule essence fortement consommateur à un véhicule plus économe mais de même motorisation]. L'introduction simultanée avec le Malus d'une taxe sur le carburant permet de limiter l'effet rebond et peut permettre d'éviter que l'on observe un Paradoxe de Jevons (situation dans laquelle les émissions totales sont plus élevées après l'amélioration de la performance énergétique moyenne). Lorsque les véhicules proposés à la vente sont de motorisation différente, une taxe carbone s'avère plus efficace qu'une simple taxe sur le carburant.

.....

Note : Le lecteur est invité à se reporter à la précédente publication de l'auteur (« *Taxer l'achat et/ou l'usage du véhicule : quelle incidence de l'effet rebond ?* » par Bénédicte Meurisse, Série Informations et Débats, n°38) pour une explication littéraire des mécanismes sous-jacents aux résultats présentés ici.

## Introduction

Les émissions de gaz à effet de serre (GES), parmi lesquels le CO<sub>2</sub>, contribuent au réchauffement climatique, dont les impacts – tels qu'une montée du niveau des mers, des inondations, une perte de biodiversité, de mauvaises récoltes, etc. – constituent autant d'externalités que l'on peut qualifier de menaçantes pour nos sociétés. C'est pourquoi la nécessité d'infléchir les émissions de GES, pour éviter les risques d'un réchauffement de la planète supérieur à 2°C, est rappelée chaque année lors des Conférences des Parties (COP) de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques<sup>1</sup>.

Le secteur des transports mérite une attention particulière dans la mesure où les activités de transport représentent 38% des émissions de CO<sub>2</sub> en France en 2010. Ce chiffre place les transports en tête du classement des secteurs les plus émetteurs de CO<sub>2</sub> à l'échelle nationale, devant le secteur des bâtiments résidentiels et tertiaires (26%) et l'industrie manufacturière (25%)<sup>2</sup>.

Les émissions du secteur des transports peuvent être réduites en jouant sur quatre leviers différents : les distances parcourues (*Activity* en anglais), la répartition modale (*modal Share*), l'efficacité énergétique des modes (*energy Intensity*) et enfin le contenu CO<sub>2</sub> de l'énergie utilisée dans chaque mode (*CO<sub>2</sub> content of Fuel*) (c'est le schéma ASIF de Schipper et al., 2000).

Dans un travail précédent se focalisant sur les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage des véhicules particuliers, deux de ces quatre leviers ont plus particulièrement été analysés dans l'étude des effets d'instruments tarifaires ciblant l'achat ou l'usage des véhicules (voir Meurisse, 2015a). Il s'agissait des distances parcourues et de l'efficacité énergétique des véhicules. Le levier « contenu CO<sub>2</sub> » fut écarté de cette première analyse dans la mesure où la hiérarchie des véhicules essence et diesel est la même que l'on raisonne d'une part en termes de consommation de carburant au kilomètre (levier « efficacité énergétique ») ou d'autre part en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> au kilomètre (leviers « efficacité énergétique » et « contenu CO<sub>2</sub> du carburant »). En effet, le diesel a un contenu CO<sub>2</sub> plus élevé que l'essence<sup>3</sup>, mais le différentiel d'intensité énergétique des véhicules diesel et essence – en faveur des premiers véhicules<sup>4</sup> – est suffisamment élevé en France de nos jours pour compenser le handicap des véhicules diesel en termes de contenu CO<sub>2</sub> du carburant. Ceci étant, il est aujourd'hui possible de satisfaire à la fois un objectif de réduction de la pression sur les ressources énergétiques et un objectif de diminution des émissions de CO<sub>2</sub>.

Le but de ce travail est d'introduire le levier « contenu CO<sub>2</sub> » dans l'analyse des effets des instruments de politique publique. Combinée au précédent travail, la présente analyse permet de distinguer les effets des instruments de politique publique

---

<sup>1</sup> A l'occasion de la 21<sup>ème</sup> session de la COP qui a eu lieu à Paris en décembre 2015, il a également été fait mention d'une volonté de mener des efforts encore plus poussés pour limiter l'augmentation de la température à 1.5°C au-dessus des niveaux préindustriels.

<sup>2</sup> Les émissions de CO<sub>2</sub> par secteur, au format « Plan Climat » en France (périmètre Kyoto) sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Part-et-evolution-des-secteurs.html>.

<sup>3</sup> 2.688kgCO<sub>2</sub>/L pour le diesel contre 2.346kgCO<sub>2</sub>/L pour l'essence (EPA, 2011 et avec 1 gallon = 3.7878L).

<sup>4</sup> En France en 2013, les nouveaux véhicules diesel consomment en moyenne 4.4L au 100km contre 5.2L au 100km pour les véhicules essence (ADEME, 2014).

qui s'expliquent par le changement de motorisation (étudiés ici), des effets de ces instruments qui s'expliquent par un simple écart de consommation unitaire (étudiés dans le précédent travail). On peut par ailleurs d'ores et déjà indiquer que les effets liés au changement de motorisation ont une triple explication : le différentiel de contenu CO<sub>2</sub>, le différentiel de prix de carburant et le différentiel de prix d'achat des véhicules essence et diesel.

Ce travail est structuré en trois parties. Dans une première partie, nous discutons brièvement la notion d'effet substitution dans le contexte particulier de l'arbitrage essence versus diesel (1.). La seconde partie revient sur les impacts en termes d'effet rebond et d'émissions de CO<sub>2</sub> d'un Malus à l'achat des véhicules « polluants », en distinguant deux cas selon que les véhicules proposés à la vente sont de même motorisation ou non (2.). Enfin, la troisième partie discute des effets d'une taxe sur le carburant et d'une taxe carbone (3.).

### 1. Arbitrage diesel-essence : de quel effet substitution parle-t-on ?

En théorie, lorsque le prix d'un bien augmente, on s'attend à une diminution de la consommation de ce bien d'une part, et à une augmentation de la consommation des autres biens appartenant au panier de consommation du ménage considéré d'autre part. C'est l'**effet substitution**. Ce premier effet fait référence aux variations des quantités consommées des différents biens qu'on obtiendrait en compensant la hausse du prix d'un des biens par une augmentation du revenu de manière à garder constante la satisfaction de l'individu. Toutefois, en l'absence d'augmentation du revenu, les quantités consommées sont nécessairement inférieures à celles de la situation décrite précédemment, de même que la satisfaction de l'individu. Ces variations de quantités liées à la non-modification du revenu constituent l'**effet revenu**. Ces mécanismes s'appliquent aisément aux biens non durables et divisibles. C'est toutefois moins le cas pour les biens durables et non-divisibles – tels que les véhicules – et donc pour leurs consommables – c'est-à-dire le carburant dans le cas des véhicules.

En effet, en pratique, lorsque le prix de l'essence augmente, on peut observer à *long terme* une baisse de la consommation d'essence et une hausse de la consommation de diesel. Toutefois, cet *effet de substitution* doit être distingué de celui décrit ci-dessus, dans la mesure où l'essence et le diesel ne constituent pas deux biens appartenant à un même panier de consommation. En effet, un ménage ne consomme qu'un seul type de carburant à une date donnée et son type dépend de la motorisation du véhicule détenu<sup>5</sup>. Aussi, une hausse du prix de l'essence ne peut conduire à une augmentation de la consommation de diesel que si les ménages changent de véhicule (en l'occurrence, ici, s'ils basculent d'un véhicule essence à un véhicule diesel), d'où l'idée d'un effet substitution uniquement à long terme.

Le changement d'équipement automobile – qui conditionne l'effet de substitution – a toute son importance dans la mesure où il affecte la contrainte budgétaire au-delà de l'unique variation de prix du carburant (*i.e.* seule modification dans le cas d'un effet substitution normal). D'une part, le prix d'achat du véhicule neuf joue sur le revenu disponible pour se déplacer, et d'autre part la consommation unitaire du nouveau véhicule impacte directement le prix d'un kilomètre parcouru en voiture ; ce dernier étant d'ores et déjà modifié en raison du différentiel de prix des carburants essence et diesel. Par ces biais, la distance parcourue par le ménage

---

<sup>5</sup> Si on exclue du raisonnement les ménages bi-motorisés avec un véhicule essence et un véhicule diesel.

avec le nouveau véhicule diesel peut différer de celle que le ménage aurait parcourue s'il avait gardé son véhicule essence tout en tenant compte de la hausse du prix de l'essence.

La hausse de la distance parcourue en véhicule liée à une baisse de la consommation de carburant au kilomètre est précisément à l'origine du phénomène d'effet rebond, qui est discuté dans la section suivante.

## **2. Effet rebond et efficacité du Malus à réduire les émissions : quel impact du différentiel de consommation unitaire et du différentiel de motorisation entre les véhicules proposés à la vente ?**

En termes de faisabilité et d'acceptabilité, les taxes à l'achat d'un véhicule semblent avoir l'avantage sur les taxes à l'usage (voir Tableau 1 de Meurisse, 2015a). Cela explique la diffusion des systèmes de Bonus/Malus à l'achat des véhicules un peu partout en Europe (cf. Papaix et Meurisse, 2013 ; Tableau 9). Toutefois, il semblerait que sur le plan de l'efficacité environnementale de l'instrument, la supériorité d'une taxe à l'achat sur une taxe à l'usage ne soit pas garantie. Meurisse (2015a) alerte notamment sur le fait qu'une taxe différenciée à l'achat des véhicules (de type Malus) se traduit par une amélioration de la performance énergétique moyenne du parc de véhicules neufs (via une répartition des nouveaux véhicules en faveur des véhicules les plus économes en carburant), et peut donc entraîner un effet rebond. L'**effet rebond** fait référence à une situation dans laquelle le niveau total d'émissions de CO<sub>2</sub> est *in fine* plus élevé que celui qu'on aurait espéré à la suite de l'amélioration des performances énergétiques des véhicules, en raison d'un changement de comportement de la part des ménages.

Néanmoins, dans Meurisse (2015a), les (deux) véhicules proposés à la vente ne se distinguent que par leur consommation de carburant au kilomètre et leur prix d'achat, et la motorisation est supposée identique entre les deux véhicules. Par conséquent, l'effet rebond qui peut accompagner l'amélioration de la performance énergétique du parc de véhicules neufs ne s'explique que par le fait que les ménages parcourent plus de distance avec le véhicule acheté en présence du Malus que ce qu'ils auraient parcouru avec le véhicule acheté en l'absence du Malus.

Dans la première sous-partie ci-dessous (2.1.), nous revenons sur l'effet rebond associé à la mise en place d'un Malus à l'achat d'un véhicule polluant lorsque les véhicules proposés à la vente sont de même motorisation (*i.e.* comme dans Meurisse, 2015a). De cette façon, nous illustrons l'impact lié au différentiel de consommation unitaire entre les véhicules. Puis, dans une seconde sous-partie (2.2.), nous considérons que les véhicules proposés à la vente sont de deux motorisations différentes et mettons cette fois-ci en évidence le rôle joué par le différentiel de motorisation sur le niveau de l'effet rebond et sur l'efficacité du Malus à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage des véhicules particuliers.

Il est à noter que pour ne pas alourdir la présentation des raisonnements, nous utilisons les termes « véhicule propre » et « véhicule polluant » pour faire référence respectivement au véhicule le plus économe en carburant et au véhicule le moins économe ; ou encore au véhicule le moins émetteur de CO<sub>2</sub> au kilomètre et au véhicule le plus émetteur<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> En théorie, le véhicule le plus économe en carburant parmi deux véhicules n'est pas toujours celui qui émet le moins de CO<sub>2</sub> au kilomètre. C'est le cas si les deux véhicules sont de même motorisation. Lorsqu'il s'agit de deux véhicules de motorisation différente, c'est le cas si le différentiel de consommation de carburant au kilomètre fait plus que compenser le différentiel de contenu CO<sub>2</sub>, ce que nous supposons ici.

## 2.1. Effet rebond et efficacité du Malus lorsque les véhicules proposés à la vente sont de même motorisation

Dans le cas d'un effet rebond observé à l'échelle du parc<sup>7</sup> – comme celui qui peut accompagner l'instauration d'une taxe différenciée à l'achat – l'effet rebond correspond aux émissions associées aux kilomètres parcourus avec le véhicule propre (c.-à-d. le véhicule acheté en présence du Malus) qui excèdent la distance qui aurait été parcourue par le ménage avec un véhicule polluant (c.-à-d. le véhicule acheté en l'absence du Malus) ; et ce multiplié par le nombre de ménages dont le choix du véhicule est affecté par le Malus (noté N dans l'équation ci-dessous)<sup>8</sup>. L'effet rebond se calcule donc de la façon suivante (équation 1) :

$$N * ( \text{Dist}_{\text{propre}} - \text{Dist}_{\text{polluant}} ) * \text{CO2}_{\text{propre}} * \text{Conso}_{\text{propre}}$$

Note : Les variables résultant d'un programme d'optimisation des ménages apparaissent en bleu, et les variables exogènes en rouge. Les distances parcourues en véhicule propre (notée  $\text{Dist}_{\text{propre}}$ ) ou en véhicule polluant (notée  $\text{Dist}_{\text{polluant}}$ ) sont exprimées en kilomètres, le contenu  $\text{CO}_2$  du véhicule propre (noté  $\text{CO2}_{\text{propre}}$ ) en kilogrammes de  $\text{CO}_2$  au litre de carburant et la consommation de carburant du véhicule propre (notée  $\text{Conso}_{\text{propre}}$ ) en litres de carburant au kilomètre.

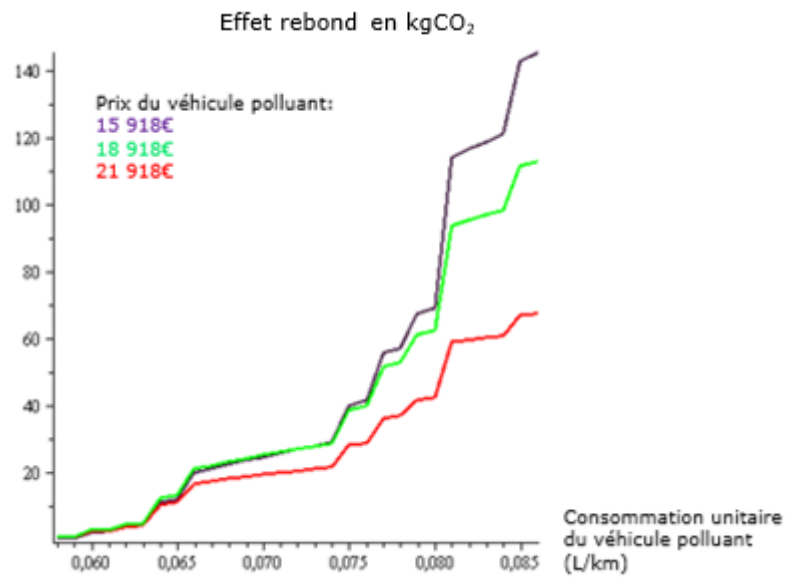
Très logiquement, plus l'écart d'intensité énergétique entre les deux véhicules proposés à la vente est élevé, plus l'effet rebond est important. Cela est illustré sur la Figure 1 ci-dessous qui représente l'effet rebond en termes absolus (c.-à-d. en kilogrammes de  $\text{CO}_2$ ) en fonction de la consommation unitaire du véhicule polluant, tandis que la consommation du véhicule propre est considérée comme fixe ; et cela pour trois niveaux de prix d'achat du véhicule polluant (le prix d'achat du véhicule propre étant lui aussi considéré comme fixe).

---

<sup>7</sup> Dans la très grande majorité des travaux, l'amélioration des performances énergétiques des véhicules est, à l'inverse, observée au niveau individuel (i.e. à l'échelle d'un véhicule), et résulte de progrès technologiques, et non pas d'une nouvelle répartition des ménages entre différents véhicules proposés à la vente, comme c'est le cas dans l'approche retenue dans Meurisse (2015b).

<sup>8</sup> Note : le nombre d'acheteurs de nouveaux véhicules est exogène et ne varie pas avec le niveau de Malus.

Figure 1 : Effet rebond lorsque les deux véhicules sont de même motorisation



Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte 18 918€ à l'achat (voir Tableau A.1. en Annexes). L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

Malgré l'existence d'un effet rebond, le Malus à l'achat du véhicule polluant peut potentiellement permettre une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage des véhicules particuliers.

Explicitement, le niveau total d'émissions dans une situation sans Malus est donné par :

$$(A) = N_{\text{polluant}} * \text{Dist}_{\text{polluant}} * \text{CONSO}_{\text{polluant}} * \text{CO2}_{\text{polluant}} + N_{\text{propre}} * \text{Dist}_{\text{propre}} * \text{CONSO}_{\text{propre}} * \text{CO2}_{\text{propre}}$$

Avec  $N_{\text{polluant}}$  le nombre de véhicules polluants et  $N_{\text{propre}}$  le nombre de véhicules propres.

De la même façon, le niveau total d'émissions dans une situation avec Malus (les variables fonctions du Malus apparaissent en italique) est donné par :

$$(B) = n_{\text{polluant}} * \text{Dist}_{\text{polluant}} * \text{CONSO}_{\text{polluant}} * \text{CO2}_{\text{polluant}} + n_{\text{propre}} * \text{Dist}_{\text{propre}} * \text{CONSO}_{\text{propre}} * \text{CO2}_{\text{propre}}$$

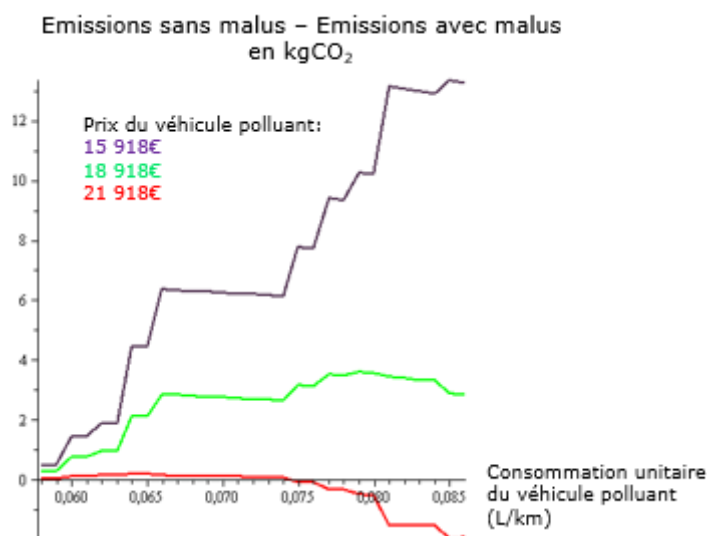
L'écart d'émissions de CO<sub>2</sub> entre une situation avec Malus et une situation sans Malus est par conséquent égal à (A) – (B). On obtient (équation 2) :

$$\begin{aligned}
 & \text{CONSO}_{\text{polluant}} * \text{CO2}_{\text{polluant}} * ( N_{\text{polluant}} * \text{Dist}_{\text{polluant}} - n_{\text{polluant}} * \text{Dist}_{\text{polluant}} ) \\
 + & \text{CONSO}_{\text{propre}} * \text{CO2}_{\text{propre}} * \text{Dist}_{\text{propre}} * ( N_{\text{propre}} - n_{\text{propre}} )
 \end{aligned}$$

De façon évidente, le Malus est efficace pour réduire les émissions dès lors que cet écart d'émissions est positif. Lorsque cet écart est négatif, l'effet rebond l'emporte sur la réduction d'émissions moyennes. Dans ce cas, le niveau total d'émissions est plus élevé après l'amélioration moyenne des performances énergétiques des véhicules composant le parc de véhicules neufs. On parle alors de **Paradoxe de Jevons**.

Précisément, ce sont les caractéristiques des véhicules proposés à la vente, c'est-à-dire consommation unitaire et prix d'achat, qui déterminent si, oui ou non, le Paradoxe apparaît (voir Figure 3 de Meurisse, 2015a). Cela est illustré sur la Figure 2 ci-dessous.

Figure 2 : Effet du Malus sur les émissions de CO<sub>2</sub> lorsque les deux véhicules sont de même motorisation



Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte 18 918€ à l'achat (voir Tableau A.1. en Annexes). L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

La Figure 2 ci-dessus montre qu'il existe des prix pour lesquels le Paradoxe n'apparaît jamais quelle que soit la consommation du véhicule polluant. Ces prix sont tels que le véhicule polluant est nettement moins cher à l'achat que le véhicule propre. Dans ce cas, le surcoût à l'achat du véhicule propre limite la hausse de la distance parcourue associée au passage d'un véhicule polluant à un véhicule propre. A l'inverse, il existe des prix pour lesquels il peut y avoir un Paradoxe. Ces prix sont tels que le véhicule polluant est à la fois plus cher à l'achat et à l'usage. Dans une telle



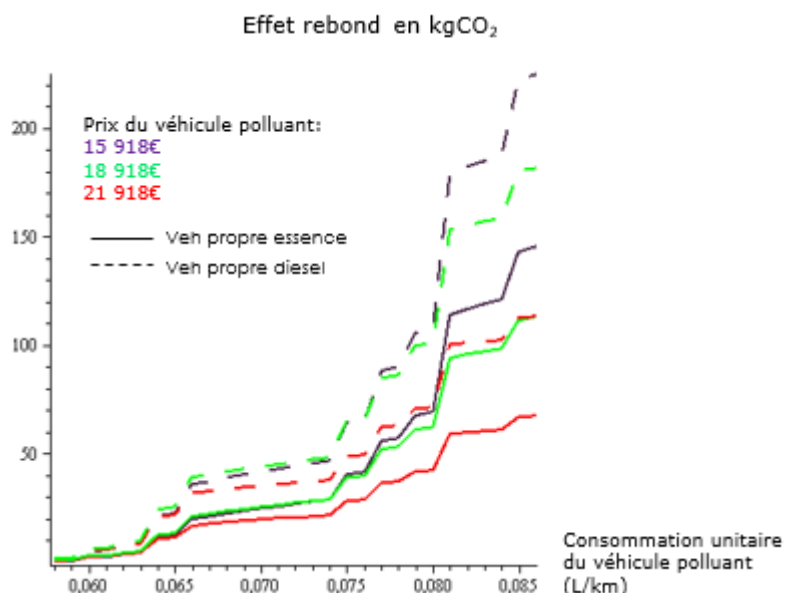
configuration, la distance parcourue avec le véhicule propre est nécessairement plus élevée qu'avec le véhicule polluant.

## 2.2. Effet rebond et efficacité du Malus lorsque les véhicules proposés à la vente sont de motorisation différente

Considérons à présent que le véhicule que nous appelons « véhicule propre » est un véhicule diesel, tandis que le véhicule « polluant » reste un véhicule essence<sup>9</sup>.

La Figure 3 ci-dessous met clairement en évidence une hausse de l'effet rebond liée au fait de considérer que le véhicule propre est un véhicule diesel (en pointillés) et non plus un véhicule essence (en trait plein) (le véhicule polluant restant un véhicule essence).

Figure 3 : Impact du type de motorisation du véhicule propre sur le niveau de l'effet rebond



Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte à l'achat 18 918€ (si essence) et 19 863€ (si diesel) (voir Tableau A.1. en Annexes). L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

A partir de la Figure 3, on peut noter que plus la consommation du véhicule polluant est élevée (et donc plus l'écart de consommation entre les véhicules est élevé), plus la hausse de l'effet rebond liée au fait de considérer un véhicule propre roulant au diesel plutôt qu'à l'essence (cf. écarts entre deux courbes de même couleur) est importante. Par ailleurs, la variation de l'effet rebond liée au changement de motorisation du véhicule propre peut être du même ordre de grandeur que l'écart d'effet rebond obtenu en considérant un véhicule polluant consommant 5.8L/100km puis 8.6L/100km (cf. déplacement le long d'une courbe en trait plein).

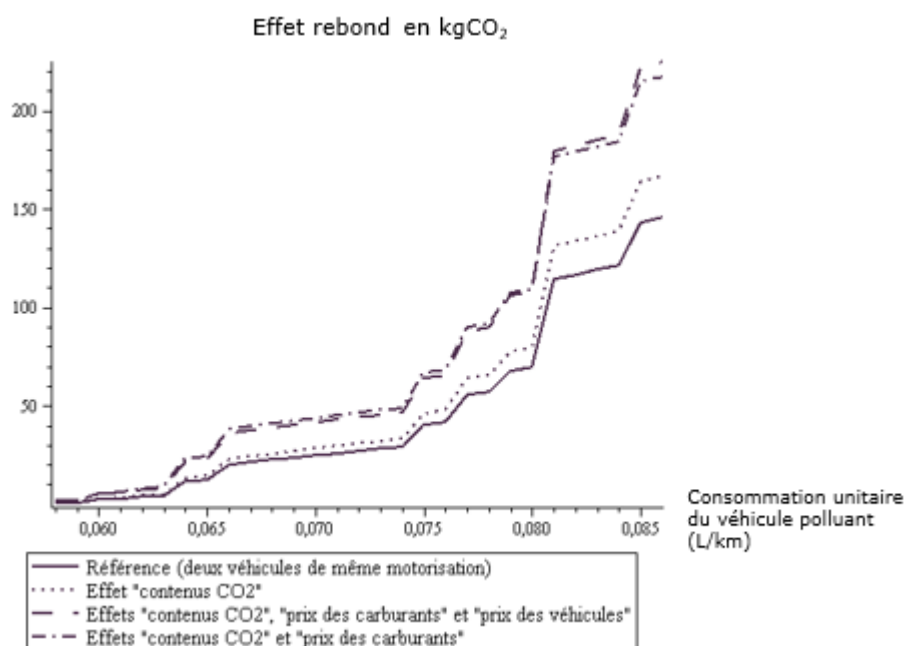
<sup>9</sup> Malgré un contenu CO<sub>2</sub> du diesel plus élevé, en France en 2013, les nouveaux véhicules diesel émettent en moyenne 117gCO<sub>2</sub>/km contre 122gCO<sub>2</sub>/km pour les véhicules essence (ADEME, 2014).

La hausse de l'effet rebond liée au fait de considérer un véhicule propre roulant au diesel plutôt qu'à l'essence (tandis que le véhicule polluant roule à l'essence) cache **trois effets** :

- L'effet lié au **différentiel de contenu CO<sub>2</sub>** qui joue directement sur le total d'émissions (le contenu CO<sub>2</sub> du diesel est plus élevé que celui de l'essence).
- L'effet lié au **différentiel de prix des carburants** qui joue à la fois sur la distance parcourue avec le véhicule propre et sur la répartition des ménages entre les deux types de véhicules (le prix du diesel est inférieur au prix de l'essence).
- L'effet lié au **différentiel de prix d'achat des véhicules** essence et diesel qui joue sur la distance parcourue avec le véhicule propre et sur la répartition des ménages entre les deux types de véhicule (un véhicule diesel est en moyenne plus cher à l'achat qu'un véhicule essence).

La Figure 4 ci-dessous illustre la variation de l'effet rebond lorsqu'on ajoute l'un après l'autre chacun des trois effets listés ci-dessus. Pour des raisons de clarté, nous avons choisi de ne représenter l'effet rebond que pour un seul prix du véhicule polluant.

Figure 4 : Distinction des effets « contenu CO<sub>2</sub> », « prix des carburants » et « prix des véhicules » sur la variation de l'effet rebond



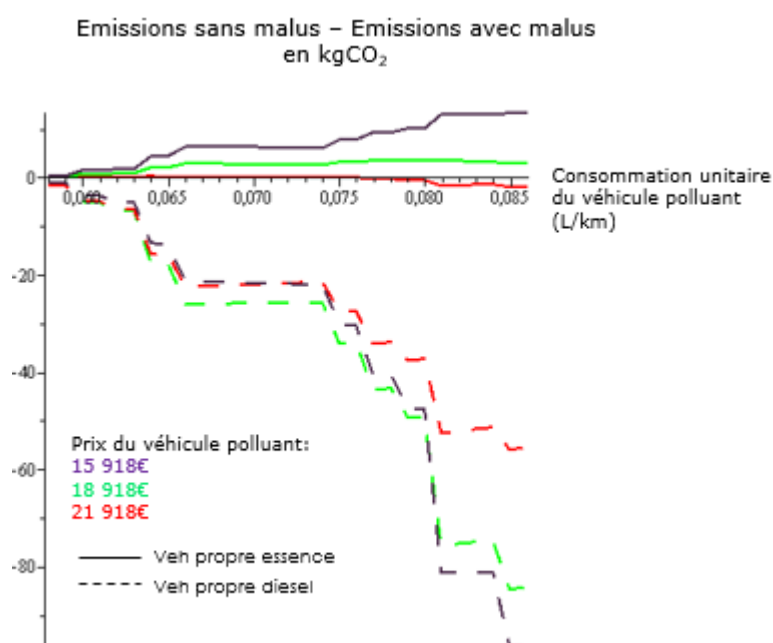
Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte à l'achat 18 918€ (si essence) et 19 863€ (si diesel), et le véhicule polluant coûte à l'achat 15 918€ (voir Tableau A.1. en Annexes). L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

Conformément à ce qui était attendu (cf. « CO<sub>2</sub>propre » dans l'équation 1), l'effet « contenu CO<sub>2</sub> » joue à la hausse sur l'effet rebond. Par ailleurs, alors que l'effet « prix des carburants » joue à la hausse sur l'effet rebond, l'effet « prix d'achat des véhicules » joue très légèrement à la baisse lorsque la consommation de carburant

du véhicule polluant est faible puis très légèrement à la hausse lorsque la consommation de carburant est plus élevée.

En ce qui concerne la capacité du Malus à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage des véhicules particuliers, on constate que lorsque le véhicule propre est un véhicule diesel et non plus un véhicule essence comme l'est le véhicule polluant, le basculement de ménages vers un véhicule propre conduit à une hausse des émissions. Autrement dit, on observe à présent un Paradoxe de Jevons, et ce quelles que soient les caractéristiques des véhicules, comme le montre la Figure 5 ci-dessous (cf. courbes en pointillés).

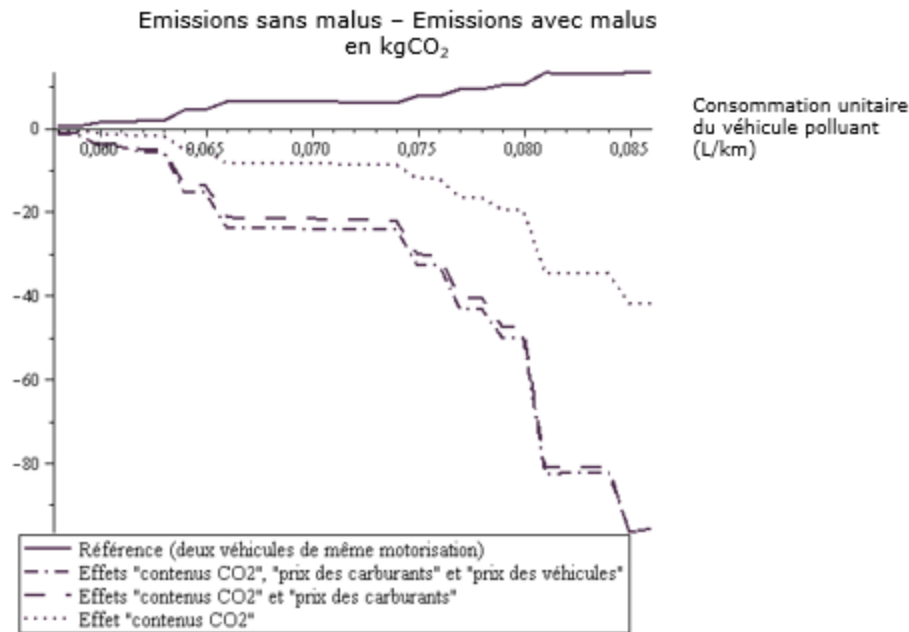
Figure 5 : Impact du type de motorisation du véhicule propre sur l'efficacité du Malus à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>



Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte à l'achat 18 918€ (si essence) et 19 863€ (si diesel) (voir Tableau A.1. en Annexes). L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

La variation de l'impact du Malus sur le niveau total d'émissions, qui est liée au changement de motorisation du véhicule propre, s'explique également par les effets « contenu CO<sub>2</sub> », « prix des carburants » et « prix d'achat des véhicules ». La Figure 6 ci-dessous illustre la façon avec laquelle chacun de ces trois effets joue sur l'écart d'émissions entre une situation sans Malus et une situation avec Malus. Encore une fois, nous avons choisi de ne représenter l'écart d'émissions que pour un seul prix du véhicule polluant.

Figure 6 : Distinction des effets « contenu CO<sub>2</sub> », « prix des carburants » et « prix des véhicules » sur la variation de l'écart d'émissions associé au Malus



Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte à l'achat 18 918€ (si essence) et 19 863€ (si diesel), et le véhicule polluant coûte à l'achat 15 918€ (voir Tableau A.1. en Annexes). L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

On constate à partir de la Figure 6 que l'impact de chacun des trois effets sur l'écart d'émissions est négatif dans la présente illustration numérique. De façon plus générale, on sait que l'effet « contenu CO<sub>2</sub> » joue toujours à la baisse sur cet écart d'émissions (cf. « CO<sub>2</sub><sub>propre</sub> » dans l'équation 2 et en tenant compte du fait que le nombre de véhicules propres est plus élevé lorsqu'un malus est instauré), tandis que les deux autres effets pourraient également jouer à la hausse. En effet, l'effet « prix des carburants » entraîne une hausse de la distance parcourue avec le véhicule propre et une augmentation du nombre de véhicules propres (faisant augmenter le deuxième terme additif de l'équation 2) au détriment des véhicules polluants dont le nombre diminue (entraînant une baisse du premier terme additif de l'équation 2). A l'inverse, l'effet « prix des véhicules » conduit à une baisse à la fois de la distance parcourue en véhicule propre et du nombre de véhicules propres (entraînant une baisse du deuxième terme additif de l'équation 2) et à une hausse du nombre de véhicules polluants (impliquant une hausse du premier terme additif de l'équation 2).

Parallèlement aux instruments tarifaires ciblant l'achat d'un véhicule tel qu'un Malus, les décideurs publics ont également à leur disposition des instruments tarifaires frappant l'usage du véhicule, tels qu'une taxe sur le carburant ou encore une taxe carbone. Ces deux derniers instruments sont discutés dans la section suivante.

### 3. Quels effets d'une taxe sur le carburant et d'une taxe carbone ?

Cette partie a pour objectif d'illustrer les différences d'impacts entre une taxe sur le carburant et une taxe carbone lorsque les véhicules n'ont pas la même motorisation. Pour ce faire, nous rappelons rapidement quels sont les effets théoriques

des taxes sur la consommation d'énergie ou sur les émissions (3.1.). Puis, nous comparons les effets de la taxe sur le carburant et ceux de la taxe carbone en reprenant notre illustration (3.2.).

### **3.1. Quel rôle de la taxe sur la consommation d'énergie ou les émissions ?**

Comme la taxe au kilomètre, les taxes sur la consommation d'énergie ou sur les émissions constituent des taxes à l'usage d'un véhicule, en opposition aux taxes frappant l'achat ou la possession d'un véhicule.

Intuitivement, une taxe à l'usage conduit à un coût au kilomètre plus élevé et donc à une moindre distance parcourue en voiture, pourvu que la mobilité en véhicule particulier ne constitue pas un bien dit « Giffen »<sup>10</sup>.

A l'échelle d'un ménage, l'effet rebond associé à l'instauration d'un Malus à l'achat d'un véhicule polluant est réduit lorsqu'une taxe sur la consommation d'énergie ou sur les émissions est instaurée simultanément avec le Malus<sup>11</sup>. En effet, le conducteur d'un véhicule propre parcourt moins de kilomètres du fait de la taxe à l'usage, de sorte que le fait d'acheter un véhicule propre plutôt qu'un véhicule polluant en raison de l'instauration du Malus se traduit par une moindre hausse des kilomètres (Meurisse, 2015a).

L'ajout d'une taxe sur la consommation d'énergie ou sur les émissions peut aussi logiquement affecter le choix du véhicule. En effet, un véhicule plus consommateur de carburant et/ou plus émetteur mais moins cher à l'achat peut être avantageux à un coût donné du carburant (toutes taxes comprises) mais ne plus l'être si ce coût du carburant augmente. Et, si le véhicule préféré lorsque le coût du carburant est plus élevé n'a pas la même motorisation que le véhicule préféré sans l'augmentation du coût du carburant, alors on peut observer l'effet de substitution discuté dans la première partie de ce travail. Quoiqu'il en soit, à l'échelle du parc de véhicules neufs, cet effet sur le choix du véhicule de la taxe additionnelle sur la consommation d'énergie ou sur les émissions doit également être pris en compte pour déterminer si l'effet rebond total est réduit ou au contraire augmenté. Précisément, l'effet rebond total peut croître si l'effet de la hausse de la part des véhicules propres (provoquée par la taxe à l'usage), qui sont davantage utilisés, fait plus que compenser la baisse de l'effet rebond au niveau individuel.

Dans ce qui suit, nous distinguons deux taxes à l'usage, à savoir une simple taxe sur le carburant (dont le montant est identique quelle que soit la motorisation du véhicule) et une taxe carbone (qui varie avec le contenu CO<sub>2</sub> du carburant).

### **3.2. Taxe sur le carburant vs taxe carbone : quelle taxe est la plus efficace ?**

Selon Meurisse (2015a), instaurer une taxe supplémentaire sur le carburant simultanément avec le Malus à l'achat d'un véhicule polluant permet de diminuer les distances parcourues en véhicule et permet, de cette façon, de réduire l'effet rebond associé au Malus. Il en résulte que la capacité à réduire les émissions de la

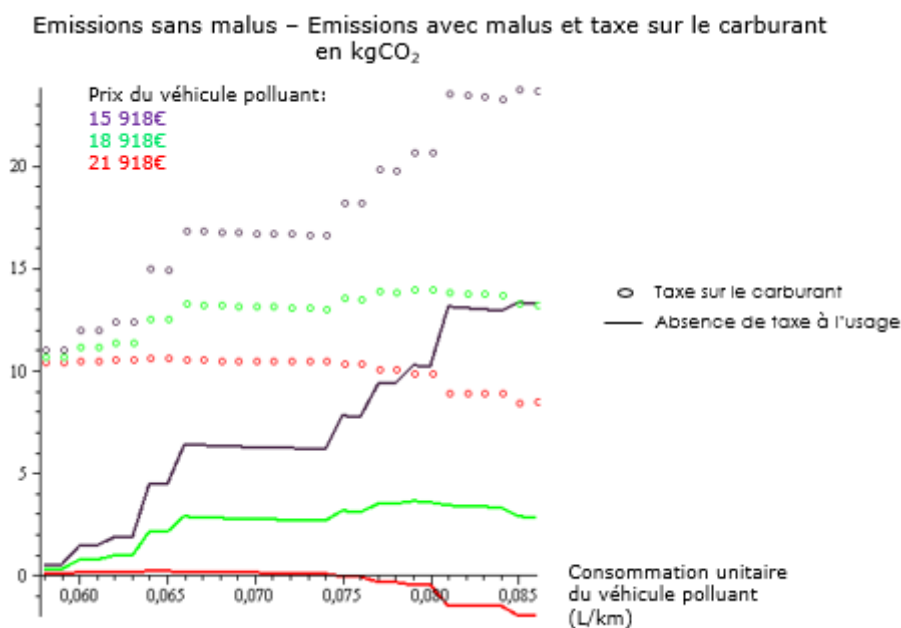
---

<sup>10</sup> Un bien « Giffen » est un bien dont la consommation augmente avec le prix.

<sup>11</sup> Note : la taxe sur le carburant considérée ici n'est introduite qu'avec le Malus et n'existe pas en l'absence de Malus (taxe additionnelle).

combinaison « Malus + taxe sur le carburant » est plus élevée que celle du Malus seul. Cela est illustré sur la Figure 7 ci-dessous.

Figure 7 : Impact d'une taxe sur le carburant sur les émissions lorsque les véhicules ont la même motorisation

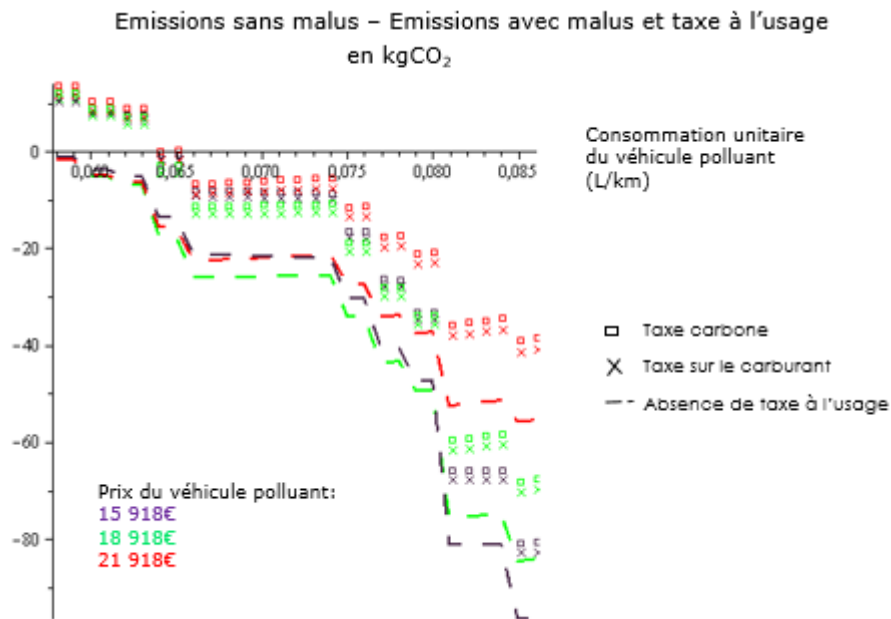


Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte à l'achat 18 918€ (si essence) et 19 863€ (si diesel) (voir Tableau A.1. en Annexes). La taxe sur le carburant s'élève à 1.72c€/L. L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

Pour rappel, les deux véhicules proposés à la vente roulent à l'essence dans Meurisse (2015a) et le montant de taxe additionnelle sur le carburant retenu s'élève à 1.72c€/L. Ce montant correspond à la taxe carbone frappant le litre d'essence en 2015 (El Bèze, 2014).

La Figure 8 ci-dessous représente l'impact d'une taxe sur le carburant de 1.72c€ et celui d'une taxe carbone de 1.72c€ par litre d'essence et de 1.98c€ par litre de diesel (El Bèze, 2014) lorsqu'on considère que les deux véhicules proposés à la vente n'ont pas la même motorisation (*i.e.* le véhicule propre est un véhicule diesel et le véhicule polluant un véhicule essence).

Figure 8 : Impacts d'une taxe sur le carburant et d'une taxe carbone sur les émissions lorsque les deux véhicules n'ont pas la même motorisation



Note : Le véhicule propre consomme 5.2L/100km et coûte à l'achat 18 918€ (si essence) et 19 863€ (si diesel) (voir Tableau A.1. en Annexes). La taxe carbone sur l'essence s'élève à 1.72c€/L (c'est le montant de la taxe sur le carburant retenu sur la Figure 7), et la taxe carbone sur le diesel s'élève à 1.98c€/L. L'effet « escalier » des courbes s'explique par les effets de seuils en termes de consommation unitaire du véhicule polluant (sur l'axe des abscisses) dans les conditions d'attribution d'un Malus à l'achat (voir Tableau A.2. en Annexes).

L'ajout d'une taxe à l'usage des véhicules – qu'il s'agisse d'une simple taxe sur le carburant ou d'une taxe carbone – permet d'augmenter l'écart d'émissions de CO<sub>2</sub> entre une situation sans Malus et une situation avec Malus et taxe à l'usage, comme le montre la Figure 8. Plus exactement, le mix d'instruments « Malus + taxe à l'usage » peut conduire à une réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> (c'est le cas lorsque la consommation unitaire du véhicule polluant n'est pas trop élevée), alors que le Malus seul conduisait toujours au Paradoxe de Jevons ; c'est-à-dire à une hausse des émissions de CO<sub>2</sub> en raison d'un effet rebond trop important qui l'emportait toujours sur la réduction d'émissions moyennes (les courbes en pointillés sont toujours en dessous de l'axe des abscisses).

L'attention doit cependant être davantage portée sur la différence d'impact des deux taxes sur la consommation d'énergie : la taxe carbone a un impact (à la hausse) plus important que la taxe sur le carburant (les carrés sont au-dessus des croix sur la Figure 8). Cet avantage comparatif de la taxe carbone s'explique par un surcoût au kilomètre plus élevé pour les véhicules propres que pour les véhicules polluants ; la taxe carbone sur le diesel étant plus élevée que celle sur l'essence. Or, l'effet rebond (condition nécessaire mais non suffisante à l'existence du Paradoxe) s'explique par un écart positif entre la distance parcourue en véhicule propre d'une part et celle parcourue en véhicule polluant d'autre part.

## Conclusion

Compte tenu de la contribution importante des véhicules particuliers aux émissions de CO<sub>2</sub> et donc au réchauffement climatique, les efforts d'atténuation des émissions liées à l'usage de ces véhicules sont particulièrement importants. Parmi les actions d'atténuation, on distingue généralement les changements technologiques et les changements de comportement. Les instruments tarifaires dont disposent les décideurs publics, et qui frappent soit l'achat du véhicule soit son usage, ont pour objectif de modifier les comportements. Le Malus à l'achat d'un véhicule polluant, et plus précisément l'effet rebond qui résulte de son instauration ainsi que son efficacité à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> sont discutés dans ce travail.

Il est mis en évidence que l'effet rebond associé à l'instauration d'un Malus à l'achat d'un véhicule polluant roulant à l'essence est plus élevé lorsque le véhicule alternatif proposé à la vente est un véhicule plus économe en carburant et roulant au diesel que lorsque ce dernier véhicule alternatif plus économe roule lui aussi à l'essence. Cela s'explique principalement par deux effets : le différentiel de contenu CO<sub>2</sub> qui joue directement sur le niveau total d'émissions (avec un contenu CO<sub>2</sub> plus élevé pour le diesel) d'une part et le différentiel de prix du carburant qui joue directement sur la distance parcourue avec le véhicule alternatif (avec une distance plus élevée pour le véhicule diesel dans la mesure où le prix du diesel est inférieur à celui de l'essence) d'autre part.

Du fait de cet effet rebond amplifié, la capacité du Malus à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage des véhicules est moindre lorsque les deux véhicules proposés à la vente sont de motorisation différente. Dans notre illustration, il se trouve même qu'un Paradoxe de Jevons apparaît quelque soient les caractéristiques des véhicules considérés. Cela signifie que les émissions de CO<sub>2</sub> totales sont plus élevées après l'amélioration de la performance énergétique moyenne du parc qui résulte de l'instauration du Malus.

Si une taxe sur le carburant permet de réduire l'effet rebond, et permet donc parfois d'éviter ce Paradoxe, il est montré qu'une taxe carbone est plus efficace encore qu'une simple taxe sur le carburant dès lors que les véhicules roulent effectivement avec deux carburants différents.

Dans une certaine mesure, notre raisonnement repose sur le rôle du transfert technologique dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage des véhicules particuliers. Le changement de motorisation que nous considérons ici n'est cependant pas une évolution mineure. En effet, les ménages arbitrent peu entre deux véhicules de motorisation différente. Cela constitue une limite du modèle puisque le cadre retenu ici suppose que deux véhicules ne se différenciant que par leur motorisation sont comparables. Cela illustre le besoin d'appréhender simultanément, dans les modèles théoriques, les comportements (choix du véhicule) et les leviers technologiques.



## Références

- ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) (2014). Evolution du marché, caractéristiques environnementales et techniques. Véhicules particuliers neufs vendus en France. Edition 2014.
- CCFA (Comité des Constructeurs Automobiles Français) (2014). L'industrie automobile française. Analyse & Statistiques 2014.
- DGEC, Site de la Direction Générale Energie Climat du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie : <http://www.developpement-durable.gouv.fr> (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Prix-de-vente-moyens-des,10724.html>. Mise à jour 10-12-2015).
- El Beze, J. (2014). La réforme de la fiscalité énergie: une extension de la tarification du carbone en France. Série Policy Briefs de la Chaire Economie du Climat, n°2014-06.
- EPA (Environmental Protection Agency) (2011). Greenhouse gas emissions from a typical passenger vehicle. United States.
- INSEE. Site de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques : <http://www.insee.fr> ([http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?ref\\_id=NATSOS04202&reg\\_id=0](http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?ref_id=NATSOS04202&reg_id=0). Mise à jour 05-03-2015).
- Meurisse, B. (2015a). Taxer l'achat ou/ou l'usage du véhicule : Quelle incidence de l'effet rebond ? Série Information et Débats de la Chaire Economie du Climat, n°38.
- Meurisse, B. (2015b). Politiques économiques publiques pour lutter contre les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage des véhicules particuliers. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Economiques, Université Paris Ouest Nanterre la Défense.
- Papaix, C. & Meurisse, B. (2013). Overview of the policy toolbox for low-carbon road mobility in the European Union. Série Information et Débats de la Chaire Economie du Climat, n°26.
- Schipper, L., Marie-Lilliu, C., & Gorham, R. (2000). Flexing the link between transport and greenhouse gas emissions. Fuel, 1009, 16.

## Annexes

Tableau A.1 : Valeurs utilisées dans la version numérique du modèle

| Intitulé (notation) (unité)                                      | Valeur en 2013                           | Source / Explication  |
|--|--|---|
| Revenu du ménage (€)   | 36 190                                   | Revenu moyen par ménage en 2012 en France (INSEE)   |
| Durée de détention du véhicule (années)                          | 5,3                                      | Durée de détention moyenne d'un véhicule en France en 2013 (CCFA, 2014)   |
| Paramètre de préférence pour la mobilité en véhicule particulier | 0,02                                     | Calibré de sorte à obtenir une distance proche de la distance moyenne parcourue avec un véhicule essence en France en 2013 (CCFA, 2014) |
| Consommation unitaire du véhicule propre (L/km)                  | 0,052                                    | Consommation unitaire moyenne des véhicules essence en France en 2013 (ADEME, 2014)   |
| Consommation unitaire minimum du véhicule polluant (L/km)        | 0,058                                    | Consommation unitaire à partir de laquelle un malus est appliqué en France en 2013 (Code Général des Impôts)                            |
| Consommation unitaire maximum du véhicule polluant (L/km)        | 0,086                                    | Consommation unitaire à partir de laquelle le montant du malus n'augmente plus en France en 2013 (Code Général des Impôts)              |
| Prix d'achat du véhicule propre si essence (€)                   | 18 918                                   | Prix moyen d'un véhicule essence en 2013 en France (calculs à partir de l'Argus)  |
| Prix d'achat du véhicule propre si diesel (€)                    | 19 863                                   | Prix moyen d'un véhicule diesel en 2013 en France (calculs à partir de l'Argus)   |
| Prix d'achat minimum du véhicule polluant (€)                    | 15 918                                   | + ou - 3 000 par rapport au prix moyen d'un véhicule essence (niveaux de prix choisis pour une bonne lisibilité des graphiques)         |
| Prix d'achat maximum du véhicule polluant (€)                    | 21 918                                   |   |
| Prix d'un litre d'essence (€/L)                                  | 1,5753                                   | Prix moyen d'un litre d'essence en France en 2012 (DGEC)  |
| Prix d'un litre de diesel (€/L)                                  | 1,3958                                   | Prix moyen d'un litre de diesel en France en 2012 (DGEC)  |
| Contenu CO <sub>2</sub> de l'essence (kgCO <sub>2</sub> /L)      | 2,346                                    | (EPA, 2011)   |
| Contenu CO <sub>2</sub> du diesel (kgCO <sub>2</sub> /L)         | 2,688                                    | (EPA, 2011)   |
| Montant du malus (€)   | entre 100 et 6 000<br>(voir tableau A.2) | Montants de malus appliqués en France en 2013 (Code Général des Impôts)   |
| Taxe carbone sur l'essence (€/L)                                 | 1,72                                     | Contenu CO <sub>2</sub> de la TICPE sur l'essence en France en 2015 (El Beze, 2014)   |
| Taxe carbone sur le diesel (€/L)                                 | 1,98                                     | Contenu CO <sub>2</sub> de la TICPE sur le diesel en France en 2015 (El Beze, 2014)   |

Tableau A.2 : Montant du malus en fonction des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant

| Emissions de CO <sub>2</sub> (g/km) | Consommation unitaire (L/100km) | Montant du malus en 2013 (€) |
|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 135 < x < 140                       | 5,8 ≤ x < 6,0                   | 100                          |
| 140 < x < 145                       | 6,0 ≤ x < 6,2                   | 300                          |
| 145 < x < 150                       | 6,2 ≤ x < 6,4                   | 400                          |
| 150 < x < 155                       | 6,4 ≤ x < 6,6                   | 1 000                        |
| 155 < x < 175                       | 6,6 ≤ x < 7,5                   | 1 500                        |
| 175 < x < 180                       | 7,5 ≤ x < 7,7                   | 2 000                        |
| 180 < x < 185                       | 7,7 ≤ x < 7,9                   | 2 600                        |
| 185 < x < 190                       | 7,9 ≤ x < 8,1                   | 3 000                        |
| 190 < x < 200                       | 8,1 ≤ x < 8,5                   | 5 000                        |
| > 200                               | ≥ 8,5                           | 6 000                        |

Source: Auteur, à partir du Code Général des Impôts, et en utilisant un contenu CO<sub>2</sub> de l'essence de 2.346kgCO<sub>2</sub>/L (EPA, 2011)

## **DERNIERES PARUTIONS**

**Les malfaçons dans la production contemporaine de l'habitat** n°48

Vincent RENAULD-GIARD

**L'analyse économique de la transition forestière** n°47

Philippe DELACOTE, Serge GARCIA, Julien WOLFERSBERGER

**Les impacts d'un prix-plancher du CO<sub>2</sub> dans le secteur électrique** n°46

Christian de PERTHUIS, Boris SOLIER, Raphaël TROTIGNON

**L'utilisation du produit de la taxation du carbone** n°45

Jean-René BRUNETIERE

**L'Accord de paris sur le climat : la négociation peut commencer !** n°44

Christian de PERTHUIS

**Modélisation du prix du CO<sub>2</sub> des actions de rénovations énergétiques dans le bâtiment résidentiel en France métropolitaine** n°43

Asma REMKI

---

**Nos publications sont disponibles sur le site [chaireeconomieduclimat.org](http://chaireeconomieduclimat.org)**

Directeur des publications Information et Débats : Marc BAUDRY

Les opinions exposées ici n'engagent que les auteurs. Ceux-ci assument la responsabilité de toute erreur ou omission

La Chaire Economie du Climat est une initiative de Total et de l'Université Paris-Dauphine sous l'égide de la Fondation Institut Europlace de Finance

[contact@chaireeconomieduclimat.org](mailto:contact@chaireeconomieduclimat.org)