

Chapitre 1

Introduction

Ce chapitre d'introduction expose les raisons pour lesquelles un marché non réglementé crée trop de pollution et trop peu d'innovation, la combinaison de ces deux aspects impliquant que l'innovation liée à l'environnement est doublement insuffisante. Il montre que ce type d'innovation est essentiel pour atteindre les objectifs environnementaux au moindre coût. Les points examinés sont le processus d'innovation, ses moteurs et le rôle des pouvoirs publics et de l'industrie. Le chapitre examine en conclusion le rôle que joue la fiscalité dans la correction de ces deux défaillances du marché.

Les défis auxquels l'environnement est confronté ont aujourd'hui une dimension planétaire. La croissance démographique et l'expansion économique accroissent les pressions sur l'environnement. Dans le même temps, le développement économique et l'augmentation des revenus réels qui l'accompagne dans de nombreux pays créent également un effet de richesse verte, c'est-à-dire que les individus souhaitent consacrer une plus grande proportion de leur richesse à la protection de l'environnement. Cet intérêt, de plus en plus marqué et associé à la volonté de payer pour la préservation et la protection de l'environnement, n'est pas sans limites : réaliser les objectifs environnementaux fixés de manière efficiente et à faible coût reste une priorité majeure. L'innovation est un élément clé dans la mesure où il sera beaucoup plus coûteux d'accomplir des objectifs environnementaux ambitieux avec la technologie et le savoir-faire d'aujourd'hui que de recourir à des solutions entièrement nouvelles au cours des années et décennies à venir. La conception et la mise en œuvre d'idées et de technologies nouvelles pour faire face aux problèmes environnementaux actuels sont déterminantes. Dans le même esprit, Jaffe et Stavins (1990) suggèrent que « l'incidence des politiques publiques sur le changement technologique peut faire partie, à long terme, des principaux déterminants de la réussite ou de l'échec de la protection de l'environnement. »

La présente étude porte sur un aspect particulier de la politique environnementale, la fiscalité environnementale, et examine son influence sur le processus d'innovation. Dans ce contexte, l'important n'est pas seulement la mise au point d'innovations, mais aussi leur adoption par les entreprises.

1.1. La double défaillance du marché : pas assez d'innovations et trop de pollution

Les États s'intéressent à l'innovation environnementale pour la simple raison que les mécanismes de marché ne fonctionnent pas parfaitement. L'environnement et l'innovation sont des domaines qui connaissent des problèmes économiques classiques. Les citoyens qui sont « propriétaires » de l'environnement et qui veulent moins de pollution devraient, en principe, faire payer les pollueurs pour les dégradations causées à leurs biens. Un accord conclu entre les parties devrait permettre de résoudre le problème. De toute évidence, ce n'est pas ce qui se produit. Dans le monde réel, il y a trop de pollution parce que polluer ne coûte rien et qu'il n'est pas possible de faire valoir des droits de propriété en cas d'atteintes à l'environnement.

En ce qui concerne l'innovation, les inventeurs devraient, en principe, avoir une vision parfaite des perspectives futures et disposer de tous les financements nécessaires. Par ailleurs, ils devraient pouvoir tirer tous les avantages de monopole résultant de leur invention. Là encore, cette situation n'existe pas dans le monde réel et il y a donc pénurie d'innovation. Ces contraintes du marché, associées aux externalités de connaissances, réduisent le rendement potentiel de l'innovation. Jaffe et al. (2005) considèrent que,

globalement, l'innovation environnementale et le changement technologique induits par le marché sont insuffisants.

1.1.1. Une offre d'innovation insuffisante

L'innovation joue un rôle majeur dans le soutien de la croissance économique à long terme. De nouveaux produits, des processus plus efficaces ou des méthodes de gestion novatrices peuvent ouvrir de nouvelles perspectives commerciales et améliorer la rentabilité des entreprises innovantes. Dans le domaine de la santé, l'innovation peut entraîner des progrès décisifs de la médecine; dans le secteur des transports, elle peut conduire à la production de voitures plus sûres et plus fiables; dans le commerce de détail, elle offre au consommateur un plus large choix de produits à des prix plus bas. Fondamentalement, l'innovation élargit le spectre des possibilités et conduit à une affectation plus efficace des ressources disponibles.

Les imperfections du marché créent des conditions qui ne permettent pas d'atteindre le niveau d'innovation optimal. Mais comment savoir où se situe ce niveau « optimal »? Sur un marché parfaitement efficace, les entreprises investissent dans des processus qui aboutissent (du moins l'espèrent-elles) à des innovations. Les avantages escomptés ou le taux de rendement qui revient à l'inventeur déterminent le niveau d'investissement initial. Plus le taux de rendement escompté est élevé, plus l'investissement initial est important. Sur un marché au fonctionnement parfait où tous les droits de propriété sont garantis, l'entreprise perçoit tous les avantages de l'innovation. Ainsi, le taux de rendement de l'entreprise (c'est-à-dire le taux de rendement privé) serait égal au taux de rendement de l'économie entière (c'est-à-dire le taux de rendement social incluant celui de l'inventeur) puisque l'entreprise pourrait obtenir la totalité des avantages.

Néanmoins, le marché comporte des imperfections qui font obstacle au développement de l'innovation et empêchent l'inventeur de prévoir quelle sera la valeur de l'innovation.

- *Information incomplète* : pour que la création et le développement de produits et de processus innovants soient couronnés de succès, il est essentiel de bien cerner quelles possibilités offrira l'innovation en question. Très souvent cependant, la transmission de l'information entre les acteurs économiques est imparfaite ou des incertitudes entourent les résultats des efforts déployés. De ce fait, l'information incomplète peut constituer un obstacle qui explique que le niveau d'innovation soit inférieur à l'optimum social. La prévisibilité du cadre des politiques mises en œuvre est également un élément primordial. S'il existe une fiscalité environnementale ou des systèmes de permis négociables, par exemple, les modifications du taux d'imposition ou des quotas attribués peuvent influencer sur le taux de rendement escompté d'une entreprise. Les incertitudes liées au marché constituent également un élément non négligeable dans toute décision d'entreprendre. Investir dans des activités de recherche et développement ou dans des technologies qui n'ont pas encore fait leurs preuves implique des impondérables susceptibles de nécessiter un relèvement du taux de rendement minimal permettant de survivre, surtout si un financement externe est sollicité¹.
- *Économies d'échelle* : Il existe probablement des possibilités de réaliser des économies d'échelle au niveau des intrants de l'innovation, qui sont principalement les investissements en R-D. L'acquisition d'infrastructures physiques (indivisibles pour la plupart) et le recrutement du personnel affecté à la recherche ont certainement des taux

de rendement nettement plus élevés si l'investissement initial est plus important, ce qui accroît le taux de rendement minimal de l'investissement.

Deuxièmement, de par la nature de l'innovation, qui est à la base une idée, le marché ne permet pas à l'inventeur d'en récolter tous les fruits. Plusieurs raisons l'expliquent, notamment :

- *Externalités du savoir* : étant donné qu'un inventeur ne peut pas empêcher complètement que d'autres bénéficient, directement ou indirectement, de son invention, ces retombées du savoir réduisent le taux de rendement privé. On peut donc considérer que, le taux de rendement social restant le même, en ce sens que l'économie dans son ensemble profite de l'innovation, mais le taux de rendement privé diminue car l'entreprise ne peut pas internaliser certains avantages. Comme ce sont les entreprises qui décident des projets à engager, la baisse du taux de rendement privé laisse penser que le nombre de projets engagés est plus faible que si le taux de rendement social était déterminant. Il s'ensuit que l'offre d'innovation est inférieure à l'optimum social. Les pouvoirs publics ont mis en place des instruments qui permettent aux inventeurs de s'approprier une fraction plus élevée de la valeur de leurs inventions. Il peut arriver que d'autres inventeurs, s'inspirant de l'idée initiale, lancent des projets pour lesquels le titulaire du brevet ne sera pas rémunéré. Dans d'autres cas, des idées peuvent tout simplement ne pas être protégées par un brevet et, par conséquent, être copiées par des concurrents.
- *Externalités liées à l'utilisation* : souvent, la valeur d'un produit ou processus innovant augmente avec son utilisation, c'est-à-dire que les rendements sont dynamiques et croissants en fonction de l'utilisation. L'usage qui en est fait et/ou la fabrication du produit s'améliorent et ce savoir peut se diffuser, générant des externalités positives profitant à d'autres utilisateurs. Elles sont principalement de deux types :
 - ❖ *L'apprentissage par l'utilisation* : les nouveaux utilisateurs d'une technologie apprennent à faire un usage plus efficace de l'innovation, l'adaptent et l'intègrent à leurs pratiques habituelles. Dans certaines circonstances, cet apprentissage peut constituer une source d'information pour d'autres utilisateurs et générer alors des externalités.
 - ❖ *L'apprentissage par la pratique* : de manière très similaire, mais au niveau de la production, les fabricants réalisent des gains d'efficacité en reproduisant des technologies existantes. Si d'autres fabricants ont connaissance de ces gains, ils constituent un transfert de richesse intellectuelle irrécupérable en leur faveur.

D'autres personnes peuvent aussi se contenter d'adopter une technologie existante. Même si elles ne conçoivent pas de meilleures façons de l'utiliser, le seul fait de l'employer procure à d'autres des avantages qui peuvent être assimilés à des externalités de réseau. Cela signifie que l'utilisation d'une technologie par d'autres personnes accroît son utilité parce que la valeur du produit augmente. Les téléphones et les réseaux sociaux sont des exemples classiques. En général, il n'est pas possible de capter ces gains qui génèrent donc des externalités positives en faveur d'autres utilisateurs.

Ces diverses imperfections du marché ainsi que d'autres contraintes montrent clairement que le niveau d'innovation effectif est inférieur à l'optimum social, à moins d'adopter des politiques publiques visant à stimuler l'innovation. Ces défaillances du marché n'influent pas seulement sur le niveau d'innovation et le changement technologique, mais peuvent aussi se répercuter sur le type d'innovations réalisées. Le spectre de l'innovation est infini, et peut aller d'innovations procurant d'importants

avantages publics (comme la recherche fondamentale sur la fusion nucléaire, par exemple) à des innovations générant des avantages privés importants (un mode de production plus efficace qui peut être breveté et appliqué par un monopoleur). Les entreprises privilégient les innovations offrant plus d'avantages privés. En raison des problèmes d'appropriation, de l'incertitude de certains projets à très long terme et des défaillances du marché, les innovations ayant un caractère public plus marqué sont encore moins nombreuses que celles ayant une dimension privée plus prononcée.

L'innovation est essentielle et les pouvoirs publics connaissent depuis longtemps les causes de son insuffisance. Un grand nombre d'initiatives et de programmes publics destinés à encourager le changement technologique ont été lancés. Cette stratégie s'articule autour de cinq principaux axes (le premier porte sur l'environnement de l'innovation en général, et les quatre autres concernent plus directement la question des externalités).

- *Créer un environnement favorable aux entreprises et à l'innovation* : réduire les obstacles à la création et la commercialisation d'innovations et veiller à ce qu'elles dégagent des rendements appropriés crée un contexte général propice à l'innovation par les entreprises. Ces mesures viennent compléter un environnement qui encourage les activités innovantes en général, tel qu'il existe dans une société axée sur la recherche et ouverte aux nouvelles technologies.
- *Protection des brevets* : les régimes des droits de la propriété intellectuelle offrent une protection juridique aux créateurs de propriété intellectuelle pendant un certain nombre d'années; cependant, ces structures ne sont pas parfaites et ne peuvent pas empêcher toutes les fuites d'informations.
- *Soutien direct à la recherche fondamentale* : les États investissent directement dans la recherche fondamentale menée par des laboratoires publics et des centres de recherche ou par le biais d'organismes qui octroient des subventions. Ils peuvent aussi subventionner les efforts de R-D d'entreprises privées, soit directement, soit dans le cadre de co-entreprises constituées avec des établissements d'enseignement supérieur.
- *Offre de chercheurs* : les États contribuent à l'offre de chercheurs en créant des postes dans les universités. L'objectif est double : créer un environnement plus propice à l'innovation et augmenter les budgets de R-D de façon à disposer d'un excédent une fois financées les augmentations de salaires.
- *Mesures fiscales en faveur de la R-D* : la plupart des pays de l'OCDE ont recours aux incitations fiscales en faveur des activités de R-D afin de soutenir l'innovation en surmontant les problèmes mentionnés plus haut. Ces mesures visent en général à réduire le coût marginal du capital pour les entreprises² en offrant des crédits d'impôt au titre des dépenses de R-D ou un traitement favorable pour les dépenses de capital ou de personnel.

Pour neutraliser les écarts entre les taux de rendement sociaux et privés, les régimes de protection des brevets tentent d'internaliser pleinement les externalités positives en augmentant les revenus de l'inventeur, mais ils n'ont aucun effet sur les coûts de l'innovation. En revanche, les crédits d'impôt ou les aides en faveur de la R-D sont les seuls instruments qui permettent de réduire les coûts de l'innovation, mais ils ne visent pas à augmenter les revenus de l'inventeur. Ces deux types de mesures sont susceptibles de générer des économies d'échelle dans la mesure où ils rapprochent le taux de rendement privé du taux de rendement social. La différence entre les deux approches est que, même

si les deux mécanismes ont pour but d'accroître le rendement des efforts d'innovation (en se rapprochant du taux de rendement social), les crédits d'impôt en faveur de la R-D le font sans internaliser les externalités et préservent donc les retombées positives de l'innovation qui bénéficient à l'économie dans son ensemble. Trouver le juste équilibre, compte tenu des autres pressions qui s'exercent sur les pouvoirs publics, reste un délicat problème.

Pour les États qui s'efforcent d'internaliser pleinement les externalités d'innovation, les choses ne sont pas si évidentes. D'un côté, ils doivent veiller à ce que les innovateurs puissent internaliser une grande partie des gains générés par leurs inventions afin de créer des incitations à innover. D'un autre côté, les retombées de l'innovation ont un effet positif sur le reste de l'économie, en apportant un élan et des idées qui favorisent la croissance future et des innovations supplémentaires. Cela est vrai tout particulièrement dans des domaines comme l'environnement. Les pouvoirs publics doivent donc trouver le juste équilibre entre ces deux objectifs, et l'utilisation de différents instruments dans le cadre de leur politique d'innovation est sans doute nécessaire.

1.1.2. L'excès de pollution et la surexploitation des ressources

À la différence de l'offre insuffisante d'innovation, les forces qui s'exercent sur un marché non réglementé ont pour effet de créer un excès de pollution dans l'économie. En l'absence de véritables droits de propriété liés à l'environnement, les pollueurs ne sont pas obligés de tenir compte des dommages qu'ils causent à l'environnement³. Les effets de la pollution ne se limitent pas à l'entreprise, mais touchent la société en général dont les préjudices ne sont pas indemnisés (externalités négatives). Dans un scénario optimal, les entreprises polluantes opéreraient pour un niveau de production auquel le coût marginal de réduction des émissions serait égal à la valeur marginale de l'environnement pour la société, c'est-à-dire la valeur d'une unité de pollution supplémentaire. En l'absence de mécanismes efficaces permettant de convertir la valeur de l'environnement pour la société en une contrainte économique imposée aux entreprises, les émissions polluantes se poursuivront tant que le coût marginal pour l'entreprise sera nul (aussi longtemps qu'elle pourra polluer gratuitement). Cela veut dire qu'elle polluera jusqu'au moment où ce ne sera plus économiquement rentable pour elle, c'est-à-dire bien au-delà de l'optimum pour la société.

Les pouvoirs publics disposent d'une gamme d'instruments pour remédier aux problèmes environnementaux. Par le passé, certaines politiques reposaient sur des réglementations prescriptives qui limitaient la marge de manœuvre des entreprises et l'éventail des mesures de lutte contre les émissions, mais qui fournissaient aussi des orientations claires en vue de réduire la pollution. Ces dernières années, les pays se sont tournés vers des stratégies davantage axées sur le marché.

- *Les approches réglementaires* : appelées également approches « normatives », elles fixent traditionnellement des plafonds et/ou imposent des méthodes à certains secteurs d'activité. Il peut s'agir de limites à l'intensité des émissions, de décrets imposant des technologies ou de limitations d'émissions en termes absolus. Elles visent des secteurs ou des caractéristiques spécifiques de produits et concernent, en général, les plus grandes entreprises des secteurs concernés.
- *Les approches volontaires* : les pouvoirs publics peuvent également entretenir des relations de coopération avec des partenaires dans un secteur d'activité en vue de parvenir à des

accords contraignants ou non contraignants concernant les émissions ou bien établir des programmes auxquels les entreprises peuvent participer sur une base volontaire, ce qui limite le besoin de légiférer.

- *Les instruments économiques* : ces instruments reposent sur l'émission de signaux de prix destinés à inciter les entreprises à trouver un moyen de réduire les émissions au moindre coût, en attribuant un coût à l'activité causant des dommages environnementaux. Ils peuvent prendre la forme d'une taxe sur les polluants, d'une taxation indirecte de la pollution ou d'un système d'échange de droits d'émissions qui attribue par voie d'enchères ou gratuitement des permis qui donnent à leur titulaire le droit de polluer (ou qui attribue des « crédits » d'émissions aux pollueurs qui diminuent leurs émissions au-delà d'un plancher). En règle générale, ces permis et crédits peuvent être échangés ou mis en réserves pendant une certaine période et ont des caractéristiques et des effets très similaires à ceux des taxes.
- *Subventions* : au lieu de tenter de réduire la pollution en taxant les « mauvaises » actions, les pouvoirs publics peuvent aussi subventionner les « bonnes » actions. En réduisant le coût d'initiatives ou de produits respectueux de l'environnement, on peut influencer sur la structure de l'offre et de la demande.
- *Informations* : en complément des mesures citées plus haut, les pouvoirs publics mènent souvent des campagnes d'information et de sensibilisation aux problèmes liés à la protection de l'environnement. Elles peuvent prendre la forme de messages publics incitant les citoyens à adopter des comportements écologiques ou fournir des informations plus détaillées sur les choix de consommation à préconiser pour protéger l'environnement, par exemple en donnant des renseignements détaillés sur la consommation d'énergie et les coûts prévus sur la durée de vie de certains appareils. Ces renseignements, qui sont en général difficiles à obtenir par le consommateur ou à comparer entre les différentes solutions proposées, peuvent contribuer à surmonter les obstacles liés à l'information et à renforcer la fiscalité environnementale sur l'énergie, par exemple⁴.

Il est difficile de déterminer les meilleurs instruments de politique environnementale compte tenu de la diversité des paramètres et de la persistance de certains obstacles à la mise en œuvre d'une politique optimale. Il est primordial de s'assurer que les instruments de politique environnementale procurent les résultats escomptés au coût le plus bas (ce qui implique d'encourager toutes les possibilités de réduire les émissions à tous les niveaux de pollution). Du point de vue théorique en particulier, la fiscalité environnementale et les systèmes de plafonnement et d'échange sont considérés comme un choix optimum puisqu'ils permettent d'obtenir les deux efficacités décrites plus haut (plus encore si la localisation précise de l'activité polluante est d'importance limitée). Toutefois, les lourdeurs administratives, les contraintes en matière d'information et les pressions tenant à l'économie politique ainsi que d'autres considérations engendrent des situations dans lesquelles d'autres instruments peuvent fournir de meilleurs résultats. Pour ces raisons, d'autres approches de la fiscalité environnementale (seule ou combinée à d'autres mesures) sont parfois plus efficaces.

1.2. Innovation et protection de l'environnement efficiente et à faible coût

Des avancées ou percées technologiques peuvent réduire considérablement les coûts liés à la réalisation d'objectifs environnementaux ou permettre d'atteindre des objectifs

environnementaux ambitieux au même coût. Ces innovations peuvent être de portée limitée, par exemple dans le cas d'une entreprise qui adopte une nouvelle méthode de calibrage des équipements industriels permettant de réduire les émissions polluantes, ou plus radicales comme le développement de sources d'énergie de substitution.

1.2.1. Pourquoi l'innovation doit jouer un rôle essentiel dans la politique de l'environnement

Les économistes créent des modèles de changement climatique, comme celui emblématique qui modélise les effets de l'innovation sur le coût économique des actions menées. Les résultats obtenus présentent des écarts considérables, mais ils ont en commun de montrer que l'innovation contribue grandement à réduire l'impact financier des mesures à mettre en œuvre pour faire face aux problèmes environnementaux. Popp (2004) a créé un modèle dans lequel l'innovation découle des nouvelles mesures environnementales. L'innovation entraîne une augmentation de 10 % du bien-être dans un scénario de taxe carbone optimale, qui résulte essentiellement d'économies de coût plutôt que d'améliorations environnementales supplémentaires. Gerlagh et Lise (2005) concluent qu'un modèle de changement climatique qui prend en compte le changement technologique avec une taxe carbone constante génère des réductions d'émissions trois fois plus importantes qu'un modèle qui ne tient pas compte de l'innovation. Kemfert et Troung (2007) estiment que la prise en compte du changement technologique induit atténue considérablement les effets négatifs sur le PIB des mesures de lutte contre le changement climatique. De même, Gerlagh (2008) estime qu'en intégrant le changement technologique dans son modèle, la taxe carbone optimale est inférieure de moitié à ce qu'elle serait dans un scénario d'où l'innovation serait absente.

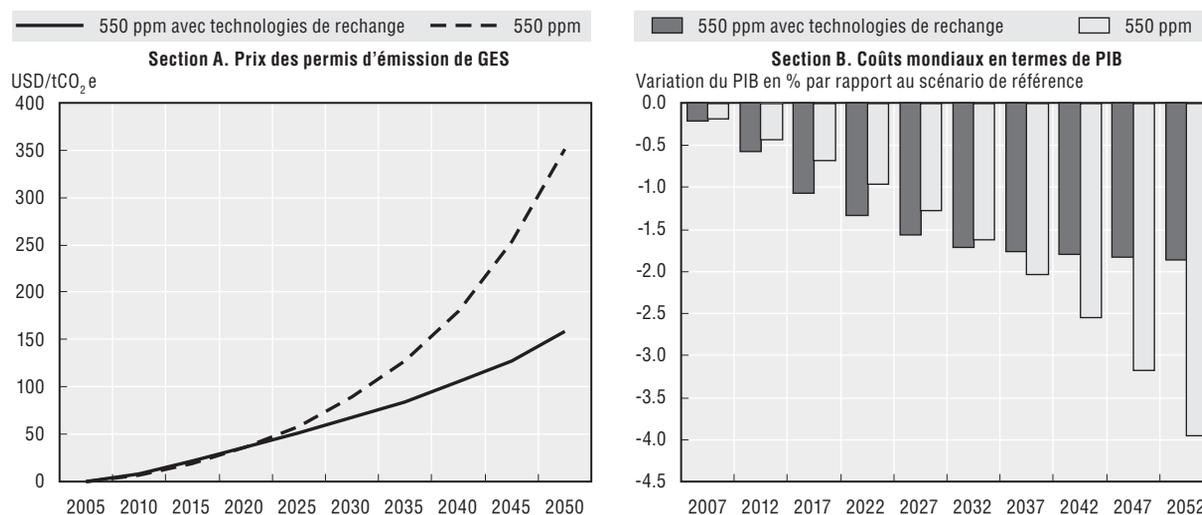
Dans le modèle construit par l'OCDE, l'innovation potentielle a un impact important sur les coûts et l'incidence des politiques d'atténuation du changement climatique, comme l'illustre le graphique 1.1. Dans l'hypothèse de deux technologies marquant un progrès décisif (le modèle pose comme hypothèse que ces technologies qui ne sont pas déterminées et pas encore mises au point seront viables dans le futur), les efforts plus onéreux de réduction de la pollution découlant de l'innovation progressive (qui a des coûts marginaux supérieurs) n'ont plus lieu d'être. En conséquence, l'incidence négative des politiques de lutte contre le changement climatique sur le PIB en 2050 est réduite de moitié et le prix du carbone (sous l'effet des taxes ou des permis négociables) requis pour parvenir à un objectif de stabilisation de 550 ppm pour les gaz à effet de serre baisse considérablement. L'effort à fournir et les ressources nécessaires à court terme pour développer ces technologies radicalement nouvelles sont plus importants que si on s'en remet uniquement à l'innovation progressive, avec des effets à court terme plus marqués sur le PIB. Toutefois, à plus long terme, ces investissements dégagent des dividendes importants puisqu'ils stabilisent efficacement les pertes en termes de PIB. Par conséquent, il est essentiel de connaître les éléments qui favorisent l'innovation. Pour commencer, il faut avoir une bonne compréhension du processus en question.

1.2.2. Le processus d'innovation

On distingue trois phases dans l'innovation : la conception et la mise au point, son adoption (ou diffusion) dans l'économie et enfin son transfert entre les pays. Les sections suivantes examinent le mode de fonctionnement du processus et l'intérêt qu'il présente.

Graphique 1.1. Effets estimés de l'innovation

Prix estimés des permis d'émission et coûts en termes de PIB



Notes : Les émissions d'autres gaz que le CO₂ ne sont pas prises en compte par le modèle utilisé dans cette analyse et sont donc exclues de ces simulations. Le scénario de stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre à 550 ppm utilisé ici est en fait un scénario à 450 ppm de CO₂ seulement et les prix des gaz à effet de serre sont les prix du CO₂. La stabilisation de la concentration de CO₂ à 450 ppm correspond à la stabilisation de la concentration globale des gaz à effet de serre à environ 550 ppm.

Source : OCDE (2009a).

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932323449>

Par ailleurs, l'OCDE a défini une stratégie pour l'innovation (OCDE, 2010) qui répond globalement aux problèmes d'innovation.

Le développement et les moteurs de l'innovation sont des éléments qui, sur le plan théorique, sont bien connus (voir OCDE (2009b) pour un examen plus complet de cette question). D'une part, certains facteurs du côté de la demande stimulent l'innovation tirée par le marché. Les consommateurs, en réponse à des influences et appétences diverses, alimentent une demande pour des avancées technologiques (et encouragent la concurrence à fournir des biens et services existants à moindre coût). Les entreprises réagissent en investissant dans la R-D et en déployant rapidement des innovations. Ces innovations issues d'une demande tirée par le marché sont généralement plus élaborées et prêtes à être commercialisées, et les entreprises sont plus confiantes dans leurs possibilités de remporter un succès commercial. Ces innovations résultant d'une demande tirée par le marché sont en général le produit de deux facteurs :

- Les pressions concurrentielles s'exerçant sur un marché qui fonctionne correctement constituent le principal moteur de l'activité novatrice. La mise au point de nouveaux produits permettant d'obtenir un avantage sur le marché peut fortement inciter à investir dans l'innovation. L'industrie de haute technologie constitue un excellent exemple dans lequel le développement quasi constant de produits est crucial pour la réussite d'une entreprise.
- Adapter les processus en place et fabriquer les produits existants de manière plus efficiente en réduisant le coût des intrants peut permettre aux entreprises de remporter des parts de marché supplémentaires grâce à des prix plus compétitifs. C'est surtout vrai dans des industries où la production est relativement homogène, comme la production d'électricité.

D'autre part, les innovations poussées par la technologie ou par les produits interviennent généralement à un stade beaucoup plus précoce et sont davantage influencées par des facteurs liés aux stratégies des entreprises ou aux politiques publiques, tels que l'orientation des politiques de R-D ou la curiosité des chercheurs et des ingénieurs. Comme ces innovations potentielles n'ont pas forcément de retombées commerciales immédiates ou s'apparentent davantage à la recherche fondamentale (ce qui peut ensuite favoriser d'autres innovations), les politiques et financements publics jouent habituellement un rôle important dans ce domaine.

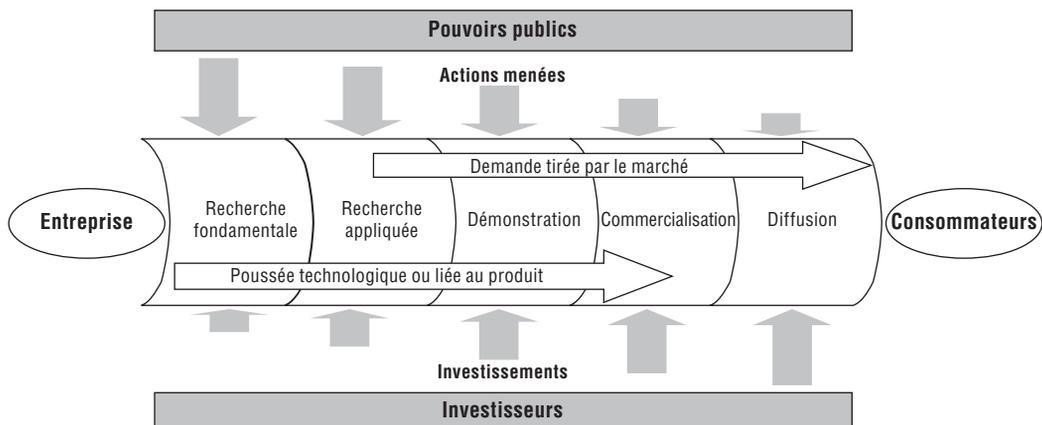
Comme l'indique le graphique 1.2, l'influence des pouvoirs publics s'atténue à mesure que l'innovation se situe à un stade de développement et de diffusion plus proche de la maturité. Ce sont alors les investisseurs qui jouent un rôle de plus en plus déterminant pour commercialiser l'innovation ou réagir à la demande des consommateurs.

Le processus effectif de création de l'innovation n'est pas si simple que semble l'indiquer le graphique 1.2. Chaque étape du processus a une incidence sur les autres étapes, tant pour l'innovation en question que pour d'autres innovations. Les relations entre la base de connaissance, le processus de création et le processus de développement créent un modèle d'innovation « en chaîne » (Kline et Rosenberg, 1986). Le graphique 1.3 présente ce modèle qui tient compte du fait que les idées apportées par des utilisateurs en phase de développement peuvent avoir des implications sur les éléments fondamentaux de l'innovation et même induire de nouvelles innovations. Ce modèle de va-et-vient qui alterne démarrages et arrêts reflète bien le caractère généralement mouvementé, non programmé et coopératif de la mise au point d'innovations.

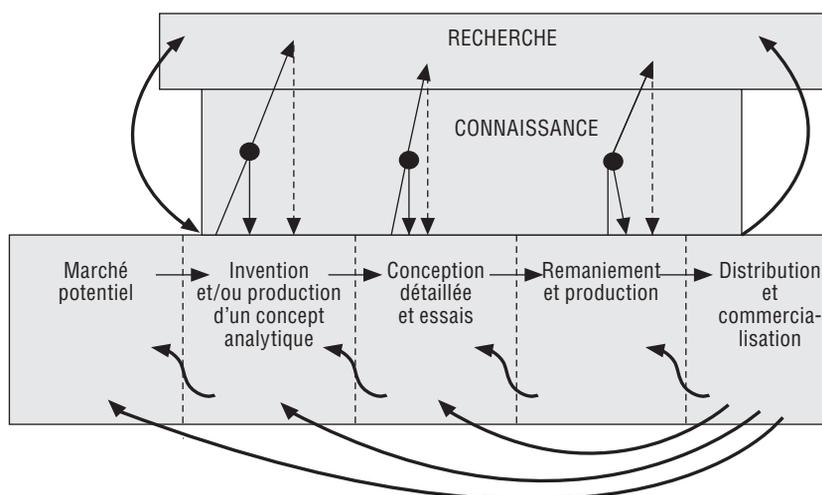
Ce modèle montre que l'innovation est un domaine beaucoup plus vaste qu'un de ses principaux vecteurs de développement, à savoir les activités de R-D. L'innovation ne se limite pas au développement d'idées au sein de l'entreprise par une équipe de spécialistes, suivi de leur commercialisation au profit de l'entreprise. L'innovation est une démarche pluridisciplinaire et coopérative qui sort du périmètre de l'entreprise. Elle s'appuie sur une expertise que détiennent différents acteurs dans d'autres domaines. Les innovations

Graphique 1.2. Moteurs de l'innovation

Innovation tirée par le marché par opposition à l'innovation poussée par la technologie ou par les produits



Source : Foxon (2003).

Graphique 1.3. **Modèle d'innovation en chaîne**

Source : Kline et Rosenberg (1986).

proprement dites peuvent être utilisées par de nombreux acteurs, dans l'entreprise, dans le secteur d'activité et au-delà.

Les relations et facteurs mis en lumière dans les graphiques 1.2 et 1.3 interagissent avec de nombreuses forces qui déterminent ou guident le rythme et l'orientation de l'innovation. Un contexte favorable à l'innovation peut influencer les personnes qui décident d'investir dans des activités de ce type. Les marchés où la réglementation est moins pesante semblent produire davantage d'innovations (Jaumotte et Pain, 2005). Un contexte macroéconomique stable (caractérisé notamment par des taux d'intérêt stables et relativement bas) est une condition tout aussi importante qui offre certaines garanties de récolter à l'avenir les fruits d'une innovation (OCDE, 2006). Enfin, l'offre de professionnels et de chercheurs de haut niveau peut stimuler les activités innovantes. L'existence d'un monopole a des effets ambigus sur l'innovation, dans la mesure où un marché fortement concurrentiel incite à innover pour accroître l'efficacité alors que les structures monopolistiques incitent fortement à innover pour réaliser des bénéfices (Howitt, 2009).

Il semble que le contexte social, économique et matériel dans lequel s'inscrit le développement technologique influe également sur l'innovation (OCDE, 2009b). Par exemple, les infrastructures en place et le niveau scientifique sur lesquels repose l'innovation, les institutions financières et réglementaires, les aspects culturels liés à l'acceptation et l'encouragement de l'innovation et les facteurs politiques diffèrent d'un pays à l'autre et exercent une influence particulière. La convergence de ces facteurs peut créer un contexte favorable, susceptible de fournir un solide appui à l'innovation. À titre d'exemple, une étude réalisée par Johnstone *et al.* (2010) concernant l'incidence de divers facteurs sur le dépôt de brevets dans le domaine des énergies renouvelables a révélé que le facteur prépondérant (mesuré par l'élasticité) était la capacité générale d'invention d'un pays qui joue un rôle plus important que les prix d'achat, les taxes, les dépenses de R-D ou bien d'autres facteurs.

L'innovation ne peut pas déployer tout son potentiel si elle reste une idée; il est primordial de dépasser la phase de création et de mise au point. L'adoption (ou la diffusion) repose sur la propagation de l'information entre les acteurs économiques, souvent selon

un modèle de diffusion en S qui s'apparente au modèle de propagation des épidémies. Le processus peut être relativement lent et durer plusieurs années entre l'utilisation initiale et une pénétration importante du marché (Stoneman, 2001). L'adoption d'une innovation est par conséquent une condition nécessaire mais elle se heurte à différentes difficultés et contraintes. Elle dépend de plusieurs facteurs : demande des consommateurs, prix des intrants, politiques publiques et coût des autres technologies. Beaucoup d'obstacles auxquels se heurte la création de produits et processus innovants pèsent aussi sur leur adoption. Cependant, il existe parfois d'autres obstacles à l'adoption d'une technologie qui sont liés au fait que les innovations ne sont pas toujours immédiatement acceptées.

Le verrouillage technologique peut agir comme un obstacle infranchissable pour les nouveaux innovateurs. Fortes de leur succès, les innovations précédentes ont fini par dominer le marché. Les innovations nouvelles sont confrontées à la perspective de devoir surmonter cette inertie. Pour y parvenir, des investissements considérables peuvent être nécessaires sur plusieurs fronts à la fois. Par exemple, il ne suffit pas que les consommateurs considèrent l'acquisition d'un véhicule à hydrogène comme un investissement intelligent; il doit également exister un réseau de stations de recharge pour que les usagers franchissent le pas. Le verrouillage technologique des combustibles liquides représente un obstacle important pour les innovations de substitution.

Les consommateurs peuvent parfois avoir des taux d'actualisation très élevés⁵, et privilégier l'acquisition de biens à faible coût (impliquant des coûts d'utilisation supérieurs) au détriment de biens ayant un prix plus élevé (mais avec des coûts d'utilisation inférieurs). De même, pour qu'une innovation déploie tout son potentiel ou toute son utilité, l'existence d'un réseau d'autres utilisateurs de cette même innovation est indispensable. Cela a dû être une évidence pour le premier utilisateur de Facebook (ou du téléphone, d'ailleurs); en effet, la valeur des sites de réseaux sociaux, par exemple, est fonction du nombre d'autres personnes qui utilisent cette même technologie.

Les innovations à forte intensité capitalistique (ou qui sont intégrées à du capital physique) posent une difficulté majeure. Les coûts liés à la nouvelle technologie ainsi que l'existence probable d'équipements plus anciens mais qui servent encore laissent penser que l'adoption de l'innovation aura lieu quand il sera nécessaire de remplacer l'ancienne technologie par la nouvelle. L'adoption a d'autant plus de chances d'être rapide que l'innovation apporte une amélioration majeure, mais le remplacement complet de l'équipement est peu probable, sauf dans le cas d'innovations représentant des avancées très significatives. Pour évaluer le niveau d'adoption d'une innovation, on se réfère souvent au pourcentage d'entreprises l'ayant adoptée. Ceci étant, il est certainement plus intéressant d'observer le degré d'assimilation de l'innovation, c'est-à-dire sa rapidité d'intégration dans les parties essentielles des processus industriels, de création ou de prestation de services. La diffusion de l'innovation à l'intérieur des entreprises est généralement plus lente qu'entre les entreprises parce que beaucoup d'entreprises se cantonnent à adopter l'innovation dans le cadre du remplacement permanent de matériels alors que son intégration dans toute l'entreprise demande plus d'efforts (Battisti et Stoneman, 2003; Battisti, 2008). Cela donne à penser que dans les domaines qui présentent un intérêt particulier pour les pouvoirs publics, il faudrait se concentrer sur cet aspect souvent négligé lorsqu'il est question de réorienter ou d'accélérer l'adoption d'une innovation.

Enfin, la diffusion de l'innovation ne se limite pas aux entreprises d'un même pays; le transfert de l'innovation dans d'autres pays (comme dans le cas de la propriété intellectuelle) peut élargir son champ d'influence et multiplier les solutions permettant aux pollueurs étrangers de réduire leurs émissions. Le transfert de l'innovation se heurte en grande partie aux mêmes difficultés que celles rencontrées pour son adoption. La compatibilité et la souplesse des politiques environnementales des pays influent sur les possibilités de transfert. La législation fiscale, les règles en matière d'investissements étrangers et la rigueur des régimes de propriété intellectuelle jouent également un rôle dans les décisions des entreprises concernant le transfert de propriété intellectuelle, qu'elle soit autonome ou intégrée dans un produit.

1.3. Conjuguer la fiscalité, l'innovation et l'environnement

Le but de la fiscalité environnementale est d'atteindre des objectifs de protection de l'environnement mais, dans la mesure où elle a pour cible le prix de produits de consommation préjudiciables à l'environnement, elle peut influencer sur l'innovation tirée par le marché puisque les éléments déterminants de l'innovation au sein de l'entreprise sont essentiellement liés aux prix appliqués aux entreprises. Dans un environnement concurrentiel, les entreprises cherchent à maximiser leurs bénéfices, de sorte que la combinaison des prix des intrants et des extrants peut, dans une large mesure, déterminer le mode ou le type de production des entreprises. Hicks (1932) a été le premier à décrire cet impact sur l'évolution technologique en formulant l'hypothèse de l'innovation induite :

« [La] modification du prix des facteurs est intrinsèquement une incitation à inventer, et à inventer de manière à réaliser des économies au niveau de l'utilisation d'un facteur devenu relativement cher. »

Pour continuer à maximiser leurs bénéfices, les entreprises redéfinissent leur combinaison d'intrants ou d'extrants afin de maximiser leurs revenus en minimisant leurs coûts. Pour réaliser ces économies, les entreprises sont amenées à adapter non seulement leur processus de production mais aussi leur comportement axé sur la recherche d'innovation, qui devient lui aussi guidé par les nouveaux prix relatifs. Appliqué à l'environnement, cet exemple théorique est tout aussi valable. Les entreprises sont obligées de prendre en compte l'ensemble des facteurs de production, notamment l'utilisation de l'environnement (qui est « consommé » s'il y a des émissions polluantes). Le problème est que l'environnement considéré comme un intrant n'a en général aucun impact identifiable (donc aucun impact réel) sur l'entreprise en l'absence de prix lié à l'utilisation ou à la destruction de l'environnement.

Évidemment, la fiscalité peut intervenir à ce niveau. Les taxes, plus spécialement les taxes d'accise, permettent d'attribuer un prix bien défini à l'environnement et devraient donc favoriser une innovation induite puisque la fiscalité modifie le taux de rendement pour l'investisseur. En l'absence de taxes, le rendement théorique de l'invention d'un nouveau processus économe en énergie correspond au flux futur de toutes les économies d'énergie réalisées. La mise en place de taxes crée un revenu potentiel supplémentaire pour l'investisseur; en effet, le rendement de l'investissement correspond alors au flux futur de toutes les économies d'énergie réalisées, majoré par l'allègement de la charge fiscale au titre des économies d'énergie réalisées. Le rendement escompté étant plus élevé, l'investissement initial (et, par conséquent, le niveau d'innovation correspondant) devrait être plus important.

Selon l'hypothèse de l'innovation induite, la taxe ou la réglementation environnementale qui a entraîné une modification de la production a toujours une incidence négative sur l'entreprise. L'augmentation du coût de certains intrants éloigne l'entreprise de l'optimum qui était atteint auparavant⁶. La nouvelle innovation induite par ce changement permet d'atténuer mais pas de neutraliser entièrement la charge qui pèse sur l'entreprise, elle peut même l'augmenter. Dans le cas où il existerait un avantage net pour l'entreprise, l'entreprise qui serait capable d'optimiser parfaitement sa rentabilité aurait adopté ce changement même en l'absence des nouvelles mesures environnementales. En l'absence d'incitation antérieure, ce qui est vrai pour l'émission de nombreux polluants atmosphériques, les nouvelles taxes écologiques peuvent désormais constituer une incitation à réduire les émissions. Il est à noter que les taxes et les permis négociables ont en général des effets très similaires à cet égard (voir l'encadré 3.4 pour plus d'informations).

Le régime fiscal offre d'autres moyens d'action que la simple fixation du niveau des taxes sur la pollution ou de taxes indirectes (comme sur l'essence). Les taux d'impôt minorés sur les produits « verts », l'amortissement accéléré prévu par le régime de l'impôt sur les sociétés et les crédits d'impôt pour les dépenses de R-D sont d'autres dispositifs utilisés pour encourager la protection de l'environnement et l'innovation. Ces diverses mesures fiscales peuvent avoir des effets variables non seulement sur le niveau mais aussi sur le type d'innovation.

La fiscalité environnementale vise une seule externalité qui est l'excès de pollution. De ce fait, elle devrait créer davantage d'incitations à innover. Cependant, elle n'a pas pour cible particulière l'externalité d'innovation. Il est possible que les incitations à innover soient plus importantes dans les pays qui appliquent des taxes liées à l'environnement, mais les obstacles à l'innovation demeurent. C'est la raison pour laquelle il y a peu de chances que la fiscalité environnementale réussisse à elle seule à créer l'innovation optimale (tant sur le plan quantitatif que qualitatif) en vue de résoudre les problèmes environnementaux planétaires. D'autres arguments valables plaident en faveur de l'utilisation d'autres instruments dans la vaste panoplie d'outils employés par les États pour remédier à l'externalité d'innovation. Ces mesures peuvent inclure des politiques d'innovation générales, incluant par exemple la R-D et les aides accordées aux universités (domaines d'intervention traditionnels des pouvoirs publics), ou des interventions plus ciblées si nécessaire.

Par conséquent, le présent rapport examine en détail un certain nombre de questions essentielles pour savoir, par exemple, si la fiscalité environnementale a une incidence positive sur l'innovation, quels types de mesures fiscales sont les plus efficaces et quelle est l'influence de la fiscalité sur les différentes possibilités d'innover. Le recours à la fiscalité environnementale dans les pays de l'OCDE est un autre aspect étudié. Enfin, sur la base de tous ces éléments, des orientations sont formulées à l'intention des responsables de la fiscalité environnementale.

Notes

1. Le taux de rendement minimal des technologies environnementales connues est bien documenté. Jaffe et Stavins (1994) indiquent que les défaillances du marché ou les contraintes de gestion comptent parmi les raisons qui expliquent ce paradoxe apparent, à savoir que les entreprises soucieuses d'optimiser leurs profits n'adoptent pas des technologies rentables et économes en énergie. Anderson et Newell (2004) concluent que, pour les usines de production, les coûts en amont ont une plus grande influence que les coûts annuels, et que les taux d'adoption liés au taux de rendement minimal se situent entre 50 % et 100 %.
2. Outre le fait de réduire le coût marginal du capital, les États peuvent également promouvoir l'innovation en augmentant le taux de rendement marginal des activités innovantes (par exemple, les enseignements tirés de la R-D subventionnée peuvent générer des gains d'efficacité pour de futurs projets de R-D), mais ces effets ne sont en général pas aussi importants que ceux qui concernent le coût marginal du capital.
3. L'ampleur et la complexité de nombreux problèmes environnementaux, surtout le changement climatique, impliqueraient que le théorème de Coase – l'idée qui peut sembler aller à l'encontre de l'intuition selon laquelle, indépendamment de l'attribution de droits de propriété (ou de l'absence de droits de propriété), les agents économiques sont incités à régler les problèmes d'externalités en trouvant une solution efficace par la négociation, ce qui découle d'un intérêt personnel bien compris – n'est pas applicable.
4. En revanche, combiner ces campagnes d'information avec un système de plafonnement et d'échange ne conduit pas des réductions supplémentaires tant que le plafonnement total du système d'échange reste inchangé.
5. Ces taux d'actualisation élevés peuvent simplement correspondre au fait que les consommateurs préfèrent nettement consommer aujourd'hui plutôt qu'à l'avenir, sans qu'il existe nécessairement des distorsions ou défaillances du marché.
6. Ce niveau n'aurait pas été optimal pour la société, étant donné que les dommages causés à l'environnement du point de vue de la société n'étaient pas pris en compte.

Références

- Anderson, S.T. et R.G. Newell (2004), « Information Programs for Technology Adoption: The Case of Energy-Efficient Audits », *Resource and Energy Economics*, 26, pp. 27-50.
- Battisti, Giuliana (2008), « Innovations and the economics of new technology spreading within and across users: gaps and way forward », *Journal of Cleaner Production*, 16S1, pp. S22-S31.
- Battisti, Giuliana et Paul Stoneman (2003), « Inter- and Intra-firm Effects in the Diffusion of New Process Technology », *Research Policy*, 32, pp.1641-1655.
- Foxon, T. (2003), *Inducing Innovation for a Low-Carbon Economy: Drivers, Barriers and Policies*, rapport préparé pour le Carbon Trust, Londres, www.carbontrust.co.uk/Publications/publicationdetail.htm?productid=CT-2003-07&metaNoCache=1.
- Gerlagh, Reyer (2008), « A Climate-Change Policy Induced Shift from Innovations in Carbon-Energy Production to Carbon-Energy Savings », *Energy Economics*, 30, pp. 425-448.
- Gerlagh, Reyer et Wietze Lize (2005), « Carbon taxes: A drop in the ocean, or a drop that erodes the stone? The effect of carbon taxes on technological change », *Ecological Economics*, 54, pp. 241-260.
- Hicks, John R. (1932), *The Theory of Wages*, Macmillan, Londres.
- Howitt, Peter (2009), « Competition, Innovation and Growth: Theory, Evidence and Policy Challenges », dans Chandra, Vandana, Deniz Eröcal, Pier Carlo Padoan et Carlos A. Primo Braga (éd.), *Innovation and Growth: Chasing a Moving Frontier*, OCDE, Paris.
- Jaffe, Adam B., Richard G. Newell et Robert N. Stavins (2005), « A Tale of Two Market Failures: Technology and Environmental Policy », *Ecological Economics*, 54, pp. 164-174.
- Jaffe, Adam B. et Robert N. Stavins (1990), « Evaluating the Relative Effectiveness of Economic Incentives and Direct Regulation for Environmental Protection: Impacts on the Diffusion of Technology », document préparé pour le Symposium WRI/OCDE *Toward 2000: Environment, Technology and the New Century*, 13-15 juin 1990, Annapolis, Maryland.
- Jaffe, Adam B. et Robert N. Stavins (1994), « The Energy Paradox and the Diffusion of Conservation Technology », *Resource and Energy Economics*, 16, pp. 91-122.

- Jaumotte, F. et N. Pain (2005), « Innovation in the Business Sector », *Document de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE*, n° 459, OCDE, Paris. [www.oecd.org/olis/2006doc.nsf/LinkTo/NT000073EA/\\$FILE/JT03218797.PDF](http://www.oecd.org/olis/2006doc.nsf/LinkTo/NT000073EA/$FILE/JT03218797.PDF).
- Johnstone, Nick, Ivan Haščič, et David Popp (2010), « Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts », *Environmental and Resource Economics*, 45(1), pp. 133-55.
- Kemfert, Claudia et Truong Truong (2007), « Impact Assessment of Emissions Stabilization Scenarios with and without Induced Technological Change », *Energy Policy*, 35, pp. 5337-5345.
- Kline, S.J., et N. Rosenberg (1986), « An Overview of Innovation », dans R. Landau et N. Rosenberg (dir. pub.), *The Positive Sum Strategy*, National Academic Press, Washington DC.
- OCDE (2006), *Réformes économiques : Objectif croissance*, OCDE, Paris, www.oecd-ilibrary.org/fr/economics/reformes-economiques-2006_growth-2006-fr.
- OCDE (2009a), *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 (2009b), « Environmental and Eco-Innovation: Concepts, Evidence and Policies », OCDE, Paris, disponible à l'adresse [www.oecd.org/olis/2009doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa\(2009\)40-final](http://www.oecd.org/olis/2009doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa(2009)40-final).
- 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.
- Popp, David (2004), « ENTICE: Endogenous Technological Change in the DICE Model of Global Warming », *Journal of Environmental Economics and Management*, 48, pp. 742-768.
- Stoneman, Paul (2001), *The Economics of Technology Diffusion*, Blackwell, Oxford.



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), « Introduction », dans *Taxation, Innovation and the Environment*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264087651-4-fr>

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

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

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. 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.