

# Carte carbone: les arguments pour en débattre \*

Antonin Pottier ‡

décembre 2021

## Résumé

La carte carbone est un système de quotas échangeables d'émissions de GES à destination des particuliers. Elle s'est ancrée dans le débat public en France comme une alternative à la taxe carbone, sous différentes déclinaisons. À partir de la littérature scientifique existante, l'article examine les propriétés que l'on peut attendre de la carte carbone dans cinq dimensions : intégrité environnementale, efficacité, équité, fonctionnement et acceptabilité. Il compare systématiquement les propriétés de la carte carbone avec celles de la taxe carbone et avec celles revendiquées par ses promoteurs. Sur le plan de l'équité, les deux instruments sont bien plus proches que ce qu'on a pu lire. L'intégrité environnementale de la carte carbone, souvent mise en avant, n'est pas décisive alors que les travers des échanges marchands de ses quotas sont sous-estimés. La carte carbone visibilise les émissions de GES pour les particuliers, ce qui constitue une caractéristique intéressante, mais aux effets encore incertains.

Inventée par des chercheurs anglais dans les années 1990, la carte carbone vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) en ciblant les particuliers. Elle a été largement débattue au Royaume-Uni dans les années 2000, et le gouvernement travailliste a sérieusement songé en 2006-2008 à transformer cette idée en politique publique. Cela a généré un effort de recherche, avec une vague de rapports et de publications scientifiques qui a culminé autour de 2010. Face à un élan qui s'est peu à peu perdu, une publication récente tente de relancer l'idée (Fuso Nerini et al., 2021).

En France, la carte carbone est en discussion depuis la fin des années 2000 (Desmettre, 2009; Rousseaux, 2009, 2010), mais elle s'est récemment ancrée dans le débat public, comme une alternative à la taxe carbone mise à l'arrêt par la mobilisation des gilets jaunes de décembre 2018. Elle est défendue notamment par Mathilde Szuba (2019, 2020), à la suite de son important travail sur la carte carbone au Royaume-Uni (Szuba, 2014), et Yves Cochet (2019), tous deux proches de l'institut Momentum. Lors des débats autour de la Convention citoyenne pour le climat, Pierre Calame (2020a,b) en a fait la promotion, prolongeant la sensibilisation opérée par le site [comptecarbone.fr](http://comptecarbone.fr). Une tribune dans *Le Monde* a défendu le projet (Calame et al., 2020), Thomas Piketty (2020) l'a évoqué positivement, et le débat de la primaire des Verts, le 10 septembre 2021, l'a mentionné de manière fugace.

Cet article examine les propriétés de la carte carbone à partir des résultats de la recherche. Il tente d'exposer de manière équilibrée les avantages et les inconvénients de la carte carbone, faisant la part entre les arguments véritables et les artifices de présentation. Par rapport à des plaidoyers qui mettent en avant des caractéristiques favorables à l'instrument, il ambitionne d'offrir une perspective critique, mais non hostile, sur la carte carbone<sup>1</sup>. Cet article aura atteint son but s'il permet à chacun de prendre connaissance de

---

\*Version de travail, ne pas distribuer, ne pas diffuser. Soumis à la *Revue d'économie politique*.

‡EHESS, CIRED - CMB

1. On pourra également consulter (Lockwood, 2010; Starkey, 2012a,b), ainsi que Woerdman et Bolderdijk (2017) pour une analyse d'une carte carbone au sein du système européen de quotas d'émissions.

l'état actuel du dossier, et si les partisans comme les adversaires viennent y chercher des arguments.

Une première partie détaille le fonctionnement de la carte carbone et de ses différentes déclinaisons. Les parties suivantes examinent tour à tour les différentes dimensions de l'outil : l'intégrité environnementale, l'efficacité, l'équité, les infrastructures d'échange, et enfin l'acceptabilité. Comme la carte carbone est souvent présentée en opposition à la taxe carbone, des parallèles seront faits tout au long de l'exposé avec cet autre instrument.

## 1 La carte carbone

La carte carbone<sup>2</sup> est simple dans son principe : c'est un système de quotas d'émissions (de GES ou de CO<sub>2</sub>) échangeables, à l'instar du système d'échange de quotas d'émissions de l'Union européenne (SEQE-UE ou en anglais *EU-ETS*), mais à destination des particuliers. Ceux-ci se voient attribués des quotas. Lors d'un achat, ils doivent s'acquitter des quotas correspondant aux émissions de leur achat. Ces quotas sont de plus échangeables : un particulier dont la consommation excéderait les quotas qui lui ont été attribués peut en acquérir auprès d'un autre qui serait dans la situation inverse. Il y a donc deux manières d'acquérir des quotas : lors de la distribution initiale ou lors d'un achat de quotas ; et deux manières de les utiliser : lors d'un achat de marchandises ou lors d'une vente de quotas. Comme dans tous les systèmes de plafonnement des émissions (*cap-and-trade*), la quantité de quotas distribuée initialement est égale aux émissions couvertes par le système, en l'absence de fraude. En faisant diminuer la quantité distribuée, on diminue les émissions autorisées<sup>3</sup>.

La carte carbone n'a à ce jour jamais été mise en œuvre. Quelques expérimentations locales auprès de volontaires s'en sont approchés sans en avoir toutes les caractéristiques (Szuba et Semal, 2010; Howell, 2012). Elle existe donc sur le papier, avec différentes déclinaisons selon les auteurs, notamment en ce qui concerne les émissions couvertes par le schéma<sup>4</sup>.

Les *Personal Carbon Allowances* de Hillman (2004) et Fawcett (2004) couvrent les émissions directes des particuliers : achat d'énergie (gaz, électricité) pour le logement, de carburant pour le transport, mais aussi parfois les émissions des services de transport (train, avion). C'est à ce système que correspond la carte carbone défendue par Mathilde Szuba (2011).

Le système des *Tradable Energy Quotas* de Fleming (1997, 2007) couvre l'économie dans son intégralité. Les entreprises sont aussi soumises à l'obligation de fournir des quotas lors des achats de combustibles fossiles. Les particuliers reçoivent gratuitement un montant fixe de quotas alors que les entreprises doivent acheter leur quotas aux enchères. Les distributeurs d'énergie sont chargés de collecter les quotas auprès des consommateurs, de sorte que l'autorité régulatrice se contente de vérifier auprès des importateurs et producteurs que le nombre de quotas qu'ils ont collectés est bien égal aux émissions de CO<sub>2</sub> des combustibles

---

2. Le terme générique anglophone est *personal carbon trading* (Fawcett, 2010). Nous choisissons pour le traduire le terme de *carte carbone* popularisé par les travaux de Mathilde Szuba.

3. Nous organisons notre discussion autour des aspects climatiques de la carte carbone. L'aspect de gestion de la pénurie énergétique sur laquelle insiste Mathilde Szuba (2011, 2014) ne paraît plus pertinente au regard du problème climatique : il y a bien trop de pétrole (Prévot, 2007; Giraud, 2014) et l'on s'oriente – ou l'on devrait s'orienter – vers un pic d'extraction du fait de la restriction de la demande (Van de Graaf et Verbruggen, 2015) et non de contraintes de l'offre (Welsby et al., 2021).

4. Pour une revue des différentes propositions et de leurs caractéristiques, cf. Fawcett et Parag (2010). Des systèmes de carte carbone réduits aux seuls émissions du transport ont également été envisagés et étudiés (Raux, 2004).

qu'ils ont mis sur le marché.

Ces différentes propositions s'inscrivent dans une logique de régulation des émissions au point de combustion. Ils correspondent donc à une comptabilité des émissions fondée sur la production. Par exemple, pour une télévision produite en Chine et vendue au Royaume-Uni, seule l'entreprise qui achemine par un camion roulant au diesel la télévision sur le territoire britannique devra acquérir des quotas d'émissions pour ce transport, un surcoût qui se retrouvera dans le prix payé par le consommateur. Ces systèmes n'incluent donc pas les émissions incorporées à l'étranger dans les biens consommés (de la même manière qu'une taxe carbone sans ajustement aux frontières ne prend pas en compte les émissions non taxées à l'étranger). Le *compte carbone* défendu notamment par Pierre Calame propose de basculer entièrement sur une comptabilité fondée sur la consommation<sup>5</sup>. Si le principe général est le même, les quotas carbone servent maintenant à s'acquitter de l'empreinte carbone d'un produit, c'est-à-dire des émissions directes et indirectes liées à la fabrication du produit (on parle aussi d'émissions amont et aval).

Les différentes déclinaisons de la carte carbone ont des points communs. Toutes par exemple reposent sur un système de quotas carbone échangeables, ce qui implique que chaque participant au système (et donc chaque particulier) ait un compte qu'il devra gérer. Le coût pour opérer ses comptes n'est pas négligeable (Defra, 2008), ce qui a été un argument majeur dans l'abandon du projet par le ministère anglais de l'environnement (Szuba, 2011, p. 183-202). Le développement des applications numériques de banque à distance devrait participer à revoir à la baisse cette estimation, tout comme les outils d'intelligence artificielle (Fuso Nerini et al., 2021).

La faisabilité de la carte carbone s'apprécie différemment en fonction des émissions couvertes. Les propositions reposant sur les seuls combustibles fossiles ne posent pas de difficulté d'estimations des émissions des produits : les émissions de CO<sub>2</sub> d'un litre d'essence ou d'un mètre-cube de gaz sont connues avec précision. L'extension aux services de transport (ferroviaire, aérien) paraît un peu plus délicate mais devrait rester gérable.

Le *compte carbone*, dont la spécificité est de vouloir traiter les émissions incorporées, présente une difficulté autrement plus sérieuse. L'empreinte carbone des produits n'est en effet pas connue avec précision. Elle peut être estimée en moyenne par des analyses de cycle de vie, ou bien pour des biens génériques sur la base de modélisation des émissions et des flux commerciaux à l'échelle internationale (Hertwich, 2005). Pour déterminer en toute rigueur les émissions incorporées dans un bien particulier d'un producteur spécifique, le *compte carbone* prévoit de tracer toutes les émissions associées et donc de développer une comptabilité du carbone entre entreprises. Cette comptabilité devrait aussi s'appliquer au monde entier pour prendre en compte les émissions générées à l'étranger par les biens consommés en France. Si tant est qu'un tel système soit possible, son développement ne pourrait pas intervenir avant plusieurs années.

Pour palier cette difficulté, les concepteurs du *compte carbone* proposent dans un premier temps d'utiliser les contenus en émission tels qu'ils sont connus dans la Base Carbone de l'Ademe. La base carbone de l'Ademe rassemble certes une quantité impressionnante de données, mais elle ne couvre pas tous les produits et pas forcément avec un niveau de détail suffisant. Utiliser des valeurs moyennes pour tous les biens d'une même catégorie (comme les jeans) a des conséquences en terme d'incitations. Par construction, il n'y a pas de différenciation entre les producteurs d'un même produit et donc pas d'incitation pour eux à se distinguer en changeant leur méthode de production pour émettre moins. Les consommateurs ne sont pas non plus incités à favoriser le mieux disant environnemental

---

5. Sur la différence de perspective, désormais bien connue, entre production et consommation, voir (Peters, 2008).

dans une même catégorie. En réalité, du fait de l'utilisation d'un même contenu carbone pour tous les biens d'une même catégorie, l'arbitrage s'opérera entre catégories de bien et non à l'intérieur d'une catégorie.

Ce palliatif a de bonnes chances d'être contesté si la proposition devient sérieuse, bloquant par là sa mise en œuvre. C'est qu'il n'est pas simple de transformer des outils d'évaluation *ex post* en outil d'orientation des choix. Une recherche-intervention conduite chez le constructeur automobile Renault illustrera ce point. Comme l'analyse du cycle de vie (ACV) des véhicules est une étude lourde et exigeante, elle est traditionnellement réalisée sur des produits existants. Une version simplifiée a été développée chez Renault pour s'appliquer à la conception des véhicules afin de connaître (et réduire) leur impact environnemental (Iken, 2021). Toutefois, l'utilisation de valeurs moyennes pour l'ACV des pièces, à l'image de la proposition du *compte carbone*, a suscité une forte opposition car elle ne permettait pas de discriminer entre les fournisseurs. De telles oppositions risquent de voir le jour avec le *compte carbone*, tant du côté des producteurs qui n'apprécient pas que leur produit soit traité par construction de la même manière que celui de leur concurrent, que du côté des consommateurs qui ne comprendront pas que ce qu'ils perçoivent comme mieux disant environnemental n'ait pas un contenu carbone plus faible. Cet absence d'accord sur les contenus en émissions des produits paraît rédhibitoire pour la faisabilité du *compte carbone*.

Pour ambitieuse et novatrice qu'elle soit, la proposition d'un *compte carbone* qui soumettrait à quotas l'empreinte carbone des produits paraît donc délicate à mettre en œuvre en raison de la quantité d'informations qu'elle requiert et qui ne sera pas disponible dans un futur proche.

La suite discutera ce qui est commun aux différentes propositions, en pointant le cas échéant comment les différences sur les émissions couvertes doivent venir modifier l'analyse.

## 2 L'intégrité environnementale de la carte carbone

Par construction, le niveau total des émissions dans le périmètre couvert par un système de quotas échangeables est au plus égal au montant des quotas alloués. Un système comme la carte carbone plafonne globalement les émissions, indépendamment des échanges entre participants. Il assure donc ce qu'on appelle l'intégrité environnementale du dispositif, c'est-à-dire le fait que les effets sur l'environnement (ici les émissions) soient contrôlables au niveau voulu.

Le système de quotas s'oppose ainsi à la taxation : en fixant une taxe, on connaît précisément la contrainte économique, mais on ne connaît pas exactement la résultante environnementale de cette contrainte, tandis qu'en fixant un plafond de quotas, on s'assure de la résultante environnementale, sans connaître d'avance le prix auxquels s'échangeront les quotas. C'est la différence fondamentale, mise en évidence depuis Weitzman (1974), entre les instruments économiques régulant par les prix, comme la taxe carbone, et les instruments régulant par les quantités, comme la carte carbone.

L'intégrité environnementale est un argument habituel du débat public, qui joue en faveur des quotas et contre les taxes (Dresner et al., 2006). Il a été mis en avant par Jos Delbeke, l'architecte du SEQE-UE, pour gagner, avec succès, le soutien politique de la Commission et l'appui des ONG environnementales (Skjærseth et Wettstad, 2008). Claude Turmes, député européen de 1999 à 2018, aujourd'hui ministre luxembourgeois de l'Énergie, bien que critique du SEQE-UE, voit la création d'un niveau maximal de GES comme « une mesure utile, car le problème du changement climatique est un problème de volume de tels gaz émis dans l'atmosphère » (Turmes, 2017, p. 121). Le même argument

a été présent dans le débat sur le Paquet Climat allemand, qui a un temps tourné autour du choix entre taxe et quotas. Ainsi, Markus Söder, le leader de la CSU, déclare : « La taxe sur le CO<sub>2</sub> présente un inconvénient par rapport aux certificats : la taxe sur le CO<sub>2</sub> ne détermine que le montant des recettes, mais pas la quantité de CO<sub>2</sub> consommée » (dpa, 2019).

On retrouve cet argument dans les perceptions populaires de la carte carbone : la carte carbone atteindrait ses objectifs environnementaux, mais pas la taxe (Harwatt et al., 2011, p. 65). Les promoteurs de la carte carbone en France y recourent volontiers. Ainsi, Yves Cochet (2019) : « contrairement à la taxe carbone dont l'effet climatique est incertain [...], la carte carbone permet à coup sûr de respecter l'objectif de diminution de nos émissions de CO<sub>2</sub> ». Pierre Calame (2020b) présente les quotas négociables comme des « obligations systémiques de résultat ». Mathilde Szuba (2011) revendique aussi l'intégrité environnementale pour la carte carbone, qu'elle oppose au fonctionnement du SEQE-UE, en raison de la possibilité de répondre à ces obligations par des crédits internationaux<sup>6</sup> (type Mécanisme de développement propre). Il est vrai que le système européen a autorisé les crédits internationaux dans ses phases 2 et 3, mais dans des quantités qui étaient limitées<sup>7</sup>, et ce n'est plus possible depuis la phase 4. Cette divergence, somme toute mineure, n'apparaît pas de nature à remettre en cause les traits communs fondamentaux entre carte carbone et SEQE-UE.

Si l'intégrité environnementale a un certain attrait, attrait renforcé par la congruence avec des objectifs de politique climatique formulés en quantité<sup>8</sup>, on peut se demander si elle constitue un objectif pertinent. En effet, pour limiter le réchauffement climatique, les émissions de carbone, cumulées dans l'espace et dans le temps, doivent être plafonnées. Les émissions de GES doivent donc décroître au niveau mondial et sur de grandes échelles de temps, jusqu'à devenir nulles. En revanche, tant que le budget intertemporel global est respecté, l'observation scrupuleuse des objectifs d'émissions d'un pays pour une année donnée importe peu et les fluctuations des émissions d'une année sur l'autre ne sont pas très graves. C'est pourquoi les systèmes de quotas en place allouent les émissions par phase de plusieurs années (entre cinq et dix ans pour le SEQE-UE), avec même des possibilités de transfert entre phases, là où les raisonnements sur la carte carbone sont conduits en France sur l'échelle d'un an<sup>9</sup>. Si le recul des émissions est le seul marqueur de succès d'une politique climatique, le recours à l'argument de l'intégrité environnementale révèle une insistance sur le respect d'une limite d'émissions pour un territoire et une année, une insistance qui paraît peu fondée physiquement mais qui est un « artefact historique » (Godard, 1992b, p. 21).

---

6. Ces crédits représentent des réductions d'émission en dehors du périmètre couvert par le SEQE-UE, et viennent compenser des émissions à l'intérieur du périmètre. Si les réductions ne sont pas réelles, il y a au total plus d'émissions que ce qui était autorisé, ce qui est une atteinte à l'intégrité environnementale.

7. Sur la phase 2 (2008-2012), l'article 11a de la directive 2003/87/EC, telle qu'amendée par la directive 2004/101/EC, établit la possibilité de recourir aux crédits internationaux de carbone, pose le principe d'une limite d'utilisation, mais laisse à chaque État membre la fixation des limites précises dans son plan national d'allocation des quotas, que la Commission doit néanmoins approuvée. Cela correspond à un maximum de 1442,5 MtCO<sub>2</sub> de crédits internationaux utilisables, soit presque 14 % des 10 404,5 MtCO<sub>2</sub> de crédits européens distribués (Vasa, 2012). Finalement, 1058 MtCO<sub>2</sub> ont été effectivement utilisés. Sur la phase 3 (2013-2020), l'article 11a, tel qu'amendée par la directive 2009/29/EC, établit une limite d'utilisation, qui sera fixée par la régulation 1123/2013 légèrement au-dessus du montant maximum autorisé en phase 2. Le point important est que les crédits internationaux déjà utilisés dans la phase 2 sont inclus dans ce montant, ce qui limite à peu près le recours aux crédits internationaux en phase 3 au reliquat non-utilisé de la phase 2. De fait, pour cette phase, 506,3 MtCO<sub>2</sub> de crédits internationaux ont été utilisés.

8. Pour un avertissement précoce des dangers de cette attraction dans le cadre des négociations internationales, voir (Hourcade, 1997).

9. « quotas annuels » chez Cochet (2019), « volume maximum d'émissions annuelles » chez Szuba (2011), quotas renouvelés au 1er janvier selon [comptecarbone.org](http://comptecarbone.org).

La rhétorique de l'intégrité environnementale s'accorde bien avec une carte carbone qui déterminerait un plafond annuel d'émissions grâce à des quotas à validité annuelle. Pourtant les propositions détaillées laissent en fait ce détail dans l'ombre. Le système des *Tradable Energy Quotas* s'accordent plutôt avec des quotas à validité perpétuelle tandis que celui des *Personal Carbon Allowances* n'a pas, à notre connaissance, pris position sur ce point. En pratique, un cadre annuel de fonctionnement ne manquerait pas de poser des problèmes puisque la demande énergétique fluctue d'une année sur l'autre, notamment en fonction de la rigueur de l'hiver. Un hiver très froid obligeraient à des restrictions fortes sur d'autres postes comme le transport, alors qu'un hiver chaud libérerait les quotas destinés au chauffage pour d'autres usages. Il paraîtrait plus judicieux d'avoir une compensation intertemporelle, ce qui lisserait les variations des émissions du chauffage. Toutefois, la littérature est à peu près silencieuse sur les périodes de validité des quotas ou sur les pratiques de compensation inter-périodes<sup>10</sup>. De tels aménagements mettraient la carte carbone en porte à faux par rapport à la rhétorique de l'intégrité environnementale.

Les économistes sont en sus circonspects envers l'argument de l'intégrité environnementale pour une raison qui leur est propre. Ils ont tendance à considérer que la hausse de prix a un effet déterminant et univoque sur la quantité d'émissions alors que la réduction des quantités émises par la hausse des prix paraît bien souvent un mystère, si ce n'est une entourloupe, dans les discussions publiques. Pour un économiste, même si on peut avoir du mal à quantifier exactement la réduction entraînée par la hausse de la taxe, l'effet de réduction est certain. Ainsi, en l'absence d'incertitude, les quotas sont réputés être équivalents à la taxe : il y a un niveau de taxe qui permet d'obtenir le même effet qu'un plafond d'émissions. Avec une taxe carbone bien calibrée, on peut donc toujours atteindre les mêmes objectifs environnementaux qu'avec une carte carbone.

Une abondante littérature discute les mérites comparés, en dehors de cette situation hypothétique, des instruments prix (taxes) et quantités (quotas). Le point de départ est l'analyse de Weitzman (1974) : en information imparfaite, la préférence pour l'un ou l'autre des instruments dépend de la pente relative des courbes de coût ou de dommage. Toutefois, elle s'applique aux dommages engendrés par un flux alors que l'effet de serre est un problème de stock. Lorsque cette dimension est prise en compte, Hoel et Karp (2002) ainsi que Newell et Pizer (2003) montrent que le contrôle par les prix est préférable au contrôle par les quantités. Bien d'autres dimensions sont cependant à considérer. Si un économiste influent comme Nordhaus (2007, p. 37) a pris plutôt position en faveur de la taxe, le débat sur l'instrument à privilégier continue à exister (on comparera la synthèse de Goulder et Schein (2013), qui penche en faveur de la taxe pour des raisons de stabilité du prix, à l'argumentaire de Stavins (2020) qui ne voit pas de raisons normatives à préférer l'un ou l'autre instrument). Quoi qu'il en soit, ce n'est pas, d'après ces analyses, en raison de l'intégrité environnementale qu'un système de quotas serait à privilégier.

Si l'importance de l'intégrité environnementale peut être débattue, sa réalité peut également être interrogée. La comparaison entre un prix certain mais des quantités incertaines pour une taxe carbone et des quantités certaines mais un prix incertain pour la carte carbone repose sur l'hypothèse que les paramètres des instruments (les plafonds d'émissions ou les trajectoires de prix) sont fixés une fois pour toutes. En réalité, les paramètres ne sont

10. Bristow et al. (2010) évoquent la période de validité des quotas, mais constatent qu'augmenter la période d'utilisation est perçue comme affaiblissant l'intégrité environnementale ; [comptecarbone.org](http://comptecarbone.org) évoque des mécanismes d'étalement des quotas, mais dans le cadre d'une discussion sur les biens d'équipement fortement émetteurs.

fixés que pour une période donnée, les paramètres de la période suivante sont déterminés en fonction des résultats de la période courante et une intervention d'urgence est toujours possible. Cela place donc les deux instruments sous une incertitude commune, celle de la réaction du pouvoir politique aux conséquences de l'instrument. La trajectoire d'une taxe carbone, si elle peut être annoncée, ne peut pas être fixée : elle peut toujours être remise en cause par le législateur, comme cela a été le cas à la suite du mouvement des gilets jaunes. La loi de finances de 2018 avait mis en place une trajectoire de taxe carbone jusqu'en 2022. Le 5 décembre 2018, pour mettre fin aux mobilisations grandissantes, le président de la République annonce l'annulation de la hausse des taxes sur le carburant, annulation entérinée par la loi de finances de 2019.

La situation n'est pas fondamentalement différente pour le plafond des systèmes de quotas. Il est inscrit dans des dispositions juridiques qui peuvent être amendées. Il est ainsi inadéquat de présenter la carte carbone comme une manière automatique de faire diminuer les émissions : l'abaissement de son plafond est soumis aux mêmes aléas qu'une trajectoire de hausse de prix. Le plafond cessera d'être abaissé, sera relevé ou aboli en fonction des coalitions d'intérêts qui se formeront en réaction à sa mise en place.

De telles interventions s'observent dans les systèmes de quotas en fonctionnement. Quand le prix des quotas devient trop élevé ou trop faible sur le marché au comptant, de nouvelles dispositions juridiques visent à réguler les quantités de quotas et ajuster les prix. Sur le marché RECLAIM du comté de Los Angeles, destiné à réduire les émissions de polluants locaux, de graves tensions sur le marché électrique à l'été 2000 obligent les opérateurs à mettre en service de vieilles centrales très émettrices de  $\text{NO}_x$ . Le prix des quotas de  $\text{NO}_x$  s'envolent : ils passent de quelques milliers de dollars à plus de 70 000\$ au pic de l'été (Ellerman et al., 2003, p. 24-26). En mai 2001, par une disposition rectificative, l'agence régulatrice retire les centrales électriques du périmètre du marché, ce qui revient à relâcher le plafond initial. Celles-ci ne seront réintroduites qu'en 2007 (Fowlie et al., 2012, p. 969-970).

Sur le marché européen, l'allocation des quotas était déjà généreuse en phase 2, et la crise de 2008 a encore accentué la surabondance de quotas, tirant les prix vers le bas. Les débats incessants des années 2010 sur la réforme du SEQE-UE pour sa phase 4 ont conduit à retirer des quotas déjà présents ou à en limiter la distribution par rapport à ce qui était prévu. Les écarts sont inverses à ceux du système RECLAIM, mais l'enseignement est le même : le plafond n'est pas fixé de manière intangible, il fait l'objet d'une gestion par le corps politique qui a institué l'instrument.

La supériorité de la carte carbone sur la taxe carbone du fait de la régulation automatique des quantités d'émissions paraît donc fragile (Lockwood, 2010), une fois tenu compte des institutions qui décident de la mise en place et du pilotage de cet instrument. La hausse de la taxe carbone comme l'abaissement du plafond de la carte carbone se heurtent ici aux mêmes difficultés : aucune disposition ne peut garantir qu'ils puissent être effectivement mis en œuvre lorsqu'ils sont contestés.

Des dispositions peuvent remédier à cette fragilité. Mathilde Szuba (2011, 2019), suivant David Fleming (2007), propose ainsi de confier la gestion du plafond à un organe indépendant du pouvoir politique, un groupe de scientifiques qui suivrait les recommandations du GIEC pour fixer le plafond. Ce serait une innovation notable et effectivement décisive pour le problème en question, à défaut d'être tout à fait crédible, étant donné le caractère sensible des consommations énergétiques. Mais alors, ce n'est pas le choix de l'instrument (taxe ou quotas) qui est en cause, mais le fait de confier son pilotage à un organe externe et de supposer que les décisions prises ainsi, au nom de la protection du climat, ne seront pas contestées. On obtiendrait des effets semblables en confiant le niveau

d'une taxe carbone à un organe indépendant.

### 3 L'efficacité

Le thème de l'efficacité est à peu près absent des discussions sur la carte carbone en France. Il a été en revanche plus largement débattu dans la littérature économique. Cela n'a rien d'étonnant si l'on songe que l'efficacité est une préoccupation d'économiste.

L'efficacité d'un instrument signifie sa capacité à assurer les réductions d'émissions à moindre coût ; on ne la confondra pas avec l'effectivité, c'est-à-dire la capacité à atteindre un objectif de réduction d'émission, ce qui relève de la section précédente. Dans la sagesse économique conventionnelle, la taxe carbone et la carte carbone sont également efficaces : toutes deux reposent sur des incitations monétaires qui sont les mêmes pour tous les acteurs à la marge. L'efficacité est assurée parce que l'incitation est exactement la même pour tous.

Cette équivalence ne vaut pourtant que dans le monde bien balisé de la théorie économique. Dans ce monde, l'*homo oeconomicus* maximise sa fonction d'utilité sous contrainte budgétaire : pour lui, en effet, seul le prix compte. En réalité, cependant, bien d'autres variables sont en jeu, et l'expression d'effets comportementaux est maintenant consacrée pour nommer ce qui ne passe par le prix.

Les argumentaires en faveur d'une efficacité plus grande de la carte carbone par rapport à la taxe carbone reposent donc sur les effets comportementaux. Les justifications sont variées<sup>11</sup>.

Devoir payer deux fois au moment de prendre de l'essence, en euros et en carte carbone, ferait prendre conscience de la quantité d'émissions rejetées (là où la taxe carbone serait invisible car intégrée dans le prix) et donc permettrait plus facilement de limiter la consommation de carburant. La carte carbone matérialiseraient les émissions dans un grand nombre de situations, ce qui développerait la conscience des conséquences environnementales des choix et provoquerait une interrogation toujours renouvelée sur la manière de les éviter. Il se développerait une comptabilité mentale en carbone qui pèserait au moment des choix. Ces effets permettraient d'impliquer les particuliers dans la recherche, individuelle comme collective, de réduction d'émissions et donc de trouver des réductions d'émissions moins coûteuses.

La carte carbone permettrait de créer du lien et de la solidarité entre les personnes échangeant les points carbone, d'activer un sentiment de défi affronté en commun (Fleming, 2007), ce qui renforcerait l'adhésion aux objectifs climatiques. La définition d'un plafond enverrait le signal d'un niveau limite d'émissions et créerait une nouvelle norme sociale que chacun intérieuriserait. Cela se traduirait par des changements d'attitude vis-à-vis des réductions d'émissions, qui seraient vues plus positivement.

La plus grande efficacité de la carte carbone viendrait donc de ce que l'instrument activerait des coûts de réduction plus faibles que la taxe. Ces coûts de réduction seraient plus faibles, soit du fait de la mise en œuvre d'actions moins coûteuses (changement de comportement), soit en raison de la moindre perte d'utilité engendrée par une même action (changement d'attitude).

Les effets de ce type sont cependant difficiles à établir et plus encore à évaluer. Les argumentations s'appuient sur des cas plus ou moins analogues à la carte carbone, effectuent des rapprochements entre des situations distinctes qui, certes plausibles, peuvent se révéler au final inexacts. Heureusement, quelques études ont été spécifiquement réalisées sur cette question des effets comportementaux. Capstick et Lewis (2010) étudient les décisions prises

---

11. Voir Capstick et Lewis (2010, section 2) pour une autre revue ou Starkey (2012b), qui les ordonne sous l'hypothèse ENCORE : engagement, conscience, responsabilité, *empowerment*.

dans un schéma hypothétique de carte carbone par 65 personnes. Ils tendent à mettre en évidence un effet de comptabilité mentale en carbone, mais sans qu'il soit possible de comparer avec les effets d'une taxe.

À partir d'entretiens avec 60 personnes explorant leurs réactions aux deux instruments appliqués au transport, Harwatt et al. (2011) trouvent également que la carte carbone conduit à de plus grandes réductions d'émissions pour une incitation monétaire déclarée moindre. Toutefois, dans leur cas, le prix des permis est incertain, ce qui invalide la comparaison directe, d'autant plus qu'ils signalent que la crainte sur les envolées du prix des quotas est une raison significative, chez les enquêtés, de leur utilisation parcimonieuse.

Par un questionnaire administré à 1096 personnes, Parag et al. (2011) comparent les performances d'une taxe sur l'énergie, d'une taxe carbone et d'une carte carbone, avec le même niveau d'incitation marginale, sur quatre postes différents de consommation. Se référer au carbone plutôt qu'à l'énergie active des motivations environnementales et entraîne de plus fortes réductions d'émissions. Les effets de la carte carbone en revanche sont caractérisés de manière insuffisante et équivoque.

Par une mise en situation appliquée à 189 personnes, Zanni et al. (2013) comparent taxe et carte carbone, avec les mêmes incitations monétaires. La taxe carbone pousse plus de gens à changer de comportement, mais les réductions relatives d'émissions sont plus importantes avec la carte carbone. Au final, il y a un léger avantage pour la carte carbone. Contrairement à qu'on pourrait attendre, il n'y a pas d'influence discernable du niveau de l'incitation monétaire. Les auteurs concluent que les avantages de la carte carbone sont insuffisamment mis en évidence.

Enfin, un dernier questionnaire restreint au domaine des transports ( $N \simeq 300$ ) n'a pas non plus permis de mettre en évidence une différence entre taxe et quotas (Raux et al., 2015), mais la fiabilité du résultat peut être interrogée, les auteurs exprimant des doutes sur la validité de leur modèle économétrique.

Deux limites de ces études sont toutefois à considérer. D'une part, dans le cadre du questionnaire, le prix du carbone est apparent, quel que soit l'instrument retenu ; cela atténue l'écart entre carte et taxe par rapport à une situation réelle, si l'hypothèse de comptabilité mentale est valide. D'autre part, le prix du point carbone est fixe et stable, alors qu'il serait incertain et volatile en réalité (voir discussion en section 5) ; la direction et l'ampleur de ce biais est difficile à estimer. Les études sont donc encore loin de pouvoir comparer les deux instruments en situation réelle.

Les effets comportementaux de la carte carbone et leur ampleur sont donc encore mal connus. Si la littérature existante n'infirme pas leur présence, leur mise en évidence reste timide et sujette à débat. Bien des détails restent obscurs et demanderaient à être explorés plus avant pour obtenir une confirmation éclatante. Il n'est pas sûr que cela soit possible, d'autant plus que les effets les plus significatifs ne peuvent pas être simulés en laboratoire et ne peuvent sans doute être produits que par la mise en place effective de l'instrument. Les raisons de croire à une efficacité plus grande de la carte carbone peuvent donc subsister et rentrer dans un argumentaire en faveur de la carte carbone.

Du point de vue du bilan économique de la mise en place de l'instrument, la plus grande efficacité potentielle de la carte carbone peut permettre de rattraper les coûts plus importants de sa mise en place et de sa gestion. La visibilité des émissions qui permet aux effets comportementaux de se déployer dépasse toutefois la seule question économique de la plus ou moins grande efficacité de la carte carbone. Il y a aussi en jeu un rapport proprement politique sur lequel l'analyse économique ne peut rien dire. Même si taxe carbone et carte carbone s'avéraient équivalentes sur le plan de l'efficacité, il n'en resterait pas moins qu'elles

seraient distinctes sur ce plan-là, avec des cadrages et des univers de référence potentiellement différents. Là où la taxe carbone pourrait participer d'une transition transparente en faisant fond sur une continuité des comportements (la réaction des consommateurs aux signaux prix), la carte carbone mettrait le projecteur sur les limitations nécessaires des émissions de GES et en ferait le levier du changement. Toutefois, ces associations entre instruments restent des constructions politiques qui sont susceptibles d'évoluer<sup>12</sup>. La nature de ces mises en scène politiques tout comme leurs effets sortent du cadre de l'analyse économique.

Quoi qu'il en soit, pour que les effets comportementaux liés entre autres à la visibilité des émissions donnent toute leur mesure, il faut prendre garde aux articulations entre les différentes composantes de l'instrument. Comme le remarque Starkey (2012b), les détails de mise en œuvre de l'instrument jouent sur les effets attendus. Les effets liées à la comptabilité mentale en carbone ne valent que si le prix en point en carbone est affiché à côté du prix traditionnel en euros et s'il y a bien des moyens de paiement distincts. Dans ces conditions, carbone et euros apparaissent comme deux sphères de valorisation distinctes, une comptabilité mentale en carbone peut se créer, avec les effets discutés ci-dessus. A contrario, les mises en œuvre qui diminuent la visibilité de la carte carbone, souvent dans le but de la rendre plus simple à utiliser, affaiblissent les effets comportementaux. Il en est ainsi du « pay as you go », où l'acheteur paie un surcoût au vendeur pour que ce dernier se procure sur le marché les quotas correspondants à l'achat (d'essence par exemple). On pourrait en dire autant des différentes mesures qui visent à faire gérer en toile de fond la carte carbone par les téléphones (Fuso Nerini et al., 2021). Cela rend peut-être plus pratique la carte carbone mais cela a de bonnes chances d'annihiler les effets comportementaux pour lesquels on aura voulu la mettre en place.

## 4 L'équité

Telle qu'elle est présentée classiquement, la carte carbone permet une redistribution des plus riches vers les plus pauvres. Dans sa version de base, la carte carbone distribue les quotas d'émissions à part égale. Or, les besoins en quotas ne sont pas également répartis dans la population. Les ménages les plus aisés consomment plus et donc émettent plus que les plus pauvres. Ils devront donc acheter des quotas aux plus pauvres, qui, émettant moins que la moyenne, pourront leur en vendre.

La comparaison avec la taxe carbone semble de prime abord à l'avantage de la carte carbone. La taxe carbone prélève en moyenne davantage aux ménages les plus riches par rapport aux plus pauvres. Cependant, comme les dépenses énergétiques en particulier et les émissions en général, croissent moins vite que le revenu, ce prélèvement représente une part plus importante du revenu des plus pauvres que de celui des plus riches. La taxe carbone s'apparente à un impôt régressif.

Cet avantage est simplement le produit d'un cadrage accommodant. La comparaison directe avec la carte carbone n'est en réalité pas possible car on compare un instrument qui produit des ressources pour la collectivité (les recettes de la taxe carbone), à qui il revient ensuite de les utiliser au mieux, avec un instrument qui n'en produit pas. Lorsqu'il

12. Il y a presque trente ans, Olivier Godard (1992b, p. 4) mobilisait les qualités politiques prêtées aujourd'hui à la carte carbone pour défendre... la taxe carbone : « un régime de taxation [sur le carbone] conçu de manière appropriée ajoute une capacité politique de focalisation des attentions du fait de l'unicité de la taxe qui peut incarner symboliquement, à travers son taux, un engagement et un projet de la collectivité sur son avenir. Il y a là un vecteur potentiel d'une large prise de conscience d'un problème au sein de l'opinion publique dont les effets iraient bien au-delà de l'effet-prix mécanique tel qu'il est analysé par les économistes au travers du jeu des élasticités-prix de la demande. »

est question de redistribution, il importe pourtant de comparer des systèmes de transferts équilibrés, avec des prélèvements et des prestations qui se compensent (Insee, 2021). Or l'usage des recettes est un point déterminant de la progressivité ou de la régressivité de la taxe carbone (Combet et al., 2010; Klenert et Mattauch, 2016). Une taxe carbone avec redistribution uniforme des recettes aux ménages, tel que le « chèque vert » proposé par la Fondation Nicolas Hulot à la fin des années 2000, n'est pas très différente, sur le plan redistributif, d'une carte carbone avec allocation gratuite égalitaire des quotas. De même, une carte carbone avec vente des quotas aurait le même effet redistributif qu'une taxe carbone pour un même usage des recettes.

Une fois réintégrée la problématique de l'usage des recettes, la carte carbone n'est ni plus ni moins redistributive que la taxe carbone. L'avantage serait plutôt du côté de la taxe carbone, car elle peut offrir un usage des recettes plus flexible. La carte carbone avec allocation gratuite des quotas équivaut nécessairement à une redistribution aux ménages ; la taxe carbone permet d'envisager la baisse d'impôts distorsifs, ce qui renvoie au thème du double-dividende et de la réforme fiscale écologique (Deroubaix et Lévéque, 2006).

La force de la carte carbone sur le plan de l'équité est celle de sa communication. D'une part, elle lie dans un même instrument prélèvement et redistribution, là où la taxe carbone ne met l'accent que sur les prélèvements et laisse dans le flou l'usage des recettes. D'autre part, elle met en avant la distribution égalitaire des quotas. Cette allocation semble simple et juste pour un instrument voué à se déployer dans le cadre national des démocraties occidentales, espace dans lequel règne fortement la norme d'individus égaux en droit. La mention de l'égalité revient constamment dans les présentations et elle suffit souvent à donner le sentiment de la justice. Son importance est cohérente avec le fait que les enquêtés de Harwatt et al. (2011, p. 67) expriment leur préférence pour des quotas qui ne s'échangent pas, car alors l'utilisation des quotas est effectivement égalitaire.

La carte carbone n'est pourtant pas un simple système de rationnement : les points carbone sont des quotas échangeables, ce qui fait une grande différence (Roodhouse, 2007). Dans les systèmes de rationnement classique, l'accès de chacun à la ressource rationnée est à peu près égal au quota reçu. Les échanges sont souvent prohibés et sévèrement réprimés, et l'allocation initiale est conçue au plus près des besoins. Au contraire, avec un système de quotas échangeables, il y a dissociation entre allocation initiale et usage effectif des quotas, et les échanges de quotas provoquent une redistribution de la richesse. Les justifications de l'instrument doivent tenir compte de cette caractéristique (Godard, 2014).

À écouter ses promoteurs, la carte carbone est justifiée parce qu'elle est à la fois égalitaire et redistributive. C'est le signe d'une hésitation sur le critère de justice retenu : la carte carbone est-elle juste parce qu'elle est égalitaire ou parce qu'elle est redistributive ? On retrouve là les deux exigences de justice auxquelles sont soumises les systèmes de quotas échangeables : une qui porte sur l'allocation initiale et une qui porte sur la redistribution finale. La carte carbone semble répondre à ces exigences qui entrent souvent en tension parce qu'elle promet une redistribution des riches vers les pauvres au moyen de l'égalité.

La justice par l'égalité n'est cependant qu'apparente. Elle ne résiste pas à un examen philosophique des justifications de l'égalité des droits à émettre (Starkey, 2012a). Celles-ci ne seraient de toute façon pas suffisantes car le caractère échangeable des quotas modifie la nature du problème de justice à résoudre (Godard, 1992a; Pottier, 2018). Une perspective de justice distributive semble plus appropriée et alors deux difficultés pour la carte carbone doivent être soulignées<sup>13</sup>.

Distribuer les quotas aux individus, sans tenir compte de leur foyer, opère une redis-

---

13. Des difficultés similaires sont observées pour la taxe carbone : le parallélisme sur le plan de l'équité des deux instruments se poursuit là encore.

tribution des personnes vivant seules vers les personnes vivant en couple. En effet, les émissions, comme les niveaux de vie, dépendent des caractéristiques démographiques du ménage dans lequel vivent les individus. Pour un même revenu total, un couple vivant sous un seul toit aura un meilleur niveau de vie que deux personnes vivant séparément. Et ses émissions seront moindres que la somme des leurs (Fremstad et al., 2018). Autre problème analogue : les enfants ont des besoins moindres que ceux des adultes. Donner à chaque individu le même quota carbone, c'est avantager les familles par rapport aux couples ; ne donner un quota carbone qu'aux adultes, c'est désavantager les familles.

Si la redistribution par la carte carbone opère bien en moyenne des riches vers les pauvres, elle opérera aussi à l'intérieur des classes de revenu. En effet, les émissions des ménages français présentent, à tout niveau de revenu, de fortes disparités (Pottier et al., 2020), un phénomène bien connu (Wier et al., 2001). Ces disparités *horizontales* (par opposition aux inégalités verticales, conséquences d'une plus grande consommation avec le revenu) sont liées pour partie à des effets structurants du territoire, sur lesquels les ménages n'ont pas de prise. Ainsi le tissu urbain (centre ville, banlieue, campagne) conditionne pour une large part la nature des trajets et les moyens de transport pour les effectuer. Il en résulte qu'à revenu donné, un ménage rural émettra plus qu'un ménage urbain. D'autres facteurs peuvent jouer comme le climat local, qui constraint les besoins en chauffage. La distribution égalitaire des quotas, sans tenir compte de la diversité des situations, entraînera donc une redistribution des plus émetteurs vers les moins émetteurs, qui peuvent être les plus riches. Au final, du fait de la diversité horizontale des situations, des plus riches gagneront au dispositif tandis que des plus pauvres y perdront. Ces effets seront à coup sûr mis en exergue dans le débat public qui raisonne sur des cas particuliers et non sur des moyennes (pour un exemple dans le débat allemand sur le Paquet climat, voir (Heckendorf et Nienhaus, 2019)).

Dès lors que l'on réintroduit l'effet de la composition des ménages et les inégalités horizontales, la belle combinaison d'égalité et de justice que semblait promettre la carte carbone se désagrège. Ces difficultés sont connues des promoteurs de la carte carbone (Rousseaux, 2009, p. 53-54 ; Szuba, 2011) mais ne sont pas présentes dans les plaidoyers grand public (Cochet, 2019; Szuba, 2019). Des moyens d'atténuer la redistribution à cause de la composition du ménage existent, par exemple en allouant les quotas carbone à proportion des unités de consommation. Pour les autres inégalités horizontales, même en raffinant les dispositions compensatoires, des simulations pour le Royaume-Uni ont montré qu'il reste toujours une bonne proportion de ménages pauvres qui perdent avec la mise en place de l'instrument (White et Thumim, 2009).

Ces difficultés seront plus ou moins exacerbées en fonction du périmètre retenu. La redistribution en moyenne opérée par la carte carbone est contrôlée par la progression avec le revenu des émissions dans le périmètre soumis à quotas. Celle-ci est à comparer avec la disparité horizontale des émissions. Dans le cas du compte carbone, la progression des émissions, qui correspondent à l'empreinte carbone totale, est bien présente (Pottier et al., 2020), du fait des achats de bien et services non énergétiques. Du fait de l'ajout de ces biens, la disparité est surtout amoindrie, ce qui limite la redistribution horizontale. Si la carte carbone se restreignait aux émissions des énergies du logement, en revanche, la situation serait tout autre. En effet, les émissions progressent peu avec le revenu, tandis que la disparité est très forte du fait de systèmes de chauffage avec des facteurs d'émissions très différents. Dans ce cas, la redistribution à l'intérieur des classes de revenu serait forte comparativement à la redistribution entre classes. Elle pourrait même être amplifiée par rapport à la distribution des émissions si, comme dans les propositions usuelles de carte carbone, l'électricité est exclue du périmètre de la carte. Dans les émissions du transport,

la progression des émissions avec le revenu est plus nette (Pottier et al., 2020, p. 91), avec cependant là aussi une forte disparité. On constate toutefois une stagnation de la mobilité locale (principalement assurée par l'automobile) à partir de la moitié de la distribution du revenu, alors que la mobilité longue-distance continue à progresser. En particulier, les émissions du transport aérien progressent plus vite que le revenu. Il est donc crucial pour amplifier le caractère redistributif de la carte carbone que les émissions du transport aérien soient incluses dans le périmètre d'une carte carbone.

Sur le plan de l'équité, la carte carbone ne présente pas d'avantages par rapport à la taxe carbone. Comme elle, elle fait face à des défis majeurs, quoique différents. La redistribution promise sera difficile à matérialiser étant donné la complexité des situations d'émissions. Il semble que la carte carbone est confrontée à l'alternative suivante : soit une allocation initiale égalitaire avec une redistribution erratique, soit une redistribution contrôlée mais avec une allocation initiale extrêmement complexe. Dans les deux cas, les contraintes de légitimité seront difficiles à satisfaire et susceptibles de faire dérailler la mise en place de l'instrument.

## 5 Le fonctionnement de la carte carbone

La carte carbone organise un rationnement des émissions, mais avec des tickets de rationnement qui peuvent changer de mains, de manière légale et organisée. Le caractère *échangeable* des tickets est essentiel pour deux raisons. D'une part, il permet que le rationnement ne soit pas perçu comme une contrainte absolue : pour ceux dont la consommation dépasserait les points carbone alloués, la perspective d'en acheter à ceux qui en auront trop fournit une échappatoire à une limitation stricte. D'autre part, il est nécessaire pour assurer le caractère redistributif du système : le flux financier des plus émetteurs vers les moins émetteurs (en moyenne des plus riches vers les plus pauvres) est la contrepartie du flux des quotas.

Comment organiser ces échanges ? S'en remettre aux échanges décentralisés entre proches (Szuba, 2020) paraît peu praticable et n'aurait sans doute pas les effets redistributifs escomptés. Il faudrait donc concevoir, comme le prévoit la plupart des propositions, une plateforme centralisée sur laquelle les particuliers pourraient vendre et acheter les quotas. Chacun serait doté d'un compte, vraisemblablement électronique, qu'il devrait gérer au mieux pour s'approvisionner. Le coût de mise en place et de gestion de cette plateforme et de ces comptes ne serait pas négligeable. Le fonctionnement de ces comptes soulèverait aussi des questions de protection des données personnelles (Rousseaux et al., 2011) ou de fracture numérique. On sait par ailleurs que, dans le cas du SEQE-UE, la mise en place de ces plateformes d'échange et des registres associés s'est accompagnée de fraudes de grande ampleur (vols divers, carrousel à la TVA), travers qu'il faudrait cette fois éviter.

Cette plateforme, la littérature en langue anglaise la qualifie simplement de marché. En France, Pierre Calame ou Mathidle Szuba n'emploient pas ce mot, lui préférant des substituts comme bourse d'échange (Szuba, 2020, p. 230). Le site [comptecarbone.fr](http://comptecarbone.fr), qui donne pourtant de nombreux détails sur le dispositif, est étonnamment peu disert sur cette institution : il parle simplement de « bourse régionale carbone », avec achat et vente « selon un prix fluctuant avec l'offre ». La prise au sérieux du caractère marchand de cette « bourse d'échange » devrait, selon un argument déjà avancé par Jean Gadrey (2020) ou Thomas Piketty (2019, p. 1158), modifier les présentations de la carte carbone. Une fois que l'on remet le marché au cœur de la carte carbone, non le marché walrassien de la théorie économique, mais le marché tel qu'il fonctionne dans la réalité, les qualités de la carte carbone paraissent en effet moins assurées. Voyons pourquoi.

Le marché, ou la bourse d'échange si on tient à ce terme, sert à assurer la liquidité des quotas, c'est-à-dire la possibilité de les acheter ou de les vendre. Du fait des incertitudes sur l'offre ou la demande totale, le prix des quotas est volatil. Comme pour le SEQE-UE, cette volatilité engendre un risque de prix et le marché sert aussi pour couvrir ce risque qu'il a lui-même créé (Berta et al., 2017). Ce fonctionnement attire des teneurs des marchés et des spéculateurs, qui parieront à la hausse ou à la baisse sur le prix des quotas. Ces opérateurs de marché profiteront des différences entre le prix de vente et le prix d'achat, des variations de prix au cours du temps pour se rémunérer. En théorie, la concurrence doit seulement leur laisser un profit suffisant pour qu'ils assurent la liquidité du marché.

En pratique, on peut craindre que les asymétries d'information et de capacité soient telles que les opérateurs de marché réalisent des profits importants, au détriment des particuliers. En effet, ce marché mettra aux prises deux types d'acteurs très différents : d'une part, de simples particuliers, éventuellement peu au fait des arcanes du système, n'ayant pas forcément un tempérament de boursicoteurs, rechargeant leur carte carbone en prévision de leur achat d'essence du week-end ou des vacances à venir ; d'autre part, des acteurs de l'industrie financière, maîtrisant parfaitement les techniques financières, pouvant accumuler des quantités de données pour prédire les comportements des particuliers. On peut penser que les particuliers achèteront en moyenne leurs quotas plus chers que le prix moyen et qu'ils les vendront moins chers que le prix moyen. La différence sera empochée par les opérateurs de marché.

Les difficultés auxquelles font face les entreprises dans le SEQE-UE peuvent servir ici de référence. Le SEQE-UE a été installé progressivement, après des essais et une phase d'expérimentation, pourtant la capacité des entreprises à en tirer profit reste marquée par l'environnement réglementaire national dans lequel elles avaient avant évolué (Engels et al., 2008). Même pour les entreprises dotées de systèmes de supervision poussés, la gestion des quotas se révèle très lourde (Gasbarro et al., 2013). Les plus importantes d'entre elles attribuent la gestion des quotas à leur département financier et s'engagent régulièrement dans des opérations d'achat-vente, les autres recourant à des intermédiaires (Löschel et al., 2013). Les entreprises les plus petites tentent avant tout de rester dans les limites de leurs quotas, du fait d'un manque de capacité et de coûts de transactions très élevés (Heindl et Lutz, 2012), mais aussi de la complexité et des incertitudes engendrées par la volatilité des prix (Čadež et Czerny, 2010).

Si la situation des entreprises sur le SEQE-UE est un analogue correct, on peut prévoir que ces difficultés seront exacerbées sur le marché des quotas personnels, qui transformera potentiellement chacun en trader de quotas. De nouvelles inégalités surgiront, liées aux capacités différencierées à se saisir de cet instrument et à se familiariser avec lui. Les flux des particuliers achetant des quotas vers des individus les vendant, flux qui doivent assurer le caractère en moyenne progressif du système, seront ainsi modulés par de nombreux facteurs, comme la chance et la plus ou moins grande aptitude à la gestion financière.

Si l'on prend en compte pleinement le rôle central du marché pour la carte carbone, son caractère progressif et juste n'apparaît plus aussi évident. On peut légitimement penser qu'il n'opérera pas une redistribution vers les plus pauvres mais une redistribution massive vers les opérateurs de marché. Dans la situation la plus extrême, mais pas forcément la moins réaliste, les opérateurs de marché accaparent l'essentiel des gains à l'échange. La carte carbone agirait alors comme un prélèvement pour les ménages les plus émetteurs, mais sans offrir le bénéfice pour la collectivité des recettes de celles-ci, puisque ces recettes tomberaient dans les mains des opérateurs de marché.

Garder le marché au cœur de la carte carbone la priverait d'une bonne part de son caractère équitable. On peut cependant concevoir des alternatives pour son fonctionne-

ment. Limiter la participation du marché aux seuls particuliers et restreindre fortement les transactions possibles (Szuba, 2020, p. 231) fait courir le risque de rendre le marché illiquide et le prix encore plus volatil. Il paraît plus sûr de se dispenser complètement du marché, par exemple à l'aide d'une banque (publique) des quotas qui achèterait et vendrait les quotas à prix fixe, à l'image de ce que propose Raux (2020) pour les transports. Un système de quotas à prix fixe opère bien une redistribution des plus émetteurs (qui achètent des quotas à la banque) vers les moins émetteurs (qui lui vendent), mais rien n'assure plus l'intégrité environnementale. Plus précisément, en dessous d'un certain niveau de prix, les ménages ne seront pas suffisamment dissuadés d'émettre et, globalement, demanderont des quotas supplémentaires à la banque : les émissions dépasseront le plafond mais la banque sera bénéficiaire. Au dessus de ce niveau, au contraire, les ménages seront assez dissuadés d'émettre et vendront globalement leurs quotas à la banque : les émissions resteront sous le plafond mais la banque sera déficitaire. Cela revient à reproduire le fonctionnement d'une taxe carbone avec des transferts forfaits.

La présence du marché au cœur du dispositif de la carte carbone est ce qui lui permet, en théorie, de concilier respect des plafonds d'émissions et redistribution des plus émetteurs vers les moins émetteurs. En pratique, le fonctionnement du marché est susceptible de diminuer cette redistribution et de la diriger, en tout ou partie, vers les opérateurs de marché. Se passer du marché grâce à des quotas à prix fixe supprimerait cette difficulté mais ne permettrait plus de respecter le plafond d'émissions fixé.

## 6 L'acceptabilité

Une dernière dimension étudiée par la littérature est celle de l'acceptabilité. L'acceptabilité ou acceptabilité sociale est une notion assez mal définie et qui peut s'inscrire dans différentes perspectives et paradigmes du rapport du public à la décision. Le terme est de fait utilisé dans une pluralité de situations et avec une plasticité sémantique qui en brouille la portée analytique (Batellier, 2016).

Dans la littérature sur la carte carbone, le terme est à peu près pris dans le sens de l'attitude du public vis-à-vis de cet instrument, c'est-à-dire de son sentiment négatif ou positif. Les études se présentent comme la mesure des préférences déclarées pour l'instrument et testent éventuellement la dépendance de ces préférences à différentes caractéristiques. Présentons les rapidement<sup>14</sup>.

Dans l'étude de préfaisabilité pour le ministère britannique de l'environnement, Owen et al. (2008) ont interrogé 92 participants dans des groupes de discussion. Les réactions à la carte carbone sont en général négatives, portant tant sur le principe, la mise en œuvre que la capacité à faire changer les comportements. Dans un questionnaire post-entretien, la carte carbone recueille 2 % de jugement très positif, 24 % de plutôt positif, 18 % d'indifférent, 13 % de plutôt négatif, et 41 % de très négatif. La taxe carbone recueille 1 % de jugement très positif, 12 % de plutôt positif, 29 % d'indifférent, 24 % de plutôt négatif, et 33 % de très négatif. Le questionnaire de suivi donne une image assez différente : les jugements très négatif ou plutôt positifs sur la carte carbone ont beaucoup diminué et les jugements plutôt positifs pour la taxe carbone se sont accrus. Chacun pourra donc y trouver de quoi conforter son opinion<sup>15</sup>.

Le questionnaire de Wallace et al. (2010), administré auprès de 334 personnes, révèle des avis positifs ou négatifs répartis plutôt uniformément, avec un léger surplus en faveur

14. Voir également Fawcett (2010); Starkey (2012b).

15. Par exemple, avec une méthode de jugement majoritaire, la carte carbone est choisie dans le questionnaire post-entretien mais c'est la taxe carbone dans le questionnaire de suivi.

de la carte carbone. En revanche, les mécanismes d'échange ne sont pas populaires. Il n'y a pas de comparaison avec la taxe carbone. Dans les entretiens conduits par Harwatt et al. (2011, p. 65), les interviewés jugent plus facilement la carte carbone acceptable que la taxe carbone. Ils sont aussi suspicieux des mécanismes d'échanges.

Bristow et al. (2010) appliquent un modèle économétrique à des données issues d'un questionnaire pour révéler les préférences sur les caractéristiques des deux instruments (taxe ou carte). L'acceptabilité d'une carte carbone varie peu en fonction du prix des permis et l'allocation initiale qui favorise l'acceptabilité est celle adaptée aux besoins. Le choix précis des caractéristiques ont une grande influence sur l'acceptabilité des instruments. Il n'y a pas en général d'acceptabilité plus grande d'un instrument par rapport à l'autre, le classement relatif dépend des caractéristiques choisies.

Enfin, Jagers et al. (2010) utilisent un questionnaire écrit en Suède avec environ 1000 réponses, pour analyser les déterminants du soutien du public à une taxe carbone ou une carte carbone. Ils trouvent une préférence pour la taxe carbone par rapport à une carte carbone, ce qu'ils interprètent comme une préférence pour le statu quo (la taxe carbone étant en vigueur en Suède).

Ces études livrent donc des résultats ambigus. Elles doivent de plus être envisagées avec un recul critique. Starkey (2012b) remarque ainsi que les études comparent l'instrument taxe et l'instrument carte avec des conséquences distributives différentes. De la sorte, il est très difficile de distinguer ce qui relève des préférences en termes d'équité et en termes d'instrument. Il constate aussi que toutes les informations sur les instruments ne sont pas données, ce qui pose la question du caractère partial de l'avis recueilli. On pourrait également ajouter que les termes employés pour décrire l'instrument et ses propriétés peuvent avoir un effet non-négligeable sur les perceptions des enquêtés.

Une autre limite vient de la référence-même à la notion d'acceptabilité. Celle-ci est difficile à manier car elle tend à être figée dans les analyses et à devenir une propriété de l'instrument. En témoigne le rapprochement effectué ici, suivant la pratique de la littérature, entre des études qui portent sur des instruments analogues mais non identiques et qui sont conduites dans des contextes politiques et institutionnels différents, et à des moments distincts. Or les chercheurs mettent en avant le caractère dynamique et provisoire de l'acceptabilité sociale (Batellier, 2016). Celle-ci est toujours susceptible d'être remise en cause et modifiée, en particulier en fonction des événements qui accompagnent la trajectoire politique du projet ou de la politique considérés. C'est d'autant plus vrai dans le cas de la carte carbone que les répondants s'expriment sur un dispositif qu'ils découvrent généralement au moment où on les interroge. Il est donc difficile de considérer leurs préférences à son sujet comme stabilisées, comme elles pourraient l'être après un processus d'enquête par le public (au sens de Dewey). Les pré-jugés qu'enregistrent les questionnaires portant sur l'acceptabilité de la carte carbone pourraient s'avérer robustes et se fortifier tout comme ils pourraient être balayés par la délibération publique qui ne manquerait pas de s'engager si la carte carbone s'inscrivait à l'agenda politique.

## 7 Conclusion

Cet article a examiné les propriétés d'une carte carbone au regard de ce que permet de connaître la recherche et les a comparées avec celles d'une taxe carbone. Il les a également mises en perspective avec les discours et justifications portant sur la carte carbone dans l'espace public français. Résumons quelques enseignements.

Le débat public insiste beaucoup sur l'intégrité environnementale de la carte carbone, beaucoup plus que ne le justifierait la structure du problème des émissions de GES. La

différence entre taxe carbone et carte carbone est réelle sur ce point mais leur opposition paraît surjouée car l'incertitude principale, qui porte sur le maintien dans le temps long d'une politique agressive de réduction des émissions, affecte les deux instruments. Sur le plan de l'équité, la carte carbone rencontre les mêmes difficultés qu'une taxe carbone, et le contraste souvent brossé entre les deux paraît également exagéré. L'acceptabilité est trop changeante et peu fiable pour qu'elle puisse servir de base à la décision. Enfin, les complications, tant pratiques que politiques, liées au fonctionnement du marchés des quotas paraissent sous-estimées.

Cette analyse débouche donc sur deux argumentaires économiques possibles, cohérents avec les résultats de la recherche.

Un argumentaire contre la carte carbone s'appuierait sur l'absence d'avantage de la carte carbone en terme d'équité et sur des avantages incertains en terme d'efficacité. Il mettrait en avant les coûts potentiellement importants de mise en place et de gestion de l'instrument.

Un argumentaire pour la carte carbone devrait s'appuyer sur les avantages potentiels de la carte carbone en terme d'efficacité, en laissant de côté les autres dimensions pour lesquelles la carte carbone n'a guère qu'un avantage rhétorique. Il mettrait donc l'accent sur la visibilité que la carte carbone donne aux émissions, visibilité qui serait le catalyseur de réflexions et d'actions, individuelles et collectives, sur les modes de production et les styles de vie. L'argumentaire recentré sur la visibilité du carbone abandonnerait l'intégrité environnementale et pourrait ainsi sans se dédire renoncer à la construction d'un marché d'échanges des quotas et passer à un système de quotas à prix fixés. Dans ce cadre, des adaptations comme des prix progressifs en fonction des quantités achetées pourraient même être envisagées pour renforcer l'équité ou sa perception.

Quel que soit l'argumentaire que l'on préfère, on peut se demander si ce débat n'est pas déjà d'un autre âge. En 2008, le ministère britannique jugeait la carte carbone en avance sur son temps. Plus de dix ans après, sa fenêtre d'opportunité est peut-être en train de se refermer, en dépit du débat qu'elle suscite en France. Avec son *Fit for 55*, la Commission européenne propose d'intégrer les émissions du logement et du transport dans un cadre s'approchant du SEQE-UE, mais en se focalisant en amont sur les distributeurs d'énergie et non en aval sur les consommateurs (Commission européenne, 2021). Ce choix offrira très certainement des facilités de gestion mais ne procurera aucune visibilité aux émissions de GES, contrairement à ce que permettrait une carte carbone. L'extension du périmètre soumis à une régulation en quantité compliquera encore l'articulation entre une carte carbone et le système de quotas européens, un problème identifié de longue date (Defra, 2008; Brohé, 2010; Woerdman et Bolderdijk, 2017). L'avenir dira si la politique climatique européenne rendra bientôt impraticable la carte carbone ou si l'idée forte d'une visibilisation des émissions que porte la carte carbone parviendra au contraire à infléchir la trajectoire de régulation que suit l'Union européenne.

## Références

BATELLIER, Pierre (2016) — « Acceptabilité sociale des grands projets à fort impact socio-environnemental au Québec : définitions et postulats », *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement* **16**(1).

BERTA, Nathalie, GAUTHERAT, Emmanuelle et GUN, Ozgur (2017, mars) — « Transactions in the European carbon market : a bubble of compliance in a whirlpool of speculation », *Cambridge Journal of Economics* **41**(2), p. 575–593.

- BRISTOW, Abigail L., WARDMAN, Mark, ZANNI, Alberto M. et CHINTAKAYALA, Phani K. (2010, juillet) — « Public acceptability of personal carbon trading and carbon tax », *Ecological Economics* **69**(9), p. 1824–1837.
- BROHÉ, Arnaud (2010, janvier) — « Personal carbon trading in the context of the EU Emissions Trading Scheme », *Climate Policy* **10**(4), p. 462–476.
- ČADEŽ, Simon et CZERNY, Albert (2010) — « Carbon management strategies in manufacturing companies : An exploratory note », *Journal of East European Management Studies* **15**(4), p. 348–360.
- CALAME, Pierre (2020a, 3 février) — « La Convention citoyenne sur le climat et les conditions de sa réussite ».
- CALAME, Pierre (2020b) — « L'allocation à tous de quotas négociables pour conduire la transition énergétique ».
- CALAME, Pierre, MÉDA, Dominique, RIVASI, Michèle, et al. (2020, août) — « Le défi du siècle est d'assurer le bien-être de tous dans le respect de la biosphère », *Le Monde*, p. 24.
- CAPSTICK, Stuart Bryce et LEWIS, Alan (2010, janvier) — « Effects of personal carbon allowances on decision-making : evidence from an experimental simulation », *Climate Policy* **10**(4), p. 369–384.
- COCHET, Yves (2019, 11 février) — « Mon idée pour la France : « Une carte carbone plutôt qu'une taxe carbone » ».
- COMBET, Emmanuel, GHERSI, Frédéric, HOURCADE, Jean-Charles et THUBIN, Camille (2010) — « La fiscalité carbone au risque des enjeux d'équité », *Revue française d'économie* **25**(2), p. 59–91.
- COMMISSION EUROPÉENNE (2021, 14 juillet) — « 'Fit for 55' : delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality », rapport, Bruxelles, COM(2021) 550 final.
- DEFRA (2008, avril) — « Synthesis report on the findings from Defra's pre-feasibility study into personal carbon trading », rapport, Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
- DEROUBAIX, José-Frédéric et LÉVÈQUE, François (2006, mai) — « The rise and fall of French Ecological Tax Reform : social acceptability versus political feasibility in the energy tax implementation process », *Energy Policy* **34**(8), p. 940–949.
- DESMETTRE, Sandra (2009) — « La carte carbone : une alternative à la taxe ? », *Regards croisés sur l'économie* **6**(2), p. 145–148.
- DPA (2019, 23 juillet) — « Söder nennt CSU-Bedingungen für CO2-Preis in Deutschland », rapport, Deutsche Presse-Agentur, Berlin.
- DRESNER, Simon, DUNNE, Louise, CLINCH, Peter et BEUERMANN, Christiane (2006, mai) — « Social and political responses to ecological tax reform in Europe : an introduction to the special issue », *Energy Policy* **34**(8), p. 895–904.

- ELLERMAN, A. Denny, JOSKOW, Paul L. et HARRISON, David Jr. (2003, mai) — « Emissions trading in the U.S. Experience, Lessons, and Considerations for Greenhouse Gases », rapport, Pew Center on Global Climate Change, Arlington.
- ENGELS, Anita, KNOLL, Lisa et HUTH, Martin (2008) — « Preparing for the ‘real’ market : national patterns of institutional learning and company behaviour in the European Emissions Trading Scheme (EU ETS) », *European Environment* **18**(5), p. 276–297.
- FAWCETT, Tina (2004) — « Carbon rationing and personal energy use », *Energy & Environment* **15**(6), p. 1067–1083.
- FAWCETT, Tina (2010, novembre) — « Personal carbon trading : A policy ahead of its time ? », *Energy Policy* **38**(11), p. 6868–6876.
- FAWCETT, Tina et PARAG, Yael (2010, janvier) — « An introduction to personal carbon trading », *Climate Policy* **10**(4), p. 329–338.
- FLEMING, David (1997) — « Tradable quotas : using information technology to cap national carbon emissions », *European Environment* **7**(5), p. 139–148.
- FLEMING, David (2007) — *Energy and the common purpose : descending the energy staircase with tradable energy quotas (TEQs)*, London : Lean Economy Connection.
- FOWLIE, Meredith, HOLLAND, Stephen P. et MANSUR, Erin T. (2012, avril) — « What Do Emissions Markets Deliver and to Whom ? Evidence from Southern California’s NOx Trading Program », *American Economic Review* **102**(2), p. 965–993.
- FREMSTAD, Anders, UNDERWOOD, Anthony et ZAHRAN, Sammy (2018, mars) — « The Environmental Impact of Sharing : Household and Urban Economies in CO2 Emissions », *Ecological Economics* **145**, p. 137–147.
- FUSO NERINI, Francesco, FAWCETT, Tina, PARAG, Yael et EKINS, Paul (2021, août) — « Personal carbon allowances revisited », *Nature Sustainability*, p. 1–7.
- GADREY, Jean (2020, 9 septembre) — « Sur la « carte carbone » individuelle », *Politis* **1618**.
- GASBARRO, Federica, RIZZI, Francesco et FREY, Marco (2013, février) — « The mutual influence of Environmental Management Systems and the EU ETS : Findings for the Italian pulp and paper industry », *European Management Journal* **31**(1), p. 16–26.
- GIRAUD, Pierre-Noël (2014) — « Ressources ou poubelles ? », *Le Débat* **182**, p. 165–176.
- GODARD, Olivier (1992a) — « Des marchés internationaux de droits à polluer pour le problème de l’effet de serre : de la recherche de l’efficacité aux enjeux de légitimité », *Politiques et Management Public* **10**(2), p. 101–131.
- GODARD, Olivier (1992b) — « Des taxes sur le carbone pour la prévention du risque de changement climatique ? Instruments économiques et politiques publiques en univers controversé », *Politiques et Management Public* **10**(4), p. 1–26.
- GODARD, Olivier (2014) — « Instruments économiques, justification et normes de justice : le cas de la politique climatique », in C. HALPERN, P. LASCOUMES, ET P. LE GALÈS (dir.), *L’instrumentation de l’action publique : controverses, résistances, effets*, p. 143–159. Paris : Presses de Sciences Po.

- GOULDER, Lawrence H. et SCHEIN, Andrew R. (2013, août) — « Carbon taxes versus cap and trade : a critical review », *Climate Change Economics* **04**(03), p. 1350010.
- GRAAF, Thijs Van de et VERBRUGGEN, Aviel (2015, décembre) — « The oil endgame : Strategies of oil exporters in a carbon-constrained world », *Environmental Science & Policy* **54**, p. 456–462.
- HARWATT, Helen, TIGHT, Miles, BRISTOW, Abigail L. et GÜHNEMANN, Astrid (2011) — « Personal Carbon Trading and fuel price increases in the transport sector : an exploratory study of public response in the UK », *European Transport* **47**(16), p. 47–70.
- HECKENDORF, Katharina et NIENHAUS, Lisa (2019, 6 juin) — « CO2-Steuer : Wie gerecht ist die Klimasteuer ? », *Die Zeit*.
- HEINDL, Peter et LUTZ, Benjamin (2012) — « Carbon management : Evidence from case studies of German firms under the EU ETS », Working Paper 12-079, ZEW Discussion Papers.
- HERTWICH, Edgar G. (2005, juillet) — « Life Cycle Approaches to Sustainable Consumption : A Critical Review », *Environmental Science & Technology* **39**(13), p. 4673–4684.
- HILLMAN, Mayer (2004) — *How we can save the planet*, London : Penguin Books.
- HOEL, Michael et KARP, Larry (2002, novembre) — « Taxes versus quotas for a stock pollutant », *Resource and Energy Economics* **24**(4), p. 367–384.
- HOURCADE, Jean-Charles (1997, novembre) — « Ecotaxes ou permis d'émissions négociables : jeux de miroirs déformants », *Les cahiers de Global Chance* (9), p. 50–55.
- HOWELL, Rachel A. (2012, février) — « Living with a carbon allowance : The experiences of Carbon Rationing Action Groups and implications for policy », *Energy Policy* **41**, p. 250–258.
- IKEN, Nabila (2021) — *Transition soutenable à l'échelle de l'entreprise : approche de la performance par les outils de gestion*, thèse de doctorat, PSL, Mines ParisTech.
- INSEE (2021, février) — « Rapport du groupe d'experts sur la mesure des inégalités et de la redistribution », rapport 138, Insee, Paris.
- JAGERS, Sverker C., LÖFGREN, Åsa et STRIPPLE, Johannes (2010, janvier) — « Attitudes to personal carbon allowances : political trust, fairness and ideology », *Climate Policy* **10**(4), p. 410–431.
- KLENERT, David et MATTAUCH, Linus (2016, janvier) — « How to make a carbon tax reform progressive : The role of subsistence consumption », *Economics Letters* **138**, p. 100–103.
- LOCKWOOD, Matthew (2010, janvier) — « The economics of personal carbon trading », *Climate Policy* **10**(4), p. 447–461.
- LÖSCHEL, Andreas, GALLIER, Carlo, LUTZ, Benjamin, BROCKMANN, Karl Ludwig et DIECKHÖNER, Caroline (2013) — « KfW/ZEW CO2 Barometer 2013 - Carbon Edition. The EU Emissions Trading Scheme : Firm Behaviour During the Crisis », Research Report, KfW/ZEW CO2 Barometer.

- NEWELL, Richard G. et PIZER, William A. (2003, mars) — « Regulating stock externalities under uncertainty », *Journal of Environmental Economics and Management* **45**(2), p. 416–432.
- NORDHAUS, William D. (2007) — « A Review of the “Stern Review on the Economics of Climate Change” », *Journal of Economic Literature* **45**(3), p. 686–702.
- OWEN, Liz, EDGAR, Lucy, PRINCE, Sam et DOBLE, Caroline (2008, mars) — « Personal Carbon Trading : Public Acceptability A research report completed for the Department for Environment, Food and Rural Affairs », rapport, Defra / Opinion Leader & Enviro Consulting, London.
- PARAG, Yael, CAPSTICK, Stuart et POORTINGA, Wouter (2011) — « Policy attribute framing : A comparison between three policy instruments for personal emissions reduction », *Journal of Policy Analysis and Management* **30**(4), p. 889–905.
- PETERS, Glen P. (2008, mars) — « From production-based to consumption-based national emission inventories », *Ecological Economics* **65**(1), p. 13–23.
- PIKETTY, Thomas (2019) — *Capital et idéologie*, Paris : Éditions du Seuil.
- PIKETTY, Thomas (2020, 15 mai) — « Créer une carte carbone individuelle », *L'Obs*.
- POTTIER, Antonin (2018) — « Comment partager l’atmosphère : une introduction à la justice climatique », *Revue juridique de l’environnement Numéro spécial : le bon usage de la Terre*, p. 143–158.
- POTTIER, Antonin, COMBET, Emmanuel, CAYLA, Jean-Michel, LAURETIS, Simona de et NADAUD, Franck (2020) — « Qui émet du CO<sub>2</sub> ? panorama critique des inégalités écologiques en France », *Revue de l’OFCE* **169**, p. 73–132.
- PRÉVOT, Henri (2007) — *Trop de pétrole ! : énergie fossile et réchauffement climatique*, Paris : Seuil.
- RAUX, Charles (2004, mai) — « The use of transferable permits in transport policy », *Transportation Research Part D : Transport and Environment* **9**(3), p. 185–197.
- RAUX, Charles (2020, janvier) — « Y a-t-il une alternative à la taxe carbone dans les transports ? », *Transports, mobilités, territoires*.
- RAUX, Charles, CROISSANT, Yves et PONS, Damien (2015, mars) — « Would personal carbon trading reduce travel emissions more effectively than a carbon tax ? », *Transportation Research Part D : Transport and Environment* **35**, p. 72–83.
- ROODHOUSE, Mark (2007, mars) — « Rationing returns : a solution to global warming ? ».
- ROUSSEAUX, Sandrine (2009, mars) — « Etat des lieux international des programmes de ‘carte carbone’ pour les particuliers (Europe et Etats-Unis) », rapport, Ademe, Paris.
- ROUSSEAUX, Sandrine (2010, juillet) — « Etat des lieux international des programmes de carte carbone individuelle », rapport, Ademe, Paris.
- ROUSSEAUX, Sandrine, OCHOA, Nicolas et FOUCHER, Karine (2011, mars) — « Enjeux juridiques du contrôle des émissions personnelles de gaz à effet de serre par un dispositif de carte carbone », *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* **2**(1).

SKJÆRSETH, Jon Birger et WETTESTAD, Jørgen (2008) — *EU emissions trading : initiation, decision-making and implementation*, Aldershor, Hampshire, England ; Burlington, VT : Ashgate.

STARKEY, Richard (2012a, janvier) — « Personal carbon trading : A critical survey : Part 1 : Equity », *Ecological Economics* **73**, p. 7–18.

STARKEY, Richard (2012b, janvier) — « Personal carbon trading : A critical survey Part 2 : Efficiency and effectiveness », *Ecological Economics* **73**, p. 19–28.

STAVINS, Robert N. (2020, février) — « The Future of US Carbon-Pricing Policy », *Environmental and Energy Policy and the Economy* **1**, p. 8–64.

SZUBA, Mathilde (2011) — « Chapitre 5. La carte carbone : des quotas d'énergie pour les particuliers », in S. FRÈRE ET H.-J. SCARWELL (dir.), *Éco-fiscalité et transport durable : entre prime et taxe ?*, p. 161–187. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion.

SZUBA, Mathilde (2014, décembre) — *Gouverner dans un monde fini : Des limites globales au rationnement individuel, sociologie environnementale du projet britannique de politique de Carte carbone (1996-2010)*, thèse de doctorat, Université Paris 1, Paris.

SZUBA, Mathilde (2019, juin) — « Plutôt qu'une taxe, une carte carbone pour tous ? », *Socialter* **35**.

SZUBA, Mathilde (2020, novembre) — « Le carbone à la carte ? Rationner plutôt que taxer », *Regards croisés sur l'économie* **26**, p. 226–237.

SZUBA, Mathilde et SEMAL, Luc (2010, mai) — « Rationnement volontaire contre « abondance dévastatrice » : l'exemple des crags », *Sociologies pratiques* **20**(1), p. 87–95.

TURMES, Claude (2017) — *Transition énergétique : une chance pour l'Europe*, Paris : les Petits matins.

VASA, Alexander (2012, novembre) — « Certified emissions reductions and CDM limits : revenue and distributional aspects », *Climate Policy* **12**(6), p. 645–666.

WALLACE, Andrew A., IRVINE, Katherine N., WRIGHT, Andrew J. et FLEMING, Paul D. (2010, janvier) — « Public attitudes to personal carbon allowances : findings from a mixed-method study », *Climate Policy* **10**(4), p. 385–409.

WEITZMAN, Martin L. (1974) — « Prices vs. Quantities », *The Review of Economic Studies* **41**(4), p. 477–491.

WELSBY, Dan, PRICE, James, PYE, Steve et EKINS, Paul (2021, septembre) — « Unex-tractable fossil fuels in a 1,5 °C world », *Nature* **597**(7875), p. 230–234.

WHITE, Vicki et THUMIM, Joshua (2009) — « Moderating the distributional impacts of personal carbon trading », rapport, Centre for Sustainable Energy, Bristol.

WIER, Mette, LENZEN, Manfred, MUNKSGAARD, Jesper et SMED, Sinne (2001, septembre) — « Effects of Household Consumption Patterns on CO<sub>2</sub> Requirements », *Economic Systems Research* **13**(3), p. 259–274.

WOERDMAN, Edwin et BOLDERDIJK, Jan Willem (2017, décembre) — « Emissions trading for households ? A behavioral law and economics perspective », *European Journal of Law and Economics* 44(3), p. 553–578.

ZANNI, Alberto M., BRISTOW, Abigail L. et WARDMAN, Mark (2013, juillet) — « The potential behavioural effect of personal carbon trading : results from an experimental survey », *Journal of Environmental Economics and Policy* 2(2), p. 222–243.