

## *Chapitre 2*

# **Le rapport coût-efficacité des instruments d'atténuation du changement climatique**

*Ce chapitre analyse les divers instruments nationaux et internationaux d'action contre le changement climatique, leurs atouts et inconvénients respectifs et les moyens de les intégrer au mieux dans un cadre d'action cohérent. Il évalue les taxes sur le carbone, les systèmes d'échange de droits d'émission (y compris les mécanismes de plafonnement et d'échange), les normes et les programmes de soutien à la technologie (R-D et déploiement de technologies propres) en fonction de trois grands critères, dans une optique coût-efficacité : i) l'efficacité statique - l'instrument contribue-t-il à exploiter intégralement les possibilités existantes d'atténuation à faible coût, ii) l'efficacité dynamique - l'instrument encourage-t-il l'innovation en vue d'abaisser les coûts d'atténuation futurs, et iii) l'aptitude à répondre efficacement aux incertitudes climatiques et économiques. Le chapitre s'achève par une étude des complémentarités et chevauchements potentiels entre les différents instruments d'action.*

### Principaux messages

- *Aucun instrument d'action ne permettra à lui seul de couvrir le large éventail de sources et de secteurs émettant des GES et de réaliser d'ambitieux objectifs d'atténuation à un coût raisonnable. Il faut mettre en œuvre une large panoplie d'instruments, qui pourrait comprendre des systèmes d'échange de droits d'émission ou de plafonnement et d'échange, des taxes sur le carbone, des normes et des politiques de soutien à la technologie (par exemple, un soutien à la R-D et au déploiement de technologies propres).*
- *Une panoplie de mesures d'un bon rapport coût-efficacité devra répondre à trois critères : l'efficacité statique, l'efficacité dynamique et la capacité de répondre efficacement aux incertitudes climatiques et économiques. Pour satisfaire à ces critères, il faut surmonter un grand nombre d'imperfections du marché et d'obstacles politiques. À cet égard, les taxes sur le carbone ou les systèmes d'échange de droits d'émission se révèlent plus efficaces et plus complets que d'autres dispositifs. Toutefois, on pourrait améliorer leur rapport coût-efficacité en les complétant par d'autres instruments pour créer une combinaison de mesures de politique climatique.*
- *L'élément central d'un programme d'action rentable est un régime de tarification des émissions de GES par des taxes carbone, des systèmes d'échange de droits d'émission (mécanismes de plafonnement et d'échange, par exemple), ou un système hybride combinant les caractéristiques de ces deux dispositifs. Les émetteurs sont ainsi encouragés à rechercher et à mettre en œuvre les options de dépollution les moins coûteuses.*
- *Le cas échéant, ces dispositions devraient être complétées par des réglementations ou des normes (codes de construction, normes sur les appareils électroménagers, diffusion de bonnes pratiques, par exemple) et des instruments d'information (éco-étiquetage, par exemple) afin d'encourager les modifications des comportements.*
- *Il est important d'encourager la R-D et l'adoption de technologies pour surmonter les obstacles à l'innovation et à la diffusion des technologies de réduction des émissions. Le financement de la R-D pourrait contribuer au développement de technologies nouvelles comme le captage et le stockage du carbone, mais il est peu probable que ces technologies seront activement déployées sans mesures complémentaires qui fixent un prix suffisamment élevé pour le carbone.*
- *Le rapport coût-efficacité global d'un programme d'action climatique peut aussi être renforcé par la réforme d'autres dispositifs qui encouragent les émissions de GES (subventions à l'énergie ou à l'agriculture, par exemple) ou qui alourdissent le coût de l'atténuation (obstacles réglementaires au commerce extérieur et à l'investissement étranger, par exemple).*
- *Bien que des instruments d'action multiples soient nécessaires pour atténuer le changement climatique, il ne faut pas oublier qu'un dosage mal conçu des mesures risque d'entraîner des chevauchements inopportuns qui compromettraient le rapport coût-efficacité et, dans certains cas, l'intégrité environnementale. En règle générale, des instruments différents devraient donc combler des carences de marché différentes et/ou couvrir des sources d'émission différentes.*

## Introduction

L'acceptabilité politique d'un cadre d'action internationale contre le changement climatique après 2012 dépendra en fin de compte, dans une large mesure, de son rapport coût-efficacité global et de la façon dont les coûts et les avantages sont répartis entre les émetteurs. De même, le rapport coût-efficacité entre pays et dans un même pays sera déterminé par le choix et la conception des instruments d'action qui seront retenus pour réaliser un objectif climatique donné. Il est donc primordial que les décideurs publics connaissent parfaitement les atouts et les faiblesses de chaque instrument disponible ainsi que la façon de les intégrer de manière optimale dans un cadre cohérent. De surcroît, pour que l'action contre le changement climatique soit engagée au moindre coût, il faudra que les instruments soient appliqués aussi largement que possible aux différentes sources d'émission. Ce chapitre a donc pour objet d'offrir une vue d'ensemble des divers instruments disponibles aux niveaux international et national, ainsi que de leurs interactions. Cette description s'inscrit dans un cadre théorique de réflexion sur l'élaboration de la politique climatique qui intègre explicitement les considérations d'économie politique.

La politique à l'égard du climat devra être axée non seulement sur l'atténuation mais aussi sur l'adaptation<sup>1</sup>. Généralement, il existe un large soutien en faveur d'une adaptation accrue et d'une augmentation des financements nécessaires à cet effet. L'analyse développée ici portera principalement sur les instruments permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), car la répartition du fardeau de réduction de ces émissions entre les pays est l'un des éléments majeurs des négociations internationales pour un accord post-2012. Ce chapitre n'aborde que brièvement les dispositions existantes qui encouragent les émissions ou qui rendent l'atténuation difficile, par exemple les subventions à l'énergie (chapitre 4), les obstacles aux échanges internationaux de technologies de réduction des émissions, sans compter les émissions dues à la déforestation (chapitre 3). En outre, l'objectif d'atténuation du changement climatique est considéré comme allant de soi. L'accent est donc mis davantage sur le rapport coût-efficacité des différentes stratégies de politique climatique que sur l'efficacité, car celle-ci supposerait que l'on optimise *à la fois* la trajectoire des émissions de GES *et* les instruments requis pour la réaliser. Néanmoins, il faut se rappeler que les choix en matière de politiques peuvent devoir refléter non seulement des considérations de rentabilité mais aussi le degré d'ambition, la nature et l'horizon temporel des objectifs d'atténuation climatique eux-mêmes. Du reste, les travaux de recherche disponibles montrent que seul un éventail restreint de combinaisons de mesures permettent d'atteindre les objectifs les plus ambitieux (voir par exemple Gupta *et al.*, 2007).

Le reste de ce chapitre s'articule comme suit. La section 2.1 décrit un cadre simple pour réfléchir à la conception des politiques d'atténuation du changement climatique, l'accent étant mis sur les critères que devrait remplir tout instrument (ou groupe d'instruments) d'un bon rapport coût-efficacité. La section 2.2 examine dans quelle mesure les principaux instruments de réduction des émissions de GES répondent effectivement à ces critères. Ces instruments d'action sont les taxes, les systèmes d'échange de droits d'émission (y compris les échanges au niveau du secteur dans le cadre d'accords sectoriels), les outils d'information et les stratégies contraignantes, les mesures de soutien à la technologie et les accords volontaires. La section 2.3 met en lumière les interactions possibles entre les instruments d'atténuation – notamment les complémentarités pour la réalisation de différents objectifs, mais aussi les chevauchements potentiels –, ainsi que les interactions entre les instruments d'atténuation et les politiques en place dans d'autres domaines.

## 2.1. Un cadre simple pour l'analyse des instruments d'atténuation du changement climatique

L'un des impératifs essentiels d'un cadre international d'action sur le climat est de minimiser le coût économique global de réalisation d'un objectif *donné* d'atténuation du changement climatique. Comme on l'a déjà indiqué dans le chapitre précédent, une panoplie idéale d'instruments devrait donc être rentable par elle-même et s'appliquer le plus largement possible aux différents pays, secteurs et GES. Cette condition ne peut être remplie que s'il existe des incitations politiques suffisantes à l'adoption et à la mise en oeuvre de l'instrument (ou des instruments).

Ensuite, le cadre d'action devrait stimuler l'innovation et la diffusion de technologies de réduction des émissions de GES afin d'abaisser les coûts marginaux d'atténuation *futurs*. De plus, il devrait être réactif à l'évolution des risques et incertitudes entourant les effets du changement climatique. Compte tenu d'un horizon temporel extrêmement lointain et de coûts d'atténuation potentiellement énormes, ces deux critères sont particulièrement importants pour une politique climatique efficace.

Afin de remplir ces trois critères, il faut surmonter de multiples imperfections des marchés (tableau 2.1). Plusieurs de ces facteurs sont susceptibles d'empêcher l'uniformisation des coûts marginaux d'atténuation entre les différentes sources d'émission :

- *Le fait que le climat est un bien public mondial.* Étant donné que les GES se mélangent uniformément dans l'atmosphère, les avantages d'une réduction des émissions sont répartis dans le monde entier, et il est impossible de priver certains pays des avantages découlant de l'amélioration du climat. Ce caractère de « bien public » du système climatique suscite l'imperfection de marché peut-être la plus manifeste. Puisque chaque pays bénéficie autant des réductions d'émissions réalisées par les autres que de ses propres réductions, qu'il doit financer, tous les pays sont incités à laisser les autres réaliser la plupart des réductions. Ce problème du « passager clandestin » fait qu'il est par nature difficile d'avoir un cadre d'action efficace sur le plan environnemental qui couvre tous les émetteurs (chapitre 6).
- *Les coûts de surveillance et d'application.* Ils peuvent être élevés pour certaines sources d'émission, notamment la déforestation et les émissions de méthane résultant des fuites de pipelines.
- *Les problèmes d'information.* Des ménages et des entreprises mal informés peuvent agir inefficacement même s'ils bénéficient d'incitations appropriées. Ainsi, il peut s'avérer coûteux pour les ménages de surveiller et donc d'optimiser la consommation d'énergie des appareils électriques. En outre, le rendement énergétique des bâtiments peut être compromis si les informations et les incitations à agir ne sont pas les mêmes pour les propriétaires et pour les locataires.
- *Le dysfonctionnement des marchés de capitaux.* Ces carences peuvent par exemple affecter la capacité des ménages et des petites entreprises à financer des investissements rentables économes en énergie qui se caractérisent par des coûts initiaux élevés mais des coûts d'exploitation faibles.

Tableau 2.1. Cadre simple pour l'évaluation des options en vue de réduire les émissions de GES

Objectif d'action final	Objectifs intermédiaires	Critères détaillés d'évaluation des politiques	Imperfections du marché à traiter
Mettre en place un cadre pour une politique climatique internationale efficace par rapport à son coût, c'est-à-dire qui minimise le coût économique global de la réalisation d'un objectif d'atténuation donné	Tendre vers des coûts de dépollution marginaux identiques pour toutes les sources d'émissions existantes de GES	Rapport coût-efficacité de l'instrument ou de la panoplie d'instruments  Couverture par pays et par activité, autrement dit adoption de l'instrument et incitations à la conformité pour tous les émetteurs dans les différents pays et au sein d'un même pays	Le caractère de bien public mondial du climat crée un problème de passager clandestin  Les coûts de surveillance et de mise en application peuvent être élevés pour certaines sources d'émission  Des problèmes d'information peuvent empêcher d'exploiter certaines possibilités d'atténuation à faible coût  Le pouvoir des émetteurs sur leur marché de production (par exemple dans le secteur énergétique) et les politiques préexistantes (par exemple, les taxes et subventions sur les carburants) peuvent fausser les effets incitatifs des instruments d'atténuation
	Favoriser l'innovation et la diffusion de technologies réduisant les émissions de GES	Efficacité des incitations à la R-D  Efficacité des incitations à la diffusion des technologies	Les inventeurs sont dans l'impossibilité de profiter intégralement des gains sociaux de leur innovation  L'adoption des technologies existantes induit des externalités positives grâce aux effets d'apprentissage par la pratique  L'absence de mécanismes d'engagement crédibles fait que les incitations à l'innovation et à l'adoption des technologies sont politiquement incertaines et peuvent même disparaître au fil du temps  Les carences des marchés financiers peuvent faire obstacle à l'adoption des technologies, par exemple en dissuadant les ménages et les petites entreprises d'investir dans des équipements économes en énergie
	Répondre efficacement aux risques et incertitudes entourant le changement climatique et les coûts d'atténuation	Réactivité aux risques et incertitudes entourant le changement climatique  Réactivité aux risques et incertitudes entourant les coûts d'atténuation	Informations incomplètes sur les dommages causés par le changement climatique et sur les coûts d'atténuation

D'autres distorsions des marchés, sans empêcher nécessairement l'uniformisation des coûts marginaux de dépollution entre les sources d'émission, peuvent cependant affecter le rapport coût-efficacité de la politique d'atténuation du changement climatique. C'est le cas par exemple quand de gros émetteurs peuvent influencer les prix sur leur marché de production, en particulier dans le secteur de l'énergie. La présence de dispositifs préexistants ayant pour effet secondaire d'encourager les émissions de carbone (taxes et subventions sur les carburants, par exemple) peut aussi affaiblir l'efficacité des instruments de la politique climatique. Comme il est souvent politiquement difficile de réformer ces dispositifs, le choix et/ou la conception des instruments de la politique climatique devront prendre en compte cet élément.

Les mécanismes de marché (taxes, réforme des subventions, systèmes d'échange de droits d'émission, etc.) ne permettent sans doute pas à eux seuls d'obtenir un niveau suffisant d'innovation et de diffusion des technologies de réduction des émissions de GES. Premièrement, les carences du marché affectent l'innovation et la diffusion de manière générale. En particulier, la capacité limitée de tirer profit des idées nouvelles, du fait que la diffusion des connaissances s'effectue par divers canaux (à cet égard, on parle des « retombées du savoir »), peut inciter les entreprises à investir moins dans la R-D que cela ne serait souhaitable pour la collectivité. Les droits de propriété intellectuelle (DPI) peuvent aider à surmonter ce problème, mais ils s'avèrent souvent imparfaits dans la pratique, de sorte que les inventeurs privés ne peuvent pas toujours capter l'intégralité des gains sociaux découlant de leurs innovations. Pour leur part, les entreprises sont souvent dans l'impossibilité de s'approprier tous les bénéfices sociaux de l'adoption d'une technologie. C'est le cas par exemple lorsque les avantages d'une technologie nouvelle se répandent à mesure que les individus apprennent à l'utiliser (apprentissage par la pratique) ou que ces avantages s'accroissent à mesure que le nombre d'utilisateurs de la technologie augmente, comme c'est souvent le cas dans les réseaux d'infrastructure (« externalités de réseau »). Étant donné que ces gains ne peuvent pas être entièrement captés par les investisseurs, la vitesse de diffusion des nouvelles technologies risque d'être ralentie (chapitre 5). Enfin, le décalage entre les informations que détient l'entreprise et celles que détiennent les investisseurs potentiels sur le rendement futur de la R-D et/ou de l'adoption de technologies existantes peut compromettre la capacité d'une entreprise de lever des capitaux pour ces activités.

Les carences de marché affectant l'innovation et la diffusion de la technologie risquent d'être amplifiées dans le domaine de l'atténuation du changement climatique. En particulier :

- L'écart entre les bénéfices sociaux et privés escomptés de la R-D et de l'adoption de technologies existantes peut se trouver amplifié par l'incertitude politique qui entoure les caractéristiques, voire l'existence même, de la politique climatique future. Cette incertitude tient essentiellement à l'absence de moyens crédibles permettant aux gouvernements en place d'obtenir un engagement des gouvernements futurs<sup>2</sup>. La question de l'engagement est souvent moins critique dans d'autres domaines de l'action publique, soit parce que l'horizon temporel est plus limité, soit parce que les politiques sont mieux établies. Non seulement la politique climatique est incertaine, mais de plus elle peut être remise en cause avec le temps : autrement dit, les gouvernements peuvent être poussés à l'assouplir à une date ultérieure, alors que des investissements irréversibles en R-D et en nouveaux équipements ont été déjà réalisés<sup>3</sup>.
- La couverture géographique et/ou sectorielle des instruments de prix a peu de chances d'être complète, du moins à moyen terme. Par conséquent, l'innovation et la diffusion de certaines technologies propres peuvent être stimulées dans les secteurs ou pays où s'appliquent ces instruments de prix ou d'autres mesures, mais non dans les autres pays ou secteurs. Ce facteur accentue l'écart entre rendement social et rendement privé, et crée un cadre « imparfait » pour les politiques de R-D.
- Étant donné qu'une percée décisive sur le front des innovations technologiques respectueuses du climat (par exemple dans le domaine de la production d'électricité) peut avoir des effets de bien-être considérables, la protection des DPI risque d'être insuffisante pour les investisseurs privés, qui peuvent craindre que l'État ne les prive des bénéfices d'une innovation majeure à un stade ultérieur, par exemple dans le but de faciliter la diffusion de la technologie innovatrice<sup>4</sup>.
- Des carences de marché et des distorsions propres au secteur de l'électricité peuvent expliquer pourquoi le niveau de R-D y est plus bas que dans les autres branches d'activité (chapitre 5). En particulier, les infrastructures déjà installées risquent de faire obstacle à l'adoption de nouvelles technologies (effet de réseau), et de décourager par là même la recherche. Ainsi, la plupart des réseaux nationaux ne sont pas conçus pour recevoir de l'électricité en provenance de

nombreuses petites sources renouvelables, tandis que les gros fournisseurs d'électricité renouvelable peuvent aussi se heurter à des difficultés s'ils sont implantés trop loin des réseaux existants<sup>5</sup>. Enfin, la faiblesse de la concurrence et des distorsions telles que les subventions aux combustibles fossiles sont également susceptibles de maintenir les dépenses de R-D à un bas niveau dans le secteur de l'électricité.

Enfin, pour gérer efficacement les risques et incertitudes entourant le changement climatique et les coûts d'atténuation, il faut remédier à l'insuffisance des informations disponibles. Diverses incertitudes entourent la croissance économique future, les liens entre la croissance économique et les émissions de GES, les effets climatiques des émissions de GES et les dommages causés par le changement climatique. De plus, il faut compter avec la probabilité de répercussions fortes et irréversibles dues au changement climatique<sup>6</sup>. Cela pose un défi, vu la longueur du délai qui s'écoule entre une action et son effet d'atténuation sur le changement climatique.

## 2.2. Instruments d'atténuation du changement climatique

Il est peu probable que l'on puisse obtenir une atténuation du changement climatique efficace par rapport à son coût à l'aide d'un seul instrument d'action. En effet, différents instruments sont nécessaires pour surmonter différents obstacles à l'atténuation dans des domaines ou secteurs différents et pour offrir des incitations appropriées aux ménages et aux entreprises. Cette section examine comment chacun des instruments d'action les plus communément disponibles se comporte au regard des critères d'évaluation définis plus haut. Sont aussi analysées les solutions qui ont été proposées pour corriger, du moins en partie, certaines faiblesses de ces instruments.

### 2.2.1. Taxes sur les émissions de GES

#### *Rapport coût-efficacité*

Une taxe sur les émissions de GES est un instrument relativement simple pour réaliser une atténuation du changement climatique efficace par rapport à son coût. La taxe permet de tarifier les effets secondaires négatifs de certaines activités économiques sur le climat mondial, effets qui seraient sinon « invisibles » aux yeux des différents acteurs du marché<sup>7</sup>. En l'absence de tout autre dysfonctionnement du marché, une taxe mondiale sur les émissions de GES – ou, à titre équivalent, des taxes intérieures entièrement harmonisées sur les émissions de GES – devrait convaincre les émetteurs d'adopter toutes les options de dépollution à bon marché qui sont disponibles (suivant le niveau de la taxe). De ce point de vue, un instrument fiscal est intrinsèquement rentable (on parle parfois de l'« efficacité statique » de la taxe)<sup>8</sup>.

En pratique, les coûts d'administration et de mise en conformité influent aussi sur le rapport coût-efficacité de la taxe. Ces coûts sont généralement plus faibles avec une taxe qu'avec la plupart des autres instruments, du moins si la taxation du carbone s'applique « en amont », à la consommation en gros de combustibles fossiles<sup>9</sup>. Néanmoins, s'appuyant sur un éventail d'études de cas par pays relatives à la lutte contre la pollution atmosphérique industrielle, Blackman et Harrington (2000) font valoir que les pays à faible revenu sont sans doute dépourvus des capacités institutionnelles requises pour mettre en œuvre une taxe sur les émissions, étant donné en particulier les méthodes indirectes et intermittentes qui sont généralement utilisées pour surveiller les émissions de GES. De plus, les modalités de recyclage du produit de la taxe revêtent de l'importance. En théorie, plus ces recettes sont utilisées pour abaisser d'autres impôts qui ont des effets secondaires négatifs sur l'activité économique, plus grand est le rapport coût-efficacité du dispositif. C'est ce que l'on appelle le double dividende des taxes correctrices sur la pollution<sup>10</sup>. Dans la pratique, comme on le verra ci-après, ce principe peut entrer en conflit avec le besoin

de créer un soutien politique local à la taxe, soutien qui est également nécessaire pour assurer une couverture étendue et qui peut exiger une répartition différente du produit de la taxe.

Plus fondamentalement, le fait qu'une taxe sur les émissions de GES ne remédie pas à toutes les imperfections du marché compromet également sa rentabilité<sup>11</sup> :

- Les coûts élevés de la surveillance de certaines sources d'émission alourdissent les frais de recouvrement de la taxe ou, si les émissions en cause ne sont pas taxées, empêchent d'exploiter des options de dépollution susceptibles d'être peu onéreuses.
- Les émissions dues à un partage de l'information inadéquat ou asymétrique entre les agents économiques ne sont pas visées par une taxe sur les émissions de GES, ce qui peut affaiblir son efficacité globale.
- Le pouvoir monopolistique des émetteurs sur leurs marchés de production, en particulier dans le secteur de l'énergie, réduit les gains de bien-être résultant de la taxe sur les émissions de GES. De fait, les émetteurs qui détiennent un pouvoir de marché réagiront à la taxe en ajustant les prix des produits pour maximiser leurs bénéfices (Buchanan, 1969 ; Cropper et Oates, 1992).
- L'efficacité de la taxe peut aussi être réduite du fait de son interaction avec d'autres dispositions qui affectent les incitations des entreprises à utiliser des procédés à plus faible intensité de carbone, notamment les aides fiscales à la production/consommation d'énergie et les subventions à l'agriculture<sup>12</sup>.
- Les entreprises publiques ou quasi publiques ne sont pas nécessairement très incitées à répondre à la taxe de manière appropriée, notamment parce qu'elles ont d'autres objectifs que la maximisation des bénéfices et que leurs contraintes budgétaires sont plus souples que celles des entreprises du secteur privé.

### *Incitations à l'adoption et à la mise en conformité*

Pour qu'une taxe mondiale sur les émissions de GES soit efficace par rapport à son coût, la condition préalable peut-être la plus importante est que cette taxe couvre la proportion la plus large possible des émissions mondiales de GES<sup>13</sup>. Il est donc primordial d'évaluer les incitations politiques des gouvernements à adopter cette taxe et à la mettre en œuvre au niveau national.

Une taxe mondiale sur les émissions de GES présente au moins deux atouts sur le plan politique. Premièrement, elle peut être appliquée au moyen des systèmes juridiques et organismes nationaux, sans qu'il soit strictement nécessaire de réaliser une harmonisation internationale du cadre institutionnel ou de créer une nouvelle institution internationale. Deuxièmement, du fait en partie de cette simplicité juridique, la taxe est un outil flexible. Un pays peut adhérer (ou se retirer) rapidement, sans avoir aucunement besoin d'engager une série de négociations internationales, puisqu'il lui suffit de créer une nouvelle taxe nationale dont le taux est égal à celui de la taxe carbone mondiale. De même, deux pays ou groupes de pays peuvent harmoniser leurs dispositifs spécifiques de taxe carbone simplement en uniformisant les taux des taxes<sup>14</sup>.

Néanmoins, ces avantages politiques sont largement annulés par plusieurs inconvénients, ce qui explique pourquoi la taxe mondiale est loin de figurer au premier rang des priorités des décideurs publics. À l'échelle internationale, l'impact économique immédiat de la taxe sera en général plus prononcé dans les pays en développement, car leurs économies présentent une plus forte intensité de carbone. Cela dissuadera les pays en développement d'adopter la taxe, et cette distorsion peut du reste



apparaître injuste. Un accord international instaurant des paiements forfaitaires – ou, à défaut, le transfert d'une partie des recettes futures de la taxe internationale – des pays développés aux pays en développement permettrait de résoudre ce problème. Cependant, il n'est pas certain que les électeurs des pays développés approuveraient les paiements considérables et très visibles qu'impliquerait ce dispositif. En outre, ces transferts pourraient poser des problèmes de gouvernance dans les pays destinataires.

Un autre problème tient au fait que les coûts d'une taxe sur les émissions de GES sont extrêmement visibles, se font sentir immédiatement et sont concentrés sur des groupes relativement bien organisés. En revanche, les retombées bénéfiques de la taxe sont largement dispersées et ne seront recueillies que dans un futur lointain. De surcroît, à la différence d'autres instruments, une taxe sur les émissions de GES n'engendre aucun soutien politique vigoureux en faveur du maintien de la taxe. Par conséquent, les groupes affectés peuvent monter des campagnes efficaces contre la taxe (voir par exemple Olson, 1965) ou pour des mesures compensatoires (par exemple des taxes sur les substituts du carbone ou des subventions en faveur des compléments du carbone), compromettant ainsi un éventuel accord international d'harmonisation de la taxe (Stavins, 1997). Autre obstacle politique à la mise en œuvre d'une taxe carbone : elle pose de réels problèmes de distribution du revenu national – autrement dit, elle pourrait peser de façon disproportionnée sur les pauvres, dans la mesure où ils consacrent une plus grande part de leurs revenus à des biens ou services à forte intensité de carbone (l'énergie ou les combustibles, par exemple). Cette question peut, du moins en principe, être résolue à l'aide du système d'impôts et de transferts, mais cette option n'est pas toujours disponible dans les pays à faible revenu qui ont un dispositif de protection sociale peu développé. En principe, on peut susciter un soutien national en faveur d'une taxe sur les émissions de GES en redistribuant une partie des recettes de la taxe aux secteurs et/ou groupes de ménages affectés. Néanmoins, outre qu'il réduit l'efficacité par rapport au coût (OCDE, 2007a), le recyclage des recettes peut être considéré comme étant insuffisamment crédible dans la pratique. À la différence de la taxe, les mécanismes compensatoires peuvent être perçus comme étant temporaires, car les gouvernements peuvent difficilement s'engager à les maintenir au-delà de l'horizon budgétaire courant. À cet égard, un paiement forfaitaire unique de montant élevé lors de l'instauration de la taxe pourrait faciliter son adoption.

### *Incitations à la R-D et à la diffusion des technologies*

Une taxe sur les émissions de GES incite en permanence les émetteurs à élaborer et/ou à adopter de nouvelles technologies de réduction des émissions. C'est l'« efficacité dynamique » des taxes et des mécanismes de marché en général. De surcroît, du moins en principe, une taxe adresse un signal de prix stable aux investisseurs, puisque la seule source de volatilité du prix du carbone devrait émaner d'ajustements politiques imprévus du taux de la taxe. C'est là un point important, compte tenu des horizons d'investissement très lointains qu'impliquent les problèmes d'atténuation du changement climatique ; même une faible incertitude peut réduire considérablement le rendement attendu de l'investissement dans un tel contexte.

Toutefois, la taxe carbone ne corrige qu'une seule des multiples imperfections du marché qui compromettent la R-D et la diffusion des technologies. Les incitations à la R-D sont également affaiblies du fait qu'une taxe carbone peut être perçue comme ayant un avenir politique incertain et comme étant sujette au changement. Des propositions ont été faites pour résoudre ce problème, mais aucune ne semble avoir rencontré un large soutien politique. Une solution consisterait à affecter le produit de la taxe au financement d'investissements de R-D (Marsiliani et Renström, 2000)<sup>15</sup>. Cet argument doit être pesé au regard de la contrainte supplémentaire que l'affectation implique pour la politique budgétaire, ce qui explique pourquoi les ministères des Finances sont généralement très réticents à la pratiquer. Un autre moyen d'éviter que le niveau d'imposition ne varie avec le temps serait de confier le pouvoir de fixer le taux de la taxe sur les émissions de GES à une autorité indépendante chargée de la politique climatique,

qui aurait une fonction comparable à celle d'un banquier central « conservateur » (Helm *et al.*, 2004 ; Helm, 2005). Toutefois, l'indépendance complète d'une telle institution serait sans doute plus facile à préserver au niveau national qu'au niveau international.

### *Aptitude à gérer efficacement le risque et l'incertitude*

À court terme, du fait que la taxe fixe le coût marginal de la réduction des émissions de GES, elle offre une certaine certitude en ce qui concerne les coûts totaux d'atténuation, mais elle n'élimine pas l'incertitude sur les émissions totales correspondant à ce coût, et, partant, sur l'efficacité environnementale de la stratégie adoptée. Un choc imprévu, affectant par exemple la croissance économique, l'offre d'énergie ou la technologie après que le taux de la taxe a été fixé, peut entraîner une modification du niveau des émissions. En revanche, dans un système d'échange de droits d'émission, le niveau des émissions est certain puisqu'il est fixé par le plafond global, de sorte qu'un choc modifiera seulement le prix des permis (incertitude des prix). Par conséquent, lorsque les coûts sociaux de la fixation du prix à un niveau inapproprié sont plus élevés que les coûts sociaux de la réalisation d'un niveau d'émissions inapproprié, les taxes sont préférables à un système d'échange de droits d'émission (Weitzman, 1974). Pareille situation est observée quand la courbe des dommages (climatiques) marginaux est plus « plate » que la courbe des coûts marginaux. Cette condition est susceptible d'être remplie dans le cas du changement climatique, car le préjudice marginal dû à des émissions plus élevées que prévu est relativement constant à court terme, étant donné que seules les émissions cumulées – et non courantes – sont importantes pour les impacts climatiques. Cela est vrai au moins dans la situation actuelle où les niveaux de concentration des GES restent sensiblement inférieurs aux seuils qui pourraient déclencher des événements extrêmes et irréversibles, tels que la fonte des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique Ouest. Par ailleurs, les coûts marginaux de dépollution tendent à augmenter de manière exponentielle avec les émissions. Selon des recherches récentes, ce gain de flexibilité dû aux taxes pourrait être très substantiel (Hoel et Karp, 2001 ; Newell et Pizer, 2003 ; Pizer, 2002).

À plus long terme, le problème d'incertitude que doit résoudre l'action des pouvoirs publics devient quelque peu différent. Afin d'atteindre un objectif d'atténuation donné, il faudrait réviser régulièrement la taxe en fonction de son impact écologique. L'objectif d'atténuation lui-même pourrait aussi devoir être modifié. Mais une taxe qui est ajustée n'offrirait aucune certitude sur les coûts de dépollution à long terme et pourrait compromettre les incitations à la R-D et à l'adoption des technologies. Par conséquent, l'une des principales difficultés consiste à définir la taxe de telle sorte que les ajustements futurs en réponse aux résultats environnementaux et aux coûts d'atténuation soient suffisamment prévisibles. Des règles d'ajustement prédéfinies pourraient aider à résoudre ce dilemme entre flexibilité et prévisibilité des politiques.

### **2.2.2. Systèmes d'échange de droits d'émission**

#### *Rapport coût-efficacité*

Tandis que les expériences en matière de taxes sur les émissions de GES demeurent limitées (Suède, par exemple), la communauté internationale a fait quelques progrès dans la mise en place de systèmes d'échange de droits d'émission (section 2.4).

Un système de permis d'émission négociables (d'échange de droits d'émission) est une solution administrative utilisée pour combattre les émissions en créant des incitations économiques à réaliser des réductions. Sa version la plus populaire est le système de plafonnement et d'échange. Une autorité centrale (généralement un gouvernement ou un organe supranational) fixe une limite ou un plafond

concernant le montant d'émissions autorisé. Les entreprises ou d'autres groupes d'agents doivent obtenir un nombre équivalent de crédits qui représentent le droit d'émettre une quantité spécifiée de GES (permis d'émission). Le montant total des permis ne peut excéder le plafond, les émissions totales étant ainsi limitées à ce niveau. Les sociétés qui ont besoin d'accroître leurs autorisations d'émission peuvent acquérir des permis auprès de celles qui polluent moins que le montant correspondant aux permis qu'elles détiennent. Le transfert de crédits correspond à un négoce de droits d'émission. De fait, l'acheteur acquitte une redevance pour émettre, tandis que le vendeur est rémunéré pour avoir abaissé ses émissions au-dessous du montant autorisé. Les entreprises vendent des permis aussi longtemps que leur prix de marché dépasse leurs coûts marginaux de dépollution ; à l'inverse, elles achètent des permis aussi longtemps que leur prix de marché est inférieur à leurs coûts marginaux de dépollution. Si le marché des permis est concurrentiel, en fin de compte le prix des permis sera tel qu'il n'y aura plus de possibilités de négoce rentables. Ainsi, en théorie, ceux qui peuvent réduire leurs émissions pour le prix le plus bas le feront, de sorte que la réduction sera réalisée au coût le plus bas possible pour la collectivité.

En principe, sur un marché des permis parfaitement concurrentiel et en l'absence d'incertitude, un système d'échange de droits d'émission et une taxe sont l'un et l'autre efficace par rapport à leur coût, et les deux dispositifs sont de fait équivalents. En outre, dès lors que les permis sont intégralement mis aux enchères, ces deux instruments offrent des possibilités similaires de produire des recettes pour l'État, recettes qui peuvent être utilisées pour abaisser d'autres impôts susceptibles de nuire à l'activité économique (d'où un double dividende lié aux politiques d'atténuation). Toutefois, on estime généralement que les coûts de transaction sont plus élevés sur les marchés des permis d'émission de GES que dans un régime de taxe, encore qu'il n'existe guère de données d'observation sur ce point (OCDE, 2007a). C'est le cas en particulier pour les systèmes applicables en aval, dans lesquels un grand nombre de petites sources d'émission ne peuvent être couvertes que pour un coût substantiel (ou sont même exemptées), ce qui amoindrit le rapport coût-efficacité global du système. Les dispositifs en aval soulèvent aussi des problèmes d'application lorsqu'il n'existe pas de données initiales fiables sur les émissions. En outre, la tarification des émissions de sources diffuses – par exemple celles de l'agriculture, où opèrent un grand nombre de petits émetteurs – peut être plus difficile à réaliser par l'échange de droits d'émission que par l'imposition de taxes. Pour les pays en développement, la mise en place d'un système d'échange de droits d'émission peut s'avérer encore plus ardue que le recouvrement d'une taxe sur les émissions (étant donné que les organismes de collecte de l'impôt sont déjà en place), et le système d'échange risque en outre d'être plus vulnérable face aux groupes de pression (Blackman et Harrington, 2000). Bon nombre des coûts de transaction associés aux marchés de permis s'expliquent par une liquidité insuffisante du marché. Par conséquent, la mise en place progressive d'un système international d'échange de droits d'émission réellement intégré devrait améliorer le rapport coût-efficacité<sup>16</sup>, mais ce gain doit être mis en balance avec le coût d'application d'une politique qui dépasse les frontières nationales.

Une position dominante sur le marché des permis peut aussi compromettre la rentabilité. Un vendeur monopolistique de permis établirait un coin entre le prix du permis et son propre coût marginal de dépollution, contraignant ainsi les acheteurs à acquérir des permis plus coûteux ou à dépolluer davantage pour un coût plus élevé. Ces problèmes ne se posent que si les permis peuvent être stockés en vue d'une utilisation future – par exemple dans le contexte de programmes en plusieurs étapes – et si l'échange n'intervient que d'un pays à l'autre. Il est probable que même de grandes entreprises n'auraient pas suffisamment de pouvoir pour influencer sur les prix dans un marché international des permis<sup>17</sup>.

### *Incitations à l'adoption et à la mise en conformité*

Un système d'échange de droits d'émission se heurte à bon nombre des problèmes politiques que pose une taxe, notamment la difficulté de surmonter l'absence fondamentale d'incitations à l'adoption et

à l'application au niveau international aussi bien que national. Toutefois, le mécanisme d'échange a ses atouts et ses faiblesses propres. Un avantage essentiel tient au fait que plusieurs systèmes nationaux et régionaux sont déjà en place. Autre atout : l'existence de « mécanismes de flexibilité » – comme le Mécanisme pour un développement propre du Protocole de Kyoto – qui permettent de satisfaire à des engagements de réduction des émissions dans le cadre des systèmes d'échange en réalisant des réductions basées sur des projets dans d'autres zones géographiques. Il faut donc renforcer les liens entre les systèmes existants mais aussi développer les mécanismes de flexibilité et en améliorer l'utilisation (chapitre 4).

Pourtant, le négoce de droits d'émission soulève un certain nombre de problèmes politiques. À la différence d'une taxe, un système réellement international ne peut pas être mis en oeuvre à l'aide des cadres juridiques et organismes existants. De fait, les règles des systèmes nationaux et régionaux en place sont toutes assez différentes les unes des autres, ce qui rend difficile une éventuelle intégration dans l'avenir (voir par exemple Capoor et Ambrosi, 2006 ; Ellis et Tirpak, 2006). Ce système n'a donc pas la flexibilité nécessaire pour intégrer rapidement de nouveaux pays participants. En outre, il est sans doute un peu plus vulnérable face à des pratiques laxistes en matière de surveillance et d'application dans certains pays participants<sup>18</sup>.

Dans la pratique toutefois, ces carences du négoce de droits d'émission sont sans doute plus que compensées par un certain nombre d'atouts politiques au niveau international comme au niveau intérieur. Au niveau international, les transferts de revenu nécessaires pour encourager les grands pays en développement à participer au dispositif sont sans doute plus acceptables aux yeux des électeurs des pays développés s'ils ont lieu indirectement, par le biais d'une attribution de permis, plutôt que sous la forme de transferts directs. Sur le plan intérieur, l'échange de droits d'émission présente les avantages suivants sur la taxe :

- Il crée un groupe bien défini d'agents nationaux (les titulaires de permis) pour lesquels l'application de la politique dans l'avenir est financièrement très intéressante, du moins si les permis ont une durée de vie suffisamment longue.
- Il offre aussi des possibilités directes de construire un soutien politique en faveur du dispositif grâce aux règles d'attribution des permis. Cela explique pour une large part la popularité de la « clause des droits acquis » (octroi gratuit de permis aux émetteurs existants) (voir par exemple, OCDE, 2007a). Une application limitée de la clause des droits acquis peut aussi se justifier comme moyen de dédommager les détenteurs d'actifs existants pour les coûts (dus par exemple à la dépréciation d'une partie de leur stock de capital polluant) qu'ils encourent avec la mise en oeuvre du dispositif (Johnston, 2006). Toutefois, attribuer les permis en fonction des droits acquis compromet le rapport coût-efficacité du dispositif dans le long terme, notamment parce que cela fausse la dynamique du secteur, c'est-à-dire les incitations à l'entrée et à la sortie. Ce critère pose aussi des problèmes d'équité, car il assure aux émetteurs des « profits d'aubaine » financés par les consommateurs. Il est donc fortement souhaitable de limiter le champ d'application et la durée du mécanisme des droits acquis.
- Les règles d'attribution des permis peuvent aussi être utilisées pour remédier aux problèmes de compétitivité internationale et/ou de répartition du revenu national. Ainsi, on a fait valoir que le négoce des droits d'émission est un outil essentiel pour résoudre les problèmes de compétitivité liés aux accords sectoriels internationaux sous l'égide des pouvoirs publics (chapitre 4).
- Enfin, à la différence d'une taxe, l'échange international de droits d'émission permet de maintenir un certain degré de subsidiarité dans l'application au niveau national. Un accord entre gouvernements sur l'échange international de droits d'émission autorise de fait un éventail de dispositions pour atteindre les objectifs d'émission *au sein* de chaque pays. À titre d'exemple,

pour allouer les permis attribués à leurs pays respectifs, les gouvernements ont le choix entre la clause des droits acquis et la mise aux enchères.

### *Incitations à la R-D et à la diffusion des technologies*

L'échange de droits d'émission présente les mêmes atouts et faiblesses de base qu'une taxe lorsqu'il s'agit de créer des incitations appropriées à la R-D et à la diffusion des technologies. Ni la taxe, ni le système d'échange de droits d'émission ne permettent de corriger l'ensemble des dysfonctionnements de marché qui entravent l'innovation et la diffusion de technologies respectueuses du climat, mais ces deux dispositifs incitent en permanence les émetteurs à rechercher des options de dépollution moins coûteuses à l'aide de technologies existantes et nouvelles. L'absence de certitude concernant le prix futur du carbone et les modifications possibles des dispositifs peut compromettre dans une certaine mesure ces incitations.

Toutefois, les taxes et les systèmes d'échange de droits d'émission peuvent se différencier sur plusieurs points :

- Les incitations à l'innovation et à la diffusion sont sans doute plus faibles dans un système d'échange de droits d'émission que dans un régime de taxes. Premièrement, la volatilité du prix du carbone sera probablement plus élevée avec un simple instrument quantitatif comme le système d'échange qu'avec une taxe. Étant donné que la R-D et l'adoption de nouvelles technologies impliquent des coûts irréversibles, la volatilité des prix pourrait retarder davantage la décision des entreprises d'investir dans des activités de réduction des émissions (Dixit et Pindyck, 1994 et sous-section ci-après). Toutefois, l'adjonction d'un plafond et d'un plancher de prix aiderait à stabiliser les prix et renforcerait les incitations à la R-D (Burtraw *et al.*, 2006). Deuxièmement, dans un système d'échange la diffusion de nouvelles technologies est susceptible d'abaisser le prix d'équilibre des émissions, de sorte que les incitations individuelles à l'adoption seront plus faibles que dans un système de taxes (encadré 2.1).
- Les deux dispositifs devraient être révisés au fil du temps en fonction des modifications du degré de rigueur souhaité et des progrès technologiques. Quant à savoir si des taxes ajustables créent des incitations à l'innovation plus fortes que des systèmes d'échange ajustables, cela dépend sans doute de la prévisibilité des révisions. Mais une fois les marchés établis et les permis attribués, le risque de modifications arbitraires des dispositions est peut-être plus faible dans un système d'échange de droits d'émission que dans un régime de taxes<sup>19</sup>. Cependant, dès lors qu'une taxe est instaurée, les entreprises sont moins incitées à faire campagne contre des ajustements du dispositif, ce qui rend ces modifications plus prévisibles. En effet, la réponse optimale des autorités publiques à une innovation technologique réduisant les coûts consiste à abaisser le taux de la taxe, c'est-à-dire à réduire les coûts imposés aux entreprises. À l'inverse, dans le cadre d'un régime d'échange de droits d'émission la réponse optimale consiste à resserrer le plafond d'émission et par là même à accroître le prix des permis et les coûts supportés par les entreprises (voir l'explication détaillée dans l'encadré 2.1).

### Encadré 2.1. Incitations à la R-D et à l'adoption de technologies dans un régime de taxes sur les émissions de GES par rapport à un système simple d'échange de droits d'émission

Tandis que les taxes sur les émissions et les systèmes d'échange de droits d'émission (plafonnement et échange) ont essentiellement les mêmes atouts et les mêmes faiblesses en ce qui concerne la création d'incitations appropriées à la R-D et à l'adoption de technologies, les études publiées à ce sujet relèvent quelques différences. Celles-ci portent sur le point de savoir dans quelle mesure et selon quelles modalités ces dispositifs pourraient être révisés dans l'avenir.

Une taxe fixe est susceptible de créer de plus fortes incitations qu'un régime fixe de plafonnement et d'échange, en raison de l'effet dit des coûts de dépollution (Denicolò, 1999 ; Keohane, 1999)<sup>1</sup>. Pour une entreprise donnée adoptant une nouvelle technologie, le fait que d'autres entreprises sont censées l'adopter également réduit le prix attendu du permis et, par conséquent, les réductions de coûts escomptées de l'adoption de cette technologie. En revanche, dans un régime de taxes, l'incitation de l'entreprise à adopter une nouvelle technologie dépend seulement du niveau de la taxe et non du comportement des autres entreprises. Parry (1998) constate que, dans la pratique, cette supériorité des taxes sur les systèmes de plafonnement et d'échange n'est significative que pour des innovations majeures. Dans un cadre théorique plus général, Fischer *et al.* (2003) constatent que les gains de bien-être dus aux taxes sont toujours plus élevés que ceux dus aux systèmes de plafonnement et d'échange, à condition que les avantages environnementaux marginaux liés aux réductions des émissions soient relativement stables (comme c'est le cas dans le domaine du changement climatique) et que les entreprises n'aient pas la possibilité de copier la technologie brevetée.

Des études précédentes ont fait valoir que les permis attribués par voie d'enchères créaient de plus fortes incitations à l'adoption des technologies que des taxes ou des permis attribués gratuitement (selon le critère des droits acquis) (Milliman et Prince, 1989 ; Jung *et al.*, 1996). Ce résultat s'explique par un « effet de paiement des émissions » : les entreprises qui doivent payer les permis peuvent s'attendre à profiter d'une baisse du prix du permis. Cet effet est absent dans un régime de permis gratuits puisque les gains et les pertes des acheteurs nets et des vendeurs nets de permis se compensent. Toutefois, Keohane (1999) estime que sur un marché des permis concurrentiel, chaque entreprise profite de la baisse du prix du permis indépendamment du fait qu'elle adopte ou non la nouvelle technologie. Étant donné que les gains résultant de la baisse du prix sont induits par des décisions d'adoption *globales*, ils n'affectent pas les incitations *individuelles* à l'adoption.

À supposer que les deux dispositifs soient susceptibles d'être révisés au fil du temps, il devient plus difficile de savoir si les taxes offrent des incitations à l'innovation plus fortes que les systèmes de plafonnement et d'échange. Un avantage du régime de plafonnement et d'échange réside peut-être dans un moindre risque politique perçu d'ajustements arbitraires du dispositif, une fois les marchés de permis établis et les permis attribués. L'avantage des taxes tient au fait que les entreprises ne sont pas incitées à faire campagne contre des ajustements du dispositif, de sorte que ceux-ci sont plus prévisibles (Milliman et Prince, 1989 ; Biglaiser *et al.*, 1995). Ces effets sont illustrés dans le graphique 2.1.

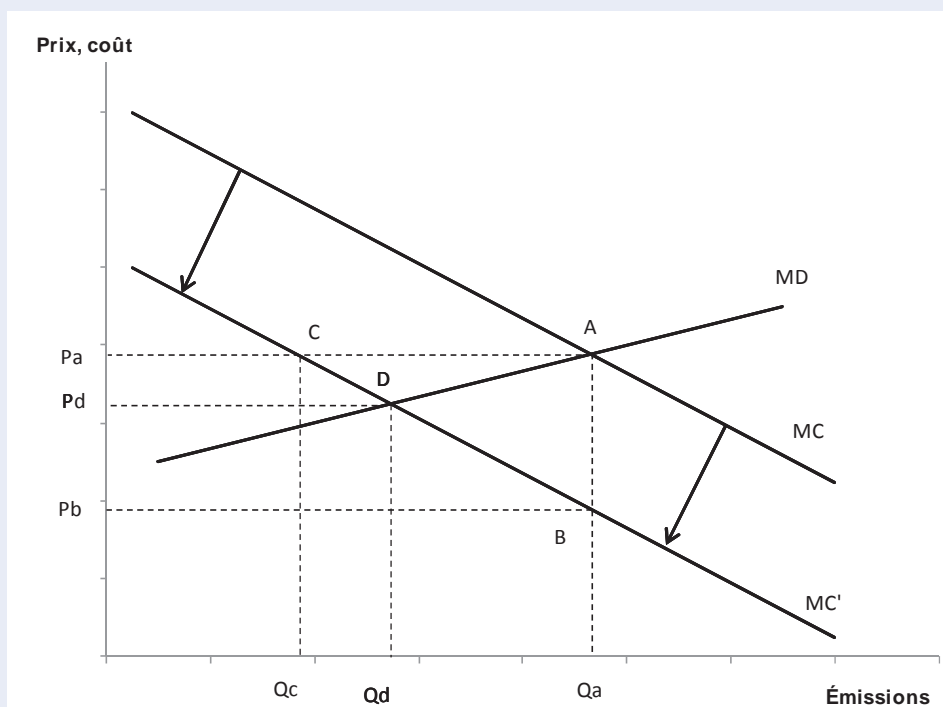
Pour une période de temps donnée, la politique optimale consiste à maintenir l'équilibre entre le dommage marginal (MD) dû aux émissions et le coût marginal (MC) d'une réduction des émissions. La stratégie optimale consiste à émettre  $Q_a$  tonnes de carbone au prix  $P_a$ . Cela peut se faire soit à l'aide d'une taxe carbone ( $P_a$ ), soit par le biais d'un système d'échange de droits d'émission qui fixe un plafond d'émission ( $Q_a$ ). Dans les deux cas, l'état d'équilibre est ( $Q_a, P_a$ ) avant que l'innovation n'ait lieu. L'innovation devrait normalement infléchir à la baisse la courbe du coût marginal MC. En l'absence de révision du dispositif, le nouvel état d'équilibre serait ( $Q_c, P_a$ ) dans un régime de taxe et ( $Q_a, P_b$ ) dans un régime d'échange de droits d'émission. Toutefois, aucun de ces états d'équilibre ne serait optimal, puisque les dommages marginaux et les coûts marginaux seraient différents. Par conséquent, le décideur public serait incité à réviser le dispositif pour atteindre le nouvel optimum ( $Q_d, P_d$ ). Dans un système de taxe, cela impliquerait une réduction de la taxe, dont les entreprises profiteraient. Dans un système d'échange de droits d'émission, cela impliquerait un resserrement du plafond et un relèvement du prix des émissions, ce qui entraînerait des pertes pour les entreprises, lesquelles devraient donc s'opposer à ces ajustements. L'issue de ce lobbysme étant incertaine, les révisions des dispositifs seront sans doute moins prévisibles dans un régime d'échange de droits d'émission que dans un régime de taxes.

*Suite de l'encadré 2.1 page suivante*

### Encadré 2.1. Incitations à la R-D et à l'adoption de technologies dans un régime de taxes sur les émissions de GES par rapport à un système simple d'échange de droits d'émission

(suite)

Graphique 2.1. L'innovation a moins d'effets sur la stratégie optimale dans un régime de taxes que dans un régime d'échange de droits d'émission



Note : MD : dommage marginal dû aux émissions - dommage occasionné par une tonne de carbone supplémentaire.  
MC : coût marginal de réduction des émissions - coût d'une réduction d'une tonne des émissions de carbone.

#### *Aptitude à gérer efficacement le risque et l'incertitude*

Comparé à une taxe, un système d'échange de droits d'émission produit des résultats environnementaux plus certains mais présente des coûts économiques plus incertains. Ainsi qu'on l'a déjà noté, il n'offre pas un moyen efficace de répondre à l'incertitude à court terme dans le cas du changement climatique, car les conséquences en termes de bien-être d'une hausse inattendue des coûts de dépollution sont susceptibles d'être plus importantes que celles dues à une hausse inattendue des émissions<sup>20</sup>. À titre d'exemple, dans un système d'échange comportant un ensemble d'objectifs sectoriels fixes, des modifications de la participation (dus par exemple à l'exemption d'un secteur émetteur important) entraîneraient de fortes fluctuations du prix du carbone et imposeraient des coûts élevés aux secteurs participants (dans l'hypothèse d'objectifs nationaux d'émission inchangés). Les simulations réalisées par l'OCDE sur un modèle microéconomique calibré des décisions d'investissement des

entreprises, dans un scénario d'incertitude des prix et d'irréversibilité des investissements, révèlent que la volatilité des prix de l'énergie a d'importants effets préjudiciables sur l'investissement (encadré 2.2)<sup>21</sup>. À titre d'exemple, la volatilité du prix du carbone qui s'est manifestée depuis la création du Système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) de l'Union européenne pourrait conduire les entreprises à réduire d'un quart leurs investissements en équipements à haut rendement énergétique par rapport à un scénario de stabilité du prix du carbone<sup>22</sup>.

### **Encadré 2.2. L'impact de l'incertitude sur les investissements irréversibles des entreprises**

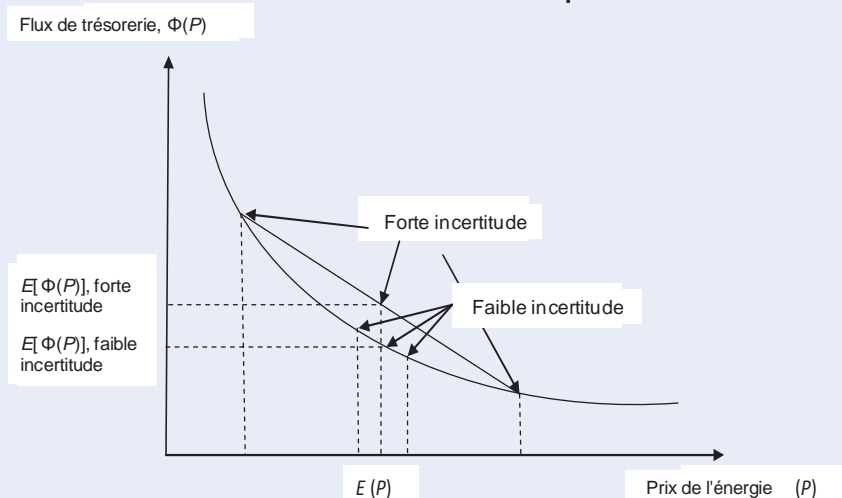
Lorsqu'un investissement est réversible, l'impact de l'incertitude du prix du carbone sur la décision des entreprises d'investir ou non dans des équipements de réduction des émissions est déterminé par la relation entre les flux de trésorerie résultant de l'investissement et le prix du carbone. S'agissant des équipements de réduction des émissions, il est probable que, plus l'incertitude sur le prix du carbone est élevée, plus le flux de trésorerie escompté est important et plus grande la taille de l'investissement (autrement dit, cette fonction du flux de trésorerie est convexe, voir le graphique 2.2). Dans la pratique, toutefois, la plupart des investissements en technologies propres sont au moins partiellement irréversibles, de sorte que les entreprises n'ont que des possibilités limitées d'ajuster leur stock de capital en fonction des fluctuations des prix du carbone et de l'énergie. Cela affecte aussi les décisions d'investissement.

Un modèle simplifié et calibré permet d'évaluer l'impact de l'incertitude relative au prix du carbone et de l'énergie sur les investissements irréversibles en équipements de réduction des émissions. On suppose qu'une entreprise produit un bien avec deux intrants : du capital<sup>1</sup> et de l'énergie issue de combustibles fossiles. Tandis que les achats d'énergie n'impliquent pas de coûts irrécupérables (autrement dit, l'énergie achetée peut être revendue sans surcoût), l'acquisition de capital est supposée irréversible, c'est-à-dire qu'une fois installé le capital ne peut pas être revendu. Dans ce contexte, on peut considérer que l'entreprise détient une « option réelle » qui lui donne le droit d'investir dans l'équipement de réduction des émissions en vue d'engranger des flux de trésorerie futurs incertains qui fluctuent avec le temps, en fonction des prix du carbone. Il devient rentable pour l'entreprise d'exercer cette option lorsque le rendement attendu de l'investissement dépasse la somme de son coût et de la perte de la possibilité d'investir plus tard avec des informations supplémentaires. Une incertitude plus forte sur le prix du carbone accroît la valeur de cette option, ce qui a pour effet de retarder l'investissement et d'en réduire l'ampleur (Dixit et Pindyck, 1994 ; AIE, 2007a<sup>2</sup>).

Lorsque la fonction du flux de trésorerie est convexe, les effets de « convexité » et d'« irréversibilité » par lesquels l'incertitude affecte la décision d'investissement agissent dans des sens opposés, de sorte que l'impact de l'incertitude sur l'investissement est ambigu. Toutefois, pour des valeurs raisonnables des paramètres principaux, il est possible de montrer que l'effet d'irréversibilité l'emporte sur l'effet de convexité (Jamet, 2009). Plus forte est l'incertitude et plus grande la valeur de l'option d'investissement, plus longtemps l'investissement est retardé et plus bas le stock de capital optimal au moment de l'investissement. À titre d'exemple, les simulations sur modèle montrent qu'un niveau d'incertitude sur le prix du carbone comparable à celui observé pendant la deuxième phase du SCEQE pourrait réduire le stock de capital de 25 %, par rapport à un scénario de stabilité du prix du carbone (graphique 2.3). Les fluctuations plus faibles du prix du carbone qui ont été observées durant la première phase du SCEQE correspondraient à une réduction de 5 % du stock de capital<sup>3</sup>.

*Suite de l'encadré 2.2 page suivante*

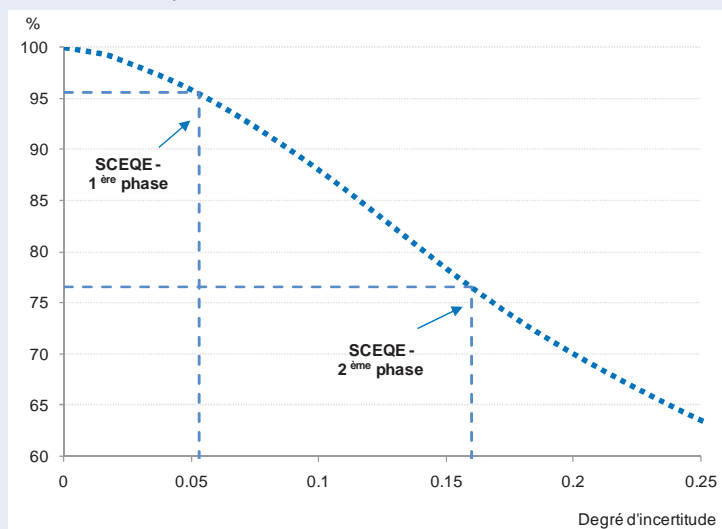


**Encadré 2.2. L'impact de l'incertitude sur les investissements irréversibles des entreprises***(suite)***Graphique 2.2. La convexité de la courbe signifie qu'une plus grande incertitude accroît le flux de trésorerie escompté**

Note :  $E(\cdot)$  dénote l'opérateur d'anticipation. Deux distributions du prix de l'énergie avec un prix attendu identique sont examinées, l'une avec une faible incertitude, l'autre avec une forte incertitude. Avec une fonction de flux de trésorerie convexe, plus forte est l'incertitude, plus important le flux de trésorerie escompté.

**Graphique 2.3. L'incertitude réduit le stock de capital**

Ratio du stock de capital avec et sans incertitude à la date de l'investissement



1. Le capital est un agrégat large englobant toutes les technologies qui permettent à une entreprise de produire un bien sans payer le prix de l'énergie. Il comprend par exemple les technologies faisant appel aux énergies renouvelables.
2. Utilisant un modèle du secteur de l'électricité, l'AIE (2007a) constate que l'extension d'une mesure de cinq à dix ans réduirait fortement l'effet retardateur de l'incertitude sur les investissements. Ce modèle ne prend pas en compte l'impact de l'incertitude sur la taille des investissements.
3. Sur un marché mondial du carbone, l'incertitude du prix du carbone serait partiellement neutralisée par l'instabilité plus faible des prix de l'énergie tirée de combustibles fossiles, car des prix du carbone plus élevés que prévu coïncideraient avec des prix mondiaux de l'énergie fossile plus bas que prévu (et vice-versa). Toutefois, étant donné la couverture limitée du SCEQE, cet effet est présumé faible.

Cette différence entre les taxes et l'échange de droits d'émission peut se révéler moins nette à plus long terme si les deux instruments s'ajustent régulièrement aux impacts environnementaux ou économiques. Dans les deux cas, le principal impératif à long terme serait de mettre en place un dispositif qui réagisse aux informations nouvelles, mais d'une manière suffisamment prévisible pour préserver les incitations à la R-D et à l'adoption de technologies. De ce point de vue, les systèmes d'échange de droits d'émission sont peut-être plus réactifs que les taxes. En effet, toute modification de la trajectoire attendue du dispositif d'échange – par exemple un resserrement plus marqué que prévu de l'objectif de réduction des émissions dans l'avenir, par suite d'une hausse plus forte que prévu des températures – affecterait les prix courants des permis<sup>23</sup>, alors que dans un régime de taxes les prix resteraient fixes jusqu'à ce que les responsables des politiques décident de les ajuster.

Un certain nombre de solutions ont été proposées pour accroître la résilience des systèmes d'échange des droits d'émission devant l'incertitude à court terme sur les coûts :

- Fixer un prix plancher pour empêcher que le prix des émissions ne tombe trop bas par rapport au préjudice marginal dû aux émissions en cas de chocs à court terme<sup>24</sup>. Ce dispositif réduirait le risque de fortes fluctuations des prix (surtout de fortes baisses) et offrirait ainsi certains des avantages d'une taxe. Un prix plancher peut se révéler particulièrement utile si les plafonds d'émission sont jugés peu réactifs à des informations positives (inattendues) sur les coûts de dépollution – de sorte que le plafond d'émission n'est pas resserré alors qu'il pourrait l'être puisque les coûts marginaux de dépollution sont plus bas que prévu –, peut-être en raison de manœuvres politiques (encadré 2.1)<sup>25</sup>.
- Ménager une certaine flexibilité dans le calendrier de réduction des émissions, par exemple au moyen de mécanismes de mise en réserve permettant de stocker les permis pour une utilisation future dans les programmes en plusieurs étapes. La mise en réserve des droits est également susceptible de réduire de façon générale le risque de fortes fluctuations des prix<sup>26</sup>. Ce mécanisme est également justifié d'un point de vue environnemental, puisque la date précise des émissions n'a en général guère d'incidence sur le préjudice final. De plus, en permettant d'établir les permis sur un horizon suffisamment long, le mécanisme de mise en réserve peut faciliter la formation de marchés à terme. Toutefois, à la différence d'un prix plancher, le mécanisme de mise en réserve n'offrirait pas une certitude totale sur le prix minimum des émissions. La mise en réserve ne peut être efficace que si les émetteurs individuels s'attendent à ce que les prix futurs (actualisés) soient plus élevés que le prix courant.
- Incorporer un plafond de prix ou une « soupape de sécurité » dans les systèmes d'échange de droits d'émission, autrement dit un prix maximum fixe auquel le régulateur s'engage à vendre les permis supplémentaires demandés par les participants. Roberts et Spence (1976) ont montré que ces instruments hybrides, fondés à la fois sur les quantités et sur les prix, sont préférables à de simples instruments quantitatifs lorsque les coûts de dépollution sont incertains<sup>27</sup>, et des travaux plus récents ont confirmé ce résultat dans le contexte du changement climatique (Pizer, 2002)<sup>28</sup>. McKibbin et Wilcoxon (2002 ; 2007) estiment qu'un système de politiques hybrides nationales coordonnées au plan international, chacune caractérisée par une offre fixe de permis de longue durée et une offre plus flexible de permis à court terme, combinerait certains atouts des instruments de prix et de quantité : i) à l'instar d'une taxe, il réduirait l'incertitude sur les coûts à court terme, pourrait être mis en œuvre aisément par les organismes nationaux existants, et permettrait un couplage simple entre les pays grâce à l'harmonisation des prix des permis à court terme ; et ii) à l'instar d'un système d'échange de droits d'émission, il donnerait naissance à un groupe d'acteurs clairement identifiés qui seraient fortement intéressés au maintien du dispositif dans le long terme.

- Fixer des objectifs d'intensité (quantité d'émissions par unité produite) plutôt que des objectifs absolus (chapitre 4, encadré 4.1). Les objectifs d'intensité présentent l'avantage de permettre un ajustement *automatique* des objectifs d'émission à des variations imprévues de la croissance économique. Ces variations, de même que les fortes fluctuations des coûts marginaux de dépollution, représentent l'une des principales sources d'incertitude entourant le coût global du respect d'un plafond d'émissions en termes absolus.
- Coupler les systèmes nationaux et faciliter le développement d'instruments de couverture. Cela devrait amortir l'impact des chocs et, partant, réduire la volatilité des prix, même si les chocs pourraient devenir plus fréquents, le système n'étant plus à l'abri des fluctuations dans d'autres régions (chapitre 4). Ainsi, une croissance économique à court terme exceptionnellement élevée dans un pays aurait un effet sur le prix du carbone plus réduit dans des systèmes d'échange couplés que dans un système national, et ce d'autant plus que la taille du pays en question serait faible au regard de la zone totale couverte par le dispositif de couplage.

### 2.2.3. *Instruments contraignants*

Les réglementations contraignantes sont des instruments réglementaires qui dictent des décisions en matière de réduction de la pollution. Elles entrent dans deux grandes catégories : *i*) les normes techniques, qui font obligation aux émetteurs d'utiliser des technologies de dépollution spécifiques ; et *ii*) les normes de performance, qui fixent des objectifs environnementaux spécifiques à atteindre (par exemple, une certaine quantité d'émissions par unité produite), mais sans que des technologies particulières soient requises.

#### *Rapport coût-efficacité*

Du fait qu'elles obligent toutes les entreprises à entreprendre des efforts spécifiques de réduction des émissions indépendamment de leurs coûts de dépollution individuels, les réglementations contraignantes ne parviennent pas en général à uniformiser les coûts marginaux de dépollution et, par conséquent, ne minimisent pas les coûts globaux de dépollution puisqu'elles imposent les mêmes contraintes à des entreprises qui disposent de possibilités très variables de dépollution à faible coût (voir par exemple Bohm et Russell, 1985). En outre, les normes techniques sont normalement plus coûteuses que les normes de performance, car ces dernières offrent aux entreprises plus de latitude pour choisir l'option de dépollution la plus adaptée à leur cas individuel<sup>29</sup>. Pour qu'un instrument contraignant soit aussi rentable qu'une incitation économique, il faut que les coûts marginaux de dépollution des entreprises soient similaires, ou que le régulateur dispose d'informations complètes sur les structures de coûts individuelles et fixe les réglementations en conséquence. Mais il y a peu de chances que ces conditions soient remplies dans la pratique. Enfin, à la différence des instruments de prix, les normes ne peuvent pas offrir un « double dividende », car elles n'engendrent pas de recettes fiscales<sup>30</sup>.

Toutefois, s'ils sont conçus avec soin, les instruments contraignants peuvent corriger un certain nombre d'imperfections des marchés qui ne sont pas traitées par les incitations économiques :

- Lorsque les émissions ne peuvent pas être observées de façon parfaite (émissions fugaces des conduites, fuites de méthane d'origine agricole, etc.), les incitations économiques ne minimisent plus les coûts de dépollution parce que ces émissions ne sont pas correctement surveillées. En principe, le rapport coût-efficacité peut alors être amélioré par le recours aux normes techniques – les normes de performance étant ici inutiles car leur mise en œuvre exige aussi une surveillance appropriée des émissions. Lorsqu'il existe de sérieux problèmes de surveillance et que les coûts de dépollution sont relativement homogènes entre les différents agents, les normes techniques se révèlent plus efficaces par rapport à leur coût que les

incitations de marché (Montero, 2005). Il est possible d'améliorer encore leur performance en les associant avec des incitations de marché dont les effets sont mesurables, lorsque celles-ci sont disponibles<sup>31</sup>.

- Lorsque des informations ne sont pas également accessibles à deux parties contractantes ayant des objectifs opposés, des phénomènes d'antisélection et/ou d'aléa moral peuvent se produire. Dans ce cas de figure, des instruments contraignants bien conçus peuvent aussi se montrer plus performants que des incitations de marché. Des dysfonctionnements de ce type ont été surtout mis en évidence sur les marchés des services énergétiques (Sorrell *et al.*, 2000 ; AIE, 2007b). Ainsi, sur le marché du logement, les propriétaires sont mieux informés que les locataires mais ne sont guère incités à installer les équipements offrant le meilleur rendement énergétique parce qu'ils n'ont pas à payer la facture d'énergie. De même, l'asymétrie d'information entre les acheteurs et les vendeurs peut empêcher les prix des logements de refléter intégralement la valeur actualisée des investissements destinés à améliorer le rendement énergétique. Le caractère invisible du rendement énergétique des appareils électriques et des ampoules d'éclairage peut aussi empêcher les ménages d'optimiser leur consommation d'énergie. Dans ces cas, les autorités peuvent résoudre directement le problème au moyen d'instruments d'information tels que les obligations de publicité ou l'éco-étiquetage. Cependant, si les instruments d'information sont coûteux ou insuffisants, les normes sont justifiées et engendrent des gains de bien-être substantiels<sup>32</sup>.
- Les instruments contraignants peuvent être préférables aux incitations de marché lorsque les agents ne réagissent pas aux signaux de prix. Ainsi, l'insuffisance des capacités institutionnelles (notamment en matière de surveillance) peut empêcher les incitations de marché de fonctionner correctement dans les pays à bas revenu, tandis que les normes techniques sont sans doute plus aisées à mettre en œuvre et à évaluer (Blackman et Harrington, 2000 ; Russell et Vaughan, 2003). Les normes peuvent aussi contribuer à ce que des entreprises publiques dotées d'un pouvoir de marché portent leurs efforts d'atténuation des émissions jusqu'aux niveaux qu'elles viseraient si elles opéraient sur des marchés concurrentiels, selon un régime de gouvernance privée (Stern, 2003).

Le bien-fondé théorique des instruments contraignants appelle toutefois trois réserves :

- Les décideurs publics doivent veiller à utiliser les normes pour corriger des effets dus à de réels dysfonctionnements des marchés et non simplement à des coûts de transaction élevés. Les coûts de transaction cachés permettent de comprendre pourquoi les ménages et les entreprises renoncent souvent à des décisions d'investissement apparemment efficaces – par exemple l'achat d'équipements à haut rendement énergétique. Ainsi, ce sont les coûts de transaction et non les imperfections du marché qui expliquent sans doute en partie pourquoi les propriétaires et les locataires ne signent pas des contrats d'économie d'énergie, qui sembleraient a priori profitables aux deux parties. Plus généralement, les économistes se sont souvent montrés sceptiques sur l'existence de possibilités de dépollution rentables (« coût négatif »)<sup>33</sup>. Quand ce sont les coûts de transaction cachés qui sont en cause et non les dysfonctionnements du marché, il est moins certain que les normes offriraient des gains sociaux nets ; des mesures directes visant à réduire les coûts de transaction seraient plus efficaces.
- Certains des dysfonctionnements de marché et/ou des coûts de transaction qui sont mis en avant pour justifier le recours aux instruments contraignants peuvent en fait ne pas être totalement indépendants de l'existence d'un prix de carbone. À titre d'exemple, si l'on considère l'asymétrie de l'information, plus le prix des émissions de GES et les factures énergétiques sont élevés, plus fortes sont les incitations des locataires et des acheteurs à se renseigner sur le rendement énergétique de différents équipements, et celles des propriétaires et des vendeurs à

communiquer ces informations. Un argument similaire pourrait être formulé à propos de l'incomplétude des contrats. Ainsi, à l'heure actuelle, les consommateurs n'ont guère de choix en ce qui concerne l'efficacité énergétique des services fournis par les boîtiers télévision (AIE, 2007b). Mais si le prix du carbone était suffisamment élevé, les acheteurs et les vendeurs seraient davantage incités à dissocier le choix du boîtier télévision de celui des services correspondants.

- Enfin, le bien-fondé théorique d'une intervention des pouvoirs publics doit être jaugé au regard du risque de défaillance des politiques. Il y a deux principaux risques à cet égard : a) comme on vient de le noter, l'ampleur des dysfonctionnements de marché à traiter est difficile à évaluer dans la pratique ; et b) en l'absence d'informations détaillées sur les coûts individuels de réduction des émissions, il est délicat pour les responsables de la réglementation de déterminer le degré approprié de sévérité des normes. Cela souligne la nécessité d'une analyse coûts-avantages approfondie avant l'élaboration des normes.

### *Incitations à l'adoption et à la mise en conformité*

Les instruments contraignants présentent un certain nombre de caractéristiques politiques qui en favorisent l'adoption. Ils constituent déjà la forme la plus répandue de réglementations environnementales, peuvent être aisément mis en œuvre au moyen des institutions nationales existantes et, à la différence des instruments de prix, leurs coûts ne sont pas immédiatement visibles pour les électeurs. En outre, on a fait valoir que des négociations internationales visant à fixer des normes techniques pour les principaux secteurs émetteurs pourraient entraîner la participation des grands émetteurs des pays en développement, si elles s'accompagnaient de transferts de technologie (Barrett, 2007a).

Toutefois, les instruments contraignants n'offrent guère de possibilités de résoudre le problème du « passager clandestin » qui affecte les négociations internationales sur la politique climatique. Par conséquent, s'il fallait obtenir de fortes réductions des émissions au moyen des normes, les incitations à l'adoption seraient faibles. Contrairement à ce qui est le cas pour les systèmes d'échange de droits d'émission, les règles de partage du fardeau ne peuvent pas être intégrées dans les instruments contraignants et devraient donc être négociées séparément. Des problèmes d'information affecteraient ces négociations, étant donné la difficulté d'évaluer les coûts de mise en œuvre des normes. Enfin, il n'est pas certain que des normes internationales soient réellement souhaitables. Tandis qu'une expansion de la couverture internationale des instruments de prix réduit toujours le coût global de la réduction des émissions mondiales de GES, l'imposition de normes uniformes dans tous les pays n'aboutira pas nécessairement à ce résultat.

### *Incitations à la R-D et à la diffusion des technologies*

À la différence des instruments de prix, les normes n'incitent pas les émetteurs à exploiter les options de dépollution à faible coût au-delà de ce qui est nécessaire pour se mettre en conformité. Autrement dit, les normes créent moins d'incitations à l'innovation et à l'adoption (Jaffe *et al.*, 2003 ; Downing et White, 1986 ; Jung *et al.*, 1996 ; Keohane, 2001 ; Milliman et Prince, 1989 ; Zerbe, 1970)<sup>34</sup>. Les normes techniques, en particulier, n'incitent pas les entreprises à développer des technologies alternatives potentiellement plus efficaces que celles prescrites par la réglementation. Les incitations à l'innovation sont plus fortes avec des normes de performance, mais elles sont limitées par le fait que les émetteurs ne gagnent rien à abaisser leurs émissions au-dessous des niveaux exigés par la réglementation. En outre, les entreprises réglementées peuvent limiter leurs activités de recherche car elles savent que les normes seraient à nouveau durcies dès lors qu'une nouvelle technologie serait découverte (c'est l'effet de cliquet réglementaire : voir par exemple Hahn et Stavins, 1991)<sup>35</sup>. D'un point

de vue plus général, l'incertitude entourant la réglementation future et, partant, le prix (implicite ou « fictif ») futur des émissions affaiblit les incitations à la recherche. Enfin, si l'on peut en principe fixer des normes techniques et de performance ambitieuses de manière à « forcer » l'innovation, il est difficile pour le régulateur de déterminer d'avance les normes appropriées requises, de sorte que les incitations à l'innovation risquent d'être trop faibles ou trop fortes.

### *Aptitude à gérer efficacement le risque et l'incertitude*

Les instruments contraignants ne sont pas appropriés pour répondre à l'incertitude entourant les dommages dus au changement climatique et les coûts de réduction des émissions de GES. Ils n'offrent pas de certitude sur le volume des émissions de GES ou sur les coûts d'atténuation. De plus, ils n'intègrent pas les modifications (des objectifs d'émission, des conditions économiques ou des technologies de dépollution) aussi aisément que des instruments de prix. Ainsi, dans un régime de taxes ou d'échange de droits d'émission, la réaction d'un émetteur individuel à l'apparition de nouvelles technologies est spontanée et décentralisée. En revanche, avec une approche contraignante, les entreprises ne maîtrisent guère les décisions spécifiques en matière de réduction de la pollution, et dans l'éventualité d'un changement, le régulateur doit redéfinir toutes les normes affectant les multiples catégories d'émetteurs.

#### **2.2.4. Mesures de soutien à la technologie**

Les mesures de soutien à la technologie stimulent la R-D et/ou l'adoption de technologies (chapitre 5). Pour la R-D, l'éventail des aides va de la recherche publique fondamentale à un financement public direct de la R-D privée et à des incitations fiscales, à quoi s'ajoute le renforcement des droits de propriété intellectuelle (DPI). En ce qui concerne l'adoption de technologies, les mesures peuvent comprendre les subventions, les achats publics et les obligations légales (ainsi, les fournisseurs d'électricité sont tenus d'acheter une certaine proportion de leur électricité à partir de ressources renouvelables, ce qui pourrait être réalisé de façon plus optimale à l'aide de mécanismes de marché tels que les « certificats verts »).

S'agissant d'un problème mondial tel que le changement climatique, la question est de savoir si (et selon quelles modalités) ces incitations devraient être concertées parmi les différents pays. La coordination internationale adresse des signaux cohérents aux investisseurs du monde entier, étale les risques et évite les doublons, mais elle implique des coûts de transaction plus élevés. La présente section analyse la pertinence du soutien à la technologie pour répondre au changement climatique, mais sans évaluer les avantages et les inconvénients de chacun des instruments ou dispositifs institutionnels possibles<sup>36</sup>.

### *Rapport coût-efficacité*

Les instruments de soutien à la R-D et/ou à l'adoption de technologies ne constituent pas à eux seuls un moyen rentable de réaliser un objectif donné de réduction des émissions de GES, et ce pour trois grandes raisons (voir en particulier Fischer et Newell, 2007 ; Schneider et Goulder, 1997) :

- Tout d'abord, et surtout, à la différence des taxes ou des systèmes d'échange de droits d'émission, ils ne s'attaquent pas directement aux externalités négatives des émissions de GES. Ils ne modifient donc pas la structure de la demande. Par exemple, ils ne créent pas d'incitations à réduire l'intensité énergétique (par une majoration des prix de l'énergie) ou à réduire l'intensité de combustibles fossiles des émissions (par exemple, en remplaçant les centrales au charbon par des centrales au gaz).

- Lorsque ces mesures prennent la forme de subventions, elles doivent être financées, ce qui crée des distorsions au sein de l'économie. Ces distorsions sont particulièrement préoccupantes si de fortes incitations à la R-D et/ou à l'adoption de technologies sont nécessaires pour compenser l'absence d'un prix du carbone en vue d'atteindre un objectif donné de réduction des émissions (Fischer et Newell, 2007).
- Enfin, dans le cas de mesures en matière de R-D, on renonce à des possibilités d'atténuation précoce d'un bon rapport coût-efficacité, et toutes les réductions d'émissions doivent être réalisées à un stade ultérieur en veillant à ce que les nouvelles technologies soient moins onéreuses que les technologies à forte intensité de carbone, en l'absence de tarification du carbone. Cela peut exiger des dépenses initiales de R-D très élevées<sup>37</sup>.

### *Incitations à l'adoption et à la mise en conformité*

Les dispositifs de soutien à la technologie présentent plusieurs atouts du point de vue politique :

- La corrélation négative perçue entre croissance économique et politique d'atténuation est plus faible avec ces mesures, pour deux grandes raisons : premièrement, étant donné que le soutien à la technologie contribue à compenser les carences d'innovation, il peut stimuler réellement la croissance économique<sup>38</sup>. Deuxièmement, ces dispositions ont pour effet de retarder les réductions effectives d'émissions jusqu'à ce que de nouvelles technologies se trouvent disponibles dans l'avenir. En règle générale, elles apparaissent donc moins coûteuses pour la génération actuelle que les autres options disponibles. Certaines mesures en matière de R-D, notamment les engagements anticipés, peuvent même se révéler « gratuites » à court terme.
- Dans une perspective classique d'économie politique, les coûts de ces mesures sont largement répartis dans la population, tandis que leurs avantages sont concentrés sur les innovateurs potentiels. Cela rend leur adoption plus probable.
- Ces dispositifs offrent un mécanisme possible de partage de la charge, et peuvent donc être utilisés pour promouvoir une large adoption d'un accord post-2012. Ainsi, il a été proposé que les pays développés financent la plus grande partie des recherches sur les nouvelles technologies et subventionnent leur transfert aux pays en développement, notamment par le rachat de DPI et par le transfert des technologies pour un prix inférieur à celui du marché.

### *Incitations à la R-D et à la diffusion des technologies*

Les mesures en faveur de la R-D et les incitations à l'adoption de technologies se prêtent mieux que des instruments de prix et des réglementations contraignantes à l'élimination des obstacles spécifiques à l'innovation et à la diffusion qui entravent la création et la diffusion de technologies de réduction des émissions. Le soutien à la R-D apparaît particulièrement justifié pour des innovations majeures dont les rentes sont particulièrement difficiles à capter (surtout si les DPI ne peuvent pas être suffisamment protégés). Pour une efficacité maximale, les politiques de R-D devraient être ciblées autant que possible sur les technologies de réduction des émissions. Ainsi, la R-D dans le domaine de l'efficacité énergétique peut se révéler moins efficace que la R-D axée sur la réduction de l'intensité en carbone de l'énergie. En effet, les gains d'efficacité énergétique ont un impact négatif direct sur la demande de combustibles fossiles, mais aussi un impact positif indirect par le biais de la baisse connexe des prix de ces combustibles.

Le bien-fondé des incitations à l'adoption de technologies, par exemple des subventions à l'énergie renouvelable ou aux biocarburants, peut être démontré par la présence d'effets d'apprentissage et/ou d'utilisation, compte tenu des retombées positives de l'adoption sur d'autres adopteurs potentiels.

Toutefois, les avantages potentiels des interventions publiques doivent être jaugés au regard de leurs coûts économiques et environnementaux (surtout pour les biocarburants). Du reste, le soutien public à la diffusion des technologies peut être un outil à double tranchant : des choix stratégiques malencontreux et le lobbysme des groupes d'intérêts risquent de maintenir en place des technologies inappropriées, surtout si leur adoption se caractérise par des rendements croissants<sup>39</sup>.

Comme on l'a vu, en l'absence d'un prix pour les émissions de GES, le soutien à la technologie n'est pas un moyen rentable pour stimuler suffisamment l'innovation et la diffusion des technologies (Fischer et Newell, 2007, et chapitre 5)<sup>40</sup>. Cette approche est donc plus efficace en tant que *complément* de la tarification du carbone. Cependant, les mécanismes de soutien à la technologie sont également susceptibles de s'altérer avec le temps, dans la mesure où ce qui est optimal aujourd'hui pourrait cesser de l'être par la suite. Pour répondre à cette inquiétude, il a été proposé qu'un fonds mondial s'engage par avance à rémunérer toute innovation majeure par le biais d'un contrat exécutoire et donc crédible (encadré 5.2, chapitre 5). Cependant, comme les entreprises sont probablement mieux informées que les gouvernements sur les coûts et les rendements potentiels de la R-D, il serait très difficile de fixer un niveau de rémunération approprié, de manière à encourager l'innovation aujourd'hui sans offrir de bénéfices excessifs aux innovateurs futurs<sup>41</sup>.

### *Aptitude à gérer efficacement le risque et l'incertitude*

Les mesures de soutien à la technologie n'offrent pas d'incertitude sur les résultats environnementaux, même dans le long terme. Cela tient à l'incertitude entourant le délai qui s'écoule avant que la R-D ne produise des retombées. Du fait de la lenteur de cette réaction, les politiques de soutien à la technologie seraient vulnérables face à des tendances climatiques plus sombres que prévu. Ces politiques n'offriraient pas non plus de certitude sur les coûts de dépollution dans le long terme, si elles étaient utilisées *isolément* pour atteindre un objectif donné de réduction des émissions.

### **2.2.5. Accords volontaires**

Les accords volontaires (AV) entre les gouvernements et des parties privées en vue de limiter les émissions de GES sont un autre instrument envisageable d'atténuation du changement climatique. Ils sont utilisés depuis longtemps par certains pays de l'OCDE dans plusieurs domaines relatifs à l'environnement, et en ce qui concerne l'action contre le changement climatique ils suscitent depuis quelques années une attention croissante. En contribuant à la collecte de données et à la diffusion de pratiques optimales, ils peuvent aider à résoudre les problèmes d'information, un peu à la manière des instruments d'information. De surcroît, ils font mieux connaître les options d'atténuation auprès des entreprises et industries, s'appuient sur un processus consensuel et sont aisés à mettre en œuvre. Tout cela rend leur adoption plus facile que ce n'est le cas pour des instruments plus contraignants. Pour cette raison même, les accords volontaires peuvent ouvrir la voie à l'adoption de politiques plus rigoureuses à un stade ultérieur, même s'ils risquent de faire l'objet d'une capture réglementaire.

Cependant, la mise en œuvre est cruciale pour recueillir ces avantages potentiels. De fait, les accords volontaires peuvent varier considérablement du point de vue du niveau de rigueur, des modalités de surveillance et de la mise en application. Les accords susceptibles d'être particulièrement efficaces comprennent des objectifs d'émission mesurables au-dessous d'un scénario de référence bien défini, des obligations de surveillance et de notification par un organisme indépendant, et des incitations à la mise en conformité, notamment des sanctions (Hanks, 2002 ; OCDE, 2003). En tout état de cause, il est difficile d'évaluer l'impact des AV sur les émissions ainsi que leur rapport coût-efficacité, compte tenu d'un biais de sélection potentiel (ainsi, les entreprises plus économes en énergie sont plus incitées à



conclure des AV) mais aussi de la difficulté de déterminer les impacts (écart par rapport aux tendances des émissions en l'absence de l'accord volontaire).

Les AV devraient être considérés comme des compléments de cadres d'action nationaux ou internationaux englobant des dispositifs plus efficaces par rapport à leur coût, en particulier des instruments fondés sur les prix. De fait, considérés isolément, les AV ne satisfont pas aux principaux critères d'évaluation du rapport coût-efficacité global des politiques possibles ; en effet :

- Ils ne sont pas intrinsèquement rentables. Il n'y a pas de raison de penser qu'on pourrait obtenir des effets sur les émissions en exploitant les possibilités de dépollution les moins coûteuses – d'autant plus que ces accords ont une couverture partielle.
- Ils n'offrent pas d'incitations appropriées à l'innovation sur une grande échelle, même s'ils sont susceptibles de faciliter la diffusion des technologies existantes de réduction des émissions dans les secteurs d'activité couverts. Ils risquent de se heurter aux mêmes limites que les normes, les émetteurs n'étant pas incités en permanence à rechercher des options de dépollution peu coûteuses au-delà de ce qui est convenu dans l'accord volontaire.
- Enfin, ils ne permettent pas de gérer efficacement le risque et l'incertitude. Ils n'offrent aucune certitude ni sur les émissions de GES, ni sur les coûts d'atténuation, et à la différence des instruments de prix, ils n'intègrent pas spontanément les modifications qui se produisent.

### 2.3. Interactions entre les instruments d'action

La vaste panoplie de dispositifs disponibles pour réduire les émissions de GES et les interactions possibles entre ces instruments conduisent à se demander dans quelle mesure, ils peuvent être intégrés dans un cadre cohérent. Tandis que les multiples carences du marché appellent logiquement des instruments d'action multiples, un dosage mal conçu des politiques peut entraîner des chevauchements inopportuns, qui compromettraient le rapport coût-efficacité et, dans certains cas, l'intégrité environnementale. Il existe essentiellement trois grandes catégories possibles d'interaction entre les instruments (Sorrell, 2002 ; Sorrell et Sijm, 2003) :

- L'interaction directe : c'est le cas lorsque les groupes cibles directement affectés par deux mesures se superposent d'une certaine façon. À titre d'exemple, une fraction ou la totalité des participants à un système d'échange de droits d'émission peuvent être soumis en même temps à une taxe sur le carbone ou sur les combustibles.
- L'interaction indirecte : c'est le cas lorsqu'un groupe cible qui est directement – ou parfois indirectement – affecté par une mesure, est aussi indirectement affecté par une autre mesure. Ainsi, il existe une interaction indirecte entre un système d'échange de droits d'émission "en aval" (qui couvre les producteurs d'électricité) et une taxe sur l'électricité applicable aux consommateurs. En effet, les consommateurs sont directement affectés par la taxe sur l'électricité et indirectement affectés – via la hausse des prix de l'électricité – par le système d'échange de droits d'émission. De même, il existe une interaction indirecte entre les systèmes d'échange de droits d'émission en aval et l'obligation faite aux producteurs d'électricité d'acheter de l'électricité renouvelable (éventuellement sous la forme de crédits négociables), car ces deux mécanismes entraînent en fin de compte une hausse des prix pour le consommateur.
- Une interaction par voie d'échange : c'est le cas lorsque deux politiques interagissent par le biais des échanges d'un produit environnemental négociable, tel qu'un crédit d'émission de GES. À titre d'exemple, les crédits au titre d'un système d'échange de droits d'émission

peuvent être échangeables contre les crédits d'un autre système, selon des règles déterminées. Le Mécanisme pour un développement propre (MDP) du Protocole de Kyoto, ou un dispositif de couplage entre deux systèmes d'échange différents, constituent de bons exemples à cet égard. De même, il peut exister des interactions d'échange entre les permis d'émissions de GES et les crédits négociables pour l'électricité renouvelable, si les seconds peuvent être utilisés pour se mettre en conformité avec les premiers. L'interaction par le biais des échanges peut être considérée comme un cas particulier d'interaction indirecte, dans lequel le groupe cible directement affecté par un dispositif est indirectement affecté par l'autre dispositif via les échanges de crédits.

Savoir si ces interactions sont souhaitables dans une optique d'efficacité par rapport au coût – et, dans certains cas, d'intégrité environnementale – conduit à se demander si les instruments traitent différentes imperfections de marché et/ou affectent différents groupes cibles (voir par exemple, OCDE, 2007b). Dans l'affirmative, ces instruments sont complémentaires et leur combinaison produira un meilleur rapport coût-efficacité que si un seul instrument est utilisé. Dans la négative, les instruments se chevauchent, et les coûts globaux d'atténuation augmentent, principalement pour deux raisons : i) une double réglementation entraîne généralement une certaine perte de flexibilité des entreprises dans le choix des options de dépollution les moins coûteuses ; et ii) les coûts administratifs sont inutilement alourdis. On trouvera ci-après quelques cas importants de complémentarités et de chevauchements des politiques susceptibles de se présenter dans la pratique.

### 2.3.1. Complémentarités des politiques

#### *Complémentarités entre les instruments de politique climatique*

Comme l'a montré la section précédente, aucun des instruments dont disposent communément les décideurs publics ne peut à lui seul s'attaquer simultanément aux multiples imperfections de marché qui apparaissent lorsqu'on cherche à réduire les émissions de GES avec un bon rapport coût-efficacité. En revanche, il est possible d'abaisser les coûts d'atténuation globaux en associant des instruments d'action en fonction de leur avantage comparatif dans le traitement de chaque dysfonctionnement de marché<sup>42</sup>. Au vu de l'analyse précédente, les diverses imperfections de marché pourraient être traitées en conjuguant toutes les actions suivantes :

- Fixer un prix pour les émissions de GES, au moyen de taxes ou de systèmes d'échange de droits d'émission.
- Utiliser les instruments d'incitation à la R-D et à l'adoption de technologies pour remédier aux carences d'innovation et de diffusion qui sont propres aux technologies de réduction des émissions. Ces instruments s'ajouteraient aux dispositifs qui traitent les carences générales dans le domaine de l'innovation et de la diffusion des technologies.
- Utiliser les instruments d'information et les instruments contraignants pour combler les déficits d'information (information asymétrique, surveillance imparfaite).

Au demeurant, il est peu probable que dans la pratique la tarification du carbone couvre toutes les sources mondiales d'émission, du moins à moyen terme. Cette couverture incomplète a pour effet de laisser inexploitées un certain nombre de possibilités d'atténuation à faible coût et d'accentuer l'écart entre les rendements sociaux et les rendements privés des technologies de réduction des émissions. Dans ce contexte, il peut être justifié de recourir aux instruments contraignants et aux politiques de soutien à la technologie respectivement pour freiner les émissions non tarifées et pour renforcer les incitations à l'innovation et à l'adoption de technologies. Ces dispositifs peuvent être indiqués dans les cas suivants :

- Les instruments contraignants fonctionneront de façon optimale si leurs groupes cibles diffèrent de ceux visés par les taxes ou par les systèmes d'échange de droits d'émission. Leur prix implicite (fictif) ne devrait pas excéder le prix du carbone. En outre, leur utilisation ne devrait pas encourager les groupes d'intérêt acquis qui s'opposeraient à l'adoption d'instruments de prix à un stade ultérieur.
- Les politiques de soutien à la technologie pourraient impliquer un système international d'échange qui accorderait des crédits (par le biais de règles d'attribution des permis) aux participants pour rémunérer leurs investissements en R-D. Cela pourrait accroître à la fois la participation et les incitations à la R-D, ce qui prendrait en compte le caractère de bien public du climat mais aussi de l'innovation. Toutefois, cela devrait être fait sans compromettre l'intégrité environnementale du système d'échange de droits d'émission et sans rémunérer excessivement les efforts de R-D, étant donné que la tarification du carbone offrirait déjà certaines incitations à la R-D.

### *Complémentarités entre les instruments d'atténuation du changement climatique et les politiques dans d'autres domaines*

Le rapport coût-efficacité global d'un programme de politique climatique peut aussi être renforcé par la réforme d'un certain nombre de politiques qui (i) accroissent les émissions de GES, ou (ii) faussent les incitations et augmentent ainsi le coût des instruments d'atténuation. Ces politiques sont les suivantes :

- *Politiques énergétiques* : les détaxes sur les carburants et la réglementation des prix de l'énergie sont encore utilisées comme des outils de politique sociale dans un grand nombre de pays en développement et de pays à revenu intermédiaire, y compris la Chine, l'Inde, la Russie et certains pays d'Europe orientale (chapitre 4). Ces dispositifs réduisent les incitations à l'efficacité énergétique et faussent par conséquent les effets incitatifs des instruments d'atténuation et de l'allocation des ressources dans l'ensemble de l'économie. En outre, les marchés de l'énergie – production et distribution d'électricité, en particulier – restent étroitement réglementés dans de nombreux pays. Une intensification de la concurrence augmenterait les gains de bien-être résultant des taxes sur les émissions ou des systèmes d'échange de droits d'émission.
- *Politiques commerciales* : les barrières tarifaires et non tarifaires aux importations de biens et services abaissant les émissions nuisent sans raison à l'efficacité des politiques de dépollution. Les droits de douane au titre de la nation la plus favorisée (NPF) appliqués au bioéthanol dépassent 20 % sur une base *ad valorem* (c'est-à-dire sur la base de la valeur et non de la quantité) dans de nombreuses économies de l'OCDE, dont l'Australie, l'Union européenne et les États-Unis (tableau 2.2)<sup>43</sup>. En conséquence, le commerce international ne couvre actuellement que quelque 10 % de la consommation mondiale d'éthanol (Walter *et al.*, 2007), alors même que les biocarburants produits dans les régions tropicales à partir de canne à sucre et d'huile de palme détiennent un avantage comparatif considérable sur les produits issus des cultures des zones tempérées, du fait de leur forte intensité en main-d'œuvre bon marché mais aussi de rendements physiques beaucoup plus élevés (Girard et Fallot, 2006). Les barrières existantes aux importations d'équipements électriques sobres en énergie (ampoules à basse consommation, réfrigérateurs, climatiseurs, lave-linge, chauffe-eau, ordinateurs, etc.) et de produits et technologies mettant en œuvre des énergies renouvelables (systèmes photovoltaïques solaires, aérogénérateurs et éoliennes de pompage, etc.) sont d'autres exemples de mesures de protection commerciale qui nuisent à la rentabilité des politiques d'atténuation et/ou qui entraînent un accroissement des émissions. Les droits de douane appliqués à ces biens

sont généralement faibles dans la zone OCDE, mais dans de nombreux pays en développement ils atteignent ou dépassent 15 % sur une base *ad valorem*, les tarifs consolidés atteignant parfois des niveaux bien plus élevés (Steenblik, 2005 ; Steenblik *et al.*, 2006)<sup>44</sup>. Au total, il semble possible d'abaisser à la fois les droits de douane dans de nombreux pays non membres de l'OCDE et les barrières non tarifaires dans les pays de l'OCDE – au moins par le biais d'une harmonisation accrue des critères et des tests relatifs aux normes d'efficacité énergétique<sup>45</sup>.

- *Politiques agricoles* : les politiques de soutien à l'agriculture dans les pays développés – et plus particulièrement dans l'Union européenne (UE), aux États-Unis et au Japon – faussent les prix relatifs, même si l'impact consécutif sur les émissions mondiales de GES n'est pas net. D'une part, ces dispositions accroissent directement les émissions en encourageant l'augmentation des produits agricoles (émissions de méthane dues à la riziculture et à l'élevage, par exemple), et indirectement par suite de l'utilisation excessive de pesticides et d'engrais. D'autre part, leur suppression entraînerait un transfert de production agricole vers les producteurs des pays en développement qui se caractérisent en outre par une plus forte intensité d'émissions de GES, et un redéploiement partiel des ressources vers des industries non agricoles susceptibles d'émettre davantage de GES.
- *Cadres juridiques* : l'absence de cadres juridiques et de droits de propriété effectifs et protégés encourage une déforestation généralisée dans certaines parties de l'Amérique du Sud, de l'Asie du Sud-Est et de l'Afrique. Les pratiques non soutenables en matière d'utilisation des terres sont encore plus répandues, aussi bien dans les pays de l'OCDE que dans les régions en développement. Afin de stimuler les réductions d'émission à faible coût dans ce domaine, il conviendrait de mettre en place des cadres juridiques renforcés pour la gestion de l'utilisation des terres, la surveillance des émissions et la protection des droits de propriété, en même temps que des accords spécifiques de partage de la charge.

**Tableau 2.2. Les subventions à l'éthanol et au biogazole par tonne d'équivalent CO<sub>2</sub> évitée sont élevées dans de nombreux pays de l'OCDE**

(USD par tonne d'éq.CO<sub>2</sub>)

	Éthanol	Biogazole
États-Unis	300	250
Union européenne	700	250
Australie	400	150
Canada	250	250
Suisse	300	250

Source : Steenblik (2007).

### 2.3.2. Chevauchements des politiques

Des politiques se chevauchent si elles visent des carences de marchés similaires et si elles affectent directement ou indirectement les mêmes groupes cibles. Les deux cas de figure suivants constituent des exemples majeurs de cette forme de double réglementation :

- Des sources d'émission similaires qui sont directement ou indirectement couvertes à la fois par un système d'échange de droits d'émission et par une taxe carbone. Dans le cadre d'un système d'échange de droits d'émission, le niveau des émissions totales est fixé par le plafond. En augmentant les efforts de dépollution des émetteurs, une taxe carbone libère des permis d'émission et exerce une pression à la baisse sur leurs prix (voir par exemple, OCDE, 2007a, 2007b). En fin de compte, l'effet de la taxe carbone est entièrement neutralisé par une baisse du prix des permis, de sorte que les émissions totales restent inchangées, mais il en résulte une hausse inutile des coûts administratifs. Une taxe carbone est donc sans objet, à moins qu'elle ne soit fixée à un niveau suffisamment élevé pour ramener le prix du permis à zéro, auquel cas c'est le système d'échange de droits d'émission qui devient superflu. De plus, si les groupes cibles des deux instruments se recoupent partiellement et non intégralement, différents émetteurs sont confrontés à différentes incitations à réduire les émissions, d'où une hausse des coûts d'atténuation. En effet, les émissions sont alors tarifées une fois, deux fois, ou pas du tout, suivant que les émetteurs sont visés par un seul instrument, par les deux ou par aucun d'entre eux. En conséquence, certains émetteurs finissent par réduire leurs émissions de manière excessive, et d'autres de manière insuffisante, eu égard au coût (marginal) de l'opération<sup>46</sup>.
- Des sources d'émission similaires qui sont couvertes à la fois par un système d'échange macroéconomique (national ou international) et par un système international potentiel de plafonnement et d'échange au niveau sectoriel (c'est-à-dire un accord sectoriel contraignant). C'est là un autre cas de figure dans lequel les groupes cibles de deux instruments se recouvrent partiellement, les émissions étant tarifées une fois ou deux fois suivant que les émetteurs sont couverts par un dispositif ou par les deux. Dans ces cas, la possibilité d'un échange des permis entre les systèmes, conjuguée à l'octroi de doubles crédits de réduction d'émissions pour les émetteurs qui sont couverts deux fois, ferait en sorte que tous les émetteurs soient confrontés à des prix d'émission similaires, ce qui garantirait l'efficacité économique.

Un chevauchement similaire des politiques apparaît si la tarification du carbone – par des taxes ou par un échange de droits d'émission – est complétée avec d'autres instruments dans le but de traiter *uniquement* le problème environnemental lié aux émissions de GES (l'externalité environnementale). Ces instruments peuvent être des taxes sur le carburant de transport, des normes d'efficacité énergétique ou des mesures faisant obligation aux fournisseurs d'électricité d'acheter des certificats d'énergie renouvelable (certificats « verts »), etc. Dans un régime d'échange de droits d'émission, l'une ou l'autre de ces mesures additionnelles pourrait réduire le prix des permis mais laisserait inchangé le niveau des émissions totales, à moins que la mesure ne soit si sévère que le prix du permis tombe à zéro. Dans un régime de taxe carbone, la mesure additionnelle réduit les émissions totales, mais un relèvement du taux de la taxe carbone produirait le même résultat pour un coût plus bas. En définitive, si une taxe carbone est en place, il est à peu près inutile d'instaurer d'autres dispositions pour remédier à l'externalité environnementale. À titre d'exemple, le maintien d'une taxe sur le carburant de transport n'est justifié que s'il s'agit de produire des recettes fiscales générales et/ou de combattre d'autres externalités telles que la congestion du trafic et la pollution locale. De même, les réglementations relatives à l'énergie renouvelable devraient refléter des objectifs d'incitation à l'adoption et/ou des impératifs de sécurité énergétique.

Les interactions d'échange entre différents systèmes doivent aussi être prises en compte si l'on veut éviter les chevauchements et préserver l'intégrité environnementale globale. À titre d'exemple, si une entreprise est couverte par deux systèmes différents d'échange de droits d'émission, le risque existe de compter deux fois les mêmes émissions (« double couverture ») ou les mêmes réductions (« double crédit ») (Sorrell et Sijm, 2003). La double couverture est normalement compensée par les doubles crédits, auquel cas l'intégrité environnementale de chacun des deux dispositifs n'est pas menacée.

Cependant, ce n'est pas toujours le cas. Si, par exemple, des entreprises couvertes par un système d'échange de droits d'émission peuvent obtenir des crédits à la faveur d'améliorations spécifiques du rendement énergétique ou de projets d'énergie renouvelables qu'elles auraient pu entreprendre de toute manière pour remplir leurs engagements d'émission, il y aura double crédit sans double couverture compensatoire, et le plafond d'émission sera dépassé.

## Notes

1. La politique climatique pourrait même couvrir la « géo-ingénierie », ou la « gestion du rayonnement solaire », que l'on peut définir assez librement comme toute tentative d'injecter dans l'atmosphère des substances (par exemple, du soufre) pour neutraliser les effets du réchauffement planétaire dû aux GES. On a fait valoir que l'adaptation et la géo-ingénierie, de même que l'atténuation, pourraient faire partie intégrante d'un accord international sur la politique climatique, puisqu'il est théoriquement possible d'uniformiser les coûts marginaux de chacune de ces options de lutte contre le changement climatique (voir par exemple, Barrett, 2007a ; Schelling, 2007).
2. Il faut souligner que, à la différence de cette incertitude politique, l'incertitude économique ne constitue pas en général une carence de marché.
3. Kennedy et Laplante (1999).
4. Ces craintes ont été mises en avant pour expliquer le faible niveau de la recherche privée sur des vaccins contre des maladies mondiales majeures telles que le paludisme, la tuberculose ou le sida (Kremer, 2001a, 2001b).
5. Des effets de réseau existent aussi dans le transport routier, où une forte pénétration des technologies sobres en carbone (véhicules électriques et à hydrogène, biocarburants, etc.) exigerait probablement la mise en place de nouvelles infrastructures.
6. Les implications de cette incertitude « structurelle » pour l'analyse économique d'événements à fort impact et à faible probabilité sont étudiées dans Weitzman (2007b).
7. Les économistes appellent ces effets des « externalités négatives » sur le « bien public » que représente la stabilité du climat.
8. La notion de taxe correctrice sur la pollution, ou plus généralement sur toute externalité négative, remonte au moins à Pigou (1920). Il convient de noter qu'une taxe carbone n'est pas en soi un substitut parfait d'une taxe sur les émissions de GES, car seule cette dernière crée des incitations à réduire les émissions de GES par d'autres moyens que la réduction de la consommation d'intrants à base de carbone. Les débats relatifs à une taxe mondiale sur les émissions de GES présument souvent que des crédits d'impôt seraient accordés aux activités qui ont pour effet de retirer des GES de l'atmosphère, par exemple le reboisement ou le captage et le stockage du carbone.
9. Cependant, l'un des inconvénients potentiels d'une tarification du carbone en amont est qu'elle ne crée pas d'incitation à capter le carbone en aval.
10. De Mooij (1999), Goulder (1995), Goulder *et al.* (1999), Pezzy et Park (1998). Toutefois, l'une des limites de cet argument tient à ce que des distorsions fiscales majeures pourraient néanmoins être

éliminées sans recourir aux recettes de la taxe carbone, par exemple en modifiant la structure d'imposition. De plus, supprimer les effets secondaires préjudiciables d'autres impôts n'est sans doute pas la meilleure façon possible d'utiliser les marges de manœuvre financières offertes par les recettes de la taxe carbone. Il serait sans doute plus profitable de subventionner la R-D dans les technologies de réduction des émissions.

11. On peut aussi craindre que, les réserves de combustibles fossiles étant épuisables, les producteurs ne réagissent à la trajectoire prévue de la taxe – et de toute mesure réduisant la demande de combustibles fossiles – d'une manière qui compromette l'efficacité environnementale et/ou le rapport coût-efficacité de la taxe. À titre d'exemple, une hausse progressive attendue du taux de la taxe (correspondant au durcissement progressif de la politique climatique préconisé par la plupart des économistes compétents en la matière), risque d'inciter les producteurs de combustibles fossiles à accélérer les opérations d'extraction de manière à profiter de recettes plus abondantes pendant que la demande et les prix de ces produits sont encore élevés (Sinn, 2007). Cette décision aurait pour effet d'accroître les émissions et/ou de contraindre les gouvernements à opter pour un taux de taxe initial plus élevé qu'ils ne le souhaitaient au départ.
12. Les politiques qui découragent les émissions de GES (taxes sur la consommation de combustibles ou d'électricité, par exemple) ont aussi généralement pour effet d'amoindrir le rapport coût-efficacité d'une taxe sur les émissions de GES. Les interactions entre différentes mesures destinées à réduire les émissions sont approfondies dans la section suivante de ce chapitre.
13. La perte de rentabilité et/ou d'intégrité environnementale liée à une couverture incomplète dépend de l'ampleur des « fuites » d'émissions. Des fuites se produisent lorsque les émissions de GES augmentent dans un pays/un secteur/une entreprise par suite d'une réduction des émissions réalisée par un second pays qui applique une politique climatique stricte (chapitre 3).
14. Dans la pratique, deux problèmes peuvent compliquer quelque peu l'harmonisation des taxes carbone entre les pays. D'une part, des exonérations de taxe pour certaines industries peuvent être accordées dans certains pays et pas dans d'autres. D'autre part, différents pays peuvent prélever la taxe à différents stades de la chaîne d'offre de carbone, de sorte que certaines émissions risquent d'être taxées deux fois ou, au contraire, d'échapper à l'imposition. C'est ainsi que pour éviter une double imposition, un pays appliquant une taxe sur les fournisseurs de combustibles fossiles devrait en exonérer tous les combustibles exportés vers des pays qui appliquent une taxe de taux similaire en aval, aux consommateurs de combustibles fossiles.
15. Il y a affectation des taxes lorsque les recettes fiscales sont allouées à une utilisation finale spécifique.
16. En particulier, les coûts encourus pour rechercher des informations sur les prix des permis, trouver des partenaires commerciaux et négocier avec eux devraient baisser considérablement à mesure que la taille du marché augmente. Kerr et Maré (1998) ont établi une taxonomie des coûts de transaction affectant les marchés de permis. Ces auteurs ont estimé que les coûts de transaction ont abouti à une perte d'efficacité de plus de 10 % pour les échanges de permis d'émission de plomb sur le marché des États-Unis pendant la phase d'élimination progressive du plomb entre 1982 et 1987.
17. Toutefois, la question du pouvoir de marché s'est posée dans le contexte du Protocole de Kyoto, plusieurs études ayant montré qu'une entente formée par les pays en transition – en particulier la Russie et l'Ukraine – diminuerait les gains induits par le mécanisme d'échange international (Maeda, 2003 ; OCDE, 1999).

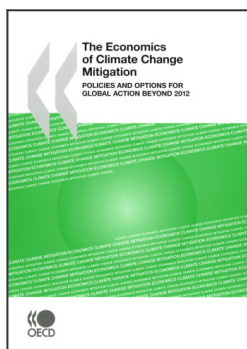
18. Un contrôle laxiste de la part d'un pays peut soulever des problèmes plus sérieux dans un régime de permis que dans le cadre d'une taxe. Dans un régime de plafonnement et d'échange, le laxisme d'un seul (grand) pays conduit à faire baisser les prix des émissions, affaiblissant ainsi les incitations à réduire les émissions dans tous les autres pays. En revanche, dans un dispositif de taxes harmonisées, le laxisme d'un pays n'affecte pas les prix des émissions et les incitations à la réduction dans les autres pays. De surcroît, étant donné que dans les pays en développement un système d'échange de droits d'émission présente des difficultés de surveillance et d'application plus grandes qu'un régime de taxation, les pays développés sont sans doute plus intéressés par le couplage des systèmes de permis que par l'harmonisation des taxes d'émission.
19. Cependant, l'incertitude politique sur la trajectoire future des prix du carbone est sans doute plus élevée ex ante dans un ensemble fragmenté de mécanismes nationaux d'échange (les différents prix devant être harmonisés à terme) que dans un véritable système international d'échange de droits d'émission. On peut donc penser que le couplage accéléré des systèmes existants contribuerait à améliorer l'efficacité statique aussi bien que l'efficacité dynamique.
20. Toutefois, Montero (2005) montre que cette position de faiblesse des instruments quantitatifs s'atténue et peut même s'inverser dans le cas d'un système imparfait de lutte contre les émissions. Cela tient essentiellement à ce qu'un système d'application imparfait « émousse » l'instrument quantitatif, certaines entreprises décidant de ne pas se mettre en conformité lorsque les coûts de dépollution se révèlent plus élevés que prévu.
21. L'analyse est axée sur l'impact de l'incertitude du prix du carbone due à des variations exogènes (chocs) telles que les modifications de la structure du dispositif ou la publication de nouvelles informations (par exemple, sur les émissions effectives, comme cela s'est produit dans la première phase du Système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE). Cependant, elle ne tient pas compte de l'incertitude entourant les coûts de dépollution due à l'apparition d'une technologie entièrement nouvelle, qui serait endogène aux décisions d'investissement. Zhao (2003) a intégré cette dernière forme d'incertitude dans un modèle stylisé et a constaté que, pour certaines spécifications du modèle, les incitations des entreprises à investir diminuent davantage dans un régime de taxe carbone que dans un régime d'échange de droits d'émission.
22. Tandis que l'effet de l'incertitude sur l'investissement est incontestablement négatif dans le court terme, il est moins net dans le long terme (Jamet, 2009). Une plus grande incertitude pousse les entreprises à différer leurs investissements, mais elle accroît aussi l'incitation à investir quand les conditions sont propices, c'est-à-dire quand les prix de l'énergie sont élevés. Lorsqu'il existe d'importants coûts irréversibles et une faible dépréciation du stock de capital, le stock de capital reste élevé même si les conditions deviennent moins favorables. Cet effet tend à accroître le stock de capital en situation d'équilibre.
23. Ce serait le cas tout au moins si une certaine flexibilité était prévue dans le calendrier des émissions, par exemple si les permis pouvaient être stockés pour une utilisation future (mise en réserve des permis).
24. Un moyen simple de fixer un prix plancher consisterait pour les autorités à vendre aux enchères une fraction substantielle des crédits attribués, et à mettre en réserve la quantité de crédits nécessaire pour maintenir ce prix. En outre, dans les systèmes à plusieurs phases, les attributions futures pourraient être réduites lorsque les prix courants sont jugés trop bas, ce qui ferait monter les prix courants, à condition que la mise en réserve soit autorisée. Cette dernière option a été utilisée aux



- États-Unis dans le contexte de la Clean Air Interstate Rule de 2005 sur les émissions de SO<sub>2</sub> et de NO<sub>x</sub>.
25. Burtraw *et al.* (2006) font valoir que, dans le cas du système de plafonnement et d'échange des émissions de SO<sub>2</sub> aux États-Unis, le manque de réactivité du dispositif à une baisse plus forte que prévu des coûts de dépollution a engendré des pertes de bien-être considérables dans les années 90. Elles auraient pu être évitées si un prix plancher avait été en vigueur.
  26. Ainsi, l'absence de mécanismes de mise en réserve semble avoir amplifié la forte baisse du prix des permis SCEQE qui s'est produite au début de 2006, après la publication de chiffres d'émissions de CO<sub>2</sub> plus bas que prévu pour l'année 2006. De fait, tandis que le prix à terme est tombé de plus de 30 EUR la tonne de CO<sub>2</sub> à quelque 15 EUR entre début 2006 et début 2007, le prix au comptant a chuté de plus de 30 EUR à moins de 1 EUR. En autorisant les participants à stocker des permis pour la deuxième phase du programme, un mécanisme de mise en réserve aurait soutenu le prix au comptant (mais il aurait aussi réduit l'efficacité environnementale du SCEQE dans sa deuxième phase).
  27. Les auteurs constatent que lorsque les coûts de dépollution sont incertains, le système d'échange classique est moins efficace qu'un système hybride dans lequel, lorsque les coûts se révèlent plus élevés que prévu, les entreprises ont la possibilité d'acquitter une redevance (c'est la « soupape de sécurité »), plutôt que d'acheter des permis.
  28. Les mécanismes d'emprunt – autrement dit la possibilité pour un émetteur d'emprunter des permis – pourraient aussi contribuer à éviter les hausses de prix excessives. Toutefois, à la différence d'un plafond de prix, ils ne seront efficaces que si les émetteurs s'attendent à ce que les prix futurs soient plus bas que le prix courant (voir par exemple Congressional Budget Office, 2008). De plus, ces mécanismes peuvent créer pour les émetteurs des incitations excessives à reporter les réductions d'émissions dans l'avenir, la rigueur de la politique climatique future, ou même son existence, étant incertaines.
  29. Excepté quand il s'avère difficile et/ou coûteux de surveiller les émissions, auquel cas les normes de performance sont inefficaces et les normes techniques constituent une meilleure option.
  30. Toutefois, lorsque les recettes fiscales provenant d'instruments économiques sont utilisées pour compenser les pertes subies par les secteurs directement touchés par les politiques d'atténuation, la performance relative des normes s'améliore, et elle pourrait même se traduire par un avantage absolu dans des conditions extrêmes, à savoir lorsque les obligations de compensation des industries sont élevées et génératrices de distorsions et que les coûts de dépollution des producteurs sont homogènes et connus du régulateur (Bovenberg *et al.*, 2008).
  31. À titre d'exemple, dans une étude de la pollution automobile locale, Fullerton et West (2000) ont constaté que, là où la surveillance des émissions est imparfaite et où il existe des différences de coûts de dépollution entre les producteurs, plus des deux tiers des gains potentiels de bien-être qui ne sont pas obtenus par le biais des normes pourraient être récupérés en complétant celles-ci avec un ensemble de taxes et de subventions modulées selon l'âge et de la puissance du véhicule.
  32. À titre d'exemple, Levine *et al.* (1994) et Eto *et al.* (1994) ont constaté qu'aux États-Unis les normes relatives aux appareils électroménagers et les programmes en matière d'éclairage ont généré d'importants avantages privés nets (sans même tenir compte des gains environnementaux).

33. À titre d'exemple, Enqvist (2007) affirme que des réductions substantielles des émissions de GES pourraient être réalisées à l'échelle mondiale avec un gain financier net. Pour des arguments théoriques en faveur de la thèse selon laquelle la réglementation peut aider les entreprises (qui n'optimisent pas leurs coûts) à tirer parti de possibilités de dépollution à coût nul, voir Porter et van der Linde (1995). Pour le point de vue d'économistes sceptiques, voir Palmer *et al.* (1995).
34. Pour des données empiriques montrant que les incitations à l'adoption de technologies sont plus fortes avec des permis négociables qu'avec des normes de performance contraignantes, voir Kerr et Newell (2004) et Keohane (2001). Ces deux études ont examiné l'expérience passée des États-Unis concernant respectivement l'élimination progressive du plomb dans l'essence et la réduction des émissions de dioxyde de soufre. En théorie, les incitations à l'innovation plus fortes offertes par les instruments de marché ne sont pas toujours valides dans des conditions de concurrence oligopolistique. Montero (2002) constate qu'une norme d'émission stricte peut avoir un effet sur l'innovation plus puissant qu'un système de permis négociables dans un régime de concurrence fondé sur la quantité (modèle de Cournot) mais non dans un régime de concurrence fondé sur les prix (modèle de Bertrand). La raison en est que dans un régime de concurrence fondé sur la quantité, les entreprises décident spontanément de sous-investir dans la R-D, car l'ajustement de la production des entreprises rivales par suite des retombées de la R-D réduirait les bénéfices de l'entreprise innovante.
35. On pourrait ici établir un parallèle avec la réglementation de plafonnement des prix dite "IPC-X" applicable aux monopoles. La réglementation IPC-X vise à reproduire les incitations à l'amélioration du rapport efficacité-coût observées sur les marchés concurrentiels en fixant un plafond de prix prédéterminé. En principe, cela incite fortement les entreprises monopolistiques à réduire leurs coûts afin d'augmenter leur rentabilité. Mais en pratique, dans le contexte d'une réglementation IPC-X, le régulateur est incité à réviser le plafond de prix à la baisse ultérieurement si les réductions de coûts et les rentes monopolistiques connexes se révèlent plus élevées que prévu.
36. Pour une analyse comparative récente de l'OCDE sur les incitations à la R-D et des données empiriques concernant leurs effets sur la R-D et l'innovation, voir Jaumotte et Pain (2005) ; Guellec et van Pottelsberghe (2004).
37. Pour cette raison, à partir d'un calibrage de leur modèle théorique sur le secteur de l'électricité des États-Unis, Fischer et Newell (2007) constatent que les subventions à la R-D représentent l'instrument d'action le plus coûteux pour réduire les émissions dues à la production d'électricité ; elles sont suivies par les incitations à l'adoption d'énergies renouvelables, les normes de performance en matière d'émission et la tarification des émissions.
38. Un facteur limitant potentiel réside dans le fait qu'une forte progression de la R-D dans le domaine des technologies sans carbone peut se faire aux dépens de la R-D dans le reste de l'économie (Schmalensee, 1994 ; Goulder et Schneider, 1999).
39. Voir l'analyse développée dans Jaffe *et al.* (2003).
40. Toutefois, deux études empiriques (Jaffe et Stavins, 1995 ; Hassett et Metcalf, 1995) montrent que l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les foyers des États-Unis est davantage stimulée par les subventions aux coûts énergétiques que par les taxes sur l'énergie. Ces conclusions peuvent s'expliquer notamment par l'incertitude entourant le prix futur de l'énergie et par les dysfonctionnements des marchés financiers (Jaffe *et al.*, 2003)

41. Voir l'analyse de Kremer (2001b) sur les marchés des vaccins. D'après l'auteur, la rémunération offerte par le fonds mondial pourrait commencer à un niveau relativement bas puis augmenter progressivement si le rythme de l'innovation n'est pas assez rapide. Ce processus imiterait la mise aux enchères, qui constitue souvent une méthode efficace de passation des marchés lorsque les coûts ne sont pas connus. Toutefois, cette procédure itérative peut s'avérer difficile à appliquer aux technologies d'atténuation du changement climatique, car le délai entre la décision d'appliquer la mesure et son impact perceptible sur l'innovation est probablement assez long (c'est le cas par exemple pour la production d'électricité).
42. En particulier, il apparaît de plus en plus de données théoriques et empiriques selon lesquelles un programme d'action conjuguant la tarification du carbone et des mesures de soutien à la technologie pourrait réduire sensiblement les coûts d'atténuation. À titre d'exemple, s'appuyant sur un modèle théorique calibré sur les données du secteur de l'électricité aux États-Unis, Fischer et Newell (2007) indiquent que des subventions optimales à la R-D et à l'énergie renouvelable pourraient abaisser de plus d'un tiers le prix des émissions de CO<sub>2</sub> requis pour obtenir une réduction de 5 % des émissions du secteur de l'électricité des États-Unis, et pourraient ramener à zéro le coût total du programme d'action, compte tenu des retombées positives des mesures de soutien à la technologie.
43. Les droits de douane sur le biogazole sont beaucoup plus bas (entre 0 % et 7 %), mais ils peuvent être élevés dans les pays en développement (Steenblik, 2006).
44. S'agissant des équipements électriques, des normes sont également en vigueur dans pratiquement tous les pays de l'OCDE, et de plus en plus dans les pays non membres. Si elles se justifient en partie pour remédier à des carences de marché qui limitent l'adoption de technologies sobres en énergie, elles peuvent agir comme des obstacles non tarifaires aux échanges, d'autant plus que les normes de performance énergétique et les critères de test varient considérablement d'un pays à l'autre (Steenblik *et al.*, 2006). Pour une analyse récente des obstacles commerciaux existants dans les secteurs de la fourniture d'électricité, des bâtiments et de l'industrie, voir OCDE (2007b).
45. Une occasion d'y parvenir au niveau multilatéral est offerte par le mandat de négociation donné aux membres de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) à Doha, en novembre 2001, qui couvre explicitement « la réduction ou, selon qu'il sera approprié, l'élimination des obstacles tarifaires et non tarifaires visant les biens et services environnementaux »
46. Par exemple, la coexistence d'une taxation complète du carbone avec la participation des producteurs d'électricité à un système d'échange de permis fausse les incitations à pratiquer une substitution entre l'électricité (couverte deux fois) et d'autres sources d'émission (couvertes une seule fois).



Extrait de :

## The Economics of Climate Change Mitigation Policies and Options for Global Action beyond 2012

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789264073616-en>

### Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2010), « Le rapport coût-efficacité des instruments d'atténuation du changement climatique », dans *The Economics of Climate Change Mitigation : Policies and Options for Global Action beyond 2012*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264073913-4-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).