

## ANNEXE A

# *Questions méthodologiques concernant l'élaboration d'indicateurs de l'innovation et du transfert dans les technologies environnementales*

*par*

Nick Johnstone, Ivan Haščič et Fleur Watson (Direction de l'environnement de l'OCDE)

## Introduction<sup>1</sup>

Cet ouvrage présente des analyses sur les déterminants de l'innovation relative à l'environnement – évaluant l'influence relative de différents facteurs (mesures gouvernementales, conditions du marché, capacité scientifique, etc.) sur le rythme et la structure de l'innovation et sur la diffusion de ces inventions dans l'économie mondiale. L'étude de ces deux sujets nécessite que l'on dispose d'indicateurs appropriés. Dans la présente annexe, on examine les aspects méthodologiques de l'élaboration de ces indicateurs. Cette annexe vise à servir de document de référence pour les rapports qui découleront des présents travaux.

Les indicateurs de l'innovation dans les technologies liées à l'environnement (ENV-tech) complètent ainsi les indicateurs précédemment élaborés par la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE dans les domaines des technologies de l'information et des communications, des biotechnologies ou des nanotechnologies (voir le *Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets*, 2009)<sup>2</sup>.

L'annexe est organisée comme suit. La section suivante examine les différents indicateurs couramment utilisés pour mesurer l'innovation. On considère ensuite différents indicateurs possibles du transfert de technologie. Dans les deux cas, on avance l'idée que, dans le contexte des technologies liées à l'environnement, les données sur les brevets représentent une bonne solution par comparaison avec les mesures existantes. La section finale expose la méthodologie d'élaboration des indicateurs de l'innovation et du transfert à partir des données sur les brevets.

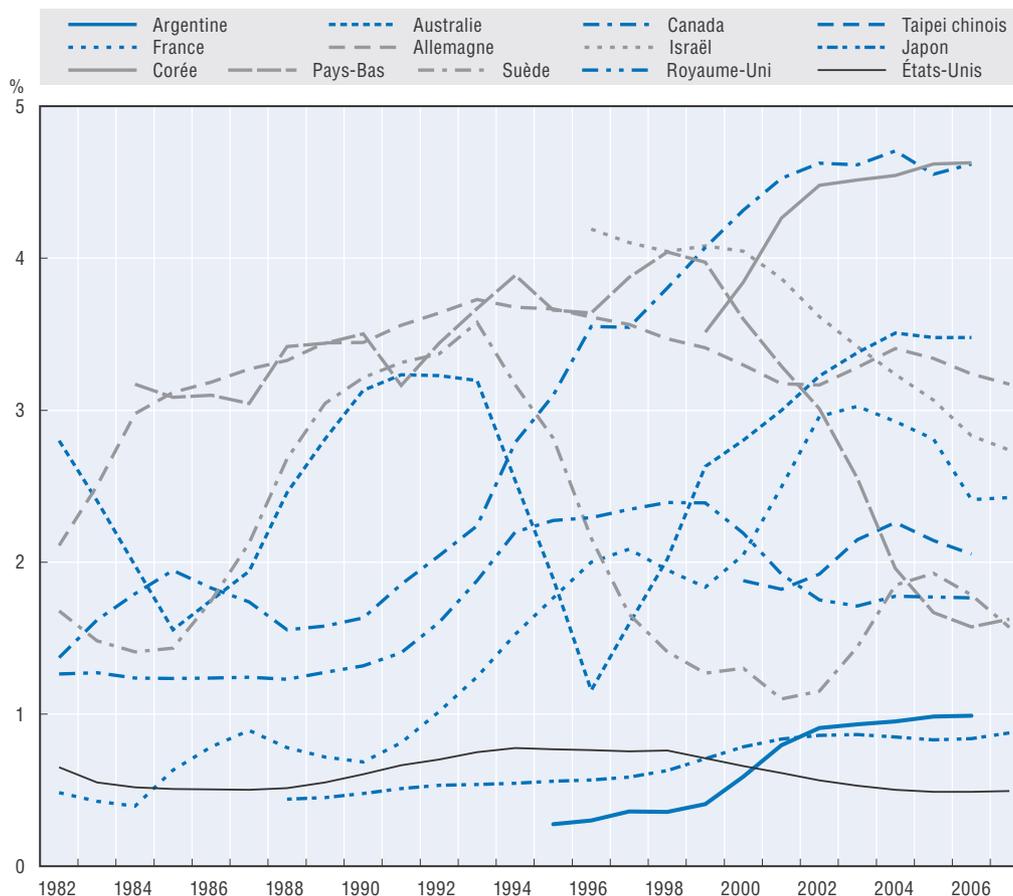
## Indicateurs de l'innovation dans les technologies environnementales

Il existe un certain nombre de candidats pour la mesure de l'innovation (voir les *Principaux indicateurs de la science et de la technologie* de l'OCDE, 2008a). Le plus couramment, les **dépenses de R-D ou les effectifs du personnel scientifique** dans différents secteurs sont utilisés comme indicateurs. Toutefois, un sous-ensemble de pays de l'OCDE ou hors OCDE ont aussi commencé à collecter des données sur les *crédits budgétaires publics de R-D* (CBPRD) par objectif socio-économique, et en particulier « pollution et protection de l'environnement »<sup>3</sup>. Le graphique A.1 montre l'évolution de quelques pays pour lesquels ces données sont relativement complètes ces dernières années. Pour la plupart des pays, ces données indiquent qu'entre 0.5 % et 4 % des CBPRD visent spécifiquement des objectifs environnementaux. Il semble que cette proportion ait largement varié d'un pays à l'autre et au cours du temps, bien qu'elle soit restée relativement stable dans de grandes économies comme l'Allemagne, le Japon ou les États-Unis.

Pendant, on observe une beaucoup plus grande uniformité entre les pays pour les CBPRD visant « l'utilisation rationnelle de l'énergie ». Pour la plupart des pays, les données indiquent que jusqu'à 5 % des CBPRD visent spécifiquement des objectifs concernant l'énergie, bien que la proportion ait diminué depuis le début de la décennie 1980 (graphique A.2).

Graphique A.1. **Pourcentage des CBPRD destinés à l'objectif « pollution et protection de l'environnement »**

(moyenne mobile sur 3 ans)

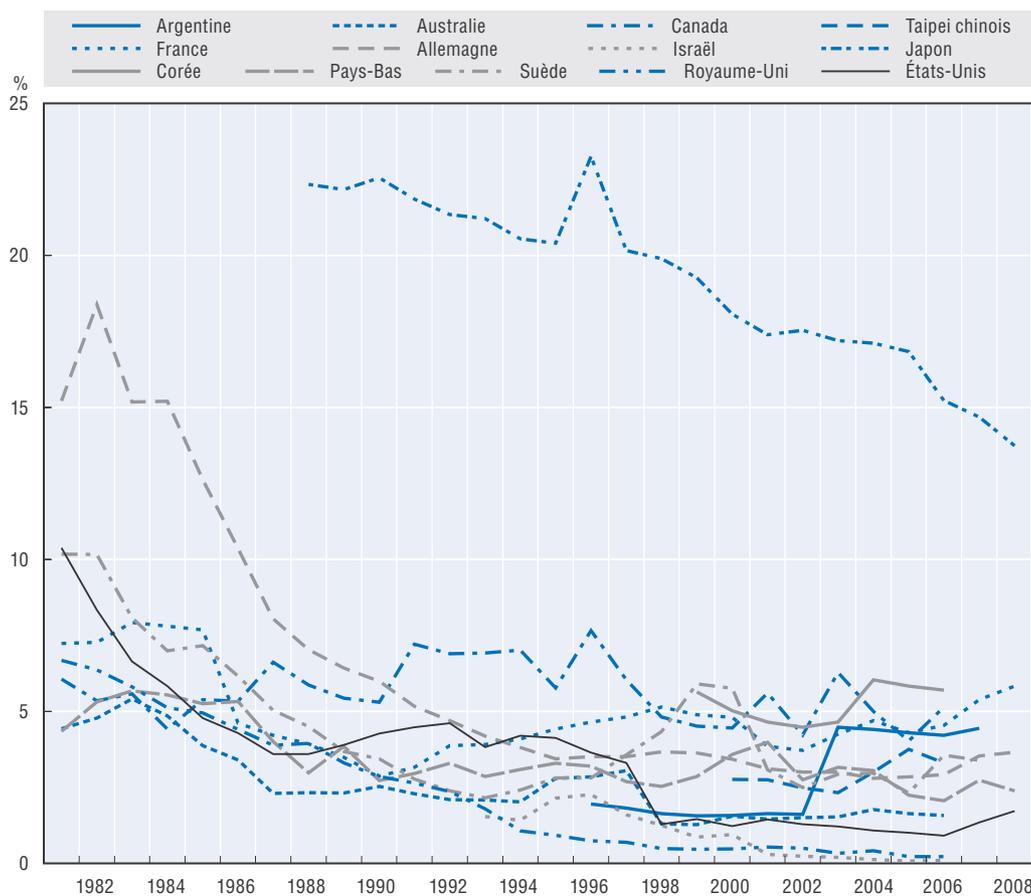


Source des données : OECD.Stat ([www.oecd.org/statistics](http://www.oecd.org/statistics)), Statistiques de la R-D.

Enfin, on possède aussi des données sur les dépenses publiques de R-D dans le secteur de l'énergie (voir OCDE/AIE, *IEA Energy Technology R&D Statistics*). Ces données comprennent les dépenses visant la production d'énergie à partir de combustibles fossiles, d'énergie nucléaire, d'énergies renouvelables, d'hydrogène et de piles à combustible, le stockage de l'énergie, ainsi que les mesures destinées à améliorer l'efficacité énergétique dans les utilisations industrielles, résidentielles et commerciales et les transports. Le graphique A.3 indique le pourcentage des dépenses totales de technologies énergétiques visant les énergies renouvelables et les mesures pour l'efficacité énergétique. D'un côté, des pays comme la Finlande, le Danemark, la Suède, l'Autriche, l'Irlande et la Hongrie consacrent une part relativement élevée de leurs budgets à ces objectifs et, de l'autre, cette part est beaucoup plus faible dans des pays comme la France, le Japon, l'Allemagne, l'Australie, la Corée, le Canada et les États-Unis, souvent à cause de plus hauts niveaux de dépenses consacrées à l'énergie nucléaire.

Bien que ces indicateurs reflètent une partie importante de l'ensemble du système d'innovation, leur utilisation comme indicateurs de l'innovation comporte un certain nombre d'inconvénients. Par exemple, en ce qui concerne les dépenses de R-D privées, les données sont incomplètes. En outre, on ne possède des données qu'à un niveau agrégé et

Graphique A.2. **Pourcentage des CBPRD destinés à l'objectif « utilisation rationnelle de l'énergie »**



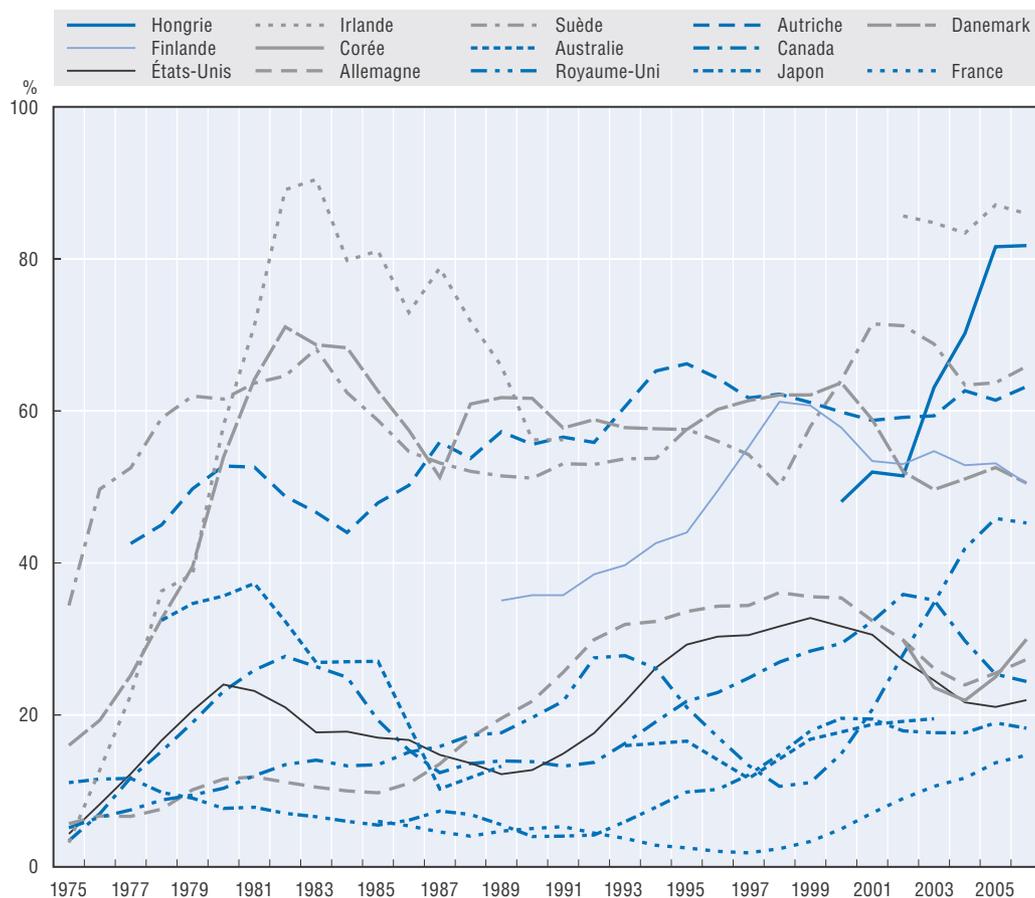
Source des données : OECD.Stat ([www.oecd.org/statistics](http://www.oecd.org/statistics)), IEA Energy Technology R&D Statistics.

(à l'exception du secteur de l'énergie), on ne peut les décomposer par groupe de technologies. Il n'y a pas non plus de source de données pour les dépenses de R-D privées par objectif socio-économique qui soit comparable à celle utilisée pour les CBPRD. Sur un plan peut-être plus important, les dépenses de R-D sont des mesures des intrants du processus d'innovation, alors qu'une mesure des « extrants » d'innovation serait, de manière générale, préférable.

Étant donné le manque général de données dans ce domaine, quelques travaux de collecte de **données au niveau microéconomique** ont été entrepris pour mesurer les extrants d'innovation. Dans l'Union européenne, par exemple, un petit nombre de questions « environnementales » sont incluses dans l'*Enquête communautaire sur l'innovation (CIS)*. Le graphique A.4 présente, d'après les résultats de cette enquête, la perception des personnes interrogées sur l'importance qu'elles attachent aux effets de leurs efforts d'innovation. On note que les facteurs « environnementaux » se classent en bas de liste.

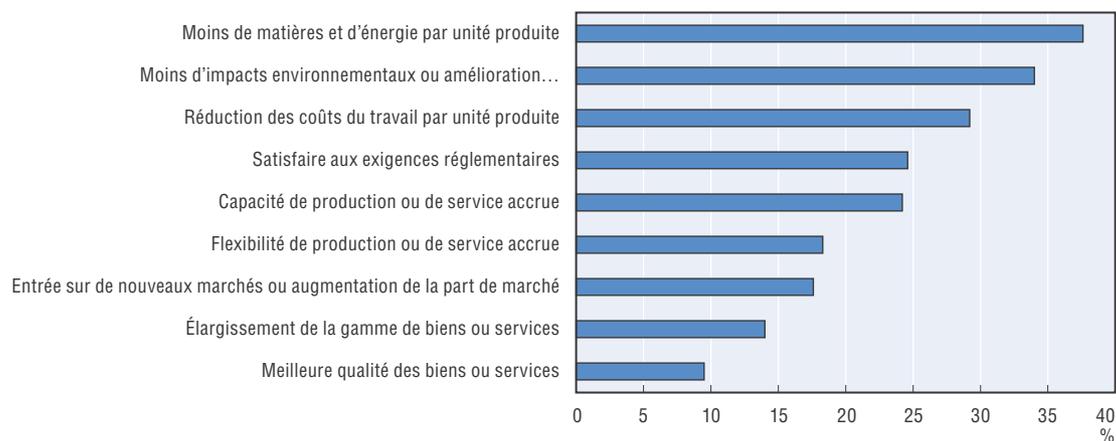
Alors que les préoccupations « environnementales » n'étaient abordées que marginalement dans les enquêtes CIS précédentes, des efforts considérables ont été apportés à la conception du questionnaire CIS le plus récent pour que l'environnement soit traité de manière beaucoup plus systématique à l'avenir (voir l'encadré A.1).

Graphique A.3. **Pourcentage des dépenses de R-D en technologies énergétiques visant les énergies renouvelables et les mesures pour l'efficacité énergétique (moyenne mobile sur 3 ans)**



Source des données : OECD.Stat ([www.oecd.org/statistics](http://www.oecd.org/statistics)), Statistiques de la R-D en technologies énergétiques.

Graphique A.4. **Motivations désignées comme très importantes pour les activités d'innovation (CIS 4 - UE27)**



Source des données : [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-07-113/EN/KS-SF-07-113-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-113/EN/KS-SF-07-113-EN.PDF).

Encadré A.1. **Partie « environnementale » de la CIS 5****Innovations ayant des effets environnementaux bénéfiques**

Une innovation environnementale est un produit (bien ou service), un procédé, une méthode organisationnelle ou une méthode de commercialisation qui est nouveau ou sensiblement amélioré et qui a des effets bénéfiques pour l'environnement par comparaison avec d'autres.

- Ces effets environnementaux peuvent être l'objectif premier de l'innovation ou résulter d'autres objectifs de l'innovation.
- Les effets environnementaux bénéfiques d'une innovation peuvent avoir lieu durant la production d'un bien ou service ou après la vente de celui-ci lors de son utilisation par le client.

**1. Au cours des trois années 2006 à 2008, votre entreprise a-t-elle introduit une innovation de produit (bien ou service), de procédé, de méthode organisationnelle ou de méthode de commercialisation ayant un des effets bénéfiques environnementaux suivants ?**

*Effets bénéfiques environnementaux lors de la production des biens et services dans votre entreprise*

Moins de matières par unité produite  Oui  Non

Moindre consommation d'énergie par unité produite  Oui  Non

Moindre empreinte de CO<sub>2</sub> pour votre entreprise  Oui  Non

Remplacement de matières par d'autres moins polluantes ou moins dangereuses  Oui  Non

Moindre pollution des sols, de l'eau ou de l'air  Oui  Non

Recyclage des déchets, de l'eau ou des matières  Oui  Non

*Effets bénéfiques environnementaux après la vente lors de l'utilisation d'un bien ou service par le client*

Moindre consommation d'énergie  Oui  Non

Moindre pollution de l'air, de l'eau, des sols ou sonore  Oui  Non

Meilleur recyclage du produit après usage  Oui  Non

**2. Au cours des années 2006 à 2008, votre entreprise a-t-elle introduit une innovation environnementale en réponse :**

à la nécessité de se conformer à des réglementations environnementales existantes  Oui  Non

à des réglementations environnementales dont vous prévoyiez l'introduction future  Oui  Non

à l'existence de primes, subventions ou autres incitations financières publiques à l'innovation environnementale  Oui  Non

à la demande de vos clients sur le marché à l'égard d'innovations environnementales  Oui  Non

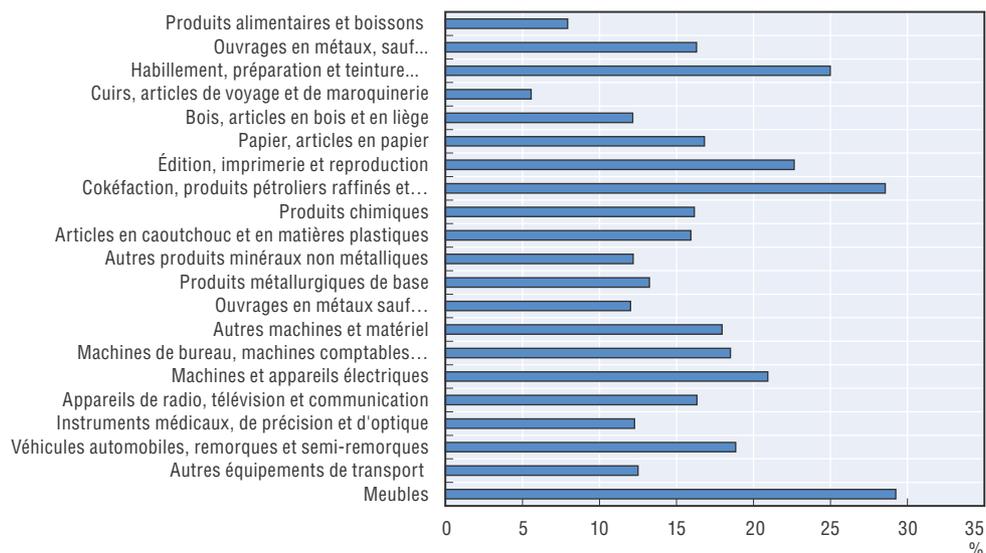
à des codes volontaires de bonnes pratiques environnementales dans votre secteur  Oui  Non

Encadré A.1. **Partie « environnementale » de la CIS 5 (suite)****3. Votre entreprise a-t-elle des procédures pour identifier régulièrement et réduire ses impacts environnementaux ? (Par exemple, réalisation d'audits environnementaux, fixation d'objectifs de performances environnementales, certification ISO 14001, etc.)**

- Oui : mises en place avant janvier 2006
- Oui : mises en place ou sensiblement améliorées après janvier 2006
- Non

Quelques-uns des chercheurs qui ont participé à la conception des parties environnementales du questionnaire CIS ont aussi contribué au projet de l'OCDE de 2006 sur « la politique de l'environnement et la gestion environnementale dans les entreprises » (Johnstone, 2007). Dans ce dernier projet, des données ont été collectées pour des indicateurs des intrants de « l'innovation environnementale » comme les dépenses de R-D liée à l'environnement, ainsi que des mesures des extrants comme la « production propre » ou la « conception des produits ». À titre d'illustration, le graphique A.5 présente des données sur le pourcentage des entreprises dans ce projet (par secteur industriel) qui ont déclaré avoir pris en compte des facteurs environnementaux dans la *conception des produits*.

Graphique A.5. **Pourcentage d'entreprises qui déclarent avoir pris en compte des facteurs environnementaux dans la conception de produits**



Source : Johnstone (2007).

Le principal inconvénient de ces travaux est leur coût. Une enquête industrielle spécialisée abordant les questions environnementales sur une base périodique serait excessivement coûteuse. Certains pays ont des composantes « environnementales » dans leurs recensements industriels ou enquêtes d'innovation habituels (par exemple, Canada, Norvège, Japon), mais ces données ne sont pas comparables d'un pays à l'autre et ne peuvent donc pas servir à l'élaboration d'indicateurs plurinationaux.

Il faut donc chercher ailleurs des sources d'informations ou de données pouvant servir à la construction d'indicateurs. Une possibilité consisterait, bien sûr, à élaborer des indicateurs reposant sur des **classifications d'industries ou de produits** existantes – qui ont été créées pour mesurer la production de biens et services. Dans la mesure où les nouvelles technologies sont contenues sous forme directe (incorporées) dans les biens et services produits, ces formes d'innovation se refléteraient dans les données de base. Toutefois, cela nécessiterait d'abord d'identifier les catégories d'industries ou de produits qui correspondent aux technologies « environnementales ».

Le Groupe de travail informel OCDE/Eurostat sur l'industrie de l'environnement a rédigé un *Manuel* (OCDE, 1999) qui présente un cadre pour la définition et la classification des « activités environnementales » (voir Sinclair-Desgagne, 2008, pour un examen récent). Ce manuel distingue trois grands segments environnementaux, contenant chacun un large éventail d'activités :

- La « lutte antipollution », comprenant les biens qui aident à lutter contre la pollution atmosphérique, à gérer les eaux usées et les déchets solides, à dépolluer et assainir les sols, les eaux de surface et les eaux souterraines, à réduire le bruit et les vibrations et à faciliter la surveillance, l'analyse et l'évaluation de l'environnement.
- Les « technologies et produits moins polluants », comprenant les biens intrinsèquement plus propres ou plus économes en ressources que d'autres produits existants. Par exemple, une centrale solaire photovoltaïque est plus propre qu'une centrale à charbon.
- La « gestion des ressources », comprenant les biens servant à la lutte contre la pollution de l'air à l'intérieur des locaux, à l'approvisionnement en eau ou à la gestion durable des activités de l'agriculture, de la foresterie ou de la pêche. Sont aussi inclus les biens utilisés pour économiser l'énergie et les biens qui contribuent à prévenir ou réduire les impacts environnementaux des catastrophes naturelles, comme le matériel de lutte contre l'incendie.

Toutefois, comme le note le manuel lui-même, les codes sectoriels standard (par exemple, CITI, NACE, SCIAN) **ne se prêtent pas** à ce genre de décomposition, sauf dans des domaines très spécifiques comme la distribution d'eau, le traitement des eaux usées ou le traitement et l'élimination des déchets solides. En outre, ces catégories concernent essentiellement les solutions apportées aux préoccupations environnementales en « bout de chaîne », domaines où l'innovation apportera probablement de moins en moins d'avantages de manière générale.

Sur la base des catégories de produits (Système harmonisé de désignation et de codification des marchandises), l'OCDE a élaboré une liste illustrative de « biens environnementaux » (voir OCDE, 2001) – répartis sous les titres généraux suivants :

#### **A. Lutte antipollution**

- Lutte contre la pollution atmosphérique.
- Gestion des eaux usées.
- Gestion des déchets solides.
- Dépollution/ assainissement du sol et de l'eau.
- Lutte contre le bruit et les vibrations.
- Surveillance, analyse et évaluation de l'environnement.

## B. Technologies et produits moins polluants

- Technologies et procédés moins polluants/plus économes en ressources.
- Produits moins polluants/plus économes en ressources.

## C. Gestion des ressources

- Lutte contre la pollution de l'air à l'intérieur des locaux.
- Approvisionnement en eau.
- Matériaux recyclés.
- Installations utilisant des énergies renouvelables.
- Gestion et économies en matière d'énergie et de chauffage.
- Agriculture et pêche durables.
- Foresterie durable.
- Gestion des risques naturels.
- Écotourisme.

Depuis lors, cette liste éclaire les discussions sur les régimes tarifaires relatifs aux « biens et services environnementaux » à l'Organisation mondiale du commerce (OMC), dans le contexte de la Session de Doha de négociations commerciales multilatérales – qui appelle entre autres à la libéralisation des échanges de « biens [et services] environnementaux ».

Toutefois, il importe de noter que ces catégories ne figurent pas dans le Système harmonisé. Les codes de produits eux-mêmes se rapportent à des catégories de produits génériques. En fait, beaucoup de codes inclus dans la liste couvrent des biens et services qui ont des utilisations variées outre la protection de l'environnement (voir OCDE, 2007, pour un examen de cette question). Par exemple, la liste inclut les « compresseurs montés sur châssis à roues et remorquables » (8414.40) ou les « ouvrages moulés en fonte » (7325.10). De manière plus significative, les biens « environnementaux » sont souvent désignés comme tels par opposition à un substitut conventionnel qui peut très bien être inclus dans exactement la même catégorie – par exemple, les « pièces pour moteurs à allumage par étincelle » (8409.91).

Enfin, la classification d'un bien comme étant « environnemental » ne donne aucune indication particulière sur l'ampleur de « l'innovation » qu'il représente – si la production de biens et services est un important déterminant et une conséquence de l'innovation, il est clair que seulement un petit pourcentage de la production peut être considéré comme une « innovation technologique ».

En résumé, on ne peut utiliser les classifications de produits pour élaborer des indicateurs de « l'innovation environnementale », pour deux raisons essentielles :

- Les classifications de produits ne se prêtent pas à l'identification des biens et services qui ont des conséquences bénéfiques pour l'environnement. Dans la plupart des cas, les catégories utilisées sont beaucoup plus larges que la « cible » visée, avec des biens qui n'ont pas d'implications environnementales particulières et, ce qui est pire, les catégories sont suffisamment larges pour inclure des biens qui peuvent en fait être les substituts « sales » des « innovations environnementales ».
- Les classifications de produits ne permettent pas de faire la distinction entre les biens et services standard qui sont sur le marché depuis un certain temps et les biens et services qui représentent de réelles innovations technologiques.

Heureusement, il existe d'autres indicateurs possibles « d'extrants » qui répondent à ces deux problèmes : les données bibliométriques (publications scientifiques) et les données technométriques (publications de brevets). L'utilisation de **données bibliométriques** comme mesure de l'innovation a reçu une nouvelle impulsion avec la croissance de l'Internet, et avec des moteurs de recherche de plus en plus efficaces. Dans ce cadre, l'opération typique consiste à effectuer des recherches dans les bases de données appropriées (par exemple, le Science Citation Expanded Index) au moyen de mots-clés et de codes d'indexation. On peut extraire des données sur l'auteur, l'institution d'appartenance, la date de publication, etc., et on peut établir des dénombrements pour apprécier le degré relatif d'activité innovante (voir Meyer, 2002).

Ce type d'indicateur est particulièrement utile pour analyser la diffusion des connaissances entre les inventeurs (et entre les pays), sur la base des copublications et des citations. Toutefois, l'utilisation des données bibliométriques comporte aussi certains inconvénients. En particulier, si ces données sont effectivement un indicateur des « extrants » d'innovation, elles sont seulement un indicateur indirect d'une production de marché. La publication dans une revue à comité de lecture reflète une avancée scientifique, mais qui n'a pas nécessairement des applications commerciales. Il est donc difficile d'utiliser les citations même comme un indice de qualité, sans parler de l'importance économique effective.

Une autre possibilité, les **données de brevets**, est souvent utilisée pour mesurer l'innovation technologique parce qu'elles mettent en lumière les extrants du processus inventif (Griliches, 1990 ; OCDE, 2009). Les données de brevets fournissent d'abondantes informations sur la nature de l'invention et sur le déposant ; on peut les obtenir facilement (si ce n'est toujours dans un format commode) et ce sont des données discrètes (qui se prêtent donc bien à la construction d'indicateurs). Il est à noter qu'il y a très peu d'exemples d'inventions économiquement importantes qui n'aient pas été brevetées (Dernis et al., 2001).

Surtout, la nature des systèmes de classification des brevets, qui ont pour base les applications, permet une caractérisation plus riche des technologies concernées. Le système de la Classification internationale des brevets (CIB), qui comprend plus de 70 000 codes de classification distincts, permet d'identifier des domaines technologiques très précis. Dans le domaine de l'innovation liée à l'environnement, on peut donner les exemples suivants :

- B60L 7/10 : *Systèmes de freins électrodynamiques pour véhicules – Freinage dynamo-électrique par récupération ;*
- C02F 3/28 : *Traitement biologique de l'eau, des eaux résiduaires ou des eaux d'égout – Procédés de digestion anaérobies ;*
- F03D 3/02 : *Mécanismes moteurs à vent avec axe de rotation sensiblement à angle droit avec la direction du vent – comportant plusieurs rotors.*

En conséquence, **on peut ventiler les données de brevets entre des domaines technologiques spécifiques**, comme cela a été fait dans des travaux précédents de l'OCDE à ce sujet, qui ont examiné le cas des énergies renouvelables, des eaux usées et des émissions des véhicules automobiles (OCDE, 2008b). Cependant, des nouveautés récentes de la base de données PATSTAT de l'OEB/OCDE permettent la mise en œuvre de stratégies de recherche qui offrent une couverture des données plus large qu'auparavant (base de données des familles de brevets triadiques de l'OCDE et fournisseurs commerciaux).

Surtout, ces données donnent la possibilité d'effectuer des recherches d'information beaucoup plus affinées et précises parmi les innovations dans différents domaines.

Dans le domaine environnemental, cela permet d'identifier des innovations technologiques relativement « intégrées » (qui sont pratiquement impossibles à discerner au moyen des autres sources de données considérées précédemment). Toutefois, il importe de reconnaître que les brevets ne peuvent être utilisés pour mesurer toutes les innovations. Tout d'abord, ils ne sont conçus que pour protéger les inventions technologiques. Divers régimes de DPI ont été prévus pour les innovations intervenant dans d'autres domaines – par exemple, les droits d'auteur pour la littérature, les marques commerciales pour les identifiants alphanumériques ou graphiques d'un produit ou encore les modèles déposés pour protéger l'apparence d'un produit. Il existe par ailleurs des moyens moins formels (que les droits de propriété intellectuelle) de protéger les inventions technologiques – notamment le secret industriel ou les spécifications techniques volontairement complexes. Des études consacrées aux inventeurs montrent que le taux de brevetage varie d'un secteur d'activité à l'autre. En outre, les brevets n'aboutissent pas toujours à la commercialisation et à l'adoption de l'invention correspondante. Pourtant, des taxes élevées sont prélevées pour l'examen de la demande de brevet (ainsi que pour le renouvellement du brevet une fois qu'il a été délivré). On peut donc dire que, du point de vue du déposant ou du titulaire du brevet au moins, les perspectives de commercialisation et d'adoption de l'invention sont bonnes. Or, la valeur économique des brevets varie. Si l'on veut réaliser des analyses empiriques instructives, il importe donc d'éliminer statistiquement l'effet des différences qui existent au niveau de la propension à breveter d'un pays, du champ des revendications, de la valeur des brevets et d'autres facteurs variant selon le pays, le moment et le domaine technologique.

## Indicateurs du transfert international des technologies environnementales

Le transfert de technologie peut être « incorporé » ou « non incorporé » et passer ou non par le marché. Une taxinomie pourrait prendre la forme suivante (voir Maskus, 2004) :

- Transfert passant par le marché :
  - ❖ Échange des biens et services.
  - ❖ Investissement direct étranger.
  - ❖ Licences.
  - ❖ Coentreprises.
  - ❖ Déplacement transfrontière de personnel.
- Transfert ne passant pas par le marché :
  - ❖ Imitation et rétroingénierie.
  - ❖ Rotation du personnel.
  - ❖ Informations publiées (revues, données de tests, demandes de brevets).

Les éléments empiriques que l'on possède confirment fortement l'idée que la plus grande partie du transfert de technologie a lieu par i) **les échanges**, ii) **l'investissement direct étranger (IDE)** et iii) **les licences** (Maskus, 2004). Les caractéristiques du « pays destinataire » (c'est-à-dire la capacité de recherche nationale, la rigueur des régimes des droits de propriété intellectuelle, etc.) et la nature de la technologie transférée déterminent en partie laquelle de ces voies est prédominante.

Quand on veut évaluer les caractéristiques géographiques et l'ampleur du transfert de technologie, il importe donc de considérer les mesures qui reflètent le transfert potentiel passant par ces voies essentielles. Étant donné que les technologies peuvent être transférées sous forme directe (incorporée) par les échanges de biens et services, ces formes de transfert devraient transparaître dans les données des **échanges**. Toutefois, cela nécessiterait d'identifier les catégories d'industries ou de produits pertinentes qui représentent les technologies « environnementales ».

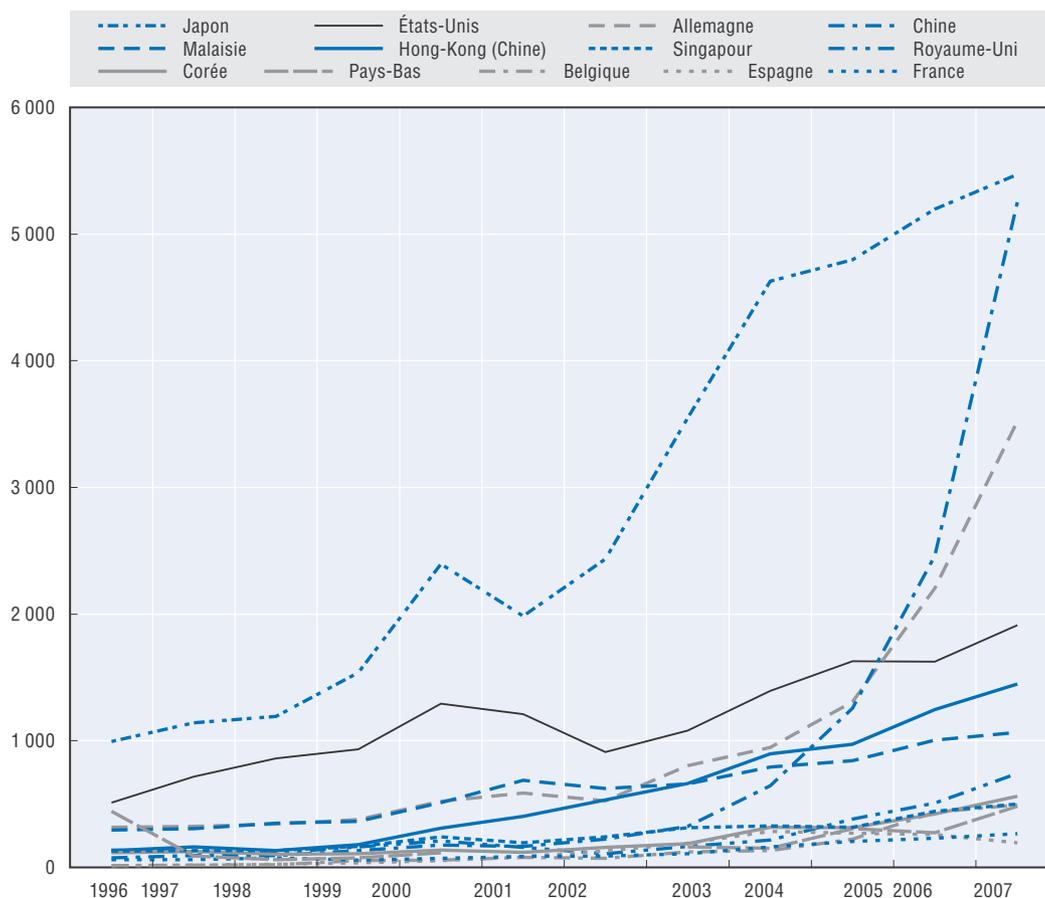
Comme on l'a noté ci-dessus, l'OCDE a produit une liste illustrative de « biens environnementaux » (voir OCDE, 2001). Depuis lors, cette liste éclaire les discussions sur les biens et services environnementaux à l'Organisation mondiale du commerce (OMC), dans le contexte de la Session de Doha de négociations commerciales multilatérales – qui appelle à la libéralisation des échanges de « biens [et services] environnementaux ». En principe, sur la base de cette liste, il est possible d'examiner les tendances récentes des exportations de ces biens et services.

Par exemple, d'après les chiffres publiés en 2006 dans les Indicateurs de l'OCDE sur la mondialisation, les exportations de biens environnementaux dans la zone de l'OCDE atteignaient 370 milliards USD (1 % de son PIB et près de 6 % de ses exportations de marchandises). La même année, les pays du groupe BRICS (Brésil, Fédération de Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud) exportaient 43 milliards USD, soit presque 1 % de leur PIB et 2.7 % de leurs exportations totales de marchandises. Ces quatre dernières années, les échanges de « biens environnementaux » ont aussi connu une croissance dynamique, augmentant plus rapidement que les échanges totaux de marchandises en particulier dans le groupe BRICS (où les exportations ont enregistré un taux de croissance moyen annuel de 35 %). Plus de 25 % des exportations de « biens environnementaux » concernent les équipements de traitement des eaux usées, qui constituent aussi le segment du marché qui croît le plus rapidement. Viennent ensuite la lutte contre la pollution atmosphérique, la gestion des déchets et les équipements de surveillance de l'environnement.

Toutefois, comme on l'a noté ci-dessus, la liste des catégories de produits utilisée pour extraire les données conduisant à ces chiffres – sans aucun doute utile pour les négociations – ne peut servir de manière crédible à des fins statistiques. En effet, parmi les catégories considérées, beaucoup ne sont que marginalement en rapport avec les préoccupations environnementales et, dans certains cas, elles peuvent même représenter essentiellement des substituts « sales » des produits « verts » (par exemple, « pièces pour moteurs à allumage par étincelle », SH 8409.91).

On peut en illustrer les implications pour la construction d'indicateurs du transfert international de technologie en considérant les énergies renouvelables. La catégorie SH 8541.40 est choisie pour mesurer les technologies de l'énergie solaire : le graphique A.6 montre la tendance des exportations pour les pays du G7, ainsi que pour la Chine et l'Espagne. Le niveau et le taux de croissance remarquables des exportations de la Chine est certainement attribuable à l'étendue de la définition, qui inclut non seulement les dispositifs photovoltaïques mais aussi les diodes électroluminescentes et autres dispositifs à semi-conducteurs. En fait, Hong-Kong, Chine est le cinquième plus grand exportateur mondial dans cette catégorie de produits. Cela peut sans doute s'expliquer par la forte proportion de réexportations passant par Hong-Kong, Chine ayant pour origine d'autres pays. Toutefois, en raison du manque de données sur les réexportations pour la plupart des grands pays exportateurs, il n'est pas possible de calculer les exportations nettes.

Graphique A.6. **Exportations des technologies de « l'énergie solaire »**  
(d'après des données de COMTRADE) (millions USD)



Enfin, un point encore plus pertinent pour le *présent* document est le fait que les échanges d'un bien « environnemental » ne constituent pas nécessairement un réel « transfert de technologie » – bien que les échanges soient une voie importante de transfert international de technologie, on ne peut pas considérer la totalité des échanges comme un transfert de technologie. En particulier, les échanges de biens et services standard peuvent difficilement être considérés comme un transfert de technologie. En conséquence, pour plusieurs raisons les données des échanges *ne sont pas* un bon instrument pour examiner le transfert des technologies environnementales.

Les technologies peuvent aussi se transférer par **l'investissement direct étranger (IDE)**. Si elle a une filiale dans le pays considéré, une multinationale peut lui transférer directement des technologies de pointe. La diffusion peut se poursuivre dans l'économie par différentes voies – par exemple, les salariés locaux de la filiale peuvent se faire embaucher dans les entreprises du pays en emportant avec eux leurs connaissances de la technologie. Toutefois, il est encore plus difficile dans ce cas (que dans le cas des échanges examiné ci-dessus) de discerner les transferts potentiels en rapport direct avec les questions environnementales. On ne possède pas de données sur l'IDE à un niveau de décomposition qui permettrait d'évaluer les tendances « relatives à l'environnement ».

Enfin, les technologies peuvent aussi se transférer par les **concessions explicites de licence sur des technologies spécifiques**. Cependant, les données sur les licences sont très clairsemées et, à la connaissance des auteurs, aucune tentative n'a encore été faite pour évaluer les concessions de licence dans aucun secteur (ou concernant un bien ou service particulier) susceptible d'être considéré comme « environnemental ».

L'idée d'utiliser les **données de brevets** pour mesurer les transferts internationaux de technologie découle du fait qu'il y aura une « trace » partielle des trois voies de transfert susmentionnées dans les demandes de brevets. S'il y a un potentiel quelconque de rétroingénierie, les exportateurs, les investisseurs et les concédants de licences seront tous enclins à protéger leur propriété intellectuelle quand elle va à l'étranger. Bien qu'elles ne puissent pas saisir en totalité les transferts qui ont lieu finalement, les données de brevets *peuvent néanmoins* fournir des indicateurs robustes sur les tendances du transfert international, aussi bien en direction qu'en ampleur. Les données de brevets ont déjà été largement utilisées à cette fin, mais non dans le domaine environnemental (voir Eaton et Kortum, 1996, pour l'étude pionnière).

En outre, par comparaison avec les mesures qui s'appuient sur les classifications des produits ou des industries, les données de brevets ont le grand avantage que le système de la Classification internationale des brevets (CIB) est de nature « technologique ». Cela permet d'identifier des technologies « environnementales » très spécifiques – on peut par exemple faire la distinction entre les dispositifs antipollution destinés à réduire respectivement les émissions de NO<sub>x</sub> et de SO<sub>2</sub> (voir, par exemple, Popp, 2005). De plus, chaque demande de brevet peut mentionner plusieurs codes (à la différence des classifications des produits ou des industries), ce qui permet des recherches fines quand les innovations sont de nature horizontale (par exemple, le développement de piles à combustible pour les usages mobiles). Enfin, à la différence d'autres données, on peut faire des recherches par mots-clés pour affiner les données.

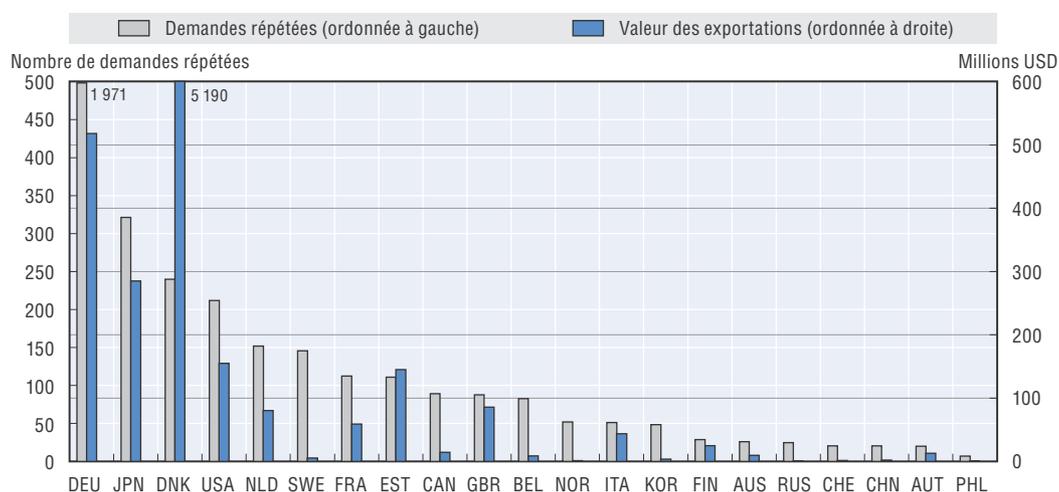
L'intérêt des données de brevets comme référence pour élaborer une mesure propre à représenter le transfert de technologie découle du fait qu'il est possible de demander la protection de l'invention dans divers pays<sup>4</sup>. En grande majorité les inventions ne sont brevetées que dans un seul pays (souvent celui de l'inventeur, en particulier pour les grands pays), mais certaines le sont dans plusieurs pays (la « taille de la famille internationale de brevets » est supérieure à 1). On peut alors utiliser ces « demandes répétées » pour construire des indicateurs du transfert de technologie. Par exemple, on peut tirer des informations sur le degré de mondialisation du secteur des technologies environnementales en extrayant de la base PATSTAT des données sur les demandes de « priorité » (correspondant au premier office de brevets auprès duquel une demande est déposée pour une invention particulière) et sur les « demandes répétées » (correspondant à tous les offices de brevet auprès desquels une protection pour la même invention est ultérieurement demandée).

Bien sûr, un brevet donne seulement au déposant une protection contre les imitateurs potentiels. Il ne reflète pas le transfert réel des technologies. En outre, dans certains cas les inventions peuvent être protégées sur des marchés particuliers pour des raisons stratégiques, peut-être même pour décourager le transfert. Malgré ces réserves, des éléments laissent penser que les demandes de brevets peuvent servir pour mesurer le transfert (Eaton et Kortum, 1996). En outre, si la demande de protection ne coûtait rien, les inventeurs pourraient breveter largement et indistinctement, mais il est coûteux de

déposer des brevets – aussi bien en ce qui concerne les coûts de préparation de la demande que les taxes et frais administratifs associés à la procédure de délivrance (voir Helfgott, 1993, pour certaines données comparatives. Van Pottelsberghe de la Potterie et Francois, 2009, présentent aussi des données plus récentes pour les demandes auprès de l'Office européen des brevets). Des travaux l'ont prouvé, même dans le système des brevets européen : Harhoff *et al.* (2009) constatent que les frais de validation et de renouvellement et les coûts de traduction influent sur la propension à protéger les inventions sur de multiples marchés. S'il y a peu de moyens de faire respecter les brevets, la publication du brevet dans une langue locale peut aussi accroître la vulnérabilité à l'égard de l'imitation (voir Eaton et Kortum, 1996 ; Eaton et Kortum, 1999). Ainsi, les inventeurs sont peu enclins à demander la protection du brevet dans un deuxième pays s'ils ne sont pas relativement sûrs du marché potentiel de la technologie couverte par le brevet.

Nous examinons ensuite la robustesse de l'utilisation des demandes de brevets répétées pour mesurer la structure et l'ampleur du transfert international de technologie. À cette fin, on compare des domaines particuliers pour lesquels la classification des échanges et celle des brevets sont similaires, à savoir l'énergie éolienne et les véhicules automobiles. Au moyen de la base de données COMTRADE de l'ONU (<http://comtrade.un.org>), il est possible de comparer les exportations de « Groupes électrogènes à énergie éolienne » (SH 850231) avec le nombre de demandes répétées par office de priorité pour les « Mécanismes moteurs à vent » (CIB F03D 1-11). Le graphique A.7 présente des données pour les principaux pays inventeurs couvrant la période 1996-2003 – seules années pour lesquelles on possède aussi des données sur les échanges.

Graphique A.7. **Nombre de demandes de brevets répétées et exportations dans le domaine des technologies de l'énergie éolienne**



Si la corrélation n'est pas parfaite, elle est néanmoins positive et significative. En fait, les quatre premiers exportateurs sont aussi les quatre premiers offices de priorité, et le coefficient de corrélation des rangs de Spearman pour les 30 premiers pays pour les échanges est de 0.68. Certaines des divergences observées entre les deux ensembles de données sont peut-être aussi attribuables aux défauts de couverture de COMTRADE. Par exemple, pour des raisons de confidentialité commerciale, les chiffres des échanges pour les catégories SH de bas niveau peuvent être sensiblement sous-estimés. Cela expliquerait

le cas de certains pays connus pour avoir des activités dans le domaine considéré mais qui n'ont pas d'exportations apparentes (par exemple, Suède, Canada, Norvège ou Suisse) (voir <http://comtrade.un.org/kb/attachments/1.%20UN%20Comtrade%20Coverage%20and%20Limitations-GUIDbecc0aa5044f44b5a048a8b45bce6d19.pdf>).

La fabrication de véhicules automobiles est un autre domaine où les classifications CIB et SH peuvent être étroitement rapprochées. Dans ce cas, la corrélation entre les exportations bilatérales et les demandes de brevets répétées est d'environ 0.74 sur la période 1988-2005 quand on supprime un petit nombre de données aberrantes (deux sur 825 observations). Ce domaine a peu de rapport avec les technologies environnementales en elles-mêmes, mais il donne une bonne indication de l'intérêt que présentent les demandes répétées pour la mesure du transfert.

Pour ce travail de confirmation, on a choisi les données sur les véhicules routiers parce que ce domaine comporte un grand nombre de brevets, des flux d'échanges mesurables importants et des définitions comparables. On a utilisé les données sur les brevets et sur les échanges dans le domaine des véhicules routiers pour étudier la robustesse de la méthode consistant à utiliser les demandes de brevets répétées pour mesurer le transfert de technologie.

#### Encadré A.2. Flux de brevets

On a tiré les informations concernant les brevets de la base de données PATSTAT pour les véhicules routiers dans la catégorie B62 « véhicules terrestres se déplaçant autrement que sur rails » de la Classification internationale des brevets. Il y a trois façons de mesurer les flux de brevets entre les pays :

1. du pays de l'inventeur vers l'office de priorité ;
2. du pays de l'inventeur vers l'office où la demande est répétée ;
3. de l'office de priorité vers l'office où ou la demande est répétée.

Dans la présente analyse, on utilise les données de flux de type 3 (de l'office de priorité vers l'office où la demande est répétée).

#### Encadré A.3. Flux d'échanges

On a tiré les données de la base COMTRADE de l'ONU, pour la période 1988-2005, en utilisant à la fois les systèmes de classification SH et CTCI (CTCI 78 : « Véhicules routiers » ; SH 87 : « Voitures automobiles, tracteurs, cycles et autres véhicules terrestres, leurs parties et accessoires ». On a considéré aussi bien les exportations (exportations brutes moins réexportations) que les importations (importation brutes moins réimportations).

Les échanges et les transferts de brevets entre les pays sont collectés sur la période 1988-2005. On présente ci-dessous les corrélations entre les flux de brevets et les échanges au cours du temps et pour les différentes paires de pays. On dispose de données sur les échanges et de dénombrements sur les transferts de brevets pour environ 50 pays exportateurs et 60 pays importateurs. Les résultats sont présentés pour l'ensemble des

**Tableau A.1. Corrélations entre la valeur des échanges et le nombre de demandes de brevets répétées**

Corrélation entre le flux d'échanges et les demandes de brevets répétées	Ensemble de l'échantillon	Sous-échantillon excluant les observations aberrantes (Canada-États-Unis et Japon-Allemagne)
Ensemble de données de base – toutes les paires de pays et toutes les années (1988-2005), corr (exportations, brevets)	0.47 (4 384)	0.69 (4 348)
En agrégeant temporellement pour chaque paire de pays, corr. (exportations, brevets)	0.52 (825)	0.74 (823)
En agrégeant sur les pays partenaires pour chaque pays exportateur, corr (exportations, brevets sortants)	0.76 (446)	0.87 (446)
En agrégeant sur les pays partenaires pour chaque pays importateur, corr (importations, brevets entrants)	0.71 (634)	0.76 (634)

Note : Coefficients de corrélation de Pearson ; nombre d'observations entre parenthèses; quand on déflate les données des échanges par l'indice des prix à la production des États-Unis, toutes les corrélations augmentent marginalement (de 0.01).

paires non manquantes et également après suppression des observations aberrantes, à savoir les flux du Canada vers les États-Unis et du Japon vers l'Allemagne.

Le nombre de transferts de brevets entre l'office de priorité et l'office correspondant à la demande répétée est tiré de la base de données PATSTAT<sup>5</sup>, tandis que les données sur les échanges entre les pays proviennent de la base de données COMTRADE de l'ONU<sup>6</sup>. Les échanges et les transferts de brevets sont collectés sur la période 1988-2005 où l'on possède des données pour environ 50 pays.

Pour justifier l'utilisation des données de brevets comme mesure du transfert technologique, nous devrions constater des flux d'échanges et de brevets en forte corrélation positive, ce qui est le cas. Premièrement, pour toutes les paires exportateur-importateur (1988-2005) on constate une forte corrélation de 0.69. Si l'on agrège les données temporellement pour chaque paire exportateur-importateur, on obtient une corrélation de 0.74. Enfin, si l'on agrège les données des échanges et des brevets pour chaque exportateur (quel que soit l'importateur), on obtient une corrélation de 0.88.

Le transfert technologique emprunte de nombreuses voies, bien qu'on puisse sans doute affirmer que les échanges, l'investissement direct étranger et les licences sont les plus importantes. Étant donné le manque de données appropriées dans ces domaines, notamment dans le domaine environnemental, les données relatives aux transferts de brevets, qui se rattachent à ces trois voies du transfert international de technologie, offrent un indicateur convenable.

## Construction d'indicateurs de l'innovation et du transfert des technologies environnementales au moyen des données de brevets

### Systèmes de classification des brevets

Le système de la Classification internationale des brevets (CIB), élaboré au sein de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), est un système hiérarchique qui classe les inventions dans plus de 70 000 groupes et sous-groupes technologiques. Il fait périodiquement l'objet d'une révision pour prendre en compte les progrès technologiques les plus récents. Les offices de brevets ont quelquefois leurs propres

systèmes de classification en complément de l'utilisation de la CIB. Par exemple, le Système de classification européenne (ECLA) est une extension de la CIB qui contient environ le double de numéros de code. Les examinateurs de l'OEB utilisent aussi une extension de l'ECLA elle-même (les « codes ICO », In Computer Only). L'U.S. Patent Classification (USPC) des États-Unis ou les « F-terms » japonais sont d'autres systèmes de classification des brevets. Les travaux exposés dans le présent livre utilisent les codes CIB, quelquefois complétés par les codes ECLA.

### **Identification des technologies liées à l'environnement au moyen des données de brevets**

Étant donné que l'innovation dans les technologies liées à l'environnement (ENV-tech) ne représente qu'un aspect limité de l'innovation en général, avant de rechercher des données dans une base de données de brevets, il faut établir une *stratégie de recherche* qui distingue les documents de brevet pertinents au moyen des codes alphanumériques du système CIB. Par exemple, tous les documents de brevet portant le code « B01D 53/50 – Épuration chimique ou biologique des gaz résiduels ; Élimination des oxydes de soufre » pourraient être catégorisés comme « lutte contre la pollution par les SO<sub>x</sub> en bout de chaîne ».

L'élaboration d'une *stratégie de recherche* repose ainsi sur l'identification des catégories de brevets correspondant au domaine des technologies « environnementales » considéré. Cela implique dans un premier temps d'effectuer un large examen des travaux publiés dans les revues de recherche ou les revues professionnelles sur le domaine technologique en question. Il y a alors deux méthodes pour déterminer les catégories de la CIB qui correspondent à tel ou tel domaine. La première consiste à étudier en détail les descriptions des catégories présentées en ligne pour trouver celles qui sont appropriées ([www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8/?lang=fr](http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8/?lang=fr)). Dans la deuxième méthode, au moyen du moteur de recherche des brevets dans le monde tenu en ligne par l'Office européen des brevets ([www.espacenet.com](http://www.espacenet.com)), on recherche les titres et les abrégés de brevet au moyen des mots-clés appropriés. On retient les catégories CIB correspondant aux brevets qui ressortent de cette recherche, si leur description confirme leur pertinence.

Cependant, dans certains cas, il peut s'avérer impossible de déterminer des catégories CIB qui, sans plus d'élaboration, représentent le domaine « environnemental » en question. On peut alors : i) combiner plusieurs « cocatégories » au moyen d'opérateurs logiques (c'est-à-dire des catégories CIB dont l'intersection ou la négation donnent le résultat souhaité) ; ou ii) il peut être nécessaire, dans le cadre de l'algorithme de recherche, de combiner des catégories de brevets avec l'utilisation de mots-clés. Dans l'extraction, on explore les abrégés des documents de brevets portant sur les codes CIB pertinents pour voir s'ils contiennent les mots-clés retenus. Dans certains cas, on exclut les documents de brevet contenant un mot particulier. Toutefois, la possibilité d'obtenir ou non des abrégés en anglais limite l'applicabilité de cette méthode quand on réunit des données de différents offices des brevets, à moins que l'on puisse corriger de manière fiable les dénombrements en fonction de la préférence à présenter des abrégés en anglais.

Quand on applique la *stratégie de recherche*, deux types d'erreurs possibles peuvent se produire : on peut retenir des brevets non pertinents ou rejeter des brevets pertinents. La première erreur se produit si une catégorie CIB contient des brevets qui n'ont pas l'orientation « environnementale » souhaitée. Pour éviter ce problème, on examine avec soin un échantillon d'abrégés de brevets pour toute catégorie CIB que l'on envisage

d'inclure et on exclut celles qui ne comprennent pas uniquement des brevets en rapport avec « l'environnement ». La seconde erreur – l'omission d'inventions pertinentes – soulève moins de difficultés. On peut raisonnablement supposer que toute l'innovation dans un domaine donné se comporte de manière similaire et on peut ainsi considérer les ensembles de données que l'on a extraits au pire comme de bonnes approximations de l'activité innovante dans le domaine étudié. Toutefois, l'activité innovante globale peut être sous-estimée et les totaux peuvent être moins fiables que les tendances.

### **La base de données sur les brevets**

Ces dernières années, la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE, conjointement avec d'autres membres du Groupe d'étude de l'OCDE sur les statistiques de brevets<sup>7</sup>, a construit une base de données – Statistiques de l'OCDE sur les brevets – appropriée à l'analyse statistique. Les membres du Groupe d'étude ont mené récemment d'autres travaux pour construire une base de données mondiale sur les brevets – *EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT)*. L'Office européen des brevets (OEB) a pris en charge le développement et la gestion de cette base de données.

La base de données PATSTAT est tirée directement de la base de données principale de l'OEB (Rollinson et Lingua, 2007). Elle a été mise au point spécifiquement à l'usage des organisations gouvernementales ou intergouvernementales et des institutions scientifiques et elle a été optimisée pour l'analyse statistique des données de brevets. Elle est devenue une source essentielle d'information sur les brevets pour les statisticiens, les chercheurs et les conseillers gouvernementaux (Rollinson et Heijnar, 2006).

La base de données PATSTAT (OEB, 2010) a une couverture mondiale, avec des données provenant de plus de 90 offices des brevets et qui remontent dans le temps à 1880 pour certains pays. Elle comprend des documents de brevet de l'OEB, de l'USPTO, du JPO et d'autres offices des brevets nationaux ou régionaux, ainsi que les demandes de brevets internationales déposées au titre du PCT (Traité de coopération en matière de brevets). Au total, plus de 70 millions de documents de brevet y sont inclus. La base de données est régulièrement mise à jour deux fois par an. Les documents de brevet sont catégorisés au moyen des codes de la Classification internationale des brevets (CIB) et de certains systèmes de classification nationaux (ECLA). En plus des données bibliométriques et juridiques de base, la base de données contient aussi des descriptions des brevets (abrégés), le nom du déposant et de l'inventeur, ainsi que des données relatives aux citations. La base de données PATSTAT est ainsi une source idéale en matière de données sur les brevets aux fins du présent rapport.

### **Construction d'indicateurs de l'invention dans les technologies liées à l'environnement**

On peut construire des indicateurs de l'invention en dénombrant les demandes de brevets, ventilées par :

- *domaine technologique* (sur la base d'une stratégie de recherche des brevets, par exemple au moyen des catégories CIB)<sup>8</sup> ;
- *date de priorité* (date de la première demande déposée, tous pays confondus)<sup>9</sup> ;
- *pays de l'inventeur* (pays de résidence du ou des inventeur(s)<sup>10</sup>, sur la base d'un comptage fractionnaire<sup>11</sup>) ;
- *administration réceptrice (office des brevets)<sup>12</sup>* ; et éventuellement,

- *type de document* (demande unique, priorité revendiquée, demande répétée – d’après les données des familles de brevets).

Concernant ce dernier point, on distingue les types de documents suivants, au moyen des données des familles de brevets : une *demande unique* est déposée auprès d’un seul office, sans demandes ultérieures en d’autres lieux (taille de la famille de brevets = 1) ; la *priorité revendiquée* renvoie au cas dans lequel une demande est répétée ailleurs dans le monde, autrement dit à des inventions pour lesquelles une protection a été demandée dans plusieurs pays (taille de la famille de brevets > 1) ; enfin, les *demandes répétées* sont ces demandes additionnelles (quelquefois appelées *équivalents*).

Il existe différentes approches possibles pour construire les statistiques :

- compter toutes les demandes de brevets déposées auprès d’un unique office des brevets (par exemple, auprès de l’OEB) ;
- compter toutes les familles de brevets dans le monde ;
- compter toutes les familles de brevets de « haute valeur » (priorités revendiquées) dans le monde.

Dans le premier cas, l’indicateur dénombre les demandes de brevets déposées auprès d’un office des brevets donné – couvrant les trois types de documents de brevet (demandes uniques, priorités revendiquées et demandes répétées)<sup>13</sup>. On peut aussi n’inclure que les priorités revendiquées et les demandes répétées car, toutes choses égales par ailleurs, elles correspondent probablement aux inventions de plus haute valeur (voir ci-après). Fréquemment, c’est l’activité de dépôt de brevets à l’OEB qui est étudiée parce que : a) ce sont les données les plus complètes et de plus haute qualité (à l’intérieur de PATSTAT) ; et b) l’OEB étant un des offices triadiques, cette statistique devrait refléter assez bien les tendances « mondiales » en matière de dépôt de brevets.

Le deuxième indicateur dénombre toutes les familles simples de brevets (inventions brevetées sans équivalents) déposés auprès d’un office quelconque dans le monde. À cette fin, on compte deux types de documents de brevet – demandes uniques et priorités revendiquées. Étant donné qu’on rassemble les données de multiples offices des brevets, l’exclusion des demandes répétées permet de ne pas compter deux fois la même invention. L’avantage est que cette statistique couvre véritablement le monde entier car on considère l’ensemble des priorités de brevet.

Le troisième indicateur dénombre les « priorités revendiquées » dans le monde<sup>14</sup>. On peut faire valoir que cette statistique est la plus satisfaisante pour les comparaisons internationales parce que seules les premières demandes de « haute valeur » sont comptabilisées. La raison pour laquelle les priorités revendiquées paraissent correspondre aux inventions d’assez haute valeur est qu’il est coûteux de déposer des brevets (frais de traduction et de maintien des brevets, par exemple). Ainsi, une entreprise n’ira protéger sa propriété intellectuelle à l’étranger que si elle estime que la valeur commerciale de son invention le justifie. (Pour des éléments empiriques à l’appui de cet argument, voir Guellec et van Pottelsberghe, 2000 ; Harhoff *et al.*, 2003. En fait, Faust et Schedl, 1983, et Faust, 1990, préconisaient déjà l’utilisation d’un indicateur excluant les familles de brevets « à un seul membre » – c’est-à-dire, un indicateur reposant sur les priorités revendiquées – justifiée par un « critère de seuil économique »). En outre, en excluant les demandes qui n’ont jamais été répétées à l’étranger (familles à un seul membre : demandes uniques), cette approche peut contribuer à limiter les difficultés que soulève le brevetage stratégique. De plus, cela exclut ainsi les nombreuses demandes de brevets exclusivement nationales au

Japon contenant habituellement une seule revendication (Faust, 1990)<sup>15</sup>.

On notera que l'indicateur des familles triadiques de brevets (FTB) de l'OCDE a lui aussi été établi dans le but précis de permettre les comparaisons internationales mais, dans le contexte d'un domaine technologique étroitement défini – tel que les technologies liées à l'environnement – l'indicateur FTB, trop restrictif, laisse peu de variation dans les données. Les priorités revendiquées, moins restrictives, offrent ainsi une bonne solution.

Les analyses descriptives et économétriques nécessitent certaines précautions. En particulier, dans les comparaisons entre pays inventeurs, il faut prendre en compte le « biais national » potentiel des inventeurs dans un pays donné. En outre, la propension des inventeurs à breveter, l'étendue des revendications d'invention couvertes par un brevet, ainsi que le champ de protection des brevets, sont autant de facteurs qui varient dans le temps et entre les pays. Pour tenir compte de ces différences, le dénombrement des brevets représentant des innovations « environnementales » devrait donc s'exprimer par une proportion, ou bien il faudrait neutraliser ces facteurs par une technique économétrique en utilisant des données sur l'activité globale de dépôt de brevets.

### **Construction d'indicateurs du transfert international des technologies liées à l'environnement**

On peut construire des indicateurs du transfert de technologie en dénombrant les

#### **1. Familles de brevets, ventilées par :**

- *domaine technologique* (sur la base d'une stratégie de recherche des brevets) ;
- *date* (sur la base de la date de priorité ou de la date de la demande) ;
- *pays source* (sur la base du pays de l'inventeur) ; et
- *pays récepteur* (sur la base des administrations réceptrices des demandes – couvrant à la fois les offices de priorité, où la première demande est déposée, et les offices correspondant aux demandes répétées).

#### **2. Demandes de brevets répétées, ventilées par :**

- *domaine technologique* (sur la base d'une stratégie de recherche des brevets) ;
- *date* (sur la base de la date de priorité ou de la date de la demande) ;
- *pays source* (sur la base de l'office de priorité) ;
- *pays récepteur* (sur la base de l'office auprès duquel la demande est répétée).

En résumé, dans le premier cas, la statistique mesure le transfert entre le pays de l'inventeur et les offices des brevets inclus dans la famille de brevets correspondante<sup>16</sup>. Dans le second cas, le transfert a lieu (du pays) de l'office de priorité vers l'office après duquel la demande est répétée<sup>17</sup>.

### **Notes**

1. Ce travail n'aurait pas été possible sans la collaboration avec la Division des analyses économiques et des statistiques de la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE. En outre, une grande partie des bases de l'élaboration des indicateurs a bénéficié de la collaboration avec des chercheurs appartenant à différentes universités et instituts de recherche. Notre gratitude leur est exprimée dans les chapitres correspondants.
2. Les données peuvent être téléchargées de [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode= PATS\\_IPC](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=PATS_IPC). Pour les métadonnées et les futures mises à jour, voir [www.oecd.org/environment/innovation/indicator](http://www.oecd.org/environment/innovation/indicator).

3. La ventilation des dépenses de R-D est exposée dans le *Manuel de Frascati* de l'OCDE : La mesure des activités scientifiques et technologiques – Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental (OCDE, 2002). La définition de l'objectif socio-économique (OSE) « Pollution et protection de l'environnement » couvre les recherches relatives à la lutte contre la pollution, axées sur l'identification et l'analyse des sources de pollution et leurs causes, et les substances polluantes de tous ordres, y compris leur diffusion dans l'environnement et leurs effets sur l'homme, sur les espèces vivantes (faune, flore, micro-organismes) et sur la biosphère. Cela comprend le développement d'installations de contrôle pour la mesure de tout type de pollution, ainsi que ce qui concerne « l'élimination et la prévention de tout type de pollution dans tous les biotopes ».
4. Voir Dernis et al. (2001). On notera que les informations fournies dans les documents de brevet peuvent aussi servir à mesurer les flux internationaux de connaissances passant par le marché (co-invention, copropriété) ou non (citation). Voir Guellec et van Pottelsberghe de la Potterie (2000) pour une discussion et des constatations tirées de données de brevets sur l'internationalisation des flux de connaissances et de technologies.
5. Code CIB B62 – Véhicules terrestres se déplaçant autrement que sur rails.
6. En utilisant à la fois les systèmes de classification SH et CTGI (CTGI 78 : « Véhicules routiers ») ; SH 87 : « Voitures automobiles, tracteurs, cycles et autres véhicules terrestres, leurs parties et accessoires ».
7. Ce groupe d'étude réunit aussi l'Office européen des brevets, le Japan Patent Office (JPO), l'United States Patent and Trademark Office (USPTO), l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), la National Science Foundation (NSF) des États-Unis, Eurostat et la Direction générale recherche de la Commission européenne.
8. Pour une liste des codes CIB et leurs définitions, voir [www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8](http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8).
9. La « date de priorité » est la date à laquelle la première demande, tous pays confondus, a été déposée (à l'intérieur d'une famille de brevets donnée).
10. Pour une liste des codes de pays à deux lettres, voir [www.wipo.int/standards/fr/pdf/03-03-01.pdf](http://www.wipo.int/standards/fr/pdf/03-03-01.pdf).
11. Dans un comptage fractionnaire, si pour une demande de brevet donnée les inventeurs sont des résidents de deux, trois, etc., pays différents, on ne la compte que pour une fraction (0.5, 0.33, etc.) pour chaque pays.
12. Voir [www.wipo.int/standards/fr/pdf/03-03-01.pdf](http://www.wipo.int/standards/fr/pdf/03-03-01.pdf) pour une liste de codes à deux lettres des administrations recevant les demandes.
13. Par exemple, cette approche a été adoptée par Johnstone et al., 2010.
14. C'est l'approche adoptée dans les chapitres 2 et 3.
15. Les priorités revendiquées représentent une proportion relativement faible de l'ensemble des demandes de brevets. Par exemple, dans une étude sur l'innovation dans les technologies d'atténuation du changement climatique, Hašič et al. (2010) constatent que seulement environ 11 % de l'ensemble des demandes de brevets dans ce domaine incluses dans PATSTAT renvoient à des priorités revendiquées, les demandes répétées constituant 34 % de l'ensemble et les demandes uniques 55 %. Autrement dit, dans les technologies d'atténuation du changement climatique, les priorités revendiquées ne représentent qu'environ 16 % de l'ensemble des inventions brevetées (familles simples de brevets), tandis que la grande majorité (84 %) de ces inventions n'ont été protégées qu'auprès d'un seul office des brevets (demandes uniques). On notera que ces proportions varient d'un office à l'autre.
16. Par exemple, cette approche a été adoptée par Dechezleprêtre et al. (2011).
17. C'est l'approche adoptée dans le chapitre 4.

## Références

- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, I. Hašič, N. Johnstone et Y. Ménière (2011), « Invention and Transfer of Climate Change Mitigation Technologies: A Global Analysis », *Review of Environmental Economics and Policy* (à paraître en 2011).
- Dernis, H., D. Guellec et B. van Pottelsberghe de la Potterie (2001), « Compter les brevets pour comparer les performances technologiques entre pays », *STI Revue* 27, OCDE, pp. 140-159.

- Eaton, J. et S. Kortum, (1996), « Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD », *Journal of International Economics*, vol. 40, pp. 251-278.
- Eaton, J. et S. Kortum (1999), « International Technology Diffusion: Theory and Measurement », *International Economic Review*, vol. 40, n° 3, pp. 537-570.
- Faust, K. (1990), « Early Identification of Technological Advances on the Basis of Patent Data », *Scientometrics*, vol. 19, numéros 5-6, pp. 473-480.
- Faust, K. et H. Schedl (1983), « International Patent Data: Their Utilisation for the Analysis of Technological Developments », *World Patent Information*, vol. 5, n° 3, pp. 144-157.
- Guellec, D. et B. van Pottelsberghe de la Potterie (2000), « Applications, Grants and the Value of a Patent », *Economics Letters*, vol. 69, pp. 109-114.
- Griliches Z. (1990), « Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey », *Journal of Economic Literature*, vol. 28, n° 4, pp. 1661-1707.
- Harhoff, D., K. Hoisl, B. Reichl et B. van Pottelsberghe de la Potterie (2009), « Patent Validation at the Country Level – The Role of Fees and Translation Costs », *Research Policy*, vol. 38, n° 9, pp. 1423-1437.
- Harhoff, D., F.M. Scherer, et K. Vopel (2003), « Citations, Family Size, Opposition and the Value of Patent Rights », *Research Policy*, vol. 32, pp. 1343-63.
- Haščič, I., N. Johnstone, F. Watson, et C. Kaminker (2010), « Climate Policy and Technological Innovation and Transfer: An Overview of Trends and Recent Empirical Results », *Documents de travail de l'OCDE sur l'environnement*, n° 30 ([www.oecd.org/env/workingpapers](http://www.oecd.org/env/workingpapers)).
- Helfgott, S. (1993), « Patent Filing Costs Around the World », *Journal of the Patent and Trademark Office Society*, juillet, pp. 567-580.
- Johnstone, N. (dir. pub.) (2007), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*, Edward Elgar.
- Johnstone, N., I. Haščič et D. Popp (2010), « Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts », *Environmental and Resource Economics*, vol. 45, n° 1, pp. 133-155.
- Maskus, K.E. (2004), « Encouraging International Technology Transfer », document ICSTD/CNUCED n° 7 du projet CNUCED/ICTSD sur les droits de propriété intellectuelle et le développement durable.
- Meyer, M. (2002), « Tracing Knowledge Flows in Innovation Systems », *Scientometrics*, vol. 54, n° 2, pp. 193-212.
- OCDE (2009), *Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets*, OCDE, Paris.
- OCDE (2008a), *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, OCDE, Paris.
- OCDE (2008b), *Politique environnementale, innovation technologique et dépôts de brevets*, OCDE, Paris.
- OCDE (2007), *Issues of Dual Use and Reviewing Product Coverage of Environmental Goods*, OCDE, Paris.
- OCDE (2002), *Manuel de Frascati : La mesure des activités scientifiques et technologiques : Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental*, OCDE, Paris.
- OCDE (2001), *Biens et services environnementaux : Les avantages d'une libéralisation accrue du commerce mondial*, OCDE, Paris.
- OCDE (1999), *L'industrie des biens et services environnementaux : Manuel de collecte et d'analyse des données*, OCDE, Paris.
- OEB (2010), *Base de données mondiale de l'OEB sur les statistiques de brevets (PATSTAT)*, édition d'avril 2010, Office européen des brevets.
- Popp D. (2005), *Using the Triadic Patent Family Database to Study Environmental Innovation [ENV/EPOC/WPNEP/RD(2005)2]*, OCDE, Paris.
- van Pottelsberghe de la Potterie, B. et D. Francois (2009), « The Cost Factor in Patent Systems », *Journal of Industry, Competition and Trade*, vol. 9, pp. 329-355.
- Rollinson, J. et R. Heijna (2006), « EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) », exposé à la conférence de l'OEB et de l'OCDE sur les statistiques de brevets au service du processus de décision, Vienne, Autriche, octobre 2006.
- Rollinson, J. et D. Lingua (2007), « The Development of PATSTAT », exposé à la conférence de l'OEB et de l'OCDE sur les statistiques de brevets au service du processus de décision, Venise, Italie, octobre 2007.

Sinclair-Desgagne B. (2008), « The Environmental Goods and Services Industry », *International Review of Environmental and Resource Economics*, vol. 2, n° 1, pp. 69-99.

Steenblik R. (2003), « Environmental Goods: A Comparison of the OECD and APEC Lists », *OECD JWTE Working Paper n° 2005-04*.



Extrait de :  
**Invention and Transfer of Environmental Technologies**

Accéder à cette publication :  
<https://doi.org/10.1787/9789264115620-en>

**Merci de citer ce chapitre comme suit :**

Johnstone, Nick, Ivan Hašič et Fleur Watson (2012), « Questions méthodologiques concernant l'élaboration d'indicateurs de l'innovation et du transfert dans les technologies environnementales », dans OCDE, *Invention and Transfer of Environmental Technologies*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264168497-9-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.

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.

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

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