

Chapitre 4

Considérations relatives à la conception des taxes et autres instruments fiscaux*

Le présent chapitre vise à étudier dans quelle mesure la conception des taxes liées à l'environnement – leur montant, leur assiette et le caractère prévisible du taux applicable – influe sur leur capacité de favoriser l'innovation. Nous nous intéresserons ensuite à d'autres mesures fiscales possibles, telles qu'une accélération des dotations aux amortissements ou des crédits d'impôt au titre de la R-D pour répondre aux défis de l'environnement et de l'innovation. Le chapitre se terminera sur un examen des combinaisons d'instruments qui seraient les plus appropriées pour un résultat optimal.

* Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

La conception des taxes écologiques peut avoir un impact significatif sur leur efficacité en termes d'environnement. Les mêmes facteurs – du montant de la taxe à sa mise en œuvre et à sa gestion – peuvent jouer un grand rôle dans les effets de l'instrument sur le plan de l'innovation.

4.1. Définir un montant approprié d'impôt

4.1.1. Le niveau initial de la taxe

Une taxe environnementale bien définie devrait être fixée au niveau pigouvien (c'est-à-dire au niveau d'égalité entre la taxe et les dommages marginaux issus de la pollution, en déduisant le coût marginal des mesures de lutte contre la pollution). Lorsque la taxe s'applique à un substitut de la pollution, un véhicule automobile par exemple, d'autres externalités doivent être prises en compte pour fixer son taux. Le taux d'imposition dépend d'un certain nombre de facteurs : la richesse de la société, la valeur que celle-ci accorde à l'environnement, l'ampleur des dommages de la pollution, l'apparition de nouvelles technologies et processus destinés à répondre aux défis environnementaux, l'efficacité réelle des politiques économiques à ce niveau et le caractère potentiellement réversible et/ou le point de basculement des problèmes environnementaux. En ce qui concerne les permis d'émission négociables, les informations nécessaires sont globalement les mêmes, mais elles servent à évaluer la quantité optimale de polluants à autoriser. De nombreux problèmes d'environnement s'étendent sur des périodes très longues – des siècles, par exemple, dans le cas du changement climatique –, ce qui signifie que les politiques choisies doivent s'ajuster à ces dynamiques.

Cependant, le simple niveau pigouvien de la taxe est déterminé de manière exogène et indépendamment de ses effets sur l'économie au sens large. En termes d'équilibre général, une taxe sur la pollution constitue dans les faits une taxe sur les facteurs, ce qui suppose qu'elle entre en interaction avec les autres taxes existantes de ce type. Ces interactions peuvent avoir des effets significatifs, ce qui supposera éventuellement que le niveau optimal de la taxe et son niveau pigouvien seraient différents. Par exemple, Goulder (1995) estime que les distorsions préexistantes devraient se traduire par un niveau optimal moins élevé pour une taxe environnementale. La prise en compte des autres externalités, les questions de politique économique et les besoins de recettes générales des États constituent également des facteurs importants pour l'élaboration du taux final. Nous reviendrons plus amplement sur ce thème au chapitre 5.

D'autres considérations doivent être prises en compte pour déterminer le niveau de taxation optimal si l'on s'intéresse aux conséquences en termes d'innovation. Parry (2005) suggère que ce niveau devrait tenir compte du type d'innovation recherché. Si toute la technologie utilisée dans l'économie est dans le domaine public (et donc si son coût d'accès est nul), le niveau de la taxe sur les émissions devra se situer aux alentours du niveau pigouvien. Si la technologie est entre les mains du secteur privé (et si un monopoleur facture des redevances au titre de l'accès aux données), le coût de la licence

serait trop élevé pour favoriser une diffusion optimale de la technologie, ce qui laisse supposer qu'une réduction du taux d'imposition abaisserait le niveau des redevances et améliorerait la diffusion technologique.

L'un des plus grands défis de l'économie de l'environnement est la question de l'incertitude, généralement plus marquée en matière d'environnement que dans les autres domaines (Pindyck, 2007), en raison des importants problèmes et contraintes d'information en présence. La difficulté d'obtenir, ou de compléter, de telles informations complique considérablement pour les décideurs la tâche qui consiste à quantifier ces effets et à les traduire sous la forme de taux d'imposition ou d'objectifs chiffrés appropriés.

On peut naturellement supposer qu'un taux plus élevé d'imposition liée à l'environnement se traduirait par un degré d'innovation supérieur. Dans l'étude de cas sur la taxe britannique appelée Climate Change Levy (CCL) (et les Climate Change Agreements (CCA) qui s'y rattachent), décrits plus en détail dans l'encadré 4.1, certaines entreprises devaient s'acquitter de l'intégralité de la CCL, tandis que d'autres bénéficiaient d'une réduction de 80 % pour s'être engagées à respecter des objectifs spécifiques, généralement en matière d'efficacité énergétique. En étudiant les caractéristiques des sociétés qui étaient susceptibles de les inciter à participer aux CCA, il a été constaté que les entreprises taxées aux taux réduits dans le cadre de ces accords étaient nettement moins susceptibles de déposer des demandes de brevets – dans des proportions allant jusqu'à 16 points de pourcentage – que celles qui payaient la CCL au taux plein. Cette différence de la propension à innover s'applique à l'innovation de manière générale, mesurée en nombre total de brevets. Des problèmes de classification des brevets pourraient expliquer que ces résultats diffèrent si l'on examine les effets de la CCL et du CCA uniquement sur les brevets liés au changement climatique.

4.1.2. Impacts du caractère prévisible et des taux intertemporels sur la propension à innover

Outre les questions auxquelles doivent faire face les décideurs politiques au moment de fixer le niveau initial de la taxe (ou la quantité de permis accordés), les changements permanents des paramètres utilisés pour fixer le taux initial incitent à se demander si ce taux doit être modifié en conséquence et, dans l'affirmative, de quelle manière. Avec l'arrivée de nouvelles informations, par exemple concernant l'impact des dommages environnementaux ou la volonté d'une société de s'impliquer plus ou moins dans la réduction de la pollution, les décideurs font face à des dilemmes potentiels lorsqu'ils doivent choisir entre des taxes liées à l'environnement reflétant le mieux possible les informations disponibles, et la possibilité de prévoir l'efficacité de ces dispositions sur le plan de la protection de l'environnement et de l'innovation.

Lorsqu'ils se demandent s'ils doivent prendre des mesures pour réduire leur impact sur l'environnement face à des mesures fiscales liées à l'environnement ou à d'autres mesures, les agents pollueurs se trouvent naturellement dans une situation d'incertitude face à l'avenir. L'acquisition de nouvelles technologies peut avoir un effet de blocage pour l'entreprise, qui tirerait nettement plus d'avantages d'une modernisation à très court terme. Les entreprises peuvent également supposer que la politique environnementale va changer, et notamment les taux des taxes liées à l'environnement ou le prix des permis négociables sur le marché. Ces facteurs affectent le rendement attendu de l'investissement et peuvent donc jouer sur les décisions d'investissement et sur les niveaux d'activités innovantes.

Encadré 4.1. Étude de cas : Les allègements de la taxe britannique sur le changement climatique (« Climate Change Levy »)

Le Royaume-Uni a mis en place en 2001 une taxe sur le changement climatique appelée Climate Change Levy (CCL), applicable à l'électricité (0.43 GBP par kWh), au charbon (0.15 GBP par kWh), au gaz naturel (0.15 GBP par kWh) et au gaz de pétrole liquéfié (0.07 GBP par kWh) consommés par les entreprises. Les grandes sociétés fortement consommatrices d'énergie adhérant à un pacte dit Climate Change Agreement (CCA) n'auraient à payer que 20 % de la CCL, en échange de quoi elles s'engageraient à respecter des objectifs prédéfinis de consommation d'énergie, de manière à atténuer les éventuelles retombées en termes de compétitivité face aux pays n'appliquant pas de telles taxes [voir Pearce (2006) pour une réflexion plus approfondie sur l'économie politique de la CCL].

Il a été décidé de procéder à une analyse comparative des différents impacts en termes économiques, environnementaux et d'innovation entre les entreprises adhérentes aux CCA et celles qui s'acquittaient de la totalité de la CCL. Pour remédier aux biais liés aux types d'entreprises signataires de CCA une approche par les variables instrumentales a été adoptée.

En ce qui concerne les résultats sur le plan environnemental, les entreprises adhérentes aux CCA ont augmenté leurs émissions en intensité de plus de 20 % par rapport aux sociétés payant la totalité de la CCL, tant par rapport à la production que par rapport aux coûts. Les entreprises signataires du pacte ont également accru leur consommation d'électricité par rapport à l'autre groupe, ce qui est cohérent avec le taux d'imposition plus élevé de cette source d'énergie. L'effet global sur les émissions de CO₂ s'est révélé similaire, ce qui se comprend au vu de la nature de la CCL. Étant donné que celle-ci est une taxe sur l'énergie – c'est-à-dire que le coût implicite du CO₂ au niveau de la taxe varie de manière significative en fonction de la source d'énergie –, les entreprises pourraient être incitées à passer à des énergies imposées à un taux plus faible mais qui produisent des émissions de CO₂ nettement plus élevées (ou simplement être moins incitées à opter pour des énergies plus propres). En matière de performance économique des entreprises, aucune différence notable n'a été observée entre les adhérentes des CCA et celles qui s'acquittaient de la totalité de la taxe, qu'il s'agisse d'emploi, de production ou de productivité totale des facteurs.

En termes d'innovation, l'analyse montre que les entreprises adhérentes du CCA seraient, dans l'ensemble, moins susceptibles de déposer des demandes de brevet, que les entreprises redevables de la CCL intégrale, à concurrence de 16 points compte tenu de la faible incitation que représente la réduction du taux d'imposition. Cela dit, si l'analyse porte uniquement sur les brevets liés au changement climatique, l'écart entre les deux groupes ne semble plus si clair. On aurait pu supposer que l'incitation à l'innovation aurait été plus marquée lorsqu'elle est liée au changement climatique. Ce point peut s'expliquer par la grande difficulté, pour les auteurs de l'étude, d'identifier les brevets spécifiquement liés à l'innovation dans le domaine du changement climatique, surtout en ce qui concerne les innovations induites par la fiscalité. Nous revenons de manière plus approfondie dans l'encadré 3.1 sur les difficultés d'établir un lien entre les brevets liés à la protection de l'environnement et les taxes écologiques.

Cette analyse semble donc indiquer que la réduction du taux de la taxe sur le changement climatique aurait eu des effets négatifs pour l'environnement et que les entreprises ayant payé la taxe dans son intégralité n'auraient pas subi de conséquences économiques néfastes. Les effets de la taxe sur l'innovation laissent supposer que les dépôts de brevets seraient plus importants pour les sociétés s'acquittant de la taxe à taux plein, tout en soulignant que les problèmes de classification des brevets rendent cette conclusion plus hasardeuse.

Source : OCDE (2009f).

Ce sont de telles questions, qui présentent un degré d'incertitude significatif, qui décideront de la réaction de l'entreprise concernée. Cette dernière va sans doute évaluer les perspectives d'avenir et décider soit d'agir tout de suite (par toutes sortes de moyens), soit d'attendre une période ultérieure, lorsqu'elle disposera de davantage d'informations (lui permettant de prendre une décision en meilleure connaissance de cause). Dixit et Pindyck (1994) expliquent que la possibilité d'attendre et de différer sa décision représente aujourd'hui une source de valeur pour les entreprises. Les études consacrées aux « options réelles » semblent indiquer que les entreprises accorderaient une grande valeur à leur capacité à changer d'orientation. Ce peut être en reportant l'action à plus tard et en prenant une décision à l'avenir, lorsque davantage d'informations seront disponibles, ou bien en modifiant la trajectoire à l'avenir en prenant pour le moment un chemin comportant peu de coûts irrécupérables. Ce mode d'action peut se révéler plus coûteux à l'avenir, mais l'option d'attendre avant de se décider peut être plus rentable dans l'immédiat. Lorsque l'incertitude concerne d'importants investissements (en capital ou en R-D), cette flexibilité est particulièrement utile pour les entreprises. Par exemple, une entreprise envisageant de construire une centrale électrique aujourd'hui doit évaluer le poids de tous les facteurs potentiels à l'avenir : le coût des intrants, les frais de construction, les taxes carbone, les nouvelles technologies, la demande, etc. Des degrés d'incertitude élevés se traduisent par une action immédiate limitée, en raison de l'augmentation de la valeur de l'attente d'informations plus précises (ou d'une diminution de l'incertitude).

L'incertitude peut revêtir deux formes. L'une a trait aux risques liés au marché, tels que les prix des intrants utilisés pour la production ou le prix estimé que l'entreprise pourrait demander pour son produit fini. Certains de ces risques peuvent être plus facilement compensés sur les marchés financiers, par exemple via l'utilisation de contrats à terme ou d'instruments financiers. Lorsque l'instrument est un permis négociable (et donc *de facto* un intrant), sa couverture peut accroître le caractère prévisible de la situation future. Dans de telles circonstances, soulignons que la capacité à améliorer la prévisibilité des prix futurs par le biais de la couverture ou des permis négociables a différents effets sur les entreprises qui adoptent l'innovation, et sur celles qui la créent. Les premières peuvent mettre en place des stratégies pour accroître la certitude sur leurs prix futurs, et donc sur leurs coûts et sur leur épargne futurs. Quant aux sociétés innovantes (qui ne sont pas aussi adoptantes), elles ne sont pas directement liées par le prix des permis négociables et ne peuvent pas non plus contrôler les prix de leurs adoptants. En revanche, un taux de taxe inchangé apporte la même stabilité aux innovants et aux adoptants.

L'autre forme d'incertitude est celle qui repose sur le risque lié aux politiques économiques. Les gouvernements peuvent ainsi décider brusquement de mettre en œuvre, de modifier ou d'abandonner des politiques présentant un impact significatif sur les conditions de fonctionnement des entreprises. Les dynamiques politiques ou de nouvelles informations sur les dommages causés par la pollution peuvent engendrer des changements significatifs de politiques qui pourraient avoir été mises en œuvre dans la perspective d'une stabilité à long terme. En s'appuyant sur l'étude de plusieurs pays, l'OCDE (2009b) a constaté que la stabilité des politiques environnementales (taxes, réglementations et autres instruments inclus) allait de pair avec les dépôts de brevets concernant l'environnement dans les domaines de l'air, de l'eau et des déchets. Cet effet est distinct de celui de la sévérité des mesures environnementales, qui joue également un rôle important.

Reedman *et al.* (2006) utilisent la méthodologie de l'option réelle pour évaluer les comportements d'adoption de nouvelles technologies par les entreprises en présence d'une taxe carbone. Lorsque le niveau et la date de mise en œuvre de cette taxe sont connus, les entreprises australiennes du marché de l'électricité sont censées investir davantage dans les technologies faiblement polluantes, alors qu'en cas d'incertitude sur ces paramètres, les décisions d'investissement tendraient à être repoussées jusqu'à ce que davantage d'informations sur les coûts soient disponibles. Baker et Shiitu (2006) constatent que les dépenses optimales de R-D pour les technologies énergétiques varient dans un contexte d'incertitude. Pour l'essentiel, les dépenses de R-D, aussi bien pour les énergies conventionnelles que pour les énergies nouvelles, diminuent lorsque croît l'incertitude autour d'une taxe carbone. Cependant, si les entreprises sont suffisamment flexibles et s'il est probable que la taxe sera assez élevée pour inciter les entreprises à opter pour d'autres sources d'énergie, les dépenses de R-D peuvent augmenter parallèlement à la montée du risque.

Les crédits d'impôts sur la production offerts aux entreprises d'énergie éolienne aux États-Unis représentent un bon exemple d'imprévisibilité des politiques publiques. Sur une période de dix ans, de 1999 à 2009, le crédit d'impôt a été renouvelé six fois, soit à son expiration, soit plusieurs mois avant. Cette imprévisibilité significative quant à l'existence de cette aide s'est traduite par une variation marquée de la contribution de l'énergie éolienne au réseau électrique américain. Cependant, la variation des niveaux d'investissement n'était pas due à la viabilité financière sous-jacente de l'énergie éolienne (et donc à l'absence de crédit d'impôt) mais à l'incertitude quant au montant du taux d'imposition et à la manière dont celui-ci agirait sur les négociations de tarifs entre les sociétés productrices d'électricité et les entreprises d'énergie éolienne (Barradale, 2008).

Dans l'étude de cas sur les facteurs qui affectent les innovations liées au changement climatique au Royaume-Uni (encadré 4.6), les effets du système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) ont été étudiés pour déterminer le comportement des entreprises interrogées en matière d'innovation, parmi d'autres variables affectant leurs conditions d'exploitation. Bien que l'existence d'objectifs d'émission de gaz à effet de serre pour l'entreprise, la pression des clients et des investisseurs et l'orientation générale de l'entreprise en matière de changement climatique présentent un lien positif avec l'augmentation de la propension à investir dans la R-D à caractère environnemental (produits et processus), il ne semble pas qu'il existe de corrélation avec la participation au SCEQE. Le fait que les prix des permis se négocient à des niveaux relativement bas pourrait avoir réduit l'incitation à se lancer dans des activités innovantes. On peut également imaginer que la volatilité des prix des permis et l'incertitude autour des paramètres des phases ultérieures du SCEQE, par exemple la troisième phase qui doit commencer en 2013, auraient incité les entreprises à attendre encore avant d'opter pour l'innovation (ce qui ne veut pas nécessairement dire qu'elles n'aient rien fait pour réduire leurs émissions polluantes).

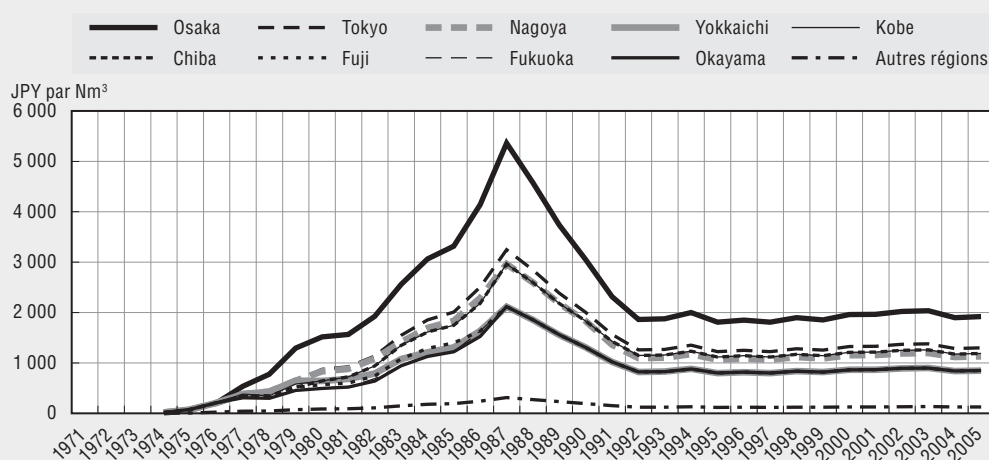
L'expérience japonaise, décrite dans l'encadré 4.2, fournit un exemple beaucoup plus précis des effets de l'incertitude de la fiscalité liée à l'environnement sur l'innovation. Dans les années 70, les émissions d'oxyde de soufre étaient taxées sur la base d'un montant d'indemnisation déterminé de manière exogène, qui serait versé aux victimes de la pollution atmosphérique. Avec la baisse des émissions et l'augmentation des indemnités, les taux de taxe se sont envolés, avant que le système ne soit finalement réformé. Étant donné que les taxes ont fortement augmenté dans les premières années et

Encadré 4.2. Étude de cas : L'incertitude de la taxe japonaise sur les émissions de SO_x

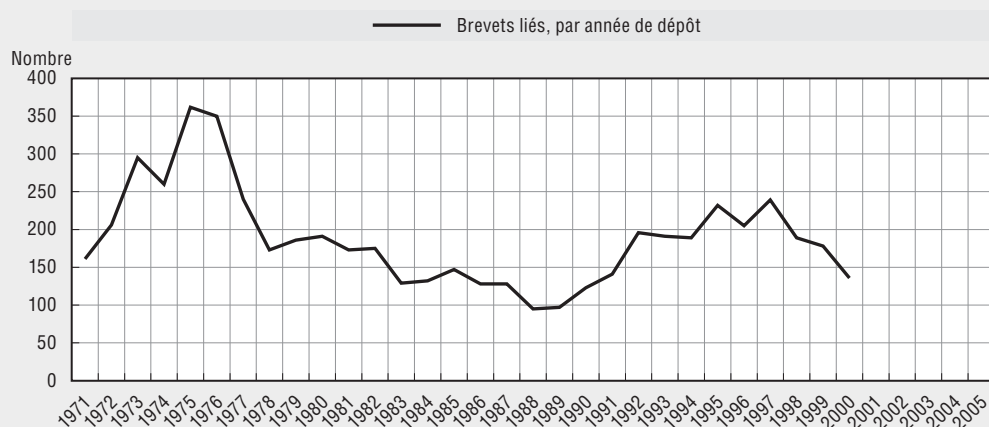
Cela fait longtemps, depuis les années 60, que le Japon cherche à maîtriser ses émissions d'oxyde de soufre, généralement issues notamment de la combustion de pétrole et de charbon pour la production d'électricité, et qui sont à l'origine de troubles respiratoires. Les réglementations relatives aux taux d'émission, à l'utilisation des sources d'énergie et à la hauteur des cheminées d'usines, par exemple, ont toutes été mises en place et ont contribué à une baisse significative des niveaux d'émission et des taux de concentration ambiante.

Dans le même temps, les victimes des maladies causées par la pollution atmosphérique demandaient une indemnisation de l'État et de l'industrie. En conséquence, une taxe sur les émissions de SO_x a été votée en 1973 et appliquée en 1974, les sommes ainsi récoltées devant servir à indemniser les victimes de la pollution de l'air. Son taux ne s'appuyait pas sur le dommage marginal de chaque unité de pollution supplémentaire actuelle, mais sur les sommes requises pour régler les indemnisations aux victimes d'émissions passées de SO_x et d'autres types de polluants. Étant donné que le nombre de victimes et leurs indemnisations augmentaient fortement et que les taux d'émission continuaient de décroître, les taux de taxe par unité d'émission se sont envolés, comme le montre le graphique A ci-après. Sur les premières années, les taux enregistraient souvent une forte hausse. En 1987, des réformes ont tenté de limiter les taux d'imposition, qui auraient pu atteindre jusqu'à sept fois la facture énergétique des entreprises, si l'on se base sur l'utilisation de pétrole à forte teneur en soufre (trois pour cent) à Osaka.

Graphique A : Taux de taxe sur le SO_x



Graphique B : Dépôts totaux de brevets liés aux réductions d'émissions de SO_x



Encadré 4.2. Étude de cas : L'incertitude de la taxe japonaise sur les émissions de SO_x (suite)

Au cours de cette période, de nombreuses entreprises cherchant à réduire leur charge fiscale ont adopté des technologies de réduction de la pollution, en particulier les systèmes de désulfuration des gaz de combustion (un type de technologie en bout de chaîne qui réduit la concentration de soufre lors de la combustion). Dans le même temps, cependant, on voit sur le graphique B que les dépôts de brevets liés aux émissions de SO_x ont reculé parallèlement à l'augmentation des taux de taxe. On pourrait en déduire que la taxe n'a pas créé un environnement dans lequel il serait rentable d'innover. Ce constat peut s'expliquer de deux manières :

- Premièrement, avec l'augmentation rapide des taux de taxe, qui atteignaient des niveaux incroyablement élevés, il est apparu que le système était faussé à la base. De fortes pressions politiques se sont manifestées en faveur de sa réforme. Le manque de crédibilité de l'ensemble du système pourrait avoir découragé les investissements dans des projets de R-D de longue haleine.
- Deuxièmement, les technologies élaborées dans les années 70, sous l'effet des dispositions juridiques contraignantes et des accords de lutte contre la pollution conclus entre le gouvernement et l'industrie dans les régions très industrialisées, suffisaient pratiquement à induire les réductions d'émissions dans d'autres régions dans les années 80. La taxe d'indemnisation a davantage contribué à la diffusion des technologies de réduction des émissions de SO_x développées antérieurement qu'à la mise au point de ces technologies.

De ce fait, l'expérience japonaise met l'accent sur l'importance d'une prévisibilité raisonnable du taux de taxe à long terme, couplée à la certitude de l'environnement politique, pour créer un climat favorisant non seulement l'adoption de technologies, mais également le développement de l'innovation.

Source : OCDE (2009h).

que le système s'est révélé politiquement intenable, les entreprises ont lancé très peu d'activités innovantes, comme le montre le faible nombre de brevets déposés. Tout en continuant d'adopter de nouvelles technologies pour réduire le montant des taxes à payer (et respecter les obligations réglementaires en vigueur), elles ont réduit leur effort d'innovation.

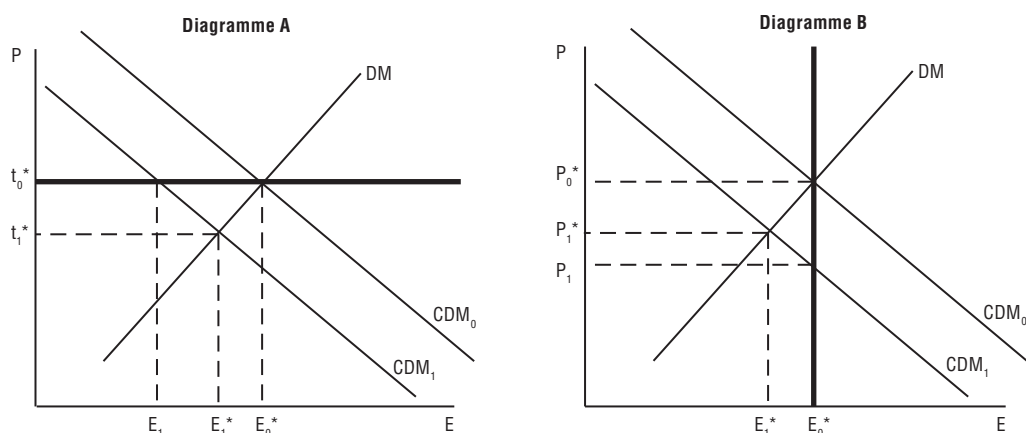
Il importe de souligner que la prévisibilité ne signifie pas nécessairement que la taxe reste constante sur une longue période, mais que son taux demeure dans une fourchette confortable autour de son évolution attendue (et crédible). En d'autres termes, le taux d'imposition peut être considéré comme prévisible même s'il est prévu qu'il augmente ou diminue progressivement, pourvu que les gouvernements et les entreprises l'aient anticipé.

4.1.3. Impacts de l'innovation sur les taux de taxe intertemporels et sur les niveaux d'émission

Si les décideurs ont bien fait leur travail, une taxe liée à l'environnement conçue de manière optimale doit encourager l'innovation. En permettant aux entreprises de réaliser des réductions d'émissions données à un coût inférieur, l'innovation suppose que la courbe du coût marginal de la réduction des émissions s'incurve vers l'intérieur. Pour les politiques qui sont conçues pour s'adapter à l'évolution de la situation, l'innovation couplée à une absence de variation du dommage marginal causé par l'émission polluante laisse supposer que le taux de taxe optimal devrait être réduit (et la quantité de permis

négociables abaissée, dans un système de certificats d'émission) en présence d'une courbe de coût marginal de réduction des émissions incurvée vers l'intérieur, comme le montre le graphique 4.1.

Graphique 4.1. **Impacts de l'innovation pour les systèmes de taxe et de permis négociables**



Dans le cas d'une taxe liée à l'environnement (diagramme A), la taxe initiale est fixée dans un premier temps à t_0^* , de manière que la courbe du coût marginal de réduction de la pollution (CDM_0) soit égale à la courbe de dommage marginal (DM) de la période initiale, pour obtenir un niveau d'émissions optimal (E_0^*). Si les entreprises optent pour l'innovation, leurs possibilités de réduction de leurs émissions polluantes augmentent, ce qui se traduit par une incurvation interne de la courbe du coût marginal de réduction de la pollution et donne la courbe CDM_1 . Si le taux de la taxe est fixe, les niveaux d'émission chutent de manière significative, jusqu'au point E_1 . Dans un monde de politique environnementale adaptée en permanence aux évolutions du contexte, la taxe serait abaissée pour préserver l'égalité entre la demande marginale et le coût marginal de réduction de la pollution. La situation est quasiment la même avec les permis négociables (diagramme B) : l'innovation a sur la courbe CDM un effet d'incurvation interne. Si le plafond d'émissions a été fixé au préalable, le prix des permis chute fortement. Dans le cadre d'une politique réactive et optimale, le plafond des émissions devrait être abaissé à E_1^* , tandis que le prix des permis serait égal à P_1^* . De ce fait, dans un contexte de politique non réactive, l'innovation en présence d'une taxe environnementale se traduirait par un excès de réduction des émissions, alors que l'innovation dans un système de permis négociables n'entraînerait aucune diminution des émissions, mais tirerait fortement à la baisse des prix des permis.

Des différences peuvent survenir lorsque les pentes des courbes de coût marginal de réduction de la pollution et de dommage marginal divergent (Weitzman, 1974). Si, par exemple, la pente de la courbe de dommage marginal est nettement plus forte que celle du coût marginal de réduction de la pollution, l'utilisation d'un mécanisme de prix (à savoir des taxes liées à l'environnement) pourrait avoir un impact plus marqué que le recours à un dispositif axé sur la quantité (soit un système de permis négociables). Comme la courbe du coût marginal de réduction de la pollution serait plus plate, de petites erreurs dans le

calcul du niveau de la taxe pourraient avoir des conséquences extrêmement importantes sur les quantités d'émissions polluantes.

Cette réponse de l'autorité réglementaire face à l'innovation (réponse optimale de l'agent) joue un grand rôle dans la création d'incitations supplémentaires à innover et dans le choix de l'instrument. Milliman et Prince (1989) évaluent les effets de l'innovation sur les incitations des entreprises issues de la réponse optimale de l'agent dans le cas de différents instruments de politique environnementale. Lorsque l'organisme innovant utilise une innovation brevetée, ou qu'il se contente d'adopter une innovation, la réponse optimale de l'agent est la meilleure face à une taxe environnementale ou à un système de permis d'émission. Dans de tels scénarios, la taxe ou le prix sont réduits par le régulateur, ce qui allège la charge imposée aux entreprises concernées. Pour un tiers innovant qui ne serait pas directement soumis à la politique environnementale, les taxes sur les émissions représentent la solution la moins optimale. Dans ce contexte, un régulateur optimal réduirait les taxes, ce qui inciterait moins à poursuivre la réduction des émissions, sans alléger pour autant la charge de l'innovateur, qui ne serait de toute façon pas soumis à la politique environnementale. D'un autre côté, les approches par la méthode contraignante seraient les plus incitatives pour l'entité innovante, puisque la réponse optimale de l'agent dans une situation d'innovation serait de renforcer cette politique, ce qui apporterait des avantages supplémentaires à l'entreprise innovante.

Il convient de noter que la présence d'un changement technique ne se traduira pas toujours par une incurvation interne de la courbe du coût marginal de réduction de la pollution, qui pourra évoluer de différentes manières en fonction du type d'innovation (Amir *et al.*, 2008 et Bauman *et al.*, 2008). Les innovations en bout de chaîne se traduiront toujours par un repli de la courbe du coût marginal de réduction de la pollution, puisque le seul avantage possible est de réduire la pollution. En revanche, les innovations concernant les processus de production risquent d'accroître la pollution car elles affectent également la fonction de coûts de l'entreprise, et par conséquent l'innovation adoptée peut encourager une hausse de la production. Il se peut ainsi que la courbe du coût marginal de réduction de la pollution s'en trouve déplacée vers l'extérieur, ce qui suppose que, lorsque les taux d'imposition sont rigides (et donc peu susceptibles de varier en présence d'une innovation), le choix d'une réglementation contraignante ou d'une action sur les quantités pourrait se révéler plus efficace ici.

Une autre caractéristique intéressante des effets de l'évolution technologique sur la courbe du coût marginal de réduction de la pollution réside dans les effets des innovations intermédiaires par rapport aux innovations à long terme (Baker *et al.*, 2008). Les premières (dans un contexte de changement climatique, les innovations intermédiaires seraient des sources d'énergie moins polluantes, mais pas complètement dépourvues d'émissions de CO₂) peuvent entraîner dans un premier temps un déplacement vers le bas de la courbe CDM pour de faibles réductions de pollution mais, si la baisse des émissions atteint des niveaux importants, la courbe se déplacera vers l'extérieur. Les auteurs présentent un exemple simple à titre d'illustration. Supposons qu'il existe trois sources d'énergie dans l'économie : le charbon (beaucoup d'émissions), le gaz naturel (moins d'émissions) et le nucléaire (aucune émission). En l'absence de taxe environnementale, le charbon affiche le coût de production unitaire le plus bas, suivi du gaz naturel, puis du nucléaire. L'apparition d'une taxe carbone renverse la situation : les sources d'énergie les moins coûteuses sont le nucléaire, suivi du gaz naturel puis du charbon. De ce fait, une économie qui produit son électricité uniquement à partir du charbon commencerait à opter pour le nucléaire.

Aucune centrale au gaz naturel ne serait construite. À présent, si une innovation en matière de centrale au gaz naturel fait que le coût de production après impôt passe en dessous de celui du nucléaire, la courbe CDM s'infléchira vers l'intérieur, la production d'électricité passant du charbon au gaz naturel. C'est ce qui se passe pour de faibles niveaux de réduction de la pollution à court terme. Cependant, lorsque d'importantes réductions des émissions polluantes sont nécessaires, par exemple dans l'idée de supprimer quasiment toutes les émissions de gaz carbonique en raison du changement climatique, même une conversion totale au gaz naturel ne permettrait pas de réduire suffisamment la pollution. Cela signifie que la production par le gaz naturel devrait céder la place au nucléaire pour des niveaux élevés de réduction de la pollution. Le coût marginal du passage du gaz naturel au nucléaire est devenu plus important que celui du passage du charbon au nucléaire, ce qui se traduit par un déplacement vers l'extérieur de la courbe CDM pour des niveaux élevés de réduction de la pollution.

Les effets de l'innovation sur la courbe du coût marginal de réduction de la pollution se manifestent aussi dans une économie dont d'autres facteurs évoluent également. Les effets d'échelle de la croissance économique déplacent la courbe CDM vers l'extérieur (de sorte que la réalisation d'un volume donné d'émissions coûte davantage dans une économie en croissance que dans une économie en stagnation). Cette croissance économique peut également avoir des effets de revenu sur la courbe des dommages marginaux, qui se déplacerait vers la gauche si, au fur et à mesure qu'ils deviennent plus riches, les habitants acceptent de payer davantage pour obtenir une certaine amélioration de leur environnement. De ce fait, l'effet de l'innovation sur la courbe du coût marginal de réduction de la pollution doit être étudié en regard de l'effet global des autres facteurs pour déterminer les taux de taxation optimaux.

Il est intéressant de noter que les modèles de tarification optimale d'une taxe carbone peuvent différer de manière significative. La plupart d'entre eux prévoient une augmentation de la taxe parallèlement à une hausse des températures et du coût marginal de réduction de la pollution, les sociétés utilisant les technologies existantes et remettant à plus tard l'adoption de solutions plus coûteuses. D'un autre côté, les impacts de l'innovation se traduiraient par une diminution des prix du carbone, pour éventuellement arriver jusqu'à zéro dans un avenir lointain (Acemoglu *et al.*, 2009). En appliquant une stratégie optimale de taxe carbone et de subventions à la R-D écologique, l'encouragement apporté à la recherche dans les technologies vertes amorce un processus dans lequel les entreprises seront de plus en plus enclines à investir dans cette R-D à but écologique (en raison de leurs investissements passés, et de leurs compétences croissantes dans ce domaine). Grâce à cet effet de cumul, les mesures d'encouragement de l'État peuvent diminuer, ce qui signifie que le montant optimal de la taxe sera de zéro au bout de quelques décennies. Une telle analyse s'inscrit dans un modèle extrêmement simplifié et ne peut être utilisée à des fins de recommandation de politique économique, mais elle met néanmoins l'accent sur le pouvoir potentiel de l'innovation dans ce domaine.

D'un autre côté, les taxes liées à l'environnement peuvent avoir un impact positif indirect sur les niveaux de pollution en raison de l'effet en retour. L'existence d'une taxe environnementale sur une source de pollution spécifique encourage l'innovation visant à réduire les émissions provenant de cette source (par exemple via des mesures d'efficience). De telles innovations réduisent la demande du produit sous-jacent, ce qui se traduit par une diminution de son prix. Cette baisse du prix aurait un effet d'échelle, qui encouragerait une consommation accrue, et affecterait donc le niveau global des émissions¹. Un

rééquilibrage du taux de taxation serait optimal. De tels effets en retour sont plus importants lorsqu'une taxe sur une source de pollution est prélevée sur des émissions fortement corrélées à un bien sous-jacent (comme dans le cas du dioxyde de carbone ou des combustibles fossiles) ou que la taxe est appliquée à un substitut de la pollution (par exemple sur les carburants). Lorsque le niveau et la couverture de la taxe sont élevés, on peut s'attendre à des effets en retour plus marqués.

La dynamique de l'économie politique peut rendre difficile l'ajustement de l'instrument face à l'innovation, même si la réaction optimale d'un gouvernement face au déplacement de la courbe CDM vers l'intérieur se traduit par une combinaison prix/émissions à peu près identique. D'un côté, la réduction des taux de taxe peut être considérée comme une « récompense » pour les pollueurs et la volonté politique de mettre ces changements en œuvre pourrait rencontrer des difficultés auprès des citoyens. Une caractéristique modératrice des taxes réside dans le fait que de nombreuses taxes liées à l'environnement ont été établies à des niveaux fixes au cours des premières années. L'effet de l'inflation et de la croissance économique au fil des années s'est traduit en fait par une diminution progressive des prix. Dans le cas de la Suède, qui impose une taxe sur les émissions de NO_x (comme décrit dans l'encadré 3.2), cette dernière a été fixée à 40 SEK par kilogramme en 1992, un montant qui n'a pas été modifié jusqu'en 2008, ce qui a entraîné un recul réel du taux de taxation de l'ordre de 20 %. Une telle caractéristique de la conception de la taxe peut affaiblir les arguments en faveur d'une réduction des taux officiels des taxes liées à l'environnement en présence d'innovations.

D'un autre côté, la réduction du nombre total de permis d'émission dans une situation d'innovation peut être envisagée sous des angles très divers, du point de vue de l'économie politique en fonction de la manière dont elle est menée. Premièrement, la simple suppression de certains permis, ou leur dévalorisation effective², pourraient être considérées comme une confiscation de droits de propriété, comme tel est le cas dans certaines juridictions. Deuxièmement, si les périodes entre les cycles d'adjudication sont courtes, les gouvernements peuvent attendre et simplement proposer moins de permis lors du prochain cycle. Enfin, si les intervalles entre les cycles sont plus longs, les gouvernements pourraient entrer sur le marché dans l'optique d'acheter des permis, en vue de les retirer ensuite. La seconde option est celle qui poserait sans doute le moins de problèmes d'économie politique de la part des entreprises ou des citoyens, bien que le fait que les périodes soient courtes réduise les avantages tirés de la prévisibilité.

4.1.4. Délais de mise en œuvre d'une imposition liée à l'environnement

L'annonce de la création d'une nouvelle taxe (ou l'augmentation d'une taxe existante) avec effet immédiat se traduit par une incitation immédiate à la réduction des émissions polluantes; en revanche, l'expérimentation de nouvelles techniques, l'installation de nouveaux équipements, la fabrication de nouveaux produits ou le remplacement des intrants sont des opérations dont la mise en place totale demande du temps. De ce fait, une taxe liée à l'environnement qui serait annoncée et mise en œuvre dans un laps de temps relativement court ne donnerait guère voire pas du tout aux entreprises l'occasion de réduire leurs émissions durant la période qui suivrait immédiatement son introduction. En conséquence, les pollueurs resteraient soumis à la taxe sur leurs émissions de la période en cours (à partir de leur comportement passé) mais aussi à court terme (en raison de l'impossibilité de remplacer rapidement les biens d'équipement et de modifier les processus).

Une annonce crédible de mise en place d'une taxe liée à l'environnement dans un avenir proche (un à deux ans, par exemple) au lieu d'une échéance à très court terme aurait toujours pour effet d'inciter les entreprises à réduire leurs émissions, sans collecter de revenus à partir de la situation antérieure à la création de la taxe. Cette méthode peut également inciter les entreprises à accroître leurs investissements dans des activités innovantes, sans l'effet de revenu. Un tel délai pourrait également contribuer à faciliter la mise en application de taxes liées à l'environnement auxquelles seraient opposées des parties prenantes puissantes.

L'étude de cas des émissions de COV (composés organiques volatils) en Suisse décrite dans l'encadré 3.8 se fondait sur une approche de ce type. La loi est entrée en vigueur en janvier 1998, et la taxe a été appliquée deux années plus tard. Ce mode de mise en œuvre avait été décidé suite à des suggestions des entreprises, ainsi qu'en raison du besoin pour les pouvoirs publics concernés de rassembler les compétences et de mettre sur pied les infrastructures nécessaires à une administration efficace de la taxe. En réaction à l'application potentielle d'impôts, certaines mesures de réduction de la pollution ont été prises à partir de 1998. Une entreprise interrogée avait même acquis un onéreux équipement d'incinération, assorti de coûts de fonctionnement élevés, dès le milieu des années 1990 parce qu'elle anticipait l'adoption d'une taxe sur les COV.

4.1.5. Préoccupations relatives à la compétitivité et dynamique de l'économie politique

Comme le souligne l'OCDE (2006), certaines considérations d'économie politique influent sur la conception des taxes liées à l'environnement. Les exonérations, les réductions de taux ou d'autres dispositions sont employées dans le large éventail de taxes mises en œuvre dans les pays de l'OCDE. Des allègements sont généralement accordés pour faire face aux problèmes de redistribution des revenus que posent les taxes liées à l'environnement. Étant donné que le chauffage du logement et le transport absorbent une large part du budget des ménages à bas revenus, certains craignent que la charge de telles taxes soit proportionnellement plus lourde pour les ménages les moins en mesure de la payer.

En outre, les allègements concernent également les secteurs générateurs d'émissions très importantes, et donc potentiellement plus exposés sur le plan commercial, de manière à résoudre des problèmes de compétitivité par rapport aux pays qui n'appliquent pas de telles taxes. Lorsqu'un pays décide avant les autres (soumis aux mêmes défis écologiques) d'appliquer une taxe liée à l'environnement, une partie des avantages de cette décision ira aux autres pays, puisqu'il est impossible de s'approprier la totalité de l'information ou de l'innovation. Par conséquent, le coût de la réduction de la pollution sera bien moindre pour les suiveurs que pour le pays précurseur, ce qui laisse supposer qu'une taxe moins élevée contribuerait à réduire les retombées, et donc les écarts de compétitivité, entre ce pays et les autres. D'un autre côté, si le premier pays est un pays développé et que les autres sont des pays en développement, ce résultat est peut-être plus souhaitable. Par exemple, Rosendahl (2004) suggère que, puisque les technologies de l'environnement sont d'abord mises au point dans les pays industrialisés, une taxe environnementale optimale devrait être plus élevée dans ces derniers que dans les pays en développement, incitant ainsi les pays développés à innover, ce dont pourront ensuite bénéficier les nouveaux convertis dans les pays en développement.

Ces préoccupations relatives à la compétitivité se manifestent également sous forme de problèmes environnementaux, puisque certaines entreprises pourront délocaliser et continuer de polluer aux niveaux habituels. Dans un contexte de changement climatique, cette « fuite de carbone » représente une préoccupation souvent exprimée par l'industrie. Cependant, sachant que la taille du marché s'accroît (soit via l'extension de la portée des mesures, soit à travers la coordination des politiques entre les différents pays), le risque de telles fuites diminue rapidement (OCDE, 2009c).

Dans de nombreux pays, l'utilisation des ressources de base, telles que l'eau et le combustible servant au chauffage des logements, pâtit de problèmes de compétitivité et de distribution. Le recours à une tarification progressive par tranches permet de proposer des quantités de base des biens concernés à un faible prix, mais la hausse des prix pour un usage plus intensif reste une incitation significative à réduire sa pollution à la marge. Israël, par exemple, applique des tarifs par tranches à tous les utilisateurs d'eau (particuliers, industrie et agriculture)³. Ainsi, les tarifs pour les ménages étaient en 2008 de 3.93 ILS par m³ pour les huit premiers mètres cubes du mois, puis de 5.50 ILS le m³ pour les sept suivants et de 7.65 ILS ensuite (OCDE, 2009i). La grille appliquée à l'agriculture est globalement la même, avec une incitation supplémentaire sous forme de prix plus bas pour l'utilisation d'eaux salines ou recyclées (eaux usées retraitées). L'exemple des prix de l'eau en Israël, décrit dans l'encadré 4.3, montre que l'efficacité en termes environnementaux de la tarification de l'eau peut varier de manière significative d'un secteur à l'autre, les élasticités-prix étant beaucoup plus faibles pour les ménages que pour les autres utilisateurs. Les impacts de ce type de tarification de l'eau sur l'innovation sont toutefois difficiles à déterminer précisément, en raison de la coexistence des investissements publics, de la réglementation, des campagnes d'information et autres.

En Suède, la politique économique servant de cadre à la mise en place de la taxe sur les émissions de NO_x prévoyait le remboursement de cette taxe, diminuée d'une petite fraction pour l'administration, en fonction de la production d'énergie des entreprises. Ce dispositif de remboursement compense les effets de la taxe, puisque qu'un paiement net est perçu par les entreprises moins polluantes que la moyenne ou acquitté par celles qui polluent plus. Compte tenu de la dissociation de la base fiscale et de la base de remboursement, l'incitation à réduire fortement ses émissions reste intacte; cependant, un tel dispositif pourrait avoir un léger effet néfaste sur l'incitation à l'innovation pour les entreprises qui sont également polluantes, comme le décrit l'encadré 4.4.

Tandis qu'un tel dispositif de remboursement risque d'avoir des effets négatifs en termes d'innovation⁴, il convient de se replacer du point de vue de politique économique selon lequel un taux de taxe aussi élevé (par rapport aux autres pays ayant adopté des taxes écologiques, celle de la France représentant par exemple un centième de celle de la Suède) n'aurait peut-être jamais pu être mis en place sans un tel remboursement. Le système de remboursement de la Suède pourrait également s'être traduit par un taux de taxe plus élevé même que le niveau résultant de la prise en compte des externalités environnementales. Un pays voisin de la Suède, la Norvège, a mis en place une taxe similaire sur les émissions de NO_x, mais à un niveau presque deux fois moindre, et sans possibilité de remboursement.

En pratique, la crainte de certains que quelques entreprises fortement consommatrices d'énergie ou très actives dans le commerce international ne quittent le pays à la recherche de juridictions imposant des taxes moins lourdes n'est pas

Encadré 4.3. Étude de cas : la tarification de l'eau en Israël

Situé dans une zone aride et dans une situation de croissance de sa population, d'augmentation des revenus et de sécheresses de plus en plus fréquentes, Israël est un pays très préoccupé par la conservation des ressources en eau. C'est pourquoi les politiques publiques se sont focalisées sur la création d'incitations fortes en faveur d'une utilisation plus efficace de cette ressource (en plus d'une augmentation de l'offre via la désalinisation). Du fait d'un certain nombre de facteurs, parmi lesquels une politique publique volontariste, la demande d'eau en Israël s'élève en moyenne à 300 m³ par an, contre une moyenne internationale plus proche de 1 700 m³ par an (Mason, 2009).

L'une des manifestations les plus visibles de cette volonté a été la mise en place d'un système de tarification progressive pour les usages domestiques, commerciaux et agricoles, qui peut avoir les mêmes effets qu'une taxe. La comparaison entre les prix demandés à l'agriculture et aux ménages met l'accent sur les différents effets d'un secteur à l'autre. Ainsi, une grille tarifaire à trois niveaux est appliquée aux agriculteurs, en fonction de leurs quotes-parts. Entre 1995 et 2005, par exemple, les prix moyens réels de l'eau à usage agricole ont augmenté de plus de 68 %, pour atteindre 0.33 USD le m³. Malgré des augmentations significatives également sur une période plus longue, la valeur de la production agricole par m³ d'eau a plus que triplé depuis 1958. La grille tarifaire a encouragé une utilisation plus efficace de l'eau, par exemple à travers l'irrigation au goutte à goutte, ainsi que des solutions de substitution (à partir d'eaux usées recyclées et retraitées, qui coûtent environ 0.20 USD le m³). D'un autre côté, la consommation d'eau par habitant pour les ménages continue de croître, bien que les prix aient là aussi fortement augmenté. On ne constate généralement des baisses que lorsqu'elles sont couplées à des campagnes d'économie de l'eau (qui prennent la forme de campagnes d'information, de projets de communication et de mise en application de la réglementation existante).

Il est difficile toutefois de faire la part des choses entre les effets des prix et des autres mesures sur le bilan d'Israël en matière de préservation de l'eau, et d'autant plus entre les impacts en termes d'innovation et de productivité. Dans bien des cas, les hausses de prix ont été mises en œuvre conjointement avec des investissements publics significatifs visant à faciliter l'adoption des nouvelles techniques, qu'une réglementation de la prestation de services et des campagnes de sensibilisation. Néanmoins, ces mesures ont eu pour effet un développement considérable de l'innovation – en technologies d'économie de l'eau, d'amélioration de la distribution, etc. – et les importantes hausses des prix de l'eau récemment adoptées devraient permettre de réaliser d'intéressantes études sur ce sujet à l'avenir.

Source : OCDE (2009i).

nécessairement justifiée. L'encadré 4.1 présente une étude de cas sur la taxe liée au changement climatique imposée au Royaume-Uni (Climate Change Levy), qui prévoit des réductions du taux de taxation pour certaines entreprises et secteurs générateurs d'émissions importantes. La comparaison entre les entreprises qui s'acquittaient de la totalité de la taxe et celles qui bénéficiaient d'un taux réduit a montré que les premières ne souffraient pas d'un désavantage économique plus marqué que les secondes, même si certains avaient craint que les premières ne soient moins compétitives, aussi bien par rapport à leurs concurrentes britanniques payant une taxe réduite que par rapport aux concurrentes internationales ne payant aucune taxe liée au changement climatique⁵. Aucun des indicateurs utilisés (niveaux d'emploi, production brute réelle et productivité totale des facteurs) n'a chuté pour les entreprises payant la taxe au taux plein plutôt qu'à un taux réduit. Il semblerait toutefois que la moindre incitation à l'innovation des entreprises due à une charge fiscale moins lourde se traduise par moins d'innovation, telle

Encadré 4.4. Impact du remboursement de la taxe sur l'innovation

Il arrive bien souvent qu'une entreprise soumise à une taxe environnementale soit incitée à innover, à la fois pour utiliser elle-même l'innovation et pour la diffuser aux autres entreprises par le biais de licences. En cas de remboursement, l'incitation peut se trouver quelque peu éoussée, puisque l'adoption de l'innovation réduit non seulement le montant de la taxe due au titre de la pollution, mais également le montant du remboursement attendu, surtout avec la concentration croissante des marchés. Le rendement attendu de l'innovation s'en trouve ainsi réduit.

En présence d'une taxe liée à l'environnement, l'entreprise innovante j tente de minimiser ses coûts (C_j), qui sont influencés par ses émissions (e_j), sa production (q_j) et sa technologie de réduction de la pollution (k_j), compte tenu de ses charges de R-D (D_j), des redevances qu'elle attend au titre de sa nouvelle innovation (R_j) dont la licence est accordée à m entreprises non innovantes, et du paiement de la taxe qu'elle doit (t^*e_j). S'il existe un dispositif de remboursement, ce dernier influe également sur la structure de coûts de l'entreprise et s'appuie sur les émissions de toutes les entreprises n de la branche concernée. On peut ainsi représenter la fonction de coûts de l'entreprise innovante sous la forme :

$$C_j = c_j(e_j(k_j), q_j, k_j) + D_j(k_j) - R_j(k_j) + t e_j - t \frac{q_j}{Q} \sum_{i=1}^n e_i(k_i) \quad (1)$$

Le prix des redevances touchées par l'entreprise est simplement égal à : $R_j(k_j) = m(k_j) P_m(k_j)$. Si l'équation de coûts est différenciée par la technologie k_j et ramenée à zéro pour déterminer son niveau plancher, elle devient :

$$\frac{\partial D_j}{\partial k_j} = -\frac{\partial c_j}{\partial k_j} + \frac{\partial R_j}{\partial k_j} + t \frac{q_j}{Q} \sum_{i=1, i \neq j}^m \frac{\partial e_i}{\partial k_j}, \text{ avec } Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (2)$$

À partir de l'équation (2), les facteurs qui influent sur le niveau optimal des dépenses de R-D peuvent être divisés en trois termes. Le premier représente l'effet de la technologie de réduction de la pollution sur les coûts de l'entreprise innovante elle-même : plus les coûts sont élevés, plus le niveau optimal des dépenses de R-D est bas. Le deuxième terme correspond à l'effet de l'innovation sur les redevances payées par les entreprises non innovantes : plus les revenus attendus de cette source sont élevés, plus le niveau optimal des dépenses de R-D est élevé. Enfin, le troisième terme correspond à l'effet de l'innovation sur le remboursement touché par l'entreprise (en l'absence de remboursement, l'équation ne comprendrait que les deux premiers termes). Avec $\partial e_i / \partial k_j < 0$, l'effet du dispositif de remboursement serait de réduire le niveau optimal de l'investissement en R-D relativement à une situation sans remboursement. Puisqu'une petite partie de la production est constante en cas de variation de la technologie de réduction de la pollution k_j , sachant que $q_j/Q \rightarrow 0$, le troisième terme ne disparaît pas. De ce fait, le remboursement a bien un certain impact négatif sur l'effet global de l'incitation à innover, un effet qui tend à croître avec la concentration du marché.

L'effet pour une entreprise extérieure, dont l'activité n'est pas la production q , mais l'innovation et la vente de technologies de réduction de la pollution k_j aux sociétés soumises à la taxe est légèrement différent. Il déterminera le prix de l'innovation comme le prix de réserve de la dernière entreprise accordant une licence. Cependant, les entreprises qui n'adopteraient pas l'innovation seraient affectées par l'adoption de la technologie par les autres, en raison de l'effet sur le mécanisme de remboursement. De ce fait, le prix que fixera la société innovante pour la technologie de réduction de la pollution correspondra à la différence entre les coûts d'adoption et ceux de la non-adoption. Dans ce cas, l'effet du remboursement n'est pas particulièrement négatif, si on suppose qu'aucune entreprise ne dispose d'un pouvoir de marché significatif.

Encadré 4.4. Impact du remboursement de la taxe sur l'innovation (suite)

Ainsi, la théorie nous montre comment les dispositifs de remboursement peuvent influencer sur les incitations à innover qui résultent de la fiscalité liée à l'environnement. Lorsque la société innovante fait partie des entreprises assujetties à la taxe, l'incitation à innover pourra toujours être un peu atténuée, même s'il existe de nombreuses entreprises non coopératives. Lorsqu'une société externe produit l'innovation, un marché parfaitement concurrentiel laisse supposer que le remboursement n'aura pas d'impact visible sur les incitations à réduire la pollution. Dans l'exemple suédois, aucune société ne représentait plus de 12 % de la production totale, ce qui suggère que le marché était relativement concurrentiel, c'est-à-dire qu'aucun acteur n'occupait de position dominante en termes de production.

Source : OCDE (2009e).

que mesurée en nombre de brevets, par rapport aux entreprises soumises à la taxe à taux plein.

Ces considérations de politique économique sont jusqu'à présent généralement centrées sur l'entreprise prise individuellement. Or, la conception de certaines taxes liées à l'environnement peut avoir différents impacts en termes d'innovation en fonction des propensions collectives et individuelles à innover. Dans le cas de taxes sur la pollution (sans caractéristiques supplémentaires), les individus et les groupes d'individus (comme les associations professionnelles) sont incités à investir dans une innovation qui bénéficiera à tous les participants. Dans l'agriculture, les associations professionnelles récoltent ainsi les cotisations syndicales pour financer des activités de R-D parce que les avantages attendus de ces innovations devraient bénéficier à tous les agriculteurs, mais ces derniers ne peuvent se permettre de les financer individuellement. De même, dans le cas d'une taxation de la pollution, des groupes d'entreprises concernées par une telle taxe (voire l'ensemble de ces entreprises) ont intérêt à mettre leurs ressources en commun et à entreprendre des activités de R-D communes, les économies d'échelle rendant ainsi rentables des opérations qui ne le seraient pas si chacun devait les financer individuellement.

L'intégration de caractéristiques supplémentaires lors de la conception d'une taxe peut avoir des conséquences très significatives sur l'innovation collective. Dans le cadre de la taxe japonaise sur le SO_x , le montant de revenus nécessaires est déterminé de manière exogène, le niveau de la taxe dépendant de l'ampleur des émissions. Chaque entreprise individuelle est incitée à réduire ses émissions pour abaisser le montant de la taxe due. Au contraire, l'ensemble des entreprises assujetties à cette taxe n'a, en tant que groupe, aucun intérêt à investir dans des innovations permettant de réduire la pollution. Les conséquences d'un tel investissement, qui a des retombées sur toutes les entreprises, seraient une réduction du niveau global des émissions, ce qui ne se traduirait au final que par une augmentation automatique du taux d'imposition. Dans un tel scénario, la situation des entreprises japonaises prises individuellement n'en serait aucunement améliorée⁶. De la même manière, dans le système suédois de remboursement, toute innovation collective se traduisant par une nouvelle diminution de la pollution par l'ensemble des entreprises réduirait le montant de la taxe collectée, mais également les sommes remboursées, ce qui ne profiterait pas aux entreprises prises individuellement. Dans ces deux systèmes de conception différente (mais aussi, dans une certaine mesure, pour les systèmes de

plafonnement et d'échange des droits d'émission), l'innovation n'est profitable au niveau individuel que parce que les réductions d'émissions issues des progrès technologiques sont réalisées par rapport aux niveaux d'émission des autres entreprises prises individuellement.

4.2. Déterminer la base d'imposition

Une entreprise polluante soumise à une taxe liée uniquement à sa propre production sera incitée à entreprendre des activités innovantes pour réduire sa propre charge fiscale. Sa décision dépendra d'un certain nombre de facteurs plus ou moins en rapport avec le retour sur investissement une fois l'innovation adoptée, tels que le niveau de la taxe et la disponibilité des ressources.

Les entreprises sont également conscientes du marché des autres sociétés. Les entreprises polluantes peuvent vendre à d'autres sociétés dans la même situation une innovation qu'elles auront développée en interne. Pour les entreprises tierces, le retour sur investissement issu de l'innovation ne peut provenir que de la vente de licences de propriété intellectuelle, soit directement, soit à travers les machines qui utilisent la technique concernée. Dans ces cas, l'éventail des actions couvertes par la taxe peut avoir une incidence considérable sur l'incitation à innover. Le montant de la base d'imposition dépend de deux facteurs essentiels : i) la taille du pays qui collecte la taxe (ou des pays qui taxent la même source de pollution d'une manière similaire) et ii) la proportion de polluants taxés au sein d'un pays (par exemple, une taxe sur les émissions de CO₂ d'une part, ou une taxe sur les émissions de CO₂ ne provenant que de certaines sources d'autre part).

L'ampleur des opportunités, telle que déterminée par le montant de la base d'imposition, joue un rôle critique : plus cette base sera importante, plus les possibilités de profiter des innovations seront nombreuses, et donc plus le niveau d'innovation résultant de l'imposition d'une taxe environnementale sera élevé. Lorsque le champ d'application de la taxe est relativement étroit, les incitations à un comportement innovant peuvent être limitées en raison du petit nombre d'occasions de rentabiliser ses dépenses. Les décideurs des petits pays doivent en outre évaluer dans quelle mesure une taxe au champ d'application limité influera sur la propension des entreprises à innover pour un niveau de taxe donné. C'est pour ces raisons que la coopération internationale en matière de réduction de la pollution peut se révéler la plus fructueuse. Non seulement un grand nombre de pays pourront agir ensemble pour réduire et résoudre les problèmes environnementaux internationaux en réduisant les problèmes posés par les « passagers clandestins », mais en outre le potentiel d'innovation s'en trouvera accru.

La taxe suédoise sur les émissions de NO_x décrite dans l'encadré 3.2 s'est progressivement étendue aux petites entreprises au cours des années qui ont suivi sa mise en œuvre. Cette extension constante du marché s'est traduite par une incitation nettement accrue à l'innovation pour les entreprises polluantes et les sociétés tierces. L'analyse des dépôts de brevets dans ce domaine en Suède n'a pas permis d'identifier de lien définitif entre la taxe et l'activité en termes de dépôt de brevets (ni avec l'extension de l'assiette de l'impôt sur cette activité). Le marché suédois des techniques innovantes de réduction des émissions de NO_x, même si le nombre d'entreprises clientes potentielles a augmenté, pourrait demeurer en-deçà d'un certain seuil nécessaire à susciter une accélération de l'innovation.

4.3. Gestion de la taxe

La gestion d'une taxe liée à l'environnement constitue généralement une procédure assez simple, puisque le taux de taxation est appliqué à la quantité de polluants émis (ou à un substitut). Elle diffère en cela des procédures réglementaires, pour lesquelles les administrateurs disposent d'une certaine latitude dans l'application de programmes environnementaux. Cette latitude peut être une source d'incertitude pour les entreprises, qui se demandent alors quels seront la forme et les effets de la mesure mise en place, en fonction des différentes interprétations de la réglementation selon les responsables, des différents degrés d'application d'un pollueur à l'autre ou d'un plus large périmètre d'évaluation.

Bien que ce phénomène concerne davantage les instruments de commandement et de contrôle, les taxes liées à l'environnement peuvent rencontrer le même problème. Des règles fiscales complexes peuvent induire une latitude comparable, même si les taxes écologiques sont généralement beaucoup moins complexes que les régimes d'imposition sur les bénéficiaires des entreprises ou sur les revenus des personnes physiques. Une exception concerne le cas de la combinaison d'une taxation environnementale et d'accords négociés. Par exemple, de nombreux pays proposent des réductions des taxes sur l'énergie ou les émissions de dioxyde de carbone aux entreprises très polluantes, à condition que ces dernières s'engagent à prendre des mesures spécifiques ou qu'elles acceptent de respecter des objectifs convenus. De telles approches créent i) une incertitude pour le secteur privé, en raison des processus de négociation portant sur la sévérité des mesures et sur les moyens d'évaluer leur respect et ii) un potentiel de réduction d'impôt qui ne s'accompagne pas nécessairement d'un grand bénéfice sur le plan environnemental.

La gestion d'une taxe liée à l'environnement peut également jouer un rôle unique pour une entreprise, en cela qu'elle constitue une source d'information dont cette dernière aurait manqué auparavant. Pour les entreprises, respecter les exigences du système de fiscalité des sociétés ne leur apportera sans doute pas beaucoup d'informations nouvelles sur la santé ou la rentabilité de leur structure, puisque ces renseignements sont déjà collectés à d'autres fins, et qu'ils sont essentiels à la gestion d'une entreprise saine.

La taxation liée à l'environnement est sans doute différente, en particulier en ce qui concerne les taxes prélevées directement auprès des entreprises polluantes. Sans politique environnementale, il n'y a pas vraiment de raison financière de surveiller et de comptabiliser les agents polluants spécifiques (les entreprises et les ménages sont susceptibles de suivre les taxes comme indicateurs de la pollution, ces bases de taxation pouvant se révéler particulièrement pertinentes). De ce fait, l'imposition de taxes sur la pollution fournit aux agents polluants des informations dont ils n'avaient généralement pas connaissance auparavant⁷. Pour certaines entreprises polluantes (et pour l'organe de gestion), cette administration peut avoir un coût élevé. La taxation indirecte de la pollution est généralement utilisée dans ce cas. Nous revenons de manière plus détaillée à la section 4.4 sur les avantages et les inconvénients d'une utilisation de cette taxation indirecte.

Ces informations sur les émissions aident non seulement à gérer la taxe, mais encore elles permettent aux entreprises de mieux comprendre l'origine des émissions polluantes, surtout lorsque la formation de la pollution n'évolue pas au même rythme que l'utilisation des intrants. Les informations collectées ne sont pas si précieuses que les entreprises les rechercheraient même en l'absence d'une politique de préservation de l'environnement,

mais elles peuvent contribuer à atténuer certains effets de la taxe et à aider les entreprises à trouver des solutions bon marché, telles qu'un changement de comportement ou un calibrage des instruments, pour réduire leurs émissions.

Dans l'étude de cas de la Suisse sur les COV, les entreprises devaient tenir une comptabilité détaillée indiquant les flux de COV et les produits qui en contenaient, afin d'identifier précisément de quelles émissions elles étaient responsables. Surtout, l'étude de cas de la Suède a mis l'accent sur les dispositifs de contrôle continu que les entreprises devaient installer pour suivre leurs émissions de NO_x. Le coût de départ de tels dispositifs allait de 30 000 EUR à 36 000 EUR, avec des frais annuels de contrôle et de maintenance de l'ordre de 12 000 EUR par an. Ces dispositifs permettaient aux entreprises d'essayer de nouvelles combinaisons de paramètres de combustible, de températures et autres facteurs pour déterminer les effets sur les émissions de NO_x, sachant que la formation de ce gaz varie fortement en fonction de ses sources et d'un large éventail de variables. Cette information a été essentielle pour que les entreprises comprennent comment des mesures spécifiques et de nouveaux processus pouvaient leur permettre de réduire leurs émissions à moindre coût.

Notons que les innovations peuvent également servir à faciliter la gestion de la taxe. La conception et l'application de nouvelles technologies peuvent contribuer à surmonter certains obstacles à un suivi correct des émissions et à gérer des taxes applicables à des sources disparates et difficiles à superviser.

4.4. Instruments fiscaux

Pour l'instant, nous nous sommes concentrés essentiellement sur le rôle des taxes directes et indirectes sur la pollution. Cependant, le système fiscal peut également être utilisé différemment pour atteindre des objectifs environnementaux et d'innovation. Nous avons représenté ces différentes solutions, réparties en trois catégories, dans le graphique 4.2.

Graphique 4.2. **Catégories de mesures fiscales**

| Décourager les dommages à l'environnement | Inciter à un comportement écologique | Inciter à l'innovation |
|--|--|---|
| <p><i>Taxer les activités dommageables à l'environnement.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Taxes sur la pollution. • Taxes sur les indicateurs de pollution. | <p><i>Inciter à prendre des mesures contribuant à atteindre des objectifs environnementaux.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Amortissement accéléré des biens d'équipement permettant une réduction de la pollution. • Baisse de la TVA sur les biens et activités les moins dommageables à l'environnement. | <p><i>Inciter à prendre des mesures en vue d'accroître l'innovation (de manière générale, ou ciblée en faveur de l'environnement).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesures visant à réduire le coût de l'innovation (comme : crédits d'impôts sur la R-D, amortissement accéléré des biens d'équipement permettant une réduction de la pollution, revalorisation des abattements au titre des coûts de main-d'œuvre de R-D ou réduction des taxes sur la main-d'œuvre de R-D). • Mesures visant à accroître le rendement des innovations, telles qu'une baisse du taux d'imposition sur certains types de revenus. |

La première catégorie concerne l'essentiel des sujets déjà évoqués dans le présent document. Ce type de mesures visent à tarifier les activités dommageables à l'environnement, et encouragent donc la réduction de la pollution et l'innovation – c'est le « bâton » de la politique environnementale. La deuxième catégorie comprend des mesures par lesquelles l'État tente d'encourager les comportements écologiques, en réduisant leur coût – c'est la « carotte » de la politique environnementale. Les mesures de cette catégorie comprennent des réductions ciblées du taux de taxe sur la valeur ajoutée pour certains appareils et un système d'amortissement accéléré pour les investissements dans des biens d'équipement favorables à l'environnement. Dans la troisième catégorie, les États peuvent utiliser la fiscalité pour encourager l'innovation, avec des mesures telles que des crédits d'impôts sur la R-D ou une diminution du taux d'imposition de la part des bénéficiaires des sociétés qui est due à l'innovation. Au lieu de se focaliser sur l'aspect punitif de la lutte contre la pollution, les deux dernières catégories visent à procurer des avantages aux entreprises innovantes et investissant dans des techniques propres; à cet égard, elles présentent donc de nombreuses caractéristiques communes avec les subventions.

Il convient de noter que les systèmes d'imposition des sociétés des différents pays comptent de nombreuses caractéristiques et déformations préexistantes par rapport à un système de référence. Certaines de ces caractéristiques permettent de rapprocher un système fiscal d'une situation optimale, alors que d'autres ne font qu'accroître les distorsions. Les mesures fiscales décrites ci-dessous sont destinées à fournir des pistes aux décideurs politiques qui envisageraient de telles actions au sein de leurs cadres fiscaux existants; c'est pourquoi cette section ne s'appesantit pas davantage sur les aspects fondamentaux de la fiscalité des entreprises.

4.4.1. Les taxes sur la pollution

Les taxes prélevées directement sur la pollution (ou les systèmes de permis d'émission, voir l'encadré 3.4) sont généralement considérées comme les instruments les plus efficaces en matière de politique environnementale, comme nous le soulignons dans le chapitre 3. En effet, elles incitent les personnes concernées à prendre des mesures pour réduire leurs émissions polluantes et à se lancer dans l'innovation dans tout un éventail d'activités qui contribuent à réduire la pollution. Comme nous l'avons vu dans les sections précédentes de ce chapitre, les effets obtenus dépendent très largement de la conception de ces taxes.

Malgré les avantages de telles taxes, leur gestion peut présenter certaines difficultés. En effet, mesurer exactement les émissions, en particulier à partir de sources mobiles telles que les transports, peut représenter un véritable défi pour les organes de gestion. De nouveaux systèmes de suivi et de collecte de la nouvelle taxe pourraient devoir être créés. Par rapport aux taxes indirectes sur la pollution, pour lesquelles une infrastructure fiscale existe peut-être déjà et qui ne nécessitent pas nécessairement de techniques de mesure (comme pour l'essence, par exemple, puisque la TVA et les droits d'accise sont déjà prélevés), les taxes sur la pollution peuvent ainsi se révéler plus lourdes à gérer pour les pouvoirs publics. Les pollueurs concernés pourraient également faire face à des coûts accrus d'observation de leurs engagements en raison de la nécessité pour eux d'acquérir des équipements de contrôle et d'embaucher des équipes supplémentaires pour assurer le respect de la taxe.

4.4.2. Les taxes sur les indicateurs de la pollution

Les taxes sur les indicateurs de la pollution sont généralement prélevées sur des biens ou sur des actions qui représentent une étape supplémentaire de la pollution; de ce fait, elles intègrent un large éventail d'actions. Un exemple souvent cité est celui des taxes sur les carburants des véhicules à moteur, puisqu'ici c'est le carburant qui est taxé, et non les polluants émis lors de sa combustion. Tandis que le carburant des véhicules à moteur est bien connu comme origine d'une grande diversité de polluants, une taxe sur les carburants ne fait qu'encourager une réduction de l'usage de ces derniers et une innovation les concernant, sans nécessairement agir directement sur les émissions indésirables issues de leur combustion. En limitant les domaines dans lesquels l'impôt incite à réduire la pollution, on limite également les incitations à innover. De ce fait, il ne devient pas plus intéressant de faire des progrès dans la conception de moteurs propres ou de mécanismes au point de rejet (tels que les pots catalytiques) avec une taxe sur les carburants qui est indifférenciée. En outre, la corrélation initiale entre le polluant et le vecteur taxé risque de se dissiper à long terme, puisque les efforts d'innovation et de réduction de la pollution se focaliseront sur l'utilisation du vecteur incriminé.

Les taxes indirectes sur la pollution peuvent comporter des incitations qui se traduiront par une pollution plus importante à court terme et retarderont les incitations à innover. La taxation écologique sur la première acquisition de véhicules à moteur repose, par exemple, sur le fait que la conduite automobile pollue. Le coût croissant des voitures incitera les personnes à en posséder moins (et, en fonction de la structure de la taxe, à utiliser les véhicules moins polluants). Une telle taxe n'influe en revanche pas du tout sur le nombre de kilomètres parcourus, sur le style de conduite ni (dans la plupart des cas) sur le type de carburant employé. De ce fait, la taxe sur l'achat d'automobiles ne constitue qu'une incitation unique à acheter un véhicule moins polluant, mais n'est d'aucune utilité pour réduire la pollution par la suite⁸. En outre, suite à la mise en place de la nouvelle taxe, l'écart de prix entre les voitures neuves (généralement plus propres) et les voitures d'occasion (qui polluent souvent beaucoup plus) est aujourd'hui encore plus marqué. De ce fait, les consommateurs sont plus incités à acheter des voitures d'occasion, ce qui peut accroître la pollution à court terme par rapport à un scénario de base (Johnstone *et al.* (2001) cite à ce propos une étude intéressante menée au Costa Rica⁹). Sachant que les véhicules les plus récents comportent habituellement de nouvelles technologies, telles que des systèmes d'amélioration de l'efficacité du carburant ou des dispositifs complémentaires au point de rejet, les taxes uniques sur les achats de véhicules à moteur peuvent également agir comme une taxe de fait sur les technologies environnementales.

Malgré certains inconvénients potentiels des taxes indirectes sur la pollution en termes d'efficacité et de capacité d'encourager l'innovation, la simplicité de leur gestion rend leur mise en œuvre encore plus attrayante. Les taxes indirectes sur la pollution sont généralement prélevées lorsque le suivi est plus aisé et qu'il existe moins de points de collecte (ou lorsque les taxes sont déjà prélevées). Dans le cas des véhicules à moteur, le coût de l'installation et de la vérification du suivi des émissions exactes de carbone, d'azote et autres pour chaque pot d'échappement, combiné à la création d'un système de collecte de la taxe, serait prohibitif. En revanche, la taxe sur les carburants peut être collectée assez simplement, en un nombre de points moins élevé que pour d'autres taxes (telles que la TVA) déjà imposées aux consommateurs.

En outre, les taxes sur les vecteurs de la pollution peuvent permettre de surmonter certains obstacles aux politiques environnementales, en particulier lorsque les échéanciers sont assez longs. Dans le cas de la conduite automobile, les taxes sur les émissions (et même celles sur les carburants) à payer sur les kilomètres parcourus futurs ne seront pas nécessairement envisagés de manière appropriée par les consommateurs au moment de l'achat de véhicules. Les taxes uniques sur les véhicules à moteur (qui se différencient par leur performance environnementale) peuvent expliquer ces déformations en mettant l'accent sur les choix de consommation.

Jusqu'à présent, la fiscalité liée à l'environnement (et les permis négociables) a été majoritairement qualifiée dans la discussion d'instrument économique non prescriptif. En pratique, il est possible de prévoir des caractéristiques prescriptrices dans la conception des taxes. La plupart du temps, c'est le cas lorsque les taxes sont prélevées sur les vecteurs de la pollution plutôt que sur la pollution elle-même. Comme les frais d'immatriculation des automobiles dans plusieurs autres pays de l'OCDE, le système français de bonus-malus, par exemple, créé en 2007 et en 2008, taxe l'immatriculation des voitures neuves en fonction de leur volume (en grammes) d'émissions de CO₂ par kilomètre parcouru¹⁰. En dessous d'un certain seuil, des subventions sont accordées aux acquéreurs de voitures plus propres. Les véhicules plus polluants au kilomètre font l'objet de tranches de taxation de plus en plus importantes, jusqu'à 2 600 EUR. De telles taxes peuvent aider les consommateurs à s'orienter entre les différentes catégories d'automobiles, mais sans nécessairement inciter à réduire davantage les émissions, puisque cela ne se traduirait pas par un changement de tranche fiscale pour un véhicule donné¹¹.

4.4.3. Abattements au titre de l'amortissement accéléré pour les équipements permettant une réduction de la pollution

Le système fiscal dans son ensemble – et non pas seulement la fiscalité liée à l'environnement – peut influencer sur le type et sur le niveau d'innovation. Le régime de fiscalité des entreprises peut comporter différentes incitations sur les types d'investissement des sociétés, ce qui peut éventuellement modifier la diffusion des innovations existantes. En outre, ces différences peuvent modifier la demande d'innovations supplémentaires dans différents domaines et donc encourager la création de certains types d'innovations plutôt que d'autres.

Le régime de fiscalité des entreprises est organisé de telle manière que les dépenses éligibles d'une société peuvent être déduites de son bénéfice, de sorte que seul son bénéfice net sera taxé. Les frais liés aux intrants totalement utilisés au cours de la période courante sont immédiatement déduits du bénéfice. Le cas des biens d'équipement est plus complexe en cela que leur utilité n'est pas épuisée au cours d'une seule période, et qu'ils apportent des avantages à l'entreprise pendant plus longtemps. Afin d'harmoniser les avantages d'un actif et ses coûts sur une période de plusieurs années, l'actif concerné sera amorti sur une période correspondant à sa d'utilisation attendue, la déduction des bénéfices de chaque année correspondant à l'utilisation prévue pour cette période.

Si le code des impôts prévoit des abattements pour amortissement plus importants que le taux économique, ou même général, d'amortissement¹², il existe une subvention indirecte pour les biens d'équipement parce que les entreprises bénéficient d'une déduction d'impôt pour une période plus courte que celle de l'amortissement effectif¹³. Comme la taxation est reportée à une période ultérieure, l'utilisation d'un amortissement accéléré agit comme un prêt sans intérêt. De ce fait, les avantages accordés au bien

d'équipement soumis à l'amortissement accéléré réduisent le coût d'acquisition de ce dernier, ce qui a pour effet d'accroître sa demande et/ou de permettre aux entreprises de réaffecter certains fonds à d'autres projets productifs (et rentables). House et Shapiro (2008) montrent que des améliorations temporaires du calendrier d'amortissement peuvent se traduire par une préférence plus marquée pour les technologies concernées par l'amortissement accéléré, en particulier celles qui ont des périodes de récupération fiscale plus longues. Pour une analyse plus détaillée, voir l'encadré 4.5.

Encadré 4.5. Effets d'un amortissement accéléré pour les investissements écologiques

Il arrive que certains pays autorisent une accélération des amortissements pour inciter davantage à adopter de nouvelles technologies écologiques incorporées dans les biens d'équipement, c'est-à-dire dont l'adoption nécessite un nouvel investissement dans des actifs particuliers.

Pour illustrer les effets de cette mesure, il peut être utile d'examiner les conséquences financières de l'augmentation d'une unité d'investissement pour une entreprise durant la période en cours, puis d'une réduction similaire pour la période suivante. En l'absence de toute taxation, le revenu supplémentaire pour l'entreprise serait égal à $p \frac{\partial F}{\partial K}$, F faisant référence à la fonction de production $F(K,L)$. Si l'investissement supplémentaire est financé par l'emprunt, alors les coûts supplémentaires correspondront à la somme des intérêts et de l'amortissement économique de l'actif : $r+d$. La condition de premier ordre pour l'optimisation du profit sera : $p \frac{\partial F}{\partial K} = r + d$.

Si on met en place une taxation, le revenu net supplémentaire pour l'entreprise sera égal à : $(1 - \tau)p \frac{\partial F}{\partial K}$.

Les coûts de financement nets seront de $(1 - \tau)r$ puisque, dans un système fiscal typique de pays de l'OCDE, les charges d'intérêts peuvent être déduites de l'assiette de l'impôt sur les sociétés. L'amortissement économique de l'actif concerné par l'investissement resterait d . Enfin, nous supposons, comme situation de référence, que la déduction fiscale pour l'amortissement correspondrait exactement à l'amortissement économique de l'actif, ce qui signifie que les coûts de financement nets seraient déduits de τd . Si on rassemble ces éléments, la condition de premier ordre devient $(1 - \tau)p \frac{\partial F}{\partial K} = (1 - \tau)r + d - \tau d$. Cependant, on peut la simplifier sous la forme $p \frac{\partial F}{\partial K} = r + d$, ce qui montre que, dans le cas de référence avec une déductibilité des intérêts et un schéma d'amortissement identique à l'amortissement économique, les décisions d'investissement de l'entreprise ne seraient pas faussées par l'impôt sur les bénéfices : à la marge, les entreprises ont la même incitation à investir qu'en l'absence d'une taxation de leurs bénéfices.

Examinons à présent les effets d'un amortissement accéléré ciblé sur les investissements écologiques. Pour ces derniers, le dernier terme de la condition du premier ordre s'accroît, car la déduction possible est supérieure à l'amortissement économique. Bien que cet amortissement initial accru ne soit pas compensé par un amortissement moindre pour les périodes suivantes, l'entreprise qui investit aura tout de même un avantage en termes de valeur actualisée nette du fait de l'anticipation de la réduction de la charge fiscale. Par conséquent, un amortissement accéléré accroîtra le revenu net, et donc l'incitation à investir dans la catégorie d'actifs bénéficiant de l'amortissement accéléré. Dans un contexte de déductibilité totale des intérêts, l'amortissement accéléré de certains investissements s'apparente dans les faits à une subvention indirecte par rapport aux autres investissements soumis au même régime d'imposition des bénéfices, mais pour lesquels l'abattement pour amortissement correspondrait au montant de l'amortissement économique.

Étant donné que les dispositions prévoyant un amortissement accéléré mises en place pour encourager spécifiquement les actions favorables à l'environnement bénéficient aux « bonnes » actions, il est clair qu'elles présentent des similitudes avec les subventions en général. Les problèmes posés sont notamment la sélection des catégories d'actifs concernées (qui favorise ainsi certains types d'investissement de réduction de la pollution au détriment d'autres), le fait d'aider des opérations qui auraient eu lieu de toutes façons et la nécessité de trouver d'autres sources de recettes pour compenser un effet négatif sur les finances publiques. En outre, le recours par certains pays à l'amortissement accéléré pour certains domaines ciblés fait bien souvent partie d'une réponse de politique économique à court terme.

Par rapport à un système standard ou existant d'impôt sur les sociétés, l'application de l'amortissement accéléré à certains secteurs peut influencer sur le type d'investissement (et pas seulement sur sa montant). Yale (2008) suggère qu'un amortissement accéléré peut en outre favoriser les investissements en biens d'équipements (généralement consacrés aux technologies en bout de chaîne) de préférence aux investissements hors biens d'équipement (généralement consacrés aux techniques de production plus propres), ce qui introduit des distorsions dans les décisions d'investissement¹⁴.

Par exemple, une entreprise qui produit de l'électricité à partir de la combustion du charbon décide de réduire ses émissions de dioxyde de soufre. Elle a deux possibilités : soit elle acquiert et installe un épurateur d'une durée de vie de 30 ans, soit elle passe d'un charbon fortement soufré (meilleur marché) à un charbon à la teneur en soufre inférieure (plus cher). Supposons que les avantages de chacune de ces solutions soient équivalents dans le régime fiscal en vigueur : l'entreprise n'a pas plus intérêt à acquérir l'épurateur et à l'amortir pendant sa durée de vie utile sur la base des taux d'amortissement économique que de passer à un combustible plus cher, dont le coût s'ajoutera au montant de la déduction fiscale annuelle de ses frais. Avec la mise en place d'un amortissement accéléré pour les technologies écologiques, les avantages fiscaux liés à l'installation d'un épurateur deviennent nettement plus évidents en raison de l'important investissement de départ par rapport aux charges d'exploitation courantes. Ce système encourage les entreprises à investir davantage dans les technologies en bout de chaîne, et à les diffuser, plutôt que de recourir à des méthodes de production moins polluantes. En encourageant la diffusion des technologies, de telles mesures peuvent contribuer à promouvoir les effets d'apprentissage par la pratique et par l'utilisation. Cependant, le fait d'encourager certaines solutions, ou celles qui ont trait à certains domaines, peut induire un blocage technologique.

Cette mesure fiscale présente un intérêt sachant qu'un certain nombre de pays ont mis en place des dispositifs d'amortissement accéléré dans le cadre de leurs politiques environnementales. Aux États-Unis, Sansing et Strauss (1998) notent que, dans le cadre du programme de permis d'émissions de SO_x négociables, la période d'amortissement fiscal des investissements permettant de réduire la pollution était de 60 mois, soit beaucoup moins que la durée de vie utile des équipements concernés. Au Canada, les équipements qui produisent une énergie propre ou permettent d'économiser l'énergie peuvent faire l'objet d'amortissements accélérés de 50 % par an, sur une base décroissante (ministère des Finances du Canada, 2010). Le programme néerlandais Vervroegde Afschrijving van Milieu-investeringen (VAMIL) prévoit des taux d'amortissement avantageux pour certaines technologies approuvées par le gouvernement (Commission européenne, 2009). Aux États-Unis, un taux d'amortissement accéléré de 50 % existe pour les actifs éligibles qui sont réutilisés ou recyclés ainsi que pour les installations industrielles qui produisent du

biocarburant cellulosique (Service des impôts des États-Unis, 2010). En outre, le Mexique applique un abattement pour amortissement de 95 % la première année pour les investissements dans les énergies solaires, éoliennes et géothermiques (KPMG, 2007).

L'Espagne a mis en place (comme l'indique l'encadré 4.7) un crédit d'impôt pour certains investissements en biens d'équipement écologiques, qui a pour effet de réduire le coût effectif de ces derniers, selon un principe similaire à l'amortissement accéléré. L'analyse de cette initiative n'a fait ressortir aucun lien entre sa mise en place et les dépôts de brevets dans les domaines concernés, dont certains auront pu être affectés par le fait que des investissements exigés par la loi pouvaient également prétendre à cette déduction.

L'étude de cas comportant des entretiens avec des entreprises britanniques (encadré 4.6), s'intéressait à la relation entre, d'une part, l'existence d'un système d'amortissement accéléré (appelé « Enhanced Capital Allowance scheme » et permettant de déduire 100 % des dépenses du bénéfice imposable) et, d'autre part, la performance économique et l'innovation des entreprises. Le recours à l'amortissement accéléré présentait une corrélation positive avec la productivité totale des facteurs des entreprises, ce qui laisse supposer que les entreprises profitant de cette disposition auraient modernisé leurs équipements et réalisé des gains de productivité. Cependant, le système n'aurait pas eu d'effet significatif sur le plan statistique concernant la propension des entreprises à innover (de manière générale comme dans le domaine environnemental). Il semblerait donc qu'un amortissement accéléré incite davantage à adopter des technologies existantes fortement consommatrices de capital, mais pas nécessairement à développer de nouveaux processus et technologies.

4.4.4. Réductions de la TVA motivées par des raisons écologiques

Tout comme dans le cas de l'amortissement accéléré, le système fiscal peut encourager d'autres types de mesures profitables à l'environnement (à travers l'investissement en biens d'équipement) en réduisant les taux des taxes sur la consommation. Un certain nombre de pays ont mis en œuvre des taux de TVA réduits pour encourager la consommation de produits moins polluants, souvent des appareils plus économes en énergie¹⁵. En réduisant le prix après impôt pour le consommateur, de telles mesures rendent le produit plus compétitif par rapport aux autres, tout en mettant en avant et en encourageant les modèles présentant une bonne efficacité énergétique.

Selon la vision générale relative à la politique de taxe sur la valeur ajoutée, un taux standard avec des réductions rares, voire inexistantes, constitue la conception optimale pour promouvoir l'efficacité et réduire les distorsions dans une économie (OCDE, 2009j)¹⁶. Les réductions de TVA viennent diminuer les recettes de l'État (ce qui oblige à lever d'autres impôts, causant sans doute des distorsions encore plus marquées) tout en accroissant la complexité administrative du système, à la fois pour les entreprises et pour les pouvoirs publics. Dans bien des cas, les réductions de taux sont appliquées à des fins de redistribution des revenus, aux produits alimentaires et énergétiques et à d'autres biens de consommation de base. Pourtant, ces réductions bénéficient à la fois aux citoyens les plus pauvres et les plus riches, et d'autres formes de politiques redistributrices pourraient se révéler beaucoup plus efficaces.

Les réductions de TVA peuvent être utiles si elles encouragent l'adoption d'innovations existantes par les clients. Dans des études de cas réalisées sur le marché européen des appareils ménagers, la Commission européenne (2008) indique que le passage des taux normaux de TVA des pays à des taux réduits modifierait assez

Encadré 4.6. Étude de cas : Les facteurs influant sur les dépôts de brevets des entreprises britanniques

Dans une étude effectuée conjointement à celle décrite dans l'encadré 4.1 des dirigeants d'entreprises britanniques ont été interrogés à propos d'un grand nombre de facteurs à l'aide d'une méthode d'enquête innovante, dans le but de déterminer comment les instruments de la politique environnementale, le comportement organisationnel interne de l'entreprise et les autres pressions du marché influent sur la performance des entreprises sur le plan de l'environnement, de l'économie et de l'innovation. Les résultats des entretiens étaient ensuite raccordés à des données externes relatives à la performance, à la taille, à la consommation énergétique, etc. de chaque entreprise.

Dans un premier temps ont été analysés les facteurs qui influent sur l'intensité d'énergie des entreprises. La présence (et le caractère relativement contraignant) d'objectifs de consommation d'énergie au sein de l'entreprise s'est trouvée largement associée à une moindre intensité énergétique et à une plus forte productivité totale des facteurs. En outre, plus les entreprises étaient exigeantes en matière de critères d'investissement (c'est-à-dire plus le seuil de rentabilité était élevé), plus l'entreprise consommait d'énergie. Enfin, la participation au programme britannique Enhanced Capital Allowance, qui permet de passer immédiatement en charges la totalité des coûts d'un investissement dans des projets d'économie de l'énergie ou de l'eau, a correspondu à une intensité énergétique inférieure et à une productivité accrue. Les variables relatives à la participation au programme SCEQE et au pacte CCA (Climate Change Agreement) n'étaient pas significatives.

Dans un second temps, sur la base d'une approche globalement similaire, les réponses aux entretiens ont été analysées au regard de la propension à l'innovation de l'entreprise, telle que mesurée par les réponses de cette dernière aux questions sur son niveau général de R-D, mais aussi concernant l'innovation de produits et de processus liée au changement climatique*. On a constaté que l'existence d'objectifs et l'intensité des pressions exercées par les investisseurs et les clients allaient de pair avec une plus forte propension à la R-D. La participation au programme SCEQE et l'amortissement accéléré semblent avoir eu un effet limité, peut-être en raison du faible niveau des prix et d'une assez forte imprévisibilité du système de permis. Le niveau d'exigence de la participation au CCA n'était apparemment pas non plus significatif, quoique cela s'explique sans doute par une hétérogénéité non observée (pour des résultats plus consistants et plus fiables sur cette politique, voir l'étude parallèle, dans l'encadré 4.2).

Il est ainsi intéressant de noter les différences entre les deux analyses. Le dispositif Enhanced Capital Allowance a eu un impact significatif sur l'abaissement de l'intensité énergétique des entreprises, mais pas d'effet visible sur leur propension à innover. Cette conclusion souligne le fait que abattements pour amortissement accéléré incitent à innover et à diffuser les innovations, mais qu'à elles seules elles ne suffisent pas à encourager la recherche-développement.

* Il convient de noter que cette manière de procéder diffère de l'approche de l'étude parallèle. Cette autre étude de cas avait suivi une approche plus quantitative en analysant le nombre de brevets relatifs au changement climatique revenant à certains facteurs de l'entreprise, ce qui soulevait quelques problèmes quant à l'exactitude des données relatives aux brevets. L'autre approche, en revanche, privilégie les réponses des dirigeants sur ces questions, ce qui peut donner une vision plus globale du potentiel d'innovation d'une entreprise et éliminer certains des problèmes de données liés à l'analyse des brevets.

Source : OCDE (2009g).

considérablement les parts de marché. Les réfrigérateurs et congélateurs de catégorie « B » verraient leurs parts chuter de 20 points, au profit des catégories A et A+, plus écologiques. Le changement des structures de consommation concernant les machines à laver et les lave-vaisselle serait apparemment un peu moindre. Avec l'existence

concomitante du programme SCEQE – un système de marché des quotas de CO₂ comportant un plafonnement strict – toute réduction des émissions liée à cette initiative serait sans impact sur le niveau global des émissions sur la période d'échange actuelle.

En ce qui concerne l'innovation, cet instrument sera sans doute d'une utilité limitée et les études précédentes (Copenhagen Economics, 2008; Commission européenne, 2008) n'ont pas permis d'identifier clairement l'impact sur l'innovation. Le taux de TVA réduit peut encourager les entreprises à mettre au point de nouveaux modèles pour profiter de la hausse de la demande qui devrait découler d'une baisse du prix après impôt. Lorsque la baisse de TVA n'est pas répercutée sur le consommateur final, la marge de profit accrue peut représenter une incitation supplémentaire. Cependant, dans la quasi-totalité des cas, la baisse de TVA concerne des produits qui sont déjà sur le marché, ce qui peut inciter à une montée en gamme de la production existante ou à un transfert de l'innovation à de nouveaux modèles, mais n'incite guère à lancer des produits réellement nouveaux. En outre, une fois que les produits répondent aux critères requis pour la baisse de TVA, il n'y a aucune incitation à les rendre plus efficaces, ce qui n'incite pas davantage à innover.

Alors que la réduction du taux de TVA peut avoir un faible effet incitatif sur les activités directes d'innovation (par exemple à travers les nouveaux brevets), l'adoption des innovations existantes et les augmentations de production correspondantes pourraient néanmoins à leur tour produire des effets d'apprentissage par la pratique, en raison simplement de la montée en gamme de la production et de l'extension aux nouveaux modèles d'innovations plus efficaces sur le plan énergétique. Cependant, dans certains pays, la pénétration des appareils économes se rapproche déjà de 80 % avec un taux de TVA normal, ce qui laisse une marge de manœuvre réduite pour des changements supplémentaires et risque de poser des problèmes de « passages clandestin » (Copenhagen Economics, 2008). C'est pour cela que, dans les pays qui appliquent de tels taux, il est important de surveiller en permanence les critères donnant droit à une TVA réduite, les progrès technologiques pouvant réduire à néant l'avantage lié à cette minoration.

Cependant, les impacts de ces mesures sur l'environnement ne sont pas nécessairement positifs, en raison des inconvénients qui limitent l'efficacité d'un tel instrument. Des réductions de TVA subventionnent les consommateurs qui auraient de toute façon acheté des biens économes en énergie. En réduisant le prix après impôt du produit, cette politique peut également inciter à accroître la consommation. Les consommateurs pourront dépenser autant mais acheter un appareil de capacité supérieure ou être tenté d'acquérir un équipement qu'ils n'ont pas encore (par exemple un nouveau réfrigérateur pour la cuisine, l'ancien restant utilisé à la cave). Une efficacité énergétique accrue pourrait même rendre les individus moins conscients de la consommation d'énergie des appareils. Bien que la consommation d'énergie unitaire soit meilleure, cet effet pourrait au final accroître la consommation d'énergie en valeur absolue.

Enfin, la structure des taxes sur la valeur ajoutée fait que de telles caractéristiques ne peuvent cibler efficacement que les consommateurs, mais pas les entreprises. La TVA est prélevée à chaque transfert d'un bien ou d'un service. Les entreprises peuvent également faire valoir un crédit d'impôt au titre de toutes les taxes qu'elles paient aux autres. L'incidence fiscale de la TVA touche purement et simplement la consommation finale, lorsque toute la valeur ajoutée est taxée (et taxée une seule fois en raison du remboursement de la taxe payée aux autres stades). De ce fait, une réduction du taux de

TVA sur les moyens de production (par exemple sur un lave-vaisselle plus efficace pour un restaurant) n'aura pas d'effet incitatif supplémentaire, puisque les entreprises ne paient pas la TVA¹⁷.

4.4.5. Mesures fiscales visant à réduire le coût de l'innovation

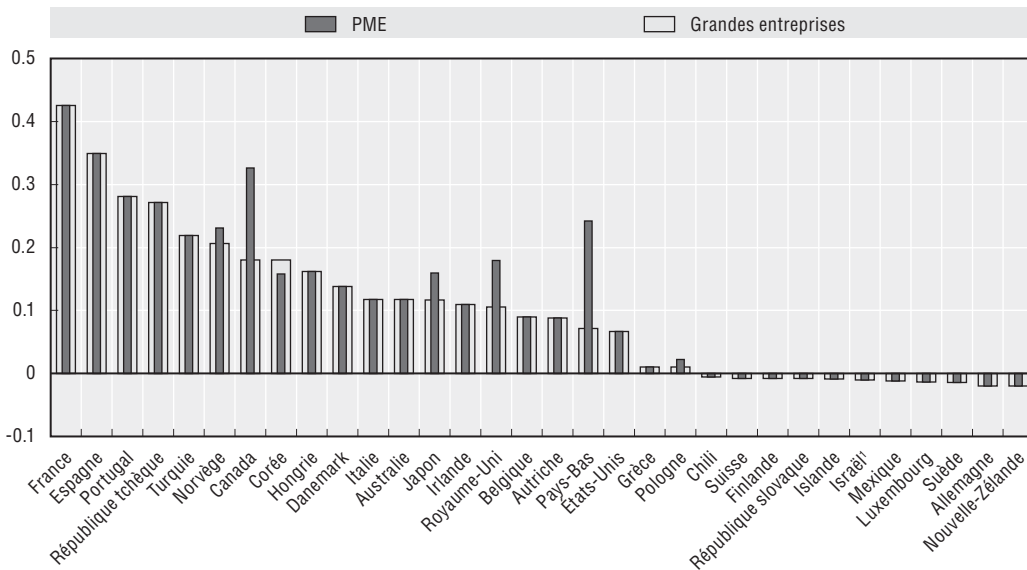
Le système fiscal peut également servir à renforcer les incitations à l'innovation – laquelle devrait avoir pour effet de créer des solutions nouvelles et moins chères aux problèmes environnementaux – en réduisant son coût. Pour ce faire, trois méthodes sont possibles :

- Premièrement, les pouvoirs publics peuvent proposer un amortissement accéléré des biens d'équipement liés à l'innovation, par exemple les équipements de contrôle ou les prototypes. Ces mesures visent à procurer un avantage aux entreprises qui achètent des biens amortissables en leur permettant d'accélérer l'amortissement. De manière générale, les problèmes posés par cet instrument sont similaires à ceux évoqués à la section 4.4.3.
- Deuxièmement, les pouvoirs publics peuvent mettre l'accent sur la réduction des coûts du travail liés aux activités d'innovation, par exemple en abaissant la charge fiscale des employeurs via une augmentation des abattements au titre des coûts de main-d'œuvre liés à la R-D ou en réduisant les taxes sur les salaires ou les cotisations patronales de sécurité sociale pour les salariés affectés à l'innovation. Ces deux approches générales peuvent abaisser les coûts après impôt des activités d'innovation (quel que soit le résultat de ces activités) mais elles peuvent avoir des effets différents sur les facteurs de production (capital ou travail) utilisés à cette fin.
- Troisièmement, les crédits d'impôt au titre de la R-D peuvent abaisser les coûts après impôt de l'innovation, qu'il s'agisse des dépenses en capital ou en main-d'œuvre, s'ils sont ouverts à toutes les dépenses de recherche-développement. Bien que les crédits d'impôt, les abattements et les réductions de taux soient des pratiques différentes¹⁸, elles contribuent toutes à diminuer les coûts de l'innovation. Sachant que les crédits d'impôt au titre de la R-D sont largement utilisés dans les pays de l'OCDE et qu'ils présentent un caractère plus général, le reste de cette section sera exclusivement consacrée à cet instrument.

Les crédits d'impôt au titre de la R-D sont de plus en plus répandus dans les pays de l'OCDE, puisque 21 d'entre eux appliquaient cette mesure en 2008, contre 18 en 2004. Dans certains pays, ce dispositif peut représenter une incitation financière supplémentaire à entreprendre des travaux de R-D, comme le montrent les taux d'avantages fiscaux implicites du graphique 4.3, puisque les crédits d'impôt au titre de la R-D représentent habituellement le principal instrument de politique fiscale favorisant l'innovation. Les petites et moyennes entreprises (PME) bénéficient même d'avantages fiscaux plus élevés dans des pays comme le Canada et les Pays-Bas.

Parmi les points les plus importants à prendre en compte pour les gouvernements souhaitant mettre en place des crédits d'impôt au titre de la R-D dans le cadre de leur politique environnementale, il faut savoir qu'une telle mesure n'apporte qu'une incitation supplémentaire à innover. Elle n'incite pas à adopter ou à utiliser davantage les nouvelles technologies puisqu'à elle seule elle ne comporte aucune incitation économique à réduire des émissions auxquelles n'est rattachée aucune valeur. Cet aspect joue un rôle important pour les avantages environnementaux des nouvelles technologies concernées (qui sont faibles si leur diffusion est réduite) mais également sur le rendement attendu de


Graphique 4.3. Avantages fiscaux accordés pour la R-D dans les pays de l'OCDE



Notes : Pour l'année 2008. L'avantage fiscal est défini comme 1 moins l'indice B, la valeur actualisée du revenu avant impôt nécessaire pour couvrir le coût initial de l'investissement en R-D et payer l'impôt sur les bénéfices des sociétés, ce qui rend de telles activités de recherche rentables. Soulignons que l'indice B n'est qu'un indicateur parmi d'autres de l'incitation à la R-D dans un pays et qu'il doit être envisagé parallèlement à d'autres facteurs, qui sont par exemple le taux d'imposition des bénéfices, les abattements pour amortissement, les autres crédits d'impôt et la politique générale de R-D. Pour davantage d'informations sur l'indice B, voir Warda (2009).

1. Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

Source : OCDE (2009k).

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932323772>

l'innovation (faible pour les entreprises innovantes si la diffusion est réduite). Intéressons-nous à l'exemple du captage et du stockage du CO₂ : si les crédits d'impôt au titre de la R-D représentent le principal instrument employé par les pouvoirs publics, les entreprises seront peu incitées à innover dans ce domaine. Même si l'innovation réduisait le coût à presque zéro, une société émettrice de CO₂ n'aurait pas un grand intérêt à investir dans cette technologie ni à l'adopter, puisqu'elle n'aurait aucune motivation en l'absence d'autres instruments de politique environnementale. Toutefois, les technologies qui encouragent une réduction des émissions de CO₂ grâce à une meilleure efficacité énergétique seraient davantage encouragées par une telle mesure en raison de l'existence préalable de prix du marché pour les sources d'énergie.

Les exemples concrets de l'efficacité des dispositions fiscales concernant la R-D et visant des objectifs environnementaux du point de vue de l'accroissement induit des dépenses de R-D sont rares dans les études sur le sujet. Certaines études générales indiquent que l'intensité de recherche-développement affiche une élasticité-prix à long terme de l'ordre de 1, bien que les réponses à court terme soient nettement moindres et que les différences puissent être importantes d'un pays à l'autre (Bloom *et al.*, 2002; Hall et van Reenen, 2000). Sachant que les taux de rendement sociaux sont généralement beaucoup plus élevés que les taux de rendement privés, l'impact sur l'économie peut être significatif. En s'intéressant à la R-D dans son ensemble, Guellec et van Pottelsbergh de la Potterie (2003) ont constaté que les avantages fiscaux et le financement direct appliqués à la R-D incitaient les entreprises à investir davantage dans ce domaine. Pour Wu *et al.* (2007),

les avantages fiscaux destinés à réduire le coût des activités d'innovation stimulent la R-D privée. L'OCDE (2009a) met en avant le fait que, bien que les gouvernements des pays membres de l'Organisation tendent à renoncer aux subventions à la R-D au profit de crédits d'impôts, aucun consensus n'existe sur le fait que cette deuxième option apporte des bénéfices nets aux pays qui l'ont adoptée.

En théorie, les crédits d'impôt au titre de la R-D sont séduisants à bien des égards. En pratique toutefois, l'application et l'usage de tels instruments présentent quelques inconvénients. Étant donné que les crédits d'impôt au titre de la R-D réduisent la charge fiscale, leur valeur pour l'entreprise peut parfois être nulle si cette dernière ne réalise pas de bénéfice durant la période concernée, en l'absence de dispositifs de report ou de remboursement. En outre, alors que certains pays ont adopté des crédits d'impôt calculés sur la base de l'accroissement des dépenses de R-D, un grand nombre sont encore calculés en fonction du volume, ce qui fait bénéficier des avantages fiscaux des activités de R-D qui auraient de toute façon été menées par l'entreprise. Même lorsque les gouvernements ne cherchent qu'à alléger le coût des dépenses de R-D supplémentaires (par exemple par rapport à une moyenne calculée sur trois ans), les entreprises peuvent encore modifier leurs programmes de recherche, tandis que les cycles économiques contribuent naturellement à provoquer des fluctuations des dépenses prévues dans ce domaine.

La capacité d'adaptation des activités de R-D à l'octroi de crédits d'impôt peut se trouver relativement réduite sachant que l'offre de moyens de production innovants (principalement des chercheurs très qualifiés) est généralement considérée comme limitée à court terme (Goolsbee, 1998). En raison de cette inélasticité de l'offre, les incitations de l'État en faveur des activités de R-D pourraient davantage accroître le coût de ces dernières, par le biais des hausses de salaires plutôt que par la quantité de travaux réalisés.

On peut considérer que les activités de R-D sont relativement mobiles d'un territoire à l'autre. En effet, la mise en place de crédits d'impôt peut développer les activités d'innovation dans une juridiction donnée, au détriment de la recherche dans une autre au régime fiscal moins favorable. Wilson (2007) constate par exemple que les crédits d'impôt au titre de la R-D stimulent fortement les activités de recherche dans un État américain donné, mais que cela se fait complètement au détriment des activités de R-D dans d'autres États. Pour les juridictions qui se préoccupent uniquement de la croissance économique interne, le fait que les dépenses de R-D viennent s'ajouter aux dépenses existantes ou qu'elles résultent d'une délocalisation ne fait pas une grande différence¹⁹. En revanche, pour l'innovation liée à l'environnement, qui s'accompagne d'avantages importants pour la collectivité, c'est le niveau global de la recherche qui importe.

Comme tel était parfois le cas pour l'amortissement accéléré ou les taux de TVA réduits, cet instrument donne lieu à certaines problématiques de ciblage. Les gouvernements doivent décider quelles sont les mesures acceptables et la gestion du crédit d'impôt peut être compliquée aussi bien pour l'administration que pour les contribuables. Les entreprises ont également intérêt à reclasser des dépenses d'exploitation normales en dépenses de R-D. Les problèmes de gestion pourraient se trouver encore plus marqués pour les crédits d'impôt au titre de la R-D visant des résultats spécifiques. Pour ce type d'activités, comme celles qui relèvent de l'environnement, les crédits d'impôt peuvent encourager la recherche dans ce domaine, mais au détriment d'autres secteurs, par un effet d'éviction.

Le gouvernement espagnol a mis en place deux dispositifs au sein du régime fiscal des entreprises : un crédit d'impôt pour la recherche, le développement et l'innovation (crédit RDI) et un autre pour les investissements en actifs pouvant prétendre au statut de biens d'équipement écologiques (décrits dans l'encadré 4.7). Il est difficile d'évaluer l'efficacité des crédits d'impôt au titre de la R-D, notamment en raison de l'absence de contre-exemple. En ce qui concerne les effets du crédit RDI sur l'environnement dans ce cas, la proportion d'entreprises faisant une demande de crédit d'impôt au titre d'investissements écologiques après avoir demandé un crédit d'impôt RDI) celle des entreprises ayant fait l'inverse, ce qui laisse supposer que le crédit RDI pourrait avoir engendré des innovations environnementales mises en application par la suite.

4.4.6. Mesures fiscales destinées à accroître le rendement de l'innovation

En plus des mesures visant à réduire le coût d'élaboration de l'innovation, les pouvoirs publics peuvent utiliser la fiscalité pour contribuer à accroître le rendement brut après impôt de l'innovation (OCDE, 2010). Comme les mesures décrites plus haut, l'adoption de dispositions supplémentaires réduisant les recettes de l'État peut nécessiter le relèvement d'autres impôts ou taxes, ce qui risque d'accentuer les distorsions dans d'autres secteurs de l'économie.

Citons parmi ces caractéristiques de stimulation de l'innovation par la fiscalité des entreprises l'exonération d'impôt (ou la réduction du taux d'imposition) applicable aux revenus de l'innovation, par exemple les redevances tirées de la propriété intellectuelle (PI). L'Irlande a adopté un tel système : les entreprises peuvent déduire de leur assiette d'imposition les revenus de leurs brevets. Dans le même ordre d'idée, les pays peuvent également réduire la charge fiscale sur le transfert de propriété intellectuelle en réduisant l'impôt sur les plus-values sur les ventes dans ce domaine, comme en France et en Grèce. Les deux approches ciblent la PI créée par une entreprise, puis transférée aux autres.

Avec une approche plus large, les pouvoirs publics peuvent accroître le rendement de l'innovation après impôt en proposant des réductions d'impôts sur tous les revenus de l'innovation, y compris la PI mise au point et utilisée au sein d'une même entreprise. Tel est précisément l'objet de la « Boîte à innovation » des Pays-Bas (qui a remplacé le programme « Boîte à brevets » en 2010). Le rendement de la PI (sanctionnée par un brevet ou une qualification spéciale de R-D) fait l'objet d'un taux d'imposition sur les sociétés de 5 % au lieu du taux légal de 25.5 % (à partir duquel des déductions sont encore possibles). Ce rendement peut inclure le paiement de redevances, des plus-values sur les ventes et les revenus internes tirés de l'utilisation de l'innovation. Bien sûr, une baisse du taux d'imposition sur les sociétés pour toutes les entreprises et tous les types d'activités accroît également le rendement après impôt de l'innovation, comme de toutes les autres composantes de l'entreprise.

L'influence de ces mesures sur la propension à innover et à adopter les innovations sera variable. Les mesures fiscales mentionnées dans cette section sont généralement appliquées à tous les types d'innovation et ne sont habituellement pas détaillées par domaine d'application, ce qui peut accroître la complexité des systèmes administratifs existants. Sachant en outre que, dans les rares pays où ces pratiques existent, les effets de ces mesures sur l'innovation et sur la diffusion des technologies peuvent se révéler assez divers (à la fois du fait de la nature des mesures et de la manière dont réagissent les entreprises), nous ne reviendrons plus sur elles à la section 4.5.


Encadré 4.7. Étude de cas : Crédits d'impôt liés à l'environnement en Espagne

Le régime espagnol d'imposition des sociétés comporte deux dispositions notables : i) un crédit d'impôt pour les dépenses éligibles de recherche, développement et innovation (crédit RDI) en cours (avec un taux plus élevé pour les investissements qui dépassent la moyenne des deux années précédentes) et ii) un crédit d'impôt pour les investissements éligibles dans la protection de l'environnement (crédit IE) visant à réduire la pollution de l'eau ou de l'air, ainsi que les déchets industriels. Le crédit d'impôt IE peut servir à un large choix d'investissements, y compris ceux requis par la réglementation en vigueur. Une analyse a été entreprise pour évaluer l'impact du crédit RDI sur l'environnement et celui du crédit IE sur l'innovation.

Premièrement, il a été constaté lors de l'évaluation de l'impact du crédit RDI sur l'environnement que la proportion d'entreprises demandant un crédit IE une année (ou deux) après avoir demandé le crédit RDI était systématiquement plus importante que la proportion de celles qui demandaient un crédit RDI une année après avoir demandé un crédit IE. Il en ressort que le crédit RDI pourrait avoir un effet positif sur les investissements favorables à l'environnement (et éventuellement sur l'innovation dans ce domaine, les entreprises cherchant à mettre en application les fruits de leurs travaux de R-D), par comparaison avec le scénario inverse, comme le montre le tableau ci-dessous.

Credit d'impôt après credit d'impôt RDI

| Recours à un crédit RDI | | Sociétés bénéficiant du crédit IE | | | Millions d'euros demandés par le biais du crédit IE | | |
|-------------------------|------|-----------------------------------|--------------|-----------|---|--------------|-----------|
| 2000 | 2003 | 2001 ou 2002 | 2004 ou 2005 | % de var. | 2001 ou 2002 | 2004 ou 2005 | % de var. |
| Oui | Non | 192 | 136 | -29.2 | 4.8 | 3.8 | -20.3 |
| Non | Oui | 338 | 395 | 16.9 | 18.6 | 26.7 | 43.7 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932324342>

Deuxièmement, lors de l'évaluation de l'impact du crédit d'impôt IE sur l'innovation, très peu de preuves d'une corrélation ont été identifiées. Il ne semble pas que les dépôts de brevets dans ce domaine aient augmenté en conséquence de la mise en place du crédit d'impôt. En outre, les mesures encourageant des processus de production plus propres sont généralement plus favorables à l'innovation que celles relatives aux technologies en bout de chaîne; or, de toutes les mesures encouragées par le crédit IE, 68 % concernaient cette dernière catégorie, le reste s'appliquant aux processus de production plus propres. Cette proportion est nettement plus élevée que pour l'ensemble des investissements des entreprises espagnoles, ce qui laisse supposer que le crédit d'impôt a joué un rôle dans le choix du type de technologie, mais pas nécessairement de son caractère innovant.

De ce fait, cette étude suggère que le crédit d'impôt RDI encouragerait davantage les investissements liés à l'environnement. Cependant, rares sont les preuves que le crédit IE encourage l'innovation. En accordant des crédits d'impôt au titre d'activités nécessaires pour répondre aux exigences réglementaires, non seulement les pouvoirs publics subventionnent la réduction de la pollution, mais encore les perspectives d'innovation sont limitées par comparaison avec un crédit d'impôt ciblant les mesures de réduction de la pollution au-delà de ce qui est requis, qui sont par conséquent davantage déterminées par l'objectif de réduction des coûts. Les conclusions de cette étude de cas sont toutefois quelque peu limitées puisque l'impact supplémentaire du crédit RDI sur l'innovation dans le domaine de l'environnement n'a pas pu être évalué.

Source : OCDE (2008).

Comme nous le laissons supposer au début de cette section, il peut arriver que des composantes structurelles des régimes fiscaux des sociétés de certains pays constituent un obstacle à certaines activités d'innovation (OCDE, 2010). Par exemple, dans de nombreux pays, les coûts de la propriété intellectuelle développée en interne peuvent généralement être passés directement en charges et bénéficier d'autres avantages fiscaux. La même PI acquise à l'extérieur sera généralement capitalisée et amortie dans le temps, ce qui induit une différence entre la PI interne et la PI externe. En outre, la nature mobile de la PI signifie que certaines pratiques d'optimisation fiscale préserveront le revenu ainsi obtenu contre une imposition dans le pays d'origine. Ces problématiques fondamentales des systèmes d'impôt sur les sociétés dépassent la portée de la présente étude.

4.5. Choix de l'instrument fiscal

Le choix d'un instrument fiscal lié à l'environnement peut avoir un impact important sur l'innovation qui en résulte (et sur l'environnement), comme nous l'avons vu précédemment. Des instruments fiscaux différents fournissent des niveaux d'incitation qui ne sont pas les mêmes aussi bien pour la création que pour l'adoption des innovations. Le schéma ci-après tente de comparer les effets des différents instruments existants sur l'innovation. Soit une entreprise dont la production s'accompagne d'émissions polluantes (et qui vend des produits susceptibles de polluer), on peut représenter ses émissions totales comme étant composées des éléments ci-après :

Graphique 4.4. Déterminants des émissions et perspectives d'innovation

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 \text{Émissions issues} & \text{Émissions issues} & \text{Émissions réduites par la} \\
 \text{de la consommation} & \text{de la consommation} & \text{suite après la production} \\
 \hline
 \text{Émissions} & \text{Émissions} & \text{Émissions} \\
 \text{Production} & \text{Intrants} & \text{réduites} \\
 \hline
 \text{①} & \text{② ③ ④} & \text{⑥} \\
 \hline
 \text{Innovation de produit} & \text{Production plus propre} & \text{Point de rejet} \\
 \hline
 \text{Innovation organisationnelle} & &
 \end{array}
 \end{array}$$

Émissions totales = $\left[\frac{\text{Émissions}}{\text{Production}} * \text{Production} \right] + \left[\frac{\text{Émissions}}{\text{Intrants}} * \frac{\text{Intrants}}{\text{Production}} * \text{Production} \right] - \text{Émissions réduites}$

Trois facteurs déterminent les émissions directes et indirectes d'une entreprise : le niveau de pollution de ses produits quand ils sont utilisés, la pollution réalisée par l'entreprise elle-même lors du processus de production, et les mesures qu'elle prend pour réduire ses émissions issues de la production une fois que la pollution existe. Le graphique 4.4 décrit également, sous l'équation, les différents types d'innovation utilisables pour réduire les émissions de chaque composante. Les chiffres représentent des mesures spécifiques envisageables à cette fin :

- ① Création de nouveaux produits de consommation dégageant moins d'émissions lors de leur utilisation. Par exemple, les entreprises pourraient proposer aux consommateurs des appareils plus efficaces dans leur utilisation de l'énergie, ce qui réduirait les émissions de CO₂, ou des peintures à haute teneur en solides dégageant moins de COV dans l'atmosphère.

- ② Utilisation d'intrants moins polluants (du même type). Par exemple, une entreprise de production d'électricité pourra employer un charbon présentant une teneur en soufre inférieure.
- ③ Utilisation d'intrants moins polluants (d'un autre type). La même entreprise de production d'électricité pourra produire son énergie à partir du gaz plutôt que du charbon, ce qui nécessitera sans doute davantage de modifications structurelles de ses équipements existants.
- ④ Réduction de l'intensité de pollution par unité d'intrant (sans modifier les intrants). Par exemple, la même centrale pourra également optimiser son équipement pour réduire les émissions de NO_x par unité de combustible (qui reste le même) mais sans modifier la consommation totale de combustible par kWh. Les systèmes de diagnostic embarqués constituent un exemple de ce type pour les voitures.
- ⑤ Réduction de la consommation d'intrants par unité de production. Par exemple, une centrale électrique pourra devenir globalement plus efficace en termes de consommation d'énergie sans modifier le niveau des émissions de NO_x par kWh en améliorant son isolation, pour empêcher les pertes de chaleur. Cela passera par une diminution de l'utilisation de combustible par kWh utilisable, et non par une baisse des émissions par unité de combustible.
- ⑥ Enfin, prise de mesures en bout de chaîne/de correction. Par exemple, un fabricant d'aluminium pourrait réduire ses émissions de CO₂ en utilisant les techniques de captage et de stockage du carbone pour empêcher les émissions de se diffuser dans l'atmosphère une fois qu'elles auront été créées.
- ①-⑥ Les innovations organisationnelles ne peuvent se rattacher exclusivement à l'un des éléments de l'équation qui précède, car elles affectent par nature l'orientation générale de l'entreprise. De ce fait, elles tendent à jouer un rôle de complément par rapport aux autres types d'innovations au sein de l'entreprise.
- ⑦ Naturellement, l'entreprise (et le consommateur) pourraient simplement produire (et consommer) moins.

Chacune de ces solutions représente un moyen de réduire les émissions au sein de l'économie. Le choix d'un instrument de politique environnementale a un effet direct sur l'encouragement de telle ou telle mesure. Le tableau 4.1 expose les cinq principales mesures fiscales, et évalue leur effet incitatif sur l'innovation et sur l'adoption de techniques innovantes pour chaque solution de réduction des émissions. On suppose dans ce tableau que chaque instrument est appliqué de manière isolée par les pouvoirs publics.

Le tableau ci-dessus montre bien que certains instruments favorisent un éventail de mesures plus large (et donc incitent davantage à l'innovation) que d'autres. Les taxes sur la pollution constituent des incitations pour les six mesures potentielles de réduction des émissions, car le prélèvement direct sur le polluant n'exclut aucune mesure possible de réduction de la pollution et apporte le plus large choix d'incitations à l'invention et à l'innovation technologique. Au fur et à mesure que l'incidence de la taxe s'éloigne du polluant effectif, cet éventail de mesures se restreint. Les taxes indirectes sur la pollution ont globalement les mêmes effets d'incitation, sauf lorsque les mesures de réduction de la pollution deviennent totalement distinctes de l'utilisation des intrants. De ce fait, les taxes indirectes sur la pollution n'ont aucun impact sur les mesures 4 et 6, ce qui rejoint les conclusions indiquant que les taxes directes sur la pollution encouragent une réduction au point de rejet relativement plus importante que les taxes indirectes sur la pollution.

Tableau 4.1. Effets des instruments fiscaux visant à encourager l'innovation

| | Propension à l'innovation | Propension à l'adoption de techniques innovantes |
|------------------------------------|---------------------------|--|
| Taxes sur la pollution | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ |
| Taxes indirectes sur la pollution | ① ② ④ ⑤ | ① ② ④ ⑤ |
| Amortissement accéléré | ③ ⑤ | ③ ⑤ |
| Crédits d'impôt au titre de la R-D | ① ③ ⑤ | ① ③ ⑤ |
| Réduction du taux de TVA | ① | ① |

Notes : Les chiffres blancs sur fond noir dénotent un important effet incitatif, alors que les chiffres noirs sur fond blanc indiquent un faible effet incitatif. En l'absence de chiffre, il n'y a aucune incitation. Soulignons que pour les taxes indirectes sur la pollution, le chiffre 2 est noirci en raison de l'hypothèse selon laquelle les taxes sur les intrants peuvent diverger en fonction des caractéristiques physiques de ces derniers. On suppose que les mesures 1 et 2 ne sont pas fortement consommatrices de capital, et également qu'aucune innovation n'a besoin d'être modifiée avant d'être adoptée (toutes les innovations peuvent donc être appliquées telles quelles). Enfin, en ce qui concerne les réductions d'impôts sur la consommation, on suppose que la mesure 5 est effectivement stimulée par l'intégration de cette technologie (par exemple une innovation améliorant l'efficacité énergétique) dans les nouveaux produits.

Les amortissements accélérés encouragent davantage l'investissement en capital matériel. Un tel instrument n'affecte pas les mesures de réduction de la pollution qui ne sont généralement pas fortement consommatrices de capital, telles que les mesures 1, 2 et 4. Même pour les mesures fortement consommatrices de capital, un amortissement accéléré en tant qu'unique instrument de politique économique n'incite pas à réduire les émissions, à moins de passer par une rationalisation accrue des autres intrants (tels que le combustible) qui ont un prix important sur le marché. C'est pourquoi la mesure 6 n'est pas encouragée par cet instrument.

De même, les seuls crédits d'impôt au titre de la R-D généralement disponibles ou ciblant le domaine environnemental ne suffisent pas à inciter à réduire les émissions, à moins qu'ils ne contribuent à abaisser le coût des processus existants ou à créer de nouveaux produits (en l'absence de prix du carbone, il n'y aurait pas de justification économique à entreprendre de la recherche-développement dans le but de réduire de manière significative le coût de captage et du stockage du CO₂, par exemple). De ce fait, seules les mesures 1, 3 et 5 seraient favorables à l'invention et à l'adoption des nouvelles techniques. En supposant que l'innovation peut être utilisée telle quelle (sans nécessiter de frais de R-D pour l'adaptation d'une entreprise à l'autre), le crédit d'impôt au titre de la R-D n'apporte aucune incitation supplémentaire à adopter l'innovation une fois que celle-ci a vu le jour, à moins que ces travaux de recherche ne ciblent l'utilisation de quelque chose qui a déjà un prix sur le marché.

Enfin, les baisses de TVA sur les acquisitions de biens écologiques incitent directement les consommateurs à adopter les innovations, puisqu'elles se traduisent par une baisse de prix directe et identifiable sur les biens et services concernés par rapport aux autres. Les entreprises sont moins fortement incitées à investir dans l'innovation puisque la baisse de la TVA ne leur apporte pas de bénéfice direct à ce niveau (même si elles bénéficieront d'une hausse de la demande, ce qui pourrait leur permettre d'augmenter leurs prix) et ces mesures sont souvent temporaires. En outre, de telles réductions de taux reposent habituellement sur une norme, comme c'est le cas pour le programme EnergyStar; or, une fois que la norme est atteinte, l'entreprise n'a plus intérêt à investir davantage.

4.6. Adoption d'un train de mesures : combinaison des instruments favorables à l'environnement et à l'innovation

Avant de décider d'agir dans ce domaine, les pouvoirs publics doivent examiner les caractéristiques existantes du régime fiscal et du système d'innovation d'un pays. En effet, ces caractéristiques peuvent d'ores et déjà exercer une influence considérable sur les objectifs poursuivis sur le plan de l'environnement et de l'innovation. Du point de vue environnemental, par exemple, les avantages fiscaux en faveur de la production de carburants fossiles ou la sous-évaluation des redevances pétrolières peuvent avoir de lourdes conséquences susceptibles de saper les efforts de protection de l'environnement. Du point de vue de l'innovation, en revanche, un système fiscal qui applique des règles restrictives aux pertes fiscales ou au report de crédits d'impôt sur d'autres périodes peut décourager l'innovation très risquée (et donc potentiellement très rentable) dans le domaine environnemental. Il est donc essentiel de bien comprendre ces caractéristiques avant de s'attaquer à d'autres problèmes.

Une fois cette analyse préliminaire effectuée, les pouvoirs publics doivent décider de la voie à suivre. Un certain nombre d'études ont démontré que les instruments fondés sur les mécanismes du marché étaient très nettement supérieurs aux approches contraignantes (Downing et White, 1986; Milliman et Prince, 1989). La théorie suggère que, plus un instrument est flexible, moins il est prescriptif, plus les entreprises ont la possibilité de trouver la manière la moins onéreuse de réduire leurs émissions²⁰.

Des travaux plus récents se sont efforcés de classer, de manière empirique, les différents instruments disponibles en fonction de leur efficacité économique et de leur effet incitatif sur l'innovation. À partir de l'exemple du secteur de l'électricité aux États-Unis et de la lutte contre le changement climatique, Fischer et Newell (2008) présentent un classement des instruments les plus à même de répondre à ces deux critères : 1) taxe/redevance sur les émissions, 2) norme de performance en matière d'émissions, 3) taxe sur les combustibles fossiles, 4) pourcentage obligatoire d'énergies renouvelables, 5) subvention aux énergies renouvelables et 6) subvention à la recherche-développement.

En pratique, les politiques environnementales de nombreux pays se composent d'un grand nombre d'outils différents; la publication de l'OCDE *Politiques de l'environnement : Quelles combinaisons d'instruments?* (2007) met quelques exemples en avant. Le fait d'avoir besoin ou non d'instruments multiples, et les interactions de ceux-ci, peuvent jouer un rôle décisif dans l'évaluation de la performance globale de la politique environnementale en termes d'innovation et d'effet sur l'environnement. Cependant, ce n'est que dans un petit nombre de cas qu'un seul instrument suffirait pour atteindre un niveau optimal de réduction des émissions de la manière la plus efficace possible. La complexité des marchés et les multiples problèmes de politique économique laissent supposer qu'un mélange d'instruments, coordonnés de manière à compenser leurs insuffisances mutuelles, représenterait la meilleure manière de respecter globalement les contraintes économiques et d'aboutir à un optimum social, pour un coût nettement inférieur. Par exemple, une campagne d'information sur l'efficacité énergétique des biens d'équipement pourrait renforcer l'effet d'une taxe sur le CO₂. La réglementation pourrait contribuer à régler les problèmes de pollution lorsque les dommages ne sont pas uniformément répartis sur le plan géographique. Cela dit, lorsque des combinaisons sont effectivement mises en place, elles doivent s'accompagner de la plus grande flexibilité pour atteindre le résultat souhaité, tout en minimisant les recoupements avec des instruments similaires

(dans le cas de l'application d'une taxe carbone et d'un système de permis négociables aux mêmes activités²¹) (OCDE, 2007).

Une fois collectées toutes ces informations, une question demeure : que peuvent faire les gouvernements pour s'assurer que les problèmes écologiques sont traités au moindre coût?

Les gouvernements peuvent choisir de n'utiliser que l'outil fiscal sur les activités dommageables à l'environnement. La taxation à but environnemental corrige l'externalité négative et répond à la production excessive de pollution. Même si certains problèmes de mise en œuvre, de politique économique et autres peuvent laisser supposer que les taxes seules ne suffisent pas à atteindre pleinement le but recherché, elles ont néanmoins un effet significatif sur l'environnement, pour un faible coût. Comme les taxes assignent un prix à la pollution, elles stimulent également l'innovation au profit de nouveaux moyens de réduire les activités dommageables à l'environnement, si elles sont bien conçues. Ces facteurs ne font qu'accroître le rendement de la conception et de l'adoption de l'innovation jusqu'à un niveau compatible avec les incitations concernant les autres biens du marché; ils ne résolvent pas les problèmes spécifiques liés aux externalités de l'innovation et ne les traitent même pas directement. La défaillance du marché de l'innovation subsiste donc.

Une seconde option serait l'utilisation d'autres instruments à caractère uniquement fiscal, tels qu'un système d'amortissement accéléré ou une baisse du taux de TVA. Ces mesures constituent des incitations à l'adoption des innovations existantes lorsque les incitations ne peuvent se répercuter sur le développement de nouvelles innovations, puisqu'il s'agit généralement de mesures à court terme. Toutefois, ces outils ne ciblent la plupart du temps que certains types d'activités de réduction de la pollution, et laissent de côté de nombreux domaines concernés par les atteintes à l'environnement. Les décideurs se retrouvent face aux mêmes problèmes que lors de la conception de subventions : soutien de la consommation, violation du principe du pollueur-payeur et interventions plus fréquentes des pouvoirs publics pour décider du type de mesure d'atténuation à stimuler. De ce fait, les gouvernements doivent faire preuve de prudence s'ils décident d'utiliser les avantages fiscaux comme outil de politique environnementale.

Une troisième option pour les gouvernements serait d'utiliser uniquement le système fiscal pour promouvoir l'innovation comme un moyen de répondre aux défis environnementaux. Ce faisant, le but serait d'encourager la mise au point de technologies qui pourraient être adoptées par le plus grand nombre. Les crédits d'impôt au titre de la R-D abaissent le coût après impôt de ces activités et peuvent donc accroître le choix d'innovations et de technologies disponibles, tout en réduisant leur coût. Le point négatif de l'utilisation d'une politique uniquement fondée sur l'innovation réside dans le fait que, pour de nombreuses inventions dans le domaine de l'environnement, les mesures fiscales concernant la R-D n'ont qu'un effet limité voire nul sur l'adoption des innovations réalisées, puisque la poursuite des activités dommageables à l'environnement ne comporte pas de coût dans un premier temps. En outre, une politique environnementale axée uniquement sur les instruments concernant la R-D incitera les entreprises à s'abstenir de prendre les mesures de réduction de la pollution immédiates et bon marché au profit des technologies qui s'annoncent. Ce report vient augmenter de manière significative le coût de la réalisation d'un objectif environnemental donné, puisque des mesures de réduction de la pollution bien plus onéreuses devront être mises en place à l'avenir (Duval, 2008).

Il convient également de prendre en considération le degré de bénéfice public de l'innovation par rapport au bénéfice privé. Plus les bénéfices privés (taux de rendement privé plus proches des taux de rendement social) d'une innovation potentielle seront importants, plus les externalités positives seront faibles. Les auteurs de l'innovation sont plus à même de récolter les fruits de cette dernière, mais les retombées sur la société sont inférieures. Il s'ensuit que les gouvernements devraient mettre l'accent sur les innovations qui présentent un important rendement pour la société, mais un faible rendement privé. L'innovation de base est toujours entachée par des délais longs, par une incertitude significative et par des résultats finaux plus flous. Ces caractéristiques peuvent induire une moindre propension des entreprises privées à se lancer dans l'innovation, même si celle-ci peut se révéler extrêmement utile et constituer le fer de lance de technologies tout à fait nouvelles (voir la section 3.3 sur les effets bénéfiques des technologies innovantes sur les coûts de l'action environnementale). Popp (2006a) constate que les brevets issus de travaux de recherche fondamentale du secteur public sont cités plus fréquemment dans les dossiers de brevets que les brevets privés, et que la production qu'ils ont permis de réaliser est ensuite citée 30 % plus souvent, ce qui dénote le rôle majeur de la recherche fondamentale pour combler un important déficit de connaissance et pour faciliter les transferts de connaissances. Les crédits d'impôt au titre de la R-D pourraient ne pas entraîner suffisamment de travaux de recherche fondamentale requis pour une politique environnementale optimale.

Pour souligner ces remarques, Popp (2006b) constate que se reposer uniquement sur les taxes ou sur les travaux de R-D pour résoudre les problèmes de changement climatique ne sera pas suffisant. Les subventions à la recherche-développement ont été plus efficaces pour encourager l'investissement dans la R-D que la mise en place d'une taxe carbone établie à un taux conforme à l'optimum social. Cependant, pour les raisons que nous avons déjà citées, les subventions à la R-D seules n'apportent pas d'avantage significatif en termes d'environnement dans le scénario du *statu quo*, et les émissions (ainsi que leurs conséquences sur la température atmosphérique) continuent de croître fortement. La combinaison d'une subvention à la R-D et d'une taxe carbone optimale favorise un investissement en R-D relativement plus important que la subvention seule, et nettement plus significatif que la taxe carbone uniquement, comme le montre le tableau 4.2.

Cependant, ces mêmes instruments qui entraînent une forte hausse des dépenses de R-D ne se traduisent pas nécessairement par des gains de bien-être aussi importants pour l'économie. Dans le modèle, la mise en place d'une politique uniquement ciblée sur la R-D

Tableau 4.2. **Effets des taxes et des subventions à la R-D sur le bien-être social**

| | Hausse en % des dépenses de R-D dans l'efficacité énergétique | Hausse en % des dépenses de R-D dans les technologies de soutien | Gain maximum de bien-être en % |
|---|---|--|--------------------------------|
| Taxe et subventions optimales à la R-D | 13.7 % | 24.7 % | 100 % |
| Taxe optimale uniquement | 1.2 % | 7.6 % | 95 % |
| Subventions optimales à la R-D uniquement | 10.3 % | 13.5 % | 11 % |

Notes : Dans les deux premières colonnes, la hausse des dépenses de R-D correspond à une projection pour 2025 relativement au scénario du *statu quo*. Ici, les technologies de soutien font référence aux sources d'énergie non productrices de CO₂.

Source : Popp (2006b).

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932324399>

n'aurait qu'un effet relatif limité sur le bien-être d'une économie par comparaison avec une taxe carbone, laquelle est elle-même presque équivalente à la combinaison d'une taxe carbone optimale et d'une politique de subvention de la R-D, comme l'indique Popp (2006c). En outre, la modélisation réalisée par l'OCDE semble indiquer qu'une politique environnementale uniquement ciblée sur la R-D ne réussirait pas – à un niveau réaliste – à stabiliser la concentration de CO₂ dans l'atmosphère (OCDE, 2009c).

Sachant que les politiques environnementales et d'innovation utilisées sont peu susceptibles, à elles seules, d'avoir le résultat escompté pour la société, il sera nécessaire d'associer les instruments entre eux d'une manière ou d'une autre. Au niveau le plus élémentaire, la présence de deux imperfections du marché distinctes, mais liées entre elles, concernant l'innovation en matière environnementale, suggère d'employer des instruments qui cibleront chacune d'entre elles. Pour cibler l'externalité environnementale, les taxes prélevées directement sur le polluant peuvent se révéler très efficaces. D'autres instruments environnementaux pourront s'avérer nécessaires lorsque la fiscalité n'a aucun impact, mais il convient d'agir avec soin pour s'assurer que les recoupements et les incitations divergentes n'affectent pas l'efficacité globale de la politique environnementale.

Intéressons-nous à présent aux politiques optimales d'innovation en présence d'une taxation. De nombreux pays ont mis en œuvre des politiques d'innovation générales qui servent à encourager une intensification des activités d'innovation et à surmonter les problèmes spécifiques qui se posent dans ce domaine. Outre les protections juridiques sont utilisés les crédits d'impôt au titre de la R-D, les subventions à la R-D et, plus généralement, l'investissement dans la formation et les infrastructures. Nous ne pouvons pas examiner ici si les politiques globales d'innovation des différents pays sont appropriées et si elles abordent correctement tous les problèmes qui entravent une innovation optimale. Cependant, si l'innovation environnementale est similaire aux autres innovations et si les pays mettent en œuvre les mesures appropriées, la combinaison de la fiscalité et des politiques générales d'innovation devrait permettre de traiter les deux externalités de manière appropriée, sans qu'aucune intervention supplémentaire de l'État ne soit nécessaire.

Toutefois, l'importante question qui se pose encore est de savoir si l'innovation dans l'environnement est similaire aux autres types d'innovation. Si ce n'est pas le cas, les pouvoirs publics pourraient devoir prendre des mesures différenciées. Jaffe *et al.* (1995) suggèrent que l'environnement représente des défis uniques pour l'innovation et qu'une action supplémentaire (et ciblée) au-delà des politiques d'innovation générales est nécessaire. Si les coûts sociaux des dommages à l'environnement sont faibles actuellement, alors que les prévisions anticipent une forte augmentation, il pourrait être important de commencer d'ores et déjà à investir dans la R-D (en avance sur ce que le marché pourrait fournir même avec un ensemble d'instruments d'innovation standard et des taxes liées à l'environnement). Compte tenu de la nature dynamique du phénomène, innover maintenant et modifier le cheminement de l'innovation peut se traduire par des coûts moins élevés à l'avenir.

En outre, l'innovation favorisée par les taxes et par les crédits d'impôt au titre de la R-D est généralement additionnelle par nature. Pour certains problèmes environnementaux, tels que des problèmes particuliers en milieu urbain, les effets sont maîtrisables (quoique évidemment non désirables) et les points de basculement (ceux qui dénotent le moment où un problème devient irréversible) ne sont pas apparents. Une

innovation additionnelle représente une approche appropriée pour répondre à ces problèmes. Dans d'autres cas, tels que le changement climatique, il existe des cibles significatives et identifiables à respecter pour éviter des troubles écologiques à grande échelle. Au cours des 40 à 50 prochaines années, il faudra pour cela réduire considérablement la teneur en CO₂ de l'économie. Des technologies innovantes (par exemple des sources d'énergie sans carbone à grande échelle) sont nécessaires pour éviter que les coûts ne soient très élevés. Une innovation additionnelle (telle qu'une amélioration de l'efficacité énergétique) ne suffira tout simplement pas à atteindre les objectifs environnementaux au coût le plus bas pour la croissance mondiale. Les incitations résultant des taxes et des crédits d'impôt au titre de la R-D encouragent une telle innovation additionnelle, mais elles risquent de ne pas suffire à surmonter tous les obstacles à une production d'innovation optimale que sont les contraintes financières, l'incertitude, la forte reproductibilité de la recherche fondamentale, des délais très longs, etc.

Étant donné que l'innovation environnementale peut différer par certains aspects des autres types d'innovation, il pourrait être insuffisant de se reposer sur des taxes liées à l'environnement et sur des crédits d'impôt généraux au titre de la R-D (ainsi que sur d'autres caractéristiques générales des politiques d'innovation). La mise en œuvre de crédits d'impôt additionnels au titre de la R-D ciblant spécifiquement certains types de résultats environnementaux ne permettrait sans doute pas de remédier au fait que de telles mesures risquent de ne pas transformer la recherche fondamentale en technologies innovantes. C'est pour cela que des efforts ciblés en faveur de l'innovation dans des secteurs clés, par exemple via des allocations de recherche, pourraient certes entraîner des coûts administratifs supérieurs, mais aussi concentrer les efforts de R-D sur les domaines qui en ont le plus besoin et apporter un soutien direct aux projets qui en valent la peine. Ces projets devraient se situer au niveau de la recherche fondamentale et encourager des mesures qui ne seraient pas susceptibles d'être prises par d'autres acteurs de l'économie. En ciblant une innovation fondamentale, mais à objet pratique, on pourrait répondre aux différents besoins de l'innovation environnementale, ce qui pourra ouvrir la voie à d'autres innovations, plus facilement utilisables, en matière de réduction des émissions. Ces actions se situeront très probablement en dehors de la sphère fiscale, et par conséquent n'entrent pas dans le champ de cette publication.

Adopter une approche plus ciblée de l'innovation fondamentale liée à l'environnement ne suffit pas à résoudre le problème. En effet, l'innovation ne présente pas une structure en silo au point qu'il suffise aux pouvoirs publics d'allouer des moyens à un niveau donné pour cibler un autre stade de l'innovation dans le même domaine. L'innovation repose sur un réseau, elle est dynamique et s'inspire des inventions émanant d'autres secteurs. Il peut être difficile, en particulier au niveau fondamental, d'évaluer ce qui est lié ou non à l'environnement. En outre, d'autres « instruments » sont également cruciaux pour entretenir une culture active d'innovation, à savoir – entre autres – un solide système de brevets, un cadre juridique sans faille, une administration fiscale efficace et une société qui encourage et accueille volontiers les innovations.

4.7. Conclusions

Le simple fait de mettre en place une imposition liée à l'environnement n'est pas une garantie de succès, car la conception de la taxe et sa mise en œuvre influent considérablement sur ses effets. L'une des constatations les moins surprenantes est que,

plus la taxe est élevée, plus l'incitation à l'innovation est importante. Au Royaume-Uni, une baisse des taux de la taxe sur l'énergie allait de pair avec une baisse des taux d'innovation. L'élargissement du champ d'application de la taxe est également favorable au développement de l'innovation, puisque le marché potentiel de cette dernière (vente aux autres entreprises/aux particuliers) se développe fortement. Ce constat vaut particulièrement pour les sociétés innovantes tierces. Même l'annonce de la création d'une taxe peut avoir des conséquences sur l'innovation.

La prévisibilité du taux et la crédibilité globale de la mesure jouent un rôle important. Sans ces caractéristiques, les investissements dont la rentabilité se mesure à long terme (tels que l'acquisition de nouveaux équipements ou les dépenses de R-D) ont beaucoup moins de chances d'être effectués. La taxe japonaise sur les émissions de SO_x fournit un exemple parlant de l'effet de l'incertitude du système sur les efforts d'innovation des entreprises à long terme. Les considérations de politique économique peuvent également avoir un impact très significatif sur l'innovation, en particulier celles qui ciblent les effets potentiels sur les entreprises très polluantes. Dans un certain nombre de cas, le recyclage des revenus représente un outil utilisé pour préserver l'incitation à la réduction de la pollution/à l'innovation, tout en minimisant l'effet sur la rentabilité et la compétitivité des entreprises visées par rapport aux industries moins polluantes. De tels mécanismes peuvent avoir de légers effets négatifs sur l'innovation au niveau de l'entreprise, mais entraîner d'importantes incitations à innover au niveau collectif. Bien qu'elle ne constitue pas un recyclage des revenus, la taxe japonaise comportait une caractéristique similaire.

Les taxes liées à l'environnement prélevées directement sur le polluant ne représentent pas les seuls outils fiscaux possibles de la politique environnementale. Bien souvent, la base d'imposition est déplacée vers un agent de la pollution, tel que le carburant ou les véhicules à moteur, en raison d'un suivi et d'une gestion bien plus aisés. De telles taxes indirectes sur la pollution réduisent le potentiel d'encouragement à l'innovation, ce qui se traduit par une efficacité moindre.

Trois autres instruments visent à encourager les bonnes pratiques plutôt qu'à décourager les mauvaises. Les systèmes d'amortissement accéléré et les réductions de taux de TVA pour les biens écologiques incitent à adopter des technologies existantes, mais leur impact sur l'innovation est beaucoup plus limité. Ces mesures partagent également nombre d'inconvénients des subventions : absence de ciblage et aide à des opérations qui auraient été décidées de toute façon. D'un autre côté, les crédits d'impôt au titre de la R-D stimulent l'innovation, mais incitent peu à adopter les nouvelles techniques. Sans prise en compte d'un prix explicite pour l'environnement, les innovations encouragées par les crédits d'impôt au titre de la R-D n'auraient aucun impact financier positif sur les pollueurs (sauf si elles contribuent également à réduire les coûts d'actions qui avaient déjà un prix explicite). Ces autres instruments fiscaux peuvent jouer un rôle dans le développement de l'innovation environnementale, mais ils présentent des inconvénients supplémentaires par rapport aux taxes directement prélevées sur la pollution. Les gouvernements doivent donc les utiliser avec prudence, et évaluer pleinement leurs avantages sur le plan écologique par rapport aux pertes de recettes fiscales qu'ils génèrent.

La création d'un train de mesures qui résoudrait de manière appropriée tous les problèmes d'environnement dépasse la portée de la présente étude, mais il est essentiel d'analyser les caractéristiques existantes du régime fiscal et du système d'innovation

susceptibles de saper les nouvelles mesures. C'est tout particulièrement vrai pour les caractéristiques du système fiscal. Si on s'intéresse plus spécifiquement aux voies explorées ici de la fiscalité et de l'innovation, quelques conclusions générales s'imposent pour la mise en œuvre de politiques nouvelles. Dans la plupart des cas, la taxation liée à l'environnement représente une bonne réponse à l'externalité négative d'une pollution excessive. De même, les politiques d'innovation généralisées qui ciblent les externalités positives de l'innovation (comme les crédits d'impôt au titre de la R-D) seront généralement favorables à l'environnement. Les innovations nécessaires pour atteindre les objectifs écologiques présentent une caractéristique supplémentaire qui les distingue des autres formes d'innovation. Le besoin de technologies innovantes issu des progrès de la recherche fondamentale pourrait être plus prononcé dans le domaine de l'environnement, ce qui pourrait justifier un meilleur ciblage des politiques d'innovation (par exemple à travers des bourses de recherche) sur les priorités de la recherche fondamentale en matière d'environnement.

Notes

1. Il convient de noter que l'effet rebond qui résulte de la prise de mesures réglementaires est sans doute nettement plus marqué que celui induit par les taxes. Dans le cas d'une mesure de réglementation sur l'efficacité des carburants pour l'automobile, par exemple, la baisse des coûts du carburant peut inciter à utiliser davantage le véhicule. En présence d'une taxe, tout effet rebond éventuel dû à l'efficacité du carburant induite par la taxe est modéré par le fait que l'usage supplémentaire du véhicule sera soumis à taxation.
2. Par exemple en décidant par la loi qu'un permis de polluer ne serait plus équivalent à l'émission d'une tonne de dioxyde de carbone, mais à 0.9 tonne.
3. Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.
4. Soulignons que, dans l'évaluation empirique de la taxe suédoise, l'impact potentiel du dispositif de remboursement sur l'innovation n'a pas pu être testé à cause de l'absence de contre-exemples.
5. Bien que les entreprises soumises au taux réduit aient dû s'engager à entreprendre certaines actions et/ou à respecter certains objectifs de nature environnementale, par exemple en matière d'efficacité énergétique, on estime généralement que ces contraintes ne se sont pas révélées particulièrement onéreuses pour les entreprises concernées.
6. Chaque entreprise se retrouverait sans doute dans une situation moins satisfaisante, puisqu'elle devrait payer une taxe équivalente alors qu'elle aurait également contribué au financement collectif de l'investissement en R-D.
7. Dans l'Union européenne, cependant, toutes les grandes entreprises sont obligées de comptabiliser en permanence de nombreuses catégories d'émissions, y compris le NO_x.
8. Soulignons que les taxes uniques sur les véhicules à moteur sont généralement combinées à des taxes récurrentes sur les véhicules, à des taxes sur les carburants, et à d'autres prélèvements, comme les droits de péage routiers.
9. Des taxes uniques plus élevées sur les véhicules neufs augmenteraient également sans doute la valeur à la revente des voitures d'occasion, ce qui limiterait cet effet.
10. Pour une liste complète des taxes sur les véhicules à moteur liées aux émissions de CO₂ dans l'OCDE, voir OCDE (2009d).
11. Précisons que les tranches du système français de bonus-malus doivent progressivement évoluer à la baisse, ce qui incite donc davantage à innover dans le domaine de l'efficacité des carburants.
12. Le taux économique d'amortissement fait référence à l'évolution de la valeur actuelle d'un actif durant une période déterminée. La variation de valeur peut avoir lieu soit en raison d'une dépréciation physique, soit à cause d'une modification de la valeur de marché de l'actif.

13. Le passage en charges immédiat constitue simplement une forme extrême d'amortissement accéléré.
14. Soulignons que, dans les régimes fiscaux les plus répandus, les charges relatives notamment à la commercialisation et à la formation des salariés sont immédiatement déductibles, alors que ces activités génèrent également des profits futurs.
15. Nombre de ces mesures coexistent avec des réductions de taux lorsque les effets environnementaux sont clairement négatifs (par exemple dans l'énergie domestique ou la viande).
16. Certaines théories laissent supposer qu'une taxation optimale sur la valeur ajoutée serait plus élevée sur les biens aux prix les plus inélastiques (taxation dite de Ramsey) mais les problèmes de gestion rendraient cette solution peu maniable. Pour une discussion plus approfondie, voir Heady (1993).
17. Les exonérations dans la structure de TVA constituent des exceptions à cette logique. Mais les taux de TVA nuls ne représentent qu'une forme extrême de la réduction des taux de TVA.
18. Les crédits d'impôt diffèrent des déductions fiscales ou de l'amortissement accéléré en cela qu'ils sont généralement indépendants du taux nominal d'imposition des bénéficiaires des sociétés. Les crédits d'impôt permettent une déduction de la charge fiscale, tandis que les dotations aux amortissements permettent une déduction du revenu net à des fins fiscales. Il est en outre possible de prévoir des crédits d'impôt remboursables.
19. Le jeu à somme nulle de la concurrence fiscale entre les différents territoires peut toutefois être préoccupant.
20. D'autres, comme Bauman *et al.* (2008), laissent entendre que les instruments fondés sur le marché ne seraient pas toujours plus efficaces que les instruments contraignants en matière d'incitation à l'innovation. Lorsque l'innovation concernant un processus de production se traduit par une augmentation du bénéfice marginal de l'émission d'une unité de pollution supplémentaire, les émissions pourraient même croître, ce qui aurait différents effets : dans un système de tarification contraignante, il n'y aurait aucun effet, alors qu'une taxe sur les émissions taxerait chaque unité de pollution supplémentaire. De ce fait, dans des cas comme celui-ci, on ne peut dire avec certitude si une taxe sur les émissions est toujours plus efficace que des instruments contraignants pour stimuler l'innovation.
21. Dans le cadre d'un plafonnement des émissions, les taxes prélevées sur un volume d'émissions rigoureusement inchangé n'entraîneront aucune réduction de la pollution tant que le plafond restera en vigueur. La taxe aura tout simplement pour effet de faire baisser les prix des permis négociables.

Références

- Acemoglu, Daron *et al.* (2009), « The Environment and Directed Technical Change », document de travail du NBER n°15451, octobre 2009, disponible sur www.nber.org/papers/w15451.
- Amir, Rabah, Marc Germain et Vincent van Steenberghe (2008), « On the Impact of Innovation on the Marginal Abatement Cost Curve », *Journal of Public Economic Theory*, 10(6), pp. 985-1010.
- Baker, Erin, Leon Clarke et Ekundayo Shittu (2008), « Technical Change and the Marginal Cost of Abatement », *Energy Economics*, 30, pp. 2799-2816.
- Baker, Erin et Ekundayo Shittu (2006), « Profit-maximizing R&D in Response to a Random Carbon Tax », *Resource and Energy Economics*, 28, pp. 160-180.
- Barradale, Merrill Jones (2008), « Impact of Policy Uncertainty on Renewable Energy Investment: Wind Power and PTC », United States Association for Energy Economists, document de travail n° 08-003, disponible sur <http://ssrn.com/abstract=1085063>.
- Bauman, Yoram, Myunghum Lee et Karl Seeley (2008), « Does Technological Innovation Really Reduce Marginal Abatement Costs? Some Theory, Algebraic Evidence, and Policy Implications », *Environmental and Resource Economics*, 40, pp. 507-527.
- Bloom, N., R. Griffith et J. van Reenen (2002), « Do R&D Credits Work? Evidence from a Panel of Countries, 1979-97 », *Journal of Public Economics*, 85, pp. 1-31.
- Canada, ministère des Finances (2010), *Budget 2010 : Tracer la voie de la croissance et de l'emploi*, ministère des Finances, Ottawa, disponible sur www.budget.gc.ca/2010/pdf/budget-planbudgetaire-fra.pdf.

- Commission européenne (2008), *The Use of Differential VAT Rates to Promote Changes in Consumption and Innovation*, 25 juin 2008, disponible sur http://ec.europa.eu/environment/enveco/taxation/pdf/vat_final.pdf.
- Commission européenne (2009), « Programme d'aide au respect de l'environnement pour les PME – VAMIL et MIA », disponible sur http://ec.europa.eu/environment/sme/cases/cases06_fr.htm.
- Copenhagen Economics (2008), *Reduced VAT for Environmentally Friendly Products*, pour la DG TAXUD, Commission européenne, disponible sur <http://databankmilieu.nl/pdf/pr-31492k17b.pdf>.
- Dixit, A. et R. Pindyck (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton.
- Downing, P.G. et L.J. White (1986), « Innovation in Pollution Control », *Journal of Environmental Economics and Management*, 13, pp. 18-29.
- Duval, Romain (2008), « A Taxonomy of Instruments to Reduce Greenhouse Gas Emissions and Their Interactions », document de travail du département des affaires économiques de l'OCDE n° 636, OCDE, Paris.
- États-Unis, Internal Revenue Service (2010), *How to Depreciate Property*, Publication 946, Cat. n° 13081F pour l'exercice fiscal 2009, disponible sur www.irs.gov/pub/irs-pdf/p946.pdf.
- Fischer, Carolyn et Richard G. Newell (2008), « Environmental and Technology Policies for Climate Mitigation », *Journal of Environmental Economics and Management*, 55, pp. 142-162.
- Goolsbee, Austan (1998), « Does Government R&D Policy Mainly Benefit Scientists and Engineers? », *American Economic Review*, 88(2), pp. 298-302.
- Goulder, Lawrence H. (1995), « Effects of Carbon Taxes in an Economy with Prior Tax Distortions: An Intertemporal General Equilibrium Analysis », *Journal of Environmental Economics and Management*, 29, pp. 271-297.
- Guellec, Dominique et Bruno van Pottelsberghe de la Potterie (2003), « The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D », *Economics of Innovation and New Technology*, 12(3), pp. 225-243.
- Hall, B et J. van Reenen (2000), « How Effective are Fiscal Incentives for R&D? A Review of the Evidence », *Research Policy*, 29, pp. 449-469.
- Heady, Chris (1993), « Optimal Taxation as a Guide to Tax Policy: A Survey », *Fiscal Studies*, 14(1), pp. 15-41.
- House, Christopher L. et Matthew D. Shapiro (2008), « Temporary Investment Tax Incentives: Theory with Evidence from Bonus Depreciation », *American Economic Review*, 98(3), pp. 737-768.
- Johnstone, Nick et al. (2001), « The Environmental Consequences of Tax Differentiation by Vehicle Age in Costa Rica », *Journal of Environmental Planning and Management*, 44(6), pp. 803-814.
- KPMG (2007), *Taxes and Incentives for Renewable Energy*, disponible sur www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Taxes-Incentives-Renewable-Energy.pdf.
- Mason, Yael (2009), ministère israélien de la protection de l'environnement, présentation au Forum mondial de l'OCDE sur l'environnement dédié à l'éco-innovation, 4-5 novembre 2009, Paris, France.
- Milliman, Scott R. et Raymond Prince (1989), « Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control », *Journal of Environmental Economics and Management*, 17, pp. 247-265.
- OCDE (2006), *L'économie politique des taxes liées à l'environnement*, OCDE, Paris. www.oecd-ilibrary.org/fr/environment/l-economie-politique-des-taxes-liees-a-l-environnement_9789264025554-fr.
- OCDE (2007), *Politiques de l'environnement : Quelles combinaisons d'instruments?*, OCDE, Paris. www.oecd-ilibrary.org/fr/environment/politiques-de-l-environnement-quelles-combinaisons-d-instruments_9789264018754-fr.
- OCDE (2008), « Taxation, Innovation, and the Environment – The Spanish Case », OCDE, Paris, disponible sur [www.oecd.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa\(2008\)38-final](http://www.oecd.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa(2008)38-final).
- OCDE (2009a), « OCDE Work on Innovation – A Stocktaking of Existing Work », Document de travail de la direction de la STI 2009/2, OCDE, Paris.
- OCDE (2009b), « Environmental Policy Framework Conditions, Innovation and Technology Transfer », document de travail ENV/EPOC/WPNEP(2009)2, OCDE, Paris.
- OCDE (2009c), *Économie de la lutte contre le changement climatique : Politiques et options pour une action globale au-delà de 2012*, OCDE, Paris. www.oecd-ilibrary.org/fr/environment/economie-de-la-lutte-contre-le-changement-climatique_9789264073913-fr.

- OCDE (2009d), « The Scope for CO₂-based Differentiation in Motor Vehicle Taxes », OCDE, Paris.
- OCDE (2009e), « Innovation Effects of the Swedish NO_x Charge », OCDE, Paris, disponible sur [www.oalis.OCDE.org/olis/2009doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa\(2009\)8-final](http://www.oalis.OCDE.org/olis/2009doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa(2009)8-final).
- OCDE (2009f), « Econometric Analysis of the Impacts of the UK Climate Change Levy and Climate Change Agreements on Firms' Fuel Use and Innovation Activity », OCDE, Paris, disponible sur [www.oalis.OCDE.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa\(2008\)33-final](http://www.oalis.OCDE.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa(2008)33-final).
- OCDE (2009g), « Survey of Firms' Responses to Public Incentives for Energy Innovation, including the UK Climate Change Levy and Climate Change Agreements », OCDE, Paris, disponible sur [www.oalis.OCDE.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa\(2008\)34-final](http://www.oalis.OCDE.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa(2008)34-final).
- OCDE (2009h), « The Impacts of the SO_x Charge and Related Policy Instruments on Technological Innovation in Japan », OCDE, Paris, disponible sur [www.oalis.oecd.org/olis/2009doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa\(2009\)38-final](http://www.oalis.oecd.org/olis/2009doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa(2009)38-final).
- OCDE (2009i), « The Influence of Regulation and Economic Policy in the Water Sector on the Level of Technology Innovation in the Sector and its Contribution to the Environment: The Case of the State of Israel », OCDE, Paris, disponible sur [www.oalis.OCDE.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa-rd\(2008\)36-final](http://www.oalis.OCDE.org/olis/2008doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa-rd(2008)36-final).
- OCDE (2009j), « Base Broadening and Targeted Tax Provisions », document de travail pour le Groupe de travail n° 2 sur l'analyse des politiques et les statistiques fiscales, CTPA/CFA/WP2(2009)23, OCDE, Paris.
- OCDE (2009k), « Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie 2009 », OCDE, Paris, www.oecd-ilibrary.org/fr/science-and-technology/tableau-de-bord-de-l-ocde-de-la-science-de-la-technologie-et-de-l-industrie_20747195.
- OCDE (2010), *La Stratégie de l'OCDE pour l'innovation : Pour prendre une longueur d'avance*, OCDE, Paris, www.oecd-ilibrary.org/fr/science-and-technology/la-strategie-de-l-ocde-pour-l-innovation_9789264084759-fr.
- Parry, Ian W. H. (2005), « Optimal Pollution Taxes and Endogenous Technological Change », *Resource and Energy Economics*, 17, pp. 69-85.
- Pearce, David (2006), « The Political Economy of an Energy Tax: the United Kingdom's Climate Change Levy », *Energy Economics*, 28(2), pp. 149-158.
- Pindyck, Robert S. (2007), « Uncertainty in Environmental Economics », *Review of Environmental Economics and Policy*, 1(1), pp. 45-65.
- Popp, David (2006a), « They Don't Invent Them like They Used to: An Examination of Energy Patent Citations over Time », *Economics of Innovation and New Technology*, 15(8), pp. 753-776.
- Popp, David (2006b), « R&D Subsidies and Climate Policy: Is There a Free Lunch? », *Climatic Change*, 77, pp. 311-341.
- Popp, David (2006c), « Comparison of Climate Policies in the ENTICE-BR Model », *The Energy Journal*, numéro spécial n°1, pp. 11-22.
- Reedman, Luke, Paul Graham, et Peter Coombes (2006), « Using a Real-Options Approach to Model Technology Adoption under Carbon Price Uncertainty: An Application to the Australian Electricity Generation Sector », *The Economic Record*, 82(S1), pp. S64-S73.
- Rosendahl, Knut Einar (2004), « Cost-effective environmental policy: implications of induced technological change », *Journal of Environmental Economics and Management*, 48, pp. 1099-1121.
- Sansing, Richard C. et Todd Strauss (1998), « How Tax Policy Can Thwart Regulatory Reform: The Case of Sulfur Dioxide Emissions Allowances », *Journal of the American Tax Association*, 20(1), pp. 49-59.
- Warda, J. (2009), « An Update of R&D Tax Treatment in OECD Countries and Selected Emerging Economies, 2008-09 », mimeo.
- Weitzman, Martin L. (1974), « Prices vs. Quantities », *The Review of Economic Studies*, 41(4), pp. 477-491.
- Wilson, Daniel J. (2009), « Beggar thy Neighbor? The In-State, Out-of-State, and Aggregate Effects of R&D Tax Credits », *The Review of Economics and Statistics*, 91(2), pp. 431-436.
- Wu, Yonghong, David Popp et S. Bretschneider (2007), « The Effects of Innovation Policies on Business R&D: A Cross-National Empirical Study », *Economics of Innovation and New Technology*, 16(4), pp. 237-253.
- Yale, Ethan (2008), « Taxing Cap-and-Trade Environmental Regulation », *Journal of Legal Studies*, 37, pp. 535-550.



Extrait de :
Taxation, Innovation and the Environment

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789264087637-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2010), « Considérations relatives à la conception des taxes et autres instruments fiscaux », dans *Taxation, Innovation and the Environment*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264087651-7-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. 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 ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.