



HAL
open science

Les permis négociables dans le secteur des transports

Charles Raux

► **To cite this version:**

Charles Raux. Les permis négociables dans le secteur des transports. La Documentation française, pp.98, 2007, Transports Recherche Innovation, 978-2-11-006441-7. halshs-00135912

HAL Id: halshs-00135912

<https://shs.hal.science/halshs-00135912>

Submitted on 13 Jun 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le point sur

TRANSPORTS
RECHERCHE
INNOVATION

Les permis négociables dans le secteur des transports

Charles Raux



PREDIT

La **documentation** Française

Les permis négociables dans le secteur des transports

PRÉSENTATION

Le Predit est un programme national de recherche, d'expérimentation et d'innovation dans les transports terrestres, initié et conduit par les ministères chargés de la Recherche, des Transports, de l'Industrie, de l'Environnement, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), Oséo anvar et l'Agence nationale de la recherche (ANR). Stimulant la coopération entre secteurs public et privé, contribuant à produire des connaissances pour les politiques publiques, des technologies et des services, il vise à favoriser l'émergence de systèmes de transport économiquement et socialement plus efficaces, plus sûrs, plus économes en énergie et, finalement, plus respectueux de l'homme et de l'environnement.

Construit autour des quatre domaines stratégiques que sont la gestion de la mobilité, la sécurité, le transport de marchandises, l'énergie et l'environnement, le Predit 3 (2002-2007) poursuit trois grands objectifs :

- assurer une mobilité durable des personnes et des biens ;
- accroître la sécurité des systèmes de transport ;
- réduire les impacts environnementaux et contribuer à la lutte contre l'effet de serre.

L'année 2007 sera consacrée à la fois à la poursuite de l'incitation, au bilan et à l'évaluation du programme engagé en 2002, et à la préparation d'une proposition pour une prochaine édition de cet effort public pluriannuel coordonné.

La collection « Transports Recherche Innovation » à La Documentation française, composée essentiellement de petits ouvrages faisant le point sur un thème, est un outil important pour la valorisation du Predit 3.



SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| PRÉFACE d' Alain Bonnafous..... | 7 |
| INTRODUCTION..... | 11 |
| CHAPITRE 1..... | 15 |
| Les permis négociables : théorie, expériences et enseignements | 15 |
| De la théorie à la mise en œuvre..... | 15 |
| Des expériences instructives..... | 27 |
| Les débuts balbutiants du protocole de Kyoto et l'ETS..... | 31 |
| CHAPITRE 2..... | 35 |
| Pertinence et expériences dans les transports | 35 |
| Quelle pertinence dans les transports ?..... | 35 |
| Quelques exemples d'application dans le secteur des transports..... | 41 |
| CHAPITRE 3..... | 57 |
| Des propositions | 57 |
| Les crédits de déplacements pour réguler la congestion..... | 57 |
| Les quotas de droits de stationnement..... | 59 |
| Les Alpes suisses : de la RPLP à la bourse de transit ?..... | 60 |
| Le cas des émissions de CO ₂ : permis à l'amont ou à l'aval ?..... | 61 |
| Les propositions européennes concernant le transport aérien..... | 68 |
| Les propositions d'allocations individuelles de quotas de carbone..... | 70 |
| Des permis de consommation de carburant pour les automobilistes..... | 72 |
| Des permis de consommation de carburant pour le transport de marchandises..... | 78 |
| CONCLUSION..... | 85 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 91 |
| TABLE DES MATIÈRES..... | 97 |



PRÉFACE

En regard des enjeux liés aux émissions de gaz à effet de serre, il est temps de s'interroger sur la piste des permis négociables dans le secteur des transports. Dans ce secteur et en France tout du moins, les premiers débats sur les permis d'émission négociables sont tombés dans le piège des mots. La terminologie initiale conduisait à ce piège. Il a été question, en effet, d'un « marché des droits à polluer ». La notion même du droit de nuire heurte tout naturellement les esprits. Non seulement ce droit peut être aussi spontanément récusé qu'un droit de voler ou qu'un droit d'agresser, mais encore est-il aggravé par la possibilité d'en faire commerce !

Si l'on aborde les détails du dispositif que nécessite le mécanisme des permis négociables, les mots deviennent plus agressifs encore : l'attribution initiale de droits aux pollueurs détermine une limitation des émissions et crée incontestablement un système de rationnement. Le rationnement ! Un mot qui renvoie à l'époque, de sinistre mémoire, des tickets de même nom. En émettant ces tickets la puissance publique retrouve un ancien rôle qui n'était pas glorieux, mais en autorisant leur échange marchand elle aggrave évidemment son cas : ne légalise-t-elle pas un « marché noir » dont elle assure le blanchiment instantané des recettes ?

Dans un monde où le terme de marché est entendu par certains comme un gros mot, le vocabulaire ne manque donc pas pour stigmatiser ce système. On peut, cependant, essayer d'en repérer sereinement les caractéristiques qui le différencient des dispositifs plus traditionnels de maîtrise de la pollution.

Qu'elle repose sur des instruments appelés « permis », « droit » ou « norme », l'imposition d'un seuil d'émission de nuisances n'a rien de nouveau : il s'agit de l'un de ces moyens classiques de régulation de la pollution qui relève tout simplement d'une norme. Cette norme désigne évidemment un interdit : il est par exemple interdit d'émettre du bruit avec son véhicule au-delà d'un certain seuil et la transgression doit être sanctionnée. Mais cette norme désigne aussi un droit car ce seuil définit aussi toute une plage d'émission autorisée. Quel que soit le terme par lequel on le nomme, *le « droit à polluer » existe donc déjà. Il entre en vigueur dès lors que l'on choisit la norme pour limiter telle ou telle nuisance et que cette norme n'est pas fixée au niveau zéro.*

Dans le système traditionnel, la transgression de la norme est réprimée par une sanction, généralement une amende. L'alternative est alors : respecter ou payer. On la retrouve dans le mécanisme des permis négociables puisque l'opérateur qui ne peut (ou ne veut) respecter la norme doit acheter

les permis correspondants à d'autres opérateurs qui n'auront pas utilisé tous leurs droits d'émission.

Voilà ce qu'il y a de commun entre le mécanisme des permis négociables et le système traditionnel de norme. Voyons ce qu'il y a de différent. Il y a, en effet, entre ces dispositifs deux différences notables.

La première différence tient ici, pour le pollueur, au coût de son infraction : avec les permis négociables elle ne découle plus d'une décision du législateur, mais d'un prix établi sur un marché. Ce prix ne peut être inférieur aux coûts marginaux de dépollution les plus bas car, sinon, aucun vendeur n'aurait intérêt à faire mieux que ce qu'autorise la norme.

L'autre différence tient à ce que tout excès d'émission par rapport aux permis détenus, initiaux ou achetés, doit être beaucoup plus durement réprimé que dans le cas d'un système ordinaire de norme. La sévérité de cette répression est acceptée en raison de la possibilité d'acheter des droits et elle est généralement la règle dans les systèmes de permis négociables.

De ces différences dans les mécanismes découlent évidemment des différences dans les résultats. L'une des explications de l'efficacité du système de permis négociables, telle qu'elle a pu être observée, tient certainement dans cette sévérité de la sanction. Elle concerne ceux qui peinent à respecter le droit mais qui ont intérêt à s'y résoudre. L'autre explication concerne plutôt les opérateurs les moins contraints. Dans le système ordinaire de norme, l'opérateur qui a l'opportunité, pour un faible coût, d'émettre moins que ce que le règlement autorise n'a aucun intérêt à le faire. Mais, dès lors que les permis non utilisés peuvent être vendus, il y est incité.

Pour un niveau prédéterminé d'émission, il y a ainsi un avantage collectif dans le fait que les émetteurs dont les coûts de dépollution sont très élevés peuvent, par l'achat de permis, choisir de financer chez un autre une réduction d'émission équivalente mais moins coûteuse.

En regard du mécanisme de la norme, le système des permis négociables présente donc l'avantage théorique de réaliser un même objectif de dépollution à un moindre coût ; ou de permettre d'abaisser les seuils autorisés d'émission à des niveaux plus bas dans la mesure où le risque d'éliminer des unités de production est amoindri par la possibilité d'achat de permis qui leur est ouverte. *Il s'agit, en somme, d'explorer le gisement de dépollution là où il est le moins coûteux.*

Confronté au système de la taxe des émissions polluantes, le système des permis négociables a pour principal avantage théorique de garantir la réalisation de l'objectif, tout simplement parce que cet objectif est traduit en quantité de permis alloués, alors qu'avec une taxation, cet objectif est un pari sur les réactions de la demande consécutives au choix d'un niveau de taxe.

La confrontation entre les permis négociables et les instruments classiques est traitée en détail dans le premier chapitre de cet ouvrage. Il convient cependant de s'interroger sur le réalisme d'un tel dispositif dans les transports. Cette question fait l'objet du chapitre 2 qui apporte des éléments de réponse à travers des exemples d'application.

Pour aller plus avant, comme tente de le faire Charles Raux dans un troisième chapitre, plusieurs questions doivent être abordées qui ne sont pas faciles. Elles concernent les détails du dispositif, là où le diable se cache. Elles concernent aussi des thèmes récurrents des permis négociables ; par exemple, les difficultés du contrôle, les modalités de dotations initiales de permis ou encore les coûts du dispositif mis en place. Elles peuvent révéler, dans le cas des transports, des difficultés qui sont de nature à mettre en cause la supériorité théorique du système des permis négociables sur les systèmes de normes ou de taxes ou encore d'engagements négociés.

Comme cela est rappelé dans cet ouvrage, le secteur des transports a été peu concerné jusqu'ici par les systèmes de permis négociables. Les expériences concluantes ont surtout concerné des industries dont les émetteurs étaient peu nombreux et facilement contrôlables. Peut-on les transposer dans les activités très atomisées de nos transports ? Faut-il les situer en amont, du côté de la production de véhicules par exemple, ou très en aval, au plus près du consommateur final ?

Charles Raux anime depuis plusieurs années des groupes de chercheurs qui, au sein du Laboratoire d'économie des transports, se sont efforcés d'éclairer ces questions et d'explorer les champs du possible. Il nous livre ici une synthèse de ces recherches qui se situe clairement sur le front de nos connaissances actuelles. Il les connaît bien pour avoir contribué à les établir et il sait nous les rendre très accessibles.

Alain Bonnafous

INTRODUCTION

Pourquoi parler de « permis négociables » ou de « quotas transférables » au sujet des transports ? Tout d'abord de quoi s'agit-il ?

D'après la définition générale d'O. Godard (*in* OECD, 2001), les permis transférables désignent un éventail d'instruments allant de l'introduction d'une flexibilité dans la réglementation classique, à l'organisation de marchés concurrentiels de permis. Ces instruments ont en commun : 1) de comporter la fixation de contraintes quantifiées (les quotas) ; 2) d'allouer initialement ces quotas (ou droits) aux agents indépendamment des obligations environnementales qui leur sont imposées ; 3) d'autoriser les agents à transférer ces quotas entre activités ou entre lieux (*averaging*), entre périodes de temps (*banking*) ou vers d'autres acteurs (*trading*, cas des permis négociables) ; 4) de faire respecter par des mécanismes de sanction *ad hoc* la conformité entre les comportements émetteurs des agents et les droits ou quotas qu'ils détiennent.

Comme le notent O. Godard et C. Henry (1998), l'instauration de quotas d'émission consiste non pas à créer des « droits à polluer », mais à restreindre ces droits, là où ils étaient illimités. Rendre ces quotas « négociables » revient ensuite à introduire de la flexibilité, et à rendre minimal le coût total de réduction des émissions pour la collectivité.

Dans tout ce qui suit nous utilisons de manière équivalente les termes « permis » ou « quota ». En toute généralité, il faudrait parler de « permis transférables », mais comme les systèmes de permis prennent toute leur efficacité dans le cadre d'un marché d'échanges, nous utiliserons l'expression de « permis négociables ».

L'exemple le plus emblématique de marché de permis négociables pour réguler les émissions polluantes, est celui des émissions de dioxyde de soufre (SO₂) par les centrales thermiques électriques aux États-Unis, émissions à l'origine des « pluies acides » (programme *Acid Rain*)¹. Depuis 1995, les centrales électriques se voient allouer un certain nombre de quotas d'émission de SO₂ chaque année, au prorata de leur production d'énergie et d'une norme technique d'émission de SO₂ fixée par l'autorité régulatrice. Les centrales qui dépassent leurs quotas sont tenues d'acquiescer les permis manquants sur un marché, où celles qui émettent moins que leurs quotas revendent leurs permis inutilisés. Les transactions sur le

Note

1. Ce programme est décrit plus en détail dans la suite de l'ouvrage.

marché des permis d'émission de SO_2 font désormais partie de l'activité récurrente et banale des gestionnaires des centrales électriques.

L'entrée en vigueur, le 1^{er} janvier 2005, du système européen d'échange de droits d'émission de dioxyde de carbone ² (ou CO_2) entre les entreprises industrielles (plus connu sous son acronyme anglais ETS, *Emission Trading Scheme*) est un autre exemple qui intéresse plus directement les pays européens. En effet, ce programme couvre pour le moment environ 12 000 installations intensives en énergie dans l'Union européenne (un peu moins de 1 200 en France), mais la Commission européenne souhaite poser la question du transport et a proposé récemment d'inclure le transport aérien dans l'ETS ³.

En quoi, en effet, cela peut-il concerner le monde des transports ? Les infrastructures de transport et les services associés qui permettent aux personnes de se déplacer, et aux biens d'être transportés, sont un vecteur essentiel du développement économique et social des sociétés. Or, dans la réalisation de ces objectifs généraux, le système de transport se heurte, du fait de ses technologies actuelles, à une série de contraintes physiques, environnementales ou financières majeures.

C'est le cas par exemple avec la congestion routière qui se manifeste en certains lieux et en certaines heures, signe d'une rareté d'espace disponible pour la circulation, quand, en outre, la collectivité ne souhaite pas agrandir les capacités routières, ou que l'argent public se fait rare.

C'est aussi le cas avec la pollution locale ou régionale, à laquelle l'activité du transport participe, du fait de la combustion du carburant automobile : il s'agit des « pluies acides », de la pollution photochimique à l'origine de l'ozone troposphérique (à basse altitude, facteur de troubles respiratoires) et de la destruction de l'ozone stratosphérique (qui nous protège des rayonnements ultraviolets). À cela s'ajoutent les nombreux polluants dangereux pour la santé humaine, comme le monoxyde de carbone, les composés organiques volatiles fortement cancérigènes, et les microparticules ⁴ qui pénètrent profondément dans nos poumons en y amenant divers composés toxiques (Citepa, 2006). Pour la plupart de ces polluants atmosphériques des seuils ont été fixés par la loi. Par exemple, la directive 1999/30/CE fixe la valeur limite journalière des microparticules PM_{10} à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans l'Union européenne et leur valeur limite annuelle à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Note

2. Ce bon vieux « gaz carbonique » que les amateurs d'eaux pétillantes ou autres sodas sucrés apprécient, sans oublier ses usages sous forme liquide (exemple, la neige carbonique des extincteurs) ou solide (la carboglace).
3. Ces points sont développés dans la suite de l'ouvrage.
4. Les fameuses PM_{10} dont le diamètre est inférieur à $10 \mu\text{m}$, et $\text{PM}_{2.5}$ dont le diamètre est inférieur à $2,5 \mu\text{m}$ et qui pénètrent plus profondément dans les poumons où elles peuvent atteindre la région alvéolaire.

Enfin, la question du changement climatique et des émissions de gaz à effet de serre provenant des activités humaines occupe le devant de la scène⁵. Du fait de sa dépendance à l'égard de la technologie du moteur à combustion interne, le secteur des transports est dans la plupart des pays, l'un des principaux émetteurs de gaz à effet de serre, et notamment du CO₂ issu de la combustion des carburants fossiles. En France, avec 145 Mt-éq⁶ CO₂ et 21,3 % des émissions de gaz à effet de serre en 2004 (et 25,8 % du seul CO₂ ; voir Citepa, 2006), il est l'un des principaux émetteurs. La nécessité d'une action dans le secteur des transports s'explique également par le fait que les transports représentent le plus fort potentiel d'accroissement des émissions : en France, sur la période 1990-2004, les émissions du transport ont crû de 22,7 % alors que celles de tous les autres secteurs ont décliné – à l'exception notable du secteur résidentiel et tertiaire –. Il faut noter toutefois une quasi-stagnation de la consommation de carburants routiers depuis 2001, et donc des émissions du transport, sous la double influence de la montée du prix du pétrole et du ralentissement de l'activité économique.

En outre, les études de prospective autour de l'objectif du « Facteur 4 »⁷ convergent pour souligner que, dans le panier des mesures à mettre en œuvre pour maîtriser la croissance des émissions du transport, la maîtrise des véhicules-kilomètres parcourus est une composante indispensable (voir par exemple Radanne, 2004 ; Enerdata et Lepii, 2005).

Le développement durable, et particulièrement la reconnaissance du caractère limité des ressources environnementales, impose une révision drastique à l'analyse économique de l'environnement, et notamment à la théorie des effets externes. Comme le montre Godard (2005), cette théorie est porteuse d'une asymétrie conceptuelle qui met en comparaison, d'une part les coûts économiques de réduction de la pollution – compensés dans le cycle économique de reproduction –, d'autre part les dommages externes comme conséquences secondes sur les fonctions d'utilité des agents, d'une *destruction nette* de l'environnement : le processus d'arbitrage entre

Note

5. Nous supposons connue du lecteur la problématique de l'effet de serre et du changement climatique. Pour une introduction courte, claire et pédagogique, voir l'ouvrage de Le Treut et Jancovici (2001). Pour une présentation plus complète voir un autre ouvrage de Jancovici (2002). Et pour creuser plus en détail, voir le site internet de Jean-Marc Jancovici : <http://www.manicore.com/documentation/serre/index.html>

6. La mesure agrégée des émissions des différents gaz à effet de serre passe par des coefficients de conversion, fonction du pouvoir radiatif global de chaque gaz, pour convertir les émissions en tonnes-équivalents CO₂.

7. D'après le GIEC, compte tenu de la croissance actuelle de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, un objectif raisonnable serait de stabiliser cette concentration à 450 ppm (contre 382 ppm aujourd'hui), pour limiter la hausse de température moyenne à une fourchette de 1,5 à 3,9 °C. Pour obtenir cette stabilisation, il faudrait réduire les émissions annuelles mondiales en 2050 à 4 Gt de carbone, soit 0,6 t de carbone par habitant et par an. Pour la France, cela représente une division par quatre de ses émissions actuelles.

14 Les permis négociables dans le secteur des transports

coûts économiques de réduction de la pollution et dommages externes conduit, par le biais d'une dégradation progressive des capacités d'assimilation de l'environnement, à une disparition totale de ces dernières.

En conséquence, il ne s'agit plus de se contenter d'appliquer le principe « pollueur-payeur », mais d'inscrire dans l'arbitrage des agents le coût de restauration de l'environnement, lequel peut atteindre des valeurs infinies. En explicitant une contrainte quantitative à la consommation des ressources environnementales, les systèmes de permis sont une réponse naturelle à l'objectif de développement durable.

C'est pourquoi nous commencerons par rappeler brièvement les principaux résultats théoriques justifiant l'intérêt pour les systèmes de permis, l'histoire de leur mise en œuvre et les enseignements qui en ont été retirés (chapitre 1). Ensuite leur pertinence et leurs potentialités d'application dans le secteur des transports seront analysées, puis illustrées par quelques exemples d'application dans ce secteur (chapitre 2). Enfin, des propositions issues de recherches récentes seront présentées (chapitre 3).

CHAPITRE 1



Les permis négociables : théorie, expériences et enseignements

Quelles sont les considérations théoriques motivant cet intérêt pour les permis négociables ? C'est ce que nous verrons dans une première section. Cependant, l'argumentation théorique ne suffit pas et les marchés de permis déjà expérimentés avec succès depuis quelques dizaines d'années, permettent d'en retirer des enseignements utiles que nous examinerons dans une deuxième section. Enfin, dans la troisième section, nous aborderons la problématique de la lutte contre le changement climatique, à travers les débuts d'application du protocole de Kyoto et le système européen d'échanges de quotas d'émission.

De la théorie à la mise en œuvre

Pour bien comprendre la logique des marchés de quotas, il importe tout d'abord de les situer dans une perspective de comparaison de la réglementation pure avec les instruments économiques d'incitation au changement de comportement. Ensuite, parmi les instruments économiques, taxe et permis ont chacun leurs avantages ou inconvénients respectifs. La mise en œuvre concrète de systèmes de permis nécessite un certain nombre de décisions dont les conséquences sont analysées. Enfin, nous concluons sur les conditions essentielles de l'efficacité économique de la mise en œuvre de marchés de permis.

La supériorité des instruments économiques sur la norme

Les origines de la théorie économique des marchés de permis de pollution remontent aux travaux de Coase (1960) sur les coûts externes, suivis de ceux de Dales (1968) sur la réglementation des usages de l'eau, et de ceux de Montgomery (1972) sur la formalisation des marchés de permis.

À quelles conditions peut-on minimiser le coût total de réduction des émissions ?

Pour réduire les émissions polluantes, ou plus généralement pour réduire la consommation de ressources rares d'un bien public (*i. e.* l'air, l'équilibre climatique, l'espace urbain, etc.), on dispose essentiellement de trois types d'instruments :

- la norme uniforme, par exemple la limitation des consommations unitaires des moteurs, ou du taux d'additif au plomb par litre au carburant ;
- la taxe, qui consiste à taxer les consommations de ressources rares, par exemple les taxes sur les carburants, les taxes sur les prélèvements d'eau, ou encore le péage de congestion ;
- les marchés de permis, où chaque acteur doit détenir des permis (appelés aussi quotas) de consommation des ressources naturelles – par exemple des permis d'émission –, que les acteurs sont autorisés à échanger entre eux.

La taxe ou les permis négociables sont des instruments économiques d'action publique ¹ qui modifient l'environnement économique des agents, qu'il s'agisse des ménages ou des entreprises, afin de les inciter à des changements de comportement. Ce sont des instruments incitatifs dans la mesure où les agents ont la possibilité, en matière de transport, de réduire les véhicules-kilomètres parcourus ou encore de changer de véhicule ou de carburant, etc. pour *in fine* réduire leurs émissions de polluants ou de gaz à effet de serre.

Ces instruments économiques permettent d'éviter aux pouvoirs publics la collecte d'informations sur les technologies, les comportements et les coûts de réduction des émissions de chaque agent. En effet, cette opération lourde, coûteuse et parfois impossible à réaliser serait nécessaire dans le cas d'une réglementation qui se voudrait la moins coûteuse possible, c'est-à-dire une norme non pas unique mais adaptée à chaque agent. Avec les instruments économiques, les agents sont confrontés à un même signal-prix (taux de la taxe ou prix du permis) et ajustent leurs comportements de manière décentralisée : cette répartition décentralisée des efforts est telle qu'elle minimise le coût total de réduction des émissions pour la collectivité. Une présentation intuitive de ce résultat est faite en encadré 1.

Note

1. Le lecteur intéressé pourra trouver une présentation plus complète de la négociation internationale sur l'effet de serre et de l'analyse économique des permis dans le rapport pour le Conseil d'analyse économique rédigé par O. Godard et C. Henry (1998).

Encadré 1**L'efficacité économique des instruments de régulation**

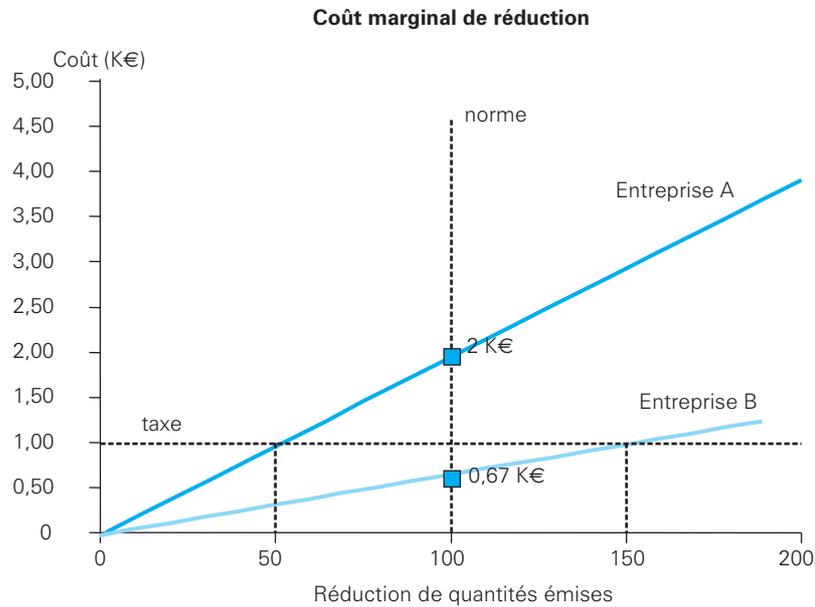
Considérons deux entreprises A et B qui par leur activité de production, sont chacune amenées à rejeter dans l'atmosphère 1 000 tonnes d'un effluent donné (par exemple du méthane). Supposons que l'objectif soit de réduire les émissions totales de cet effluent de 10 %, soit 200 tonnes. La figure ci-dessous représente les courbes de coût marginal² de réduction des quantités d'effluent émises (courbes que l'on suppose droites pour simplifier) pour les deux entreprises A et B. L'allure des courbes est croissante, c'est-à-dire que le coût de réduction d'émission de chaque unité d'effluent augmente au fur et à mesure des quantités évitées : les premières unités sont plus faciles et moins coûteuses à éviter que les dernières.

L'imposition à chaque entreprise d'une norme unique de réduction de 100 unités d'effluent impliquerait pour l'entreprise A un coût marginal de la 100^e unité économisée égal à 2 K euros et pour l'entreprise B un coût marginal de la 100^e unité économisée égal à 0,667 K euros. Cette réduction coûterait à chacune des entreprises l'aire du triangle délimité par sa droite de coût de réduction et la verticale constituée par la norme, soit 100 K euros pour l'entreprise A et 33,3 K euros pour l'entreprise B. Le coût total de la réduction serait de 133,3 K euros.

L'utilisation d'un instrument économique (taxe ou permis) permet de minimiser ce coût de réduction. Dans cet exemple, afin de fixer le niveau de la taxe permettant d'obtenir la réduction totale de 200 unités d'effluents, supposons que la puissance publique connaisse les coûts de réduction des deux entreprises. Pour aboutir au même résultat quantitatif que la norme, il suffit d'imposer une taxe égale à 1 K euro, s'appliquant à chaque unité d'effluent émise. Compte tenu de sa courbe de coûts de réduction, chaque entreprise a intérêt à réduire ses émissions tant que son propre coût marginal de la tonne évitée reste inférieur à la taxe : il s'ensuit que l'entreprise A réduira sa quantité émise de 50 unités et l'entreprise B de 150 unités, soit au total 200 unités. L'objectif global est atteint, mais à un moindre coût : 25 K euros pour A et 75 K euros pour B, soit au total 100 K euros.

Note

2. Le coût marginal de réduction d'une unité d'effluent est le coût incrémental de cette réduction, il s'exprime mathématiquement comme la dérivée du coût total de réduction par rapport au total des quantités réduites. Il varie selon le niveau total de quantités réduites.



Une autre manière de réduire les émissions est de mettre en place un marché de permis. Chaque entreprise se voit allouer un quota de 900 permis : un permis correspond à l'autorisation d'émettre une tonne de l'effluent. Alors, si les coûts de réduction sont tels que ceux exposés dans la figure ci-dessus, l'équilibre s'établira au niveau où le prix des permis sur le marché sera égal au coût marginal commun de réduction de 1 K euro. L'entreprise B aura intérêt à réduire sa quantité émise de 150 unités (l'économie de la 151^e unité lui coûte plus de 1 K euro) et émettra donc 850 unités. Elle pourra revendre ses 50 permis inutilisés à l'entreprise A. En effet l'entreprise A aura intérêt à réduire ses émissions de 50 unités (l'économie de la 51^e unité lui coûte plus de 1 K euro) et émettra 950 unités. Elle achètera les 50 permis manquant à B au prix de 1K euro l'un.

| | Coût de réduction | Achats / ventes de permis | Coût total de réduction |
|--------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|
| Entreprise A | -25 K€ | -50 K€ | -75 K€ |
| Entreprise B | -75 K€ | 50 K€ | -25 K€ |
| Total | -100 K€ | 0 K€ | -100 K€ |

De ce point de vue (dans le cas de coûts de réduction connus), le résultat *collectif* obtenu par la taxe ou les permis est le même, c'est-à-dire la réduction de 200 unités émises à un coût global de 100 K euros.

Un autre point important à noter est que les coûts marginaux de réduction des émissions doivent être suffisamment différents pour que les entreprises soient incitées à échanger, de manière à en retirer des gains au-delà des coûts liés à la transaction (voir *infra*).

(Adapté de Raux et Marlot, 2001)

Comme la condition d'efficacité économique s'applique à l'ensemble des sources d'émission, il n'y a aucune raison, bien au contraire, de fixer un objectif de réduction spécifique à un quelconque secteur ou à une activité particulière comme le transport. Des considérations particulières de justice sociale (exemple, fiscalité plus légère pour le gazole domestique), ou de politique concurrentielle internationale (exemple, remboursement partiel de TIPP pour le transport routier de marchandises), ou encore d'acceptabilité (exemple, directive européenne sur les quotas d'émission restreinte aux gros consommateurs d'énergie) peuvent amener à déroger à ce principe. Ces dérogations se font au prix d'une perte d'efficacité économique.

Permis ou taxe, quel instrument choisir ?

Du point de vue de *l'objectif quantitatif de réduction*, la différence essentielle entre taxe et permis réside dans le fait qu'en pratique, la puissance publique ne dispose pas de l'information complète sur les coûts de réduction des différents agents. Avec une approche par les permis, l'obtention de l'objectif quantitatif de réduction des émissions est garantie mais sans garantie sur le niveau des coûts marginaux effectifs de réduction. Par contre, avec la taxe, le montant du coût marginal de réduction pour chaque agent est garanti mais sans garantie sur le niveau quantitatif de réduction des émissions.

Cette incertitude rend le choix difficile, car les erreurs sur l'anticipation des dommages ou des coûts de réduction des agents, et plus particulièrement sur la répartition de l'effort dans le temps et entre secteurs ou agents, peuvent être très coûteuses pour la collectivité. Plusieurs critères permettent néanmoins d'aider au choix (Baumol et Oates, 1988).

Premier critère, lorsque les dommages causés à l'environnement sont susceptibles d'augmenter très rapidement avec le niveau des émissions quand on approche certains seuils, voire quand on dépasse ces seuils, en causant des dommages irréversibles et d'une extrême gravité. Dans ce cas, les permis négociables offrent la garantie d'atteindre l'objectif quantitatif de limitation des émissions. Le problème des émissions de gaz à effet de serre est particulièrement illustratif de ce cas.

Le choix entre taxe et permis est fonction également de l'incertitude quant aux vrais coûts de réduction des nuisances. Il se trouve que c'est une situation que rencontre le secteur des transports.

Par exemple, les actions de réduction d'émission de CO₂ possibles en ce qui concerne les déplacements des personnes sont les suivantes : changer de style de conduite ; réduire les véhicules-kilomètres parcourus (en remplissant mieux la voiture, en réorganisant les déplacements, en changeant de lieux d'activités – vacances, loisirs, achats ou affaires personnelles, travail, domicile –) ; changer de véhicule ou changer de mode de transport vers un mode moins énergivore.

Sur deux points essentiels, que sont les changements de lieux d'activité et les changements de mode de transport, ces possibilités d'action sont de natures et de degrés très divers si l'on considère les localisations résidentielles des personnes concernées (urbain, péri-urbain, rural). Les changements de lieux d'activité, de manière à rapprocher les différents lieux entre eux, sont nettement plus faciles en milieu urbain qu'en péri-urbain et en rural, de par la densité d'activités offertes : les changements de court terme sont possibles en ce qui concerne les activités faiblement contraintes en matière de localisation, comme les achats ou les loisirs ; les rapprochements entre emploi et domicile sont rendus plus faciles dans une agglomération offrant une grande densité d'opportunités. De même, la massification des flux découlant de la densification des activités, rend plus fréquente en milieu urbain une offre de transports collectifs venant en alternative au véhicule individuel.

Tout indique donc que les courbes de coût marginal de réduction des émissions sont très diverses, et notamment plus élevées à mesure que l'on passe de l'urbain au péri-urbain puis au rural.

Une analyse similaire pourrait être faite en ce qui concerne le transport de marchandises, si l'on compare les livraisons en ville, le transport de courte, moyenne ou longue distance, et si l'on considère les possibilités d'adaptation logistique et de changement de mode de transport.

Face à une telle incertitude, et en regard d'un objectif quantitatif de limitation de la consommation de ressources environnementales, là encore le système de permis est *a priori* avantageux.

Malgré tout, le choix entre taxe et permis ne peut être tranché *ex ante* et nécessite une analyse au cas par cas. Une solution générale à ce problème d'incertitude sur les coûts de dépollution (*i. e.* de réduction des émissions) a été proposée par Baumol et Oates (1988, pages 74-76), à partir d'une idée de Roberts et Spence.

Si la quantité de permis mise sur le marché par le régulateur est trop faible (pour une année donnée ou pour un secteur donné), le libre jeu du marché des permis aboutirait à un prix trop élevé. Le régulateur peut alors mettre en place une taxe t selon le principe que tout émetteur est autorisé à émettre plus que la quantité permise par les permis qu'il détient, en acquittant la taxe t pour ces émissions supplémentaires. Dans ce cas, dès que le prix des permis dépasse le niveau t , les émetteurs ont intérêt à payer la taxe³. Donc le prix des permis sera borné par le haut par t . Cependant, afin de respecter les engagements internationaux, le régulateur devra supporter

Note

3. Ce n'est pas le cas pour le système européen d'échanges de permis (ETS, voir *infra*) puisque la taxe de pénalité n'est pas libératoire.

éventuellement le différentiel de valeur du permis domestique avec sa valeur sur le marché mondial.

Inversement, si la quantité de permis mise sur le marché est trop élevée (voir le cas de l'ETS en 2003-2006), le libre jeu du marché des permis aboutirait à un prix trop faible. Le régulateur peut alors mettre en place une reprise r , prix de rachat des permis non utilisés. Dans ce cas dès que le prix des permis descend en dessous du niveau r , les émetteurs ont intérêt à revendre leurs permis inutilisés. Donc le prix des permis sera borné par le bas par r . Cependant, dans ce cas, il faut que le régulateur finance le rachat de ces permis.

Cette solution hybride, combinant taxe et permis, s'applique lorsque le régulateur a à prendre des décisions, soit relatives à la répartition au cours du temps de l'effort de réduction (par exemple, des objectifs annuels), soit relatives à la répartition de cet effort entre les différents secteurs.

En résumé, l'incertitude sur les coûts de dépollution justifie la mise en place d'un système hybride mêlant quantité allouée, taxe t et reprise r . Cependant, des risques différents pour le gouvernement sont associés à de tels systèmes mixtes, selon que le marché ainsi créé est ouvert ou non au marché international des permis.

Quelques considérations pratiques de mise en œuvre

En pratique, les trois principales questions à résoudre sont les suivantes :

- Quelles entités vont pouvoir échanger les quotas ? Par exemple, dans un programme de réduction des émissions de CO₂, ces entités seront-elles les fournisseurs de carburant fossile, à l'amont, ou les consommateurs finals de ce carburant, à l'aval ?
- Faut-il allouer des quotas gratuitement ? Si la réponse est négative, les entités soumises au programme devront acheter sur le marché la totalité des permis dont elles ont besoin, ce qui équivaut, dans un contexte de rareté de la quantité totale disponible sur ce marché, à une mise aux enchères des quotas. C'est la solution économiquement la plus efficace puisqu'elle force les acteurs à révéler leurs préférences, sans nécessiter de collectes coûteuses de données comme l'exigent la plupart des méthodes de distribution. Elle est en conformité avec le principe du pollueur-payeur et permet en outre de créer une ressource financière utilisable dans le cadre d'un « double dividende »⁴. Elle est non discriminatoire,

Note

4. La taxation comme le système de permis permettent, par leur caractère incitatif, d'obtenir un changement des comportements d'où une réduction effective des émissions : c'est le « premier dividende ». Le « second dividende » est relatif à l'éventuelle ressource fiscale dégagée dans la mise en œuvre de ces instruments économiques. Cette ressource fiscale pourrait être utilisée dans d'autres secteurs de l'économie et on pense le plus souvent à la réduction des charges pesant sur le travail.

particulièrement envers les nouveaux entrants sur le marché qui sont placés sur un pied d'égalité avec les autres, au contraire de certaines méthodes d'allocation gratuite (voir *infra*). En revanche, elle alourdit d'emblée la charge financière pour les acteurs concernés, ce qui explique leur résistance. À l'inverse, la gratuité de l'allocation des permis, en réduisant la charge fiscale qui pèse sur les agents, facilite à l'évidence l'acceptabilité de cet instrument : il est difficilement envisageable dans certains cas de rendre payante sans contrepartie visible ou immédiate, la consommation d'un bien considérée jusqu'ici comme gratuite.

– Si les quotas sont alloués gratuitement, quelle méthode de distribution adopter ? En effet, bien qu'en théorie ces méthodes ne remettent pas en cause l'efficacité de l'instrument, ces méthodes déterminent *in fine* la charge financière qui pèsera sur le secteur concerné et les entités participantes. Ces implications en termes redistributifs rendent la question du choix de la méthode déterminante dans l'acceptabilité du programme.

Si la réponse aux deux premières questions est contingente aux cas particuliers d'application, les méthodes de distribution ont des caractéristiques générales qui transcendent les contextes particuliers : cela suffit à justifier une brève revue des avantages et des inconvénients des trois méthodes « canoniques » que sont l'allocation selon les émissions passées, selon le niveau de base et selon une norme.

a) L'allocation sur la base des émissions passées

Cette méthode de distribution est communément appelée allocation des « droits du grand-père » (*grandfathering*). Elle consiste à allouer aux émetteurs des permis à proportion de leurs émissions passées. C'est la méthode qui a été adoptée pour le système européen (ETS) d'échanges de quotas d'émission de gaz à effet de serre qui touche les installations intensives en énergie, opérationnel depuis 2005 (voir *infra*).

La principale critique envers cette méthode est qu'elle aboutit à une prime pour les « mauvais élèves » : toutes choses égales par ailleurs, ceux qui utilisent des technologies anciennes et polluantes se verront allouer, en proportion de l'activité, plus de quotas que d'autres plus vertueux. En outre, elle incite les entités émettrices à retarder leurs actions de réduction de la pollution, dès lors que ces entités anticipent la mise en place d'un tel système, dont la préparation prend en général plusieurs années. Pour pallier cela, le régulateur peut remonter plus loin dans le temps pour le calcul des droits, ou allouer des quotas supplémentaires aux entités réduisant volontairement leurs émissions avant la mise en vigueur du système.

Cette procédure constitue *stricto sensu* une barrière à l'entrée dans l'activité économique soumise au système de permis. En effet, les nouveaux entrants doivent en général acquérir leurs quotas sur le marché, sauf à prévoir un mécanisme d'allocation gratuite à ces derniers, de quotas mis

en réserve⁵ : dans ce dernier cas il faut s'attendre à des comportements opportunistes d'entreprises créant des filiales pour bénéficier de telles allocations.

Enfin, cette méthode d'allocation nécessite une collecte de données sur les émissions passées de chaque entreprise. Dans le cas du système européen, cette collecte existait déjà du fait des déclarations obligatoires dans le cadre du protocole de Kyoto. Par contre, dans d'autres applications cette collecte peut se révéler fort coûteuse, voire impossible à effectuer.

Il en résulte que les coûts administratifs de calcul de ces droits du grand-père risquent d'être particulièrement élevés si les entités émettrices sont trop nombreuses : il n'y a « que » 3 000 centrales environ dans le cas du programme *Acid Rain* ; un programme quelconque englobant toutes les entreprises en France viserait environ 2,5 millions d'entités, sans compter les administrations.

b) L'allocation de crédits selon le niveau de base

Un niveau de base d'émissions (*baseline*) est fixé pour chaque entité, calculé initialement sur une certaine période passée. Si l'entité émet moins que ce niveau de base, elle obtient des crédits échangeables sur le marché, ou éventuellement pouvant être épargnés pour compenser des émissions futures. Cette possibilité d'acquérir des crédits est importante pour inciter l'entité à s'améliorer au-delà du niveau de base. Si l'entité émet plus que son niveau de base, elle devra acquérir des permis sur le marché. Ce niveau de base peut ensuite faire l'objet d'une réduction annuelle pour inciter les entités à l'amélioration continue.

Cette méthode présente de grandes similitudes avec la précédente, la méthode des droits du grand-père. Comme cette dernière, elle favorise les mauvais élèves au détriment des vertueux. Les premiers pourront plus facilement réduire leur pollution et obtenir ainsi des crédits. Comme la précédente, cette méthode nécessite également une collecte de données pour chaque entité.

Enfin, elle est défavorable aux nouveaux entrants qui devront en principe acheter la totalité de leur allocation, par comparaison avec les entités existantes qui n'auront à acquérir de permis que si elles dépassent leur niveau de base fixé par l'autorité régulatrice. Là encore, une variante peut permettre d'intégrer ces nouveaux entrants avec une *baseline ad hoc* : dans ce dernier cas, le risque est que soit ainsi dépassée la limite totale des émissions.

Note

5. Comme cela est prévu par certains pays européens dans le cas de l'ETS (voir *infra*). Cette variante présente le risque de dépasser la limite sur le total des émissions du secteur concerné, dans la mesure où tout nouvel entrant dans l'activité augmenterait mécaniquement les allocations. Le programme *Acid Rain* aux USA (voir *infra*) est un exemple de combinaison de différentes règles pour éviter ces effets pervers.

c) L'allocation selon une norme

Avec cette méthode, un coefficient technique d'émission reflétant l'objectif du programme est fixé par l'autorité régulatrice, par exemple par comparaison avec les meilleures pratiques (*benchmarking*). L'allocation est ensuite réalisée au prorata d'un *output* reflétant la production de l'entité. Par exemple, dans le programme *Acid Rain* (voir *infra*) l'allocation à chaque centrale est calculée selon la multiplication du coefficient technique d'émission de SO₂ par la quantité moyenne de chaleur produite par la centrale sur une période donnée.

Ce type d'allocation constitue donc une incitation à s'ajuster aux normes les plus « propres ». De plus, le coefficient technique fait l'objet d'ajustements annuels à la baisse, pilotés par l'autorité régulatrice.

Au contraire de la méthode des droits du grand-père, cette méthode favorise les acteurs vertueux, ceux qui auront entrepris des actions de dépollution plus tôt. Elle permet en outre de supprimer la barrière à l'entrée évoquée ci-dessus. Afin d'éviter la mécanique d'augmentation du total des allocations par les nouveaux entrants, le coefficient technique peut être ajusté pour les allocations annuelles suivantes, afin de rétablir la limite totale des allocations.

Enfin, la collecte des données s'avère dans la plupart des cas moins coûteuse que pour les autres méthodes, dans la mesure où il n'y a pas à reconstituer d'historique de production et d'émission pour chaque entité.

En pratique, les programmes concrètement mis en place ont tendance à hybrider ces différentes méthodes, de manière à en combiner les avantages et en minimiser les inconvénients. Toutefois, le lecteur aura compris que le traitement des nouveaux entrants est une question redoutable pour chacune de ces trois méthodes d'allocation. Si l'on décide d'allouer gratuitement des quotas à ceux-ci, alors la définition précise de ces derniers est très difficilement soluble, si l'on veut éviter certains comportements non désirés de contournement du rationnement. En revanche, ce problème de définition des nouveaux entrants ne se pose pas si ces derniers doivent acheter leur allocation.

Le débat entre taxe et permis a pour habitude de poser la double équation taxe = ressource fiscale, d'une part, et permis = allocation initiale gratuite = absence de ressource fiscale, d'autre part. Or rien en théorie n'impose de poser ces équations. La taxe peut, pour des raisons d'acceptabilité ou d'équité, faire l'objet d'exemptions ou de franchises sur les premières unités émises : cela équivaut, pour les agents concernés, à l'allocation initiale gratuite dans le cas des permis, version plus simple de la mise en œuvre de la gratuité. Le produit de la taxe peut également être restitué à l'échelle d'un secteur ou d'une branche, sur la base d'un critère neutre quant aux émissions, par exemple sur la base de la valeur ajoutée ou de la production. Inversement, la mise en vente des permis en lieu et place

d'une allocation initiale gratuite, peut produire une ressource fiscale à l'instar du mécanisme standard de la taxe. En résumé, taxation et permis peuvent l'une et l'autre répondre de manière similaire à la problématique du double dividende, et posent des problèmes distributifs communs.

L'Encadré 2 résume les caractéristiques principales d'un système de permis d'émission négociables.

Encadré 2

Les caractéristiques principales d'un système de permis d'émission négociables

Un système de permis d'émission négociables comprend six caractéristiques principales :

- 1) L'autorité régulatrice fixe le quota total d'émissions dans une période donnée, sur une aire géographique donnée ou pour un groupe de sources donné.
- 2) L'autorité régulatrice détermine le point d'imputation des permis, c'est-à-dire les entités qui seront détentrices des permis et devront les rendre en contrepartie des émissions.
- 3) L'autorité régulatrice vend les permis ou les distribue gratuitement aux entités, par exemple au prorata des émissions passées ou sur la base de normes d'efficacité, dans la limite du quota total fixé. Chaque permis autorise son détenteur à émettre une quantité spécifiée de polluant.
- 4) Les entités sont autorisées à échanger les permis entre elles. Les entités dont les coûts de réduction d'émissions sont inférieurs au prix des permis qui s'établit sur le marché, sont incitées à réduire leurs émissions en dessous de leur allocation initiale et à vendre leurs permis inutilisés.
- 5) À la fin de la période, chaque entité doit rendre des permis à hauteur de ses quantités d'émissions. Les entités peuvent donc se conformer à la réglementation en réduisant leurs émissions ou en acquérant des permis.
- 6) L'une des conditions fondamentales de l'efficacité de ce dispositif tient à la rigueur du procédé de mesure et de vérification des émissions, de la réglementation et de la sanction : une entité qui viendrait à émettre au-delà de ce qu'autorisent les permis qu'elle détient, doit se voir condamnée à de fortes amendes.

Bien évidemment, la conception concrète d'un marché de permis a des conséquences sur le fonctionnement effectif et concurrentiel de ce marché, et sur les coûts de transaction.

Les conditions de l'efficacité économique des permis transférables

Plus généralement, on notera que l'efficacité d'un programme de permis est réalisée quelle que soit l'allocation initiale, sous réserve de certaines conditions (Baumol et Oates, 1988) :

- sous condition que les fonctions de réduction soient convexes sur leurs intervalles de valeurs pertinents, l'égalisation des coûts marginaux de réduction entre toutes les sources est une condition nécessaire et suffisante de la minimisation du coût total de réduction des émissions agrégées, pour un objectif de réduction donné ;
- un système de permis échangeables réalise l'égalisation des coûts marginaux de réduction entre toutes les sources, dès lors qu'il permet une allocation optimale des permis d'émissions entre elles ; l'allocation d'équilibre des permis d'émissions (et donc la répartition des efforts de réduction) sera la même quelle que soit leur allocation initiale ;
- en l'absence de coûts de transaction, l'information parfaite sur les coûts de réduction est inutile, contrairement à ce qu'impliquerait la détermination du bon niveau de la taxe pour atteindre l'objectif quantitatif de réduction.

De ce fait, les marchés de permis permettent de séparer les questions d'efficacité des questions d'équité, plus aisément qu'avec la taxe.

Deux autres critères entrent en ligne de compte dans le choix entre taxes et permis, car ils ont une influence directe sur le coût total de réduction des émissions : il s'agit des coûts de transaction éventuels dans les échanges de permis, et du fonctionnement concurrentiel ou non du marché des permis.

En effet, en présence de coûts de transaction, le problème de la séparabilité entre efficacité et équité change fondamentalement. Stavins (1995) a identifié trois types de coûts de transaction :

- les coûts liés à l'acquisition d'information sur les options offertes aux acteurs et à la recherche de partenaires pour l'échange ;
- les coûts liés à la négociation et à la prise de décision (consultation d'intermédiaires, durée de la négociation, aspects juridiques, assurances) ;
- les coûts liés au suivi et au respect des règles, qui sont en principe supportés par l'autorité publique.

Stavins a modélisé l'impact des coûts de transaction, montrant ainsi l'incidence de l'allocation initiale des droits sur l'équilibre final et sur les coûts totaux de réduction des émissions. Les pouvoirs publics doivent donc s'appliquer à minimiser les coûts de transaction, notamment en évitant les réglementations tatillonnes comme l'exigence d'approbation administrative de chaque échange, qui sont autant d'obstacles à la fluidité de ceux-ci (voir les exemples donnés par Hahn et Hester, 1989 ; voir aussi Foster et Hahn, 1995). Ils doivent également réduire les coûts de recherche

d'information et d'incertitude pour les acteurs du marché, soit en tenant le rôle d'intermédiaire actif entre vendeurs et acheteurs, soit en favorisant l'activité d'intermédiaires privés.

Il importe donc de concevoir un système simple avec des coûts administratifs minimisés autant que possible.

En outre, certaines firmes pourraient avoir une capacité d'exercer un pouvoir de marché, notamment en empêchant l'entrée d'autres firmes sur le marché de permis. Ces questions de concentration de marché et de comportements stratégiques font que l'on peut avoir moins de confiance dans les systèmes à marchés étroits (Stavins, 1995).

Cependant, on trouve des conclusions contradictoires quant à cette opposition entre avantages et inconvénients des marchés à nombre limité d'acteurs et des marchés à nombre important d'acteurs. Les « petits » marchés peuvent être plus facilement sujets aux comportements stratégiques mais permettent des transactions plus aisées entre acteurs se connaissant bien, à l'exemple du marché de permis de plomb dans l'essence aux États-Unis (voir *infra*). D'un autre côté, les « gros » marchés seraient moins soumis à ces comportements stratégiques et rendraient aussi les transactions plus aisées, car la probabilité de trouver un partenaire pour l'échange serait accrue.

Des expériences instructives

Les expériences les plus anciennes de marchés de quotas concernent les prélèvements sur les ressources naturelles, la pollution de l'eau et enfin la pollution de l'air.

Les prélèvements sur les ressources naturelles ⁶

Les expériences locales d'échange de droits de prélèvement de la ressource en eau sont assez nombreuses dans différents pays, et en particulier aux États-Unis, en Australie et au Chili : il s'agit principalement de répartir l'eau à des fins d'irrigation ou d'arbitrer entre les usages agricoles et non agricoles de la ressource en eau.

Dans le domaine de la pêche, la pratique de l'échange de droits ou de quotas est établie de longue date dans certains pays, pour la pêche en

Note

6. Cette partie s'appuie sur CNT (2001), mise à jour et enrichie de nouvelles informations.

rivière mais aussi à certaines périodes pour la pêche en haute mer, par exemple la pêche à la baleine : un accord de 1932 entre les compagnies baleinières britanniques et norvégiennes déterminait des quotas de capture en même temps qu'une limitation de la saison de chasse en Antarctique.

Dès le départ, ces quotas ont été conçus pour être transférables, sans que le prix de cession ait été fixé initialement. C'est surtout depuis les années 1970 que plusieurs pays (Australie, Canada, Islande, Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, États-Unis) ont eu recours à cet instrument pour diverses espèces comme le thon, le homard, le hareng ou la sole.

Le principe de quotas de capture de poissons est largement appliqué dans le cadre de la politique commune de la pêche de l'Union européenne. Le total des captures autorisées par la Commission, est réparti entre les États membres, qui allouent ensuite ces quotas aux bateaux de pêche enregistrés dans leur juridiction. Le transfert de quotas entre États membres est autorisé, bien que la flexibilité en ce domaine soit assortie de certaines contraintes.

Pour la gestion des sols et la régulation des activités de construction, des expériences de droits à construire transférables ont été menées aux États-Unis dès le début du siècle. Les applications les plus significatives du point de vue environnemental ont été engagées à la fin des années 1970 et au début des années 1980 en France et en Nouvelle-Zélande. En France, le Code de l'urbanisme prévoit que le plan local d'urbanisme peut déterminer, dans les zones à protéger en raison de la qualité de leurs paysages, des possibilités de transfert de droits de construction entre terrains d'une même zone affectée d'un coefficient d'occupation du sol fixé, en vue de favoriser un regroupement des constructions (articles L. 123-1, L. 123-4 et L. 332-1 du Code de l'urbanisme).

Les droits concernant la pollution de l'eau

Les droits concernant la pollution de l'eau font l'objet de dizaines de programmes en cours à caractère local aux États-Unis. La première expérience fut engagée en mars 1981 dans le Wisconsin, sur une section d'environ 60 kilomètres de la partie inférieure de la Fox River, qui recevait les effluents d'une dizaine d'usines de pâte à papier et de quatre municipalités. Dans ce programme d'échange de droits, un seul échange a eu lieu car les restrictions étaient importantes : en effet, les acheteurs de droits devaient prouver leur besoin, les droits étaient limités selon les termes du permis du vendeur (cinq ans maximum), et les échanges devaient être approuvés par l'administration.

Une autre expérience concerne les droits sur la pollution de l'eau sur le Dillon Reservoir, un lac de montagne dans le Colorado (Hahn et Hester, 1989).

Ce programme d'échange de droits a été lancé en 1984 et concerne les rejets de phosphore. L'allocation des droits se fait sur une base annuelle. Pour accroître ses rejets, une source ponctuelle (*i. e.* une station de retraitement des eaux, une station de ski, etc.) doit acquérir des droits auprès de sources définies comme « non ponctuelles » (*i. e.* les fosses septiques, les périphéries urbaines, etc.), qui mettent en œuvre des actions de diminution de leurs rejets. Le programme n'imposait que peu de restrictions aux échanges.

Ces expériences ont été relancées par l'agence étasunienne de protection de l'environnement (Usepa) en 2003, et le programme d'amélioration de la qualité des eaux par les échanges de permis est désormais actif et animé par un réseau spécialisé (*Environmental Trading Network*), développé à l'origine pour la région des Grands Lacs.

Les droits concernant la pollution de l'air

La réforme de la loi sur l'air (*Clean Air Act*) aux États-Unis en 1990, en réponse aux échecs rencontrés jusque-là en matière de qualité de l'air, marque le début de la mise en place d'un véritable marché de droits d'émettre du SO₂, à l'origine des « pluies acides ». Ce marché a débuté en 1995. Il s'agit des émissions de SO₂ par les centrales thermiques de production d'électricité opérant sur le territoire des États-Unis, qui comptabilisaient à elles seules à l'époque 70 % des émissions de SO₂. L'objectif était de ramener les émissions du secteur électrique, à partir de 2000, à la moitié de ce qu'elles étaient en 1980, soit un peu plus de 9 millions de tonnes par an.

Avec le programme *Acid Rain*, un nouveau marché de grande taille géographique a pris naissance⁷. Les règles d'allocation initiale (gratuite pour les sources existantes) sont assez compliquées, en prenant en compte un grand nombre de situations particulières ouvrant droit à des attributions supplémentaires. Les permis font l'objet d'une allocation annuelle et peuvent être utilisés immédiatement ou mis en réserve pour un usage ultérieur, ou encore cédés à tout acquéreur. Le mode de régulation de ce marché est à la fois rigoureux pour les allocations, le contrôle des émissions, l'enregistrement des mouvements de compte et la fixation des pénalités, et flexible pour ce qui est de la réalisation des transactions elles-mêmes, qui sont libres sans intervention de l'administration. En 2000,

Note

7. La description qui suit est issue d'un article publié par O. Godard (2000) sur l'expérience américaine des permis négociables, dans *Économie internationale*.

il était banal pour les managers des centrales électriques d'effectuer des transactions sur le marché des permis de SO₂.

Du temps fut nécessaire pour convaincre peu à peu les différentes parties (entreprises, milieux associatifs, mais aussi services administratifs) de l'avantage économique de cet instrument et de sa solidité du point de vue environnemental. Le succès de ce programme montre combien le pouvoir du régulateur doit être fort pour réaliser cet encadrement.

Enfin, le programme *Acid Rain* est une bonne illustration de l'ampleur des écarts entre les coûts estimés *ex ante* par les experts dans un contexte stratégique de négociation d'une nouvelle politique, et la réalité des coûts qui s'imposent *ex post* une fois que les incitations adéquates sont mises en place et poussent à l'innovation. Bien que l'on ne puisse confondre ces coûts avec les prix de transaction réalisés, la surestimation par rapport aux coûts effectifs *ex post* est d'au moins un facteur deux. Rien ne permet donc de penser que ces avantages ne puissent pas être importants dans le domaine de la prévention du risque climatique planétaire.

Les critères généraux de succès d'un système de permis

Les expériences de mise en œuvre de systèmes de permis négociables ont permis de dégager un certain nombre de critères généraux de succès (à partir de OCDE 1997, 1998).

Il faut bien entendu qu'il y ait tout d'abord un accord large sur la nécessité de faire quelque chose et sur l'efficacité du système du point de vue de l'amélioration de l'environnement, et de son moindre coût par rapport à d'autres systèmes ou solutions. À cela s'ajoute la prise en compte de l'équité (notamment dans les méthodes d'allocation), et plus généralement de l'acceptabilité sociale et politique.

Le premier critère majeur est celui de la simplicité et de la clarté du système. La cible doit être clairement identifiée (exemple, les quantités de SO₂) et l'unité d'échange doit être définie, aisément mesurable et vérifiable. Les règles d'allocation de quotas et d'échange de ceux-ci doivent être simples, de manière à limiter les coûts de transaction. Les frontières institutionnelles et géographiques du marché ainsi que les participants doivent être clairement identifiés.

Un deuxième critère, non moins majeur pour l'efficacité du système, est la possibilité de fonctionnement d'un marché. Il est nécessaire qu'il existe un nombre suffisant d'agents susceptibles de participer au marché et que ces derniers puissent effectivement payer le prix prévisible des permis. En outre, il est indispensable que les coûts marginaux de dépollution pressentis soient suffisamment différents pour que des gains puissent être réalisés grâce aux échanges.

Enfin, l'efficacité du système dépend également de la crédibilité du suivi des émissions, des vérifications et de la rigueur des sanctions. En outre, pour permettre aux agents économiques d'optimiser leur comportement à long terme, la certitude quant à la validité des permis dans le futur est requise.

Les débuts balbutiants du protocole de Kyoto et l'ETS

On sait que la plupart des pays développés ont accepté dans le protocole de Kyoto, établi en 1997, des objectifs chiffrés et juridiquement contraignants de réduction des émissions des six principaux gaz à effet de serre⁸. L'Union européenne s'est engagée à une réduction de 8 % de ses émissions pour la période 2008-2012 (première période d'engagement)⁹, par rapport à 1990, et a réparti l'effort entre ses États-membres dans le cadre d'une « bulle européenne » : la France doit revenir pour la période 2008-2012 au niveau de ses émissions de 1990.

Le protocole de Kyoto est entré en vigueur en février 2005, suite à la ratification d'au moins cinquante-cinq pays représentant 55 % des émissions des pays industrialisés¹⁰. Cette ratification a ouvert la voie à la mise en œuvre des trois mécanismes de flexibilité proposés par le protocole que sont, outre les permis (les « droits d'émission ») échangeables entre pays, les deux mécanismes de projets : ces derniers permettent à un acteur (pays ou entreprise) d'obtenir des crédits d'émission certifiés en échange du financement d'un projet aboutissant à une réduction des émissions, soit dans un pays ayant des engagements de réduction (« mise en œuvre conjointe », MOC), soit un pays en développement (« mécanisme de développement propre », MDP)¹¹.

L'Union européenne, voulant montrer l'exemple aux autres pays, notamment industrialisés, a pris les devants en mettant en place un système

Note

8. Ces six gaz à effet de serre sont : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbones (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆).

9. L'objectif du protocole est une réduction moyenne de 5,2 % pour l'ensemble des pays industrialisés, alors que la convention de Rio en 1992 émettait un vœu de -50 %...

10. À l'exception notable des États-Unis et de l'Australie, tandis que des pays comme la Chine, l'Inde ou le Brésil, en développement rapide, ne faisaient pas partie des pays initialement engagés dans le protocole.

11. Il peut s'agir, par exemple, du financement par un pays industrialisé du remplacement d'une flotte de bus dans une ville d'un pays en développement. L'arbitrage se fera évidemment en fonction de la rentabilité de l'opération, tenant compte du cours de la tonne de CO₂ sur le marché mondial.

européen d'échange de droits d'émission (*European Trading Scheme*, ETS) entre les entreprises européennes. Ce système, opérationnel depuis le 1^{er} janvier 2005, ne concerne pour le moment que les installations de combustion ayant une puissance calorifique supérieure à 20 MW. De fait elle concerne essentiellement, mais pas exclusivement, les entreprises industrielles de production d'énergie ou de consommation intensive d'énergie (*i. e.* principalement les productions de métaux ferreux, de ciment, de verre, de céramique et de papier). Seul est concerné pour l'instant le CO₂. En application de la directive et d'une logique apparente de subsidiarité¹², ce sont les États membres qui se chargent d'attribuer les quotas aux entreprises concernées : chaque État doit soumettre à la Commission européenne son Plan national d'allocation des quotas (Pnaq)¹³.

Pour la France, ce plan pour la première période (2005-2007) concerne un peu plus de 1100 installations avec une allocation d'environ 150 Mteq-CO₂ par an, soit moins de 30 % de l'allocation nationale¹⁴. Après plusieurs allers-retours avec la Commission, un arrêté ministériel du 25 février 2005 a fixé la liste définitive des exploitants et les quantités individuelles de quotas qui leur ont été affectés annuellement (et gratuitement) sur la période 2005-2007.

Une analyse de la mise en œuvre de cette directive en France (Godard, 2004) montre que l'attribution des quotas a été particulièrement laxiste, faisant ressortir un phénomène classique de capture de la décision publique par la grande industrie, dans un souci affiché de ne pas dégrader la position concurrentielle des entreprises : ces dernières sont de fait subventionnées par le biais d'allocations gratuites généreuses, y compris celles prévues pour les extensions d'activités et les nouveaux entrants, ce qui fait que la contrainte est quasi nulle pour les entreprises. L'incitation micro-économique aux échanges, qui fait l'efficacité du système, est donc absente.

Malgré ce laxisme pratiqué également par les autres États-membres, la tension sur le prix des quotas lors des premiers mois d'opération a surpris les observateurs : le prix *spot* de la tonne de CO₂ est monté de 8,50 euros à presque 30 euros en juillet 2005, puis a oscillé entre 20 et 25 euros. Les achats étaient principalement le fait des producteurs d'électricité, d'une part à cause d'éléments conjoncturels – rigueur de l'hiver 2005, accroissement de l'usage du charbon, plus émetteur de CO₂, en réponse à la hausse des prix du pétrole et du gaz –, d'autre part en raison de comportements de précaution face à l'incertitude quant à la croissance économique future et

Note

12. Une application intempestive du principe de subsidiarité puisque l'efficacité du système aurait gagné à une allocation décidée à l'échelle de l'Union européenne (Godard, 2004).

13. Par contre, la directive a fixé un niveau commun de pénalité en cas de dépassement des quotas par une entreprise, et cette taxe de pénalité de 40 euros par tonne de CO₂ n'est pas libératoire.

14. L'allocation à la France au titre du protocole de Kyoto représente 560 Mteq-CO₂.

à la réalité à venir de la contrainte sur le carbone (Alberola, 2006). Sur l'année 2005, les transactions sont estimées à 12 % des 2,2 milliards de quotas alloués à l'échelle européenne.

Début mai 2006, suite aux premières déclarations des États-membres quant à leurs émissions effectives pour l'année 2005, le prix du quota sur le marché *spot* s'est effondré jusqu'à 8,50 euros pour remonter ensuite autour des 15 euros (pendant l'été 2006). Le marché a parfaitement joué son rôle de signal prix face à l'abondance des quotas, dans un contexte d'incertitude quant à la valeur éventuelle de ces quotas de première période lors de la deuxième période 2008-2012.

Les discussions sont en cours pour cette deuxième période, les États membres ayant notifié leur « Pnaq II » à la Commission. Il n'est pas sûr que les défauts repérés pour la première phase puissent être corrigés, compte tenu des habitudes acquises. Toutefois, en cet automne 2006, la Commission a réussi à imposer à plusieurs États le durcissement des premières versions de leurs plans d'émissions.

CHAPITRE 2



Pertinence et expériences dans les transports

Comme nous venons de le voir, les marchés de permis possèdent des caractéristiques intéressantes, validées par les quelques expériences que nous avons brièvement passées en revue. Mais sont-ils transposables au secteur des transports ?

Nous répondrons à cette question dans un premier temps, en analysant la pertinence de ces mécanismes dans le cas particulier des transports, et en détaillant leurs potentialités d'application selon les différentes nuisances rencontrées et les cibles envisageables.

Dans un deuxième temps, nous présenterons et tirerons les leçons de quelques expériences passées ou en cours de systèmes de permis dans le secteur des transports.

Quelle pertinence dans les transports ?

À côté des instruments économiques déjà utilisés dans le secteur des transports, les systèmes de permis présentent un intérêt particulier selon plusieurs aspects ¹, particulièrement pertinents dans le cas de la régulation du secteur des transports. Citons les quatre principaux :

- il subsiste en effet une incertitude non négligeable dans la fonction de réponse des agents aux prix, comme nous l'avons montré plus haut. Par exemple, dans le cas des émissions de CO₂, la demande de carburant est faiblement élastique aux prix à court ou moyen terme : l'obtention d'un objectif quantitatif serait mieux assurée par un système de permis que par la taxation ;
- étant donné le haut niveau de taxation des carburants en Europe, les permis avec allocation gratuite seraient vus par les agents comme un moyen d'échapper à une taxe supplémentaire, ce qui peut être un facteur d'acceptabilité du nouvel instrument ;

Note

1. Voir OECD (2001).

- les systèmes de quotas sont, on l'a vu, les seuls à permettre un traitement explicite des aspects distributifs, séparément du problème de l'allocation économiquement efficace des efforts de réduction des atteintes à l'environnement : étant donné le rôle fondamental que jouent les transports dans le droit à la mobilité, ce traitement des impacts distributifs requiert une attention particulière ;
- au plan de la flexibilité de la mise en œuvre de la politique de régulation, les systèmes de permis permettent (à l'instar des péages) de cibler des problèmes locaux et régionaux découlant de l'activité de transport.

Au-delà de ces aspects généraux, et en examinant les spécificités du secteur des transports, d'autres arguments militent en faveur de l'utilisation des systèmes de permis dans ce secteur. En effet, deux critères essentiels permettent de juger de la pertinence de systèmes de permis² : ce sont d'une part la possibilité de fixer une contrainte ou un droit, définis de façon quantitative dans un espace-temps spécifié, d'autre part la possibilité laissée aux agents de transférer tout ou partie de ces obligations quantitatives. La pertinence de l'application des permis dans chacun des domaines potentiels d'action est donc analysée au regard de ces critères.

Il est possible dans de nombreux cas de fixer des objectifs quantitatifs précis et mesurables : c'est le cas des gaz à effet de serre émis par les transports, où il est possible de fixer des objectifs à chaque agent, puisque c'est la somme des *outputs* individuels des agents qui produit l'*output* global. Comme le lieu d'émission des gaz à effet de serre importe peu à l'échelle planétaire, ces émissions sont équivalentes à cette même échelle, et les quotas peuvent s'échanger dans un périmètre géographique régional ou continental, voire planétaire.

Des objectifs quantitatifs peuvent aussi être définis pour les émissions de polluants atmosphériques locaux ou régionaux, pour lesquels les permis peuvent être échangés à l'intérieur d'une aire géographique d'étendue correspondante. Dans tous ces cas c'est la somme des *outputs* individuels des agents qui produit l'*output* global, et il est relativement possible également d'établir des équivalences spatio-temporelles des agrégats de ces nuisances³. En revanche, ce n'est pas le cas du bruit qui ne croît pas linéairement en fonction des émissions individuelles.

La congestion est un phénomène généralement restreint à des axes de transport particuliers et à des heures particulières. On peut toutefois imaginer, dans le cas d'agglomérations ou de régions urbaines souffrant de

Note

2. Voir OECD (2001).

3. Si l'on se restreint aux gaz primaires. On ne considère pas les réactions chimiques secondaires qui peuvent s'ensuivre, comme par exemple la formation de l'ozone troposphérique. En outre, ces masses gazeuses peuvent être transportées sur de longues distances.

congestion routière étendue dans le temps et dans l'espace, des systèmes de quotas sur les déplacements routiers (voir *infra*).

Enfin, la présence d'effets de seuil peut également requérir une approche par les quantités. C'est évidemment le cas pour les émissions de gaz à effet de serre mais aussi en ce qui concerne les émissions de polluants atmosphériques locaux, pour lesquels des valeurs de seuil de concentration ne doivent pas être dépassées pour la santé humaine.

Au titre des arguments en défaveur de l'utilisation des systèmes de permis dans le secteur des transports, on trouvera en premier lieu la question des coûts d'administration de tels systèmes qui, par définition, visent une multiplicité de sources mobiles. De ce point de vue, si la cible visée peut être rattachée avec une approximation acceptable à la consommation de carburant (cas des gaz à effet de serre par exemple), l'extension de la taxation des carburants existante apparaît comme la solution naturellement la moins coûteuse. Dans d'autres cas comme la congestion, l'utilisation de la technologie de reconnaissance électronique des véhicules en circulation pour les péages routiers, en fort développement, apparaît comme la solution la plus pertinente. Cette technologie peut d'ailleurs constituer une base pour la réduction des coûts d'administration pour certains systèmes de permis (voir ci-après l'étude de cas sur les Ecopoints en Autriche). La résolution de cette question des coûts d'administration est centrale pour toute mise en place de permis transférables dans le secteur des transports. On verra dans les études de cas ci-après comment cette question peut être traitée.

En outre, la mise en place de systèmes de permis dans le secteur des transports aurait pour conséquence de rendre explicite un rationnement de l'activité par ses *outputs*, *i. e.* les déplacements. Par ce biais risque d'être remise en cause la liberté de se déplacer, qui est un droit fondamental universellement reconnu par les diverses déclarations des droits de l'homme, comme par celle des Nations unies : cette remise en cause découlerait en effet du rôle irremplaçable que joue dans bien des cas l'automobile, dans l'expression de cette liberté de se déplacer.

Il n'est pas évident de déterminer *a priori* lequel des instruments, taxe ou permis, apparaîtrait comme le moins acceptable socialement. La taxation des carburants jouerait un rôle plutôt silencieux, car elle est intégrée au prix final pour le consommateur, mais serait à un niveau plus élevé qu'aujourd'hui pour se conformer à l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Enfin, par rapport à la seule réglementation, les permis transférables introduiraient l'idée de transactions marchandes sur ce droit universel de se déplacer que nous avons évoqué précédemment : cela peut constituer dans nombre de contextes culturels un handicap supplémentaire pour les permis transférables par rapport à l'instrument de la réglementation uniforme.

Quels peuvent être les domaines précis d'application des systèmes de permis dans le secteur des transports ?

L'*output* global de l'activité de transport est le fruit d'une combinaison de facteurs relevant des usages des sols (localisation des activités et ses conséquences sur les distances parcourues), de l'offre d'infrastructures et de services (prix et qualité de service des différents modes de transport), des caractéristiques techniques des véhicules de transport (sources d'énergie, consommations unitaires, émissions) et de l'intensité d'usage de ces véhicules (intensité de mobilité fonction de l'activité économique et sociale). Ces facteurs désignent autant de domaines potentiels d'action pour réguler les nuisances du secteur des transports.

Un premier domaine potentiel concerne l'usage des sols et notamment la lutte contre l'étalement urbain et l'éclatement des activités, source d'allongement des distances : ces distances plus longues sont parcourues le plus souvent en véhicule automobile privé, l'alternative modale en transports publics étant inexistante dans ces espaces peu denses. Ce domaine est actuellement régulé essentiellement sur le mode de la réglementation mais il existe des propositions pour appliquer des droits à construire échangeables aux promoteurs immobiliers, sur la base des volumes de circulation générés par leurs projets (Ottensman, 1998).

Un deuxième domaine concerne l'équipement automobile des ménages. Un mécanisme de rationnement de l'équipement automobile est à l'œuvre à Singapour depuis 1990 (Koh et Lee, 1994), en sus du péage routier, opérationnel depuis 1975, qui concerne le centre des affaires et les routes principales de cette « cité-île-État ». Le rationnement se fonde sur la mise aux enchères d'un nombre limité d'autorisations à l'achat d'un véhicule neuf. Le nombre de certificats d'importation (puisque Singapour ne produit pas de véhicules automobiles) est déterminé chaque année par le gouvernement, sur la base des conditions de circulation et de la capacité des routes. Ces certificats sont mis aux enchères chaque mois. Chin et Smith (1997) ont montré que ce mécanisme de contrôle de l'équipement automobile est un instrument pertinent, car la demande est relativement inélastique et la pente de la courbe de coût social par rapport au niveau de motorisation est élevée : il en résulte que, comparé au contrôle par les prix, le contrôle par les quantités réduit la perte de bien-être collectif qui résulterait d'une mauvaise évaluation de l'optimum par les autorités.

Un troisième domaine concerne d'une part la technologie des véhicules, à travers la réglementation des émissions unitaires de polluants atmosphériques locaux ou de gaz à effet de serre, et d'autre part les caractéristiques techniques des combustibles. C'est là que l'on trouve, comme on le verra par la suite, une application avec succès pour la suppression des additifs au plomb dans l'essence aux États-Unis, et les propositions les plus avancées d'application au niveau des constructeurs automobiles (voir *infra*).

Un quatrième domaine concerne le carburant total consommé par les véhicules, en fonction non seulement des consommations unitaires mais aussi de l'intensité d'usage par les automobilistes. Comme nous le verrons, les limites rencontrées par la taxe sur les carburants amènent à explorer la faisabilité de systèmes de permis visant la consommation de carburant.

Enfin, un cinquième domaine connexe au précédent concerne la maîtrise de l'usage des véhicules, et plus précisément des véhicules-kilomètres parcourus, comme solution à moyen terme pour réguler la congestion. Concernant la congestion, le mode de régulation reste essentiellement celui de la file d'attente, malgré les débats en cours sur le péage de congestion, relancés par la mise en œuvre du péage dans la City londonienne depuis 2003 et l'expérience réussie de Stockholm en 2006. Une application pertinente des permis pourrait donc concerner des quotas de véhicules-kilomètres parcourus (ou de déplacements) dans une agglomération donnée, alloués aux automobilistes et transférables entre eux (voir *infra*).

En croisant les trois grandes catégories de nuisances que l'on veut réduire, à savoir les émissions de gaz à effet de serre, la pollution locale et régionale, et la congestion, avec les cibles précédemment évoquées, on obtient le tableau 1 qui permet de qualifier la pertinence des marchés de permis selon les différentes cibles envisageables.

Tableau 1

Pertinence des marchés de permis selon les nuisances et les cibles visées

| Cibles Nuisances | Émissions unitaires ou technologie des véhicules | Caractéristi- ques physico- chimiques carburants | Équipement automobile des ménages | Véhicules- kilomètres parcourus ou déplacements | Consomma- tion finale de carburant | Usage des sols |
|---|--|--|--|--|--|-------------------|
| Émissions de gaz à effet de serre | ** | | * | * | *** | ** |
| Pollution régionale | ** | ** | * | * | *** | ** |
| Congestion | | | * | *** | | ** |

De * = faible à *** = haut niveau de pertinence.

Si l'on vise la réduction des émissions de gaz à effet de serre, les émissions unitaires des véhicules ne sont qu'une composante des émissions totales dues à l'activité du transport. Une autre composante est l'intensité d'usage des véhicules, à savoir les véhicules-kilomètres parcourus : ces derniers pourraient être également régulés par un marché de permis, mais cela aurait, à l'instar du rationnement de la consommation de carburant, le même inconvénient de rationner la mobilité, tout en étant moins directement

lié aux émissions⁴. C'est pourquoi la cible de la consommation finale de carburant paraît ici plus appropriée : en outre, celle-ci laisserait place à la mobilité, en permettant entre autres l'évolution des choix techniques des ménages vers des véhicules moins émissifs ou d'autres modes de transport.

Sur ce même objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la régulation de l'usage des sols est une approche intellectuellement séduisante, mais controversée : il n'est pas prouvé qu'il soit possible, en compactant de nouveau les villes étalées d'aujourd'hui, de renverser la tendance à voyager sur des distances toujours plus longues. On objectera qu'à l'inverse, la concentration spatiale des activités offre plus d'opportunités pour des transports massifiés, rentables pour la collectivité et moins émissifs. Enfin, l'équipement des ménages en automobiles est une autre cible possible pour réguler l'intensité des émissions, mais la relation avec la consommation réelle est trop lâche pour en faire une cible efficace et acceptable.

Pour les polluants locaux et régionaux, le diagnostic sur la pertinence des différentes cibles est similaire à celui concernant les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, cibler les caractéristiques physico-chimiques des carburants (exemple du plomb aux États-Unis, voir *infra*) représente, conjointement à la cible des émissions unitaires, un autre moyen de réduire les émissions nocives par kilomètre parcouru en sortie des moteurs.

Enfin, pour ce qui concerne la congestion, l'incitation la plus efficiente porte sur les véhicules-kilomètres parcourus par l'utilisateur ou même les déplacements dans des corridors particuliers (*i. e.* ponts ou tunnels). La régulation de l'usage des sols peut également être un moyen approprié de réduire les véhicules-kilomètres parcourus, tandis que le rationnement de l'équipement automobile ne serait qu'un moyen indirect de réguler l'intensité d'usage de l'automobile.

La préexistence d'un système de régulation complexe du secteur des transports implique que la conception de permis transférables prenne en considération leur insertion dans ce système. Nous verrons avec les études de cas comment les programmes de permis viennent en complément des régulations existantes.

Note

4. Sauf à considérer la technologie de combustion par carburants fossiles comme figée.

Quelques exemples d'application dans le secteur des transports

Le programme de suppression du plomb dans l'essence aux États-Unis est un des exemples de succès dans l'application des permis négociables. C'est un programme d'échanges de droits d'additifs au plomb entre raffineries, qui a été appliqué de 1982 à 1988 pour accélérer la suppression du plomb dans l'essence, jusqu'à son interdiction complète en 1996.

Le second exemple concerne le système « Ecopoints » pour les véhicules lourds de transport de marchandises en transit à travers l'Autriche. C'est un système de permis non échangeables appliqué de 1992 à 2006, pour empêcher une trop forte hausse des émissions polluantes des poids lourds à travers la région alpine en Autriche. Malgré le fait que les permis ne soient pas transférables, l'expérience acquise avec cette application donne des indications sur les avantages et inconvénients potentiels de systèmes de permis appliqués à des sources mobiles comme les poids lourds.

Le troisième exemple est le programme californien Zev (*Zero Emission Vehicle*). C'est un programme en cours visant à réduire le niveau de pollution atmosphérique locale découlant de l'utilisation des véhicules légers individuels, en développant la part des véhicules à très basse émission vendus par les constructeurs d'automobiles en Californie.

Le programme de suppression du plomb dans l'essence aux États-Unis

Ce programme, actif de 1979 à 1996, avait pour objectif de supprimer l'utilisation du composant toxique qu'est le plomb comme additif dans l'essence aux États-Unis. Le programme d'échange de droits entre raffineries entre 1982 et 1988 a permis d'accélérer le retrait des additifs au plomb dans le carburant automobile, jusqu'à leur interdiction totale en 1996. Ce cas a été largement étudié dans la littérature (Hahn et Hester, 1989 ; Kerr et Newell, 2001 ; Kerr et Maré, 1998 ; Nussbaum, 1992 ; pour une revue plus complète voir Raux, 2002).

Le plomb fait partie des additifs à l'essence, utilisés afin d'augmenter l'indice d'octane du carburant et de réduire les à-coups des moteurs. Ses propriétés furent découvertes par des ingénieurs de General Motors en 1921 et son usage se généralisa rapidement. Le caractère toxique du plomb à hautes doses pour la santé humaine était cependant suspecté, si ce n'est connu depuis au moins l'Antiquité romaine. Mais ce n'est qu'à la suite de l'énorme extension de son usage liée à la généralisation de l'automobile, que les premières preuves scientifiques de sa toxicité, même à faibles

doses, furent apportées dans les années 1960-1970 : l'usage du plomb représentait donc une menace pour la santé publique (Lewis, 1985).

La seconde motivation de la suppression du plomb dans l'essence tient à l'usage des pots catalytiques, incompatible avec la présence de plomb dans le carburant. Les pots catalytiques ont été introduits aux États-Unis dans la gamme des constructeurs américains dès 1975, afin de réduire d'autres émissions découlant de la combustion du carburant (composés hydrocarbonés, monoxyde de carbone, oxydes d'azote). Cette obligation explique donc également la décroissance de la consommation de carburant plombé, suite au renouvellement progressif du parc des véhicules automobiles.

L'utilisation du plomb comme additif dans le carburant automobile a été bannie dans la plupart des pays de l'OCDE. En revanche, l'essence plombée continue à être largement utilisée en Afrique, en Amérique centrale et du Sud, en Asie et en Europe de l'Est. Dans beaucoup de ces régions, il n'y a pas d'approvisionnement en essence sans plomb (Kaysi *et al.*, 2000). La raison essentielle tient au fait qu'il a été jusqu'à présent le procédé le moins coûteux pour augmenter l'indice d'octane du carburant⁵.

a) Les étapes du programme

On peut distinguer trois étapes chronologiques d'introduction de mesures de flexibilité dans ce programme de réduction du plomb : ce sont successivement le lissage (*averaging*), l'échange des droits entre raffineries (*trading*), et l'épargne des droits (*banking*).

En 1973, l'EPA avait planifié une nouvelle réglementation pour abaisser sur une durée de cinq ans la part moyenne de plomb dans le total des carburants (plombé et non plombé) produits par chaque raffinerie au cours de chaque trimestre : cette part moyenne devait baisser du niveau courant d'environ 2 g par gallon à un ratio maximum de 0,6 g par gallon en 1978. Première étape dans la mise en œuvre d'une certaine flexibilité dans l'application de la norme, cette dernière ne s'appliquait pas sur chaque gallon, mais en moyenne (*averaging*) sur le total produit durant un trimestre.

De nouvelles preuves scientifiques de la toxicité du plomb permirent à l'EPA de rendre la norme plus sévère en 1982, avec un maximum de 1,1 g par gallon, mais calculé cette fois-ci sur le total d'essence plombée produite par la raffinerie. Pour faciliter cette adaptation, il fut introduit un programme d'échanges (*trading*) de droits d'ajouter des quantités déterminées de plomb à l'essence.

Les droits alloués à chaque raffinerie étaient calculés en fonction de la quantité d'essence plombée produite par la raffinerie : par exemple une

Note

5. Les alternatives consistent à remplacer le plomb par l'éthanol ou le méthanol, qui coûtent plus cher, ou à changer l'équipement de la raffinerie pour passer à d'autres procédés (reformage catalytique, alkylation, isomérisation) permettant d'augmenter l'indice d'octane pour l'essence.

raffinerie produisant 100 millions de gallons d'essence plombée durant n'importe quel trimestre de 1983 ou 1984, alors que la norme était de 1,1 g par gallon, recevait des droits pour 110 millions de grammes pour ce trimestre. Si la raffinerie ajoutait moins de plomb que la norme autorisée, elle était autorisée à vendre ses droits au plomb inutilisés. Si, au contraire, la raffinerie souhaitait ajouter plus de plomb que la norme, elle devait acquérir des droits supplémentaires.

Le solde entre droits détenus (ou acquis) et droits requis pour chaque raffineur devait être réalisé chaque trimestre, ce solde devant être positif ou nul. La période de validité des droits était limitée au trimestre.

Le niveau de plomb permis dans l'essence fut de nouveau réduit à 0,5 g par gallon au milieu de l'année 1985. L'EPA annonça que le programme d'échanges entre les raffineries se terminerait en 1986 et que la norme serait abaissée cette année-là à 0,1 g par gallon. Simultanément l'EPA institua l'épargne des droits (*banking*), les droits épargnés pouvant être utilisés jusqu'à la fin de 1987. En anticipation du durcissement de la norme, les raffineurs ajoutèrent au cours des deux premiers trimestres de 1985 moins de plomb qu'il n'était autorisé par la norme, de manière à épargner des droits, qu'ils utilisèrent ensuite en 1986.

En 1988, après la clôture du programme de transfert de droits, la norme de 0,1 g par gallon s'appliqua à chaque raffinerie individuellement. Le plomb en tant qu'additif à l'essence utilisée par les véhicules routiers fut définitivement banni en 1996.

b) Caractéristiques du programme

Tous les raffineurs étaient soumis à la norme sur la quantité de plomb autorisée dans l'essence, édictée par l'EPA. En revanche, la participation au programme d'échanges de droits était volontaire.

Les échanges de permis ne requéraient aucun accord préalable de l'EPA mais devaient faire l'objet d'une simple déclaration *ex post* par chaque raffinerie tous les trimestres, de sa production d'essence et de la quantité de plomb utilisée. Les raffineurs participant aux échanges et à l'épargne devaient en outre indiquer dans leur déclaration les montants concernés et l'identité des raffineurs avec qui les échanges avaient été effectués.

Au total, les coûts de transaction tels qu'identifiés par Kerr et Maré (1998) n'étaient pas négligeables : coûts d'optimisation, coûts de recherche des prix et d'un partenaire, coûts de l'incertitude sur la validité des permis qui étaient *de facto* échangés avant leur validation à la fin de chaque trimestre par l'EPA, coûts de négociation et coûts de divulgation d'informations confidentielles sur la production de la raffinerie. L'existence de ces coûts explique que les plus petites raffineries avaient tendance à ne pas participer aux échanges.

c) Évaluation

Les économies de coûts pour les raffineurs dus à ce programme d'échange et d'épargne sont estimées à plusieurs centaines de millions de dollars

(Hahn et Hester, 1989). Finalement le programme est considéré comme un succès puisqu'il n'a pas entraîné de dépassement du total de plomb autorisé, tout en permettant à certains raffineurs de s'adapter et de rester en activité, ce qui n'aurait pas été possible pour eux sans cette souplesse.

En résumé, il y a dans ce programme trois caractéristiques fondamentales qui sont autant d'ingrédients nécessaires pour assurer la réussite d'un programme de permis transférables :

- l'absence d'ambiguïté sur ce qui est échangé ou épargné grâce à une définition précise de l'unité de permis (gramme de plomb) ;
- la simplicité des règles à suivre et la grande liberté laissée aux échanges ;
- le pragmatisme dans la mise en œuvre du programme avec ses différentes options.

Un autre facteur positif ayant facilité la mise en œuvre du programme tient au fait que, d'une part il existait des solutions technologiques abordables pour remplacer le plomb dans l'essence, d'autre part la consommation d'essence plombée était sur une tendance décroissante, du fait de l'évolution du parc automobile. Le programme de droits transférables a permis d'accélérer la diminution de l'usage du plomb.

Le programme Ecopoint en Autriche

Ecopoint est un programme – en cours jusque fin 2006 – visant à limiter les émissions polluantes et le bruit du trafic routier de marchandises transitant par l'Autriche. C'est un système de permis non transférables. L'intérêt de l'analyse de ce programme est de montrer comment un système de permis appliqué à des sources mobiles pourrait être mis en place pour protéger une région donnée.

L'Autriche est située à la croisée des routes de transit de l'Europe centrale. C'est le lieu de passage Nord-Sud entre l'Italie et l'Allemagne et un lieu de passage majeur entre les pays d'Europe de l'Est et l'Europe de l'Ouest, avec un trafic en forte croissance⁶.

La géographie montagneuse particulière de l'Autriche fait que le passage Nord-Sud s'effectue le long de vallées alpines à l'écosystème fragile et principalement la vallée du Brenner. La morphologie de ces vallées fait que les gaz émis ne peuvent s'échapper facilement et que le bruit d'origine routière y est intensifié. La concentration en oxydes d'azote y est trois fois plus élevée qu'en plaine avec les mêmes niveaux de trafic. La vallée du Brenner concentrait plus de 60 % de ce trafic en 1999.

Note

6. La principale référence d'où sont tirées l'ensemble des informations est CEC (2000), outre quelques ressources internet.

Les préoccupations liées à cette pression croissante sur l'environnement conduisirent l'Autriche à conclure en 1992 un accord avec la Communauté économique européenne, stipulant que devait être opérée une réduction du bruit et de la pollution atmosphérique engendrés par les véhicules lourds de transport de marchandises transitant par l'Autriche. En 1995, au moment où l'Autriche entra dans l'Union européenne, cet accord fut confirmé, en dérogation aux dispositions sur le Marché Unique qui s'opposent à toute barrière aux échanges de biens entre les différents États membres. Dans la mesure où le programme Ecopoint s'appliquait à tous les États membres, il ne remettait pas fondamentalement en cause les principes de non-discrimination et d'harmonisation de la concurrence.

a) Description du programme

Cet accord conclu entre la CEE et l'Autriche, a mis en place un système de droits de transit appelé Ecopoint (*Ökopunkte*) s'appliquant aux véhicules lourds de transport de marchandises d'un poids total en charge de plus de 7,5 tonnes traversant l'Autriche en transit, qu'ils soient en charge ou à vide. Les véhicules lourds concernés sont tous ceux des pays membres de l'Union européenne ainsi que de certains pays tiers ayant passé des accords avec l'Union européenne.

La cible choisie est celle des émissions de NO_x produites par les poids lourds d'un poids total en charge de plus de 7,5 tonnes. L'objectif initial indiqué dans l'accord est d'abaisser ces émissions de 60 % par rapport à l'année de référence 1991, au cours des douze années de l'accord c'est-à-dire jusqu'en 2003. Ces émissions sont représentées par un quota de points appelés écopoints, devant être utilisés par les camions pour transiter par l'Autriche, quota diminué linéairement chaque année selon l'objectif de réduction énoncé précédemment.

La cible est celle des émissions unitaires des véhicules lourds, référencées à la fabrication du véhicule. Un écopoint correspond à l'émission de 1 gramme de NO_x par kilowatt-heure (kWh). Par exemple un véhicule émettant en standard 10 g de NO_x par kWh devra utiliser dix écopoints pour traverser l'Autriche.

b) Allocation initiale

Les écopoints sont répartis par la Commission européenne entre les États membres, selon une clé de répartition fixée dans des règlements édictés et périodiquement révisés par la Commission. Les États se chargent ensuite de redistribuer les écopoints, valides pendant l'année civile, à leurs propres transporteurs.

La clé de répartition entre États a été fixée selon les parts de trafic réalisé entre les différents États membres et l'Autriche en 1991. En pratique l'Italie et l'Allemagne utilisent les deux-tiers des écopoints, tandis que le troisième pays utilisateur est l'Autriche elle-même pour ce qui concerne ses voyages de transit, avec 15 % des écopoints.

Les États qui estiment ne pas devoir utiliser la totalité des écopoints qui leur sont alloués doivent restituer les points inutilisés avant le 15 octobre de l'année de validité de ces points. La Commission peut alors redistribuer ces points à d'autres États sur proposition d'un comité constitué des représentants des États membres. Le transfert d'écopoints ne fait donc pas appel à un quelconque marché, et n'existe que sous forme d'une procédure administrative impliquant tous les États participants, dans la limite des écopoints non utilisés.

Les émissions de NOx ont été la cible privilégiée pour inciter à l'utilisation de camions de plus en plus propres. Cependant, un autre objectif était aussi de réduire le bruit. Afin d'éviter que l'objectif de réduction des émissions de NOx soit respecté tout en autorisant une augmentation du trafic de transit, une clause spéciale de limitation quantitative des voyages en transit, dite « clause des 108 % », fut introduite dès le départ : si le nombre de voyages en transit pendant une année quelconque excède de plus de 8 % celui de l'année de référence 1991, le nombre d'écopoints distribués l'année suivante subira une réduction de 20 % en plus de la réduction linéaire déjà prévue.

C'est ce qui arriva en 1999 et fut à l'origine d'un conflit entre l'Autriche et les autres États membres au cours de l'année 2000, arbitré par la Commission européenne qui suspendit l'application de la clause. En effet, suivant cette clause, beaucoup de pays dont l'Allemagne, principal utilisateur des écopoints, auraient atteint leur quota dès l'été 2000 : les transporteurs de ces pays n'auraient pu continuer à transiter par l'Autriche. Cette crise, marquée par des manifestations en Autriche sur l'autoroute du Brenner contre l'augmentation du trafic des poids lourds, fut à l'origine d'une réévaluation du programme et de propositions de réforme par la Commission européenne.

Après plusieurs péripéties juridiques (devant la Cour de justice européenne) et politiques, un nouveau règlement transitoire a été adopté selon la procédure de codécision entre le Parlement européen et le Conseil des ministres, malgré l'opposition du gouvernement et des membres autrichiens du Parlement.

Ce règlement prolonge le système des quotas pour 2004 et jusqu'en 2006, en attendant que la nouvelle directive Eurovignette soit adoptée⁷. La limitation du nombre de passages en transit (« clause des 108 % ») est supprimée, les poids lourds les plus « propres » qui utiliseraient 5 points ou moins ne sont pas soumis au système de quotas tandis que le transit de ceux qui utiliseraient plus de 8 points est interdit⁸.

Note

7. Après des négociations infructueuses à ce sujet, un compromis a été trouvé entre le Parlement et le Conseil : une nouvelle directive qui amende la directive Eurovignette, a été promulguée le 17 mai 2006 (directive 2006/38/CE).

8. Sauf ceux immatriculés en Grèce et certains véhicules spécialisés.

c) Gestion du suivi et vérification

Avec l'entrée de l'Autriche dans l'Union européenne et l'abolition des contrôles aux frontières internes de l'Union, un système de gestion électronique des écopoints a été mis en œuvre, avec détection automatique des poids lourds à l'aide d'un système embarqué : il s'agit de l'Ecotag, précurseur des systèmes embarqués utilisés aujourd'hui pour la tarification routière des poids lourds en Allemagne et en Suisse. La mise en place et l'exploitation du système électronique ont été confiées à un opérateur privé.

En pratique, plus de 95 % des écopoints sont gérés de manière électronique. Les écopoints papier doivent être oblitérés par le conducteur à des machines disponibles aux principaux points d'entrée dans le pays. Les écopoints papier sont contrôlés aléatoirement sur les véhicules circulant à l'intérieur du pays.

Environ 4 % des voyages déclarés par Ecotag correspondent à un usage non autorisé, la fraude portant sur environ un demi-million d'Ecopoints par an. Par contre on ne dispose pas de statistiques de fraude sur les véhicules non équipés d'écotags.

d) Enseignements

Au chapitre des bénéficiaires, on a pu constater que l'effet d'entraînement technologique a été très net. La proportion des camions (en nombre de trajets) payant quinze écopoints ou moins est passée de 51 % en 1993 à moins de 2 % en 1999. À l'opposé la proportion des camions payant sept écopoints ou moins (Euro II) est passée de 0,1 % en 1993 à plus de 78 % en 1999⁹. Il s'ensuit que la moyenne d'écopoints utilisés par les camions des États membres a décliné plus rapidement que la valeur cible définie dans l'accord. Bien que l'on ne sache pas quel a été le rôle réel des Ecopoints dans cette évolution technologique, il est probable que ce système a eu un effet complémentaire et accélérateur des effets du programme général d'évolution des normes d'émission Euro (Euro I, II et III).

L'une des principales critiques faites à ce programme est de couvrir insuffisamment les sources de pollution, puisque les véhicules lourds effectuant des voyages à destination de ou depuis l'Autriche, ou circulant à l'intérieur de l'Autriche, ne sont pas concernés par le système d'écopoints. Une seconde critique a trait au caractère trop global de la mesure par rapport à l'objectif de préservation des vallées alpines, puisque le système d'écopoints s'applique à la totalité du territoire autrichien : cela rend possible une forte croissance du trafic de transit et donc des émissions dans ces vallées alpines, si celles-ci sont compensées par des baisses de trafic dans les plaines.

L'existence du système Ecopoint a pour premier avantage de montrer qu'il est techniquement et économiquement possible de mettre en place un

Note

9. La norme Euro 3 applicable en 2000 correspond à un maximum de 5 écopoints.

système de permis par quotas appliqués à des sources mobiles, sur un territoire donné. C'est un élément de réponse à l'objection couramment avancée de coûts d'administration trop élevés des systèmes de permis appliqués aux sources mobiles.

Une couverture plus complète des véhicules émetteurs de nuisances sur une région à protéger supposerait une multiplication de portiques électroniques de détection : un compromis serait à trouver, en fonction de la géographie des routes, entre coûts de mise en place et bénéfices attendus. Il s'ensuit que l'application d'un tel système ne serait pertinente que dans certaines configurations géographiques particulières (par exemple des vallées avec un faible nombre d'entrées et sorties) ou en passage de tunnels ou de cols.

Le fait de durcir les quotas d'émission pour maîtriser la croissance du trafic crée un décalage entre l'assiette physique des quotas (les émissions polluantes) et la cible (le trafic), source potentielle d'inefficacité allocative. Une alternative pourrait être de remplacer la cible des émissions de NOx par celle des trajets. Cela aurait l'avantage de maintenir la simplicité de l'assiette, gage indispensable de bon fonctionnement du système. Elle permettrait en outre de mieux impliquer l'alternative ferroviaire pour la traversée du pays. D'où la proposition de bourse des transits alpins faite par la Suisse (voir *infra*).

Le programme *Zero Emission Vehicle* en Californie

Le programme Zev est un programme d'introduction accélérée de véhicules électriques, afin de réduire la pollution atmosphérique locale dans l'État de Californie. Il inclut un système de crédits qui peut être rattaché à la famille de permis reposant sur le concept de lissage (*averaging*). Ces crédits sont également transférables entre constructeurs (*trading*) et transférables dans le temps (*banking*).

Dans les années 1970, il était habituel d'avoir plus d'une centaine d'alertes au *smog* dans la région de Los Angeles. Des efforts importants ont été entrepris sur les normes d'émission des voitures, qui ont été réduites de 98 %. Il s'ensuit que les alertes au *smog* ont fortement diminué jusqu'à disparaître en 1999.

Néanmoins, l'Agence de protection de l'environnement de Californie considérait que des efforts supplémentaires étaient requis, puisque 95 % des Californiens vivaient dans des zones dont la qualité de l'air n'était pas conforme aux normes fédérales des États-Unis. Les voitures et les camions sont la seconde plus grosse source de pollution atmosphérique (plus de 50 % des polluants précurseurs du *smog*). Environ 1 million de voitures sont vendues chaque année en Californie, huitième économie de la planète, qui représente le principal marché automobile des États-Unis.

Comme les véhicules-kilomètres parcourus devraient augmenter de façon spectaculaire dans les prochaines décennies, les avancées en matière d'émissions polluantes¹⁰ sur les véhicules à essence semblent mener à une impasse, car ces véhicules ne seront jamais totalement propres. La seule solution semble être la généralisation des véhicules sans émission, les *Zero Emission Vehicle* (Zev).

Le Zev est défini comme n'ayant aucune émission d'échappement, aucune émission d'évaporation, aucune émission découlant de la production du carburant utilisé (exemple, le raffinage ou la distribution d'essence). En outre, le système embarqué de contrôle d'émissions ne doit pas risquer de se détériorer au cours du temps. De fait, la seule technologie répondant actuellement à cette norme est celle du véhicule électrique.

Le *California Air Resources Board* (Carb) est l'agence d'État chargée du contrôle de la pollution de l'air en Californie, de la réglementation des émissions des véhicules routiers à moteur et des autres sources mobiles, et de l'application de ces mesures.

a) Description du programme

La première impulsion majeure vers une forte réduction des émissions polluantes des véhicules à moteur en Californie date du début des années 1990. Dès le début, ce programme a fait appel aux principes des permis par lissage, tout en fixant un objectif très volontariste d'introduction des véhicules électriques. Ce programme a ensuite connu plusieurs réformes qui ont assoupli la marche forcée vers l'objectif Zev, tout en maintenant ce dernier malgré les pressions des constructeurs automobiles¹¹.

Le Carb a élaboré en 1990 le programme Lev I (*Low Emission Vehicle*). Dès l'origine le programme Lev californien est venu en complément du programme fédéral de réduction des émissions d'échappement (Cafe, voir encadré 3), mais sur un mode plus rigoureux du point de vue des normes, dans le cadre des compétences propres dévolues aux États de la fédération.

Le programme Lev I a été conçu pour, d'une part appliquer des normes d'émission plus rigoureuses, d'autre part donner aux constructeurs plus de souplesse dans l'utilisation des carburants, des techniques de contrôle de pollution et des techniques de propulsion. Il a pris effet en 1994.

Ce programme faisait référence au concept de Zev (*Zero Emission Vehicle*) et a créé quatre catégories de Lev : les Tlev (*Transitional Lev*), les Lev, les Ulev (*Ultra Lev*) et les Zev. Chaque catégorie est déterminée selon un

Note

10. Le CO₂ principal gaz à effet de serre n'était pas, dans ce contexte, considéré comme un polluant.

11. Une source d'information importante est le site internet www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevprog.htm. Les principales références de cette partie sont CARB (2000a, 2000b, 2001) et Friedman *et al.* (1998). Pour une revue détaillée voir Raux (2002).

niveau maximum d'émission de composants hydrocarbonés (NMOG, *Non Methane Organic Gas*), de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote. L'indice NMOG est pris comme indicateur de référence reflétant l'ensemble des émissions de polluants atmosphériques.

Au lieu d'exiger que chaque véhicule vendu obéisse à une norme unique d'émission, les constructeurs sont autorisés à panacher leur flotte selon les quatre catégories de véhicules et à se conformer à la norme en calculant une moyenne pondérée du taux d'émission au niveau de leur flotte toute entière¹². Ils peuvent en outre acquérir des crédits s'ils vont au-delà de la norme requise, pour ensuite les vendre ou les épargner, ou acheter des crédits si leur flotte ne se conforme pas à la norme.

Encadré 3

Le programme Cafe aux États-Unis

Le programme Cafe (*Corporate Average Fuel Economy*)¹³ consiste à inciter les constructeurs de voitures de tourisme¹⁴ et de véhicules utilitaires légers¹⁵, à améliorer l'efficacité énergétique de leur parc en relevant leur indice MPG (*miles per gallon*). Ce programme a été introduit au milieu des années 1970. Il est administré par le ministère des Transports (administration nationale des routes, NHTSA), tandis que la mesure des MPG est faite par l'Usepa.

L'indice Cafe d'un constructeur est calculé sur l'ensemble de la flotte mise en vente aux États-Unis, comme la moyenne harmonique des MPG de ses véhicules pondérés par les ventes. Ce programme concerne donc aussi bien les constructeurs étasuniens que les Européens ou les Asiatiques. La norme est fixée chaque année (Afe, *Automotive Fuel Economy Standards*) et celle-ci doit être atteinte pour la flotte domestique et la flotte importée : une pénalité de 5,50 dollars par voiture vendue et par dixième de MPG de déficit est appliquée. Les constructeurs qui excèdent la norme peuvent capitaliser ces bonus pour équilibrer les déficits les années suivantes sans pénalité. Ils peuvent également obtenir des crédits Cafe s'ils vendent des véhicules fonctionnant sous des carburants alternatifs, comme les véhicules au gaz naturel ou les véhicules électriques.

Note

12. Cette moyenne pondérée est calculée pour chaque constructeur en ventilant la flotte de véhicules selon les quatre catégories et en appliquant au nombre de véhicules vendus dans chaque catégorie le taux maximum d'émission admissible pour cette catégorie.

13. Source : <http://www.nhtsa.dot.gov/portal/site/nhtsa> (consulté en octobre 2006).

14. De transport de dix personnes au plus.

15. De transport de marchandises ou de passagers d'un poids total autorisé en charge de moins de 8 500 livres, soit environ 3,86 tonnes.

Ce programme s'apparente donc à un système de permis non échangeables mais capitalisables. Il faut noter cependant qu'un tel système n'empêche pas une augmentation du total des émissions si un plus grand nombre de véhicules est mis en circulation, ou si les kilométrages réalisés augmentent.

Greene (1990) a montré à l'aide d'un modèle de pénalité, que l'effet des normes Cafe entre 1978 et 1989 a été bien plus important que celui des prix du pétrole sur le comportement des constructeurs étasuniens, quant à l'efficacité énergétique de leur parc.

En 1985, Ford et General Motors ont demandé à l'administration fédérale des routes de réduire la norme Afes, car elles risquaient de payer des centaines de millions de dollars de pénalités. Effectivement la norme a été adoucie et n'a été relevée à son niveau antérieur qu'en 1990. D'autres tentatives concernent les véhicules utilitaires légers, dont les ventes ont fortement baissé dans les années 1980, et de fait, le système de quota introduit n'a pas fonctionné (Wang, 1992).

Le constructeur automobile qui rend disponibles à la vente plus de Zev que requis pour une année modèle donnée gagne des crédits Zev. Les crédits Zev sont exprimés en grammes de NMOG par mile. Ils sont calculés en soustrayant le nombre de Zev requis du nombre de Zev rendus disponibles à la vente et en multipliant ce solde par la norme moyenne d'émission NMOG requise pour la flotte de véhicules légers (voitures plus utilitaires) du constructeur. En outre, en cas de fourniture à la vente avant 2003, un multiplicateur de crédit est appliqué. Le constructeur peut se conformer à la réglementation en soumettant un certain nombre de crédits Zev, qu'il a pu gagner précédemment ou acquérir d'un autre constructeur.

Tout constructeur qui ne parvient pas à fournir à la vente le nombre de Zev requis, ou à soumettre le nombre de crédits requis, et qui ne complète pas le déficit dans la période de temps spécifiée (un an), se verra infliger l'amende définie par le Code de la santé et de la sécurité (*Health and Safety Code*). Cette amende s'applique à tout constructeur vendant un nouveau véhicule à moteur non conforme aux normes d'émission de l'État et s'élève à 5 000 dollars par véhicule non conforme. Le nombre de véhicules non conformes est calculé en fonction du déficit de crédits Zev.

Enfin, pour les Zev, fut édictée une contrainte sous forme d'un pourcentage minimal de mise à disposition à la vente. La législation initiale imposait aux sept plus importants constructeurs (américains et japonais)¹⁶,

Note

16. À l'origine General Motors, Ford, Chrysler, Nissan, Honda, Toyota, Mazda. Mazda est passé depuis dans la catégorie des constructeurs « intermédiaires ».

qu'en 1998 au moins 2 % de leurs véhicules disponibles à la vente en Californie soient des Zev, ce pourcentage passant à 5 % en 2001.

Tous les constructeurs d'automobiles, à l'exception de la catégorie des « petits » constructeurs, sont soumis au mandat Zev et participent donc de manière obligatoire au programme de crédits. Le Carb est chargé de certifier les véhicules et de vérifier les crédits présentés par les constructeurs. En revanche, les transferts sont laissés à la libre appréciation des constructeurs participants.

L'industrie automobile et du pétrole, ainsi que des élus, ont fait pression pour obtenir une modification de cette législation, ce qui s'est concrétisé dans le protocole d'entente de mars 1996 : le Carb acceptait de reculer l'échéance de 1998 à 2003 mais en échange exigeait que la part des ventes de Zev soit portée à 10 % à cette date. En outre, dans le cadre d'accords volontaires entre le Carb et chacun des grands constructeurs, ces derniers s'engageaient à produire un certain nombre de véhicules de démonstration entre 1998 et 2000. Par exemple, Mazda, l'un des principaux constructeurs, détenu à un tiers par Ford, a choisi d'acheter des crédits Zev à Ford pour se conformer aux objectifs de production minimale de véhicules de démonstration.

Cette réglementation a de nouveau été modifiée en 1998 pour tenir compte de la difficulté qu'avaient les constructeurs à produire des véhicules Zev à moindre coût, et de la grande diversité des technologies permettant d'abaisser de manière continue les émissions (notamment les véhicules hybrides électriques et les véhicules à piles à combustible). Le programme Lev II a en outre introduit une flexibilité supplémentaire, sous forme de crédits Zev partiels, obtenus à partir de certains véhicules « très propres » mais pas purement Zev. Les crédits partiels Zev concernent les Sulev (*Super Ultra Low Emission Vehicle*), véhicules à essence dont les normes d'émission doivent être garanties pour un usage étendu à 150 000 miles¹⁷, et qui en outre ne doivent émettre aucun effluent par évaporation.

À la base de cette réforme se trouve la reconnaissance par le Carb des grands progrès réalisés sur les émissions des véhicules à essence très propres : leur rayon d'action supérieur à celui des véhicules électriques en fait une option pertinente pour une grande pénétration sur le marché, tout en permettant d'obtenir *in fine* une réduction des émissions plus rapide. L'exigence d'intégrité des émissions sur 150 000 miles est une sécurité supplémentaire pour garantir le maintien de cet avantage des Sulev.

Note

17. Afin d'éviter les détériorations constatées sur les véhicules conventionnels : vieillissement et empoisonnement du pot catalytique, dysfonctionnements du système de contrôle des émissions, altérations et manque d'entretien par l'utilisateur. Les programmes d'inspection périodiques sont considérés comme inefficaces pour empêcher ces détériorations.

À la fin 2000, seule la Nissan Sentra (Sulev) introduite en novembre 1999 avait obtenu la certification pour prétendre à l'attribution de crédits Pzev. Trois autres Sulev introduites en 1999-2000 n'avaient pas obtenu cette certification (notamment sur le critère des évaporations).

Malgré l'intérêt croissant des consommateurs et la subvention aux constructeurs de 5 000 dollars par véhicule Zev vendu, les constructeurs avaient quasiment cessé leur production. Les deux raisons essentielles de ce blocage sont bien évidemment le coût, mais aussi l'incertitude en l'absence d'un marché certain et d'un signal réglementaire définitif de la part de l'État de Californie.

Le mandat Zev à l'échéance de 2003 a de nouveau été confirmé par le Carb en janvier 2001, avec toutefois de nouvelles modifications pour réduire les coûts du programme pour les constructeurs. En outre, les autorités ont décidé d'inclure à partir de 2007 les véhicules de sport (*Sport Utility Vehicle* (SUV)), les pickups et les camionnettes dans la base de calcul du pourcentage requis de Zev, soit une augmentation de 50 % de cette base. Le Carb a mis en place un fonds de 18 millions de dollars de subventions aux consommateurs pour les inciter à acheter ou louer les Zev (jusqu'à un total de 9 000 dollars pour une location pour trois ans avant 2003, jusqu'à 5 000 dollars après 2003) : ces subventions s'ajoutent aux autres incitations existantes au niveau local ou fédéral.

b) Évaluation du programme

L'évaluation porte sur les estimations des coûts d'opération et des avantages attendus du programme. Ensuite sont présentées brièvement les positions des différents acteurs dans les débats sur l'évolution du programme.

Le coût d'administration du programme en lui-même comprend la mesure et le suivi par le Carb des émissions polluantes, le suivi de l'évolution technologique des moteurs et des batteries, l'évaluation des impacts de la réglementation sur la qualité de l'air et sur les coûts d'adaptation et, *in fine*, le contrôle des crédits présentés par les constructeurs. Parmi ces différents coûts, seul le dernier est spécifique au programme de crédits, les autres faisant partie des activités inhérentes à tout programme réglementaire. C'est pourquoi on peut estimer que le surcoût administratif dû au programme de crédits est assez faible.

En revanche, il en va tout autrement des coûts découlant de l'introduction accélérée des véhicules électriques sur le marché (Carb, 2000a). Le surcoût des véhicules à batterie reste significatif, même sous différentes hypothèses de hausse du prix de l'essence ou d'accroissement de la durée de vie des batteries. Ce n'est qu'en cas de production de volumes importants (plus de 100 000 véhicules par an), que les futurs véhicules électriques à batterie à haute efficacité obtiendraient des coûts au mile parcouru comparables à ceux des véhicules hybrides ou Pzev.

Le Carb (2000a) a évalué les réductions d'émission directes et indirectes¹⁸ des véhicules dans le bassin de la Côte Sud (*South Coast Air Basin*) à l'horizon 2010, découlant de la pénétration sur le marché des véhicules à batteries, des Pzev hybrides et à essence, et des Sulev. Les émissions considérées sont celles des composés hydrocarbonés (NMOG), des oxydes d'azote (NOx) et des contaminants atmosphériques toxiques. De cette analyse il ressort que l'avantage en matière de qualité de l'air est assez faible par rapport à un scénario de base sans véhicules à batterie (une réduction maximale de 1,91 tonne de polluants par jour par rapport à un total d'émissions de 25,45 tonnes par jour dans le scénario de base). Ce n'est que sous l'hypothèse d'une part de 50 % de Zev circulant sur les routes à l'horizon 2020 que les émissions directes quotidiennes seraient réduites de 30 % à cette date.

Ce sont donc essentiellement des bénéfices de long terme, à la mesure de la lenteur de pénétration des véhicules électriques sur le marché. En revanche, le programme a impulsé une intense activité de recherche et développement par les agences fédérales et les entreprises privées, reflétée par le dépôt de nombreux brevets.

En matière d'émissions de CO₂, la performance des véhicules électriques dépend du mode de production de l'énergie électrique. À l'heure actuelle le véhicule électrique émet environ 250 g de CO₂ par mile, compte tenu du mode de production de l'électricité en Californie, contre plus de 300 g/mile pour les véhicules conventionnels à essence¹⁹. En revanche, son avance n'est plus si nette par rapport au véhicule diesel ou au gaz naturel (moins de 270 g/mile) et même nulle par rapport au véhicule hybride de dernière génération.

On peut identifier trois grandes catégories d'acteurs dans le débat, à savoir les constructeurs d'automobiles, l'industrie du combustible et les environnementalistes.

Bien qu'ils ne présentent pas un front uni, les constructeurs sont surtout préoccupés par ce qu'ils jugent être une intervention excessive dans leurs affaires, et parce qu'ils pensent qu'ils vont être obligés de vendre des véhicules à perte. Ils considèrent qu'en introduisant les crédits partiels Pzev, le Carb reconnaît implicitement qu'il n'y a pas de marché pour les Zev et fournit des moyens pour contourner la réglementation. Selon eux, le Carb devrait en prendre acte et supprimer le mandat Zev. En réponse le Carb déclare qu'il ne retirera pas le mandat Zev, et que les crédits Pzev sont un moyen de procurer plus de souplesse aux constructeurs, et de nourrir l'industrie du Zev en gestation.

Note

18. Incluant la production, la transformation, le transport et la distribution du combustible (y compris pour l'électricité).

19. Soit pour le véhicule électrique 155 g CO₂/km.

L'industrie du pétrole ne voit aucun intérêt au mandat Zev, qui représente une menace pour ses affaires. Elle s'y oppose donc fortement. À l'inverse, l'industrie du gaz naturel est intéressée par le système des Pzev puisque pouvant produire le carburant pour les véhicules Sulev. L'industrie de l'électricité est partagée entre la déception due à la diminution du pourcentage requis de Zev, d'où une baisse de la demande future d'électricité, et l'espoir d'augmenter ses ventes avec la compression du gaz naturel.

Les environnementalistes sont partagés entre ceux qui pensent que l'introduction de flexibilités supplémentaires réduit l'opposition à l'échéance réglementaire de 2003, et ceux qui pensent qu'allouer des crédits pour les véhicules à essence, même « ultra-propres », aboutira à une augmentation de la pollution globale.

c) Perspectives

Il n'est pas possible de déclarer aujourd'hui si ce programme est un succès puisqu'il ne devait donner toute sa mesure qu'à partir de 2003. Jusqu'à aujourd'hui les transferts de crédits ont été limités à la réalisation de l'engagement volontaire des constructeurs, pour produire des véhicules de démonstration sur la période 1998-2000.

En outre, le passage de véhicules à essence très propres (type Sulev) au véhicule électrique n'apporte pas de réponse pertinente en matière d'émissions de CO₂, dans le contexte particulier du mode de production de l'électricité en Californie, mais ce n'était pas l'objectif de ce programme. Cependant, en réduisant fortement les émissions des véhicules à essence avec les Sulev et les hybrides Hev, ce programme a permis indirectement de grands progrès en matière d'émissions unitaires de CO₂ sur les véhicules à moteurs à combustion interne.

Du point de vue de la mise en œuvre de systèmes de permis transférables entre constructeurs automobiles, l'exemple californien montre qu'un tel système semble tout à fait viable, parce que peu coûteux en termes de surcoûts administratifs par rapport à un programme réglementaire classique.

La vraie difficulté dans le programme Zev californien a consisté, et consiste toujours, à faire révéler par les constructeurs les coûts réels de recherche, développement et production des véhicules électriques. C'est un contexte somme toute classique d'asymétrie d'information entre un régulateur public et des acteurs économiques privés. Ce type de programme nécessite une forte volonté politique pour trouver à chaque fois un compromis acceptable par les constructeurs automobiles, mais cette volonté est supportée par une opinion publique très sensible à la pollution atmosphérique locale.

La Californie, par la voix de son célèbre gouverneur Arnold Schwarzenegger, a décidé récemment (en septembre 2006) un programme de réduction des émissions de gaz à effet de serre, avec l'objectif de réduire d'un quart les émissions californiennes à l'horizon 2020. Le projet prévoit la

mise en place d'un marché de permis analogue au système européen. Il prévoit également d'inclure les transports dans ce plan de réduction, à la suite du programme Zev. Plusieurs États américains ont annoncé leur intention de suivre l'exemple californien.

Et qu'en est-il en Europe ? Un accord volontaire a été passé entre l'Acia avec l'Union européenne (voir encadré 4) : il vise une moyenne d'émission de 140 g CO₂/km pour les nouveaux véhicules vendus à l'horizon 2008, objectif moins ambitieux que celui initialement recherché par la Commission européenne, qui était de 120 g CO₂/km en 2005. Cet accord est interprété par certains comme la concession collective, peu contraignante pour eux, que les constructeurs ont faite dans l'espoir d'échapper à toute véritable contrainte.

La Commission européenne, anticipant un probable non-respect de cet accord volontaire à l'horizon 2008 et *a fortiori* 2012, a fait savoir son mécontentement et menace de mettre en place des mesures législatives plus contraignantes : elle a financé en 2005 une étude pour la mise en place de quotas visant les émissions unitaires des véhicules (leep, 2005).

Encadré 4

L'accord ACEA – Union européenne

L'Acia (Association des constructeurs européens d'automobiles)²⁰ a conclu en juillet 1998 un accord avec la Commission européenne, par lequel les constructeurs européens s'engageaient :

- à ce qu'en 2008 la moyenne des nouveaux véhicules vendus par l'ensemble des constructeurs représentés par l'Acia émettent 140 g CO₂/km ;
- à fournir au marché, dès 2000, des modèles de véhicules émettant moins de 120 g CO₂/km ;
- à arriver à un objectif indicatif de 165-170 g CO₂/km en 2003 ;
- à explorer à partir de 2003 les améliorations potentielles permettant d'arriver à une moyenne de 120 g CO₂/km pour le parc neuf vendu en 2012.

Cet accord est soumis à conditions, notamment la disponibilité de carburants améliorés, et l'hypothèse que les mesures fiscales ou autres ne gênent pas la pénétration de ces nouveaux carburants sur le marché. Des accords similaires ont été conclus avec les constructeurs automobiles japonais (Jama) et coréens (Kama).

Note

20. BMW, Daimler-Benz, Fiat, Ford, General Motors, Porsche, PSA, Renault, Volkswagen, Volvo.

CHAPITRE 3



Des propositions

Plusieurs propositions concernent des problèmes locaux ou régionaux posés par les transports. C'est ainsi que nous passons en revue brièvement une proposition de crédits de déplacements pour réguler la congestion, une exploration des possibilités de quotas de stationnement et, enfin, une proposition assez avancée de bourse de passages pour le transit routier de marchandises dans les Alpes.

Cependant, la question qui occupe le devant de la scène est celle de la possibilité de réguler les émissions de gaz à effet de serre du transport à l'aide de marchés de permis. Il est nécessaire d'analyser tout d'abord deux dimensions majeures de la conception de tels mécanismes, à savoir le choix, d'une part de la cible, d'autre part des entités détentrices des permis. Quatre propositions sont ensuite décrites et analysées : la première concerne les transports aériens, la seconde l'allocation de quotas de carbone aux individus, la troisième les automobilistes et enfin, la quatrième le transport de marchandises.

Les crédits de déplacements pour réguler la congestion

Pour réguler la congestion, sur un axe ou une zone, une application pertinente des permis pourrait concerner des quotas de véhicules-kilomètres (ou de déplacements), alloués aux automobilistes et transférables entre eux. Ce mécanisme de régulation pourrait être une alternative, ou venir en complément de la régulation par le péage de congestion. En effet, l'un des principaux obstacles à l'acceptabilité de ce dernier est le surcoût, voire la remise en cause qu'il entraîne de la liberté de circuler pour des automobilistes qui, pour diverses raisons, se trouvent captifs de l'automobile.

C'est ainsi que de tels mécanismes ont été imaginés, pour l'allocation aux automobilistes de quotas de véhicules-kilomètres ou de déplacements à l'intérieur d'une zone urbaine donnée, quotas qui pourraient être transférables (Verhoef *et al.*, 1996 ; Marlot, 1998). Une allocation initiale gratuite permettrait d'offrir une part de mobilité minimale non contrainte comme

actuellement, tandis que le surcroît de mobilité en voiture serait soumis à tarification, cette part étant assimilable au péage de congestion classique.

Un tel mécanisme hybride entre rationnement et tarification a été analysé sur le plan théorique par Daganzo (1995). Dans cette proposition les quotas sont non transférables. Sous certaines conditions ce mécanisme serait « Pareto-optimal », c'est-à-dire ne dégradant la situation de personne, au contraire du péage de congestion *stricto sensu* : en effet, les uns accepteraient le rationnement opérationnel certains jours, bénéficiant d'une libre circulation les autres jours, tandis que les autres préféreraient acheter des droits pour circuler les jours de rationnement. Ce système a été modélisé sur le corridor du San Francisco Bay Bridge par Nakamura et Kockelman (2002) : ces auteurs ont montré la difficulté de trouver une combinaison de péages et de niveaux de rationnement qui bénéficieraient à tous les groupes d'usagers.

Un mécanisme original de tarification de la congestion à base de crédits (*credit-based congestion pricing*) a été proposé par Kockelman et Kalmanje (2005) : les automobilistes recevraient chaque mois une allocation sous forme de crédits (en principe monétaires), utilisables pour circuler sur un réseau de routes, ou sur une zone, soumis à la tarification de la congestion. Les automobilistes n'auraient donc rien à payer tant qu'ils n'épuiseraient pas leur allocation : au-delà, ils seraient soumis au régime du péage de congestion. Ceux qui n'épuiseraient pas totalement leur allocation pourraient utiliser leurs crédits plus tard ou les échanger contre de l'argent liquide. Par un réglage fin de l'allocation initiale (exemple, les familles défavorisées) le système peut être rendu équitable. Il est efficace puisque les automobilistes peuvent arbitrer entre les économies de ces crédits et leurs besoins de déplacements. Le système est rendu neutre du point de vue des recettes de péage, puisque celles-ci sont intégralement redistribuées à la fin de chaque mois sous la forme de crédits de congestion pour le mois suivant.

Ce système équivaut à un rationnement au sein du « club » des automobilistes, les quotas étant échangeables de fait au travers de l'autorité régulatrice qui rachète les quotas inutilisés chaque mois. Les travaux sur ce mécanisme continuent à être menés par l'équipe de Kara Kockelman à l'université du Texas, au sujet de ses impacts sur les déplacements et les valeurs foncières, ainsi que sur sa faisabilité administrative et technique (Gulipalli *et al.*, 2005).

Les quotas de droits de stationnement

L'application des permis négociables au stationnement a été étudiée, plus particulièrement pour le cas du stationnement pendulaire, dans le cadre d'une recherche financée par le Predit (Sareco, 2002). Considérant le stationnement à travers ses effets négatifs directs (pollution visuelle, consommation excessive d'espace public sur voirie, en double file et sur les trottoirs, problèmes de sécurité en découlant) et ses effets indirects découlant du trafic automobile qu'il peut faciliter, les auteurs s'interrogent sur la transposition possible des mécanismes de marché de permis d'émission à la régulation du stationnement.

Une première ébauche de « permis à stationner » échangeables a été évaluée, qui nécessiterait selon les auteurs un parc de stationnement fermé à accès contrôlé, et réservé à un groupe d'usagers pouvant échanger au sein d'une institution (*i. e.* un parking de société, une université). L'échange des droits de stationnement quotidiens, entre les personnes qui n'utiliseraient pas toute leur allocation et celles qui en désireraient plus, se ferait de gré à gré.

L'existence d'un tel système au sein d'une entreprise impliquerait des échanges marchands entre employés, susceptibles d'être biaisés par les rapports hiérarchiques, sans compter que l'entreprise serait amenée à jouer le rôle d'une banque : cela explique la forte réticence des entreprises consultées.

En outre, le fait que les droits soient valables quel que soit le jour dans la semaine (dans la conception présentée), rend imprévisibles les pointes dans la demande de stationnement. Pour éviter cela, c'est-à-dire lisser statistiquement les pointes, il faudrait que le système soit élargi à l'échelle d'un quartier, voire d'un centre-ville d'agglomération.

Pour pallier ces défauts, les auteurs ont étudié plusieurs variantes incluant un « prix » d'accès variable (le nombre de droits requis serait plus élevé les jours de forte affluence) et une réservation de place à l'avance, où le gestionnaire ajusterait le « prix » en fonction de la demande.

Devant la complexité de tels systèmes, les auteurs proposent un système plus simple qui se limiterait au décompte des jours de stationnement (donc des droits non échangeables), et fonctionnerait sur une zone élargie à la voirie publique entourant les générateurs de déplacements, tels que les entreprises et autre institutions. Ce système suppose une coopération des entreprises (dans le cadre d'un plan de mobilité) qui contrôlèrent l'accès de leurs employés au parc de l'entreprise, tandis que le stationnement sur voirie publique serait également contrôlé (résidents, employés ou visiteurs). Outre les abonnements forfaitaires, des droits de stationnement gratuits seraient accordés aux employés de la zone. Ce système suppose bien entendu un contrôle serré de la zone de stationnement public et une

effectivité réelle des sanctions, talon d'Achille bien connu des politiques de stationnement actuelles.

En résumé, si un système de rationnement par les quantités semble faisable pour le stationnement (sous la réserve exprimée ci-dessus quant au contrôle), l'idée de l'échange de tels droits sur un marché semble rejetée (au risque d'ailleurs de créer un marché noir). Tout compte fait, en l'état actuel de la réflexion, le stationnement payant et l'amélioration du contrôle des places sur la voirie publique restent les solutions les plus pertinentes.

Concernant le stationnement pendulaire, un mécanisme comme le *cash-out* pratiqué en Californie, par lequel l'entreprise est tenue d'offrir à chaque employé le choix entre une place de stationnement gratuite ou une prime financière, peut présenter quelque intérêt. Ce mécanisme suppose toutefois que, dans ce transfert, il n'y ait pas de charge supplémentaire pour l'entreprise (ce qui est le cas en Californie où beaucoup d'entreprises louent des places en parc pour leurs employés). Il suppose également que cette prime versée aux employés ne soit pas grevée de prélèvements sociaux et fiscaux.

Les Alpes suisses : de la RPLP à la bourse de transit ?

Face à l'augmentation rapide du trafic routier de marchandises à travers les Alpes, la Suisse a pris plusieurs mesures législatives et réglementaires, validées par des référendums successifs. Elle a également inscrit dans sa constitution la limitation du nombre de poids lourds devant emprunter ses passages alpins. Ce pays limitait jusqu'à ces dernières années le poids maximum autorisé des poids lourds à 28 tonnes (contre 40 tonnes dans l'Union européenne). Il en découlait, principalement du fait de cette limite, un détournement du trafic des poids lourds par les pays alpins voisins, principalement l'Autriche (voir *supra* les écopoints) et la France. Dans le cadre d'un accord avec l'Union européenne entré en vigueur en 2001, la Suisse a accepté de relever progressivement la limite de poids des véhicules lourds jusqu'à 40 tonnes (opérationnelle depuis 2005), s'est engagée à réaliser les deux nouvelles traversées ferroviaires du Lötschberg (ouverture prévue en 2007) et du Saint-Gothard (2014). En échange, la Suisse a instauré la redevance sur le trafic des poids lourds liée aux prestations (RPLP). Cette redevance est calculée sur la base des coûts externes estimés de ce trafic. La tarification s'applique à tous les poids lourds sans discrimination et est facturée à la tonne-kilomètre sur la distance parcourue en Suisse, appliquée au poids total maximum autorisé (quel que soit le chargement effectif du camion), selon un taux fonction de la catégorie d'émissions polluantes Euro du véhicule : le tarif est en moyenne de 2,5 centimes (CHF)

par tonne-kilomètre¹ depuis 2005 et montera jusqu'au plafond de 2,75 centimes après l'ouverture du Lötschberg. Les recettes de la RPLP vont pour les deux tiers au financement des infrastructures de transport.

Cependant, ces mesures ne garantissent pas que l'objectif quantitatif prescrit par la loi sur le transfert du trafic sera atteint : en 2009, seuls 650 000 véhicules sont supposés traverser les Alpes suisses par la route chaque année. C'est pourquoi a été étudiée une bourse des passages transalpins (BPT) et notamment une option *cap and trade* (Ecoplan et Rapp-Trans, 2004) : une limite quantitative serait imposée aux passages transalpins sous forme de droits de passage, ces droits étant échangeables sur un marché.

Cette BPT est jugée techniquement réalisable, essentiellement du fait de l'existence du système électronique de la RPLP et de la régulation d'accès des véhicules déjà en place aux tunnels routiers alpins : il suffirait de modifier à la marge ces systèmes pour intégrer le contrôle des droits de passage. Il est estimé que le droit de passage à 2009 s'établirait à 200 CHF (soit 127 euros environ). Compte tenu de la baisse des accidents et de la pollution, l'effet net sur l'économie dans son ensemble serait nul.

Pour éviter que ce mécanisme de rationnement n'entraîne un trafic de contournement par les pays voisins, les auteurs de l'étude suggèrent que la BPT soit mise en œuvre de manière concertée entre tous les pays concernés. En outre, la mise en place d'un tel rationnement suppose une modification de l'accord avec l'Union européenne qui interdit tout plafonnement. Un accord politique international est donc un préalable à la mise en place d'une telle bourse.

Le cas des émissions de CO₂ : permis à l'amont ou à l'aval ?

Une première question qui se pose est celle de la cible visée par les permis : s'agit-il des véhicules, de leurs émissions unitaires, des véhicules-kilomètres parcourus ou des consommations de carburant fossile ?

La seconde question est celle du point d'imputation des permis, c'est-à-dire le compromis nécessaire entre, d'une part l'efficacité recherchée sur les changements de comportements, qui pousse à l'imputation des permis à l'aval, d'autre part la minimisation des coûts de mise en place et de fonctionnement, qui pousse à l'imputation des permis à l'amont.

Note

1. Soit environ euros 1,6 centime.

La cible visée

Il existe différents niveaux de sophistication dans la cible devant être visée par une politique environnementale, niveaux qui s'approchent plus ou moins de l'idéal théorique. Ce sont, du plus au moins pertinent :

- le risque de changement climatique et ses conséquences pour la santé humaine, objet actuellement de controverses ;
- l'exposition des populations aux conséquences encore incertaines de ce changement climatique ;
- les émissions de gaz à effet de serre, qui sont fonction des procédés de combustion et de l'intensité de l'activité qui en est à l'origine : leur ciblage nécessiterait des mesures sur les sources mobiles, ce qui semble actuellement impossible ;
- les *inputs* dans le processus de production de ces émissions : ce peuvent être, dans l'ordre décroissant de pertinence, le carburant consommé, les véhicules-kilomètres parcourus, ou les véhicules possédés et susceptibles de circuler.

Plus on s'approche de l'idéal théorique, plus les coûts de mesure et de suivi des effets sont élevés, voire techniquement impossibles. Cela explique pourquoi on s'est limité jusqu'ici à cibler les *inputs* que l'on peut mesurer directement (le carburant consommé) ou les activités économiques à l'origine des émissions telles que les véhicules-kilomètres parcourus, ou plus simplement les émissions unitaires du véhicule voire sa possession.

Les émissions de CO₂ par les carburants fossiles sont quasiment proportionnelles au contenu en carbone de ces carburants (le taux de conversion de C en CO₂ oscille entre 95 et 99,5 %). Il est donc aisé de calculer les émissions de CO₂ à partir de la consommation de carburant d'origine fossile, moyennant un coefficient de pondération tenant compte du contenu en carbone de l'essence (2,401 kg CO₂/litre) et du gazole (2,622 kg CO₂/litre) respectivement². Des permis basés sur la consommation de carburant respecteraient donc cette proportionnalité.

Avec les permis basés sur les véhicules-kilomètres parcourus³, la corrélation avec le niveau d'émissions réel est affaiblie : en effet, pour un même kilométrage l'émission réelle de CO₂ dépend de la classe du véhicule (âge et conformité éventuelle aux normes Euro), de la cylindrée, du type de carburant utilisé et du style de conduite (voir projet européen MEET).

Avec des permis basés sur la seule possession d'un véhicule, la corrélation avec le niveau d'émissions réel est encore plus faible voire nulle, puisque

Note

2. Source Ademe.

3. Par exemple sous forme de compteurs liés au système GPS comme cela est en voie d'installation sur les poids lourds.

pour un même véhicule les kilométrages parcourus et *a fortiori* les émissions peuvent être très différents.

Enfin, si l'on désire maximiser l'efficacité allocative d'un système de permis, la base d'imposition doit être intersectorielle et si possible uniforme, à savoir le contenu en carbone du combustible. Dans ce cas, la cible d'imposition de permis pertinente serait la consommation de carburant d'origine fossile. En appliquant les règles d'équivalence de contenu en carbone et de transformation en CO₂ entre carburants automobiles d'origine fossile, gaz naturel et charbon, il est possible d'établir des règles claires de comparaison des efforts supportés dans les secteurs du transport, du chauffage et de l'industrie⁴.

En résumé est préconisé le ciblage direct de la consommation de carburant.

Le choix du point d'imputation des permis

Ayant établi comme base d'imposition des permis la consommation de carburant, l'analyse porte maintenant sur le point d'imputation des permis, quelque part dans la chaîne qui va des producteurs d'énergie fossile jusqu'aux consommateurs finals.

Plusieurs catégories d'acteurs peuvent être considérées :

- les producteurs, importateurs, raffineurs et distributeurs de carburants fossiles ;
- les constructeurs de véhicules automobiles (particuliers ou utilitaires) ;
- l'État et les collectivités territoriales, en tant que régulateurs de la fiscalité visant l'activité de transport, les autorités organisatrices de transport et les fournisseurs ou concédants d'infrastructures et de services de transport ;
- les générateurs de déplacements (exemple, centres commerciaux, centres d'affaires, entreprises et parcs industriels) ;
- les opérateurs fournissant des services de transport pour les passagers ou les marchandises et les conducteurs automobiles fournissant leur propre « service » de transport.

Note

4. En laissant de côté, provisoirement, les émissions des autres gaz à effet de serre, comme l'a fait la Commission européenne avec l'ETS. Cela implique toutefois que le marché de permis soit conçu au départ pour permettre une inclusion future de ces autres gaz dans le mécanisme, sans nécessiter une refonte institutionnelle complète, longue et au résultat politique incertain. En outre, il faut garder à l'esprit les impacts potentiellement importants des autres gaz accompagnant les émissions de CO₂, mais non proportionnels à la consommation de carburant. C'est le cas, dans l'aviation, des oxydes d'azote (NO_x) qui résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température : cela peut nécessiter la mise en place, dès le départ, de facteurs multiplicatifs sur les permis de CO₂ qui seraient requis (voir Wit *et al.*, 2005).

Pour cela, deux filières peuvent être considérées : l'une dite « filière territoriale » fait intervenir les différents acteurs territoriaux ayant une influence sur l'offre d'infrastructures et de services de transport (collectivités et opérateurs) et sur la génération de la demande (promoteurs, centres générateurs) ; l'autre dite « filière technique » ne se préoccupe que des actes économiques d'échange concernant le carburant entre les différents acteurs, depuis les importateurs ou raffineurs jusqu'aux distributeurs finals.

La filière territoriale

La France doit se conformer au protocole de Kyoto et donc acheter ou vendre des permis sur le marché mondial. L'État peut choisir, soit de répercuter tels quels les prix des quotas aux différents échelons des collectivités territoriales, soit de créer un marché domestique de permis qui seraient imposés à ces mêmes échelons, selon leurs compétences respectives en matière de transport (voir encadré 5).

Encadré 5

Les compétences des collectivités publiques en matière de transport

La Loti (loi d'orientation sur les transports intérieurs, 1982), la loi sur l'air et la Loadt (loi d'orientation pour l'aménagement durable du territoire, modifiée par la loi n° 99-533 du 25 juin 1999) constituent les instruments juridiques essentiels pour définir les compétences des collectivités et mettre en œuvre les politiques de transport. Les principales collectivités concernées sont les régions, les départements et les agglomérations urbaines :

- les régions sont compétentes pour l'organisation des transports ferroviaires non urbains d'intérêt régional, et des lignes régulières de transports collectifs routiers non urbains d'intérêt régional. Elles interviennent également dans le financement des routes, dans le cadre des contrats de plan État-région ;
- les départements sont compétents pour l'organisation des services réguliers routiers non urbains, des services scolaires et de lignes d'intérêt local. Ils entretiennent et développent également le réseau routier départemental ;
- les communes ou groupements de communes sont responsables des transports publics lorsqu'a été défini un périmètre de transports urbains. Elles entretiennent et développent également le réseau routier communal (ou communautaire pour les voies transférées à la compétence communautaire dans le cas d'une communauté urbaine).

On peut donc imaginer une diffusion progressive du système de permis (le point d'arrêt de la diffusion étant à déterminer) depuis l'État jusque vers des échelons territoriaux au maillage de plus en plus fin.

La loi sur l'air constitue par exemple un cadre conceptuel pour introduire la notion de quotas pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Les agglomérations seraient ensuite libres de répercuter le système de quota sur leurs habitants (voir *infra*), ou d'utiliser toute autre combinaison d'instruments réglementaires et tarifaires pour se conformer à ces quotas.

Dans la même logique, on pourrait envisager un contrôle du développement urbain et indirectement du trafic qu'il génère, en soumettant les opérations immobilières à un mécanisme de droits à construire (Ottensmann, 1998). Cela nécessite d'identifier les générateurs (exemple, centres commerciaux, zones artisanales ou industrielles) et pose de nombreux problèmes d'organisation du marché, notamment pour minimiser les coûts de transaction et rendre possible les échanges, à l'intérieur d'une agglomération, mais peut être aussi entre les agglomérations.

On peut aussi envisager que les permis soient alloués par l'État aux régions, de manière à ce que celles-ci soient responsabilisées dans leur politique de transport du point de vue des émissions de gaz à effet de serre, comme le propose Godard (2006). L'allocation pourrait se faire au prorata de la population. Si la région, par ses investissements et plus généralement sa politique de transport (notamment fiscale et tarifaire), réduit les émissions liées aux transports par rapport aux quotas alloués au départ, elle peut revendre les quotas inutilisés. Inversement, si les émissions excèdent les quotas alloués, la région serait tenue d'acquiescer les permis manquants. Cela suppose bien sûr que les régions puissent contrôler effectivement les émissions, en coordination avec les départements et les agglomérations urbaines, ce qui n'est pas le cas avec la fragmentation institutionnelle actuelle (voir *supra*).

Comment mesurer la performance en émissions de CO₂ des différentes collectivités territoriales ? Une première solution consisterait à suivre les achats de carburant sur une base territoriale mais, étant donné le caractère mobile des sources d'émission, l'attribution des émissions à tel ou tel territoire ne peut être qu'arbitraire. Une seconde solution consisterait à mesurer les circulations (véhicules-kilomètres parcourus) dans les différents territoires⁵, et à en déduire à partir de consommations unitaires l'ordre de grandeur des émissions.

Cependant, l'imbrication des réseaux est très forte : sur le territoire d'une commune membre d'une communauté urbaine on pourra trouver à la fois des

Note

5. Cette approche nécessiterait d'intensifier les efforts de mesure statistique des trafics qui ne sont réalisés en permanence que sur les autoroutes (sociétés concessionnaires), les routes nationales (ministère de l'Équipement) et les routes principales en agglomérations (services de voirie des communautés urbaines), ou à intervalles (ir) réguliers de plusieurs années sur des cordons. Les enquêtes déplacements auprès des ménages réalisées en agglomérations urbaines, ne recensent en général pas les itinéraires réels, qui ne peuvent être reconstitués qu'au moyen de modèles de trafic.

routes ou des autoroutes d'intérêt national, des routes départementales, des routes communautaires et des routes communales, empruntées les unes après les autres par les automobilistes au cours de leurs déplacements. Cela montre que l'attribution des émissions selon une base territoriale ne serait pas sans poser quelque problème. Il est difficile de concevoir comment faire supporter à une collectivité donnée comme un conseil général, les conséquences de son action d'amélioration des routes départementales sur l'accroissement du trafic routier venant pénétrer dans le territoire d'une autre collectivité telle qu'une agglomération urbaine du même département.

D'une manière générale, la fragmentation des compétences institutionnelles sur les territoires géographiques rend extrêmement complexe l'administration d'un système de permis au niveau des collectivités territoriales.

La filière technique

En suivant la filière technique, les acteurs concernés par le mécanisme de permis peuvent être aussi bien, à l'amont, les raffineurs, les producteurs d'énergie secondaire (électricité, chauffage) et les distributeurs de carburant, qu'à l'aval, les consommateurs finals que sont les automobilistes, les opérateurs de transport de marchandises et ceux de transports de voyageurs.

Il peut par exemple sembler pertinent, pour réduire les coûts administratifs, de mettre en place le système de permis très à l'amont, à un niveau où les acteurs sont peu nombreux : ce pourrait être les raffineurs ou les distributeurs de carburants, lesquels sont soumis au mécanisme de restitution du produit de la TIPP à l'État, et habitués à transmettre la taxe au consommateur final.

En imposant la restitution de permis aux producteurs et importateurs de pétrole, de gaz naturel et de charbon, le système de permis couvrirait les émissions de CO₂ issues de la combustion des carburants hydrocarbonés par tous les utilisateurs finals.

Toutefois, cet avantage de couverture complète a perdu de sa force aujourd'hui en Europe, avec la mise en place de l'ETS décentralisé au niveau des installations fixes intensives en énergie. Un système de permis amont devrait être donc modulé de manière complémentaire à l'ETS.

En outre, un système de permis amont est sujet à deux inconvénients.

Le premier est relatif au risque de dilution de l'effet d'incitation des permis sur les émetteurs réels, afin qu'ils mettent en œuvre la panoplie complète des possibilités de réduction des émissions qui s'offrent à eux. En effet,

que les permis soient acquis aux enchères ou distribués gratuitement aux fournisseurs de carburant, ces fournisseurs passeraient les coûts d'opportunité⁶ des permis additionnels à leurs clients : pour ces derniers cela apparaîtrait comme une simple taxe additionnelle. Dans ce cas, l'avantage face au système de taxation actuel est quasi nul.

Le second inconvénient apparaît en cas d'allocation gratuite de quotas aux fournisseurs de carburant. Si les permis sont alloués gratuitement aux raffineurs et grossistes en carburants, que faire de la rente générée par cette distribution initiale ? Ces derniers pourraient transmettre les coûts d'opportunité relatifs à ces permis qu'ils auraient reçus gratuitement : cela ne remettrait pas en cause l'efficacité économique du système mais certainement son acceptabilité, ceux supportant l'effort de réduction ne bénéficiant pas de la rente créée par l'allocation gratuite. Un système de permis amont semble donc, pour des raisons d'acceptabilité politique, incompatible avec une allocation gratuite⁷.

Ces inconvénients incitent à réfléchir à des systèmes de permis dits « aval », c'est-à-dire décentralisés plus avant dans le secteur des transports.

Nous commencerons par exposer brièvement la proposition de la Commission européenne concernant l'inclusion du transport aérien à travers les opérateurs d'avions, premier pas vers l'aval. À l'autre extrémité, se situe une proposition d'une allocation de quotas de carbone aux individus, qui couvrirait toutes les consommations énergétiques au-delà du transport. C'est une proposition d'une grande simplicité, ce qui fait sa force. Malgré cela, nous pensons qu'il importe de se pencher plus en détail sur ce que pourraient être, dans le secteur des transports, des allocations complètement décentralisées vers l'aval.

En effet, si la cible des émissions de CO₂ est commune aux acteurs du transport de passagers et de marchandises, les caractéristiques concurrentielles de leurs marchés respectifs sont différentes :

– le secteur du transport routier de marchandises se caractérise par une multiplicité d'entreprises de très petite taille en France, et par une forte concurrence intra-européenne mais aussi extra-européenne. Le transport routier de marchandises assure 80 % des transports terrestres intérieurs de marchandises (en tonnes-kilomètres) et entre en concurrence avec le mode ferré, le fluvial, ainsi que l'aérien pour la messagerie et les transports de longue portée ;

Note

6. Comme les permis auront une valeur sur le marché, le coût d'opportunité pour un fournisseur de carburant consisterait à ne pas valoriser sur le marché les permis reçus gratuitement, ou à ne pas récupérer leur valeur sous forme de coûts additionnels facturés à leurs consommateurs.

7. Sauf à taxer cette rente, d'où une nouvelle complication...

– le transport routier de personnes fait intervenir une multiplicité d’acteurs privés et publics. Les ménages achètent et entretiennent des véhicules particuliers dont les caractéristiques techniques sont définies par les constructeurs⁸. Les opérateurs de transport public routier de personnes interviennent dans un cadre fortement régulé par des considérations de service public, que ce soit en milieu urbain – voire péri ou interurbain –, où des autorités organisatrices de transport définissent le service et le financent. Dans le cadre de la libéralisation croissante des transports routiers de voyageurs en Europe, ces opérateurs entrent aussi progressivement en concurrence avec le mode ferré et l’aérien, que ce soit sur les services spécialisés de tourisme ou les services internationaux.

En conséquence, les caractéristiques d’éventuels systèmes de permis concernant ces deux secteurs (objectifs, règle d’allocation initiale des permis, etc.), doivent être pensées séparément.

C’est pourquoi, à la suite des deux sections consacrées au transport aérien et aux allocations de carbone aux individus, deux sections séparées sont consacrées respectivement aux transports terrestres de personnes et aux transports de marchandises.

Les propositions européennes concernant le transport aérien

Les transports aériens font preuve d’une croissance très rapide de leur trafic : par exemple, l’Europe enregistre une croissance de 2,5 % à 4,25 % du nombre de ses vols par an depuis 10 ans et les émissions de CO₂ générées par ce trafic, qui ont augmenté de 73 % entre 1990 et 2003, pourraient compromettre l’équivalent de plus d’un quart des réductions requises pour atteindre la cible fixée par le protocole de Kyoto pour l’Union européenne (Wit *et al.*, 2005). Selon le rapport du Giec⁹ de 1999, l’aviation ne représentait qu’une petite fraction (3,5 %) du forçage radiatif d’origine anthropique en 1992, mais au vu du rythme de développement de son trafic, ce pourcentage est appelé à croître rapidement. En outre, ce rapport estime que l’impact global de l’aviation est de deux à quatre fois plus important que celui dû à ses seules émissions de CO₂, du fait des oxydes d’azote émis qui

Note

8. qui peuvent faire l’objet de mécanismes de permis d’émissions unitaires, à l’instar du programme Zev (voir *supra*).

9. Groupe intergouvernemental d’experts sur l’évolution du climat (en anglais IPCC).

entraînent la formation d'ozone, et des traînées de condensation dont les effets sont suspectés mais encore mal connus ¹⁰.

Tandis que les émissions du transport aérien domestique sont de la responsabilité des États parties au protocole de Kyoto, ce dernier a renvoyé la question des émissions du transport aérien international à l'Organisation de l'aviation civile internationale (Oaci) ¹¹. Bien que l'Oaci reste fermement opposée à toute taxe sur le carburant à l'échelle internationale, elle a accepté le principe d'un système d'échanges des droits d'émission qui concernerait l'aviation civile, à la condition que ce système soit ouvert aux autres secteurs économiques, sans distorsions dans l'accès au marché et dans l'allocation des droits.

Devant la lenteur de la progression des négociations à l'Oaci, la Commission européenne a proposé dans une communication de septembre 2005 d'intégrer les opérateurs d'aéronefs ¹² dans le système européen d'échange de quotas d'émissions (ETS), pour tout vol au départ de l'Union européenne, que la destination soit située dans un pays membre ou non. Ces opérateurs seraient tous soumis à ce régime, qu'ils soient originaires de l'Union européenne ou non. Sur la base de l'étude qu'elle a fait réaliser (Wit *et al.*, 2005), la Commission estime que ce mécanisme serait plus avantageux que les alternatives envisageables ¹³, et que l'impact sur le prix des billets d'avion serait limité (0 à 9 euros par vol aller-retour). La Commission envisageait alors de proposer une directive à ce sujet à la fin de l'année 2006.

À l'examen de la mise en œuvre concrète de cette proposition ¹⁴, plusieurs difficultés sont apparues. En l'absence de toute contrainte sur l'aviation internationale, l'intégration de l'aviation dans l'ETS induirait des complications dans le système de comptabilité actuel de l'ETS, en lien avec le protocole de Kyoto. Il faudrait introduire un deuxième régime d'allocation pour les vols internationaux, modifier la définition des installations soumises au système de quotas ainsi que les règles d'allocation

Note

10. Pour une revue détaillée des connaissances scientifiques sur les effets physico-chimiques des émissions du transport aérien, et une discussion des différentes mesures possibles du forçage radiatif de ces émissions, voir Wit *et al.*, 2005.

11. L'Oaci a été créée en 1944 pour promouvoir le développement sûr et ordonné de l'aviation civile dans le monde. Institution spécialisée des Nations Unies, elle établit les normes et règles internationales nécessaires à la sécurité, la sûreté, l'efficacité et la régularité du transport aérien, et elle est l'instrument de la coopération entre ses 189 États contractants dans tous les domaines de l'aviation civile (source <http://www.icao.int>).

12. Qui sont pour la plupart, mais pas exclusivement, des compagnies aériennes. Cela inclurait donc les vols non commerciaux. Voir CCE, 2005.

13. Comme les taxes sur les billets d'avion, les taxes sur le décollage ou les redevances d'émission.

14. Notamment dans le cadre des travaux de l'Aviation Working Group mis en place par la Commission pour étudier cette proposition. En guise de rapport final, ce groupe a publié une compilation des minutes des ses réunions (voir http://ec.europa.eu/environment/climat/aviation_en.htm).

initiale gratuite. La définition de ces règles d'allocation est une tâche complexe : on sait que la règle des droits du grand-père favorise les mauvais élèves, ceux qui n'ont fait que peu d'efforts jusque-là, au détriment des autres, et est inadaptée face aux nouveaux entrants, nombreux dans ce secteur en plein développement ; l'allocation par comparaison aux meilleures pratiques (*benchmarking*) semble également très compliquée à mettre en œuvre. De plus, ce système introduirait de la complexité dans le passage entre les vols domestiques et les vols internationaux, des barrières financières et peut-être des comportements non désirés des compagnies dans le panachage entre ces types de vols.

En réponse à cette proposition, le Parlement européen a voté en juillet 2006 une résolution en faveur de l'établissement d'un tel système d'échange pour l'aviation, mais fermé et séparé de l'ETS actuel. Selon le Parlement, tous les vols en provenance et à destination de l'Union européenne devraient être couverts, quel que soit le pays d'origine de la compagnie aérienne concernée. En outre, cette résolution introduit une série de barrières au libre jeu d'un éventuel marché¹⁵, privilégie une distribution des quotas sous forme de ventes aux enchères, et estime que si l'allocation initiale devait être gratuite, le niveau de celle-ci devrait être fixé au niveau communautaire et non laissé à la libre appréciation des États membres.

Les propositions d'allocations individuelles de quotas de carbone

Les idées concernant les allocations de quotas de carbone sur une base individuelle circulent depuis quelque temps, et on peut leur trouver une origine dans les propositions de D. Fleming en 1996, d'abord sous le nom de *Domestic Tradable Quotas* (DTQ) (Fleming, 1996) renommés ensuite par lui-même en *Tradable Energy Quotas* (TEQ) (Fleming, 2006). Il s'agit de quotas d'énergie (et non d'émissions de gaz à effet de serre), dont le rationnement obéirait à la double contrainte de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de maintien d'une distribution équitable d'énergie, quelle que soit sa source, en prévision de crises énergétiques futures.

Ces quotas seraient alloués pour partie gratuitement, chaque semaine aux adultes, et pour partie aux enchères aux entreprises et aux autres agents économiques (dont les administrations publiques). Les quotas inutilisés seraient échangeables sur un marché, allocations, débits et ventes étant

Note

15. Qui seraient bien sûr à notre avis autant de sources d'inefficacité économique de l'instrument.

gérés au moyen de cartes à puce et sur une plate-forme électronique nationale. Ceux qui ne voudraient pas participer à ce système pourraient revendre immédiatement leurs quotas alloués, mais se verraient bien évidemment automatiquement facturer des quotas à la mesure de leur consommation d'énergie.

Le budget serait établi et publié à un horizon de vingt ans par une commission indépendante de l'énergie, ce budget étant diminué régulièrement chaque semaine (D. Fleming utilise l'image des marches d'un « escalier énergétique » que la société descendrait une à une).

Un tel système inclurait donc toute l'économie d'un pays et couvrirait toutes les consommations énergétiques, dans un mécanisme et un marché uniques. Il suppose évidemment que cette politique, et notamment le budget établi sur vingt ans, ne soit pas remise en cause au gré des changements de majorité politique.

Cette proposition a été discutée au ministère des Finances britannique et ouvertement abordée dans la presse par le ministre britannique de l'Environnement en juillet 2005.

La proposition des DTQ a fait l'objet d'une première évaluation en termes d'équité, d'efficacité et d'efficacités (Starkey et Anderson, 2005). Sur le plan de l'équité, une distribution égalitaire des quotas entre les individus semble en première approche équitable. Néanmoins, elle devrait s'accompagner des politiques habituelles qui visent à aider les populations les plus pauvres, lesquelles seraient les premières à souffrir d'un renchérissement du coût de l'énergie. Au plan de l'efficacité, le système électronique semble réalisable (et la fraude maîtrisable), tandis que la simplicité du mécanisme en facilite l'appréhension par les citoyens. Sur le plan de l'efficacité, les auteurs soulignent que l'intégration de 45 millions d'individus (adultes) dans un tel système peut sembler un défi, mais qu'il serait moins coûteux que le projet gouvernemental de mise en place d'une carte d'identité nationale (auquel il pourrait être articulé) ou que celui de péage routier national. Les coûts supplémentaires d'un système de DTQ par rapport à d'autres instruments, comme la taxe carbone ou le rationnement pur, semblent justifiés aux yeux des auteurs, au vu des avantages en termes d'équité, d'acceptabilité publique et d'efficacité.

Cependant, bien que cette proposition soit séduisante, on peut penser que son application à toutes les dimensions de la consommation d'énergie des ménages demande une évaluation approfondie de chacune d'entre elles, et principalement la consommation liée au logement et aux transports.

Des permis de consommation de carburant pour les automobilistes

La multiplicité des sources mobiles d'émission que sont les véhicules automobiles constitue *a priori* un obstacle à la décentralisation des systèmes de permis dans le secteur des transports, du fait de coûts d'administration jugés prohibitifs. Elle explique pourquoi l'idée de la décentralisation des permis s'est arrêtée au niveau des constructeurs d'automobiles, avec comme cible les émissions unitaires des véhicules (voir le programme Zev décrit *supra* et les propositions dans la littérature : Albrecht, 2000 ; Wang, 1994) ou la motorisation des ménages (Walton, 1997). Néanmoins, ces systèmes ont l'inconvénient d'ignorer l'autre composante qui contribue au total des émissions, à savoir la consommation de carburant à travers l'usage effectif du véhicule. Dans la vision traditionnelle, cette consommation serait couverte par une extension des taxes existantes sur les carburants, dont le coût supplémentaire d'administration et de collecte serait quasi nul.

Les fluctuations du prix du pétrole rendent l'efficacité d'une taxe aléatoire, tandis que l'acceptation de cette taxe par l'opinion est loin d'être acquise (voir encadré 6). Une taxe CO₂ visant à maîtriser la consommation de carburant devrait être de montant fixe (comme la TIPP actuelle) et non proportionnel au prix du carburant. Ce montant devrait s'adapter en permanence aux fluctuations du prix du pétrole de manière à maintenir un signal-prix constant au consommateur.

Encadré 6

Les limites de la taxation traditionnelle du carburant

La taxation est un instrument largement utilisé dans le secteur des transports, essentiellement pour son rendement fiscal. En France, les accises sur les carburants ont représenté 27 milliards d'euros en 2002 pour un Pib de 1522 milliards d'euros. Bien que le niveau actuel des taxes puisse être considéré comme élevé, il apparaît insuffisant au regard de l'objectif de maîtrise de la croissance de la consommation des carburants routiers. Le niveau de taxe additionnelle nécessaire pour réduire les émissions de gaz à effet de serre peut être estimé à partir de l'élasticité-prix de la demande de carburant, dont la valeur varie selon que l'on considère les effets de court terme ou ceux de long terme. En effet, face à une augmentation du prix du carburant, certaines adaptations telles que le changement de style de conduite, la réduction ou l'optimisation de certains déplacements, ou le changement de mode de transport, pourront être opérées à court terme (par exemple dans les semaines ou les mois qui suivent l'augmentation de prix).

D'autres adaptations telles que le changement de véhicule, le changement de lieu de résidence ou d'emploi demanderont plus de temps. Ces valeurs d'élasticité-prix s'établissent entre -0,3 pour le court terme¹⁶ et -0,7 pour le long terme (Goodwin, 1988). Il s'agit d'une élasticité ordinaire, qui agrège l'effet-substitution et l'effet-revenu.

Quelques chiffres appliqués au cas de la France permettent de donner des ordres de grandeur. Avec une valeur d'élasticité-prix de -0,7, et un objectif de réduction des consommations de 10 %, l'augmentation devrait être de 14 % soit, pour un prix du carburant automobile de 1,06 euro/l (en février 2000), un montant de taxe additionnelle de 0,15 euro par litre. Il se trouve qu'en raison d'une forte hausse des cours du pétrole brut, le prix au consommateur du carburant super a augmenté de 17 % (de 0,9 euro à 1,06 euro) entre février 1999 et février 2000. Compte tenu de l'élasticité de court terme, la consommation de carburant et le trafic auraient dû en subir le contrecoup dans l'immédiat. Or ces deux paramètres ont continué de croître en 1999 pour ne se stabiliser qu'en 2000 avant de repartir à la hausse en 2001 (Urf, 2003). On peut y voir un effet de la croissance économique soutenue enregistrée à la fin des années 1990. Le montant de la taxe nécessaire pour réduire les émissions de gaz à effet de serre devrait donc également tenir compte de l'élasticité-revenu de la demande de carburant, qui est positive. Autrement dit, pour rester efficace, la taxe sur les gaz à effet de serre devrait aussi augmenter au rythme de la croissance économique.

En outre, les variations du prix du pétrole sont susceptibles d'annihiler l'effet de cette taxe sur le consommateur final. Le retournement du marché du pétrole au cours de l'année 2001 fait que la hausse de 1999-2000 a été pour l'essentiel annulée, puisque le prix du super carburant non plombé est revenu à un peu moins de 1 euro (valeur courante en 2002 et 2003) : les effets-prix dus à une éventuelle taxe gaz à effet de serre auraient été annihilés. Pour mémoire, au 24 juillet 2006 le prix moyen à la consommation¹⁷ du super sans plomb 95 s'établissait à 1,34 euro/l, il était redescendu au 16 octobre à 1,19 euro/l.

Enfin, la « révolte fiscale » de septembre 2000 dans plusieurs pays européens montre que l'opinion est très sensible en ce qui concerne la fiscalité sur les carburants (Lyons et Chatterjee, 2002). Le gouvernement central, car il bénéficie de cette taxe, focalise toutes les oppositions bien qu'il n'ait que peu de poids sur le prix du pétrole.

Note

16. I. E. pour une augmentation de prix de 10 %, la demande de carburant baisserait de 3 %.

17. Source www.minefi.gouv.fr, Observatoire des prix des carburants.

Les exemples du système d'Ecopoints autrichiens qui a fonctionné plusieurs années (voir *supra*), du péage routier électronique pour les poids lourds en Allemagne, opérationnel depuis 2005, ou encore du projet de bourse des passages transalpins (voir *supra*), montrent que la faisabilité technique et économique du suivi de transactions sur une multiplicité de sources mobiles ne présente pas de difficultés insurmontables.

La décentralisation du système de permis au sein du secteur des transports présente donc un intérêt, dans la mesure où les coûts de transaction seraient largement compensés par les avantages en termes d'efficacité, d'acceptabilité et d'équité, que présentent les systèmes de permis.

Un système de permis d'émissions de CO₂ appliqué à la consommation de carburant par les automobilistes a été proposé par Raux et Marlot (2001). En effet, les voitures particulières représentent environ trois cinquièmes des ventes de carburant, à côté des véhicules utilitaires légers et des poids lourds. Nous rappelons les éléments essentiels de cette proposition ci-après.

a) Cible et allocation

L'idéal de l'efficacité consiste à agir au niveau le plus décentralisé possible, c'est-à-dire celui des automobilistes comme émetteurs de CO₂. Le permis doit donc être attaché au litre de carburant. Il s'agit d'une valeur qui peut être modulée selon le type de carburant, en fonction de la quantité moyenne de CO₂ émise par combustion (le gazole est plus dense en carbone que l'essence). Pour simplifier l'exposé, nous supposons qu'une unité de permis est associée à un litre de carburant.

Une allocation gratuite des permis permet de minimiser les problèmes d'acceptabilité sociale et politique, car elle autorise la consommation d'une quantité initiale de carburant sans surcoût. Cela permet de garantir une mobilité minimale pour tous les usagers ne disposant pas d'alternative viable à l'automobile.

Par exemple, il est possible de prendre pour base une consommation moyenne arrondie à 1000 litres par automobile et par an¹⁸. En imposant une réduction de 10 % de cette consommation, la quantité de permis à allouer s'établirait à une valeur de 900 permis (900 litres) par automobile.

Si le consommateur souhaite consommer davantage que 900 litres, il devra se procurer des permis supplémentaires sur le marché de permis. Au contraire, si le consommateur n'utilise pas la totalité des permis alloués, il peut les revendre. La possibilité de vente constitue une incitation

Note

18. Les simulations quantitatives ont été effectuées pour l'année 1997, qui était la plus récente date de disponibilité des données sur le parc automobile et les consommations (panel parc auto Sofres-Ademe, voir Hivert, 1999). Compte tenu des kilométrages et des consommations unitaires déclarés par le panel (13 719 km en moyenne, un peu moins de 7,5 l/100), la consommation moyenne annuelle s'établissait à 1 022 litres.

supplémentaire à adapter ses comportements, notamment pour ceux qui peuvent le faire à moindre coût. Les permis ont une durée de vie illimitée, ce qui peut éventuellement entraîner des comportements de thésaurisation et de spéculation.

L'achat et la vente des permis sont supervisés au niveau national par une autorité de régulation. L'allocation annuelle est matérialisée sur un compte personnel de quotas, une carte à puce enregistrant les opérations de débit et crédit de permis, carte compatible avec les lecteurs de carte bancaire déjà installés dans les stations d'essence. Le débit ou l'achat de permis au cours du jour peuvent ainsi se faire au moment de l'acte d'achat de carburant. Les permis peuvent également être achetés et revendus dans les banques, par des distributeurs automatiques bancaires ou par Internet. Étant donné le grand nombre d'acteurs impliqués, l'échange ne serait pas bilatéral mais centralisé dans une bourse d'échange qui publierait le cours du jour du permis.

b) Un système mixte taxe-permis

Il serait socialement inacceptable de passer brutalement d'un système de taxation à un système de permis. Les deux systèmes doivent donc coexister, tout en créant une incitation financière à adhérer au système de permis.

En outre, afin de réduire les coûts administratifs, les opérations de consommation de permis doivent être validées au plus près de l'acte d'achat de carburant, c'est-à-dire au moment de l'achat à la pompe. Il est donc impossible de créer une frontière administrative étanche entre système de taxation et système de permis.

La solution serait de mettre en place une taxe unique, dite « taxe CO₂ », qui toucherait à la fois les consommateurs de carburant n'adhérant pas au marché des permis, et ceux qui, au sein du système de permis, auraient épuisé leur allocation initiale et ne pourraient pas, ou ne voudraient pas, acheter des permis sur le marché. La taxe permettrait ainsi de limiter la hausse du prix des permis sur le marché, en constituant une sorte de prix plafond.

L'adhésion au système de permis se ferait ainsi sur la base du volontariat.

c) Éléments d'évaluation

Étant donné l'intégration poussée des transactions et des vérifications des permis au système actuel de transactions autour de la carte bancaire (modification des logiciels embarqués dans les automates à carte bancaire des pompes à carburant, intégration du logiciel microcode aux puces des cartes bancaires existantes, au moment du renouvellement périodique de celles-ci), l'incidence des coûts de mise en place et d'administration devrait être modérée. La gestion de la bourse d'échange des permis pourrait être intégrée à la bourse des valeurs.

Les calculs des surplus, sous diverses hypothèses d'élasticités et selon la localisation résidentielle des ménages (ville-centre, banlieue, périurbain et rural), engendrent deux éléments de débat¹⁹ :

- le premier porte sur l'alternative entre taxe et permis et est illustré par l'ampleur de la ponction fiscale supplémentaire au bénéfice de l'État dans le cas de la taxe, et la perte fiscale nette pour l'État dans le cas des permis²⁰ : cette perte ne représenterait cependant que 5 % de ses recettes fiscales actuelles provenant de la consommation de carburant ;
- le second porte sur la répartition des surplus entre ménages selon leurs localisations. Dans le cas de la taxe, ces différentes valeurs n'apportent que peu de variations à une ponction fiscale déjà importante : tous les automobilistes « perdent » au profit de la collectivité. Par contre, dans le cas des permis, cette ponction disparaît : les gagnants seraient les ménages résidant en ville-centre ou en banlieue qui seraient en moyenne vendeurs de permis – ils peuvent plus facilement économiser du CO₂ en réduisant leurs véhicules-kilomètres parcourus –, tandis que les ménages résidant en péri-urbain seraient en moyenne les plus gros acheteurs. Ces facilités plus ou moins grandes d'adaptation, variables selon la localisation, garantissent que les échanges de permis auraient effectivement lieu. Les ordres de grandeur sont de quelques dizaines ou centaines de francs de gain ou perte nette en moyenne par véhicule, par an et par catégorie de localisation.

Ce système a l'avantage de la simplicité, car l'unité d'échange est le permis attaché à chaque litre de carburant consommé. Les quantités consommées ou échangées sont donc vérifiées en même temps que les actes d'achat de carburant, et tous les consommateurs de carburants peuvent participer au marché. Le suivi est simple car limité à des actes d'achat de carburants, la mesure des émissions réelles n'est pas nécessaire. L'existence de la borne supérieure du prix des permis par la taxe CO₂ et la possibilité d'échanger les permis décourage le marché noir.

Ce système sanctionne plus lourdement les ménages à plus hauts revenus ; les données de 1997 montrent en effet que le kilométrage moyen annuel par voiture augmente assez régulièrement selon les tranches de revenus, depuis un peu plus de 12 000 km pour les tranches les plus basses (moins de 50 kF par an et 50 à 75 kF par an) jusqu'à près de 16 000 km pour les tranches les plus hautes (400 à 500 kF par an et plus de 500 kF par an).

De même, l'allocation initiale gratuite évite de faire peser une charge trop lourde sur les consommateurs, particulièrement les plus démunis ; la

Note

19. Les détails méthodologiques et des résultats plus complets ont été publiés dans Raux et Marlot (2005). L'exercice quantitatif a été réalisé avec les données de consommation et de prix des carburants de 1997.

20. En effet, les permis sont échangés entre les acteurs et la diminution de la consommation de carburant diminue d'autant les recettes fiscales provenant des taxes actuelles.

consommation annuelle moyenne des voitures varie en effet d'un peu plus de 900 litres (bas revenus) à 1 300 voir 1 400 litres (hauts revenus), et la part des kilométrages effectués pour les trajets domicile-travail oscille entre 24 % (pour les plus bas revenus) et 30 voire 39 % pour les plus hauts revenus ; ces chiffres suggèrent donc que la mobilité « obligée » serait pour l'essentiel préservée, mais ces données en moyenne ne doivent pas occulter l'existence éventuelle de situations de fragilité, comme par exemple les « ruraux pauvres » sans alternative autre que l'automobile, situations qui appelleraient des compensations *ad hoc*.

L'allocation gratuite est liée à un acte économique de consommation (possession et usage d'une automobile), ce qui modère l'effet d'aubaine dû à la gratuité de l'allocation. L'incitation à multiplier le nombre d'automobiles possédées est limitée par le fait qu'il faut maintenir en état le véhicule (contrôle technique) : ce n'est que si le prix des permis sur le marché devient très élevé que ce phénomène pourrait jouer. Cependant ce prix est borné par la taxe CO₂.

Toutefois, cette allocation aux automobilistes peut faire que ceux qui ne possèdent pas de voiture se sentent lésés. On peut alors envisager, pour des raisons d'équité, d'autres règles d'allocation : l'allocation pourrait se faire par individu (comme plus haut pour l'allocation carbone des DTQ). Une allocation égale pour tous peut soulever également des problèmes d'équité, en raison de contraintes d'usage spécifiques : personnes handicapées ou habitants en milieu rural, etc. Rien n'interdit de tenir compte de ces aspects dans la méthode d'allocation.

Le caractère domestique du marché de permis semble viable si l'on considère la faible portée des déplacements automobiles en moyenne, et si l'on excepte les problèmes éventuels de « tourisme du réservoir » aux frontières, problèmes déjà rencontrés avec la taxe²¹. Néanmoins, cette fermeture du marché ne devrait être que transitoire. En effet, le marché de permis du secteur des transports pourrait être ouvert ou fermé au marché national voire international de permis, selon que les pouvoirs publics souhaitent protéger ou non le secteur des aléas du prix du permis sur le marché international, pour diverses raisons sociales ou politiques. Si l'allocation des permis est trop restreinte ou trop laxiste, ou si la taxe libératoire CO₂ (le prix maximum des permis) n'est pas bien ajustée, les coûts marginaux de réduction des émissions de CO₂ ne seront pas égalisés entre les différents secteurs. De telles distorsions réduisent l'efficacité du système. On ne peut donc les envisager que comme des mesures de transition vers un marché *in fine* ouvert.

Note

21. L'importance de ce risque devrait être minime puisque les pays voisins de la France, dans le cadre de la bulle européenne, auront eux aussi à relever le coût afférent à la consommation de carburant fossile.

Pour conclure, ce système présente l'intérêt de créer de fortes incitations à la réduction des consommations, du fait de l'avantage concret, palpable, perçu par ceux qui réduiront leurs émissions au-delà de leur allocation initiale. L'allocation gratuite des permis permet en outre de s'affranchir en grande partie des problèmes d'acceptabilité et d'équité que poseraient une nouvelle taxe venant grever un produit déjà lourdement taxé comme le carburant.

Des permis de consommation de carburant pour le transport de marchandises

À la suite des travaux sur les permis d'émission appliqués aux automobilistes, d'autres travaux sur les permis « aval » concernent le transport de marchandises ²².

On retrouve des réponses similaires aux précédentes en ce qui concerne la définition de la cible quantitative visée, *i. e.* la nature du quota. Cependant, la spécificité du transport de marchandises amène à traiter de manière particulière la question de l'identification des entités détentrices de ces quotas. Ensuite est discutée la décision d'allouer gratuitement ou non des quotas et, dans ce dernier cas, quelle méthode d'allocation doit être mise en œuvre. Puis est définie la couverture géographique et sectorielle du système de permis. Sont abordés ensuite les aspects du suivi et du contrôle. Enfin sont évalués les impacts environnementaux et économiques envisageables d'un tel système.

a) La cible

L'efficacité environnementale plaide, on l'a vu, pour cibler au plus près les émissions de CO₂, et donc les consommations des carburants fossiles. Les quotas échangeables seraient donc des quotas de CO₂ calculés à partir du carbone contenu dans le carburant consommé par le transporteur quand il réalise l'opération de transport. Pour toute quantité de carburant fossile achetée (donc destinée à être brûlée) par le transporteur, obligation lui serait faite de transférer à l'autorité régulatrice les quotas correspondants, qui seraient alors annulés. Cette obligation concernerait donc les utilisateurs de véhicules de transport, à savoir les transporteurs publics et les chargeurs effectuant leur transport en compte propre.

Note

22. Il s'agit d'une recherche en cours menée par le LET, dans le cadre du Predit et financée par l'Ademe.

b) La prise en compte de la multiplicité des acteurs et des décisions

Quelles entités vont détenir, échanger et devoir rendre les permis pour les émissions générées ? Et, par conséquent, quels acteurs vont devoir supporter la charge de la réduction des émissions ?

Le ciblage de la consommation de carburant conduit naturellement à faire porter les incitations sur les transporteurs. Cependant, le fonctionnement actuel de la chaîne logistique ne leur laisse que de faibles marges de manœuvre. Les chargeurs, par leurs exigences en termes de fréquences, de délais et de prestations requises, imposent un cadre auquel les transporteurs doivent se plier. Est-il possible d'impliquer les acteurs amont de la chaîne logistique dans le système de permis et selon quelles modalités, afin de garantir l'efficacité des incitations ?

Cette question tient au fait que l'activité du transport et ses conséquences en matière d'émissions de gaz à effet de serre sont le fait d'un ensemble de décisions prises par des acteurs aux logiques économiques parfois divergentes.

Quatre niveaux de choix peuvent être identifiés, depuis le niveau le plus stratégique, celui des choix relatifs à la structure industrielle et géographique de production et de distribution de l'entreprise 1) puis la programmation de cette production et de cette distribution 2) ensuite l'organisation du transport 3) jusqu'à la réalisation du transport 4). Les choix relatifs au niveau 1 ont des conséquences quant au volume de trafic des biens intermédiaires et finals (tonnages et distances, soit au total les tonnes-kilomètres). Les choix relatifs aux niveaux 2 (exigences de programmation des envois) et 3 (organisation du transport en réponse à ces exigences) ont des conséquences sur les véhicules-kilomètres parcourus par mode de transport, ainsi que les taux de remplissage et les parcours à vide des véhicules. Enfin, les choix relatifs au niveau 4 (choix du véhicule moteur et style de conduite) ont des conséquences sur les consommations unitaires nominales et en usage réel.

Ces différents niveaux de choix peuvent être contrôlés par des acteurs très variés. Une entreprise produisant des biens couvrira en général au minimum les niveaux 1 et 2 de décision, bien que le niveau 2 tende parfois à être piloté par les commandes aval, éventuellement à travers un prestataire logistique. L'entreprise pourra, soit se cantonner à ces niveaux 1 et 2, soit aller jusqu'au niveau 3 en organisant sa propre logistique, et en affrétant le transport (niveau 4), soit encore couvrir en partie ou en totalité le niveau 4 (transport en compte propre). Une entreprise spécialisée en transport couvrira au minimum le niveau 4, souvent le niveau 3, et pourra remonter au niveau 2 à travers des prestations logistiques.

La propriété de minimisation du coût total de réduction des émissions, à l'aide des permis négociables, est valide dans un monde idéal sans coûts de transaction. La réalité est faite de cette multiplicité d'acteurs correspondant à autant de centres de décision différents avec des pouvoirs de négociation inégaux.

Pour une entreprise effectuant ses transports pour son compte propre (c'est-à-dire couvrant les niveaux 1 à 4), le problème ne semble pas insurmontable : on peut imaginer que, sur la base d'une allocation initiale donnée (voir *infra*) et d'une obligation de transfert de quotas à l'autorité régulatrice au prorata de ses achats de carburant automobile, l'entreprise optimisera son activité, au besoin en acquérant des quotas sur le marché.

Pour le compte d'autrui, la question est un peu plus complexe étant donné la situation de vassalité actuelle des transporteurs face au chargeur. Il faut donc élaborer un système qui permette de répartir les efforts de réduction entre chargeurs et transporteurs, compte tenu de leurs marges de manœuvre respectives.

En résumé, dans la lignée de la directive européenne sur les quotas, un système de quotas serait généralisé à l'ensemble des entreprises quelle que soit leur activité. Les entreprises faisant appel au transport en compte d'autrui et les opérateurs de transport feraient l'objet d'un mécanisme de suivi des quotas à préciser (voir *infra*).

Les transferts de quotas :

Lors de nos enquêtes, nous avons constaté que, face à la hausse du carburant, l'indexation contractuelle ou le pied de facture semblent des pratiques assez répandues, même si certains chargeurs rechignent. Cette pratique a été officialisée par la loi « relative à la sécurité et au développement des transports » de janvier 2006, qui a introduit explicitement dans la base de la rémunération du transport routier de marchandises, les charges de carburant nécessaires à la réalisation de l'opération de transport. Cette loi introduit également l'obligation de révision du prix de l'opération de transport, afin de prendre en compte les variations de ces charges. Dans tous les cas, la facture doit faire apparaître les charges de carburant supportées pour la réalisation de l'opération de transport.

Le transfert de quotas par pied de facture semble donc possible : c'est un moyen de sécuriser le transporteur face à la mise en place de quotas de carburant. De même que la facture doit aujourd'hui faire apparaître les charges de carburant, cette facture pourrait demain faire apparaître les quotas consommés²³ pour la réalisation de cette opération.

c) Allocation gratuite ou non ?

Deux grands types d'allocation initiale, à savoir la mise en vente ou une allocation gratuite peuvent être proposés. La première a l'avantage d'éviter des calculs complexes d'allocations, nécessitant des informations parfois

Note

23. À partir du ratio moyen d'émission de CO₂ à la tonne-kilomètre estimé par le transporteur. Cela ne pose ni plus ni moins de problème que le suivi précis par ce dernier de sa propre consommation de carburant.

coûteuses à obtenir. Elle évite également d'impliquer les pouvoirs publics dans une lourde négociation avec les agents visés par le système de permis, en laissant le marché arbitrer. Il suffit pour s'en convaincre de mentionner les négociations intenses en Allemagne ou en France, entre le gouvernement et les entreprises grosses émettrices de CO₂ dans le cadre de l'application initiale de la directive européenne en 2004-2005.

Cependant, cette mise en vente risque fort d'être perçue comme une taxe supplémentaire, ce qui obérerait son acceptabilité. C'est pour cette raison qu'ont été explorées des propositions retenant le principe d'une allocation gratuite.

La question de l'allocation gratuite pose essentiellement celle de l'équité entre les différents acteurs, dont la perception par chacun d'eux conditionnera leur acceptabilité de la méthode. C'est pourquoi plusieurs méthodes d'allocation de permis ont été successivement élaborées et évaluées. En effet, une allocation qui se limiterait aux transporteurs ne modifierait en rien l'équilibre du rapport de négociation entre transporteurs et chargeurs, le risque étant que les seconds laissent aux premiers l'essentiel de la charge. Il importe donc de réfléchir à des modes d'allocation au niveau des chargeurs, de manière à les inclure explicitement dans l'effort à réaliser. Les mécanismes envisagés sont forcément complexes, car il faut tenir compte de la diversité des acteurs et des marchandises transportées, et moduler la répartition de l'effort entre chargeurs et transporteurs.

Les méthodes d'allocation testées au cours d'entretiens approfondis avec une vingtaine d'entreprises, réparties à parts égales entre chargeurs et transporteurs, ont soulevé de nombreux problèmes. La remontée d'informations, au niveau des chargeurs, sur les consommations et les véhicules-kilomètres parcourus, semble particulièrement difficile : les audits envisagés seraient donc particulièrement coûteux (même s'ils restent limités aux entreprises volontaires pour adhérer au système). Une norme d'allocation selon un ratio moyen de quota à la tonne-kilomètre, même individualisée par chargeur, est apparue non pertinente et a été contestée. Le caractère déclaratif de ces informations et le fait de créer de la valeur par ce mécanisme d'allocation, rendraient probables des comportements frauduleux qui, même s'ils restaient minoritaires, mineraient la crédibilité du mécanisme. Dans l'ensemble, ces défauts²⁴ et la complexité de ces mécanismes d'allocation ont motivé la réticence voire l'opposition de la plupart de nos interlocuteurs chargeurs.

Ces difficultés amènent donc à préconiser l'abandon de toute méthode d'allocation gratuite, au profit d'une vente de ces quotas par l'autorité régulatrice.

Note

24. Sans oublier les défauts connus de ce type d'allocation selon les « droits du grand-père ».

d) Couverture sectorielle et géographique

La mise en place effective d'un tel marché pour le transport de marchandises devrait se faire au niveau de l'Union européenne au minimum, pour d'évidentes raisons d'harmonisation de la concurrence entre les entreprises des différents pays. Cela impliquerait notamment que si le principe d'une allocation gratuite était malgré tout retenu, le choix de la méthode d'allocation et le calcul des allocations devraient être décidés à l'échelle de l'Union.

L'efficacité environnementale implique de couvrir l'ensemble des modes consommateurs de carburant fossile, à savoir la route, le fer, le fluvial, le maritime et l'aérien. Cette efficacité implique également de couvrir les autres secteurs du transport, et notamment les voitures particulières (voir *supra*), que ce soit par le marché de permis ou par l'application d'un mécanisme de taxation du CO₂ pour les secteurs ou acteurs non inclus dans le marché.

La couverture géographique à l'échelle de l'Union européenne permettrait de couvrir toutes les liaisons internationales intra-européennes, notamment aériennes et maritimes. Toutefois, les transports aériens et maritimes internationaux ne sont pas couverts par le protocole de Kyoto. Concernant le transport aérien international intra-européen, la Commission européenne propose son intégration dans le système européen d'échanges de quotas existant (voir *supra*).

Afin de faciliter la transition vers le système de quotas, ce dernier doit cohabiter avec un système de taxe traditionnel ; l'entrée des entreprises et transporteurs dans le système de quotas se fait librement. Un carburant (gazole ou super) dit « professionnel », bénéficiant d'un niveau d'accises réduit²⁵, serait réservé aux professionnels participant au système de quotas. Les utilisateurs de véhicules de transport routier de marchandises qui décident de ne pas participer au système de quotas, seraient soumis, pour leur consommation de carburant, au régime normal de la « taxe CO₂ » sur les carburants automobiles²⁶.

e) Suivi et contrôle, coûts de transaction

L'efficacité du système repose sur les possibilités de contrôle des émissions et d'encadrement du marché de permis, sans que les coûts de transactions deviennent prohibitifs.

On a déjà vu que les méthodes d'allocation gratuite que nous avons analysées impliquaient des coûts importants de collecte d'information et des risques de déviance frauduleuse du système, ce qui a motivé en partie leur

Note

25. similaire au « gazole professionnel » dont la mise en place était prévue par le projet de directive COM (2002) 410 sur la taxation des carburants, qui a été rejeté par le Parlement européen en décembre 2003.

26. Correspondant à la pénalité libératoire pour quotas insuffisants (voir *supra*).

mise à l'écart. La suppression de l'option de gratuité supprime les coûts de collecte d'information et de lutte contre la fraude.

Concernant les transactions, les transferts de quotas entre chargeurs et transporteurs seraient régis dans le cadre de leurs relations contractuelles, comme actuellement pour la réalisation des prestations de transport. Ces relations contractuelles font déjà l'objet de dispositions législatives et réglementaires, sans nécessité d'intrusion des pouvoirs publics dans la relation : il n'y aura donc pas de surcoût administratif de ce point de vue. De même, les échanges sur le marché de permis ne seraient pas bilatéraux mais passeraient par une bourse centrale : il n'y aurait donc pas de coût de recherche d'un partenaire pour l'échange.

Le suivi et le contrôle se réduiraient donc aux transferts de quotas à l'autorité régulatrice au moment des achats de carburants. Les achats de carburant routier se font soit à la pompe, soit en cuve. Pour les achats à la pompe, et particulièrement aux pompes réservées aux poids lourds, le chauffeur utilise le plus souvent une carte magnétique ou à puce. Ces cartes, de même que les distributeurs, devraient voir leurs logiciels modifiés pour débiter les quotas au prorata du carburant acheté. La participation de l'entreprise de transport au marché de quotas supposerait une utilisation exclusive de ce type de carte en cas d'approvisionnement à la pompe. Pour ce qui est des approvisionnements en cuve, la facture du fournisseur de carburant devrait inclure le débit de quotas à l'entreprise de transport (ou la facturation de ceux-ci au cas où l'entreprise ne participe pas au marché de permis). Au total, les risques de fraude sont particulièrement réduits.

f) Impacts environnementaux et économiques

En ce qui concerne la possibilité de maîtriser la croissance du transport et a fortiori celle du transport routier de marchandises, plusieurs forces à l'œuvre semblent largement contrebalancer l'optimisation environnementale :

- pour certaines marchandises, les marges sont si élevées que les variations envisagées de coûts de transport n'auront aucune influence sur les pratiques de distribution ;
- le rapport entre le surcoût dû à la prise en compte de la contrainte carbone et le coût total du transport est actuellement faible, dans le cadre de l'objectif du protocole de Kyoto : par exemple le prix de 20 euros la tonne de CO₂ qui a pu être observé début 2006 sur le marché spot des quotas de l'ETS correspond à 5 centimes d'euros par litre de gazole ;
- la logique d'optimisation financière des coûts de possession des marchandises chez les chargeurs qui visent le « zéro stock », surclasse les autres optimisations possibles ;
- la course aux gains de productivité implique, par exemple, une spécialisation des lignes de production dans les usines : cela a pour conséquence de multiplier les échanges entre les sites de production et donc les kilomètres parcourus par les biens intermédiaires.

Cependant, l'observation macro-économique montre que la sensibilité des comportements à la rareté du carburant n'est pas nulle, que cette rareté se traduise par la hausse – récente – de son prix ou par un rationnement – futur – par les quotas. Les livraisons totales de carburant en France, après un premier tassement en 2000, sont en baisse depuis 2002 : cette évolution est bien corrélée avec celle du prix du carburant à la pompe (MTETM/SESP, 2006). Cette sensibilité touche aussi bien les voitures particulières que les poids lourds, les livraisons de gazole pour ces derniers étant quasiment stables depuis 1999.

Quelle serait l'ampleur du risque d'abus de position dominante sur le marché de permis ? Certains acteurs pourraient-ils disposer d'un pouvoir de marché suffisant pour fausser la concurrence et les mécanismes de prix sur le marché des permis ? Nous pensons que ce risque est négligeable : en effet, sur le strict plan du transport, la multiplicité des acteurs et la dispersion de la demande de transport entre eux est telle qu'aucun acteur n'est susceptible d'avoir un poids suffisant à lui seul²⁷.

La couverture sectorielle et géographique et le mécanisme envisagés permettent d'affirmer qu'il n'y aurait pas de discrimination en matière de marché de quotas de CO₂ entre les entreprises des vingt-sept pays membres de l'Union européenne, qu'il s'agisse des chargeurs et des transporteurs.

Une interrogation légitime subsiste, celle de la concurrence possible des transporteurs extérieurs à l'Union européenne. De fait, le transport de marchandises est moins sujet à des distorsions économiques que les autres secteurs d'activité : le fret devra toujours être chargé en des endroits fixes pour être distribué pour utilisation, en d'autres endroits eux aussi fixes, qu'il s'agisse des industries de transformation ou des lieux de livraison ou de commercialisation de biens finals. Dans la mesure où le cabotage de la part de transporteurs extérieurs à l'Union européenne serait restreint, la seule incidence notable viendrait de transporteurs pouvant charger du carburant peu taxé à l'extérieur des frontières de l'Union européenne, pour réaliser ensuite un transport avec un segment de trajet intra-européen. Cette concurrence pourrait être notable dans les pays frontaliers, mais limitée à travers l'arbitrage nécessaire entre le poids du carburant emporté et le fret transporté.

Note

27. Par exemple, Arcelor, premier chargeur européen, est à l'origine de moins de 1 % des tonnes-kilomètres en France (communication personnelle).

CONCLUSION

Le suivi technique de multiples sources mobiles n'est pas un obstacle majeur

Un système de permis attaché à des sources mobiles est techniquement réalisable à des coûts financiers acceptables, quand il s'agit de protéger des régions sensibles sur le plan de l'environnement local, comme le démontre l'exemple du programme Ecopoints en Autriche. Sur le plan technique, ce système nécessite un équipement léger embarqué à bord des véhicules et des portiques électroniques de détection à l'entrée de la zone à protéger. L'analyse des limites du programme Ecopoints montre que pour assurer une couverture complète des véhicules, la région à protéger doit être telle que les points d'entrée ou de passage dans la zone soient peu nombreux et facilement contrôlables. Le projet suisse de bourse de droits de transit alpin représente à l'évidence un compromis efficace pour maîtriser la croissance du transport routier de marchandises dans la région alpine.

De même, les progrès techniques enregistrés en matière d'électronique embarquée ces vingt dernières années, ont rendu possible la mise en œuvre de systèmes de péages électroniques. Ils rendent tout à fait concevables des programmes de tarification de la congestion à base de crédits, moyen de rendre plus efficace et plus acceptable, parce que plus équitable, la régulation de la congestion routière par les prix en milieu urbain.

Les marchés de permis entre constructeurs automobiles sont viables

Un système de crédits attachés aux émissions unitaires de véhicules et échangeables entre constructeurs est tout à fait applicable, comme le montre le programme Zev en Californie, bien qu'encore balbutiant : il engendre en effet un surcoût administratif négligeable par rapport aux coûts administratifs normaux du suivi et de l'application de la réglementation.

À l'inverse, l'échec anticipé de l'accord volontaire entre constructeurs automobiles commercialisant des véhicules légers en Europe, souligne l'intérêt qu'il y aurait à mettre en place de tels systèmes pour la flotte commercialisée en Europe.



Clarté, simplicité et pragmatisme sont des clés du succès de ces programmes

L'expérience acquise dans la mise en œuvre des marchés de permis pour la gestion des ressources naturelles et la pollution, avec ses succès et ses échecs, est particulièrement instructive.

Les critères de clarté, de simplicité et de pragmatisme, jouent un rôle important dans le succès des programmes de permis transférables. Le critère de clarté impose une absence d'ambiguïté sur la nature du quota qui est échangé ou épargné. Le critère de simplicité vise les règles de gestion des transferts qui doivent être facilités au maximum, afin de profiter des avantages du caractère échangeable des permis. Enfin, le critère de pragmatisme désigne la conception du programme qui doit pouvoir évoluer dans ses différents aspects, en fonction de l'écart aux objectifs recherchés et de la connaissance évolutive des coûts d'adaptation supportés par les participants au programme.

La prise en compte de ces critères explique le succès du programme de réduction du plomb dans l'essence aux États-Unis, grâce à une définition précise de l'unité de permis (gramme de plomb), des règles simples et une grande liberté laissée aux échanges, ainsi que le pragmatisme dans la mise en œuvre du programme avec ses différentes options.

Le non-respect de ces critères explique à l'inverse les échecs rencontrés, que ce soit pour certains marchés de droits de prélèvement de l'eau ou pour d'autres concernant la pollution de l'eau : ces échecs peuvent être imputés au fait que, dans certains cas, plusieurs intervenants peuvent s'opposer aux transactions, tandis que dans d'autres, les acheteurs de permis doivent prouver leur besoin et les transactions sont soumises à l'approbation des autorités.

Le critère de clarté a joué son rôle dans le bon fonctionnement du programme Ecopoints en Autriche et du programme Zev en Californie. Dans ces deux cas, l'assiette physique est clairement identifiée (respectivement, les grammes de NOx par kwh et les grammes de NMOG par mile).

De même, dans le programme Zev, aucune intervention de l'autorité régulatrice n'est requise pour les échanges entre participants au programme²⁸, simplicité qui ne peut que faciliter la mise en œuvre de ce type de programme.

Note

28. Les transferts sont absents du programme Ecopoints puisque ce programme n'a pas été conçu pour cela.

De bons exemples de pragmatisme sont donnés également par le programme Zev, avec la modification des formules de crédits permettant d'accroître les opportunités d'adaptation des constructeurs automobiles.

En revanche, ce pragmatisme semble faire défaut pour le programme Ecopoints, entré en crise. Un tel programme, élaboré au niveau de l'Union européenne, nécessite lors de toute modification un accord entre les États-membres de l'Union, dont on conçoit aisément toute la difficulté, compte tenu des intérêts divergents des uns et des autres.

Cela souligne d'autant plus que le pragmatisme ne peut être pratiqué que si l'autorité régulatrice est supportée par une volonté politique forte et dispose de pouvoirs étendus.

La volonté politique et le soutien de l'opinion sont nécessaires

La conduite d'une négociation par une autorité régulatrice, face à des participants souvent constitués en groupes professionnels disposant de moyens de pression politique importants, suppose en effet que cette autorité dispose d'un pouvoir qui soit effectif, à la mesure de la volonté publique.

Cette volonté devra être d'autant plus forte que les potentialités d'adaptation à bas coûts sont limitées. C'est l'exemple, à l'inverse, du programme de réduction du plomb dans l'essence, pour lequel il existait des solutions de substitution abordables.

L'analyse du programme Zev montre que cet équilibre dynamique entre volonté politique et pressions contraires des constructeurs automobiles a été, et reste encore, une constante dans l'évolution du programme. La réforme de 1996 qui reculait l'échéance du mandat Zev de 1998 à 2003 et établissait un accord volontaire, a été interprétée par certains comme une victoire des constructeurs automobiles, dont les arguments en matières d'emplois offerts par cette industrie avaient une résonance politique particulière. Par contre, le poids des groupes de pression écologistes, portés par la forte sensibilité de l'opinion publique à la pollution atmosphérique locale, a joué un rôle important dans les débats publics autour de ce programme, et dans la confirmation par le Carb des objectifs du mandat Zev.

À l'opposé, il n'est pas sûr que cette volonté politique existe en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les transports, ou du moins que cette volonté soit assez puissante face à l'ampleur des changements requis. On ne peut dire que l'opinion publique ne prenne progressivement conscience de la gravité de la situation. Cependant, le caractère lointain et parfois incertain des conséquences sur le climat global, se conjugue au caractère jugé insupportable du coût social des adaptations

des modes de vie à entreprendre immédiatement, pour retarder les décisions qui doivent être prises.

Quel rôle pour les permis négociables dans les émissions de gaz à effet de serre du transport ?

Les termes du débat sont connus. On ne peut s'en tenir à l'évolution technologique anticipée à moyen terme pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO₂, ce qui implique d'agir sur l'usage des véhicules. Les différentes options qui s'offrent pour agir sur la demande sont soit la taxe, soit les permis, ou un panachage des deux. Compte tenu de l'existence des taxes sur les carburants, leur extension à une « taxe CO₂ » représente un mécanisme moins coûteux à administrer pour une multiplicité de sources mobiles, qu'un système de permis appliqué à ces mêmes sources.

Les expériences de « révolte fiscale » en 2000 dans plusieurs pays européens, face à la forte hausse du prix du pétrole se répercutant dans le prix de l'essence déjà fortement taxée, soulignent les limites de l'acceptabilité de hausses supplémentaires significatives de ces taxes.

C'est pourquoi ont été proposées plusieurs pistes de décentralisation de permis à l'aval dans le secteur des transports, comme alternative possible à une simple extension des taxes sur le carburant. Ce serait un moyen de bénéficier des avantages des permis, que sont la certitude d'atteindre l'objectif quantitatif, et l'incitation supplémentaire, au niveau du consommateur final, à la réduction des émissions, incitation offerte par la revente des permis inutilisés. En outre, ces permis aval ont été conçus avec une assiette physique simple et fongible sur les marchés nationaux, voire internationaux, de permis d'émission de CO₂. Enfin, le formidable essor des technologies de communication et de traitement électroniques (*i. e.* cartes à puces et Internet) permet d'envisager des modes d'administration à des coûts raisonnables.

On objectera qu'une telle option pose la redoutable question de la rupture sociale et politique que représenterait la mise en place de ce qui serait perçu comme un rationnement. Que l'on considère un rationnement par la taxe ou par les quotas, la question de l'acceptabilité du rationnement est une condition préalable commune : elle nécessite au moins une vaste campagne d'information et une volonté politique forte et durable (au sens littéral du terme !). Le fonctionnement effectif du système européen d'échange de quotas pour les entreprises industrielles depuis 2005 autorise un relatif optimisme.

Enfin, les propositions qui ont été présentées précédemment ne prétendent pas épuiser la question de la mise en œuvre concrète de tels marchés de permis. Il reste certes des problèmes à résoudre, mais nous pensons

avoir montré que les avantages potentiels sont suffisants pour justifier que soit creusée plus avant la faisabilité technique, institutionnelle et économique de tels systèmes.

Il ne faudrait cependant pas que les études soient un prétexte à retarder les actions à entreprendre. Les changements technologiques et économiques nécessaires pour corriger notre trajectoire vers l'objectif du « Facteur 4 » sont des processus de long terme, ce qui implique d'agir dès maintenant.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBEROLA, E. 2006, « Prix des quotas de CO₂ : premiers enseignements », *Lettre trimestrielle de la Mission climat de la Caisse des dépôts* n° 5, janvier 2006.
- ALBRECHT, J., 2000, "The diffusion of cleaner vehicles in CO₂ emission trading designs", *Transportation Research Part D*, 5 : 385-401.
- BAUMOL, W. and OATES, W., 1988, *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge University Press.
- CARB, 2000a, *Staff Report. 2000 Zero Emission Vehicle Program Biennial Review*, California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB, 2000b, *Secondary Benefits of the Zero-Emission Vehicle Program*, Research Division, California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB, 2001, *Staff Report. Initial Statements of Reasons*, California Air Resources Board, Sacramento.
- CCE, 2005, *Réduction de l'impact de l'aviation sur le changement climatique*. Commission des Communautés européennes, COM (2005) 459 final, 15 p.
- CEC, 2000, Commission of the European Communities, *Report from the Commission to the Council on the Transit of Goods by Road through Austria*, COM (2000) 862 final, Brussels, December 2000, 30 p. +annexes.
- CHIN, A., SMITH, P., 1997, "Automobile Ownership and Government Policy : The Economics of Singapore's Vehicle Quota Scheme", *Transportation Research Part A* 31 : 129-140.
- CITEPA, 2006, <http://www.citepa.org> (mai 2006).
- CNT, 2001, *L'effet de serre et les transports : les potentialités des permis d'émission négociables*, rapport au Conseil national des transports, Bonnafous, A. (président), Raux, C., Fricker, E. (rapporteurs), Paris, 117p. (en ligne <http://www.cnt.fr>).
- COASE, R., 1960, "The problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, 3 : 1-44.
- DAGANZO, C.F., 1995, "A Pareto Optimum Congestion Reduction Scheme", *Transportation Research B*, 29 : 139-154.
- DALES, J.H., 1968, "Land, water and ownership", *Canadian Journal of Economics*, 1 : 797-804.
- ECOPLAN, RAPP-Trans, 2004, *Alpentransitbörse (La bourse des passages transalpins)*, Ecoplan, Berne, 145 p.

ENERDATA, LEPII, 2005, *Étude pour une prospective énergétique concernant la France*, rapport pour la DGEMP, Paris.

FLEMING, D., 1996, "Stopping the traffic", *Country Life*, vol. 140, 19, pp 62-65.

FLEMING, D., 2006, *Energy and the Common Purpose. Descending the Energy Staircase with Tradable Energy Quotas (TEQs)*, www.teqs.net

FOSTER, V., HAHN, R., 1995, "Designing more efficient markets : lessons from Los Angeles Smog Control", *Journal of Law and Economics*, 38 : 19-48.

FRIEDMAN, D., WRIGHT, J., SPERLING, D., BURKE, A., MOORE, R., 1998, *Partial ZEV Credits. An Analysis of the California Air Resources Board LEV II Proposal to Allow Non-ZEV's to Earn Credit Toward the 10 % ZEV Requirement of 2003*, Institute of Transport Studies, University of California, Davis.

GODARD, O., 2000, « L'expérience américaine des permis négociables », *Économie Internationale* 82, 13-43.

GODARD, O., 2004. *Une évaluation du plan national français d'affectation des quotas d'émission de CO₂*, communication au séminaire sur les marchés de droits pour la gestion des problèmes environnementaux, Montpellier, 20-22 octobre 2004.

GODARD, O., 2005, « La pensée économique face à l'environnement », in LEROUX, A. et LIVET, P. (sous la dir.), *Leçons de philosophie économique*, volume 2 : économie normative et philosophie morale, Paris, Economica.

GODARD, O., 2006. *Transports et développement durable : les conditions de la compatibilité*, Cahier n° DDX-06-17, chaire de développement durable, Paris, École polytechnique, 21 p.

GODARD, O., HENRY, C., 1998, « Les instruments des politiques internationales de l'environnement : la prévention du risque climatique et les mécanismes de permis négociables », in Conseil d'analyse économique auprès du Premier ministre. *Fiscalité de l'environnement*, Paris, La Documentation française, collection des rapports du CAE, juillet, pp. 83-174.

GOODWIN, P.B., 1988, *Evidence on car and public transport demand elasticities 1980-1988*, TSU Ref 427, Oxford, June 1988.

GREENE, D.L., 1990, "Cafe or Price ? An analysis of the effects of federal fuel economy regulations and gasoline price on new car mpg, 1978-89", *The Energy Journal* : 11.

GULIPALLI, P., KALMANJE, S., KOCKELMAN, K.M., 2005, "Credit-Based Congestion Pricing : Expert Expectations and Guidelines for Application", *Proceedings of the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board* (2005).

HAHN, R., HESTER, G., 1989, "Marketable permits : lessons for theory and practice", *Ecology Law Quarterly*, 16 : 361-406.

HIVERT, L., 1999. *Le parc automobile des ménages. Étude en fin d'année 1997*, rapport de convention Inrets-Ademe, Inrets, Arcueil, juin 1999, 151 p.

IEEP, 2005, Service contract to carry out economic analysis and business impact assessment of CO2 emissions reduction measures in the automotive sector, Institute for European Environmental Policy, Brussels, June 2005, 123 p.

JANCOVICI, J.-M., 2002, *L'avenir climatique. Quel temps ferons-nous ?* Paris, Le Seuil, collection « Science ouverte ».

KAYSI, I., MAHMASSANI H., ARNAOUT, S., KATTAN L., 2000, « Phasing out lead in automotive fuels : conversion considerations, policy formulation, and application to Lebanon », *Transportation Research Part D* 5, pp. 403-418.

KERR, S., MARÉ, D., 1998, *Transaction Costs and Tradable Permit Markets : The United States Lead Phase-down*, Working Paper, Motu Economic Research, Wellington.

KERR, S., NEWELL, R., 2001, *Policy-Induced Technology Adoption : Evidence from the US Lead Phase-down*, Discussion Paper 01-14, Resources for the Future, Washington.

KOCKELMAN, K.M., KALMANJE, S., 2005, "Credit-Based Congestion Pricing : A Proposed Policy and the Public's Response", *Transportation Research* 39A : 671-690.

KOH, W.T.H., LEE, D.C.K., 1994, "The vehicle quota system in Singapore : an assessment", *Transportation Research Part A* 28 : 31-47.

LE TREUT, H., JANCOVICI, J.-M., 2001, *L'effet de serre. allons-nous changer le climat ?* Paris, Flammarion, collection « Dominos ».

LEWIS, J., 1985, *Lead Poisoning : A Historical Perspective*, EPA Journal, US EPA History Office.

LYONS, A., CHATTERJEE, K. (eds) 2002, *Transport Lessons from the Fuel Tax Protests of 2000*, Ashgate, Aldershot.

MARLOT, G., 1998, *Réguler la congestion par des permis négociables : une solution au dilemme efficacité/acceptabilité*, 8th WCTR, Antwerp.

MONTGOMERY, W.D., 1972, "Markets and licenses and efficient pollution control programs", *Journal of Economic Theory*, 5 : 395-418.

MTETM/SESP, 2006, *Les comptes des transports en 2005*, (tome 1).

NAKAMURA, K., KOCKELMAN, K.M., 2002, "Congestion pricing and road space rationing : an application to the San Francisco Bay Bridge corridor", *Transportation Research Part A*, 36 : 403-417.

NUSSBAUM, B.D., 1992, "Phasing down lead in gasoline in the US : mandates, incentives, trading and banking", in JONES, T., CORFEE-MORLOT, J. (eds) *Climate Change : Designing a Tradable Permit System*, Paris, OECD.

OECD, 1997, *Putting Markets to Work. The Design and Use of Marketable Permits and Obligations*, Paris, Organisation for Economic Cooperation and Development, Public Management Occasional, Paper 19.

OECD, 1998, *Lessons from Existing Trading Systems for International Greenhouse Gas Emissions Trading*, Paris, Organisation for Economic Cooperation and Development, Environment Directorate.

OECD, 2001, *Domestic Transferable Permits for Environmental Management. Design and Implementation*, Paris, Organisation for Economic Cooperation and Development.

OTTENSMANN, J.R., 1998, "Market-based exchanges of rights within a system of performance zoning", *Planning and Markets*, 1.

RADANNE, P., 2004, *La division par quatre des émissions de dioxyde de carbone en France d'ici 2050.*, rapport de mission, Mission interministérielle de l'effet de serre, Paris, 32 p.

RAUX, C., 2002, "The use of transferable permits in the transport sector", in OECD (ed.), *Implementing Domestic Tradable Permits. Recent Developments and Future Challenges*, Paris, OECD.

RAUX, C., 2004, "The use of transferable permits in transport policy", *Transportation Research Part D*, Vol. 9/3, pp 185-197.

RAUX, C., MARLOT, G., 2000, *Application des permis négociables dans le secteur des transports.*, rapport pour le GDR OIKIA, LET, Lyon, juin 2000, 72 p.

RAUX, C., MARLOT, G., 2001, « Transport et effet de serre : un système de permis négociables appliqué aux automobilistes », *Transports*, 407 : 157-164.

RAUX, C., MARLOT, G., 2005, "A System of Tradable CO₂ Permits Applied to Fuel Consumption by Motorists", *Transport Policy*, 12, 255-265.

SARECO, 2002, *Les droits négociables de stationnement pendulaire*, rapport pour la Drast, Predit, 60 p. + annexes.

STARKEY, R., ANDERSON, K., 2005. *Domestic Tradable Quotas : a policy instrument for reducing greenhouse gas emissions from energy use*, Technical Report 39, Tyndal Center for Climate Change Research, www.tyndall.ac.uk

STAVINS, R., 1995, "Transaction costs and tradable permits", *Journal of Environmental Economics and Management*, 29 : 133-148.

URF, 2003, *Faits et Chiffres. Statistiques du transport en France*, Union routière de France, Paris, septembre 2003, non paginé.

VERHCEF, E., NIJKAMP, P., RIETVELD, P. 1996, *Tradable permits : their potential in the regulation of road transport externalities*, Tinbergen Institute, Amsterdam.

WALTON, W., 1997, "The potential scope for the application of pollution permits to reducing car ownership in the UK", *Transport Policy*, Vol. 4 (2), p 115-122.

WANG, Q., 1992, *The use of a marketable permit system for light duty vehicle emission control*, PhD dissertation, Institution of Transportation Studies : University of California, Davis, 1992, 244 p.

WANG, Q., 1994, "Cost savings of using a marketable permit system for regulating light duty vehicle emissions" *Transport Policy*, 1 : 221-232.

WIT, R., BOON, B., VAN VELZEN, A., CAMES, M., DEUBER, O., LEE, D., 2005. *Giving wings to emission trading. Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS) : design and impacts*, Report for the European Commission, DG Environment, 245 pp.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----|
| PRÉFACE d'Alain Bonnafous | 7 |
| INTRODUCTION | 11 |
| CHAPITRE 1 | 15 |
| Les permis négociables : théorie, expériences et enseignements | 15 |
| De la théorie à la mise en œuvre | 15 |
| <i>La supériorité des instruments économiques sur la norme</i> | 15 |
| <i>Permis ou taxe, quel instrument choisir ?</i> | 19 |
| <i>Quelques considérations pratiques de mise en œuvre</i> | 21 |
| <i>Les conditions de l'efficacité économique des permis transférables</i> | 26 |
| Des expériences instructives | 27 |
| <i>Les prélèvements sur les ressources naturelles</i> | 27 |
| <i>Les droits concernant la pollution de l'eau</i> | 28 |
| <i>Les droits concernant la pollution de l'air</i> | 29 |
| <i>Les critères généraux de succès d'un système de permis</i> | 30 |
| Les débuts balbutiants du protocole de Kyoto et l'ETS | 31 |
| CHAPITRE 2 | 35 |
| Pertinence et expériences dans les transports | 35 |
| Quelle pertinence dans les transports ? | 35 |
| <i>Quels peuvent être les domaines précis d'application des systèmes de permis dans le secteur des transports ?</i> | 38 |
| Quelques exemples d'application dans le secteur des transports | 41 |
| <i>Le programme de suppression du plomb dans l'essence aux États-Unis</i> | 41 |
| <i>Le programme Ecopoint en Autriche</i> | 44 |
| <i>Le programme Zero Emission Vehicle en Californie</i> | 48 |
| CHAPITRE 3 | 57 |
| Des propositions | 57 |
| Les crédits de déplacements pour réguler la congestion | 57 |
| Les quotas de droits de stationnement | 59 |
| Les Alpes suisses : de la RPLP à la bourse de transit ? | 60 |
| Le cas des émissions de CO ₂ : permis à l'amont ou à l'aval ? | 61 |
| <i>La cible visée</i> | 62 |
| <i>Le choix du point d'imputation des permis</i> | 63 |
| <i>La filière territoriale</i> | 64 |
| <i>La filière technique</i> | 66 |

| | |
|--|-----------|
| Les propositions européennes concernant le transport aérien..... | 68 |
| Les propositions d'allocations individuelles de quotas de carbone..... | 70 |
| Des permis de consommation de carburant pour les automobilistes | 72 |
| Des permis de consommation de carburant pour le transport de marchandises..... | 78 |
| CONCLUSION | 85 |
| <i>Le suivi technique de multiples sources mobiles n'est pas un obstacle majeur</i> | 85 |
| <i>Les marchés de permis entre constructeurs automobiles sont viables</i> | 85 |
| <i>Clarté, simplicité et pragmatisme sont des clés du succès de ces programmes</i> | 86 |
| <i>La volonté politique et le soutien de l'opinion sont nécessaires</i> | 87 |
| <i>Quel rôle pour les permis négociables dans les émissions de gaz à effet de serre du transport ?</i> | 88 |
| BIBLIOGRAPHIE | 91 |

Imprimé en France
 Prix : 11,50 €
 DF : 5PR03030
 ISBN : 978-2-11-006441-7

La Documentation française
 29, quai Voltaire
 75344 Paris cedex 07
 Tél. : 01 40 15 70 00
 Télécopie : 01 40 15 72 30
 www.ladocumentationfrancaise.fr

Les marchés de permis (ou quotas) d'émission de polluants ont prouvé leur efficacité dans la maîtrise des émissions de dioxyde de soufre par les centrales électriques américaines, ou pour l'élimination rapide du plomb dans l'essence dans les années 1980 aux États-Unis. En ce qui concerne les gaz à effet de serre, le système européen d'échanges de quotas d'émission de CO₂ entre les installations fixes est opérationnel depuis 2005. Ce type d'instrument est-il applicable aux transports, quand on considère les nuisances qu'ils génèrent (congestion, bruit, pollution atmosphérique, gaz à effet de serre) ? Cet ouvrage présente le concept des marchés de permis, analyse leur pertinence pour les différentes nuisances du transport, expose quelques exemples d'application et passe en revue un certain nombre de propositions. Des domaines d'application potentielle sont ainsi identifiés, avec des développements particuliers en ce qui concerne les émissions de CO₂ par les transports.

Charles Raux est ingénieur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS), docteur-ingénieur en économie des transports et habilité à diriger des recherches par l'université Lyon 2. Il mène ses recherches au Laboratoire d'économie des transports, un laboratoire associé au CNRS, à l'université Lyon 2 et à l'École nationale des travaux publics de l'État.



9 782110 064417



Programme de
 recherche et
 d'innovation dans
 les transports
 terrestres
 Ministères chargés
 de la recherche,
 des transports,
 de l'environnement
 et de l'industrie,
 l'ADEME,
 OSEO anvar,
 l'ANR