

STI

REVUE
N° 27

SCIENCE TECHNOLOGIE INDUSTRIE

Numéro spécial : nouveaux indicateurs de la science et de la technologie

Introduction –
Nouveaux indicateurs de science et de technologie pour
l'économie fondée sur le savoir : enjeux et perspectives

L'investissement dans le savoir

Élaboration d'indicateurs comparables au niveau international
sur la mobilité des travailleurs très qualifiés : étude de faisabilité

Enquêtes sur l'innovation : les leçons de l'expérience des pays
de l'OCDE

Être ou ne pas être innovant : un exercice de mesure

Compter les brevets pour comparer les performances
technologiques entre pays

Améliorer la mesure des aides publiques à la technologie
industrielle

Évaluation du traitement fiscal de la R-D dans les pays de l'OCDE

© OCDE, 2001.

© Logiciel, 1987-1996, Acrobat, marque déposée d'ADOBE.

Tous droits du producteur et du propriétaire de ce produit sont réservés. L'OCDE autorise la reproduction d'un seul exemplaire de ce programme pour usage personnel et non commercial uniquement. Sauf autorisation, la duplication, la location, le prêt, l'utilisation de ce produit pour exécution publique sont interdits. Ce programme, les données y afférentes et d'autres éléments doivent donc être traités comme toute autre documentation sur laquelle s'exerce la protection par le droit d'auteur.

Les demandes sont à adresser au :

Chef du Service des Publications,
Service des Publications de l'OCDE,
2, rue André-Pascal,
75775 Paris Cedex 16, France.

N° 27

STI REVUE

Numéro spécial :
« Nouveaux indicateurs
de la science
et de la technologie »



ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale ;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique ;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays Membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus Membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996), la Corée (12 décembre 1996) et la République slovaque (14 décembre 2000). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

Also available in English under the title:

STI Review

SPECIAL ISSUE ON NEW SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS

No. 27

© OCDE 2001

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France, tél. (33-1) 44 07 47 70, fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, ou CCC Online : www.copyright.com. Toute autre demande d'autorisation de reproduction ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

AVANT-PROPOS

Préparée par la Direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE, la *STI Revue* est publiée deux fois par an. Elle présente des études intéressantes pour les responsables politiques et les analystes concernés par les développements scientifiques, technologiques et industriels, en mettant l'accent sur les comparaisons entre pays, les analyses quantitatives des tendances nouvelles et les questions de politique récentes ou à venir. Suivant la nature des travaux de l'OCDE, la *STI Revue* examine les changements structurels et institutionnels qui se produisent tant au niveau global que régional, national et local. Certains numéros portent sur des thèmes spécifiques, comme les enquêtes sur le comportement innovateur des firmes ou les problèmes d'emploi liés à la technologie.

Alors que les objectifs et les instruments des politiques de science et technologie évoluaient au cours de la dernière décennie, des besoins nouveaux en termes d'indicateurs sont apparus dans ce domaine. La présente livraison de *STI Revue* rapporte les principales avancées issues d'un projet conduit sur plusieurs années par l'OCDE, et visant à sélectionner et concevoir de nouvelles sources de données et de nouvelles méthodes permettant d'élargir la palette des indicateurs de science et technologie et de satisfaire la demande nouvelle. Les principaux thèmes abordés sont les suivants : l'investissement en connaissance, la mobilité des travailleurs hautement qualifiés, les enquêtes et indicateurs d'innovation, le soutien public à la technologie industrielle, et les politiques fiscales pour la R-D. L'OCDE remercie la DG Recherche de la Commission européenne du soutien financier accordé à ce projet.

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de l'Organisation ou de ses pays Membres. La *STI Revue* est publiée sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction – Nouveaux indicateurs de science et de technologie pour l'économie fondée sur le savoir : enjeux et perspectives	7
L'investissement dans le savoir <i>Moshid Khan</i>	21
Élaboration d'indicateurs comparables au niveau international sur la mobilité des travailleurs très qualifiés : étude de faisabilité <i>Mikael Åkerblom</i>	53
Enquêtes sur l'innovation : les leçons de l'expérience des pays de l'OCDE <i>Dominique Guellec et Bill Pattison</i>	85
Être ou ne pas être innovant : un exercice de mesure <i>Jacques Mairesse et Pierre Mohnen</i>	113
Compter les brevets pour comparer les performances technologiques entre pays <i>Hélène Dernis et Dominique Guellec</i>	141
Améliorer la mesure des aides publiques à la technologie industrielle <i>Alison Young</i>	161
Évaluation du traitement fiscal de la R-D dans les pays de l'OCDE <i>Jacek Warda</i>	203

INTRODUCTION

NOUVEAUX INDICATEURS DE SCIENCE ET DE TECHNOLOGIE POUR L'ÉCONOMIE FONDÉE SUR LE SAVOIR : ENJEUX ET PERSPECTIVES

L'élaboration et l'évaluation de la politique scientifique et technologique nécessitent un vaste ensemble d'indicateurs quantitatifs de grande qualité. Les indicateurs permettent de comparer les situations relatives de différents pays, d'apprécier les forces et les faiblesses de chacun et de mettre en évidence les domaines où une intervention des pouvoirs publics s'impose. En outre, ils permettent d'obtenir des informations en retour sur les effets des politiques. Mais surtout, il faut que les indicateurs puissent s'adapter à l'évolution des conditions et au contenu des politiques scientifiques et technologiques.

A sa réunion au niveau des ministres de 1995, le Comité de la politique scientifique et technologique de l'OCDE a convenu dans ses conclusions qu'il était « nécessaire pour les pays Membres de collaborer au développement d'une nouvelle génération d'indicateurs pouvant mesurer les performances en matière d'innovation d'une économie fondée sur le savoir, et les autres "produits" qui y sont liés ». Les ministres ont également estimé qu'il était « nécessaire de poursuivre à l'OCDE l'étude des évolutions et des défis » intéressant le système scientifique, et qu'il « importait de prêter spécialement attention aux données nécessaires pour évaluer, suivre et élaborer les politiques ».

Les demandes des responsables de l'action gouvernementale ont été à l'origine des efforts qui ont été consacrés par le passé aux statistiques et qui ont abouti entre autres à l'élaboration du *Manuel de Frascati* (relatif à la recherche et développement, R-D) au début des années 60 et du *Manuel d'Oslo* (relatif à l'innovation) dans les années 90. Grâce à ces travaux, on dispose aujourd'hui d'un ensemble très étoffé d'indicateurs de la science et de la technologie (S-T), dont beaucoup sont compilés par l'OCDE et d'autres organisations internationales à partir de données recueillies par les pays. Ces indicateurs portent notamment sur la dépense de R-D, les effectifs de chercheurs, la balance des paiements technologiques, la production et les échanges de biens de haute technologie et les brevets, et ils sont publiés deux fois par an dans l'ouvrage *Principaux indicateurs*

de la science et de la technologie de l'OCDE. Toutefois, ainsi que l'ont fait valoir les ministres dans le communiqué cité ci-dessus, un élargissement de la liste des indicateurs de S-T s'impose de toute évidence. Le contexte et le contenu de la politique technologique ont évolué, ce qui a créé une demande de nouveaux indicateurs ; parallèlement, des sources de données et des méthodes nouvelles deviennent exploitables, ouvrant des perspectives pour la mise au point de nouveaux indicateurs.

Évolution de la demande d'indicateurs

L'importance que revêt la recherche-développement (R-D) pour le progrès technique et la croissance économique est apparue clairement après la Seconde Guerre mondiale. Publié pour la première fois en 1963, le *Manuel de Frascati* (qui énonce des principes directeurs pour la collecte de données sur la R-D) a été élaboré à la demande de gouvernements désireux de mesurer ce facteur de croissance nouvellement mis en évidence. Depuis, cette conception n'a jamais été contestée, mais elle a été élargie et approfondie, ce qui s'explique sans doute en partie par l'évolution des réalités et notamment par l'émergence de « l'économie fondée sur le savoir ». Les paragraphes qui suivent en résument les principales caractéristiques.

Innovation. La R-D est une pièce essentielle dans le processus de changement technologique, mais elle n'est pas la seule. Les innovations technologiques sont de nouveaux produits ou procédés commercialisés ou mis en œuvre par les entreprises. Des facteurs autres que la R-D au sens strict sont source de nouvelles technologies, tels que la conception, les nouveaux logiciels, la formation. Les « enquêtes sur l'innovation » ont été développées durant les années 90, notamment par Eurostat. Elles visent à saisir ces activités, notamment dans les secteurs des services, où l'innovation est omniprésente malgré la faiblesse de la R-D.

Investissement en connaissance : certaines activités autres que la R-D, comme l'investissement dans les logiciels, la formation et l'éducation, entraînent un accroissement du stock de connaissances et d'informations à la disposition de l'économie. Par conséquent, il est utile de prendre en compte certaines de ces activités sous la dénomination commune « investissement dans le savoir », qui procure une image plus large de l'avancement vers l'économie fondée sur le savoir. Une meilleure intégration de la R-D dans le cadre global des statistiques économiques – le Système de comptabilité nationale (SCN) – va dans le même sens en reliant la R-D à d'autres activités productives. C'est là le but des efforts en cours à l'OCDE.

Les *ressources humaines consacrées à la science et à la technologie* (RHST) représentent le principal facteur qui permet sur le plan national de produire et de maîtriser de nouvelles technologies. Une base étendue de RHST est une condition *sine qua non*

pour qu'un pays continue d'innover, car c'est elle qui incorpore le stock de connaissances dont il dispose. Outre les chercheurs, les RHST englobent les ingénieurs et les techniciens qui permettent une application rationnelle de la technologie. A cet égard, il importe de noter que les politiques destinées à encourager les entreprises à accroître leurs dépenses de R-D sont vouées à l'échec si l'offre de RHST est insuffisante, car l'augmentation des dépenses a alors pour seul effet des coûts plus élevés. On dispose depuis longtemps de statistiques sur les effectifs de chercheurs, mais celles-ci ne donnent qu'une image partielle des ressources humaines concernées. Il importe donc de mesurer d'autres composantes des RHST (gestionnaires de la R-D, ingénieurs de production, techniciens) et d'étudier leur structure et leur dynamique (structure par qualification, domaines scientifiques et techniques, mobilité nationale et internationale, etc.). L'élaboration du « Manuel de Canberra » (OCDE et Eurostat, 1995) a constitué un premier pas dans ce sens. Des travaux supplémentaires s'imposent à présent pour préciser les méthodologies (amélioration des définitions) et pour mettre en évidence et exploiter les sources de données appropriées (par exemple, enquêtes sur la population active, recensements et enquêtes spéciales menées dans de nombreux pays).

Le secteur des *services* se montre de plus en plus innovant, mais cette évolution n'est pas convenablement prise en compte dans les statistiques actuelles qui ont été conçues autour de la production de biens physiques. Une grande partie de l'innovation dans les services ne repose pas sur des activités formelles de R-D, et la R-D dans ce secteur est à bien des égards différente de celle exécutée dans l'industrie manufacturière, étant axée sur les sciences humaines et sociales plutôt que sur les sciences naturelles. Dans cette optique, il convient à l'évidence de se pencher non sur la R-D dans les secteurs des services, mais sur le recours, par l'ensemble des secteurs, à la R-D du type de celle menée dans les services (puisque même les entreprises manufacturières conduisent des recherches dans ces domaines). Depuis une dizaine d'années, des efforts ont été engagés pour prendre en compte l'innovation non fondée sur la R-D (au travers d'enquêtes sur l'innovation) et pour rendre les enquêtes sur la R-D plus pertinentes pour les entreprises de services. Dans l'édition de 1993 du *Manuel de Frascati*, la définition de la R-D a été élargie pour englober plus clairement les sciences humaines et sociales. Beaucoup de pays ont intégré des branches de services dans les échantillons de leurs enquêtes. Néanmoins, la notion de R-D « services » reste à préciser, et c'est là le but de la 5^e révision du *Manuel de Frascati* qui présente des exemples concrets de R-D liée aux comportements humains (travailleurs, clients) et à l'organisation.

Les *technologies nouvelles* – en particulier les technologies de l'information et des communications (TIC), les biotechnologies et peut-être demain les nanotechnologies – ont en commun le fait qu'elles exercent un important effet de

levier en influençant des pans entiers de l'économie. Elles donnent naissance à des branches entièrement nouvelles, modifient la configuration de nombreux secteurs existant et font évoluer les demandes de consommation. C'est vrai notamment pour les TIC, qui sont reconnues comme des « technologies génériques ». Dans le cas des technologies nouvelles, il importe de mesurer non seulement leur évolution technique et les ressources consacrées à leur amélioration (R-D, brevets), mais aussi leur diffusion à l'échelle de l'économie tout entière, qui détermine leur impact sur les performances. Les indicateurs concernant leur utilisation, comme le nombre de micro-ordinateurs installés et de connexions au réseau Internet, sont très révélateurs à cet égard. Des progrès ont été accomplis dans la définition et la mesure des secteurs des TIC et des activités liées aux TIC comme le commerce électronique, et la production de statistiques dans ce domaine a progressé rapidement ces dernières années (voir OCDE, 2000, en ce qui concerne les TIC, et OCDE, 2001a, en ce qui concerne les biotechnologies).

Circulation du savoir. A mesure de l'expansion des activités destinées à produire de nouvelles connaissances, l'existence de liens entre les entités participant à cette création de savoir a pris une importance accrue. Avec l'accélération du changement technique et la spécialisation croissante des producteurs de connaissance, qu'il s'agisse d'entreprises ou de chercheurs individuels, chacun est devenu une source essentielle de nouvelles connaissances pour ses partenaires. Des réseaux ont été constitués (entre entreprises, entre entreprises et universités, entre chercheurs, entre pays) selon différentes modalités contractuelles (filiales communes, sous-traitance, échange de personnel...), tandis que la mobilité des personnes – dépositaires du capital humain et du savoir – entre les entreprises, les universités et les pays a pris une importance grandissante. Les performances globales d'un système national d'innovation dépendent très largement de son aptitude à rendre le savoir accessible aux secteurs de l'économie qui en ont besoin. Cette mission relève de toute une série d'institutions parmi lesquelles figurent différents types d'organismes de recherche publics et semi-publics. Il conviendrait d'élaborer des indicateurs qui reflètent la circulation des connaissances : son intensité, ses modalités et les obstacles auxquels elle se heurte. C'est là un pari particulièrement difficile à relever pour les statisticiens, car il implique non d'examiner une entité à un moment donné, mais de suivre dans le temps plusieurs entités à la fois et les relations qui les lient. Le défi se complique encore lorsqu'il s'agit de mesurer les réseaux ou la circulation des connaissances sur le plan international, car les statistiques proviennent d'organismes nationaux indépendants les uns des autres dont les méthodes et les préoccupations ne concordent que rarement, de sorte qu'il est difficile de parvenir à une représentation internationale cohérente.

L'internationalisation est une tendance lourde qui touche l'ensemble des activités liées à la technologie. Aujourd'hui, les entreprises multinationales possèdent

des installations de recherche dans de nombreux pays, les activités conjointes de R-D ont de plus en plus souvent un caractère international, les ressources humaines et les idées franchissent les frontières (surtout avec le réseau Internet), et les organismes de recherche publics, confrontés à l'augmentation des coûts, coordonnent leurs programmes de recherche et la création de centres de recherche internationaux (programmes cadres de l'UE, station spatiale). Les technologies mises au point à l'étranger constituent pour tous les pays un facteur majeur de croissance économique. Cette nouvelle donne soulève des difficultés particulières pour les organismes nationaux de statistique. Un renforcement de la coordination entre ces organismes s'impose afin d'établir des définitions et des procédures communes pour la collecte de données. Prolongeant un effort engagé au milieu des années 90 afin de recueillir des données sur la R-D exécutée par les filiales d'entreprises multinationales étrangères (OCDE, 2001*b*), les travaux en cours à l'OCDE sur un « manuel sur les indicateurs de la mondialisation économique » s'inscrivent dans cette optique. Les enquêtes sur l'innovation comportent des questions sur les interactions internationales, notamment les sources de connaissances et les alliances en rapport avec l'innovation.

Comportement des entreprises. L'innovation est aujourd'hui davantage à l'écoute du marché que par le passé ; elle est influencée par la stratégie de chaque entreprise et les conditions auxquelles elle est confrontée. L'intensification des pressions concurrentielles pousse les entreprises à se montrer plus innovantes et à adopter rapidement les technologies récentes. L'innovation dans les entreprises peut se heurter à des facteurs qui entravent, par exemple, l'accès aux marchés (présence d'entreprises en place ou obstacles réglementaires) ou l'accès aux capitaux (manque de possibilités de financement pour les PME innovantes). Toutefois, ces nouvelles tendances n'apparaissent pas clairement à la lecture des données agrégées (au niveau d'un pays ou d'un secteur d'activité). Il convient donc de créer des bases de données longitudinales et de les rendre accessibles aux chercheurs. Cependant, une telle entreprise se heurte à des difficultés à la fois d'ordre statistique (il n'est guère aisé de suivre d'année en année une même entreprise, d'autant que fusions et scissions sont monnaie courante) et d'ordre juridique (en raison de la confidentialité des données au niveau des entreprises). Dans le même domaine, un autre défi consiste à saisir dans les statistiques les nouvelles entreprises innovantes, les « startups » qui jouent un rôle clé dans les nouvelles technologies, et de mieux prendre en compte les activités liées au capital-risque.

Indicateurs d'output : Depuis quelques décennies, la mesure des inputs aux activités technologiques (R-D, personnel) s'est beaucoup affinée. Toutefois, on estime depuis quelque temps déjà qu'il faudrait également disposer d'indicateurs de l'output. Les pouvoirs publics en ont besoin pour évaluer leurs programmes et leurs chercheurs, et les entreprises pour apprécier la contribution de la

R-D à leur performance globale. Cela étant, il est nettement plus difficile de mesurer les « output » que les « inputs » : alors que les unités de mesure à utiliser sont évidentes pour les seconds (unités monétaires, nombre de personnes), elles ne le sont pas du tout pour les premiers. Quelle est le produit des activités technologiques ? Sous quelle forme quantifiable se présente-t-elle ? Comment distinguer la contribution de la technologie aux résultats globaux de celle d'autres facteurs ? Quelles sources statistiques pourrait-on employer pour saisir cet output ? S'agissant des activités scientifiques, le nombre de publications et de citations s'y référant constitue l'indicateur privilégié, tandis que pour les activités technologiques, on emploie de préférence le nombre de brevets (et de citations). L'une et l'autre démarche présentent des inconvénients bien connus, mais de gros progrès sont réalisés sur la voie de leur atténuation. En outre, en ce qui concerne les activités technologiques, les enquêtes sur l'innovation fournissent d'autres indicateurs tels que la part des produits nouveaux dans le chiffre d'affaires total.

Les *politiques scientifiques et technologiques* ont radicalement changé depuis dix ans. Sous l'effet de l'accroissement des dépenses de R-D des entreprises, la part du secteur public, et partant son influence, ont diminué ; la fin de la Guerre froide a amené les gouvernements à réduire les budgets de défense qui représentaient auparavant une part importante de la R-D publique. En ce qui concerne la politique de l'innovation, les gouvernements mettent à l'essai des instruments nouveaux, plus compatibles que leurs prédécesseurs avec les mécanismes du marché, qui engagent généralement moins de ressources financières mais font appel à des incitations plus élaborées (allègements fiscaux, aides conditionnelles, prêts assortis de conditions favorables, passation de marchés). Désormais, on attend de la recherche scientifique publique qu'elle contribue davantage qu'auparavant à des objectifs sociaux (par exemple, dans le domaine de l'environnement) et économiques (transfert à l'industrie), et les systèmes de recherche publique sont réformés en conséquence – ce qui a parfois pour effet de rendre plus floues les frontières entre secteurs public et privé. Tous ces changements font qu'il est plus difficile d'appréhender les politiques gouvernementales : il ne suffit plus de connaître le montant des dépenses publiques de R-D pour obtenir une image claire de l'action des pouvoirs publics. Au cours des années 90, l'OCDE a mené des travaux dans cette perspective (« aides publiques à l'industrie »).

L'offre

L'existence d'une demande d'information croissante et évolutive constitue une constante dans l'économie fondée sur le savoir, et il n'est guère surprenant que cette demande se porte aussi sur les indicateurs de S-T. Les progrès accomplis du côté de l'offre ont dans une large mesure permis aux statisticiens d'adapter leurs

produits à cette nouvelle donne. Du point de vue de l'offre, les statisticiens rencontrent les mêmes tendances que d'autres producteurs de savoir.

Des *avancées méthodologiques* ont été réalisées dans de nouveaux domaines, notamment par l'OCDE et ses pays Membres. Dans certains cas, elles ont abouti à l'élaboration de nouveaux manuels ou ouvrages statistiques, voire à de nouvelles enquêtes. En ce qui concerne les RHST, le « Manuel de Canberra » (produit conjointement avec Eurostat) a été publié en 1995. Il donne des RHST une définition destinée à être compatible avec les classifications existantes des professions (CITP) et des niveaux de formation (CITE). A ce jour, le bilan de l'application de cette définition est mitigé, puisque des estimations comparables au niveau international des effectifs et des mouvements de RHST ont été produites pour les pays européens (par Eurostat), mais pas pour les autres pays. Le problème tient principalement au fait que les classifications nationales des professions sont souvent incompatibles avec la classification internationale. La révision du « Manuel de Canberra » a été engagée en 2001. En ce qui concerne la mondialisation, la « session spéciale sur la mondialisation » du Groupe de travail sur les statistiques, qui dépend du Comité de l'industrie de l'OCDE, a précisé des aspects théoriques de la mesure de la mondialisation (un manuel est en préparation). Des données sur les dépenses de R-D des filiales étrangères sont recueillies et publiées régulièrement par l'OCDE (*cf.* par exemple OCDE, 2001*b*). En ce qui concerne la R-D, le *Manuel de Frascati* tient de plus en plus compte des nouvelles exigences exposées ci-dessus. S'agissant des TIC et des biotechnologies, les pays Membres de l'OCDE se sont mis d'accord sur des définitions, ce qui a permis de lancer des activités de collecte de données comparables au niveau international. Les travaux méthodologiques relatifs aux brevets ont été poursuivis à la suite de la publication du « Manuel brevet » (OCDE, 1994).

Les *enquêtes sur l'innovation* ont vu le jour au début des années 80 dans quelques pays européens notamment, avant de gagner d'autres pays de l'OCDE au cours de la décennie suivante. Des efforts considérables ont été consacrés ces dernières années à la conceptualisation et à la mise en œuvre. Publié pour la première fois en 1992 par l'OCDE et révisé en 1997 avec Eurostat, le *Manuel d'Oslo* énonce des principes directeurs internationaux pour la conduite d'enquêtes sur l'innovation. Dans beaucoup de pays, notamment en Europe (au travers des Enquêtes communautaires sur l'innovation coordonnées par Eurostat), mais aussi au Canada, en Australie et en Corée, deux ou trois cycles d'enquêtes ont déjà été menés à bien. Destinées à l'origine aux branches manufacturières, ces enquêtes couvrent à présent également le secteur des services. Leur but est de recueillir des informations sur le comportement des entreprises en matière d'innovation : type d'activités d'innovation menées (ou non), intensité d'innovation, coûts (autre la R-D), objectifs, obstacles et sources de connaissances technologiques (par exemple, concurrents, universités).

Les progrès de l'informatique ont permis d'exploiter des bases de données de très grande taille avec une puissance de traitement jadis inconcevable. Cela est particulièrement utile pour les publications scientifiques, les brevets et les données d'entreprises. Chaque année, plus d'un million de brevets sont déposés dans le monde, et ce chiffre ne cesse d'augmenter. Chaque enregistrement de brevet contient beaucoup d'informations d'un grand intérêt. Il en va de même pour les publications scientifiques (le nombre de revues continue de progresser) et la plupart des études au niveau des entreprises (qui reposent souvent sur des échantillons de plusieurs milliers de firmes). L'augmentation du parc d'ordinateurs et la baisse des prix du matériel informatique facilitent l'exploitation statistique de toutes ces données.

Intégration de différentes sources de données. Lorsqu'il s'agit de cerner statistiquement certains aspects comme le comportement des entreprises en matière d'innovation, les réseaux de S-T, la mobilité des ressources humaines ou les politiques scientifiques et technologiques, il faut disposer de plusieurs sources de données pour obtenir une vue d'ensemble. Chaque source procure alors des informations dont le sens apparaît plus clairement lorsqu'on les met en regard de données provenant d'autres sources. Par exemple, pour se faire une idée des entreprises innovantes, il faut disposer d'informations qu'on ne peut obtenir qu'auprès de plusieurs sources différentes : nature de l'activité d'innovation, structure des qualifications, gamme de produits, part de marché... En outre, dans le contexte actuel de mondialisation, il est nécessaire de procéder à des comparaisons internationales des entreprises, ce qui implique de faire concorder des enquêtes provenant de différents pays. Grâce aux progrès de l'informatique, toutes ces opérations ne posent aujourd'hui guère de difficultés techniques, mais elles soulèvent des problèmes juridiques eu égard au souci de confidentialité qui restreint fortement l'accès aux données. A l'avenir, une réflexion plus approfondie devra être menée sur ces problèmes par les statisticiens, mais aussi par les législateurs.

Constitution de réseaux de statisticiens. Du fait de la diversité croissante des sources de données, des méthodes et des aspects abordés, la division du travail s'approfondit aussi dans le domaine des statistiques scientifiques et technologies. Dans aucun pays, toutes ces données ne relèvent d'une seule et même personne ou d'un seul et même service administratif : la spécialisation devient la règle. Pourtant, il n'est pas toujours évident de concrétiser tous les avantages de la division du travail (accroissement des données produites et des compétences d'experts plus spécialisés) tout en préservant une certaine unité (il est important de conserver une certaine cohérence entre les différents indicateurs). Les statisticiens chargés des différentes facettes de la S-T devront réfléchir à des moyens nouveaux, plus ouverts et plus souples pour assurer entre eux la coordination qui s'impose, sur le plan national mais aussi international. Tout comme leurs collè-

gues d'autres domaines de production du savoir, ils ont à travailler de plus en plus dans le cadre de réseaux.

Le projet « Blue Sky »

Le projet sur les « Nouveaux indicateurs de la science et de la technologie » a été lancé en 1996 par le GENIST (Groupe d'experts nationaux sur les indicateurs de science et de technologie) et le Secrétariat de l'OCDE à la demande des ministres des pays Membres. Il s'inscrivait clairement dans le cadre de l'ambition plus large, affichée tant par les responsables de la politique scientifique et technologique que par les statisticiens, d'adapter les statistiques à l'évolution de la demande et aux perspectives créées par l'apparition de facteurs nouveaux du côté de l'offre. Le but du projet n'était pas d'apporter des solutions à l'ensemble des problèmes évoqués ci-dessus ; il s'agissait plutôt de signifier clairement que les gouvernants et les statisticiens avaient conscience des conditions nouvelles de la S-T et de parvenir à des avancées décisives dans certains domaines. La qualité des résultats produits doit beaucoup aux statisticiens des pays Membres de l'OCDE (en particulier les délégués auprès du GENIST) qui ont participé activement au processus et supervisé régulièrement les travaux pendant toute la durée du projet, lequel a bénéficié du soutien financier de la Commission européenne. Ce numéro spécial de *STI Revue* rend compte des principaux résultats obtenus dans le cadre du projet « Blue Sky », dont les paragraphes qui suivent exposent les grandes lignes.

« L'investissement dans le savoir », de *Mosahid Khan*, propose un instrument pour mesurer le degré d'avancement sur la voie de l'économie fondée sur le savoir. L'investissement dans le savoir est la somme des dépenses consacrées à la R-D, à l'enseignement supérieur et aux logiciels (après élimination des chevauchements). Dans l'idéal, on pourrait aussi tenir compte d'autres aspects, tels que les dépenses de conception, de formation et de réorganisation, mais les données disponibles limitent pour l'instant le champ du possible. Certains types de d'actifs immatériels (« intangibles ») ont été volontairement omis dans cet exercice, notamment ceux qui sont liés au marketing, car leur contribution à la croissance économique n'est pas évidente (bien qu'ils contribuent évidemment à la compétitivité des entreprises). Les données présentées par l'auteur montrent que l'investissement dans le savoir représente une part non négligeable du PIB des pays de l'OCDE (5 à 6 % en moyenne), et qu'il a progressé plus vite que l'investissement matériel et le PIB lui-même durant les années 90.

L'article de *Mikael Akerblom*, « Élaboration d'indicateurs comparables au niveau international sur la mobilité des travailleurs très qualifiés : étude de faisabilité », met à profit les travaux approfondis conduits par les pays nordiques afin de définir un cadre théorique pour la mesure de la mobilité. Le terme « mobilité » peut recouvrir des réalités très différentes : par exemple, suivre temporairement une

formation dans une autre entreprise n'a pas la même portée que changer d'employeur, changer d'établissement ne revient pas à changer d'entreprise. Si on omet de faire la distinction entre les différentes formes de mobilité au moyen des critères appropriés (quel type de changement ? pendant combien de temps ?...), on risque d'aboutir à des indicateurs qui donnent une image déformée de la réalité. L'article évalue ensuite dans quelle mesure les données issues des sources existantes sont adaptées au calcul de tels indicateurs, et s'intéresse plus particulièrement à deux « pays tests », la France et le Royaume-Uni. Enfin, l'article examine également certains aspects de la mobilité internationale (on trouvera plus d'éclaircissements sur cette question dans OCDE, 2002).

« Enquêtes sur l'innovation : leçons de l'expérience des pays de l'OCDE », l'article de *Dominique Guellec et William Pattinson*, examine les enseignements que livrent les enquêtes du type ECI (Enquête communautaire sur l'innovation) sur différentes caractéristiques de l'innovation, ainsi que les problèmes qu'il convient de régler pour que les enquêtes futures fournissent des indicateurs encore meilleurs et soient plus utiles aux décideurs. Grâce aux enquêtes sur l'innovation, on connaît aujourd'hui beaucoup mieux cette activité. Elles ont permis de consacrer à certains phénomènes des analyses jadis impossibles à réaliser et d'étayer des faits que l'on ne faisait que soupçonner. Ainsi, ces enquêtes ont montré qu'une grande partie des entreprises innove ; que beaucoup d'innovations sont réalisées dans l'industrie manufacturière, mais aussi dans les services ; que l'innovation a des répercussions sur les résultats des entreprises en termes de rentabilité, de productivité et de créations d'emploi ; et que les politiques en matière d'innovation touchent davantage les grandes entreprises que les petites. Toutefois, malgré les progrès importants accomplis dans les enquêtes sur l'innovation, certaines limites subsistent. Par exemple, des problèmes de définition restent à résoudre (qu'est-ce que l'innovation technologique ? qu'est-ce qu'une entreprise innovante ?), et les méthodologies statistiques utilisées ne sont toujours pas identiques d'un pays à l'autre. Il faudra offrir aux analystes un accès plus aisé aux données micro-économiques si l'on souhaite obtenir davantage d'études capables de faciliter l'évaluation des données et de fournir des informations utiles aux responsables de l'action gouvernementale.

« Être ou ne pas être innovant : un exercice de mesure », l'article de *Jacques Mairesse et Pierre Mohnen*, propose une approche économétrique des données recueillies dans les enquêtes sur l'innovation afin de tirer le plus d'informations possible des données de base. Les auteurs commencent par vérifier que la procédure de « micro-agrégation » employée pour anonymiser les données de l'ECI ne biaise pas les caractéristiques de la population. Les résultats sont rassurants puisque tel n'est pas le cas. Il est donc possible, pour les statisticiens et les spécialistes en économétrie, d'utiliser les données qui ont fait l'objet d'une micro-agrégation avec peu de pertes d'informations. Les auteurs proposent un modèle

économétrique pour expliquer les performances des entreprises en matière d'innovation ; ils régressent la part des produits nouveaux dans le chiffre d'affaires de l'entreprise sur divers facteurs tels que la taille, le secteur d'activité, le pays, les performances en matière de R-D, l'appartenance ou non à un groupe. Ils proposent un « indicateur de la capacité d'innovation », qui correspond à la part des nouveaux produits dans le chiffre d'affaires qui ne s'explique pas par les facteurs ci-dessus. Cet indicateur est analogue à celui de productivité totale des facteurs, dans le sens où il s'agit du résidu d'une estimation réalisée au moyen d'un modèle, qui reflète les propres performances du pays ou secteur concerné après comptabilisation de certains facteurs connus.

« Compter les brevets pour comparer les performances technologiques entre pays », l'article d'*Hélène Dernis, Dominique Guellec et Bruno van Pottelsberghe*, examine les insuffisances des indicateurs traditionnels basés sur les brevets publiés et propose des solutions. Bien que les brevets servent depuis des décennies au calcul d'indicateurs statistiques, il n'existe pas de méthodologie largement acceptée dans ce domaine. Les indicateurs sont généralement peu comparables d'un pays à l'autre, et les années mentionnées ne correspondent pas à l'année d'invention (reflétant les délais stratégiques ou administratifs de soumission, de traitement et de publication des demandes de brevet). La méthode proposée pour remédier à ces problèmes consiste à compter uniquement les « familles de brevets » (ensemble de brevets pris dans plusieurs pays différents pour protéger une même invention) par « date de priorité » (premier dépôt de demande dans le monde). Le recours à des indicateurs fondés sur ces critères permettrait d'inscrire les comparaisons internationales des performances technologiques dans une perspective entièrement nouvelle.

« Améliorer la mesure des aides publiques à la technologie industrielle », par *Alison Young*, décrit un projet de collecte de données mené par l'OCDE de 1993 à 1998 dans le but de recueillir des données plus précises sur les programmes publics d'aide à la technologie industrielle et de classer ceux-ci différemment afin de mieux rendre compte du type de rapport avec le bénéficiaire. En l'occurrence, trois grandes catégories sont proposées : aides financières et subventions (y compris les prêts assortis de conditions favorables et les allègements fiscaux), marchés publics (principalement liés à la défense) et infrastructure publique (contributions directes et indirectes des laboratoires publics à l'innovation industrielle). Cette classification dépasse largement le cadre des données généralement disponibles, lesquelles font seulement apparaître les transferts de fonds (des pouvoirs publics aux entreprises) sans identifier le type de contrat ou de transaction sous-jacent. Elle est mieux adaptée à l'analyse des politiques d'innovation. Ses inconvénients tiennent au fait qu'elle requièrent de grandes quantités d'informations, coûteuses à recueillir, et parfois considérées comme confidentielles par les gouvernements.

« Évaluation du traitement fiscal de la R-D dans les pays de l'OCDE », de *Jacek Warda*, expose la méthodologie de « l'indice B ». La plupart des gouvernements des pays de l'OCDE ont adopté des mesures fiscales spéciales en faveur de la R-D, qu'il s'agisse de déductions pour amortissement ou (de plus en plus souvent) de crédits d'impôt au titre de la R-D, dont bénéficient notamment les petites et les nouvelles entreprises. Ces mesures visent à stimuler la R-D dans les entreprises, les pouvoirs publics estimant que celles-ci ne consacrent pas assez de dépenses à ce domaine par rapport à d'autres (comme l'investissement matériel). Il est toutefois difficile de comparer ces allègements fiscaux d'un pays à l'autre, car les législations fiscales sont complexes et intègrent de multiples dimensions. Le but de l'indice B est de mesurer le coût après impôt de l'investissement de R-D pour un coût avant impôt donné. Il tient compte à la fois de l'impôt sur le bénéfice des sociétés et des allègements fiscaux liés à la R-D. L'indice B est fondé sur une approche type utilisée dans la littérature sur la fiscalité (« taux effectif d'imposition »). En comparant les pays de l'OCDE selon cette méthodologie, on constate une grande hétérogénéité, mais aussi une générosité croissante depuis quelques années.

Prochaines étapes

Quel a été l'apport du projet sur les « Nouveaux indicateurs de la science et de la technologie » ? En dehors des résultats méthodologiques et des indicateurs présentés dans ce numéro de *STI Revue*, on perçoit deux types de retombées :

- *Des indicateurs publiés régulièrement* ; c'est le cas des brevets, de l'investissement dans le savoir et de l'indice B, qui sont tous publiés, par exemple, dans le *Tableau de bord de la science, de la technologie et de l'industrie* (OCDE, 2001c).
- *La poursuite des travaux méthodologiques dans certains domaines identifiés comme particulièrement importants et difficiles*, la mesure des RHST et de la mobilité internationale, la R-D dans les comptes nationaux, l'investissement en connaissance, les indicateurs de l'innovation et les brevets ; dans tous ces domaines, l'OCDE a lancé des projets spéciaux qui devraient aboutir à la mise au point de nouveaux indicateurs.

Pour les RHST, la coopération entre statisticiens de S-T et statisticiens de l'emploi et de l'éducation devrait permettre d'améliorer la méthodologie (« Manuel de Canberra »), d'accroître le nombre des pays qui collectent ces chiffres et d'affiner le niveau de détail des données.

Pour une meilleure intégration de la R-D et des comptes nationaux, un groupe de travail constitué d'experts des deux domaines va être mis en place ; il examinera les possibles aménagements des données de R-D pour se rapprocher du cadre des comptes nationaux et les adaptations des comptes nationaux rendus nécessaires par les spécificités de la R-D.

Pour l'investissement en connaissance, la méthodologie est encore à un stade embryonnaire. Le travail futur portera sur l'élargissement du concept afin d'intégrer les dépenses en formation permanente et en design. Cela doit être relié aux efforts des comptes nationaux pour améliorer la mesure des dépenses en logiciels, et aux efforts d'amélioration de la mesure de la R-D dans les services, qui n'est pas essentiellement de type technologique (c'est une composante importante de la révision du *Manuel de Frascati*).

Pour l'innovation, l'OCDE observe de près les progrès des enquêtes innovation en Europe et dans d'autres pays. Le nombre croissant de pays conduisant ces enquêtes et l'amélioration de la comparabilité des données devraient rendre possible de nouvelles recherches sur les indicateurs dans le future proche. Celles-ci seront reflétées dans la révision à venir du *Manuel d'Oslo*.

Pour les brevets, le travail en cours à l'OCDE vise à concevoir, calculer et tester différents types d'indicateurs : indicateurs de performance (à un niveau agrégé ou sectoriel), indicateurs de liaison (entre entreprises, entre les secteurs public et privé, entre pays, entre lignées techniques).

Dominique Guellec

RÉFÉRENCES

- OCDE (1994),
Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental – Manuel de Frascati, 5^e édition, OCDE, Paris.
- OCDE (1994),
« Les données sur les brevets d'invention et leur utilisation comme indicateurs – Manuel brevet », OCDE, Paris.
- OCDE (2000),
« Measuring the ICT Sector », OCDE, Paris.
- OCDE (2001a),
“Biotechnology Statistics in OECD Member Countries: Compendium of Existing National Statistics”, *STI Working Paper 2001/6*, OCDE, Paris.
- OCDE (2001b),
Mesurer la mondialisation : le poids des multinationales dans les économies de l'OCDE, OCDE, Paris.
- OCDE (2001c),
Tableau de bord de la science, de la technologie et de l'industrie – 2001, OCDE, Paris.
- OCDE (2002),
International Mobility of the Highly Skilled, OCDE, Paris.
- OCDE et Eurostat (1995),
« Manuel sur la mesure des ressources humaines consacrées à la science et à la technologie – Manuel de Canberra », OCDE, Paris.
- OCDE et Eurostat (1997),
Principes directeurs proposés par l'OCDE pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique – Manuel d'Oslo, 2^e édition, OCDE, Paris.

L'INVESTISSEMENT DANS LE SAVOIR

Table des matières

I. Introduction	22
II. Que doit-on considérer comme relevant de l'investissement dans le savoir ?	24
III. Choix des données	26
IV. Comparabilité.....	28
V. Chevauchements.....	29
VI. Estimation de l'investissement dans le savoir	31
VII. Va-t-on vers l'économie fondée sur le savoir ?.....	40
VIII. Conclusion	46
Références	51

Cet article a été rédigé par Mosahid Khan de la Division des analyses économiques et des statistiques de la direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE. Il met à profit un rapport préparé pour le compte de l'OCDE et du ministère néerlandais des affaires économiques par M.M. Croes (CBS, Statistics Netherlands) et intitulé « Data for Intangibles in Selected OECD Countries » (décembre 2000).

I. INTRODUCTION

Les dépenses consacrées à la R-D, à l'enseignement et aux logiciels peuvent être considérées comme relevant de l'investissement dans le savoir, facteur capital pour la croissance économique, la création d'emplois et la progression du niveau de vie. Les dépenses affectées à la R-D, à l'enseignement supérieur et aux logiciels ont en commun le fait qu'elles produisent des connaissances nouvelles, sous la forme de technologies, de capital humain ou de programmes informatiques. Cet article présente des estimations comparables au niveau international de l'investissement dans le savoir dans 24 pays de l'OCDE durant la période 1990-1998, en s'appuyant sur une définition restrictive de l'investissement dans le savoir (seules sont prises en compte les dépenses consacrées à la recherche-développement, à l'enseignement supérieur et aux logiciels). Estimer l'intégralité de cet investissement pose un certain nombre de problèmes qui tiennent à l'absence d'une définition convenue au niveau international, à l'insuffisance des informations concernant les chevauchements entre les catégories et aux données peu abondantes disponibles sur des aspects tels que les dépenses consacrées à l'innovation, à la conception, à la formation liée à l'emploi, à la formation professionnelle, etc.

Nonobstant ces difficultés de mesure, il est possible d'établir des estimations comparables au niveau international de l'investissement total dans le savoir dans les pays de l'OCDE. Les dernières données disponibles montrent que cet investissement représente 4.7 % du PIB à l'échelle de l'OCDE et que cette part progresse au fil du temps. Parmi les grandes zones économiques (États-Unis, Japon et Union européenne), les États-Unis sont celle dont l'économie affiche la plus forte intensité de savoir : l'investissement dans le savoir y représente 6.0 % du PIB, contre 4.7 % au Japon et 3.6 % dans l'UE. En outre, il apparaît que les États-Unis et l'Union européenne progressent plus rapidement que le Japon sur la voie de l'économie fondée sur le savoir.

Le niveau global d'investissement dans le savoir au sein de l'OCDE masque en fait des disparités entre les pays. En 1998, la part de l'investissement dans le savoir dans le PIB variait entre 1.5 % et 6.5 % : le Mexique, la Grèce et le Portugal affichaient tous trois une part inférieure à 2 %, alors que la barre des 6 % était atteinte en Suède et aux États-Unis. La dépense intérieure de R-D (DIRD) représente la plus grande partie de l'investissement dans le savoir dans les petits pays

de l'OCDE comme la Suède, la Finlande et l'Irlande. Par ailleurs, on constate que les pays où la R-D est en majorité financée par l'industrie présentent généralement un niveau élevé d'investissement dans le savoir.

La composante « logiciels » de l'investissement dans le savoir a connu une progression rapide au cours des années 90. En 1998, elle représentait plus de 1 % du PIB dans 16 pays de l'OCDE (déduction faite du chevauchement entre R-D et logiciels).

Dans la majorité des pays Membres de l'Organisation, la composante « enseignement supérieur » est celle qui pèse le moins dans l'investissement dans le savoir. Déduction faite du chevauchement entre R-D et enseignement, elle représentait plus de 1 % du PIB dans huit pays seulement, et plus de 2 % dans un seul d'entre eux (la Corée).

Les données montrent que durant les années 90, les sommes consacrées à l'investissement dans le savoir ont augmenté considérablement, davantage que les dépenses d'investissement physique (formation brute de capital fixe). En outre, il apparaît que le rythme de progression de l'investissement dans le savoir a été supérieur à celui des investissements en capital fixe dans la plupart des pays.

Les résultats des précédents travaux menés sur ce sujet ont été présentés dans la publication *Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie* (OCDE, 1999). Toutefois, les chiffres concernant l'investissement dans le savoir qui figurent dans cette publication se différencient de ceux mentionnés ici pour plusieurs raisons.

- Dans cet article, la définition de l'investissement dans le savoir qui a été retenue est plus restrictive que celle employée dans les travaux antérieurs, puisqu'elle englobe non plus les dépenses d'éducation consacrées à tous les niveaux d'enseignement, mais seulement celles correspondant à l'enseignement supérieur.
- Dans l'étude précédente, compte tenu du peu de données disponibles, seules étaient prises en compte les dépenses publiques directes au profit des établissements d'enseignement. Pour les dernières années, on dispose à présent de données sur les dépenses privées consacrées à ces établissements, et ces chiffres ont été pris en compte dans les calculs.
- Le chevauchement entre les dépenses consacrées à la R-D et aux logiciels a été mis en évidence et exclu du calcul de l'investissement total, ce qui n'était pas possible précédemment faute d'informations.
- L'étude précédente ignorait les dépenses en capital de la composante « R-D », alors que cet article en tient compte.

Les travaux menés dans ce domaine sont relativement récents et font l'objet d'un enrichissement continu ; la méthodologie n'est pas encore figée. Plusieurs problèmes se posent tant en ce qui concerne les aspects théoriques que la collecte des données, rendant difficile la production d'estimations comparables au niveau international de l'investissement total dans le savoir. Du point de vue théorique, l'absence d'une définition convenue gêne la mesure de l'investissement dans le savoir. Les problèmes de disponibilité des données constituent un autre facteur handicapant qui appelle de nouveaux efforts. Par exemple, les dépenses consacrées par les entreprises à des programmes de formation liée à l'emploi ne sont pas prises en compte dans les calculs, car il n'existe actuellement que très peu de données à ce sujet. Pour toutes ces raisons, il faut considérer que les chiffres présentés dans cet article ne donnent qu'une image partielle et provisoire de l'investissement total dans le savoir.

II. QUE DOIT-ON CONSIDÉRER COMME RELEVANT DE L'INVESTISSEMENT DANS LE SAVOIR ?

Si la définition de l'investissement (physique) est parfaitement admise (Système révisé de comptabilité nationale – SCN 93)¹, il n'y a en revanche pas d'accord sur le plan international sur la définition de l'investissement dans le savoir, de sorte qu'on connaît mal l'ampleur de ce dernier dans le temps et dans les différents pays. Pourtant, il importe d'élaborer des indicateurs de l'investissement dans le savoir, dans la mesure où ceux-ci se rapportent directement à l'économie fondée sur le savoir ; ils donnent une idée des changements structurels à l'œuvre dans les économies de l'OCDE et du degré d'avancement de chacune sur la voie de l'économie fondée sur le savoir.

Dans cet article, nous retiendrons la définition suivante de l'investissement dans le savoir : « les dépenses affectées à des activités dans le but d'améliorer les connaissances existantes et/ou d'en acquérir de nouvelles ou de diffuser des connaissances. » Si le « produit » de ces dépenses est « la création ou la diffusion de savoir », les apports peuvent aussi être physiques. On peut considérer que les dépenses affectées à la R-D, à l'enseignement et aux logiciels sont destinées à enrichir, à élargir ou à diffuser les connaissances existantes, ou encore à acquérir des connaissances entièrement nouvelles. Outre ces dépenses, celles consacrées à la formation, à l'innovation et à la conception industrielle constituent en principe d'autres composantes de l'investissement total dans le savoir.

Dans le cadre de cet article, l'investissement total dans le savoir sera défini et calculé comme la somme des dépenses de R-D, des dépenses affectées à l'enseignement supérieur par des sources publiques et privées et des dépenses consacrées aux logiciels. Cependant, une simple sommation de ces trois compo-

¹ 24

santes aboutirait à une surestimation de l'investissement dans le savoir, car il existe des chevauchements (entre la R-D et les logiciels, la R-D et l'enseignement, les logiciels et l'enseignement). Par conséquent, avant de procéder au calcul, il convient de corriger les données pour obtenir des chiffres répondant à la définition retenue. Ainsi :

- L'élément « R-D » de l'enseignement supérieur, qui se recoupe avec les dépenses de R-D, a été estimé et retranché des dépenses totales affectées à l'enseignement supérieur.
- Étant donné que toutes les dépenses consacrées aux logiciels ne peuvent être considérées comme des investissements, certaines relevant de la consommation, les achats de logiciels des ménages et services opérationnels dans les entreprises ont été estimés (à partir de données provenant de sources privées) et retranchés.
- L'élément « logiciels » de la R-D, qui se recoupe avec les dépenses de R-D, a été estimé à partir d'informations tirées d'études nationales et déduit des dépenses consacrées aux logiciels.
- Faute d'informations suffisantes, il n'a pas été possible d'isoler le chevauchement entre les dépenses affectées à l'enseignement et aux logiciels, mais les données partielles dont on dispose laissent supposer que ce chevauchement est relativement faible.

Pour obtenir une représentation plus complète de l'investissement dans le savoir, il conviendrait en principe d'intégrer d'autres aspects dans le calcul. Toutefois, en raison de l'insuffisance des données existantes, il n'a pas été possible d'en tenir compte. Ainsi :

- Des données sur les dépenses consacrées à la conception de produits nouveaux sont certes recueillies dans le cadre des enquêtes sur l'innovation, mais elles sont disponibles uniquement pour les pays européens et quelques autres pays de l'OCDE ; en outre, en ce qui concerne les pays européens, on ne dispose de données que pour l'année de référence 1996.
- Il n'existe que peu de données sur les dépenses affectées par les entreprises à des programmes de formation liée à l'emploi.
- D'autres composantes, comme l'investissement en matière d'organisation, sont encore plus difficiles à estimer en l'état actuel des choses.

Contrairement à l'étude précédente, cet article applique une définition restrictive de l'investissement dans le savoir. Ainsi, il retient non plus les dépenses d'éducation consacrées à tous les niveaux d'enseignement, mais seulement celles affectées à l'enseignement supérieur, car il est admis que ces dernières aboutissent à la création et à la diffusion de connaissances plus complexes et plus élaborées et s'apparentent aux dépenses affectées à la R-D et aux logiciels.

Cet article procède à des estimations comparables au niveau international de l'investissement dans le savoir dans 24 pays de l'OCDE durant la période 1990-1998, dans le but de donner des indications sur le degré d'avancement de ces pays sur la voie de l'économie fondée sur le savoir. Il repose sur des travaux menés par Statistics Netherlands à la demande de l'OCDE (Croes, 2000)², qu'il perfectionne en appliquant une meilleure définition, en tenant compte des dépenses d'éducation privées, ainsi qu'en identifiant et en excluant du calcul divers chevauchements entre les trois composantes de l'investissement dans le savoir. Enfin, l'article met en évidence les aspects qui devront faire l'objet de travaux approfondis afin d'améliorer la mesure de l'investissement dans le savoir.

III. CHOIX DES DONNÉES

Pour calculer l'investissement dans le savoir, on peut recourir à des données relatives à la demande ou relatives à l'offre : les premières porteront, par exemple, sur les dépenses totales d'achat de logiciels ou sur les dépenses totales de recherche-développement du secteur des entreprises, tandis que les secondes concerneront, par exemple, le chiffre d'affaires du secteur des services informatiques. D'un point de vue théorique, il est préférable de mesurer l'investissement dans le savoir à partir de données relatives à la demande, car celles-ci permettent de tenir compte des différences structurelles au sein d'une économie. En outre, si les mesures sont réalisées de façon correcte (définition, champ couvert, etc.), ces données améliorent les possibilités de comparaison internationale de l'investissement dans le savoir. Une autre raison qui plaide en faveur du recours aux données relatives à la demande est le fait que celles-ci intègrent normalement la production interne, ce qui n'est pas le cas des données relatives à l'offre. Par conséquent, l'utilisation de données relatives à l'offre peut aboutir à une sous-estimation de l'investissement.

Comme indiqué précédemment, l'investissement dans le savoir intègre trois composantes : les dépenses de R-D et d'innovation, les dépenses affectées à l'enseignement et à la formation, et les dépenses consacrées aux logiciels. Pour chacune d'elles, les calculs se fondent sur des données relatives à la demande.

R-D et innovation

Selon la définition retenue, la recherche et le développement expérimental « englobent les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour de nouvelles applications » (OCDE, 1993). La R-D peut être divisée en trois activités : recherche fondamentale, recherche appliquée et développe-

² 26

ment expérimental. Pour leur part, les innovations technologiques de produit et de procédé (TPP) couvrent « les produits et procédés technologiquement nouveaux ainsi que les améliorations technologiques importantes de produits et de procédés qui ont été accomplies » (OCDE et Eurostat, 1997). Les activités d'innovation TPP sont comptabilisées au titre de l'innovation, tout comme les activités de commercialisation concernant des produits nouveaux ou améliorés et les activités de formation en rapport direct avec le processus d'innovation. Certaines dépenses d'innovation, comme celles consacrées à la formation et à la conception industrielle, devraient être considérées comme relevant de l'investissement dans le savoir. Toutefois, faute de données suffisantes et suffisamment à jour³, ces dépenses d'innovation ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'investissement total dans le savoir (seule est comptabilisée la composante R-D).

Les données sur la R-D du côté de la demande (dépense intérieure brute de R-D – DIRD) proviennent de la base de données des principaux indicateurs de la science et de la technologie (PIST) de l'OCDE. Pour estimer les points de données manquants, outre la dépense intérieure de R-D (DIRD), des données se rapportant à trois catégories de R-D ont été utilisées : la R-D du secteur des entreprises (DIRDE), la R-D de l'enseignement supérieur (DIRDES) et la R-D du secteur de l'État (DIRDET).

Bien que l'innovation ne soit pas prise en compte dans le calcul de l'investissement total dans le savoir, on trouvera ci-après des données sur les dépenses d'innovation dans certains pays qui permettent de se faire une idée de l'ampleur des investissements correspondants.

Enseignement et formation

Les dépenses d'éducation et de formation se divisent en trois grandes catégories : *i*) les dépenses publiques affectées à l'enseignement institutionnalisé ; *ii*) les dépenses d'éducation des ménages ordinaires ; et *iii*) les dépenses consacrées par les entreprises à des programmes de formation liée à l'emploi.

Pour mesurer correctement l'investissement total dans le savoir, toutes les trois devraient être prises en compte. Toutefois, faute de données suffisantes, les dépenses consacrées par les entreprises à des programmes de formation liée à l'emploi ont été omises dans les estimations présentées ici. On dispose de données sur la formation professionnelle pour les pays qui ont participé à l'enquête sur la formation professionnelle de l'Union européenne, mais celles-ci ne sont pas pleinement comparables en raison de différences dans les définitions, le champ couvert et les périodes de référence (OCDE, 1998a).

Les dépenses d'éducation peuvent être ventilées par niveau d'enseignement (primaire, secondaire, tertiaire). On dispose de données sur les dépenses affectées à chacun de ces niveaux, mais seules celles consacrées à l'enseignement

tertiaire (Classification internationale type de l'enseignement – CITE 5 et 6) sont prises en compte dans le calcul de l'investissement dans le savoir, car il est admis qu'elles aboutissent à la création de « *connaissances de pointe* » ; les dépenses affectées à l'enseignement supérieur (tertiaire) s'apparentent donc davantage à celles consacrées à la R-D et aux logiciels. Pour permettre de se faire une idée des priorités éducatives des différents pays, on trouvera ci-après le montant total des dépenses d'éducation, y compris celles correspondant aux deux niveaux d'enseignement non pris en compte dans le calcul.

Ces données sont issues de la base de données de l'éducation de l'OCDE. Elles correspondent aux dépenses publiques et privées consacrées directement et indirectement aux établissements d'enseignement.

Logiciels

Le *Manuel de Frascati* (OCDE, 1994) définit les logiciels comme « les séries d'instructions nécessaires à l'exploitation des instruments numériques ». Cela comprend les logiciels de base, les logiciels outils et les logiciels d'application. L'investissement dans les logiciels recouvre les achats de logiciels auprès de tiers et la production de logiciels en interne. Toutes ces dépenses ne peuvent être considérées comme relevant de l'investissement dans le savoir ; il faut donc identifier et exclure celles qui n'entrent pas dans ce cadre. C'est le cas, par exemple, des dépenses correspondant à de nouvelles versions des logiciels, à des modifications mineures, à la maintenance et à l'assistance, etc., qui ne sont par conséquent pas prises en compte dans le chiffre total.

Quelques rares pays⁴ ont publié des estimations officielles récentes de l'investissement dans les logiciels au niveau national. Ces estimations s'inscrivent dans le cadre du Système de comptabilité nationale (SCN) des Nations Unies. Il aurait été préférable de pouvoir s'appuyer sur des estimations nationales officielles des dépenses consacrées aux logiciels, mais comme seuls sept pays en ont produit, des données provenant d'une source privée – International Data Corporation (IDC/WITSA, 1999) – ont été utilisées pour assurer une couverture complète. En l'occurrence, les données du côté de l'offre tirées du rapport d'IDC/WITSA portent sur les dépenses consacrées aux logiciels, à l'achat de services informatiques et aux services informatiques internes.

IV. COMPARABILITÉ

Les données disponibles sur la R-D dans les pays de l'OCDE sont de très bonne qualité, dans la mesure où la plupart des pays Membres les recueillent depuis longtemps en suivant les principes directeurs énoncés dans le *Manuel de*

Frascati. Des particularités nationales (qui tiennent, par exemple, à l'application de méthodes différentes pour sélectionner l'unité statistique à couvrir) peuvent dans certains cas gêner les comparaisons entre pays, mais comme il s'agit de variations très faibles, il n'est pas nécessaire de corriger les données.

Les données relatives à l'éducation sont également de très bonne qualité. Elles sont compilées par l'OCDE selon des critères normalisés. Là encore, des particularités nationales peuvent affecter la comparabilité internationale des données, mais cela n'a en principe guère d'incidence sur l'estimation de l'investissement total dans le savoir (les données ne sont donc pas corrigées).

Concernant les logiciels, la série de données annuelles la plus récente disponible auprès d'IDC porte sur la période 1992-99. Des estimations ont donc été établies pour les années 1990 et 1991. Les estimations relatives aux progiciels et aux achats de services informatiques spécialisés reposent en partie sur des données publiées antérieurement, qui ont été alignées sur les derniers chiffres. S'agissant des services informatiques produits en interne, les données pour 1990 et 1991 ont été calculées à partir de la série 1992-98, ainsi que des estimations de l'investissement logiciel pour compte propre produites par les États-Unis et l'Italie. L'investissement logiciel pour compte propre ne représentant qu'une faible part de l'investissement total dans le savoir, il n'a que peu ou pas d'impact sur le total.

Sachant que la plupart des chiffres présentés dans cet article sont exprimés en pourcentage du PIB, il convient de noter qu'en application du Système révisé de comptabilité nationale (SCN 93), plusieurs pays ont révisé leur PIB. L'effet de cette révision varie selon les pays. Par exemple, elle a induit un relèvement de 4 % du PIB pour les Pays-Bas, contre seulement 2 % en moyenne pour l'ensemble des États membres de l'Union européenne. Par conséquent, les chiffres présentés ici peuvent être différents de ceux figurant dans des publications plus anciennes.

V. CHEVAUchements

Comme indiqué précédemment, il existe trois grands secteurs de recoupe-ment entre les composantes de l'investissement dans le savoir étudiées dans cet article : entre la R-D et les logiciels, entre la R-D et l'enseignement et entre l'enseignement et les logiciels.

Les logiciels ne constituent pas seulement un moyen pris en compte dans les dépenses totales de R-D, ils peuvent aussi incarner l'objet de la R-D (R-D logicielle). Les dépenses consacrées à la R-D logicielle pouvant être assez importantes, elles doivent être retranchées du chiffre de la composante logiciels qui est utilisé pour estimer l'investissement total dans le savoir.

Malheureusement, la R-D logicielle n'est pas mesurée séparément dans les enquêtes sur la R-D, de sorte qu'il est difficile d'isoler le chevauchement entre R-D et logiciels. Néanmoins, pour parvenir à une estimation plus « exacte » de l'investissement total dans le savoir, ce chevauchement doit être déduit. Les données sur la R-D dont on dispose pour le secteur des services informatiques laissent supposer que la R-D logicielle oscille entre 1 % et 9 % de la DIRDE. Selon d'autres études nationales qui englobent tous les secteurs, ce pourcentage pourrait être nettement plus élevé, entre 25 % et 40 %⁵.

Sur la base des informations disponibles dans les études nationales, il a été décidé de fixer à 25 % le chevauchement entre R-D et logiciels à exclure du calcul. Ce postulat correspond à une estimation haute, si bien que les chiffres d'investissement total dans le savoir présentés ici doivent être considérés comme des estimations prudentes. On pourrait objecter que, ce faisant, on ignore le fait que l'ampleur du chevauchement varie selon les pays. Si cet argument est recevable, l'application de ce postulat aboutit néanmoins à une estimation plus « exacte » de l'investissement total dans le savoir qu'une double comptabilisation des recouvrements.

Il existe également un chevauchement significatif entre les dépenses d'éducation et de R-D. Les dépenses d'éducation intègrent une partie des dépenses de R-D déjà comptabilisées dans la DIRD, à savoir les dépenses de R-D de l'enseignement supérieur (DIRDES). Logiquement, il devrait être relativement facile d'estimer le chevauchement entre R-D et enseignement, puisque les données nécessaires sont disponibles dans deux bases de données de l'OCDE : l'une (la base de données de la DSTI) contient les dépenses de R-D du secteur de l'enseignement supérieur et l'autre (la base de données de l'éducation de DEELSA), les dépenses globales consacrées au secteur de l'enseignement supérieur. Toutefois, pour obtenir un résultat valable, deux conditions doivent être remplies : le champ couvert par les deux bases de données doit être identique, et il doit être identique pour l'ensemble des pays. Or actuellement, le champ couvert par les deux bases n'est pas identique pour tous les pays.

Une étude de l'OCDE (1998b) a montré que la base de données de l'éducation et celle de la R-D concordait pour l'Allemagne et la Suède, mais que dans le cas de la France, des Pays-Bas et du Royaume-Uni, retrancher la DIRDES des dépenses totales d'éducation conduisait à sous-estimer considérablement le total des dépenses publiques affectées à l'enseignement. Des travaux récents menés dans ce domaine ont mis en évidence une concordance des deux bases de données pour l'Australie, le Danemark et les États-Unis, un léger défaut de concordance pour le Canada, et des différences de champ couvert pour la Finlande. Malheureusement, il n'est pas possible de corriger les données des pays pour lesquels les deux bases ne couvrent pas le même champ. Bien que cette solution puisse entraîner une sous-estimation des investissements dans l'enseignement

de certains pays, il a été décidé d'exclure les recouvrements par soustraction, car cela permet d'obtenir une estimation plus « exacte » que si les recouvrements étaient comptabilisés deux fois.

Pour leur part, les données relatives aux progiciels englobent les achats effectués par les établissements d'enseignement, d'où un chevauchement entre les composantes éducation et logiciels. Il n'existe que très peu de données à ce sujet, mais celles dont on dispose permettent de penser que ce chevauchement est sans doute marginal⁶. Aussi, les données utilisées pour estimer l'investissement total dans le savoir ne sont pas corrigées de ce facteur. Enfin, en ce qui concerne les dépenses de formation professionnelle, la prise en compte de celles résultant, par exemple, de l'introduction de nouveaux logiciels pourrait conduire à surestimer les dépenses d'éducation. Les dépenses de formation professionnelle n'étant pas prises en compte ici, il n'y a pas lieu de corriger les données.

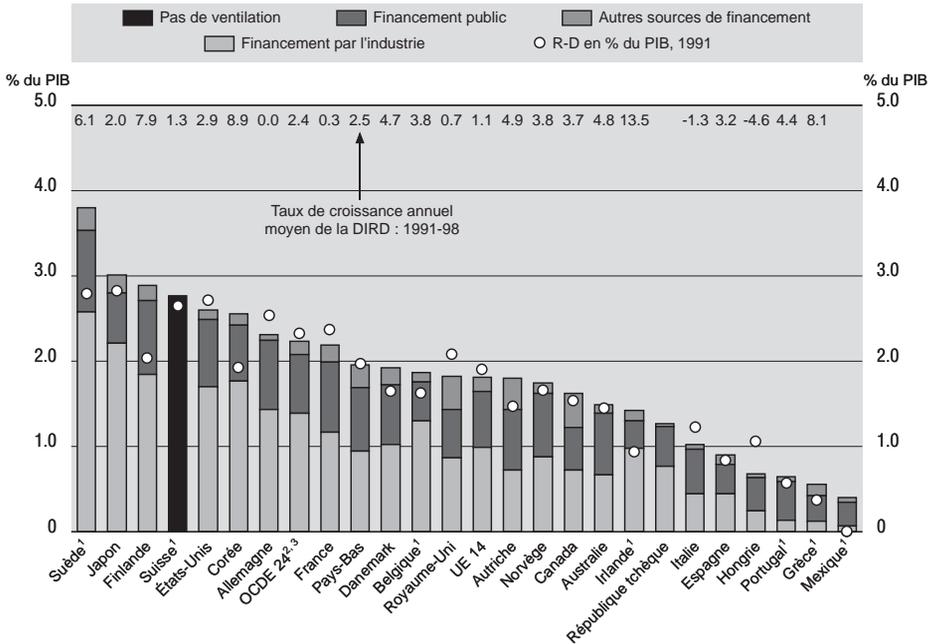
VI. ESTIMATION DE L'INVESTISSEMENT DANS LE SAVOIR

La composante R-D de l'investissement dans le savoir

La composante R-D de l'investissement dans le savoir devrait intégrer à la fois les dépenses de R-D et les dépenses d'innovation. Toutefois, pour les raisons évoquées plus haut, seules sont prises en compte dans les estimations présentées ici les dépenses intérieures totales de R-D (dépense intérieure brute de R-D – DIRD), lesquelles recouvrent à la fois les dépenses de fonctionnement et d'investissement.

En 1998, la dépense totale de R-D des 24 pays de l'OCDE oscillait entre 3.8 % et 0.4 % du PIB, pour une moyenne de 2.2 % (figure 1). Dans les grandes régions de l'OCDE, la part des dépenses de R-D dans le PIB a été orientée à la baisse au début des années 90. Depuis le milieu des années 90, l'intensité de R-D connaît une progression continue au Japon et aux États-Unis. Au Japon, cette évolution doit toutefois davantage au ralentissement de la croissance du PIB observé depuis 1997 qu'à une augmentation significative des dépenses de R-D. En revanche, aux États-Unis, où la croissance du PIB a été rapide, la progression s'explique surtout par l'augmentation des dépenses de R-D. C'est en Suède que la part du PIB consacrée à la R-D est de loin la plus importante (3.8 %) ; viennent ensuite le Japon (3.0 %) et la Finlande (2.9 %), qui sont largement au-dessus de la moyenne des 24 pays de l'OCDE étudiés (2.2 %). En Suède et en Finlande, mais aussi en Corée, les ressources affectées à la R-D par rapport au PIB ont augmenté entre 1991 et 1998. Cette évolution contraste nettement avec celle enregistrée dans les quatre grands pays européens de l'OCDE (Allemagne, France, Royaume-Uni et Italie), qui ont vu la part des dépenses de R-D dans le PIB diminuer au

Figure 1. **La composante R-D de l'investissement dans le savoir**
 Dépenses de R-D en pourcentage du PIB et sources de financement de la R-D,
 1991 et 1998



1. Estimations OCDE.
 2. Taux de croissance et pourcentage pour 1991 sans le Mexique.
 3. La ventilation par source de financement est indiquée pour l'ensemble des pays de l'OCDE (chiffres issus de la base de données PIST), tandis que la part en pourcentage de la R-D dans le PIB est indiquée seulement pour les 24 pays de l'OCDE examinés dans cet article.
- Source : OCDE, base de données PIST, mars 2001.

cours de cette période. De façon générale, il apparaît que les pays dans lesquels les dépenses de R-D sont financées majoritairement par l'industrie ont tendance à afficher une forte intensité de R-D. L'Irlande et la République tchèque sont les deux pays qui font exception à cette règle, puisque tous deux apparaissent en queue de peloton en ce qui concerne l'intensité de R-D bien qu'une part relativement élevée de la R-D y soit financée par l'industrie.

Les données disponibles sur la R-D dans les pays examinés sont assez complètes pour la période 1990-98. Pour quelques pays, il manquait toutefois certains points de données qui ont été estimés par interpolation simple ou extrapolation linéaire.

La composante innovation de l'investissement dans le savoir

Pour les raisons déjà développées, la part des dépenses d'innovation relevant de l'investissement dans le savoir n'est pas prise en compte. Le tableau 1 présente néanmoins certaines données qui permettront de se faire une idée de l'ampleur des dépenses d'innovation. L'innovation recouvre tout un éventail d'activités, dont la R-D. La deuxième Enquête communautaire sur l'innovation (ECI) montre que, industrie manufacturière et services confondus, les dépenses consacrées à l'innovation représentent entre 2 % et 8 % du PIB (tableau 1). En ce qui concerne les composantes individuelles de l'innovation autres que la R-D, comme la formation et la commercialisation, le niveau des dépenses est inférieur à 1 % du PIB.

Tableau 1. Dépenses d'innovation en pourcentage du PIB, 1996

	A1	A2	B	C	D	E	F	G	H	I
	DIRD ¹	DIRDE ²	Innovation ¹	Hors machines (somme des colonnes D à H)	Conception industrielle	Formation	Commercialisation	Technologies externes	Autres	Total machines et équipements
Autriche	1.6	0.8	2.3	1.5	0.1	0.1	0.2	0.2	1.0	0.7
Belgique	1.8	1.3	1.7	1.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.7	0.5
Danemark	1.9	1.1	3.0	1.9	0.2	0.1	0.3	0.2	1.0	1.1
Finlande	2.5	1.7	3.4	2.5	0.1	0.0	0.4	0.1	1.8	0.9
France	2.3	1.4	2.1	1.9	0.1	0.0	0.1	0.1	1.6	0.2
Allemagne	2.3	1.5	6.7	5.8	0.3	0.1	0.2	0.4	4.8	0.9
Pays-Bas	2.0	1.1	2.5	1.6	0.1	0.2	0.1	0.1	1.1	0.9
Norvège ³	1.7	0.9	1.7	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.6
Suède	3.6	2.7	7.7	6.5	0.6	0.2	1.0	0.8	4.0	1.2
Royaume-Uni	1.9	1.2	3.1	2.0	0.4	0.2	0.2	0.4	0.8	1.1

1. Économie entière.

2. Secteur des entreprises uniquement.

3. 1997.

Source : OCDE pour les données sur la R-D ; Eurostat pour les données sur l'innovation.

La composante enseignement et formation de l'investissement dans le savoir

Les données relatives à l'éducation sont recueillies par la direction de l'éducation, de l'emploi, du travail et des affaires sociales (DEELSA) de l'OCDE. Pour calculer la composante enseignement de l'investissement dans le savoir, les dépenses tant publiques que privées ont été prises en compte. Les dépenses totales d'éducation sont définies comme la somme des dépenses publiques

affectées directement aux établissements d'enseignement, des aides publiques versées aux ménages et à d'autres entités privées (à l'exclusion de celles versées au titre du coût de la vie des élèves/étudiants) et des paiements privés aux établissements d'enseignement (hors aides publiques versées aux ménages et à d'autres entités privées).

Les données relatives aux dépenses publiques d'éducation renvoient souvent à l'ensemble des transferts au secteur éducatif – cela comprend les investissements dans « l'enseignement et l'éducation », mais aussi des dépenses affectées à d'autres missions qui ne peuvent être considérées comme relevant de l'investissement dans le savoir : c'est le cas, par exemple, de certains services de soutien et d'entretien. En l'état actuel des choses, il n'est toutefois pas possible, faute d'informations suffisantes, de déduire les dépenses correspondantes du total des dépenses d'éducation.

Pour tous les pays de l'échantillon à l'exception du Mexique, on dispose de données assez complètes sur les dépenses publiques affectées directement aux établissements d'enseignement entre 1990 et 1998. Les points de données manquants ont été estimés par interpolation simple ou extrapolation linéaire.

Pour la majorité des pays, il existe des données sur les aides publiques versées aux ménages et à d'autres entités privées (à l'exclusion de celles versées au titre du coût de la vie des élèves/étudiants) durant la période 1993-98 ; en revanche, dans quelques pays (Belgique, Japon et Corée), on ne dispose de données pour aucune des années. Les données manquantes pour les années 1990 à 1992 ont été estimées à partir des informations disponibles sur les transferts et les paiements aux entités privées et par extrapolation linéaire.

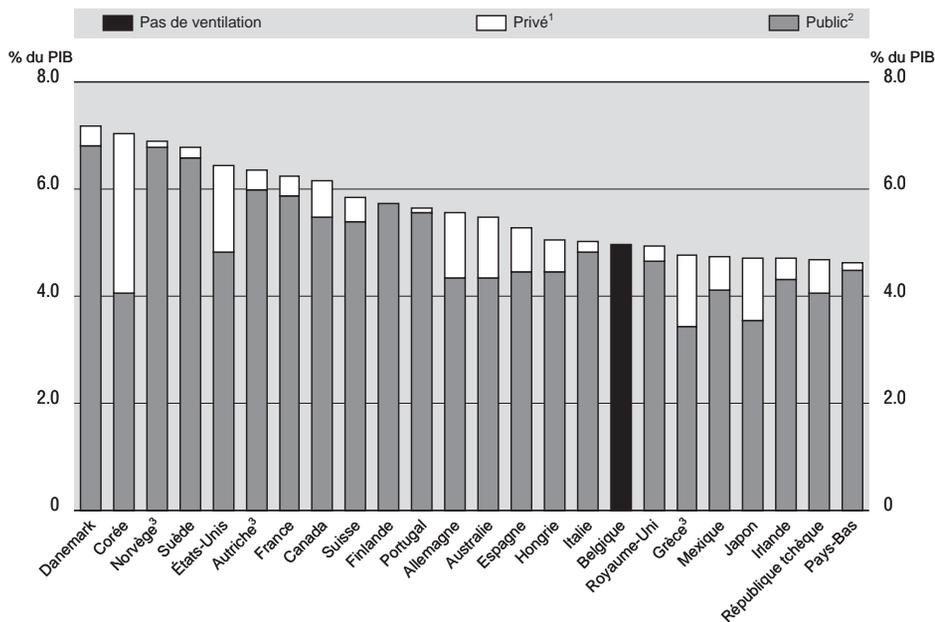
Comme pour les aides publiques, on dispose de données sur les paiements privés aux établissements d'enseignement. Pour tous les pays à l'exception de la Belgique, de la Grèce et de la Norvège, il existe des données sur les dépenses d'éducation de sources privées qui couvrent la période 1993-98. Comme dans le cas des autres éléments des dépenses d'éducation, les points de données manquants ont été estimés à partir des informations disponibles et par extrapolation linéaire.

Les données relatives aux dépenses d'éducation sont disponibles par niveau d'enseignement : primaire, secondaire et supérieur. Pour calculer l'investissement total dans le savoir, seules ont été prises en compte les dépenses affectées à l'enseignement supérieur (CITI 5 et 6). Néanmoins, pour permettre de se faire une idée des ressources consacrées à chaque niveau d'enseignement, des données portant sur l'ensemble des dépenses d'éducation sont présentées.

Les dépenses d'éducation totales sont relativement importantes dans les pays de l'OCDE. En 1998, la majorité des pays ont consacré aux trois niveaux d'enseignement plus de 5 % de leur PIB (figure 2). Le Danemark et la Corée sont

Figure 2. La composante enseignement de l'investissement dans le savoir

Dépenses affectées aux établissements d'enseignement en pourcentage du PIB
et par source de financement, 1998
Tous niveaux d'enseignement



1. Hors aides publiques au titre des établissements d'enseignement.

2. Y compris les aides publiques versées aux ménages au titre des établissements d'enseignement, ainsi que les dépenses de source internationale affectées directement aux établissements d'enseignement.

3. Les aides publiques aux ménages sont incluses non dans les dépenses publiques, mais dans les dépenses privées.

Source : OCDE, Base de données de l'éducation, mars 2001.

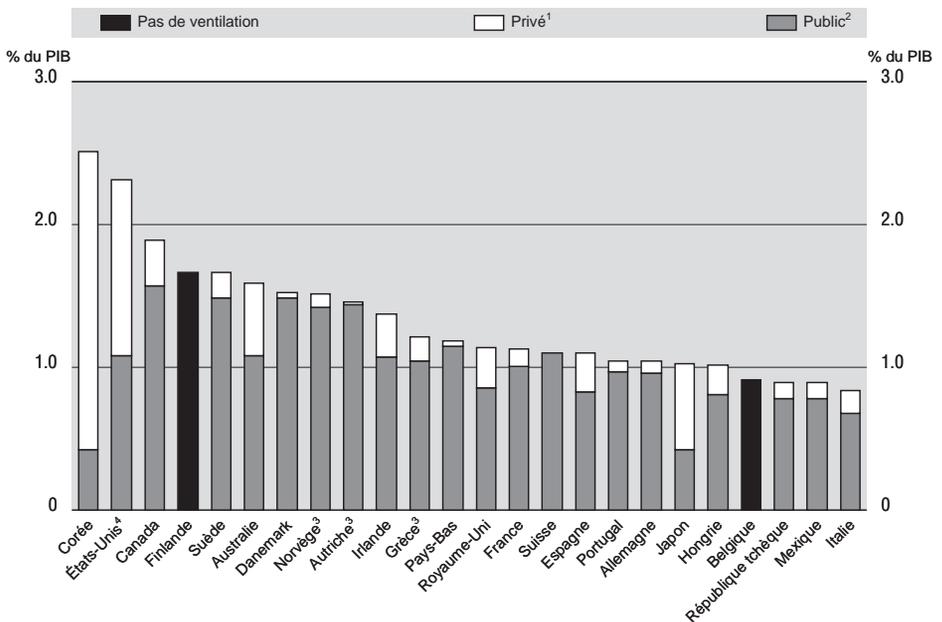
les seuls pays où cette part était légèrement supérieure à 7 %. A l'inverse, les Pays-Bas (4.6 %), la République tchèque (4.7 %) et l'Irlande (4.7 %) ont affiché un niveau nettement plus bas. Ces chiffres donnent certes une indication de l'investissement dans l'éducation, mais ils ne permettent pas d'apprécier la situation dans sa globalité. Des pourcentages plus ou moins élevés peuvent traduire des différences de système éducatif et de facteurs socio-économiques entre les pays.

Même si, dans tous les pays, les dépenses d'éducation sont en majorité financées par le secteur public, il apparaît que le secteur privé en finance une part non négligeable. Ainsi, les fonds privés entrent pour plus d'un cinquième dans le financement des dépenses d'éducation dans six des 24 pays examinés : Corée (42 %), Grèce (28 %), États-Unis (25 %), Japon (25 %), Allemagne (22 %) et Australie (21 %).

Tout comme les dépenses d'éducation totales, celles consacrées à l'enseignement supérieur varient selon les pays (figure 3). La Corée et les États-Unis sont les deux seuls pays où elles sont supérieures à 2 % du PIB (soit une part plus de deux fois plus importante qu'en Italie, au Mexique, en République tchèque et en Belgique). Cependant, les chiffres concernant les États-Unis doivent être interprétés avec prudence, car ils intègrent les dépenses d'éducation correspondant à l'enseignement post secondaire et non universitaire (CITE 4). Il n'est pas possible d'isoler et de retrancher ces dépenses des dépenses totales consacrées à l'enseignement supérieur, mais les informations dont on dispose permettent de penser que leur poids est relativement faible.

Figure 3. **La composante enseignement de l'investissement dans le savoir : enseignement supérieur (CITE 5 et 6)**

Dépenses affectées aux établissements d'enseignement supérieur en pourcentage du PIB et par source de financement, 1998



1. Hors aides publiques au titre des établissements d'enseignement.
2. Y compris les aides publiques versées aux ménages au titre des établissements d'enseignement, ainsi que les dépenses de source internationale affectées directement aux établissements d'enseignement.
3. Les aides publiques aux ménages sont incluses non dans les dépenses publiques, mais dans les dépenses privées.
4. Comprend les établissements postsecondaires non universitaires.

Source : OCDE, Base de données de l'éducation, mars 2001.

En comparant les classements des pays selon les dépenses d'éducation totales et selon les dépenses affectées à l'enseignement supérieur, on obtient quelques indications sur la situation particulière dans chaque pays. Ainsi, le Danemark arrive en tête des 24 pays en termes de dépenses totales, mais il se classe seulement septième en ce qui concerne les dépenses d'enseignement supérieur. A l'inverse, les Pays-Bas et l'Irlande sont mieux classés lorsque seules les dépenses affectées à l'enseignement supérieur sont prises en compte.

La part du secteur privé dans le financement des dépenses d'éducation est deux fois plus importante dans le cas de l'enseignement supérieur seul que dans celui de l'enseignement dans son ensemble. En Corée (83 %), au Japon (59 %) et aux États-Unis (53 %), le secteur privé finance la plus grande partie des dépenses d'enseignement supérieur ; sa contribution est également notable en Australie (environ un tiers), ainsi qu'en Espagne et au Royaume-Uni (environ un quart).

Autres dépenses d'enseignement et de formation

Comme indiqué, les dépenses d'éducation du secteur public sont importantes. Toutefois, l'investissement dans l'enseignement et la formation est sous-estimé si l'on ne tient pas compte des activités de formation des entreprises (formation professionnelle). En l'occurrence, les ressources affectées par les entreprises à la formation professionnelle sont d'un niveau comparable à celui des paiements privés aux établissements d'enseignement. Malheureusement, il n'existe que peu de données sur la formation dans les entreprises, même si celles dont on dispose permettent de penser que la formation professionnelle absorbe quelque 2 % des coûts de main-d'œuvre des entreprises (soit environ 1 % du PIB). Toutefois, l'image se brouille quelque peu lorsqu'on compare ces chiffres aux dépenses de formation à l'innovation (deuxième Enquête communautaire sur l'innovation de la Commission européenne). Ainsi, les dépenses de formation liée à l'innovation représentent environ 30 % des dépenses totales de formation professionnelle aux Pays-Bas, mais pas plus de 6 % en Belgique (tableau 2). Ces

Tableau 2. **Dépenses de formation dans certains pays de l'OCDE**

	Formation professionnelle ¹	Formation à l'innovation ²
Belgique	0.5	0.03
Danemark	1.2	0.13
France	n.d.	0.02
Allemagne (nouveaux <i>Länder</i>)	0.8	0.09
Pays-Bas	0.6	0.17
Royaume-Uni	1.3	0.18
États-Unis	1.0	n.d.

Note : Chiffres non comparables à d'autres données en raison de modifications du PIB.

Sources : 1. *Scholing van werkenden : een vergelijking tussen landen*, Max Groote Rapport, 1997.

2. Eurostat.

écarts importants entre pays laissent supposer que la mesure des dépenses de formation à l'innovation est en partie entachée de distorsions.

La composante logiciels de l'investissement dans le savoir

L'OCDE ne possède pas de données sur les dépenses consacrées aux logiciels. En revanche, ces données sont disponibles auprès de diverses sources privées. Celles présentées ici sont tirées d'IDC/WITSA (1999).

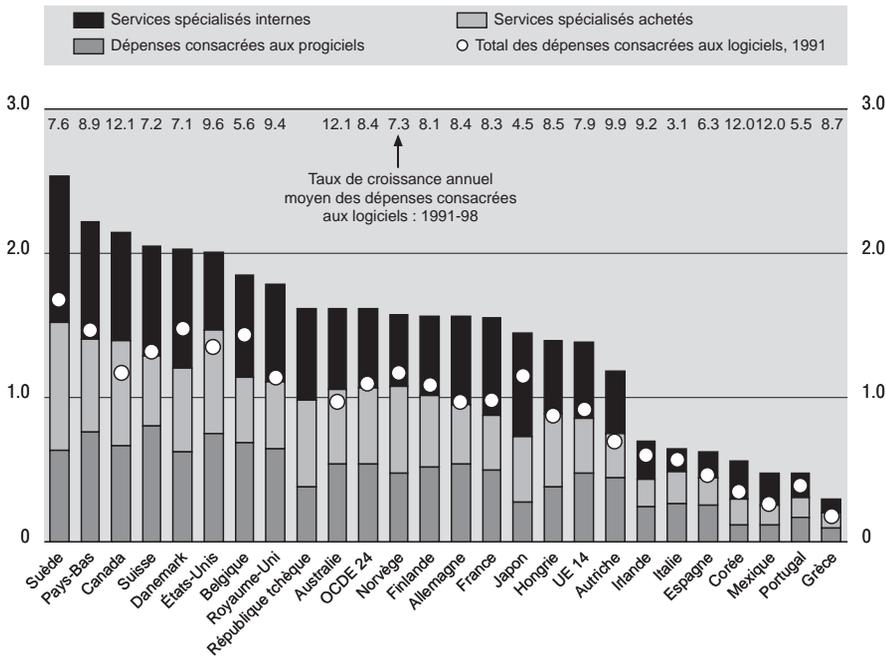
Comme indiqué précédemment, les données relatives aux logiciels intègrent les dépenses consacrées aux progiciels, à l'achat de services informatiques et aux services informatiques internes. Certaines dépenses consacrées aux progiciels devraient en principe être exclues du calcul de l'investissement dans le savoir. C'est le cas de celles liées à l'achat de mises à jour qui ne présentent que peu de modifications par rapport à la version précédente, et de celles liées à des opérations de maintenance en rapport avec le progiciel – dans les deux cas, il s'agit de dépenses d'exploitation. Faute d'informations suffisantes, il n'a cependant pas été possible de déduire ces dépenses du total. La composante logiciels de l'investissement dans le savoir est donc quelque peu surévaluée.

Les services informatiques englobent ceux qui sont achetés et ceux qui sont produits en interne. Cela étant, certains services informatiques doivent être exclus car ils relèvent à l'évidence des dépenses d'exploitation et non de l'investissement dans le savoir. On dispose de données distinctes pour les achats de services informatiques spécialisés (conseil et mise en œuvre)⁷ et pour ceux de services informatiques opérationnels (par exemple, services d'assistance pour le matériel). Les données pour la période 1994-99 indiquent que la part des services informatiques spécialisés dans le total des services oscille généralement entre 30 % et 60 %⁸. Les pourcentages pour la période 1990-93 ont été estimés au moyen d'une régression linéaire sur les pourcentages disponibles. Malheureusement, la série de données n'indique pas de la même façon le détail des « services internes spécialisés ». Par conséquent, l'hypothèse retenue est que le pourcentage annuel des « services internes spécialisés » est semblable à celui des « services professionnels achetés ».

Les dépenses de logiciels présentées dans la figure 4 représentent uniquement la part considérée comme relevant de l'investissement dans le savoir, et non les dépenses totales consacrées aux logiciels par chaque pays.

Sur la base de la composante logiciels de l'investissement dans le savoir, on peut classer les 24 pays de l'OCDE en trois groupes. Le premier groupe réunit les pays qui consacrent des dépenses élevées aux logiciels, à savoir plus de 2 % du PIB en 1998 : Suède, Pays-Bas, Canada, Suisse, Danemark et États-Unis. Dans le deuxième groupe, on trouve les pays dans lesquels ces dépenses atteignent un niveau moyen, dont la République tchèque, l'Australie, la Norvège, la Finlande,

Figure 4. **La composante logiciels de l'investissement dans le savoir**
Dépenses consacrées aux logiciels en pourcentage du PIB, 1991 et 1998



Source : OCDE, basé sur des données d'International Data Corporation, mars 2001.

l'Allemagne et la France, où elles ont représenté environ 1.6 % du PIB en 1998. Enfin, dans le dernier groupe figurent tous les pays qui ont consacré moins de 1 % du PIB aux logiciels en 1998.

Au cours des années 90, la part dans le PIB des dépenses consacrées aux logiciels a progressé dans l'ensemble des pays examinés, mais pas dans les mêmes proportions. En l'occurrence, la progression a été supérieure à 0.7 points de PIB au Canada, en Suède, aux Pays-Bas et en Suisse, mais elle a été faible dans les pays d'Europe du Sud et en Irlande.

Dépenses consacrées aux logiciels : comparaison des estimations et des données issues des statistiques nationales

Au moins sept pays ont publié des estimations de l'investissement total dans les logiciels. Seuls trois d'entre eux (Italie, Pays-Bas et États-Unis) peuvent fournir des données distinctes pour les logiciels achetés et ceux produits pour compte

propre. Le tableau 3 compare les données provenant de source privée et celles issues de la comptabilité nationale. Pour quatre pays (Australie, Finlande, Italie, États-Unis), l'estimation présentée ici du niveau absolu de l'investissement dans les logiciels en 1997 est comparable au chiffre de la comptabilité nationale ; pour les autres pays, elle est près de deux fois supérieure. Les chiffres ventilés par poste concernant les Pays-Bas et les États-Unis donnent à penser que cet écart est peut-être dû à une surestimation des logiciels achetés. Cependant, pour les pays pour lesquels les chiffres absolus provenant d'IDC et ceux issus de la comptabilité nationale concordent (Australie, Finlande, Italie et États-Unis), il n'y a qu'un faible écart entre les estimations portant sur la croissance des dépenses consacrées aux logiciels sur la période 1990-97.

Tableau 3. Comparaison entre les estimations reposant sur les données d'IDC et les chiffres de la comptabilité nationale

Chiffres exprimés en monnaie nationale – en milliards ou, dans le cas de l'Italie, en billions

	1990		1995		1997	
	Estimation (IDC)	Comptabilité nationale	Estimation (IDC)	Comptabilité nationale	Estimation (IDC)	Comptabilité nationale
Total logiciels						
Australie	3.8	5.7	5.9	6.7	7.5	7.6
Belgique	82.5	:	110.3	59.1	133.0	64.6
Finlande	4.4	5.7	6.1	6.7	7.4	7.6
France	57.2	27.9	91.1	35.7	113.9	52.5
Italie	7.0	8.0	10.7	10.3	11.8	12.3
Pays-Bas	6.8	4.6	10.2	5.3	12.4	6.9
États-Unis	74.1	66.3	117.1	108.0	144.3	137.4
Logiciels achetés						
Italie	4.9	5.5	7.9	7.5	8.7	9.3
Pays-Bas	3.2	3.6	5.7	3.9	6.6	4.4
États-Unis	40.1	37.2	73.4	65.0	98.5	90.0
Logiciels produits pour compte propre						
Italie	2.0	2.5	2.8	2.8	3.1	2.9
Pays-Bas	3.6	1.0	4.5	1.4	5.8	2.5
États-Unis	33.9	29.1	43.6	43.0	45.8	47.4

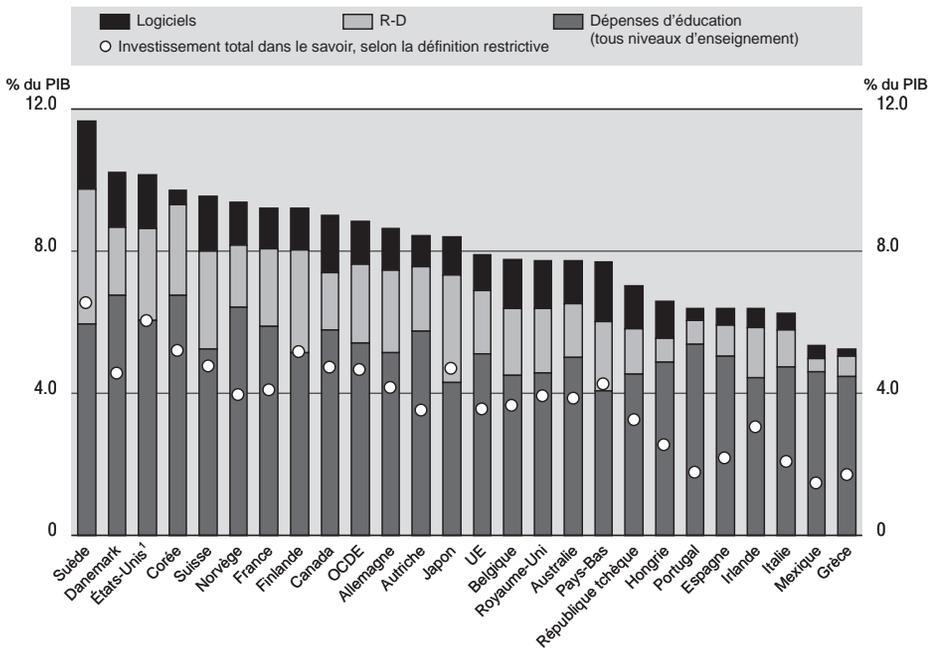
VII. VA-T-ON VERS L'ÉCONOMIE FONDÉE SUR LE SAVOIR ?

Dans quelle mesure les pays de l'OCDE évoluent-ils vers l'économie « fondée sur le savoir » ? Pour permettre de se faire une idée plus précise, l'investissement total dans le savoir durant la période 1990-1998 a été calculé pour

24 pays Membres de l'Organisation. En l'occurrence, les trois composantes de l'investissement dans le savoir (dépenses de R-D, dépenses affectées à l'enseignement supérieur et dépenses consacrées aux logiciels) ont été additionnées après avoir été corrigées des chevauchements et de certaines dépenses consacrées aux logiciels qui ne relèvent pas de l'investissement dans le savoir. En outre, pour calculer la composante enseignement de l'investissement dans le savoir, seules ont été prises en compte les dépenses affectées à l'enseignement supérieur (CITE 5 et 6).

Les figures 5 et 6 présentent l'investissement total dans le savoir en pourcentage du PIB pour 24 pays de l'OCDE en 1998 – la première selon une définition large et la seconde selon une définition restrictive de l'investissement dans le savoir. Selon la définition large (qui comptabilise, outre les dépenses de R-D et celles consacrées aux logiciels, les dépenses d'éducation affectées à l'ensemble

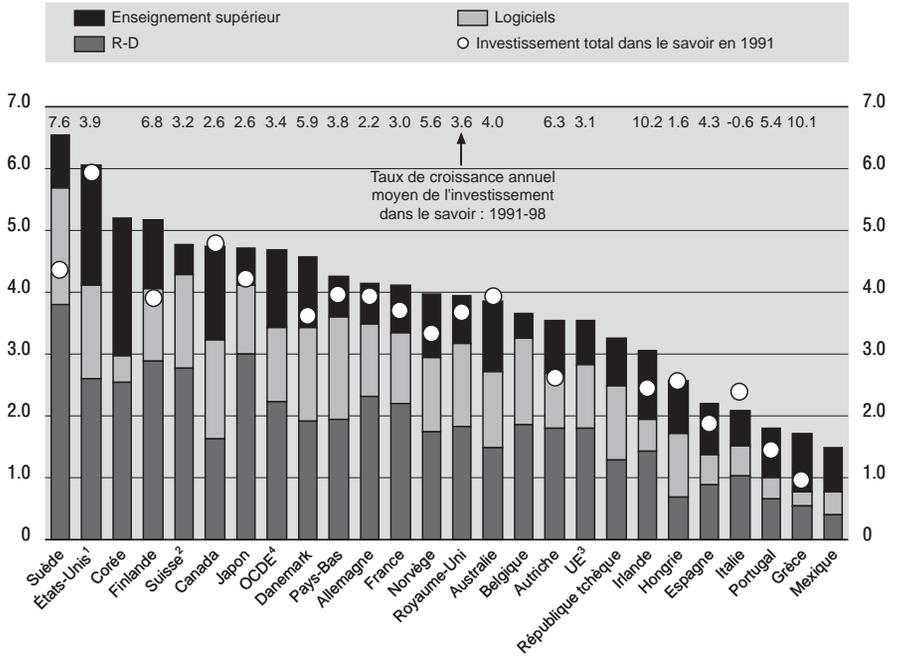
Figure 5. L'investissement dans le savoir selon la définition large (intégrant tous les niveaux d'enseignement) en pourcentage du PIB, 1998



1. Investissement dans le savoir selon la définition restrictive, comprenant l'enseignement post-secondaire et non universitaire (CITE 4).

Source : OCDE, base de données PIST et base de données de l'éducation ; International Data Corporation, mars 2001.

Figure 6. **L'investissement dans le savoir selon la définition restrictive (intégrant l'enseignement supérieur uniquement) en pourcentage du PIB, 1991 et 1998**



1. Comprend l'enseignement postsecondaire et non universitaire (CITE 4).
2. Taux de croissance pour la période 1992-98.
3. Taux de croissance sans la Belgique.
4. Taux de croissance sans la Belgique, la Corée, le Mexique, la République tchèque et la Suisse.

Source : OCDE, base de données PIST et base de données de l'éducation ; International Data Corporation, mars 2001.

des niveaux d'enseignement), l'investissement total dans le savoir représente 8.8 % du PIB global des 24 pays examinés ; il atteint plus de 10 % en Suède, au Danemark et aux États-Unis, soit près de deux fois plus qu'en Grèce et au Mexique.

Toutefois, pour les raisons déjà évoquées, une définition restrictive de l'investissement dans le savoir a été retenue dans cet article : sont ainsi prises en compte les dépenses consacrées à la R-D, aux logiciels et à l'enseignement supérieur uniquement. La figure 6 montre l'investissement total dans le savoir selon cette définition, ainsi que la ventilation par composante. En 1998, cet investissement s'élevait à environ 4.7 % du PIB global des 24 pays de l'OCDE examinés.

Parmi les grandes régions économiques, les États-Unis sont celle dont l'économie est le plus fondée sur le savoir, puisque cet investissement y représente 6.0 % du PIB, contre 4.7 % au Japon et 3.6 % dans l'Union européenne. Outre les États-Unis, la Suède, la Corée et la Finlande présentent également un pourcentage élevé d'investissement dans le savoir, alors qu'à l'inverse, les pays d'Europe du Sud et le Mexique sont parmi les pays où ce pourcentage est le plus faible.

L'analyse des chiffres ventilés par composante éclaire mieux encore la structure de l'investissement dans le savoir dans les pays examinés. Ainsi, on constate que les dépenses de R-D constituent avec plus de 50 % de l'investissement total la plus importante composante en Suède, en Finlande, en Suisse, au Japon, en Allemagne, en France, en Belgique et en Autriche. Au Mexique et en Grèce, ce sont les dépenses d'éducation qui représentent près de la moitié de l'investissement total dans le savoir. Enfin, en Hongrie, l'investissement dans le savoir passe surtout par les logiciels, qui représentent environ deux cinquièmes du total.

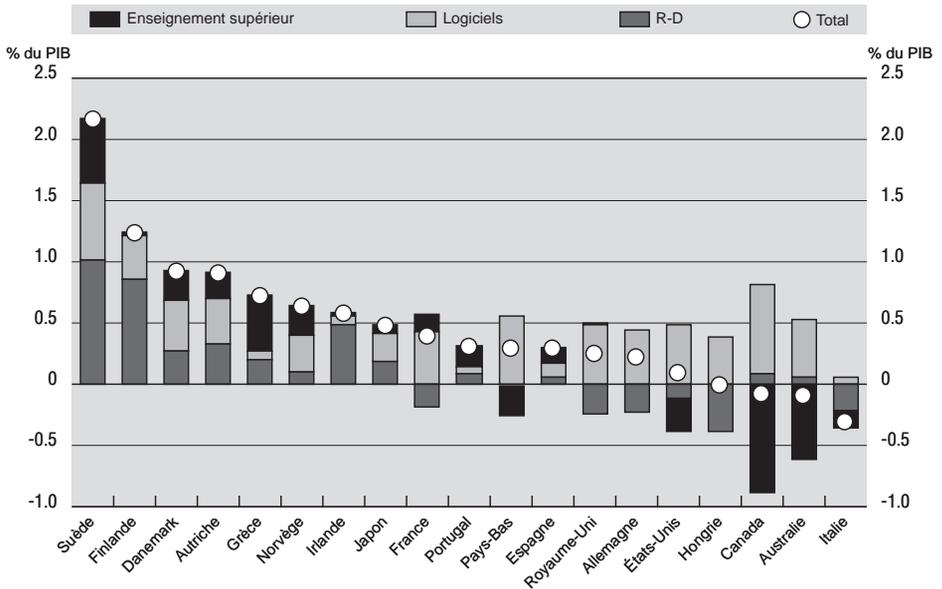
Durant les années 90, la part de l'investissement dans le savoir dans le PIB a connu une progression sensible dans trois pays Nordiques (Suède, Finlande et Danemark) et en Autriche, mais elle a légèrement diminué au Canada, en Australie et en Italie. Dans le cas de ces trois derniers pays, il importe cependant de noter que ce recul s'explique plus par une croissance élevée du PIB que par une baisse de l'investissement dans le savoir (lequel a en fait progressé de 2.6 % par an au Canada et de 4.0 % par an en Australie durant la période 1991-98).

Dans la plupart des pays, et plus particulièrement aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et aux États-Unis, l'augmentation de l'investissement dans le savoir intervenue au cours des années 90 a été alimentée par la hausse des dépenses de logiciels (figure 7). Au Canada et en Australie, la part des dépenses consacrées aux logiciels dans le PIB a aussi enregistré une progression sensible, mais comme les dépenses affectées à l'enseignement supérieur ont baissé, l'investissement total dans le savoir a au bout du compte diminué. En Irlande, en Finlande et en Suède, c'est au contraire la hausse des dépenses de R-D qui a alimenté l'augmentation de l'investissement total dans le savoir : elle a été à l'origine de la quasi-totalité de cette augmentation en Irlande, d'environ deux tiers en Finlande et d'un peu moins de la moitié en Suède. Enfin, en Grèce, la progression de l'investissement dans le savoir a surtout été le fait de l'augmentation des dépenses affectées à l'enseignement supérieur.

Si l'on compare l'évolution de l'investissement dans le savoir à celle de la formation brute de capital fixe durant la période de 1990 à 1998, il apparaît que la majorité des pays de l'OCDE se sont acheminés vers l'économie fondée sur le savoir. L'investissement dans le savoir a progressé en moyenne plus vite que la formation brute de capital fixe dans tous les pays, sauf l'Australie, le Canada, la Hongrie, l'Irlande, l'Italie, la Norvège et les États-Unis. Dans ces sept pays, il a

Figure 7. **Facteurs à l'origine de l'évolution de l'investissement dans le savoir entre 1991-98, en pourcentage du PIB**

Variation entre les pourcentages de 1991 et de 1998

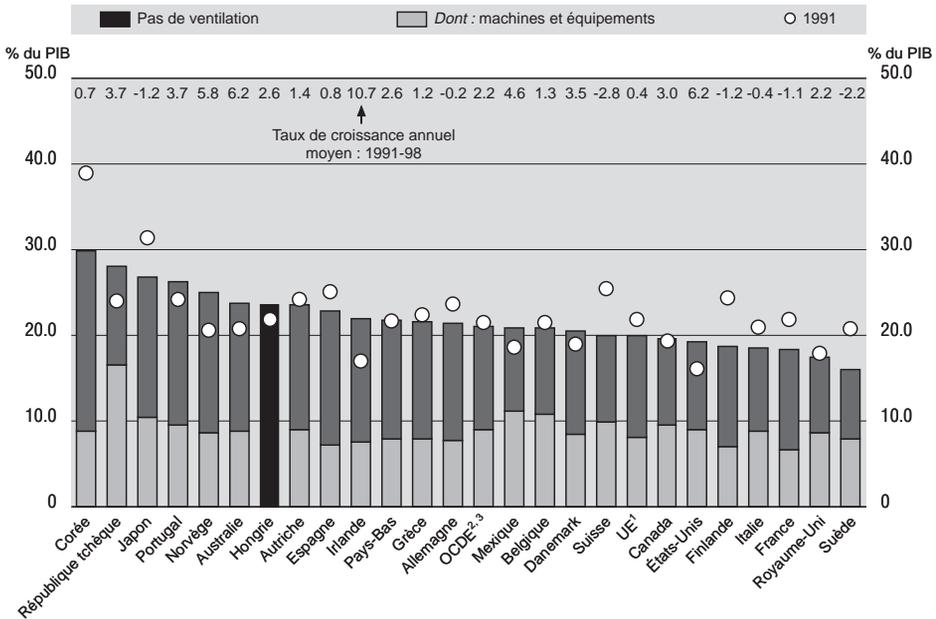


Source : OCDE, base de données PIST et base de données de l'éducation ; International Data Corporation, mars 2001.

augmenté à un rythme identique ou moindre, ce qui s'explique peut-être en partie par l'inclusion de certaines composantes de l'investissement dans le savoir, telles que les dépenses consacrées aux logiciels, dans le calcul des investissements en capital fixe. La formation brute de capital fixe intègre également les investissements dans des installations utilisées dans le cadre de la R-D, de l'enseignement et des logiciels. En Corée, en Finlande, en Suisse et en Suède, la formation brute de capital fixe par rapport au PIB a reculé de plus de 4,5 points entre 1991 et 1998 (figure 8).

La figure 9 et le tableau 4 montrent que l'investissement dans le savoir a connu une évolution très dynamique dans plusieurs petits pays de l'OCDE (Irlande, Grèce, Suède, Finlande et Autriche), et qu'il a progressé sensiblement à partir du milieu des années 90 dans les grands pays Membres de l'Organisation (États-Unis, Japon, Allemagne, France et Royaume-Uni).

Figure 8. Formation brute de capital fixe en pourcentage du PIB, 1991 et 1998



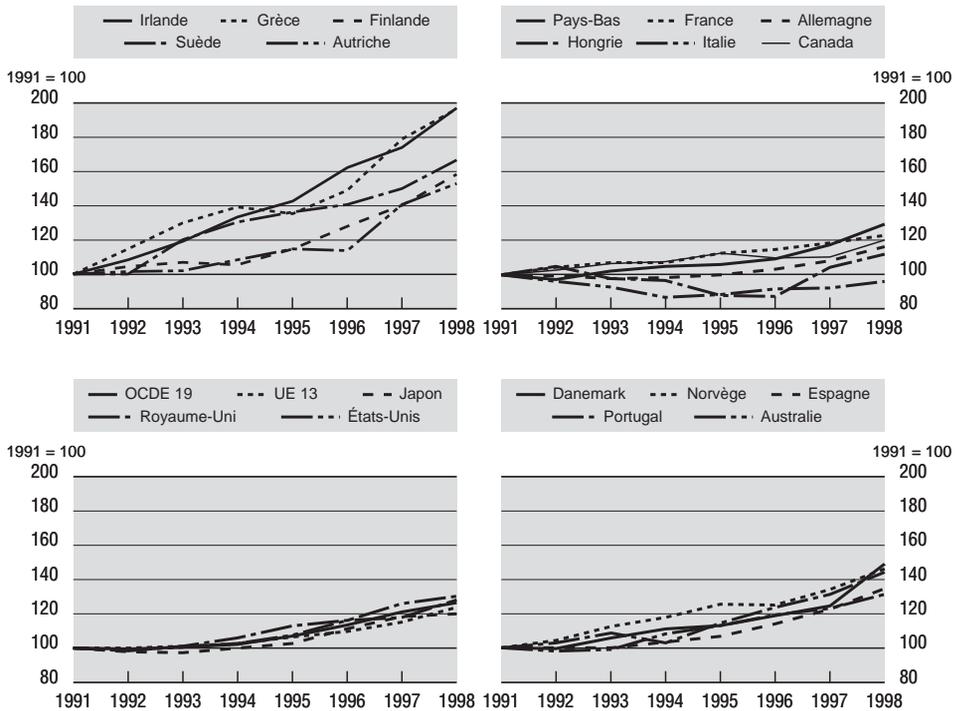
1. Taux de croissance sans la Belgique.
2. Taux de croissance sans la Belgique, la Corée, le Mexique, la République tchèque et la Suisse.
3. Composante machines de l'OCDE sans la Hongrie.

Source : OCDE, base de données des comptes nationaux, mars 2001.

Durant les années 90, l'indice d'investissement dans le savoir a généralement augmenté plus vite que l'indice de formation brute de capital fixe. L'Australie, l'Italie et les États-Unis font exception à cette règle, mais comme nous l'avons déjà évoqué, cela s'explique peut-être par le fait que certaines composantes de l'investissement dans le savoir qui ont connu une forte croissance (telles que les logiciels) ont été prises en compte dans le calcul de la formation brute de capital fixe.

Le tableau 5 fournit d'autres indications qui permettent de suivre l'évolution de l'investissement dans le savoir et de la formation brute de capital fixe. Un rapport élevé indique que des sommes relativement importantes sont consacrées à l'investissement dans le savoir par rapport à la formation brute de capital fixe. En l'occurrence, ce rapport a été très variable selon les pays, oscillant entre 0.07 au Portugal et 0.41 en Suède en 1998. La plupart des pays Nordiques (Suède, Finlande et Danemark), le Canada, les États-Unis, la France et le Royaume-Uni

Figure 9. Évolution de l'investissement dans le savoir, 1991-98



Source : OCDE, base de données PIST et base de données de l'éducation ; International Data Corporation, mars 2001.

présentent un rapport relativement élevé de l'investissement dans le savoir à l'investissement en capital fixe. Durant les années 90, ce rapport a été orienté à la hausse dans la majorité des pays, et plus particulièrement en Suède et en Finlande (figure 10).

VIII. CONCLUSION

Les données présentées dans cet article donnent un aperçu de l'ampleur de l'investissement dans le savoir dans les pays de l'OCDE, de la structure de cet investissement et de la formation brute de capital fixe, ainsi que leur évolution dans le temps.

Tableau 4. **Évolution de l'investissement dans le savoir et de la formation brute de capital fixe**
Prix constants, 1991 = 100

	Investissement dans le savoir				Formation brute de capital fixe				Différence			
	1992	1994	1996	1998	1992	1994	1996	1998	1992	1994	1996	1998
Australie	98	108	119	131	107	126	133	153	-9	-18	-14	-21
Autriche	102	109	114	153	99	102	105	110	2	7	9	43
Canada	102	108	110	120	96	103	102	123	6	5	8	-3
Danemark	100	111	119	149	94	96	109	127	5	15	10	22
Finlande	105	106	128	158	79	63	75	92	26	42	53	66
France	104	107	115	123	97	89	89	93	7	18	26	30
Allemagne	99	98	103	116	103	101	97	99	-4	-3	6	18
Grèce	115	139	149	196	95	83	91	108	20	56	58	88
Hongrie	105	96	87	112	92	95	99	120	13	1	-12	-8
Irlande	108	134	162	197	102	108	145	204	7	25	17	-7
Italie	96	87	91	96	98	87	93	97	-2	-1	-1	-1
Japon	98	100	112	120	98	93	102	92	0	7	10	28
Pays-Bas	97	104	109	130	100	98	108	120	-3	7	1	9
Norvège	105	118	125	146	97	107	123	148	8	11	2	-2
Portugal	103	103	123	144	98	93	105	129	5	10	19	16
Espagne	100	103	114	135	92	85	92	106	8	19	22	29
Suède	100	130	141	167	86	73	79	85	14	58	61	81
Royaume-Uni	98	106	116	128	92	95	105	116	6	11	12	12
États-Unis	99	102	116	130	103	118	132	152	-4	-15	-15	-22
OCDE 19	99	102	113	126	99	101	109	117	0	1	5	10
UE 13	100	102	110	124	97	92	96	103	2	10	14	21

Source : OCDE, base de données PIST et base de données de l'éducation, base de données des comptes nationaux ; International Data Corporation, mars 2001.

Comme nous l'avons indiqué, divers problèmes qui affectent le calcul des indicateurs d'investissement total dans le savoir devront être résolus pour procéder à des estimations conformes à la définition retenue ici. Actuellement, on dispose de peu de données sur les dépenses de formation des entreprises. Pourtant, les rares informations qui existent montrent que ces dépenses sont considérables ; des efforts s'imposent donc pour que l'on puisse intégrer ces données dans le calcul de l'investissement total dans le savoir. Dans le même ordre d'idées, les données disponibles sur l'innovation sont également très limitées. Il existe, par exemple, des données sur l'innovation dans les pays de l'Union européenne, mais elles remontent à 1996, la dernière année de référence.

Le chevauchement entre enseignement supérieur et R-D a été corrigé en retranchant la R-D exécutée dans l'enseignement supérieur des dépenses d'éducation. Toutefois, les études menées à ce sujet ont montré que cette démarche pouvait conduire à sous-évaluer les dépenses d'éducation de certains pays pour

Tableau 5. **Rapport de l'investissement dans le savoir à l'investissement physique, 1991-98**
A prix constants

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Australie	0.19	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16
Autriche	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.14	0.15
Canada	0.25	0.26	0.28	0.26	0.28	0.27	0.23	0.24
Danemark	0.19	0.20	0.22	0.22	0.20	0.21	0.20	0.22
Finlande	0.16	0.21	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28
France	0.17	0.18	0.20	0.20	0.21	0.22	0.23	0.22
Allemagne	0.17	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19
Grèce	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
Hongrie	0.12	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.11
Irlande	0.14	0.15	0.18	0.18	0.17	0.16	0.14	0.14
Italie	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Japon	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.18
Pays-Bas	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.20
Norvège	0.16	0.17	0.18	0.18	0.18	0.16	0.16	0.16
Portugal	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Espagne	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10
Suède	0.21	0.24	0.36	0.38	0.37	0.37	0.40	0.41
Royaume-Uni	0.21	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23
États-Unis	0.37	0.35	0.34	0.32	0.32	0.32	0.33	0.31
OCDE 19	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23
UE 13	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18

Source : OCDE, base de données PIST, base de données de l'éducation, base de données des comptes nationaux ; International Data Corporation, mars 2001.

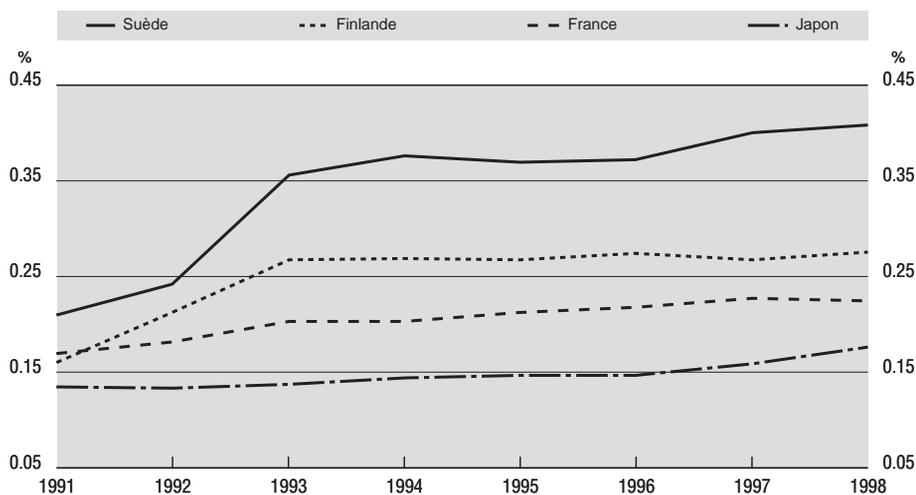
lesquels les bases de données relatives à l'éducation et à la R-D ne couvrent pas le même champ. Les travaux doivent être poursuivis afin de rendre les bases de données compatibles.

En outre, le chevauchement entre les composantes enseignement et logiciels ne devrait normalement pas entrer dans le calcul de l'investissement total dans le savoir ; faute d'informations suffisantes, il n'a toutefois pas été possible de le retrancher. Il est à espérer qu'une solution sera apportée à ce problème.

Le chevauchement entre les composantes R-D et logiciels a été estimé et retranché sur la base des informations restreintes dont on dispose. Ici encore, il conviendra de redoubler d'efforts, notamment pour recueillir des informations sur l'ampleur des recouvrements entre ces deux composantes.

Dans le cadre du SCN, on ne dispose que de peu de données sur les dépenses consacrées aux logiciels. Les travaux devront être poursuivis dans ce domaine afin de produire un ensemble de données comparables au niveau international, ce qui faciliterait grandement la mesure de l'investissement dans le savoir.

Figure 10. **Rapport de l'investissement dans le savoir à l'investissement physique, 1991-98**



Source : OCDE, base de données PIST, base de données de l'éducation, base de données des comptes nationaux ; International Data Corporation, mars 2001.

NOTES

1. Les chiffres de l'investissement total se rapportent à la formation brute de capital fixe. Selon la définition énoncée dans le Système révisé de comptabilité nationale (SCN 93), celle-ci « est mesurée par la valeur totale des acquisitions, moins les cessions, d'actifs fixes au cours de la période comptable, plus certaines additions à la valeur des actifs non produits réalisées par l'activité productive des unités institutionnelles. Les actifs fixes sont des actifs corporels ou incorporels issus de processus de production, qui sont eux-mêmes utilisés de façon répétée ou continue dans d'autres processus de production pendant plus d'un an ».
2. Cet article met à profit un rapport préparé pour le compte de l'OCDE et du ministère néerlandais des Affaires économiques (Croes, 2000).
3. On dispose de données sur l'innovation tant dans les services que dans l'industrie manufacturière pour seulement la moitié des 24 pays couverts par le calcul de l'investissement dans le savoir ; les dernières données disponibles pour les pays européens portent sur l'année de référence 1996.
4. Les pays ayant publié des estimations de l'investissement dans les logiciels sont l'Australie, la Belgique, les États-Unis, la Finlande, la France, l'Italie et les Pays-Bas.
5. Selon une étude néerlandaise, près de 25 % de la R-D des entreprises (DIRDE) peut être assimilée à de la R-D logicielle (CBS/Statistics Netherlands, 2000). Les données présentées dans une enquête canadienne sur la R-D laissent supposer que ce pourcentage pourrait atteindre 36 % (Statistique Canada, 1997).
6. Selon le rapport publié par l'EITO en 1997 et portant sur l'année 1995, les applications « grand public » représentent 2 % du marché des logiciels. Ce chiffre peu élevé est corroboré par les données du *Bureau of Economic Analysis* des États-Unis, selon lesquelles 3 % des achats de logiciels personnalisés et de série ont été le fait des ménages ordinaires en 1992. Les données par pays d'IDC sur le parc de micro-ordinateurs suggèrent que 40 % à 60 % du parc est installé dans les ménages ordinaires, contre moins de 10 % dans le secteur de l'enseignement.
7. Cela recouvre la reconfiguration des activités, l'amélioration des processus, l'adaptation en externe des logiciels, la formation et l'enseignement dans le domaine informatique.
8. Les estimations concernant les services spécialisés présentées dans cet article sont calculées à partir des pourcentages figurant dans la publication de l'EITO. Pour les pays pour lesquels cette publication ne donne pas d'informations précises (Australie, Canada, Japon, États-Unis), les pourcentages moyens non pondérés ont été utilisés.

RÉFÉRENCES

- CBS/Statistics Netherlands (2000),
« R&D en software-onderzoek bij bedrijven in Nederland », Voorburg, mars.
- Croes, M.M. (2000),
« Data for Intangibles in Selected OECD Countries », rapport préparé pour l'OCDE et le ministère néerlandais des Affaires économiques, CBS, Statistics Netherlands.
- EITO [Observatoire européen des technologies de l'information] (1997),
European Information Technology Observatory 1997, Francfort.
- IDC/WISTA (1999),
Digital Planet: The Global Information Economy, International Data Corporation et Organisation mondiale pour les technologies et les services informatiques (WISTA).
- Statistique Canada (1997),
« La recherche et le développement (R-D) au titre des logiciels dans l'industrie canadienne », *Bulletin de service Statistique des sciences*, vol. 21, n° 6, juillet.
- OCDE (1994),
Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental – Manuel de Frascati, Paris.
- OCDE (1998a),
L'investissement dans le capital humain, Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement, Paris.
- OCDE (1998b),
« Separating Teaching and Research Expenditure in Higher Education », document de travail interne de l'OCDE, Paris.
- OCDE (1999),
Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie – 1999 : Mesurer les économies fondées sur le savoir, Paris.
- OCDE et Eurostat (1997),
Principes directeurs proposés par l'OCDE pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique – Manuel d'Oslo, OCDE, Paris.

ÉLABORATION D'INDICATEURS COMPARABLES AU NIVEAU INTERNATIONAL SUR LA MOBILITÉ DES TRAVAILLEURS TRÈS QUALIFIÉS : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Table des matières

I. Résumé.....	54
II. Introduction	55
III. Les différents types d'indicateurs de la mobilité.....	57
IV. Évaluation des sources de données.....	63
V. Résultats.....	68
VI. Conclusions.....	80
Références	83

Cet article a été rédigé par Michael Åkerblom de l'Office statistique de Finlande. L'auteur voudrait remercier toutes les personnes qui ont apporté leur contribution à ce projet, notamment celles qui ont assuré l'extraction des données à l'ONS, l'INSEE, la NSF et Eurostat. Sans leur coopération, ce projet n'aurait pu être réalisé.

I. RÉSUMÉ

Cette analyse prend appui sur les travaux consacrés par l'OCDE à la nécessité de disposer d'indicateurs de la mobilité et à l'inventaire des diverses sources et études spéciales disponibles sur le sujet (Rosengren, 1998). Le but est d'examiner en détail une sélection de sources de données et d'études recensées par Rosengren, ainsi que de rechercher d'autres sources nationales et internationales, afin de déterminer l'intérêt qu'elles peuvent présenter pour l'élaboration d'indicateurs comparables au niveau international sur la mobilité des travailleurs très qualifiés. L'Allemagne, l'Australie, la Belgique, la Corée, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, l'Italie et le Royaume-Uni ont pris part à ces travaux. Cet article décrit la première tentative de construction d'indicateurs à partir de sources internationales et de sources nationales existant dans trois pays (États-Unis, France et Royaume-Uni), et présente des conclusions et des recommandations pour les travaux futurs.

Trois types d'indicateurs de la mobilité ont été examinés :

- La mobilité entre les entreprises et d'autres organisations.
- La mobilité entre les secteurs producteurs de la recherche et les secteurs utilisateurs de la recherche.
- La mobilité internationale.

Quatre sources de données servent au calcul d'indicateurs de la mobilité :

- Enquêtes sur la population active ou enquêtes connexes (tous les pays en théorie, Enquête communautaire sur les forces de travail).
- Registres généraux (Pays nordiques, Belgique, dans le cadre d'un projet spécial).
- Panels longitudinaux spéciaux (au moins Royaume-Uni, Italie, Allemagne).
- Enquêtes spéciales (États-Unis, en particulier le système SESTAT).

Les travaux ont permis de constater que les données provenant de l'Enquête communautaire sur les forces de travail (ECFT) et des enquêtes nationales sur la population active (ou d'enquêtes étroitement liées à ces dernières) fournissaient un tableau satisfaisant – quoique très global – de la mobilité dans la plupart des pays. Cependant, même si ces données peuvent permettre d'analyser les tendances de la mobilité générale et de la mobilité entre diverses grandes branches

d'activité, elles ne sont pas suffisamment détaillées pour que l'interaction entre les secteurs producteurs de la recherche et les secteurs utilisateurs de la recherche puisse être étudiée de façon suivie. Les erreurs d'échantillonnage affectent la qualité des données. Il semble que pour les analyses détaillées, les seules sources fiables de données soient les registres ou les recensements, encore que les panels longitudinaux puissent apporter des renseignements complémentaires sur certains aspects de la mobilité et permettent de faire porter l'analyse sur des périodes plus longues.

L'étude préliminaire des données provenant de l'ECFT et des enquêtes nationales sur la population active a abouti à plusieurs résultats intéressants, qui illustrent la nature des informations susceptibles d'être dégagées de l'utilisation des données issues des enquêtes sur la population active pour l'analyse de la mobilité :

- Les taux de mobilité ont atteint environ 9 % au niveau de l'Union européenne.
- Il existe des écarts importants entre les pays, le taux relevé pour la Finlande étant de 15 %, contre 4 % pour l'Italie.
- La mobilité s'est accrue rapidement dans le secteur des TIC.
- Les flux de mobilité se produisent essentiellement à l'intérieur d'un même secteur ou vers des secteurs proches.

Tant que l'on n'améliorera pas l'enregistrement des qualifications et des professions lors de la collecte d'informations générales sur les émigrants et les immigrants, les perspectives concernant l'élaboration d'indicateurs sur la mobilité internationale resteront, semble-t-il, peu encourageantes. Des informations reposant en partie sur les résultats d'enquête peuvent exister dans plusieurs pays, mais leur comparabilité internationale est limitée. Il est possible de connaître la part des étrangers dans le stock total de travailleurs très qualifiés au moyen des enquêtes sur la population active.

II. INTRODUCTION

L'existence de ressources humaines conformes aux besoins fait partie des principaux déterminants du développement de la science et de la technologie. En 1994, l'OCDE et Eurostat ont adopté le « Manuel de Canberra », ouvrage méthodologique traitant de la mesure des ressources humaines dans le domaine de la science et de la technologie. Eurostat a affiné les concepts et définitions qu'il renferme pour en dégager un système d'indicateurs des stocks et des flux de ressources humaines consacrées à la science et à la technologie (RHST). Ces indicateurs portent principalement sur les entrées dans le stock de RHST et les

sorties de ce stock. Les questions touchant aux flux qui se produisent au sein des RHST ont jusqu'à présent peu retenu l'attention.

Depuis quelques années, l'OCDE réalise, en collaboration avec les États membres de l'Union européenne, un programme concernant l'élaboration de nouveaux indicateurs pour l'économie fondée sur le savoir. L'un des dix projets prévus consiste à mettre au point des indicateurs de la mobilité des ressources humaines dans le domaine de la science et de la technologie. L'OCDE consacre un autre programme de recherche à la description des systèmes nationaux d'innovation. Dans le cadre de ces travaux, la Finlande, la Suède et la Norvège ont pris part à une importante étude pilote sur les moyens d'utiliser les systèmes statistiques des pays nordiques fondés sur les registres pour construire des indicateurs de la mobilité (Nås *et al.*, 1998). Cette étude a mis en lumière les multiples possibilités qui s'offrent dans ces pays d'élaborer des indicateurs divers sur la mobilité des ressources humaines.

Michael Rosengren, de l'Office statistique de Suède, a entrepris pour l'OCDE une étude sur le besoin d'indicateurs de la mobilité en interrogeant des spécialistes de ce sujet dans tous les pays Membres de l'OCDE et dans certains pays non membres. En même temps, il a dressé un inventaire des sources de données et des études spéciales disponibles dont pourraient être tirées des informations utiles sur la mobilité des RHST (Rosengren, 1998). Cette étude n'a pas permis de répondre à la question de savoir s'il est possible d'élaborer des indicateurs comparables au niveau international sur la mobilité des travailleurs très qualifiés. Elle a toutefois apporté suffisamment d'informations pour encourager la poursuite des efforts afin d'élaborer au moins des indicateurs approximatifs de la mobilité qui puissent être appliqués à d'autres pays que les pays nordiques.

Le but de notre analyse était d'examiner en détail certaines des sources de données et études spéciales recensées par Rosengren et, si possible, de dégager d'autres sources, ainsi que de déterminer l'intérêt qu'elles peuvent présenter pour l'élaboration d'indicateurs comparables au niveau international sur la mobilité de la main-d'œuvre très qualifiée. Nous avons donc examiné des sources internationales, comme l'Enquête communautaire sur les forces de travail (ECFT) et le Panel de la Communauté européenne des ménages, ainsi que des sources nationales pour un ensemble de pays, à savoir l'Allemagne, l'Australie, la Belgique, la Corée, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, l'Italie et le Royaume-Uni. Nous avons tenté dans un premier temps d'élaborer des indicateurs à partir des sources internationales et des sources nationales existant dans trois pays (États-Unis, France, Royaume-Uni).

Nous nous pencherons tout d'abord sur les différents indicateurs de la mobilité qui ont été examinés. Puis nous évaluerons les sources de données jugées pertinentes pour la construction d'indicateurs. Sont ensuite présentés les

résultats des travaux effectués à partir des sources internationales et des sources nationales existant dans les trois pays précités. Viennent enfin les conclusions, accompagnées de recommandations pour les travaux futurs.

III. LES DIFFÉRENTS TYPES D'INDICATEURS DE LA MOBILITÉ

Nous exposons dans cette section les raisons pour lesquelles les responsables de l'élaboration des politiques ont besoin d'indicateurs de la mobilité. Nous présentons ensuite le cadre qui pourrait être employé pour élaborer les types d'indicateurs de la mobilité susceptibles d'être jugés utiles dans l'avenir.

Dans une économie fondée sur le savoir, l'un des objectifs des pouvoirs publics est de renforcer les effets des connaissances fondées sur la recherche. Les connaissances tacites et les compétences que possèdent les travailleurs très qualifiés sont indispensables pour interpréter et évaluer le savoir codifié et pour le transformer en lui donnant des formes et en l'insérant dans des contextes qui en facilitent l'utilisation (Hauknes, 1994). La mobilité des travailleurs très qualifiés correspond aux flux de connaissances tacites à l'intérieur du système d'innovation. En principe, cette circulation des connaissances est l'un des grands facteurs qui déterminent l'aptitude de l'économie nationale à créer de nouvelles technologies et à en adopter de façon efficiente (Nås *et al.*, 1998). On estime qu'il est souhaitable qu'un certain degré de mobilité existe dans l'économie, surtout entre les secteurs qui produisent les connaissances fondées sur la recherche, comme les universités et les établissements de recherche, et les secteurs qui utilisent ces connaissances (diverses industries manufacturières et activités de service) – mais aussi entre ces derniers secteurs.

La mobilité se traduit toujours par un arbitrage entre les avantages obtenus par l'organisme bénéficiaire des connaissances tacites que détient un travailleur très qualifié, et la perte subie à cet égard par l'organisme de provenance. Par conséquent, un taux de mobilité trop élevé pourrait avoir des effets négatifs.

Les flux de connaissances qui entrent dans un pays et qui en sortent revêtent un intérêt particulier pour les responsables de l'élaboration des politiques. Ceux-ci sont de plus en plus attentifs aux questions touchant à la « circulation des cerveaux », et encouragent les séjours à l'étranger en vue d'en rapporter des connaissances tacites plus importantes, pour le plus grand profit de l'économie du pays d'origine.

A l'heure actuelle, les informations statistiques dont disposent les responsables de l'action gouvernementale pour étayer leurs décisions sont limitées. Nous tentons ici de déterminer les possibilités qui s'offrent de les améliorer. Nous

examinons trois types d'indicateurs concernant la mobilité de la main-d'œuvre très qualifiée :

- Les indicateurs de la mobilité entre les entreprises et d'autres organisations.
- Les indicateurs de la mobilité entre les secteurs producteurs de la recherche et les secteurs utilisateurs de la recherche.
- Les indicateurs de la mobilité internationale.

Certaines des autres formes de mobilité, comme les flux d'entrées de diplômés de l'université dans l'emploi et les flux internationaux d'étudiants, ne sont pas traitées.

Nous nous intéressons essentiellement, pour les trois types d'indicateurs précités, à la mobilité institutionnelle, c'est-à-dire au changement d'employeur ou de situation vis-à-vis de l'emploi. Divers éléments permettent de déterminer l'employeur. Le changement d'employeur peut s'entendre comme un changement d'établissement (unité d'activité de type local). Dans bien des cas, il est préférable de prendre comme référence une unité un peu plus importante, comme l'unité locale. La mobilité peut aussi être définie en termes de changement d'organisation (entreprise). Il est également possible de retenir comme critère de mobilité tant le changement d'entreprise que le changement d'établissement. Dans certaines études, la mobilité a été définie comme un changement de branche d'activité, ce qui correspond à l'évidence au sens le plus restreint. Les sources de données disponibles dans les différents pays influenceront sur la définition appliquée. Afin d'assurer la comparabilité entre pays, il serait bon de pouvoir utiliser autant que possible des définitions uniformes.

Prise dans un sens étroit, la notion de mobilité peut désigner uniquement les passages d'un employeur à un autre, alors qu'au sens large, elle peut également comprendre les entrées au chômage et les sorties de celui-ci, ou les entrées dans la population active et les sorties de celle-ci. L'objet de cette étude est limité à la mobilité de la main-d'œuvre très qualifiée. Cette notion est plus étroite que celle de RHST au sens du « Manuel de Canberra ». Elle peut être définie selon :

- Des critères concernant à la fois le niveau de formation et l'activité professionnelle, comme ceux que retient le « Manuel de Canberra » ou la définition donnée par les États-Unis pour les scientifiques et les ingénieurs.
- Des critères se rapportant uniquement au niveau de formation.
- Des critères se rapportant uniquement à l'activité professionnelle.

Si l'on applique des critères touchant au niveau de formation, la limite que l'on retiendra naturellement correspond aux niveaux 6 et 7 de la CITE (version de 1976) ou aux niveaux 5A et 6 de la CITE (version de 1997). Dans la pratique, les personnes au moins titulaires d'une licence ou d'un diplôme équivalent sont comprises. Aux fins de la comparabilité internationale, les professions à prendre

en compte doivent être définies selon la CITP. Dans les catégories pertinentes figurent au moins les professions intellectuelles et scientifiques (grand groupe 2 de la CITP). Certains types de dirigeants et cadres supérieurs d'entreprise (grand groupe 1 de la CITP) pourraient aussi en faire partie, mais dans la pratique, ils doivent être exclus car il est difficile de déterminer les catégories qui conviennent d'après la CITP, ainsi que de convertir les catégories nationales en catégories appropriées.

En fait, la limite à fixer dépendra des sources de données disponibles et de la possibilité de transposer les catégories nationales dans des normes internationales. Les différences existant entre pays dans la définition de la main-d'œuvre très qualifiée n'influeront sans doute pas beaucoup sur la comparabilité des indicateurs de la mobilité, ce qui laisse une certaine marge de manœuvre.

Les autres critères de classification appliqués dans l'analyse de la mobilité sont le sexe, la nationalité et l'âge des intéressés.

Indicateurs de la mobilité entre les entreprises et d'autres organisations

En ce qui concerne les indicateurs de la mobilité entre les entreprises et d'autres organisations, l'idée de base consiste à déterminer, pour une activité particulière (par exemple, NACE 29, fabrication de machines et équipements), la proportion de salariés qui changent d'employeurs ou de situation vis-à-vis de l'emploi de l'année $t - 1$ à l'année t . Le changement en question pourrait être le passage à un autre employeur ou l'entrée au chômage, une autre modification de la situation vis-à-vis de l'emploi ou la sortie de la population active (y compris l'émigration). Les résultats peuvent être représentés sous la forme d'une matrice de la mobilité montrant les secteurs d'origine et les secteurs destinataires. Le tableau I présente un modèle possible de matrice inspiré de l'étude nordique sur la mobilité (Nås *et al.*, 1998).

Le tableau I indique qu'en 1994, le nombre total de salariés très qualifiés (du point de vue du niveau de formation) dans le secteur manufacturier était de 24 395. Parmi eux, 5 944 (soit 24.4 %) ont changé d'établissement entre 1994 et 1995. Dans 56.8 % des cas, les mouvements se sont effectués au sein du secteur manufacturier, tandis que dans 0.9 % des cas, des salariés de ce secteur sont partis suivre des études universitaires.

La plupart des secteurs figurant dans ce tableau regroupent un ensemble de catégories de la NACE pour le secteur des entreprises, les chiffres représentés étant des indicateurs de la mobilité entre les entreprises (établissements ou unités locales). La finesse de la classification des activités susceptibles d'être utilisée pour le type d'analyse qui nous intéresse ici dépend de la source des données. Certains secteurs pertinents pourraient être mis en évidence, comme celui des TIC, défini d'après les codes 30, 32, 64.2 et 72 de la NACE. Si l'on se sert

Tableau I. Finlande : Mobilité des salariés titulaires d'un diplôme universitaire

Secteurs d'origine (1994) Finlande	Secteur primaire, industries extractives pétrole	Industrie manufac- turière	Services d'utilité publique et construc- tion	Commerce, hôtels, restaurants	Transports, entrepas- sages, commu- nications	Services financiers, immobilier	Services aux entre- prises	Établis- sments de R-D	Établis- sments d'enseigne- ment supérieur	Admin. publique et défense, santé et action sociale	Autres services non publiques	Entrées de l'étranger de la population active	N person. en ayant changé de secteur	N person. en activité	Taux d'entrées	
Secteurs de destination (1995)																
Secteur primaire, industries extractives, pétrole	17.0	0.3	0.4	0.5	0.2	0.1	0.5	1.5	0.1	0.1	0.6	1.0	377	2 211	17.1	
Industrie manufacturière	5.8	56.8	11.4	11.7	5.4	2.3	10.7	9.9	5.3	1.2	5.4	14.7	8 061	23 576	34.2	
Services d'utilité publique et construction	0.3	1.5	34.5	0.7	1.5	0.2	1.9	0.5	0.1	0.1	0.3	2.0	888	2 924	30.4	
Commerce, hôtels, restaurants	3.5	5.9	2.8	37.6	3.7	1.6	4.1	1.4	0.9	0.5	2.6	7.0	3 357	11 992	28.0	
Transports, entreposage, Communications	1.0	1.4	1.0	2.2	47.7	0.7	1.9	0.4	0.2	0.2	0.7	2.3	1 244	4 588	27.1	
Services financiers, immobilier	0.0	0.5	0.4	0.7	0.2	65.2	2.2	0.3	0.2	0.3	0.7	1.2	2 087	6 599	31.6	
Services aux entreprises	4.5	5.9	10.1	7.2	5.7	7.6	38.3	4.8	3.3	1.5	4.5	12.2	5 777	20 812	27.8	
Établissements de R-D	0.6	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.5	39.2	1.6	0.3	0.3	1.3	794	3 625	21.9	
Établissements d'enseignement supérieur	1.3	0.9	1.0	1.5	0.3	0.5	1.3	8.5	34.5	2.9	4.1	10.8	4 787	11 508	41.6	
Administration publique et défense, santé et action sociale	6.7	5.1	5.5	6.5	4.1	2.9	7.5	7.3	11.4	67.2	14.9	38.0	28 582	100 638	28.4	
Autres services non publics	2.9	1.1	0.6	1.2	1.6	1.0	1.7	1.0	0.0	0.0	0.0	4.9	1 184	11 687	10.1	
Sorties de la population active	56.1	19.8	30.7	28.7	28.1	17.5	28.3	24.7	26.3	17.2	55.4	0.0	12 229	19 300	63.4	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
N personnes ayant changé de secteur	312	5 944	690	2 813	955	2 416	4 643	778	4 327	27 251	2 447	19 300				
N personnes en activité	2 374	24 395	3 073	12 838	4 556	7 012	21 931	3 830	13 098	106 511	12 957	19 300				
Taux de sorties	13.1	24.4	22.5	21.9	21.0	34.5	21.2	20.3	33.0	25.6	18.9	100.0				

des registres généraux, comme le font les pays nordiques, il est possible d'utiliser des catégories très détaillées. Ces dernières sont toutefois difficiles à analyser et il est préférable de recourir à des catégories plus globales. Si les données employées pour l'analyse proviennent d'enquêtes par sondage, les catégories d'activités doivent en tout état de cause être assez condensées.

Si les sources de données fournissent des informations qui portent sur plusieurs années, il est possible d'élaborer des indicateurs de la mobilité plus complexes afin de déterminer l'itinéraire suivi par les travailleurs très qualifiés. Par exemple, si ces informations concernent les années $t - 1$, t et $t + 1$, on peut distinguer les cas suivants s'agissant de la situation vis-à-vis de l'emploi ou de l'employeur :

- Même employeur $t - 1$ et t , nouvel employeur $t + 1$.
- Même employeur $t - 1$ et t , sans emploi $t + 1$.
- Même employeur pendant les trois années.
- Sans emploi $t - 1$, en activité t , nouvel employeur $t + 1$.
- Sans emploi $t - 1$, en activité t , sans emploi $t + 1$.
- Sans emploi $t - 1$, même employeur t et $t + 1$.
- Sans emploi pendant les trois années.
- En activité $t - 1$, nouvel employeur t , même employeur $t + 1$.
- En activité $t - 1$, nouvel employeur t , sans emploi $t + 1$.
- En activité $t - 1$, nouvel employeur t , autre nouvel employeur $t + 1$.

Ce type de calcul peut être effectué pour des populations diverses dans l'optique du niveau de formation et/ou de qualification, de l'âge, etc. La situation vis-à-vis de l'emploi ou de l'employeur peut faire l'objet d'une ventilation plus fine par branche d'activité. Si les données disponibles portent sur plus de trois années, il est possible de calculer des indicateurs concernant, par exemple, la part des travailleurs stables (ceux qui ne changent pas d'emploi) ou les caractéristiques de ceux dont la situation change souvent.

Indicateurs de la mobilité entre les secteurs producteurs de la recherche et les secteurs utilisateurs de la recherche

Les secteurs producteurs de la recherche comprennent les universités, les autres établissements d'enseignement supérieur, les établissements de recherche et d'autres organismes de recherche importants appartenant au secteur public. Les indicateurs qui s'y rapportent sont en principe assez semblables à ceux qui concernent la mobilité entre les entreprises, la grande différence entre eux étant que, dans la plupart des cas, il n'est pas possible de calculer directement les premiers en utilisant la NACE/CITI pour classer les employeurs. Ces

indicateurs servent à examiner les liens entre les infrastructures publiques de la recherche ou du savoir et le secteur des entreprises. Les établissements concernés doivent souvent être dégagés de plusieurs codes de la NACE/CITAE. Leur nombre étant limité, il est possible en théorie de les distinguer en appliquant un système de codage spécial.

Dans un premier temps, il serait utile de mettre en évidence les universités. C'est ce que l'on a tenté de faire à travers les calculs expérimentaux qui sont présentés dans la section V pour les États-Unis, la France et le Royaume-Uni. Il semble possible d'y parvenir en utilisant les codes nationaux détaillés ou en s'appuyant sur le nombre d'organisations. Dans le cas de l'ECFT, c'est la division Éducation (NACE 80) qui a été utilisée dans la section V. Dans l'avenir, la division 73 de la NACE (unités de recherche) pourrait peut-être être intégrée dans le même groupe. Une classification concernant les types d'établissement à prendre en compte dans l'analyse devra être élaborée à long terme.

Indicateurs de la mobilité internationale

La notion de mobilité internationale des travailleurs très qualifiés répond en principe à la définition suivante : elle s'applique aux personnes en activité l'année t qui se rendent à l'étranger à titre temporaire ou durable à des fins professionnelles, ainsi qu'aux personnes en activité l'année t qui viennent de l'étranger. Les informations devraient être ventilées selon le niveau de qualification (domaine et études suivies) et/ou la profession, et le pays d'origine/de destination. Afin de prendre en compte le problème de l'exode des cerveaux, de l'importation de travailleurs intellectuels et de la circulation de ces travailleurs (ceux qui vont à l'étranger et retournent ensuite dans leur pays d'origine), il faut disposer d'indicateurs des flux. Il serait particulièrement intéressant d'étudier de façon suivie le cas des migrants temporaires rentrant chez eux, afin de mieux connaître le phénomène de la circulation des travailleurs intellectuels.

Une étude japonaise récente (Japan External Trade Organisation, 1998) a permis de définir les indicateurs suivants pour les États-Unis, la Corée et l'Australie :

- Scientifiques et ingénieurs nés à l'étranger (États-Unis).
- Visas permanents délivrés aux scientifiques et ingénieurs immigrants (États-Unis).
- Titulaires étrangers de doctorats obtenus aux États-Unis (États-Unis)
- Visas délivrés aux étrangers venus faire de la recherche et de l'enseignement, et visas délivrés aux nationaux se rendant à l'étranger pour faire de la recherche et enseigner, par pays (Corée).

- Arrivées et départs (pour des séjours de longue ou de courte durée sans distinction) de scientifiques, d'ingénieurs, d'enseignants d'université, par groupe de pays (Australie).

Dans les pays qui font une large utilisation des visas, il existe des informations sur la mobilité internationale, mais ces statistiques reflètent les particularités nationales et ne sont donc pas comparables. Par exemple, les pays nordiques constituent des séries de données assez complètes sur les sorties, mais n'obtiennent que des données partielles sur les entrées en raison d'une information incomplète sur les qualifications des immigrants.

Il existe aussi des études partielles qui s'appuient sur des informations concernant différents sous-groupes ; elles tiennent compte de facteurs tels que la participation à des programmes d'échanges et ne portent que sur certains instituts ou universités.

Dans les statistiques générales sur les migrations, il est très difficile de distinguer les qualifications et les professions des migrants. C'est en particulier le cas de celles qui concernent les entrées, et aucune mesure ne semble prévue pour remédier à cette situation. Par conséquent, il paraît peu probable que l'on puisse construire, dans un proche avenir, des indicateurs de flux qui soient comparables au niveau international. Il est toutefois possible d'avoir un aperçu de la mobilité internationale en analysant l'évolution de la proportion d'étrangers dans le stock des travailleurs très qualifiés.

IV. ÉVALUATION DES SOURCES DE DONNÉES

Pour pouvoir élaborer des indicateurs qui soient comparables au niveau international, il faut disposer de sources d'information assez homogènes. Dans cette section sont présentées deux sources uniformes de données sur la mobilité, à savoir les enquêtes sur la population active qui sont réalisées dans un certain nombre de pays, et le Panel des ménages de la Communauté européenne. Diverses sources nationales font ensuite l'objet d'une description et d'une évaluation générales.

Enquêtes sur la population active

Les enquêtes sur la population active sont en règle générale des enquêtes par sondage qui s'appuient sur des échantillons représentant environ 0.5 à 1.0 % de la population totale. L'unité élémentaire est souvent le ménage ou le logement et, dans certains cas, l'individu. Dans beaucoup de ces enquêtes, des informations sont demandées sur le secteur d'activité dans lequel les intéressés travaillaient pendant l'année $t - 1$, ainsi que l'année t . La plupart d'entre elles font

appel à des échantillons tournants, ce qui consiste à interroger les mêmes ménages à plusieurs reprises en les maintenant généralement dans l'échantillon pendant au moins une année (avant de les remplacer par d'autres ménages).

Il est donc possible de suivre l'évolution des caractéristiques d'une personne du point de vue de l'emploi sur deux ans. A cette fin, on peut utiliser les informations relatives à l'emploi pour l'année précédente. Parmi les variables prises en compte dans les enquêtes sur la population active, celles qui sont importantes pour l'analyse de la mobilité sont : la situation vis-à-vis de l'emploi, le secteur précis d'activité où sont exercés l'emploi principal et l'emploi secondaire, d'autres renseignements concernant les employeurs, la profession, les titres et diplômes obtenus (décrits de façon très générale), la nationalité, les caractéristiques démographiques et le salaire.

Étant donné que les données issues des enquêtes sur la population active portent aussi sur la nationalité et la période d'emploi dans le pays considéré, il est possible d'analyser la proportion d'étrangers dans divers stocks de travailleurs pour avoir une idée de l'apport de matière grise des autres pays.

Le fait qu'il s'agisse d'enquêtes par sondage soulève le problème des erreurs d'échantillonnage qui influenceront sur l'exactitude des résultats relatifs aux agrégats de faible importance ; elles sont plus déterminantes pour les petits pays. La question des erreurs d'échantillonnage est examinée dans la section V avec la présentation des données sur Royaume-Uni.

Au sein de l'Union européenne, l'harmonisation des enquêtes sur la population active est en principe assurée par le biais d'un règlement européen. Dans le cadre de l'Enquête communautaire sur les forces de travail (ECFT), Eurostat recueille auprès des États Membres des microdonnées portant sur le niveau de l'individu. Des extractions peuvent être effectuées à partir des données sur la situation vis-à-vis de l'emploi pendant l'année précédente. Il n'est toutefois pas possible de relier entre elles les microdonnées à l'échelon européen aux fins de l'analyse de la mobilité.

Étant donné que les enquêtes sur la population active sont réalisées dans la quasi-totalité des pays et qu'elles sont assez harmonisées, elles pourraient constituer une source intéressante pour l'élaboration d'indicateurs de la mobilité de la main-d'œuvre très qualifiée. On a tenté d'en évaluer l'intérêt en utilisant à la fois ECFT et les enquêtes nationales menées dans deux pays, le Royaume-Uni et la France. Les résultats de cette expérience sont présentés dans la section V.

Panel des ménages de la Communauté européenne

Le Panel sert à recueillir des données très détaillées sur les ménages et les personnes qui les composent en Europe. La quasi-totalité des pays de l'Union européenne prennent part à cette enquête, dont le contenu et les méthodes ont

fait l'objet d'une harmonisation plus poussée ceux de l'ECFT, même si la taille de l'échantillon est beaucoup plus petite (environ 60 000 ménages) et qu'elle est variable d'un État membre à l'autre. Les microdonnées émanant des États membres de l'UE sont rassemblées par Eurostat et communiquées aux chercheurs à certaines conditions ; elles sont également mises à la disposition des institutions qui assurent la collecte des données de base. En outre, Eurostat élabore des tableaux à la demande des chercheurs.

Le Panel permet de relier entre elles des statistiques portant sur différentes années. Les variables les plus significatives pour l'élaboration d'indicateurs de la mobilité sont les suivantes :

- Situation vis-à-vis de l'emploi.
- Profession (au niveau des deux chiffres de la CIP) et secteur d'activité où l'emploi est exercé (au niveau des deux chiffres de la NACE).
- Informations sur les antécédents en matière d'emploi et de chômage.
- Informations générales sur l'emploi secondaire probable.
- Informations démographiques.

Le Panel des ménages de la Communauté européenne offre l'avantage de fournir des informations uniformes qui sont de surcroît accessibles auprès d'une seule et même instance. Son principal inconvénient est l'utilisation d'échantillons beaucoup plus petits que ceux de l'ECFT, surtout dans le cas de certains grands pays comme l'Allemagne. Il a néanmoins été examiné et les résultats obtenus montrent qu'il ne constitue pas une source appropriée de données pour la construction d'indicateurs de la mobilité.

Sources nationales

Les registres constituent, dans les pays nordiques, la meilleure source à employer pour étudier la mobilité. Dans ces pays, individus et organisations (entreprises, établissements) possèdent un numéro d'identification unique qui figure dans divers registres administratifs et statistiques. Il est possible de regrouper les informations contenues dans ces registres pour les besoins de la recherche et de l'étude statistique. Les principaux registres administratifs utilisés sont les registres de la population, les registres des impôts, les registres des pensions, les registres des élèves et étudiants, et les registres des immeubles et des logements. Les informations qui y sont prélevées sont associées à celles des registres statistiques, comme les registres des entreprises et les registres des diplômes.

On obtient ainsi, pour chaque individu vivant dans les pays nordiques, des informations annuelles concernant les variables démographiques, la formation scolaire, la situation professionnelle, la profession effectivement exercée (information qui n'est plus disponible en Finlande depuis 1995), l'entreprise et

l'établissement où l'intéressé est employé, les traitements et salaires, etc. Ces registres constituent, pour l'élaboration d'indicateurs de la mobilité, une ressource très précieuse qui a jusqu'à présent été insuffisamment exploitée.

Les registres contiennent aussi des informations sur les personnes qui quittent le pays pour une durée d'au moins un an, ou qui entrent dans le pays pour au moins une année. S'agissant des entrées dans le pays, les informations concernant le niveau de formation sont malheureusement absentes dans 80 % des cas environ ; des renseignements sont toutefois recueillis sur le pays de destination et le pays d'origine (une description plus détaillée est fournie dans Nås *et al.*, 1998).

Les registres fournissent des données très détaillées et d'une grande exactitude. Les erreurs sont négligeables si on les compare aux erreurs d'échantillonnage qui se produisent lors des enquêtes. Certaines variables, comme la profession, peuvent difficilement être recensées avec précision. En Finlande, la variable concernant la profession a été supprimée après 1995 car il était difficile de dégager des informations exactes des registres administratifs. Les registres relatifs aux personnes présentent un inconvénient qui tient à la lenteur du traitement : ils ne sont pas prêts à l'utilisation avant la fin de la période année $t + 2$.

Plusieurs pays se servent de panels qui permettent de prendre en compte des périodes plus longues. Celui de l'Italie s'appuie sur les archives de la sécurité sociale et représente à peu près 1 % des salariés du secteur privé. Le Royaume-Uni a constitué, à partir de la *New Earnings Survey*, un panel qui couvre en principe l'ensemble de la main-d'œuvre. Aucun de ces panels ne fournit d'information sur les qualifications reconnues. L'un et l'autre sont décrits dans l'annexe 1, avec certains des résultats qui ont été publiés.

Aux États-Unis, le système SESTAT a été créé en vue d'observer les scientifiques et les ingénieurs. Il est jugé plus utile pour l'analyse de la mobilité que l'enquête nationale sur la population active. La base de données SESTAT, mise au point et gérée par la *National Science Foundation*, contient des informations provenant de trois enquêtes :

- La *National Survey of College Graduates* (NSCG – enquête nationale sur les diplômés de l'enseignement supérieur).
- La *National Survey of Recent College Graduates* (NSRCG – enquête nationale sur les diplômés récents de l'enseignement supérieur).
- La *Survey of Doctorate Recipients* (SDR – enquête sur les titulaires de doctorats).

Ces enquêtes ont été réalisées pour les années 1993 et 1995 et seront de nouveau effectuées pour toutes les années suivantes. La population cible du système SESTAT est composée de personnes résidant aux États-Unis qui ne vivent pas dans une institution, sont âgées de 75 ans ou moins, et étaient titulaires d'une licence dans un domaine scientifique ou technique à la date du 30 juin de l'année

précédente, ou possédaient une licence dans un domaine non scientifique ou technique mais exerçaient une profession scientifique ou technique au cours de la semaine de référence (semaine du 15 avril).

La NSRCG et la SDR sont des enquêtes au moins partiellement longitudinales, ce qui facilite les comparaisons entre années concernant l'emploi. Les échantillons utilisés pour ces deux enquêtes comprenaient respectivement environ 60 000 et 50 000 personnes. Une fois effectué le suivi des cas de non réponse, le nombre d'entretiens réalisés était de 53 000 et 35 000.

Le système SESTAT semble pouvoir être utilisé pour analyser la mobilité entre les secteurs suivants :

- Secteur privé à but lucratif (sociétés, entreprises ou individus, travaillant pour un salaire, un traitement ou des commissions).
- Secteur privé sans but lucratif (organismes exonérés d'impôt ou œuvres de bienfaisance).
- Travailleurs indépendants exerçant dans leur propre entreprise non constituée en société, leur cabinet professionnel ou leur exploitation agricole.
- Travailleurs indépendants exerçant dans leur propre entreprise constituée en société, leur cabinet professionnel ou leur exploitation agricole.
- Administration locale.
- Administration des États.
- Armée de conscription des États-Unis.
- Administration fédérale des États-Unis (personnel civil).

Une question séparée est posée au sujet de l'emploi dans différents établissements d'enseignement.

Si la taille de l'échantillon le permet, une subdivision fondée sur les types de diplômes suivants peut être réalisable :

- Licence.
- Certificat d'études postérieures à la licence.
- Maîtrise.
- Certificat d'études postérieures à la maîtrise.
- Doctorat.

La section V présente certains des résultats obtenus sur la base des extractions effectuées dans le système SESTAT.

V. RÉSULTATS

Afin d'évaluer la possibilité de construire des indicateurs, il a été demandé à Eurostat d'effectuer un certain nombre d'extractions dans les données de l'ECFT et du Panel des ménages de la Communauté européenne, aux États-Unis de calculer des indicateurs pour la période 1993-95 à l'aide du système SESTAT, et à la France et au Royaume-Uni d'élaborer des indicateurs à partir de leurs enquêtes nationales sur la population active pour 1995-98.

Résultats des extractions effectuées dans l'ECFT

Taux de mobilité totale

Le tableau 2 présente les principaux résultats des extractions. Le taux de mobilité correspond au nombre de travailleurs très qualifiés [définis d'après leur niveau de formation (niveaux 6 et 7 de la CITE) ou la profession exercée parmi les professions intellectuelles et scientifiques (grand groupe 2 de la CITP)] ayant changé d'emploi, en pourcentage du stock total des salariés. Dans le cas de l'Allemagne, du Luxembourg, de l'Irlande, du Royaume-Uni et des Pays-Bas, le grand groupe 2 de la CITP a été le seul critère appliqué. Cette différence peut influencer sur les taux de mobilité, mais elle n'est pas déterminante pour l'analyse. Seuls les mouvements d'un employeur à l'autre sont recensés, les entrées dans la population active ou le chômage et les sorties de l'une et de l'autre étant exclues.

Le tableau 3 présente les taux de mobilité par sexe pour 1995 et 1998.

On peut tirer de l'examen du tableau ci-dessus les conclusions suivantes. En ce qui concerne l'Union européenne dans son ensemble, le taux de mobilité est passé de moins de 8 % en 1995 à 9 % en 1998. Il a augmenté dans tous les pays, à l'exception du Danemark.

Les taux de mobilité sont très variables d'un secteur à l'autre. S'agissant encore de l'Union européenne dans son ensemble, le plus élevé a été enregistré dans le secteur des TIC (13 %) qui est aussi celui où la progression de ce taux a été la plus rapide. Le taux de mobilité qui vient ensuite (11 %) est celui du secteur des autres services privés. Il a également été marqué par une augmentation plus forte que dans les secteurs de l'éducation et des autres services collectifs, où ont été relevés les taux de mobilité les plus faibles (7 % et 8 %).

On constate avec surprise qu'il existe d'importantes différences de taux de mobilité entre pays. En 1998, c'est la Finlande qui a enregistré le taux de mobilité le plus élevé (15 %), suivie par l'Espagne (13 %) et le Royaume-Uni (12 %). Les taux de mobilité les plus faibles ont été relevés en Italie (4 %) et en Grèce (5 %). On peut se demander si ces écarts reflètent des différences réelles ou s'il n'existe pas des divergences d'interprétation de la notion d'« employeur » dans les

Tableau 2. **Taux de mobilité totale des travailleurs très qualifiés dans les États membres de l'Union européenne, par secteur, 1995-98**
Pourcentages

		TIC	Autres activités manufacturières	Autres services privés	Éducation	Autres services collectifs	Agriculture, construction	Mobilité totale
Autriche	1995	x	x	8	5	5	x	5.6
	1998	..	..	..	..	..	..	..
Belgique	1995	(11)	(6)	7	6	5	x	6.0
	1998	18	14	11	7	7	(14)	9.2
Danemark	1995	(15)	(10)	9	9	16	x	12.1
	1998	(15)	x	13	9	13	x	11.0
Finlande	1995	x	x	(9)	9	9	x	8.6
	1998	20	(9)	15	11	17	x	14.7
France	1995	7	6	8	7	7	9	7.0
	1998	8	8	11	8	7	(7)	8.4
Allemagne	1995	5	6	8	5	7	9	6.6
	1998	11	7	10	5	7	10	7.3
Grèce	1995	x	x	4	5	(3)	x	4.1
	1998	x	(7)	4	7	4	x	5.1
Irlande	1995	x	x	11	(7)	10	x	9.5
	1998	..	..	..	..	..	..	..
Italie	1995	x	(3)	4	4	2	(5)	3.5
	1998	(7)	5	4	4	3	(4)	4.1
Luxembourg	1995	x	x	x	x	x	x	(4.9)
	1998	x	x	x	x	x	x	(5.1)
Pays-Bas	1995	(8)	(6)	8	4	5	x	8.5
	1998	9	10	14	3	10	x	11.4
Portugal	1995	x	x	10	5	(3)	x	5.9
	1998	x	x	11	11	7	x	9.4
Espagne	1995	(7)	13	15	12	10	16	12.1
	1998	23	14	15	13	11	11	13.0
Suède	1995	..	..	..	..	..	..	..
	1998	(11)	(12)	17	5	8	x	9.6
Royaume-Uni	1995	11	11	13	8	9	9	10.2
	1998	18	14	16	9	10	14	12.0
Total	1995	8	7	9	6	7	9	7.7
	1998	13	9	11	7	8	10	9.0

x = chiffre non fiable du fait d'une importante erreur d'échantillonnage ou pour d'autres raisons.

() = chiffre incertain à cause d'une erreur d'échantillonnage appréciable.

.. = non disponible.

Secteur des TIC (NACE 30, 32, 64, 72).

Autres activités manufacturières (NACE 15-37, excepté 30, 32).

Autres services privés (NACE 50-74, excepté 64, 72).

Éducation (NACE 80).

Autres services collectifs (NACE 75-99, excepté NACE 80).

Agriculture, sylviculture, industries extractives, services d'utilité publique, construction (NACE 01-14, 40-45).

Tableau 3. **Taux de mobilité par sexe, 1995 et 1998**
Pourcentages

	Hommes 1995	Femmes 1995	Hommes 1998	Femmes 1998
Autriche	5.8	5.4	(1996) 6.0	(1996) 7.4
Belgique	5.4	6.5	9.2	9.3
Danemark	10.8	13.9	10.7	11.5
Finlande	7.0	10.8	14.5	14.8
France	6.9	7.1	7.5	9.7
Allemagne	6.1	7.4	7.3	7.1
Grèce	3.3	5.2	4.4	6.0
Irlande	8.3	10.8	(1997) 10.7	(1997) 12.7
Italie	2.8	4.3	3.2	5.1
Luxembourg	(4.6)	x	(4.8)	x
Pays-Bas	7.6	10.1	10.8	12.3
Portugal	5.5	6.4	7.4	11.1
Espagne	9.9	14.9	9.7	17.0
Suède	8.8	8.5	8.8	10.3
Royaume-Uni	9.7	10.9	13.3	10.4
Total UE	7.1	8.6	8.5	9.7

x = Chiffre non fiable du fait d'une importante erreur d'échantillonnage ou pour d'autres raisons.

() = Chiffre incertain à cause d'une erreur d'échantillonnage appréciable.

.. = Non disponible.

enquêtes nationales sur la population active. Dans les pays où les taux de mobilité sont importants, ceux-ci semblent relativement plus élevés dans les secteurs des autres services collectifs et de l'éducation. En Espagne, la mobilité paraît particulièrement forte dans le secteur de l'éducation (13 %).

Au niveau de l'Union européenne, le taux de mobilité des femmes était supérieur de 1.2 point de pourcentage à celui des hommes en 1998. La mobilité des femmes se situe à un niveau plus élevé dans dix pays, à un niveau plus ou moins identique dans trois pays, et à un niveau beaucoup plus bas dans un pays, le Royaume-Uni (aucune information fiable n'était disponible pour le Luxembourg).

La part de la mobilité globale correspondant aux mouvements qui s'effectuent entre les établissements d'enseignement et d'autres secteurs, pourrait constituer un indicateur particulièrement important pour la description des flux de connaissances dans le système d'innovation. Elle relève du deuxième type d'indicateurs de la mobilité qui a été cité plus haut. Les établissements d'enseignement couvrent les secteurs qui produisent et diffusent les connaissances, tous les autres secteurs étant considérés comme utilisateurs de ces connaissances. Les chiffres en question étant faibles, cet indicateur ne peut être calculé que pour l'Union européenne dans son ensemble et pour les grands pays. S'agissant de la

première, l'indicateur a apparemment enregistré une légère baisse qui l'a fait passer de 6.1 % en 1995 à 5.7 % en 1998. Au niveau des pays pris séparément, on ne distingue pas de tendance nette, sauf dans le cas de l'Italie où le pourcentage concerné a diminué.

Part des étrangers dans le stock total de salariés très qualifiés

Dans la plupart des pays, la part des étrangers dans le stock total de salariés très qualifiés se situe entre 3 et 4 %. S'agissant de l'ensemble de l'Union européenne, la diminution observée tient, du moins en partie, à la baisse du chiffre enregistré pour l'Allemagne (1 point de pourcentage entier). Celle-ci est peut-être due à des différences d'ordre technique dans l'enquête allemande sur la population active et par rapport aux autres. En revanche, le pourcentage relevé pour certains des petits États membres de l'UE semble avoir augmenté.

Tableau 4. Part des étrangers dans le stock de salariés très qualifiés dans les États membres de l'UE

	Pourcentages	
	1996	1998
Autriche	7	..
Belgique	4	5
Danemark	3	4
Finlande	x	(1.0)
France	4	4
Allemagne	5	3
Grèce	2	3
Irlande	6	..
Italie	(0.5)	(1.1)
Luxembourg	41	41
Pays-Bas	3	3
Portugal	(0.9)	(1.4)
Espagne	(0.8)	(1.1)
Suède	4	4
Royaume-Uni	4	4
Total UE	3.4	3.1

x = Chiffre non fiable du fait d'une importante erreur d'échantillonnage ou pour d'autres raisons.
 () = Chiffre incertain à cause d'une erreur d'échantillonnage appréciable.
 .. = Non disponible.

Problèmes posés par l'utilisation de l'ECFT

Outre le problème général de l'erreur d'échantillonnage, il est difficile de déterminer le niveau de formation le plus élevé dans les résultats de l'ECFT.

En 1998, la nouvelle version de la CITE a été intégrée dans cette enquête et, pour bon nombre de pays, il y aura des ruptures dans les séries relatives au stock total de travailleurs très qualifiés (définis comme des travailleurs qui se situent aux niveaux 6 et 7 de l'ancienne version de cette classification ou aux niveaux 5A et 6 de sa dernière version). Dans le cas de certains pays, des problèmes de comparabilité des stocks de travailleurs très qualifiés se posent depuis bien avant cette date, et nul n'ignore que la comparabilité des données internationales fondées sur la CITE est loin d'être parfaite. On ne sait pas au juste dans quelle mesure l'application de la nouvelle version de cette classification permettra de remédier à cette situation. Il en résulte que, pour certains pays, les travailleurs très qualifiés sont définis sur le seul critère de la profession. L'utilisation de la classification des professions ne va pas non plus sans difficulté, loin s'en faut. Les problèmes de comparabilité entre les années pour un même pays et/ou de comparabilité entre les pays risquent d'influer quelque peu sur les taux de mobilité, mais il est peu probable qu'ils modifient profondément les résultats.

Les taux de mobilité dégagés des enquêtes sur la population active sont d'ordinaire plus faibles que ceux que fournissent les études nordiques fondées sur les registres généraux (Nås *et al.*, 1998 ; Graversen, 1999). Calculés selon les mêmes principes, les taux de mobilité pour la période 1995-96 étaient de 16 % en Suède, 18 % au Danemark et 19 % en Finlande, contre 10 % environ lorsqu'il y a utilisation des données de l'ECFT. Cet écart tient assurément à des différences d'ordre méthodologique. Interroger les gens au sujet de l'emploi qu'ils occupaient un an plus tôt (autoévaluation) ne permet sans doute pas d'obtenir les mêmes résultats que le suivi de leur activité professionnelle au moyen des registres : des erreurs peuvent entacher les informations concernant l'emploi occupé un an plus tôt qui ont été recueillies dans le cadre des enquêtes sur la population active, l'utilisation des registres peut aboutir à des taux de mobilité trop élevés en raison de modifications inutiles du numéro d'identification des organisations, ou encore le fait de changer d'établissement tout en restant dans la même entreprise peut ne pas être considéré comme de la mobilité dans les enquêtes sur la population active alors qu'il est au contraire défini comme tel dans le système nordique qui fait fond sur les registres pour calculer les indicateurs de la mobilité. Ces différences devront ultérieurement être analysées de façon plus approfondie.

En théorie, les enquêtes sur la population active permettent de recueillir des données à l'aide desquelles on devrait pouvoir distinguer les étrangers qui se trouvent dans le pays considéré depuis moins d'un an (immigrants). Mais dans la pratique, il n'a pas été possible d'obtenir des données fiables sur cette catégorie de personnes à partir des extractions de l'ECFT. Cela tient probablement au fait qu'il manque, dans les données de cette enquête, des informations sur les qualifications/la profession de ces personnes.

Extractions des enquêtes nationales sur la population active réalisées en France et au Royaume-Uni

Les données disponibles concernant le Royaume-Uni et la France étant assez uniformes et détaillées, elles ont pu faire l'objet d'un examen plus systématique. Dans un premier temps, on a analysé les taux de mobilité totale de ces deux pays. Puis cette analyse a été étendue à plusieurs secteurs. Enfin, on a calculé la part des salariés très qualifiés nés à l'étranger dans le total des salariés pour les deux pays. Les données présentées ci-dessous à titre d'illustration offrent une idée de la nature des indicateurs qui pourraient être élaborés à partir des enquêtes sur la population active.

Avant de passer à l'analyse de la mobilité, nous présentons des données sur le stock total de travailleurs très qualifiés. Les deux pays considérés ont été invités à communiquer des données sur les personnes relevant des niveaux 6 et 7 de la CITE ou du grand groupe 2 de la CIP. Étant donné que l'on ne disposait de données séparées sur les niveaux 6 et 7 de la CITE et le grand groupe 2 de la CIP que dans le cas du Royaume-Uni, les travailleurs sur lesquels portent les tableaux ci-dessous ont été définis selon la CITE (sauf indication contraire).

Tableau 5. **Stock total de salariés très qualifiés (niveaux 6 et 7 de la CITE), Royaume-Uni et France**

	Millions	
	Royaume-Uni	France
1995	3.07	2.23
1998	3.55	2.48

Le tableau 6 fournit des informations complémentaires sur les stocks pour 1998. Comme nous l'avons déjà précisé, le but ultime est d'obtenir des informations reposant à la fois sur le critère du niveau de formation et sur celui de la profession.

Tableau 6. **Stock de salariés très qualifiés au Royaume-Uni et en France, ventilé selon le niveau de formation et la profession, 1998**

	Millions	
	Royaume-Uni	France
CITE 6 + 7, sans CIP 2	1.99	1.24
CITE 6 + 7 et CIP 2 ensemble	1.56	1.24
CIP 2, sans CITE 6 + 7	0.83	0.57

Le stock de salariés très qualifiés semble légèrement plus important au Royaume-Uni qu'en France. Sa progression est régulière dans les deux pays, ce qui devrait être considéré comme normal. Dans toutes les catégories, les chiffres sont supérieurs au Royaume-Uni, ce qui témoigne de l'existence d'une caractéristique structurelle systématique dans la population des salariés quelle que soit la catégorie considérée. Le tableau montre que si l'on applique uniquement le critère du niveau de formation, la population des travailleurs très qualifiés est beaucoup moins importante.

Taux de mobilité totale

Dans le tableau 7, la mobilité est représentée, selon une définition étroite, par la part des salariés recensés pour l'année t qui avait un employeur différent pendant l'année $t - 1$. La notion d'« employeur » correspond à celle d'entreprise dans le questionnaire. Le Royaume-Uni a fourni des informations sur les erreurs d'échantillonnage, qui ont été prises en compte dans l'analyse. On suppose que dans le cas de la France, les erreurs d'échantillonnage ne sont pas très différentes de celles qu'a relevées le Royaume-Uni.

Tableau 7. Taux de mobilité totale au Royaume-Uni et en France, 1995-98

Travailleurs très qualifiés (salariés dont les diplômes correspondent aux niveaux 6 ou 7 de la CITE), proportion de personnes qui avaient un employeur différent une année auparavant, en pourcentage

	Royaume-Uni	France
1995	9.1	7.5
1998	11.3	9.0

L'erreur d'échantillonnage qui affecte les taux de mobilité (définition étroite) présentés dans ce tableau est de l'ordre de 0.3-0.4 %. Quelques conclusions provisoires peuvent donc être tirées : *i*) les taux de mobilité paraissent plus élevés au Royaume-Uni qu'en France, *ii*) ils semblent être en progression dans les deux pays, et *iii*) ils s'écartent légèrement de ceux qui ont été obtenus à l'aide des données de l'ECFT en raison de différences entre les méthodes d'extraction.

Les taux de mobilité peuvent être calculés par âge, comme le montre le tableau 8.

Les taux sont nettement supérieurs et semblent croître plus vite dans le cas des jeunes. S'agissant du Royaume-Uni, on observe une certaine progression du taux de mobilité des travailleurs plus âgés, mais apparemment, il n'en est pas de même pour la France.

Tableau 8. **Taux de mobilité par âge**
Pourcentages

	Royaume-Uni		France	
	20-39	40-64	20-39	40-64
1995	11.5	5.4	11.4	3.2
1998	14.4	6.5	13.6	3.3

La mobilité dans différents secteurs

Dans le tableau ci-dessous, les taux de mobilité sont ventilés selon les grands secteurs d'activité suivants :

- Secteur des TIC (NACE 30, 32, 642, 72).
- Autres activités manufacturières/industrie manufacturière, TIC non comprises (NACE 15-37, excepté 30, 32).
- Agriculture, sylviculture, industries extractives, services d'utilité publique, construction (NACE 01-14, 40-45).
- Autres services privés (NACE 50-74, excepté 642, 72).
- Universités ou enseignement supérieur (sous-groupe national de NACE 80).
- Autres services collectifs (NACE 75-99, excepté sous-groupe national de NACE 80).

Afin de faciliter l'analyse, on a volontairement choisi un découpage en secteurs très étendus. Celui des TIC a été traité séparément car on a constaté, d'après d'autres sources, que le taux de mobilité y était plus élevé. Comme les tableaux détaillés sur les flux entre secteurs reposent généralement sur des chiffres assez faibles (parfois trop faibles pour être publiés), les données qu'ils contiennent ne doivent être considérées que comme des ordres de grandeur. Elles sont néanmoins présentées ici afin de rendre compte de façon générale des caractéristiques de la mobilité.

A la lecture du tableau 9, on peut faire un certain nombre de constatations. En 1995, 10.8 % des salariés du secteur des TIC au Royaume-Uni avaient un employeur différent en 1994. Pour plus de la moitié de ce pourcentage, cet autre employeur se trouvait dans le secteur des TIC. Le reste de ceux qui avaient changé d'emploi venait d'autres secteurs.

Selon les informations communiquées par le Royaume-Uni, les écarts types concernant le taux de mobilité totale dans le secteur des TIC se situent autour de 1.3 %. D'où plusieurs conclusions possibles.

Tableau 9. Taux de mobilité des travailleurs très qualifiés
 Salariés dont les diplômes correspondent aux niveaux 6 ou 7 de la CITE,
 proportion de salariés qui avaient un employeur différent une année auparavant, 1995-98,
 par secteur d'activité de l'employeur, pourcentages

	Taux de mobilité totale	Secteur des TIC	Industries manufacturières, excepté TIC	Agriculture, construction, etc.	Autres services privés	Universités	Autres services collectifs
Secteur des TIC							
Royaume-Uni							
1995	10.8	5.6	1.2	0.0	2.7	0.6	0.7
1998	18.3	8.9	1.9	0.5	4.2	0.8	2.1
France							
1995	8.1	5.3	0.6	0.0	1.9	0.0	0.3
1998	9.7	6.4	0.3	0.0	2.7	0.0	0.3
Autres activités manufacturières							
Royaume-Uni							
1995	9.4	0.5	4.1	0.2	3.1	0.2	1.2
1998	12.2	0.6	5.5	0.3	4.2	0.3	1.3
France							
1995	5.5	0.1	2.8	0.1	1.0	0.9	0.6
1998	7.7	0.6	4.8	0.0	1.8	0.3	0.3
Agriculture, construction, etc.							
Royaume-Uni							
1995	7.1	0.5	1.0	3.1	2.2	0.0	0.3
1998	9.8	0.6	0.8	4.3	2.2	0.4	1.2
France							
1995	6.1	1.4	0.0	2.4	1.1	0.5	0.7
1998	8.3	0.0	0.5	5.6	0.6	0.4	1.2
Autres services privés							
Royaume-Uni							
1995	11.1	0.4	1.1	0.2	8.0	0.2	1.3
1998	13.7	0.9	1.3	0.7	8.5	0.1	2.2
France							
1995	6.8	0.5	0.6	0.3	4.4	0.4	0.7
1998	9.6	0.8	1.1	0.2	6.7	0.3	0.6
Universités							
Royaume-Uni							
1995	8.4	0.2	0.8	0.2	1.2	2.9	3.1
1998	7.0	0.0	0.4	0.0	1.2	3.1	2.3
France							
1995	7.8	0.0	0.1	0.0	0.4	6.6	0.7
1998	8.1	0.1	0.1	0.0	0.6	6.9	0.5
Autres services collectifs							
Royaume-Uni							
1995	7.8	0.0	0.3	0.1	1.2	0.2	5.8
1998	9.0	0.1	0.3	0.2	1.6	0.5	6.3
France							
1995	6.8	0.1	0.3	0.2	0.9	0.9	4.5
1998	7.3	0.3	0.0	0.1	0.9	1.4	4.6

Les taux de mobilité relevés au Royaume-Uni dans le secteur des TIC sont bien supérieurs à la moyenne. Dans le cas de la France, la différence paraît faible. Dans ce même secteur, les taux de mobilité sont en progression au Royaume-Uni, alors que rien ne permet de penser que la même évolution se produit en France. Outre qu'il puise dans ses propres effectifs, le secteur des TIC attire des travailleurs du secteur des autres services privés. Au Royaume-Uni, les nouvelles recrues du secteur des TIC viennent aussi des autres activités manufacturières, ce qui n'est pas le cas en France.

Les écarts types concernant les taux de mobilité du Royaume-Uni sont d'environ 0.8 % pour les autres activités manufacturières, ce qui conduit à des constatations assez semblables à celles qui ont été faites pour le secteur des TIC. Les taux de mobilité sont plus élevés au Royaume-Uni qu'en France et semblent être en légère progression. Le recrutement s'effectue principalement à l'intérieur du secteur lui-même et dans celui des autres services privés.

L'erreur d'échantillonnage qui affecte les taux de mobilité dans le secteur des autres services privés est de 0.6 % dans le cas du Royaume-Uni. Il apparaît donc clairement que les taux de mobilité sont plus élevés dans ce dernier pays qu'en France, et qu'ils sont en augmentation dans les deux pays. Le recrutement dans le secteur des autres services privés semble se répartir de façon plus uniforme que dans le cas des autres activités privées.

Le secteur des universités comprend au moins une partie des unités productrices de la recherche. Par conséquent, l'interaction entre ce secteur et les activités privées utilisatrices de la recherche est un sujet sur lequel il est particulièrement intéressant de se pencher lorsque l'on analyse les flux de connaissances dans le système d'innovation. Une partie des unités concernées est comprise dans le secteur des autres services collectifs, mais il est difficile de la distinguer à l'aide des données provenant des enquêtes sur la population active.

Le secteur des universités étant peu étendu, l'erreur d'échantillonnage est encore plus forte et se situe ainsi autour de 1 %. Lorsque l'on compare les taux de mobilité du Royaume-Uni et de la France, on ne relève aucune différence quant aux taux globaux. Qu'il s'agisse de l'un ou de l'autre de ces pays, aucune tendance ne ressort des chiffres. Toutefois, il est intéressant de noter que le recrutement auprès du secteur des autres services collectifs est plus important au Royaume-Uni qu'en France. Cette situation pourrait tenir au fait que, dans le premier pays, les unités de recherche sont proportionnellement plus nombreuses dans ce secteur. Les flux entre les universités et les activités privées sont si faibles qu'ils sont fortement affectés par les erreurs d'échantillonnage effectuées lors des enquêtes sur la population active.

L'erreur d'échantillonnage qui touche le taux de mobilité enregistré par le Royaume-Uni dans le secteur des autres services collectifs est de 0.3 %, ce qui permet de dire que les taux de mobilité se situent dans une large mesure au même niveau au Royaume-Uni qu'en France.

Salariés très qualifiés nés à l'étranger

Le tableau 10 présente des pourcentages concernant les salariés très qualifiés nés à l'étranger. S'agissant de la France, les chiffres se rapportent à la population totale des travailleurs très qualifiés (niveaux 6 et 7 de la CITE ou professions intellectuelles et scientifiques composant le grand groupe 2 de la CITP), tandis que dans le cas du Royaume-Uni, seuls les travailleurs relevant des niveaux 6 et 7 de la CITE sont pris en compte. Par conséquent, les pourcentages de la France peuvent paraître plus importants.

Tableau 10. **Proportion de salariés très qualifiés nés à l'étranger**
Pourcentages

	Pourcentages	
	Royaume-Uni	France
1995	3.4	12.7
1998	4.3	12.6

Le tableau ci-dessus fait apparaître une différence étonnamment grande entre le Royaume-Uni et la France, qui tient peut-être à des divergences dans la définition et les méthodes de recensement des personnes nées à l'étranger appliquées lors des enquêtes sur la population active. En ce qui concerne la France, le pourcentage obtenu est aussi beaucoup plus élevé que la part des étrangers dans le stock de salariés très qualifiés calculée d'après les données de l'ECFT. Quant au Royaume-Uni, les pourcentages sont du même ordre de grandeur. La proportion de personnes nées à l'étranger semble constituer un meilleur indicateur que la part de ressortissants étrangers. C'est un point qu'il conviendrait d'examiner plus avant si la première doit être utilisée comme indicateur. Une fois prises en compte les erreurs d'échantillonnage, il est difficile de déceler dans ces chiffres une quelconque tendance.

Extractions du système SESTAT des États-Unis

A l'aide du système SESTAT, il est possible de comparer l'emploi des scientifiques et des ingénieurs (tels qu'ils sont définis par les États-Unis) en 1995 avec leur emploi en 1993, afin d'obtenir des taux de mobilité de base. Selon ce système, le taux de mobilité correspond à la part de salariés qui

Tableau 11. **Taux de mobilité de base des scientifiques et des ingénieurs aux États-Unis, 1993-95**

Pourcentages

	Scientifiques et ingénieurs titulaires d'un doctorat	Scientifiques et ingénieurs non titulaires d'un doctorat	Total	Total (nés à l'étranger)
Total	14.9	19.3	19.0	20.2
Hommes	13.7	18.2		
Femmes	19.9	21.8		
40-75 ans	10.2	14.6		
Moins de 40 ans	26.9	24.2		

étaient en activité pendant les deux années considérées mais avaient changé d'emploi dans l'intervalle.

Le taux de mobilité générale des États-Unis (19 %) pourrait être un peu plus élevé que celui de l'Union européenne s'il était calculé sur une base annuelle ; il faut en effet le diviser par moins de deux afin de tenir compte des personnes qui ont changé d'emploi au cours des deux années considérées.

La lecture du tableau ci-dessus appelle également les observations suivantes :

- Les taux de mobilité sont plus faibles chez les scientifiques et les ingénieurs titulaires d'un doctorat que chez les autres.
- Les taux de mobilité sont plus élevés chez les femmes.
- Les taux de mobilité sont plus élevés chez les jeunes.

D'après les données plus détaillées qui ont été communiquées, il semblerait que les taux de mobilité soient légèrement plus élevés chez les scientifiques et les ingénieurs ayant une formation en mathématiques et en informatique.

L'essentiel de la mobilité se produit à l'intérieur du même grand secteur. Pour décrire les flux de connaissances à l'intérieur du système d'innovation, il est intéressant d'utiliser, entre autres indicateurs, la part de la mobilité qui est imputable aux mouvements allant des universités vers les autres secteurs et de ces secteurs vers les universités. Cette part est d'environ 8 % selon les données du système SESTAT, ce qui est supérieur au chiffre correspondant pour l'Union européenne (6 %).

Les principaux problèmes que pose l'utilisation des données du système SESTAT tiennent au fait que les concepts et les classifications sur lesquels celui-ci s'appuie sont très différents de ceux qui servent aux enquêtes sur la population active. La classification des employeurs à laquelle fait appel le système SESTAT est très large et ne permet pas la comparaison avec les données européennes

concernant les grands groupes d'activités définis d'après la NACE/CITAE. Les avantages qu'offre le système SESTAT pour l'analyse de la mobilité sont les suivants : il est précisément axé sur les scientifiques et les ingénieurs, et il permet de distinguer les titulaires de doctorats, ainsi que d'analyser la mobilité dans différents domaines scientifiques.

VI. CONCLUSIONS

L'Enquête communautaire sur les forces de travail et les enquêtes nationales sur la population active permettent de construire des indicateurs globaux de la mobilité pour l'ensemble de la population des travailleurs très qualifiés et, surtout dans le cas des grands pays, pour de vastes groupes d'activité comme ceux qui sont utilisés dans cette étude. A la différence de la classification générale des activités dont on s'est servi ici, les établissements de recherche pourraient sans doute être rangés dans le secteur de l'éducation et retirés de celui des autres services collectifs, tandis que l'agriculture, la construction, etc., pourraient être regroupées avec les autres activités manufacturières. Les données pourraient être ventilées plus finement par grands groupes d'âge et par sexe. Il serait également possible d'élaborer des indicateurs équivalents à ceux qui reposent sur les données de l'ECFT pour des pays de l'EEE non membres de l'Union européenne et des pays d'Europe orientale (République tchèque, Estonie, Hongrie, Pologne, Roumanie, République slovaque, Slovénie) pour au moins une année.

L'ECFT offre l'avantage d'être une source uniforme d'information sur la mobilité, même si des problèmes de comparabilité se posent pour des variables simples, comme celle de l'éducation. En ce qui concerne les travaux futurs, il serait plus économique de recueillir les données auprès d'une seule source, plutôt que d'avoir à s'adresser pour ce faire aux 25 organismes nationaux concernés. Il est donc recommandé d'utiliser l'ECFT pour les travaux qui seront consacrés dans l'avenir aux pays en question.

Toutefois, l'expérience acquise à travers la réalisation de ce projet pilote a montré qu'il était possible de dégager, des enquêtes nationales sur la population active, des ventilations plus détaillées. En outre, les problèmes de qualité posés par les données relatives au niveau de formation n'ont pas paru aussi importants que dans le cas de l'ECFT et, pour le moins, les séries concernant les stocks étaient plus cohérentes que celles qui provenaient de cette dernière enquête. Il est sans doute plus facile de s'attaquer au problème de la qualité au niveau national. Les extractions pourraient être effectuées à partir de classifications nationales plus détaillées.

Quant à la plupart des autres pays de l'OCDE, il se peut que les enquêtes nationales sur la population active ou les enquêtes apparentées permettent

d'obtenir les mêmes données, encore que la présente étude n'ait pas tentée de le vérifier. Pour les travaux futurs, il est notamment recommandé d'associer dans la mesure du possible des données de l'ECFT à des données provenant des enquêtes nationales sur la population active pour examiner des pays non couverts par l'ECFT ou pour obtenir des informations complémentaires.

Le Panel des ménages de la Communauté européenne, l'autre source concernant l'Union européenne, n'est, semble-t-il, pas si intéressante car elle ne permet de suivre les changements d'emploi d'un secteur à un autre. En outre, la taille de l'échantillon est assez limitée, ce qui est cause d'erreurs d'échantillonnage assez importantes.

La Finlande et les autres pays nordiques sont en mesure de construire pratiquement n'importe quel indicateur de la mobilité grâce à leurs systèmes statistiques fondés sur les registres. Dans leur cas, le problème est davantage de déterminer les indicateurs les plus appropriés. Les erreurs contenues dans ces registres ou les lacunes que peuvent comporter les méthodes courantes d'enregistrement peuvent aussi rendre l'analyse difficile. En outre, la démarche reposant sur les registres est assez lente. La Belgique va peut-être pouvoir se doter de possibilités analogues grâce à un projet de recherche spécial.

Les États-Unis peuvent obtenir des données globales au moyen du système SESTAT. Étant donné que les données de ce pays s'appuient sur une chronologie et des classifications différentes et ne couvrent pas le même champ, les possibilités de comparaison avec les données européennes sont très limitées. En revanche, des informations distinctes sur la mobilité des titulaires de doctorats peuvent être produites aux États-Unis, ce qui n'est pas le cas à l'échelon européen à l'aide de l'ECFT. Les données américaines font apparaître de nettes différences de mobilité entre les titulaires de doctorat et les autres scientifiques et ingénieurs. Il serait intéressant de vérifier plus largement si le même constat se dégage des données européennes, mais cette analyse ne semble pas pour le moment réalisable au moyen de l'ECFT. Certaines enquêtes nationales sur la population active permettent d'obtenir les données requises (comme celle du Royaume-Uni). Le Royaume-Uni et l'Italie sont en mesure de fournir des informations complémentaires, en particulier sur la mobilité à long terme, en s'appuyant sur les panels précédemment évoqués.

Les taux de mobilité tirés des données provenant des registres semblent plus élevés que ceux qui sont dégagés des enquêtes sur la population active. Peut-être cela tient-il au fait que les unités statistiques utilisées et la manière de poser la question concernant l'emploi sont différentes dans le cas des enquêtes sur la population active. Le projet relatif aux pays nordiques permettra d'examiner ce problème.

Les perspectives en matière de construction d'indicateurs de la mobilité internationale ne semblent pour le moment guère encourageantes. Il est nécessaire d'améliorer l'enregistrement des qualifications et des professions des immigrants et des émigrants pour pouvoir obtenir des données de meilleure qualité. L'indicateur relatif à la proportion d'étrangers dans le stock total de salariés très qualifiés, qui peut être dégagé des enquêtes sur la population active, constitue un substitut possible, mais peu satisfaisant. Les erreurs d'échantillonnage qui affectent les enquêtes sur la population active rendent malaisée l'analyse de la progression des stocks. Certaines données faisant défaut, des difficultés encore plus grandes peuvent être posées par la variable concernant le niveau de formation de cette catégorie de travailleurs dans le cas des enquêtes sur la population active.

RÉFÉRENCES

Sources de caractère général

- Eurostat (E1),
The European Union Labour Force Survey, Methods and Definitions, éditions 1996 et 1998.
- Eurostat (E3),
European Community Household Panel (ECHP) : Methods, volume 1, Survey Questionnaires : Waves 1-3, 1996.
- Eurostat (E3),
The European Community Household Panel (ECHP), Survey Methodology and Implementation, volume 1, 1996.
- Graversen, E. (à paraître),
« Formal Competencies in the Innovation System of Denmark: An Analysis based on Register Data with Comparisons to the Nordic Countries », Aarhus 1999.
- Hauknes, J. (1994),
« Modelling Mobility of Researchers », STEP Report n° 9, Oslo.
- Japan External Trade Association (1998),
Study Report on Mobility of Researchers Among APEC Economies, Tokyo.
- OCDE (1998),
« Science and Technology Labour Markets: Mobility and Flexibility », document de travail interne de l'OCDE.
- Nås, Svein-Olav, *et al.* (1998),
« Formal Competencies in the Innovation Systems of the Nordic Countries: An Analysis based on Register Data », STEP Report R-06, Oslo.
- Rosengren, Mikael (1998),
« An Inventory of National Priorities and Availability of Data in OECD Countries to Quantify Science and Technology Personnel Mobility Patterns », Atelier conjoint OCDE NESTI/GSS/TIP, 17 juin, document de séance n° 2.

Sources nationales

Australie

- Australian Bureau of Statistics (1996),
Labour Force Status and Other Characteristics of Migrants, ABS Catalogue n° 6250.0, Canberra.
- Australian Bureau of Statistics (1998),
Labour Mobility Australia, ABS Catalogue n° 6209.0, Canberra.

Italie

Contini, B., R. Revelli, M. Filippi, L. Pacelli, C. Malpede, M. Novarese et C. Villosio (XXX), *The R&P Longitudinal Sample of Workers and Firms Based on Social Security Archives*.

Contini, B., L. Pacelli, F. Rapiti et R. Revelli (1996), *Mobility Patterns in the Italian Economy, Proceedings of the Meeting comparative Analysis of Enterprise Data*, Helsinki.

Contini, B. et R. Revelli (1997), « Gross Flows vs. Net Flows in the Labour Market: What is there to be Learned? », *Labour Economics* 4.

Allemagne

Voir informations sur le site Web www-soep.diw-berlin.de.

Royaume-Uni

ONS (1997), *NESP, The Information Pack*, Londres.

ONS (1999), *Tracking People: A Guide to Longitudinal Statistical Sources*, Londres.

Salt, J. et J. Clarke (1998), « Flows and Stocks of Foreign Labour in the United Kingdom », *Labour Market Trends*, juillet.

Tate, P. (1998), « Longitudinal Data from the Labour Force Survey », réunion du Groupe de Paris à Londres, 6 juillet.

États-Unis

Finn, M. et J. Baker (1996), *Non-academic Employment Patterns of Science and Engineering Doctorates 1993*, Oak Ridge, Tennessee.

Johnson, J. et Mark C. Regets (1998), « International Mobility of Scientists and Engineers to the United States-Brain Drain or Brain Circulation », National Science Foundation, Issue Brief 98-316.

Voir informations sur le site web de SESTAT <http://srsstats.sbe.nsf.gov/>.

ENQUÊTES SUR L'INNOVATION : LES LEÇONS DE L'EXPÉRIENCE DES PAYS DE L'OCDE

Table des matières

I. Introduction	86
II. Les enquêtes sur l'innovation : historique et objectifs	86
III. Mesure de l'innovation et cartographie des entreprises innovantes	88
IV. L'impact économique de l'innovation	100
V. L'efficacité des politiques publiques	106
VI. Questions en suspens	107
VII. Conclusion	110
Références	111

I. INTRODUCTION

Le présent article de la *Revue STI* s'intéresse à différents aspects de l'innovation à partir d'enquêtes sur l'innovation du type de celles menées dans le cadre du programme d'enquêtes communautaires sur l'innovation (ECI), et aux questions à résoudre pour que les futures enquêtes fournissent des indicateurs encore plus précis et plus utiles aux responsables de l'action gouvernementale.

Les enquêtes sur l'innovation ont notablement amélioré le savoir existant en matière d'innovation. Elles ont permis d'étudier certains phénomènes encore inexplorés et de confirmer certaines hypothèses non vérifiées. Par exemple, les enquêtes sur l'innovation ont montré qu'une large proportion des entreprises innove, que les innovations sont nombreuses, dans les services comme dans le secteur manufacturier, que l'innovation influe sur les performances des entreprises en termes de rentabilité, de productivité et de création d'emplois, et que les politiques d'innovation visent davantage les grandes entreprises que les petites.

Malgré ces progrès, certaines lacunes subsistent. Par exemple, les questions de définition (Qu'est-ce qu'une innovation technologique ? Qu'est-ce qu'une entreprise innovante ?) ne sont pas toutes réglées et les méthodes d'analyse statistique varient d'un pays à l'autre. Il faudrait que les analystes accèdent plus facilement aux données micro-économiques, afin d'effectuer des études qui facilitent l'évaluation des données et fournissent des informations utiles aux décideurs.

Certaines de ces questions ont été abordées lors de la préparation de la troisième ECI. Le but du présent article est de mettre en évidence quelques-uns des avantages et des inconvénients des enquêtes sur l'innovation en tant qu'outil de mesure ; précisons que la liste des questions abordées et des ouvrages examinés dans cet article ne se veut pas exhaustive.

II. LES ENQUÊTES SUR L'INNOVATION : HISTORIQUE ET OBJECTIFS

Les enquêtes sur l'innovation ont pour but d'améliorer notre compréhension de l'innovation technologique dans les différents pays, branches d'activité, et entreprises. La première enquête sur l'innovation (ECI 1) visait à mesurer l'innovation technologique dans le secteur manufacturier ; les données, recueillies auprès des entreprises, ont permis aux statisticiens et aux utilisateurs de mieux connaître

l'innovation dans les diverses entreprises et branches d'activité des pays ayant participé au programme, à savoir la plupart des États membres de l'Union européenne et quelques autres pays de l'OCDE, notamment l'Australie et le Canada. ECI 1 a débuté en 1993 et portait sur les activités d'innovation des entreprises pour la période 1990-92. Elles s'appuyaient sur les concepts et définitions établis dans la version provisoire du « Manuel d'Oslo », publiée en 1992, et sur un questionnaire-type élaboré à partir de ces concepts, principalement par Eurostat.

Une deuxième enquête portant sur les activités d'innovation pour la période 1994-96 (ECI 2) a succédé à l'ECI 1 en 1997. Importante évolution dans cette deuxième enquête, le champ couvert a été élargi à certaines industries de services. Notons que quelques pays avaient déjà étendu leur champ d'étude au secteur des services avant le lancement de l'ECI 2. Par la suite, le nombre de pays participant au programme d'enquêtes a augmenté. Les enquêtes s'appuyaient toujours sur le *Manuel d'Oslo*, examiné, révisé et réédité par l'OCDE conjointement avec Eurostat et les pays Membres représentés au sein du Groupe de travail des experts nationaux sur les indicateurs de science et de technologie (ENIST) (OCDE et Eurostat, 1997). Comme pour la première enquête, les questionnaires étaient élaborés à partir d'un modèle mis au point principalement par Eurostat.

La troisième enquête (ECI 3), portant sur la période 1998-2000, a débuté en 2001.

Les objectifs des enquêtes sur l'innovation

De manière générale, les enquêtes sur l'innovation répondent à trois grandes préoccupations :

- L'innovation *ne se limite pas à la R-D* : une grande part de l'innovation technologique ne résulte pas des activités de recherche et développement, bien qu'elle ait des répercussions importantes sur l'économie. C'est surtout le cas dans le secteur des services. De plus, l'innovation non technologique peut, elle aussi, se traduire par une amélioration des performances économiques, notamment (mais pas seulement) dans le secteur des services. Autrefois, ces aspects échappaient à l'évaluation statistique.
- Outre les indicateurs d'inputs (R-D) de grande qualité déjà disponibles, des indicateurs d'*outputs* des activités d'innovation sont nécessaires. Les indicateurs d'output, notamment les brevets, fournissent des informations précieuses mais ne couvrent pas toutes les innovations. Les innovations plus modestes, en particulier, ne sont pas brevetées. De plus, les brevets ne renseignent pas sur l'impact des inventions sur la productivité ou sur les performances du marché.

- La connaissance des conditions-cadres qui favorisent les *activités d'innovation au niveau de l'entreprise* doit être améliorée : les enquêtes sur la R-D fournissent essentiellement des données agrégées et peu d'informations sur les entreprises elles-mêmes (motivations, stratégies, influence sur les performances, obstacles à l'innovation, facteurs qui déterminent si une entreprise est innovante ou non).

Conformément à ces objectifs, les enquêtes sur l'innovation visent à recueillir les informations appartenant aux grandes catégories (voir le *Manuel d'Oslo*) présentées ci-dessous. Toutes ces catégories ne seront pas examinées dans le présent article :

- Types d'innovations : innovation de produit, de procédé, inventée/adoptée par l'entreprise.
- Volume de l'output des activités d'innovation : part de l'output dans les produits nouveaux.
- Coûts des activités d'innovation.
- Objectifs des activités d'innovation.
- Facteurs freinant les activités d'innovation.
- Activité liée aux brevets.
- Sources d'information.
- Coopération pour les activités d'innovation (avec les concurrents, les clients, les universités, le gouvernement).
- Information de base sur l'entreprise : chiffre d'affaires, effectifs de personnel, appartenance éventuelle à un groupe.

III. MESURE DE L'INNOVATION ET CARTOGRAPHIE DES ENTREPRISES INNOVANTES

Les résultats des enquêtes sur l'innovation ont d'abord servi à calculer des indicateurs d'innovation agrégés ou « taux d'innovation ». Ces indicateurs ont pour but de refléter la propension à innover d'un pays par rapport aux autres, au niveau global, dans certaines branches d'activité ou dans certaines catégories de taille d'entreprises. Ces indicateurs correspondent *grosso modo* à la somme des réponses aux enquêtes fournies par les entreprises. Nous sommes amenés à nous poser deux types de questions sur leur signification : d'une part, qu'est-ce que les réponses captent exactement et, d'autre part, comment les réponses peuvent-elles être agrégées, c'est-à-dire comment obtenir des indicateurs quantitatifs à partir de données qualitatives ?

Branches d'activité

L'ECI 1 ne couvrait que l'innovation dans le secteur manufacturier, tandis que l'ECI 2 a été étendue à quelques industries de services. Les résultats agrégés concernant l'étendue des activités d'innovation sont présentés dans le tableau 1. On a calculé une moyenne simple, c'est-à-dire le pourcentage d'entreprises qui se considèrent comme innovantes sur la population totale des entreprises interrogées.

Tableau 1. **Part des entreprises innovantes dans les pays de l'Union européenne, 1994-96**
En pourcentage

Branche d'activité	Part des entreprises innovantes
Industries manufacturières	
Alimentation, boisson, tabac	50
Textiles, cuir	35
Bois, pulpe, papier, édition	45
Coke, produits chimiques	70
Caoutchouc, matières plastiques, etc.	51
Métaux industriels et produits transformés	48
Autres machines et équipements	68
Équipements électriques et optiques	69
Matériel de transport	56
Autres industries	48
Total industries manufacturières	51
Services	
Commerce de gros et activités intermédiaires	34
Transports	24
Télécommunications	65
Intermédiation financière	54
Informatique et activités connexes	68
Services d'ingénierie	55
Eau, gaz, électricité	35
Total services	40

Source : Eurostat.

Comme le montrent les résultats de l'ECI 2 dans les pays de l'Union européenne présentés dans le tableau 1, 51 % des entreprises manufacturières (de 20 salariés ou plus) ont mené des activités d'innovation technologique. Pour les entreprises de services employant 10 personnes ou plus, le taux d'innovation est de 40 %.

Par ailleurs, les activités d'innovation ne sont pas réparties également entre les différentes branches d'activité de ces deux grands secteurs. Dans le secteur manufacturier, les textiles et le cuir affichent un taux d'innovation d'environ 35 % seulement, tandis que le coke et les produits chimiques, les machines et équipe-

ments, et les équipements électriques et optiques présentent les taux d'innovation les plus élevés, à environ 70 % chacun. De même, dans le secteur des services, les transports réalisent un taux d'innovation faible d'environ 25 %, tandis que les télécommunications et l'informatique et activités connexes approchent les 65-70 %.

Les résultats de l'ECI 2 ne sont pas différents de ceux obtenus dans d'autres enquêtes. Par exemple, les enquêtes menées en Australie dans les industries manufacturières ont révélé entre les branches d'activité des écarts du même ordre de grandeur par rapport à la moyenne, bien que les niveaux globaux d'innovation mesurés soient différents ; cela s'explique probablement par le fait que des catégories de taille différentes ont été utilisées. Les enquêtes australiennes menées en 1994 ont également fait ressortir des différences significatives de taux d'innovation entre les différentes industries de services (celles-ci n'ont pas été couvertes par l'enquête de 1997). Elles ont également montré une diminution du volume des activités d'innovation, vraisemblablement, là aussi, surtout parce que les catégories de taille utilisées étaient différentes.

Taille

L'enquête ECI 2 a utilisé des catégories de taille différentes pour le secteur manufacturier et le secteur des services, ce qui empêche de comparer les deux secteurs. Cependant, le tableau 2 permet de voir que les taux d'innovation varient en fonction de la taille des entreprises.

Tableau 2. **Part des entreprises innovantes dans les pays de l'Union européenne, 1994-96**
En pourcentage

Branche d'activité et taille de l'entreprise	Part des entreprises innovantes
Industries manufacturières	
20-49 salariés	44
50-249 salariés	58
250 salariés et plus	79
Toutes entreprises	51
Services	
10-49 salariés	36
50-249 salariés	48
250 salariés et plus	71
Toutes entreprises	40
<i>Source : Eurostat.</i>	

Pour les plus petites entreprises (20-49 salariés) interrogées dans le cadre de l'enquête sur le secteur manufacturier, le taux d'innovation est de 44 %, soit seulement un peu plus de la moitié du taux atteint par les plus grandes entreprises

interrogées (250 salariés et plus). Pour le secteur des services, les plus petites entreprises interrogées (10-49 salariés) présentent un taux d'innovation de 36 %, soit de nouveau environ la moitié du taux réalisé par les plus grandes entreprises. Dans les deux plus grandes catégories de taille pour lesquelles les comparaisons directes entre différentes branches d'activité sont possibles, les entreprises du secteur des services (pris dans sa totalité) sont technologiquement un peu moins innovantes que les entreprises du secteur manufacturier de taille équivalente. On constate néanmoins qu'une proportion non négligeable des activités d'innovation est menée dans le secteur des services.

D'autres enquêtes confirment ces résultats. Les enquêtes australiennes ont mis en lumière des différences significatives entre les taux d'innovation, qui semblent fortement liées à la taille des entreprises. Ces enquêtes mesurent l'innovation dans des entreprises de toutes tailles (d'au moins un salarié) et donnent ainsi une idée du degré d'innovation dans les entreprises de très petite taille. Le résultat montre que les toutes petites entreprises innovent encore moins que celles appartenant à la plus petite catégorie de taille du programme ECI 2. Les enquêtes de 1994 et 1997 sur le secteur manufacturier et de 1994 sur le secteur des services en Australie ont révélé que le taux d'innovation pour les entreprises de moins de dix salariés était probablement environ deux fois plus faible que celui des entreprises de 10-49 salariés.

Innovation technologique et innovation non technologique

Pour mesurer l'innovation, il est essentiel de délimiter les contours de l'innovation technologique et de définir quelles entreprises peuvent être considérées comme technologiquement innovantes. Un des facteurs clés de cette définition réside dans la distinction entre l'innovation technologique et les autres formes d'innovation.

L'objectif principal d'ECI et du *Manuel d'Oslo* est de mesurer l'innovation technologique. Bien que celle-ci soit indiscutablement l'un des principaux moteurs de la croissance économique depuis 10 ou 20 ans, on est de plus en plus enclin à penser que l'innovation non technologique contribue elle aussi à cette croissance de manière significative. Cette prise de conscience est remontée à la préparation du *Manuel d'Oslo*, auquel est adjointe une annexe spéciale contenant des propositions pour la collecte de ces données. Certains pays Membres se sont appuyés sur cette annexe pour poursuivre leur expérimentation et recueillir des informations sur l'innovation non technologique.

Pour les statisticiens, la difficulté réside dans le fait que la frontière entre innovation technologique et innovation non technologique est mal délimitée, en particulier (mais pas seulement) dans le secteur des services. Modification de l'organisation, changements relatifs à la commercialisation ou innovation finan-

cière sont très répandus et jouent un rôle important, surtout dans les activités de services de nombreuses entreprises. Par ailleurs, de tels changements sont en général liés d'une manière ou d'une autre à la technologie : il est en effet souvent nécessaire de modifier l'organisation d'une entreprise pour tirer le meilleur parti de l'installation d'un nouveau réseau informatique ou pour accroître sa capacité à innover. Il est donc important de mesurer ce type d'innovations pour mieux comprendre l'innovation technologique en elle-même. En identifiant séparément l'innovation non technologique, on obtient également une mesure plus précise (plus « pure ») de l'innovation technologique.

Pendant, on ne dispose guère d'informations fiables sur l'innovation non technologique. Les premières enquêtes australiennes de 1994 ont permis de collecter quelques données sur la fréquence de ce type d'innovation : les résultats sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3. **Innovation technologique et innovation non technologique en Australie, 1993-94**
En pourcentage

Branche d'activité	Part des entreprises menant des activités d'innovation technologique	Part des entreprises menant des activités d'innovation non technologique	Entreprises menant des activités d'innovation technologique ou non technologique
Industries manufacturières	34	24	43
Services	12	14	21

Ce tableau montre que, pour le secteur manufacturier, le taux d'innovation non technologique est inférieur au taux d'innovation technologique. Néanmoins, la proportion d'entreprises ayant mené des activités d'innovation non technologique reste assez importante : une entreprise sur quatre, soit deux tiers du chiffre concernant l'innovation technologique. Le tableau 3 indique également que pour le secteur des services, l'innovation non technologique est plus fréquente que l'innovation technologique. Globalement, on estime à 14 % la part des entreprises de services ayant mené des activités d'innovation non technologique en 1993, contre 12 % pour l'innovation technologique.

La proportion de cas où les deux types d'innovations sont menés de concert est également intéressante à observer. Dans le secteur manufacturier, environ les trois quarts des entreprises qui ont mené des activités d'innovation technologique ont aussi réalisé des innovations non technologiques. Dans le secteur des services, c'est le cas de la moitié des entreprises environ.

Naturellement, ces résultats sont étroitement liés aux questions de définition et de délimitation évoquées plus haut. Si une attention toute particulière a été

accordée aux aspects définitionnels de la mesure de l'innovation technologique, en particulier dans le cadre des examens successifs du *Manuel d'Oslo*, on s'est beaucoup moins intéressé à la définition de l'innovation non technologique. Si, en théorie tout au moins, l'innovation non technologique englobe toutes les activités d'innovation qui ne relèvent pas de l'innovation technologique, elle a surtout été comprise comme la mise en œuvre de techniques avancées de gestion (par exemple, gestion de la qualité totale), la modification importante des structures organisationnelles, la modification sensible des orientations stratégiques de l'entreprise ou l'adoption d'orientations entièrement nouvelles. Il se peut toutefois que ces activités se révèlent difficiles à mesurer par la statistique et que, de ce fait, la qualité des résultats s'en ressentent quelque peu.

Par ailleurs, il faut se rappeler que la mesure de l'innovation technologique a également posé un certain nombre de problèmes importants. Plusieurs pays de l'UE en ont fait la remarque à l'occasion de l'examen des résultats de l'ECI 2 sur leur territoire. La source des problèmes semble être l'utilisation et la signification du mot « technologique » dans les différents pays et langues et, la présence ou l'absence du mot lui-même dans le questionnaire.

Le tableau 4 ci-dessous indique le volume global de l'innovation technologique dans le secteur manufacturier et le secteur des services pour l'ensemble des pays membres de l'UE à partir des résultats de l'ECI 2, c'est-à-dire pour la période 1994-96.

Tableau 4. **Part des entreprises technologiquement innovantes dans les pays de l'Union européenne, 1994-96**

En pourcentage

	Secteur manufacturier	Services
Irlande	73	58
Danemark	71	30
Allemagne	69	46
Autriche	67	55
Pays-Bas	62	36
Suède	54	32
Italie	48	s.o.
Norvège	48	22
France	43	31
Luxembourg	42	49
Finlande	36	24
Belgique	34	13
Royaume-Uni	34	40
Espagne	29	s.o.
Portugal	26	28
Tous pays	51	40

Source : Eurostat.

Comme le montre le tableau, les taux d'innovation varient considérablement selon les pays. Pour le secteur manufacturier, l'Irlande, le Danemark et l'Allemagne avoisinent les 70 %, tandis que le Portugal et l'Espagne n'atteignent même pas 30 %, le taux le plus faible. Pour le secteur des services, les taux sont globalement inférieurs, avec le chiffre le plus bas pour la Belgique, la Norvège et la Finlande, en dessous de 25 %. Les taux d'innovation les plus élevés dans le secteur des services sont détenus par l'Irlande et l'Autriche autour de 55-60 %.

Un certain nombre de pays de l'UE s'interrogent sur la fiabilité des données, en particulier pour ce qui est des différences de taux entre les pays. Il semblerait qu'une partie des difficultés à obtenir des données comparables au plan international tiennent aux problèmes de définition évoqués plus haut. Par exemple, une étude détaillée des résultats de l'enquête pour la Belgique réalisée par Alfred Kleinknecht (1999) indique que des différences d'interprétation et de formulation pourraient avoir joué un certain rôle dans la variabilité des résultats.

Une autre explication possible met en cause les méthodes adoptées pour réaliser les enquêtes, ainsi que les taux de réponse obtenus, lesquels s'échelonnent entre 30 % et 80 %. Dans de nombreux pays, le profil des entreprises ayant répondu et de celles qui ne l'ont pas fait diffère. Ces différences rendent l'interprétation des résultats encore plus délicate. On ne sait si une enquête complémentaire auprès des entreprises n'ayant pas répondu permettrait de compenser des taux de réponses aussi faibles. L'analyse des résultats de l'ECI 2 indique qu'il semble exister un coefficient de corrélation négatif entre le taux de réponse et le taux d'innovation technologique dans les pays enquêtés. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les pays n'ont pas réussi à résoudre les problèmes de distorsion des réponses.

Aspects non délimitatifs de la définition

Si les problèmes de délimitation sont importants, il n'en existe pas moins d'autres aspects définitionnels de l'innovation technologique qui méritent d'être pris en considération. Les pays Membres de l'OCDE ont soulevé un certain nombre de points supplémentaires qu'il faut également prendre en compte dans une discussion sur les problèmes de définition. Ce sont :

- La « nouveauté » de l'innovation.
- Les critères utilisés pour qualifier une entreprise d'innovante.
- La période d'étude des activités d'innovation la plus appropriée.

La « nouveauté » d'une innovation est différente selon que l'innovation est nouvelle à l'échelle mondiale, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un produit ou d'un procédé nouveau réalisé pour la toute première fois, ou qu'elle est seulement nouvelle pour l'entreprise mais a déjà été mise en place ailleurs dans le pays ou dans

une même branche d'activité dans un autre pays. Le paragraphe 145 du *Manuel d'Oslo* stipule que dans une enquête standard sur l'innovation, le niveau minimum requis pour une innovation est d'être « nouvelle pour la firme ». Certains analystes ont reconnu qu'il est important d'identifier et d'étudier séparément les innovations réalisées pour la toute première fois à l'échelle mondiale (voir l'analyse de Baldwin (1997) sur les enquêtes sur l'innovation au Canada).

Les critères utilisés pour qualifier une entreprise d'innovante peuvent être de nature différente, notamment :

- a) une entreprise est innovante si elle a réalisé (introduit sur le marché) un ou plusieurs produits ou procédés technologiquement nouveaux ou sensiblement améliorés pendant la période considérée, ou
- b) une entreprise est innovante si elle a mené pendant la période considérée une ou plusieurs des activités d'innovation technologiques prédéfinies, ou
- c) une entreprise est innovante si elle répond à l'un des critères définis en (a) ou en (b).

Le *Manuel d'Oslo* a choisi la première solution (voir *Manuel d'Oslo*, paragraphe 130). Toutefois, certains analystes ont suggéré que la deuxième approche serait plus appropriée. La solution (c) pourrait aussi éventuellement être utilisée dans la définition.

Le troisième point a trait à la période d'étude de l'enquête, c'est-à-dire la période nécessaire pour satisfaire les critères ci-dessus. Naturellement, plus la période est longue et plus la proportion d'entreprises innovantes est élevée. Le paragraphe 228 du *Manuel d'Oslo* fixe une période d'étude de trois ans qui a donc été utilisée dans les enquêtes ECI 1 et 2. Cette durée a été établie au moment de l'élaboration de la première version du *Manuel d'Oslo*, essentiellement parce qu'on a considéré que dans le secteur manufacturier, l'introduction sur le marché d'importantes innovations de produit ou la mise en place dans une usine de production à grande échelle d'importantes innovations de procédé pouvait prendre un certain temps. Si le choix des trois ans permet de s'assurer que de telles innovations seront bien prises en compte par la définition, il est vraisemblable qu'il amène également à considérer tout un ensemble d'innovations technologiques plus modestes. En conséquence, il se peut que le taux d'innovation technologique soit surestimé.

Certains suggèrent cependant de réduire la période d'étude à deux années pour l'aligner sur la durée des enquêtes, voire à une année pour la faire coïncider avec les comptes rendus annuels sur les dépenses d'innovation. Cette dernière solution serait particulièrement intéressante si une des définitions (b) ou (c) était choisie pour la notion d'entreprise innovante. Une période d'étude plus courte est, de manière intuitive, plus appropriée au secteur des services où les entreprises se renouvellent plus rapidement.

Le présent article ne prétend tirer aucune conclusion définitive sur ces questions, faute de données pour procéder à un examen sérieux. Il nous paraissait pourtant nécessaire d'y faire allusion afin de garder ces différents aspects présents à l'esprit en abordant le contexte global de la définition d'une entreprise innovante ; en effet, ces questions revêtent une importance considérable au regard du sujet principal de notre article, à savoir la mesure des outputs et de l'impact de l'innovation sur les entreprises innovantes.

Les autres méthodes de mesure du taux d'innovation

Une entreprise est dite innovante si elle a mis en place une ou plusieurs innovations sur une période de trois ans. Cette information est dite « qualitative » car elle repose sur des réponses de type oui/non. On ne peut additionner directement des données qualitatives que si : *i*) la catégorisation oui/non véhicule la totalité des informations pertinentes et *ii*) tous les répondants sont considérés comme égaux. Ces deux suppositions fonctionnent, par exemple, pour les sondages d'opinion. Mais dans le cas d'une enquête sur l'innovation, elles ne sont absolument pas valables. Avec cette méthode statistique, une entreprise ayant réalisé une seule innovation est traitée de la même manière qu'une entreprise en ayant réalisé plusieurs : elle est simplement qualifiée d'entreprise innovante. Ainsi, un pays dans lequel plusieurs entreprises ont réalisé chacune une seule innovation sera considéré comme plus innovant qu'un pays dans lequel un petit nombre d'entreprises ont réalisé plusieurs innovations chacune. Cette méthode pose également un problème si on imagine que deux entreprises innovantes fusionnent : bien qu'il n'y ait aucune raison de penser que les performances du pays en matière d'innovation déclineraient, l'indicateur calculé selon cette méthode marquera une diminution du nombre d'entreprises innovantes. Agréger les données par une simple addition, comme c'est le cas dans l'exemple ci-dessus, revient à considérer comme égales des entreprises qui sont en fait très différentes en termes de volume et d'outputs de leurs activités d'innovation. De cette manière, une grande multinationale ne contribue pas plus qu'une petite entreprise à la valeur de l'indicateur. Étant donné que la probabilité d'innover est plus faible pour une petite entreprise que pour une grande, de simples additions auront pour résultat de sous-estimer les performances d'innovation des pays qui comptent un grand nombre de petites entreprises. Il existe deux moyens de résoudre ce problème :

- a*) pondérer les réponses en fonction de la taille des entreprises (mesurée grâce au chiffre d'affaires ou aux effectifs de personnel), et
- b*) utiliser à partir des enquêtes sur l'innovation des informations complémentaires sur la part des ventes de produits nouveaux ou améliorés dans le chiffre d'affaires de l'entreprise.

La partie de l'ECI 2 sur le secteur manufacturier a permis de collecter des informations sur les deux méthodes ci-dessus : les résultats sont présentés dans le tableau 5. Les données ne concernent que les innovations de produit.

Tableau 5. Part des ventes de produits innovants dans le chiffre d'affaires (secteur manufacturier)
En pourcentage

	Part des ventes de produits innovants dans le chiffre d'affaires	Part du chiffre d'affaires des entreprises innovantes (innovation de produit) dans le chiffre d'affaires total
Allemagne	45	90
Irlande	32	78
Autriche	31	79
Suède	31	83
Espagne	27	62
Italie	27	63
Pays-Bas	25	76
Finlande	25	76
Royaume-Uni	23	74
Danemark	21	71
France	20	71
Norvège	20	60
Belgique	14	50
Portugal	14	35
Tous pays	32	77

Source : Eurostat.

L'Allemagne est indéniablement le pays dont la part des ventes de produits innovants dans le chiffre d'affaires est la plus élevée (45 %). A l'autre bout de l'échelle, la Belgique et le Portugal n'atteignent que 14 %. Parmi les pays du G7, la France (20 %) et le Royaume-Uni (23 %) connaissent également des parts de ventes de produits innovants dans le chiffre d'affaires particulièrement faibles, tandis que l'Italie réalise 27 %. Rappelons que ces résultats tiennent compte des entreprises ayant réalisé des innovations de produits uniquement : l'impact des innovations de procédés n'est donc absolument pas pris en considération.

Un examen de ces résultats révèle que les écarts notés ci-dessus varient sensiblement en fonction de la taille des entreprises. Pour la catégorie d'entreprises la plus petite (20-49 salariés), la part des ventes de produits innovants dans le chiffre d'affaires n'est que de 15 %, tandis que pour les entreprises de 50-249 salariés, ce chiffre atteint 21 %, et pour les plus grandes entreprises, 38 %.

La contribution des entreprises innovantes peut être abordée sous un autre angle en exprimant le chiffre d'affaires global (lié ou non aux produits nouveaux) de l'ensemble des entreprises innovantes (innovation de produit) par rapport au chiffre d'affaires global de l'ensemble des entreprises interrogées. Ce rapport permet de mesurer l'impact des entreprises innovantes sur l'économie d'un pays, et pas seulement l'impact des produits innovants sur les entreprises innovantes elles-mêmes. Cet indicateur est également présenté dans le tableau 5 : il montre que 77 % du chiffre d'affaires total est généré par les entreprises innovantes. En Allemagne, cette proportion atteint 90 %, la plaçant devant tous les autres pays étudiés. Les autres pays du G7 se situent tous légèrement au-dessous de la moyenne européenne, notamment l'Italie, où la proportion est particulièrement faible (63 %). De nouveau, le Portugal (35 %) et la Belgique (50 %) sont les plus mal placés parmi les pays de l'UE.

Les différences entre les deux indicateurs du tableau soulignent combien il importe de mesurer l'innovation en tenant compte de la taille des entreprises innovantes et du volume des activités d'innovation au sein des entreprises. La représentation de l'innovation dans les divers pays sera différente selon que ces paramètres seront pris en compte ou non. Une autre approche consiste à recourir aux techniques économétriques qui permettent d'inférer le degré de propension à innover pour chaque entreprise interrogée, c'est-à-dire transformer des données qualitatives en données quantitatives. Cette approche est détaillée dans les articles de Dagenais et Mohnen (2000) et de Mairesse et Mohnen (2001), dans le présent numéro de la *Revue STI*.

Qui innove ?

Parmi les critères qui poussent une entreprise à innover ou à ne pas innover, le pays, la branche d'activité et la taille de cette entreprise sont déterminants. Cependant, même entre entreprises d'un même pays, d'une même branche d'activité et de même taille, certaines innoveront et d'autres pas. Afin d'identifier les autres critères qui influencent le comportement des entreprises face à l'innovation, il faut dépasser la statistique descriptive et recourir à des techniques quantitatives permettant à l'analyste de tenir compte d'un certain nombre de caractéristiques des entreprises et de résoudre différents problèmes d'ordre statistique liés aux données.

L'étude de Mairesse et Mohnen (2001) sur des micro données agrégées de l'enquête ECI 1 a fait appel à une technique de modélisation économétrique pour évaluer l'influence de diverses caractéristiques d'une entreprise sur sa propension à innover et l'intensité d'innovation qu'elle réalisera. Les auteurs ont estimé un « modèle Tobit généralisé » permettant d'expliquer à la fois pourquoi une entreprise innove ou n'innove pas et la part des ventes de produits nouveaux ou

améliorés dans les ventes de l'entreprise. Cette approche leur permet de tenir compte de l'effet de tous ces facteurs simultanément. L'étude montre que :

- Les branches d'activité comprenant le plus d'entreprises innovantes sont : les produits électriques, les matières plastiques, les machines et équipements et la construction automobile.
- La propension à innover augmente avec la taille de l'entreprise.
- La propension à innover augmente avec le ratio des exportations aux ventes.
- La propension à innover augmente si une entreprise appartient à un groupe.
- La propension à innover augmente si une entreprise mène des activités de R-D permanentes.
- La propension à innover augmente avec le ratio de la R-D aux ventes.
- La propension à innover augmente si une entreprise mène des activités de R-D en coopération.

L'étude indique également que le taux d'innovation est plus élevé en Allemagne, en Irlande, en Belgique et aux Pays-Bas, et plus faible en Italie, en Norvège et au Danemark. Cependant, il faut se rappeler que le degré de comparabilité des données de l'ECI 1 au plan international était assez faible et qu'il convient donc de se montrer prudents en interprétant des résultats provenant de différents pays.

Des tests statistiques ont révélé que certains facteurs importants qui poussent à l'innovation ne pouvaient toujours pas s'expliquer avec ce modèle. Des travaux ultérieurs devront être consacrés à l'étude de ces facteurs, dont certains ne sont peut-être pas propres à l'entreprise elle-même mais liés au contexte plus large de l'innovation et de la concurrence.

L'étude de Crepon *et al.* (1998) s'est servie d'un système d'équations simultanées pour exprimer la croissance de la productivité en fonction de l'innovation, celle-ci étant elle-même expliquée par un ensemble de variables incluant les dépenses de R-D. Cette méthode permet de corriger plusieurs types de biais statistiques (biais de sélectivité, biais de simultanéité). Les auteurs ont établi que les ventes de produits nouveaux ou améliorés augmentent avec l'effort de recherche de l'entreprise. Il n'est certes guère surprenant que la R-D exerce une grande influence sur l'innovation : en revanche, ce que les enquêtes sur l'innovation ont permis d'établir, chiffres à l'appui, c'est que la R-D *n'est pas le seul facteur qui entre en ligne de compte.*

IV. L'IMPACT ÉCONOMIQUE DE L'INNOVATION

Mesure de l'impact de l'innovation sur la rentabilité et la productivité

Une des questions clefs pour les responsables politiques est de savoir comment mesurer les effets de l'innovation technologique sur les entreprises et l'économie nationale. Avant que l'on ne décide de mener des enquêtes détaillées sur l'innovation, de nombreuses études s'étaient intéressées aux effets de la R-D sur les performances de l'entreprise et quelques-unes aux brevets (en tant qu'outil de mesure de l'inventivité). En général, ces études concluaient à un impact positif de la technologie sur les performances de l'entreprise que se soit en matière d'accroissement de la productivité, des ventes, des exportations ou des bénéfices. Les études faites à partir des enquêtes sur l'innovation aboutissent généralement à la même conclusion.

Il existe deux approches complémentaires pour répondre aux questions que se posent les responsables politiques. La première est plutôt descriptive et compare directement les performances des entreprises innovantes à celles des entreprises non innovantes (par secteur d'activité, catégorie de taille, etc.). La seconde, de nature économétrique, tente d'expliquer les performances économiques à partir d'un certain nombre de variables dont certaines reflètent l'innovation. La première approche a le mérite de la simplicité et ne repose sur aucun postulat. Toutefois elle ne permet pas d'établir de façon concluante une quelconque relation de cause à effet. L'approche économétrique a pour sa part l'avantage de mesurer les effets de l'innovation en fonction de différents facteurs tels que le secteur d'activité ou la taille de l'entreprise et peut donc aboutir à des résultats plus généralisables.

La mesure de l'impact de l'innovation sur les performances de l'entreprise, et notamment sur la rentabilité et la productivité, constitue donc un objectif clef des enquêtes sur l'innovation. Les deux approches décrites plus haut ont été mises en œuvre dans plusieurs pays et à des moments différents. La présente section fait la synthèse de quelques-unes des conclusions tirées des travaux menés jusqu'à présent.

Parmi les études les plus exhaustives réalisées à partir des données d'enquêtes sur l'innovation, citons celle du Bureau central néerlandais des statistiques. Cette étude porte sur un échantillon apparié des entreprises interrogées lors de l'ECI 2 et lors de l'enquête annuelle sur la production. Elle est parue sous le titre : « The Importance of Innovation for Firm Performance » (Klomp et van Leeuwen, 1999 ; LNM-series 9902). A partir d'un échantillon de près de 8 000 entreprises, les auteurs ont pu établir une série de taux de croissance des ventes sur la période étudiée (1994-96). Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6. Taux de croissance des ventes aux Pays-Bas, 1994-96

En pourcentage

Catégorie	Taux de croissance des ventes – entreprises innovantes	Taux de croissance des ventes – entreprises non innovantes
Industries manufacturières	5,3	3,9
Services	8,0	6,7
Autres industries	10,0	11,0
Petites entreprises	8,6	9,8
Moyennes entreprises	7,7	5,8
Grandes entreprises	7,1	8,3
Ensemble des entreprises	7,3	7,2

On constate qu'il n'y a pas de différences au niveau de l'ensemble des entreprises. Toutefois, quelques écarts apparaissent lorsque l'on se situe à des niveaux d'agrégation plus poussés. Comme le soulignent les auteurs, ces différences sont encore plus évidentes lorsque l'échantillon est découpé en déciles en fonction du taux moyen de croissance des ventes. L'analyse économétrique des données, les a amenés à l'une de leurs conclusions finales selon laquelle l'output d'innovation a un effet très favorable sur la croissance des ventes.

Une étude comparative similaire a été réalisée par l'Australian Bureau of Statistics (ABS) d'après les résultats de son enquête sur l'innovation de 1994. Lors de cette étude, l'ABS a apparié les informations de son enquête sur l'innovation avec celles de son enquête annuelle sur la production comportant des données sur la productivité du travail (production brute par salarié) et sur la rentabilité (bénéfice d'exploitation). Il a été en mesure de le faire pour 2 000 des 5 000 entreprises manufacturières couvertes par l'enquête sur l'innovation. Comme le nombre de grandes entreprises dans les deux enquêtes était majoritaire, l'échantillon est davantage représentatif de celles-ci, bien que les résultats agrégés aient été corrigés en tenant compte de la stratification initiale afin de limiter le plus possible le biais statistique. Les résultats de cette étude se trouvent dans le tableau 7.

Comme l'indique le tableau, il existe des écarts entre la productivité du travail des entreprises technologiquement innovantes et celle des entreprises qui ne le sont pas et ce, quelle que soit leur taille. Néanmoins, si l'on se réfère aux résultats concernant la rentabilité, ceux-ci ne sont différents que pour les entreprises les plus petites. L'analyse économétrique a été réalisée en appliquant des modèles de régression linéaire aux données. Les résultats ont montré que l'innovation avait des effets significatifs sur la productivité du travail pour l'ensemble des entreprises mais également pour chaque catégorie de taille d'entreprises. Toutefois, la valeur de R^2 était faible à l'intérieur de chaque modèle, indiquant que ce dernier n'expliquait qu'une petite partie des variations. Concernant la

Tableau 7. **Productivité et rentabilité des entreprises en Australie, 1993-94**

Taille de l'entreprise	Productivité du travail	Productivité du travail	Rentabilité de l'entreprise	Rentabilité de l'entreprise
	– entreprises technologiquement non innovantes	– entreprises technologiquement innovantes	– entreprises technologiquement innovantes	– entreprises technologiquement non innovantes
0-19 salariés	34	42	10.4	5.9
20-199 salariés	45	48	7.4	7.6
200 salariés ou +	59	67	8.0	7.7
Toutes tailles confondues	35	44	10.0	6.4

rentabilité, on ne trouve des variations significatives que pour les plus petites entreprises mais, une fois encore, la valeur de R^2 est peu élevée. Les résultats des travaux ne se sont donc pas avérés concluants.

L'étude de Crepon *et al.* (1998) a révélé les effets très sensibles de l'innovation sur la productivité en utilisant les données françaises de l'ECI 1. Ils ont posé une équation du type Cobb-Douglas, en établissant un lien entre le niveau de production et divers facteurs : capital physique, travail, structure des qualifications et output d'innovation (qui correspond à la part des produits novateurs dans le total des ventes). Ils ont mis en évidence une élasticité statistique de la productivité par rapport à l'innovation de produit de 0.065. Ainsi, une entreprise dont les produits novateurs représentent 70 % des ventes a une productivité supérieure de 13 % à celle d'une entreprise dont les produits novateurs ne représentent que 10 % du total des ventes.

Une approche différente a été retenue par l'ABS pour l'analyse des effets de l'innovation sur la production et la rentabilité dans son enquête sur l'innovation de 1997. Il a été demandé aux entreprises de répondre subjectivement à la question de savoir si les activités innovantes avaient un effet positif ou négatif sur les activités de production et sur la rentabilité globale. Les résultats figurent dans le tableau 8.

Ce tableau montre clairement l'existence d'effets favorables sur la rentabilité globale au niveau de l'entreprise même s'il est difficile de les quantifier. Trente huit pour cent des entreprises indiquent que leurs activités d'innovation ont induit un effet positif sur la rentabilité tandis que 7 % annoncent une baisse. Ce constat est semble-t-il lié au grand nombre d'entreprises qui font état d'une hausse de leurs niveaux de production, laquelle s'est traduite par une augmentation de l'utilisation de main-d'œuvre et de capital ainsi que de la consommation d'énergie et de matières premières.

Tableau 8. **Impact de l'innovation sur les activités de production en Australie, 1996-97**

En pourcentage

Activités de production	Entreprises technologiquement innovante constatant une baisse	Entreprises technologiquement innovante constatant une hausse
Niveaux de production	2	61
Procédés moins polluants	1	27
Utilisation de la main-d'œuvre	17	29
Consommation de matières premières	10	37
Consommation d'énergie	8	30
Déchets	21	15
Utilisation du capital	2	33
Maintenance	4	17
Rentabilité globale	7	38

Mesure de l'impact de l'innovation sur l'emploi

La question que se posent le plus souvent les responsables politiques a trait à l'impact de l'innovation sur l'emploi, surtout dans les pays où le taux de chômage est élevé. Bien que la théorie économique n'établisse aucun lien (au niveau macroéconomique et sur le long terme), si le marché fonctionne efficacement, entre le niveau d'emploi et l'innovation, il est admis que celle-ci peu avoir des conséquences sur le niveau d'emploi à court et moyen terme ainsi que sur les entreprises et les secteurs d'activité. L'autre question qui se pose concerne l'impact de l'innovation sur la qualité des emplois (la demande de main-d'œuvre qualifiée).

Klomp et van Leewen (1999) ont également analysé la croissance de l'emploi pour les entreprises innovantes et non innovantes. Les résultats figurent dans le tableau 9.

D'après le tableau, la différence entre les entreprises innovantes et non innovantes du point de vue de la croissance de l'emploi est faible. Alors que des écarts sont perceptibles à des niveaux de ventilation plus poussés, que ce soit en termes de secteur ou de taille les différences sont globalement faibles. C'est pourquoi il n'est pas surprenant que l'analyse économétrique ait été incapable de différencier les entreprises innovantes et non innovantes en matière de croissance de l'emploi.

Les enquêtes australiennes sur l'innovation ne permettent guère d'éclairer la question de la création d'emploi. En revanche, il est possible de tirer quelques

Tableau 9. **Croissance de l'emploi aux Pays-Bas, 1994-96**

Catégorie	Croissance de l'emploi – entreprises innovantes	Croissance de l'emploi – entreprises non innovantes
Industries manufacturières	-0.2	-1.2
Services	4.1	3.1
Autres industries	2.6	4.2
Petites entreprises	4.1	5.0
Moyennes entreprises	3.8	1.9
Grandes entreprises	1.5	2.1
Ensemble des entreprises	2.3	2.5

conclusions d'une enquête longitudinale sur les entreprises (L'enquête sur la croissance et les résultats des entreprises) lancée au milieu des années 90 et dont l'objectif était de déterminer les facteurs ayant une incidence sur la croissance et les performances des entreprises. L'un des domaines étudiés par l'enquête était l'innovation et l'un des instruments choisis pour mesurer la croissance était le taux de croissance de l'emploi. Les résultats de l'enquête 1997-98 sont représentés dans le tableau 9 où l'on considère qu'une entreprise est en phase de croissance dès lors que son taux de croissance de l'emploi est supérieur à 10 % et que son niveau d'emploi diminue lorsque le nombre de ses salariés baisse de plus de 10 %. Les entreprises ayant un taux de variation de +/- 10 % sont considérées comme stable au niveau de l'emploi.

Comme le montre le tableau, la part des entreprises innovantes où l'emploi diminue est approximativement la même que celle des entreprises non innovantes. Toutefois, on constate qu'un plus grand nombre d'entreprises innovantes voient leur niveau d'emploi augmenter de plus de 10 %.

La même question a été posée lors des trois dernières années précédant l'enquête et à chaque fois les réponses ont été identiques (à savoir un faible écart entre les entreprises innovantes et non innovantes en matière de réduction de l'emploi, mais une plus grande proportion d'entreprises innovantes qui créent des emplois). On peut en conclure qu'à l'échelle de l'entreprise, l'innovation a

Tableau 10. **Part des entreprises augmentant leur niveau d'emploi en Australie**
En pourcentage

Type d'entreprises	Baisse de l'emploi	Emploi stable	Augmentation de l'emploi
Non innovantes	18	64	18
Innovantes	17	52	31

Source : ABS.

effectivement des incidences sur l'emploi et que celles-ci peuvent être positives ou négatives (rarement). Pour la moitié des entreprises étudiées, on n'a constaté aucune incidence sur l'emploi.

Toutes les études présentées *supra* reposent sur des tableaux qui permettent de visualiser de façon claire les données mais ne permettent pas de prendre en compte les facteurs autres que l'innovation pouvant affecter le niveau d'emploi. Grâce à une approche économétrique, Licht (CE, 1997, pp. 139-140) a constaté l'existence de liens entre l'innovation et la création d'emploi au niveau de l'entreprise, aux Pays-Bas et en Allemagne. Aux Pays-Bas, d'après les enquêtes sur l'innovation de 1988 et 1992, 700 entreprises qui ont créé des produits ou des procédés innovants ou encore mis en place de nouveaux équipements automatisés ont créé plus d'emplois que les autres (après avoir pris en compte la question de la taille). Pour l'Allemagne, Licht a constaté que d'après les enquêtes sur l'innovation et les ECI de 1992, 1993 et 1994, les innovations de produits et de procédés étaient synonymes de création d'emplois. Il est malgré tout étonnant que dans les entreprises innovantes il y ait autant d'emplois créés grâce aux produits non modifiés que grâce aux nouveaux produits ou à leurs améliorations. Il s'agit là probablement d'un « effet entreprise » qui sous-tend l'innovation ; ce n'est pas l'innovation en elle-même qui est source d'emplois mais plutôt l'entreprise innovante.

Quoi qu'il en soit, il faut aussi tenir compte du processus de « destruction créatrice » qui rend difficile la généralisation des résultats observés à l'échelle de l'entreprise (en effet, les gains d'une entreprise peuvent être en partie obtenus aux dépens d'autres entreprises concurrentes, de sorte que les gains nets pour l'ensemble de l'économie ne seraient pas si élevés).

A partir des données françaises de l'ECI I, Greenan et Guellec (2001) étudient le lien entre les différents niveaux d'emploi liés à l'innovation au niveau de l'entreprise ou du secteur d'activité. Ils utilisent un échantillon de près de 15 000 entreprises sur la période 1986-90. A moyen terme (cinq ans), les entreprises et secteurs d'activité innovants créent plus d'emplois que les entreprises et les secteurs non innovants. Au niveau de l'entreprise, l'innovation de procédés crée plus d'emplois que l'innovation de produits mais c'est l'inverse qui est vrai au niveau du secteur d'activité. Cette situation est peut être due aux effets de substitution. Une entreprise qui introduit un nouveau procédé peut réduire ses coûts et accroître son niveau d'emploi aux dépens de ses concurrents (qui perdent des parts de marché), alors qu'une entreprise qui lance un nouveau produit réalise généralement un gain plus faible mais celui-ci est lié à l'accroissement de la demande de ce secteur. Cette interaction entre les entreprises provient du fait que les résultats agrégés au niveau des secteurs d'activité peuvent être différents des résultats agrégés au niveau des entreprises.

Des études ont été menées, notamment aux États-Unis, sur les impacts de l'innovation sur la structure de qualification de la demande de main-d'œuvre à partir d'enquêtes sur les dépenses de R-D et les équipements de production. Toutefois, très peu d'études se sont appuyées sur des données issues d'enquêtes sur l'innovation, probablement en raison des difficultés d'accès aux micro-données. Après avoir étudié les entreprises françaises à l'aide de l'ECI 1 (et de données sur les qualifications tirées d'autres sources), Greenan et Duguet (1998) ont estimé que les entreprises innovantes étaient celles qui employaient la part de main-d'œuvre qualifiée la plus importante et que cette part y augmentait plus que dans les autres entreprises au cours de la période étudiée.

V. L'EFFICACITÉ DES POLITIQUES PUBLIQUES

L'évaluation de l'efficacité des politiques publiques est un sujet qui importe beaucoup aux responsables politiques, et les enquêtes sur l'innovation présentent incontestablement un avantage comparatif particulier à cet égard. Toutefois, on recense jusqu'à présent peu d'études consacrés à cette question.

L'enquête italienne ECI 1, qui couvre la période 1990-92, a demandé aux entreprises leur avis concernant les différentes politiques d'innovation. Comme l'ont rapporté Pianta et Sirilli (1998), une grande majorité des entreprises innovantes ont déclaré que les politiques d'innovation existantes n'avaient aucune incidence sur leur propre activité d'innovation. Soixante pour cent des entreprises n'attachaient aucune importance aux aides des pouvoirs publics tandis que 85 % n'utilisaient pas les fonds octroyés par l'UE, 74 % ne profitaient pas des incitations fiscales (crédit d'impôt), et plus de 90 % considéraient les services de R-D et les services technologiques ou les marchés publics comme sans incidences. Ces pourcentages sont respectivement de 30, 50, 60 et 70 % pour les entreprises de plus de 1 000 salariés. Ainsi, il semblerait que les politiques technologiques soient davantage orientées vers les grandes entreprises. C'est en ce qui concerne les incitations indirectes que les avis varient le moins selon la taille de l'entreprise. En outre, les entreprises des secteurs à forte ou moyenne-forte intensité technologique sont plus sensibles aux politiques publiques que celles des autres secteurs. Les entreprises dont les dépenses d'innovation par salarié sont très élevées s'avèrent être également plus sensibles que les autres (la dépense moyenne est de ITL 584 000 pour les entreprises considérant les politiques publiques comme sans incidences et de ITL 2 890 000 pour celles qui y sont réceptives).

En utilisant les données de tous les pays européens de l'ECI 1, Arundel (CE, 1997, p. 104) formule un modèle logit (méthode économétrique pour les variables qualitatives), dans lequel la valeur de la variable dépendante est de 3 ou plus pour au moins un des trois types d'établissements de recherche publique : uni-

versités, instituts techniques, laboratoires publics. L'intérêt porté à la recherche publique augmente avec la taille de l'entreprise, l'intensité de la R-D et la part des produits innovants dans le chiffre d'affaire. La recherche publique est plus importante pour les entreprises qui cherchent à élargir leur gamme de produits que pour celles dont l'objectif est de développer de nouveaux produits à l'intérieur de leur gamme existante. Les entreprises en quête de marchés hors d'Europe sont également plus enclines à admettre l'importance de la recherche publique.

Mohnen et Hoareau (2000) utilisent les données de l'ECI 1 sur les sources d'informations (universités, instituts de recherches publics) et la collaboration en matière d'innovation (une fois encore les universités et les instituts de recherches publics) afin de mesurer l'utilité directe de la recherche publique pour les entreprises. L'étude, réalisée en France, en Allemagne, en Irlande et en Espagne, a montré que les entreprises qui avaient le plus de liens avec la recherche publique étaient les grandes entreprises mais également celles qui recevaient des subventions des pouvoirs publics et possédaient des brevets. D'autres aspects tels que le classement par secteur d'activité sont propres à chaque pays.

Dans l'enquête canadienne sur l'innovation de 1993, les universités ont été citées comme source d'idées technologiques par 27 % des entreprises qui sont véritablement à la pointe de la technologie au niveau mondial, mais uniquement par 3 % du reste des entreprises innovantes. Les chiffres concernant les laboratoires publics sont respectivement de 11 et 3 % (Baldwyn, dans CE, 1997, p. 51). Les universités et les laboratoires publics sont donc utiles aux entreprises qui réalisent des innovations radicales.

Les études citées plus haut s'attachaient à certains des aspects de l'efficacité de l'action gouvernementale, mais il importe d'en élargir le champ de ces études afin d'être en mesure d'analyser différents types de politiques menées dans plusieurs pays. Pour cela, il faudrait toutefois posséder un ensemble plus large de données comparables à l'échelle internationale que ce dont on dispose aujourd'hui, et avoir accès aux microdonnées au plan international.

VI. QUESTIONS EN SUSPENS

Les statistiques issues de l'ECI et des enquêtes connexes ont donné lieu à toute une série d'analyses qui ont permis de répondre à un certain nombre de questions. Toutefois, pour que les enquêtes sur l'innovation soient réellement utiles, il faudra apporter des réponses à un certain nombre de questions en suspens, qui sont décrites ci-après.

Définir l'innovation et les entreprises innovantes

Il reste à préciser le concept d'« innovation technologique » (qui est au cœur des enquêtes sur l'innovation) car il a changé entre les enquêtes ECI 1 et ECI 2. Le questionnaire de l'ECI 3 tend à atténuer la distinction entre innovation technologique et innovation non technologique. Il existe deux raisons à cela : d'une part, les statisticiens estiment que l'innovation manque d'une véritable base conceptuelle et d'autre part, ils ont le sentiment qu'elle n'est pas réellement comprise de la même façon par les auteurs des réponses dans un même pays ou dans des pays différents.

La difficulté de définir l'innovation technologique tient à la fois à l'innovation et à la technologie. Il existe une hiérarchie des innovations (cela va du changement radical au simple changement marginal), et il serait utile d'établir une limite (probablement fondée sur l'idée de « nouveauté » qui est utilisée dans certaines enquêtes ECI 1) et un ordre de grandeur pour différencier petites et grandes innovations. Certaines d'entre elles, malgré des liens étroits avec le changement technologique, ne sont pas technologiques. Ainsi, il est nécessaire de séparer d'une part la technologie et, de l'autre, l'organisation, la conception, le marketing, etc. Il faudrait peut-être également examiner les rapports existant entre les comportements que l'on peut qualifier d'innovants et l'innovation technologique proprement dite. En effet, une étude menée sur des activités se situant à la limite de l'innovation technologique faciliterait grandement la compréhension des résultats concernant l'innovation technologique.

Il n'est pas évident que la même définition s'applique à tous les secteurs industriels ; c'est pourquoi certains pays n'incluent pas le secteur des services dans leurs enquêtes. Qui plus est, ce secteur est tellement vaste qu'il donnera vraisemblablement lieu à l'application de concepts et de points de vue différents. Par exemple, la définition pertinente de l'innovation technologique est-elle la même pour les secteurs des télécommunications, de l'acier, de la restauration ou de l'aérospatiale ? Étant donné la grande hétérogénéité, il n'est pas sûr que l'application de la même définition à tous les secteurs aboutisse à des résultats comparables. Ce constat est d'autant plus préoccupant que les (quelques) expériences menées jusqu'à présent ont révélé une grande sensibilité des personnes interrogées aux changements apparemment mineurs apportés à la définition.

Mesure de l'output des entreprises innovantes en matière de procédés

Comme nous l'avons vu dans l'analyse qui précède, diverses séries statistiques tentent de montrer l'importance relative, pour l'output de l'industrie, des produits technologiquement innovants et des entreprises qui lancent ces produits. Toutefois, rien n'a encore été fait pour mesurer l'output lié aux innovations de procédés. Ainsi aucune donnée n'a été recueillie, par exemple, sur la part

d'output touchée par les nouveaux procédés ou sur les effets des nouveaux procédés sur la productivité. Ceux-ci ne peuvent être mesurés qu'indirectement par l'intermédiaire d'estimations économétriques.

Mesure de l'impact de l'innovation sur les résultats et le niveau d'emploi des entreprises

Le présent article s'est efforcé de montrer qu'il existe chez les chercheurs à travers le monde une volonté d'étudier les questions relatives à l'impact de l'activité d'innovation sur les performances des entreprises et sur les secteurs. La difficulté consiste à se procurer les données nécessaires afin de réaliser des analyses de qualité. Il est donc très important que les microdonnées quantitatives sur la productivité, la rentabilité et la création d'emploi soient disponibles afin que le travail économétrique puisse être approfondi. Pour cela, il est nécessaire de faire se recouper plusieurs bases de données, ce qui ne n'est pas aisé en raison des obstacles techniques ou juridiques.

Comme pour beaucoup d'autres domaines, il faut respecter un équilibre entre la somme totale de données statistiques collectées ou compilées sur une question et la quantité de données qui peuvent être véritablement révélées par les autorités pour des raisons de confidentialité et de sécurité. Néanmoins, il s'agit d'un domaine où le libre accès aux données, ou tout du moins aux microdonnées agrégées, est essentiel si l'on veut réaliser des analyses économétriques détaillées. Le présent article n'aborde pas les éventuelles décisions à prendre pour favoriser l'accès aux données, mais il engage les statisticiens à explorer toutes les pistes possibles afin de tirer le meilleur parti de la collecte de données.

Améliorer les comparaisons internationales

Comme pour beaucoup d'indicateurs scientifiques et technologiques, les comparaisons internationales sont au centre des exigences des responsables politiques. Ainsi, il est essentiel que la compilation de données repose sur des méthodes comparables partout dans le monde. Cela suppose un accord sur les questions de définitions que nous avons vues plus haut. Il semble également nécessaire d'assurer une plus grande compatibilité des méthodes d'enquêtes au plan international (échantillonnage, traitement des non-réponses).

De plus, il faut qu'il existe une certaine cohérence entre les indicateurs. Comme nous l'avons vu, même pour les données de base aisément comparables, des méthodes particulières doivent être adoptées afin d'obtenir des indicateurs agrégés sans aucun biais statistique lié aux différences de structures industrielles de chaque pays (notamment la structure du nombre d'entreprises par catégorie de taille et la propension à innover des petites et grandes entreprises). Comme ces indicateurs ne se calculent qu'à partir de données de base, au niveau de

l'entreprise, il faudra mettre en place certains mécanismes pour favoriser la coordination internationale.

VII. CONCLUSION

Comme notre étude non exhaustive l'a montré, les enquêtes sur l'innovation ont considérablement fait progresser nos connaissances en la matière. Elles ont permis l'étude de phénomènes jusqu'à lors inexplorés et ont confirmé certaines hypothèses dont voici quelques exemples :

- Un grand nombre d'entreprises mène des activités d'innovation.
- La propension à innover est aussi importante dans les services que dans le secteur manufacturier.
- La taille de l'entreprise détermine le comportement vis-à-vis de l'innovation.
- Les taux d'innovation varient beaucoup selon les pays.
- L'innovation semble avoir des impacts sur les performances de l'entreprise en termes de rentabilité, de productivité et de création d'emploi.
- L'innovation redistribue les emplois dans les entreprises et les secteurs d'activité.
- Les politiques d'innovation portent davantage sur les grandes entreprises que sur les petites.
- Le savoir universitaire est important aux yeux des entreprises.
- La coopération entre entreprises est une importante source d'innovation.

La demande de données exhaustives comparables à l'échelle internationale est encore naissante. Les normes et les définitions doivent être revues, modifiées (si nécessaire) et être appliquées pour permettre aux offices statistiques de collecter l'information. Les experts doivent pouvoir accéder aux données plus aisément.

Récemment, certains pays ont introduit la notion d'« entreprises innovantes » dans leur politique : c'est le cas du Canada (pour les allègements fiscaux) et de la France (pour bénéficier d'un régime fiscal avantageux pour le financement). Cet intérêt accru des pouvoirs publics plaident en faveur d'une amélioration des enquêtes sur l'innovation et d'une augmentation du nombre d'études utilisant ces données.

RÉFÉRENCES

- ABS (1997),
« Innovation and Firm Productivity and Profitability », document présenté devant le Groupe de travail des experts nationaux sur les indicateurs de science et de technologie de l'OCDE (ENIST), OECD, Paris.
- ABS (1994, 1996-97),
Innovation in Australian Manufacturing, Australian Bureau of Statistics, ABS Cat n° 8116.0, Canberra.
- ABS (1994),
Innovation in Selected Australian Industries, ABS Cat n° 8118.0, Canberra.
- ABS (1997-98),
Small and Medium Enterprises, Australia, ABS Cat n° 8141.0, Canberra.
- Arundel, A. (1997),
« Enterprise Strategies and Barriers to Innovation », dans Commission européenne (1997), *Innovation Measurement and Policies*, pp. 101-108.
- Arundel, A., K. Smith, P. Patel and G. Sirilli (1998),
« The Future of Innovation Measurement in Europe: Concepts, Problems and Practical Directions », IDEA report 3/98.
- Baldwin, J. (1997),
« Characteristics of Innovation Regimes by Type of Innovation », dans Commission européenne (1997), *Innovation Measurement and Policies*, pp. 47-54.
- Crépon, B., E. Duguet and J. Mairesse (1998),
« Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level », INSEE WP 9833, Paris.
- Dagenais, M. and P. Mohnen (2000),
« Comparing Innovation Performance Across OECD Countries Using CIS Data », UQAM, Montréal, polycopié.
- CE (1997),
Innovation Measurement and Policies, compte-rendu de la Conférence de la Commission européenne, Luxembourg, 20-21 mai 1996.
- Greenan, N. and D. Guellec (2001),
« Technological Innovation and Employment Reallocation », *Labour*, vol. 14, n° 4, pp. 547-590.
- Kleinknecht, A. (1999),
« Innovation Surveys in Belgium », étude commandée par IWT, Delft University, polycopié.

- Klomp, L. and T. van Leeuwen (1999),
« The Importance of Innovation for Firm Performance », LNM-series 9902, CBS Netherlands.
- Mohnen, P. and C. Hoareau (2000),
« What Determines the Links of Enterprises with Universities and Government Labs? Evidence from CIS 2 », UQAM, Montréal, photocopié.
- Mairesse, J. and P. Mohnen (2001),
« To Be or Not to Be Innovative : An Exercise in Measurement », *Revue STI*, présent numéro, OCDE, Paris.
- OCDE (1992),
« Principes directeurs proposés par l'OCDE pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique : "Manuel d'Oslo" », 1^{ère} édition, OCDE, Paris.
- OCDE/Eurostat (1997),
Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique : « Manuel d'Oslo », 2^e édition, OCDE/Eurostat, Paris, Luxembourg.
- Pianta, M. and G. Sirilli (1998),
« The Use of Innovation Surveys for Policy Evaluation », IDEA Paper, Groupe STEP.

ÊTRE OU NE PAS ÊTRE INNOVANT : UN EXERCICE DE MESURE

Table des matières

I. Introduction	114
II. Indicateurs d'innovation provenant des données des enquêtes sur l'innovation....	115
III. Indicateurs d'innovation pour l'industrie manufacturière française d'après les données ECI2 : sensibilité à la micro-agrégation et comparaison intersectorielle	118
IV. Comparaison des indicateurs d'innovation fondés sur les données ECII de sept pays européens	128
V. Analyse des indicateurs d'innovation	131
Notes	134
<i>Annexe</i> : Définitions des secteurs.....	137
Références	138

Cet article a été rédigé par Jacques Mairesse (CREST-INSEE, NBER) et Pierre Mohnen (UQAM, Maastricht University, MERIT, CIRANO). Les auteurs remercient Dominique Guellec de ses encouragements et de ses observations ainsi que Bronwyn Hall pour ses nombreuses critiques. Ils remercient l'OCDE pour la traduction en français de la version anglaise du texte. Ils sont reconnaissants au SESSI et à Eurostat de leur avoir donné la permission d'utiliser les données ECI2 individuelles et micro-agrégées pour la France, et à Eurostat de les avoir autorisés à utiliser les données ECII micro-agrégées pour différents pays européens. Cette étude a bénéficié de l'appui financier de l'OCDE et du CNRS.

I. INTRODUCTION

Au vu du fait que les intrants du processus d'innovation étaient insuffisamment couverts par la notion de dépenses de R-D telles que définies dans le *Manuel de Frascati* (OCDE, 1963), que les extrants de ce processus devaient pouvoir être mesurés plus directement que par l'intermédiaire de brevets, et aussi que des informations sur l'organisation de la recherche et des activités d'innovation faisaient cruellement défaut dans les statistiques officielles, des experts en statistiques se sont réunis sous l'égide de l'OCDE afin de mettre au point des lignes directrices pour la conception des enquêtes sur l'innovation. Ces lignes directrices ont été énoncées dans le *Manuel d'Oslo* (OCDE, 1992 ; OCDE et Eurostat, 1997).

A ce jour, plusieurs pays ont lancé deux ou trois enquêtes sur l'innovation, conduites *grosso modo* de la même manière, selon les lignes directrices exposées dans le *Manuel d'Oslo*. En Europe, elles sont connues sous le nom d'ECI (Enquête communautaire sur l'innovation). Malgré les tentatives d'harmonisation d'Eurostat, les enquêtes de la première vague, l'ECI1, réalisée en 1993 et portant sur la période 1990-92, diffèrent sur le plan de la couverture, de l'échantillonnage, des questions posées, de l'unité déclarante et de l'organisation de l'enquête (cf. Archibuggi *et al.*, 1994, pour une étude détaillée). La deuxième vague, ECI2, effectuée en 1997 et couvrant les années 1994-96, permettait déjà une meilleure comparaison entre les différents pays, et la troisième vague, ECI3, qui se déroule actuellement, devrait montrer des améliorations considérables. Outre l'exploitation des résultats par les organismes de statistiques nationaux, Eurostat recueille et analyse méthodiquement les données nationales afin qu'elles puissent se prêter, dans toute la mesure du possible, à des comparaisons internationales. Eurostat met aussi les données à la disposition des chercheurs pour des études plus approfondies. Toutefois, afin de préserver rigoureusement la confidentialité des informations à l'échelle des entreprises, il les fournit sous forme micro-agrégée¹. Le processus de micro-agrégation qu'il a adopté pour les vagues ECI1 et ECI2 consiste à remplacer chaque observation d'une variable donnée par une moyenne de cette variable et des deux observations adjacentes dans un ordre ascendant des observations concernant cette variable².

Pour comparer la performance d'innovation entre secteurs d'activité ou entre pays, nous avons proposé ailleurs deux indicateurs connexes (Mohnen et Dagenais, 2001 ; Mohnen, Mairesse et Dagenais, 2001). Tous deux utilisent des informations

provenant des enquêtes sur l'innovation. Le premier est la part attendue de ventes de produits innovants dans le chiffre d'affaires total. Il fournit une estimation du pourcentage de ventes de produits innovants prévisible pour une entreprise, un secteur d'activité ou un pays après prise en compte de plusieurs variables explicatives susceptibles d'influer sur l'innovation. Le second, que nous appelons « innovativité », est donné par la différence entre la part observée et la part attendue des ventes de produits innovants. Dans un modèle qui vise à rendre compte de l'innovation, la capacité d'innovation peut être considérée comme l'équivalent de la productivité totale des facteurs dans la comptabilisation de la production (ou de sa croissance).

Cet article a deux parties. Dans la première, nous illustrons comment se construisent et s'interprètent les deux indicateurs d'innovation proposés tout en vérifiant leur sensibilité à l'utilisation des données micro-agrégées par rapport aux données individuelles. Pour ce faire, nous comparons les résultats des estimations obtenues sur deux échantillons aléatoires d'entreprises françaises, tous deux tirés de l'ECI2. L'un provient des données individuelles, l'autre des données micro-agrégées. Dans la deuxième partie, nous donnons un autre exemple de l'utilisation des deux indicateurs en comparant l'innovation dans sept pays européens à partir des données micro-agrégées de l'ECI1 pour ces pays.

L'article est structuré comme suit. Dans la section II, nous définissons les deux indicateurs d'innovation analytiques qui peuvent être construits à partir d'une analyse économétrique des données des enquêtes innovation disponibles. Dans la section III, nous examinons dans quelle mesure ces deux indicateurs sont sensibles à la micro-agrégation des données individuelles en comparant les résultats obtenus pour les industries manufacturières françaises à partir de données provenant de l'enquête ECI2 française. La section IV présente une comparaison internationale de l'innovation dans sept pays européens à partir des données ECI1. La section V conclut par une analyse des avantages et inconvénients des deux indicateurs analytiques par rapport à d'autres mesures d'innovation et propose de nouvelles voies de recherche pour affiner notre évaluation et notre compréhension de l'innovation.

II. INDICATEURS D'INNOVATION PROVENANT DES DONNÉES DES ENQUÊTES SUR L'INNOVATION

Les enquêtes sur l'innovation qui suivent les lignes directrices du *Manuel d'Oslo*, telles que les enquêtes ECI, fournissent en gros des informations sur les intrants et les extrants des activités innovantes d'une entreprise ainsi que sur les modalités régissant ces activités. Pour ce qui est des intrants, nous disposons de données quantitatives sur les dépenses de R-D et d'autres dépenses courantes et

d'investissement consacrées à l'innovation, et nous savons si les entreprises ont des activités de R-D, si elles collaborent dans leurs activités d'innovation ou si elles se procurent la technologie à l'extérieur. En ce qui concerne les extrants, les enquêtes nous révèlent si les entreprises ont introduit de nouveaux produits ou procédés ; nous disposons aussi d'estimations quantitatives sur la part des ventes ventilées en produits inchangés ou légèrement modifiés et en produits considérablement améliorés ou entièrement nouveaux, et de la part des ventes des produits nouveaux ou améliorés qui sont nouveaux non seulement pour l'entreprise mais aussi pour son marché. Pour ce qui est des modalités d'innovation, nous savons si la R-D se fait de façon continue ou pas et nous pouvons obtenir des informations qualitatives sur la perception des sources de savoir, des raisons pour innover, des obstacles à l'innovation et des points forts et faibles des divers mécanismes d'appropriabilité.

Dans ces travaux, comme dans d'autres travaux connexes, nous évaluons l'ampleur de l'innovation dans un secteur ou dans un pays donné en fonction de la part des ventes de produits innovants. On peut voir dans les ventes de produits innovants une mesure, pondérée par les ventes, du nombre d'innovations. Par rapport aux dépenses de R-D – voire à la notion plus vaste de dépenses d'innovation définie dans le *Manuel d'Oslo*, qui englobe les dépenses consacrées par exemple aux études pilotes et aux analyses de marché – les ventes de produits innovants présentent l'avantage de mesurer les extrants de l'innovation. D'autre part, elles couvrent un champ beaucoup plus vaste que les brevets et mesurent l'innovation de façon plus simple qu'à travers la décision des entreprises innovantes de protéger leurs droits de propriété intellectuelle³. Les ventes de produits innovants, telles que définies ici, se fondent sur les questionnaires des enquêtes EC11 et EC12 ; il s'agit des ventes imputables à des produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise (mais pas nécessairement pour le marché) au cours des trois dernières années (1990-92 pour les enquêtes EC11 et 1994-96 pour les enquêtes EC12)⁴.

Lorsque l'on évalue l'ampleur de l'innovation dans un pays ou dans un secteur en fonction de la part des ventes de produits innovants, une première étape importante dans une comparaison internationale ou intersectorielle, par delà les analyses plus spécifiques et plus approfondies, consiste à prendre en compte les différences relatives à la composition des secteurs, à la taille moyenne des entreprises, à l'intensité moyenne de leurs efforts en R-D et, éventuellement, aux paramètres de la conjoncture économique. Cela suppose de choisir explicitement un modèle économétrique ou, autrement dit, un « cadre de comptabilisation » (fondé sur l'économétrie) dont l'application, bien évidemment, dépendra en grande partie des informations disponibles.

Il nous paraît particulièrement important de ne pas fonder une comparaison internationale ou intersectorielle uniquement sur les ventes de produits inno-

vants des entreprises innovantes, mais aussi sur la propension des entreprises à innover ou pas. Si nous nous limitons aux sociétés innovantes, nous écartons d'office toute information concernant les entreprises non innovantes, et notre analyse est en fait conditionnée par cette restriction, c'est-à-dire que des biais potentiels de sélection empêchent l'extrapolation des conclusions à l'ensemble des entreprises. Si nous décidons de nous limiter aux informations qualitatives sur la nature innovante, ou pas, des entreprises (en répondant par oui ou par non à la question de savoir si elles ont introduit des produits ou procédés nouveaux ou améliorés au cours des trois dernières années), nous pouvons calculer un indice de capacité ou de propension à innover pour toutes les entreprises, mais alors nous n'exploitons pas les informations quantitatives dont nous disposons sur les entreprises innovantes, mais que nous n'avons pas pour celles qui n'innovent pas⁵. Nous supposons donc que la bonne façon de procéder consiste à combiner les deux types d'informations en appliquant un modèle économétrique ou un cadre comptable adéquat qui tâche de tenir compte du fait que les entreprises sont innovantes ou non, et pour celles qui le sont, de l'importance de leur innovativité⁶. Par conséquent, dans ce qui suit nous allons travailler avec un modèle tobit généralisé, qui semble être la spécification à deux équations la plus naturelle à considérer (voir Mohnen et Dagenais, 2001 ; Mohnen, Mairesse et Dagenais, 2001).

Nous proposons de privilégier deux types d'indicateurs d'innovation qui découlent de ce cadre comptable : « l'innovation attendue » et « l'innovativité ». L'indicateur d'innovation attendue (ou expliquée) est la part des ventes de produits innovants prévisible étant donné le modèle adopté pour tenir compte de la propension à innover et de l'intensité d'innovation, étant donné les valeurs que prennent les variables exogènes du modèle. Il fournit une mesure de la part des ventes de produits innovants que nous prévoyons des entreprises dans un secteur donné, d'une certaine taille et intensité de R-D, dans un contexte économique précis, etc. L'innovativité est la partie inattendue (ou inexpliquée, ou résiduelle) de la part observée réelle des ventes de produits innovants, qui n'est pas prise en compte par le modèle tel qu'il se présente.

L'intérêt de l'indicateur d'innovation attendue (et du cadre comptable sous-jacent) réside dans le fait qu'il ne se limite pas à enregistrer la part observée des ventes de produits innovants, mais tente d'évaluer explicitement les écarts imputables aux différences relatives au secteur d'activité, à la taille de l'entreprise, à l'activité de R-D, à l'environnement économique, etc. Il devrait permettre une comparaison mieux étayée des performances d'innovation entre les différents pays, secteurs, ou groupes d'entreprises, et sur différentes périodes⁷.

L'innovativité est à l'innovation ce que la productivité multifactorielle ou la productivité totale des facteurs (PTF) est à la production. La mesure d'innovativité repose sur un modèle de la « fonction d'innovation » et sur un ensemble de

facteurs d'innovation, tout comme la PTF dépend d'une spécification explicite ou implicite de la fonction de production et de facteurs mesurés de production⁸. L'innovativité est le « résidu » de la fonction d'innovation, tout comme la PTF est le résidu de la fonction de production. Toutes deux correspondent ainsi à des facteurs de performance omis, d'ordre technique, organisationnel, culturel ou environnemental par exemple, même si la PTF est couramment considérée comme un indicateur technologique. Cela dit, toutes deux correspondent aussi à d'autres sources de spécifications erronées et d'erreurs dans le modèle sous-jacent de la fonction innovation ou production et pourraient être considérées à juste titre comme des « mesures de notre ignorance ». L'innovativité et la PTF peuvent, en principe, être évaluées en termes de croissance ou de niveau et aux fins de comparaisons intertemporelles (entre différentes périodes) comme de comparaisons interspatiales (entre pays, secteurs d'activité ou entreprises). Nous estimerons et comparerons dans cet article les niveaux d'innovativité entre pays et entre secteurs, alors que la PTF est généralement considérée comme une mesure de croissance et utilisée comme telle⁹. Dans le contexte des comparaisons de l'innovation, la capacité d'innovation pourrait idéalement acquérir une utilité semblable, sinon égale, à celle que la PTF a acquise au fil des ans dans celui des comparaisons de productivité. Il n'en demeure pas moins, dans le cas de l'innovativité comme dans celui de la PTF, que nous n'avons pas affaire à de simples indicateurs, mais à des systèmes complexes, et que leur signification et leur utilité reposent au bout du compte sur l'examen de l'intégralité du cadre comptable sous-jacent dont elles sont issues.

III. INDICATEURS D'INNOVATION POUR L'INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE FRANÇAISE D'APRÈS LES DONNÉES ECI2 : SENSIBILITÉ A LA MICRO-AGRÉGATION ET COMPARAISON INTERSECTORIELLE

Pour illustrer l'élaboration des indicateurs proposés d'innovation attendue et d'innovativité et, dans un même temps, examiner leur sensibilité à la micro-agrégation utilisée par Eurostat pour préserver la nature confidentielle des statistiques, nous estimons notre modèle en faisant appel aux données brutes et micro-agrégées de l'enquête ECI2 française. Les données brutes ont été recueillies par le SESSI (Service des statistiques industrielles) du ministère français de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. Les données micro-agrégées sont celles fournies par Eurostat. Les branches d'activité auxquelles les entreprises appartiennent sont définies d'après la classification NACE (Rév. 1). Afin de disposer d'un nombre suffisant d'observations par unité transversale, les branches d'activité ont été regroupées en dix secteurs, selon la présentation des statistiques descriptives de l'enquête ECII d'Eurostat (se reporter à l'annexe pour les codes NACE correspondant à ces secteurs)¹⁰.

Afin de pouvoir comparer les données du SESSI à celles d'Eurostat, les données du SESSI sont converties en euros et codifiées de la même manière que les données Eurostat, à savoir sous forme de données manquantes pour toutes les variables correspondant aux questions auxquelles seules les entreprises innovantes devaient répondre. Les observations aberrantes ont été supprimées des deux ensembles de données. Les entreprises comptant plus de 100 000 ou moins de 20 salariés ont été éliminées, de même que celles dont le rapport R-D/ventes dépassait 50 %.

Nous prenons dans chaque ensemble de données un échantillon aléatoire de 1 000 entreprises dans les secteurs à forte teneur en R-D (chimie, machines et équipements, équipements électriques et matériel de transport), et un échantillon aléatoire de 1 000 entreprises dans les secteurs à faible teneur en R-D (textiles, bois, caoutchouc et plastiques, produits minéraux non métalliques, métallurgie et travail des métaux, meubles et industries non classées ailleurs). Pour tenir compte de façon assez rudimentaire de l'hétérogénéité entre industries, nous estimons notre modèle séparément avec les données des secteurs à forte et à faible teneur en R-D, étant donné les différences constatées dans des études économétriques antérieures sur le plan du montant et des rendements de la R-D entre ces deux groupes de secteurs (Griliches et Mairesse, 1984). Par ailleurs, pour contrôler encore davantage l'hétérogénéité sectorielle, nous introduisons des indicatrices sectorielles dans chacune des deux équations du modèle tobit généralisé (quatre dans l'échantillon des secteurs à forte teneur de R-D et six dans celui des secteurs à faible teneur de R-D).

La première équation de notre modèle tobit généralisé explique la capacité ou la propension à innover. Sont considérées innovantes les entreprises qui déclarent avoir introduit un produit ou un procédé nouveau ou amélioré sur le plan technologique, ou avoir eu des projets avortés ou inachevés en ce sens entre 1994 et 1996. La deuxième équation explique (pour une entreprise qui innove) son intensité d'innovation. Celle-ci est représentée par la part des ventes de produits innovants, définis comme les produits nouveaux ou améliorés du point de vue technique, introduits entre 1994 et 1996¹¹. Les variables explicatives de la première équation destinées à expliquer la capacité à innover sont, outre les indicatrices sectorielles, le fait d'appartenir à un groupe industriel et la taille de l'entreprise, mesurée par le nombre de salariés (en logarithme). Pour ce qui est de l'intensité d'innovation, nous avons, en plus des variables explicatives précédentes, un indicateur de la vigueur de la concurrence, un indicateur de proximité de la recherche fondamentale, la présence de toute forme de coopération en matière d'innovation, l'absence de toute activité de R-D, l'existence d'une activité de R-D permanente et l'intensité de la R-D. La concurrence est jugée forte quand l'ouverture de nouveaux marchés ou l'augmentation de la part de marché obtient la note la plus élevée, c'est-à-dire trois. La proximité de la recherche fondamen-

tale reçoit la valeur « un » quand les sources d'information des universités et de l'enseignement supérieur ou des laboratoires publics reçoivent une note de deux ou trois. Les entreprises qui ont des activités provisoires ou permanentes de R-D sont classées parmi celles qui ont en permanence des activités de R-D.

Pour tester la sensibilité à la micro-agrégation des estimations servant de support aux indicateurs d'innovation, l'idéal aurait été de comparer les résultats obtenus auprès des mêmes entreprises, une fois avec les données brutes, une fois avec les données micro-agrégées. A défaut de pouvoir faire cela, nous avons tiré deux types d'échantillons aléatoires (l'un de données individuelles, l'autre de données micro-agrégées) pour chacun des deux échantillons, les secteurs à forte teneur en R-D et ceux à faible teneur en R-D, et nous avons comparé les résultats obtenus à partir des deux types d'échantillons. D'une certaine façon, ce test est plus exigeant (et plus réaliste) puisque les entreprises individuelles et les entreprises micro-agrégées des échantillons respectifs ne sont pas nécessairement les mêmes, mais sont tirées au hasard de la même population d'entreprises, les secteurs à forte teneur en R-D et ceux à faible teneur en R-D respectivement.

Avant de comparer les estimations de notre modèle, il est instructif de comparer les statistiques descriptives à partir des échantillons d'entreprises individuelles et d'entreprises micro-agrégées. Pour cela il faut se rapporter aux tableaux 1 et 2. Comme l'illustre clairement le tableau 1, les moyennes d'échantillonnage des différentes variables de notre modèle sont très proches dans les deux types d'échantillons. D'abord, la distribution d'échantillonnage par rapport à la composition sectorielle est très similaire. La part des entreprises dans les deux échantillons ne diffère de plus de deux points de pourcentage que dans l'industrie textile. Pour toutes les autres variables, autres que les indicatrices sectorielles, nous donnons les moyennes d'échantillonnage et les écarts-type d'échantillonnage. Nous rapportons aussi l'écart-type pour le test de comparaison des moyennes d'échantillonnage pour les deux échantillons¹². La différence entre les moyennes d'échantillonnage d'une variable dans les deux types d'échantillons est significative (à un niveau de confiance de 5 %) si elle dépasse approximativement deux fois l'écart-type pour le test. Ces cas sont signalés par un astérisque. Dans l'échantillon à forte teneur en R-D, nous ne trouvons des différences significatives entre les deux types d'échantillons que pour le pourcentage d'entreprises innovantes qui ont des activités de R-D et, parmi ces dernières, pour la part de celles qui ont en permanence des activités de R-D. Dans l'échantillon à faible teneur en R-D, la moyenne d'échantillonnage diffère pour la part des ventes des produits innovants, le pourcentage d'entreprises ayant des activités de R-D, le pourcentage d'entreprises ayant en permanence des activités de R-D, le rapport R-D/ventes et le pourcentage d'entreprises proches de la recherche fondamentale. Mais même dans ces cas-là, les différences ne sont pas considérables. Les différences entre les écarts-type d'échantillonnage pour les échantillons de

Tableau 1. Statistiques descriptives : données EC12 pour la France
Données individuelles du SESSI et données micro-agrégées d'Eurostat Secteurs
« à forte teneur en R-D » et secteurs « à faible teneur en R-D »

Variable	Type de données	Secteurs à forte teneur en R-D		Secteurs à faible teneur en R-D	
		Données individuelles	Données micro-agrégées	Données individuelles	Données micro-agrégées
Nombre d'entreprises		1 000	1 000	1 000	1 000
% dans l'industrie automobile		15.6	14.3	–	–
% dans l'industrie chimique		22.7	24.2	–	–
% dans le secteur machines et équip.		29.4	29.4	–	–
% dans le secteur de l'équip. électrique		32.3	32.1	–	–
% dans l'industrie textile		–	–	22.6	19.8
% dans l'industrie du bois		–	–	20.4	20.7
% dans le plastique		–	–	9.3	10.7
% dans les produits non métalliques		–	–	8.6	8.8
% dans la métallurgie		–	–	31.1	31.3
% d'entreprises non classées ailleurs		–	–	8.0	8.7
Nombre moyen de salariés (en logarithmes)		5.21 (0.05) [1.46]	5.18 (0.05) [1.46]	4.51 (0.04) [1.20]	4.56 (0.04) [1.21]
% d'entreprises appartenant à un groupe		69.4 (1.47) [46.1]	67.8 (1.47) [46.8]	45.8 (1.58) [49.9]	49.2 (1.58) [50.0]
Pourcentage d'entreprises innovantes		75.0 (1.36) [43.3]	76.1 (1.36) [42.7]	48.2 (1.56) [50.0]	45.9 (1.56) [49.9]
Part des ventes de produits innovants, pour les entreprises innovantes (y2)		28.4 (0.86) [27.2]	27.8 (0.86) [27.4]	23.3* (0.84) [28.5]	21.2* (0.84) [24.8]
Log de $y2/(1 - y2)$, réduit		-1.38 (0.06) [2.0]	-1.40 (0.06) [2.1]	-1.83* (0.07) [2.5]	-1.97* (0.07) [2.1]
% d'entreprises de R-D parmi les entreprises innovantes		83.9* (1.26) [36.8]	76.0* (1.26) [42.8]	56.9* (1.58) [49.6]	49.9* (1.58) [50.1]
Pourcentage moyen R-D/ventes en cas d'activités de R-D		4.6 (0.19) [6.0]	4.8 (0.19) [5.7]	1.8* (0.08) [2.4]	2.4* (0.08) [2.5]
Pourcentage de R-D permanente en cas d'activités de R-D		80.0* (1.21) [40.1]	84.1* (1.21) [36.6]	67.9* (1.43) [46.8]	74.2* (1.43) [43.8]
Pourcentage d'entreprises participant à des activités de R-D parmi les entreprises innovantes		52.7 (1.58) [50.0]	52.7 (1.58) [50.0]	33.4 (1.50) [47.2]	34.4 (1.50) [47.6]
Pourcentage de concurrence fortement perçue parmi les entreprises innovantes		68.0 (1.49) [46.7]	66.0 (1.49) [47.4]	54.8 (1.57) [49.8]	57.1 (1.57) [49.6]
Pourcentage de grande proximité de la recherche fondamentale parmi les entreprises innovantes		25.7 (1.39) [43.8]	26.3 (1.39) [44.1]	15.6* (1.11) [36.3]	13.1* (1.11) [33.8]

Note : Les premiers chiffres de chaque cellule représentent les moyennes d'échantillonnage, ceux qui figurent entre crochets les écarts-type d'échantillonnage. Les chiffres entre parenthèses sont les écarts-type des tests d'égalité des moyennes d'échantillonnage des échantillons de données individuelles et micro-agrégées (calculés comme la moyenne des deux écarts-type correspondant divisée par la racine carrée de 1 000). L'astérisque indique que ces moyennes d'échantillonnage sont substantiellement différentes au niveau de confiance de 5 %.

Tableau 2. **Estimations de maximum de vraisemblance du modèle tobit généralisé d'innovation : les données ECII pour la France**

Données micro-agrégées d'Eurostat et données individuelles du SESSI

Variables	Secteurs à forte teneur en R-D			
	Données micro-agrégées		Données individuelles	
	Propention à innover	Intensité d'innovation	Propention à innover	Intensité d'innovation
Automobiles	0.51* (.13)	-3.33* (.33)	0.44* (.12)	-3.45* (.30)
Chimie	0.63* (.12)	-3.71* (.32)	0.40* (.12)	-3.66* (.30)
Machines et équipements	0.82* (.12)	-2.82* (.29)	0.66* (.11)	-2.75* (.28)
Équipement électrique	0.71* (.10)	-3.03* (.30)	0.60* (.10)	-2.97* (.28)
Nombre de salariés (logarithme)	0.29* (.04)	0.45* (.07)	0.24* (.04)	0.50* (.07)
Appartenance à un groupe	0.15 (.11)	0.27 (.23)	0.30* (.11)	0.31 (.23)
R-D/ventes	-x-	3.17* (1.42)	-x-	3.17* (1.30)
Entr. innovantes sans activités de R-D	-x-	-0.19 (.23)	-x	-0.31 (.21)
Activités R-D permanentes	-x-	0.52* (.21)	-x-	0.39* (.18)
Coopération dans l'innovation	-x	0.11 (.14)	-x-	0.22 (.14)
Concurrence perçue	-x-	0.22 (.14)	-x-	0.10 (.14)
Proximité recherche fondamentale	-x-	-0.02 (.16)	-x-	-0.13 (.16)
Écart-type du terme d'erreur	1 (supposé)	2.47* (.07)	1 (supposé)	2.45* (.07)
Coeff. de corrélation des deux termes d'erreur	0.95 (imposé)		0.95 (imposé)	
	Secteurs à faible teneur en R-D			
Variables	Données micro-agrégées		Données individuelles	
	Propention à innover	Intensité d'innovation	Propention à innover	Intensité d'innovation
Textile	-0.44* (.10)	-5.08* (.42)	-0.33* (.09)	-5.28* (.42)
Bois	-0.50* (.10)	-5.56* (.44)	-0.23* (.11)	-5.03* (.44)
Plastiques et caoutchouc	0.18 (.14)	-3.77* (.49)	0.29* (.14)	-4.09* (.51)
Produits non métalliques	-0.24 (.14)	-4.61* (.54)	0.03 (.14)	-4.89* (.54)
Métaux de base	-0.18 (.09)	-4.90* (.40)	-0.12 (.08)	-5.10* (.38)
Non classés ailleurs	0.01 (.14)	-3.19* (.51)	0.04 (.14)	-4.11* (.53)
Nombre de salariés (logarithme)	0.23* (.04)	0.38* (.12)	0.23* (.04)	0.48* (.14)
Appartenance à un groupe	0.28* (.10)	0.40 (.29)	0.18 (.10)	0.74* (.34)
R-D/ventes	-x-	-2.64 (5.14)	-x-	8.35 (5.50)
Entr. innovantes sans activités de R-D	-x-	-0.66* (.31)	-x-	-0.66* (.27)
Activités R-D permanentes	-x-	0.31 (.30)	-x-	-0.36 (.29)
Coopération dans l'innovation	-x-	0.18 (.20)	-x-	-0.05 (.20)
Concurrence perçue	-x-	0.37* (.17)	-x-	0.55* (.19)
Proximité recherche fondamentale	-x-	0.16 (.28)	-x-	0.30 (.29)
Écart-type du terme d'erreur	1 (supposé)	3.03* (.11)	1 (supposé)	3.43* (.12)
Coeff. de corrélation des deux termes d'erreurs	0.95 (imposé)		0.95 (imposé)	

Note : Écarts-type des estimations entre parenthèses. L'astérisque indique un coefficient statistiquement différent de zéro à un niveau de confiance de 5 %.

données individuelles et de données micro-agrégées sont très faibles. En fait, les différences entre moyennes d'échantillonnage sont beaucoup plus grandes et statistiquement significatives entre les secteurs à haute et ceux à faible intensité de R-D, ce qui justifie notre choix d'estimer les deux types de secteurs séparément. Les entreprises dans les secteurs à forte teneur en R-D sont plus grandes, plus innovantes (en termes de fréquence et d'ampleur) et ont une plus haute intensité de R-D. Elles collaborent aussi davantage dans le domaine de l'innovation, sont confrontées à une concurrence plus vive, sont plus proches de la recherche fondamentale et appartiennent plus souvent à un groupe industriel.

Les figures 1 et 2 illustrent la répartition par décile de la part des ventes des produits innovants dans les quatre échantillons. On constate de nouveau que, dans l'ensemble, les répartitions sont très semblables pour les échantillons de données micro-agrégées et de données individuelles, et très différentes pour les

Figure 1. **Histogramme de la part des ventes de produits innovants, pour le sous-échantillon d'entreprises innovantes, pour les secteurs à teneur élevée en R-D**

Données individuelles du SESSI et données micro-agrégées d'Eurostat

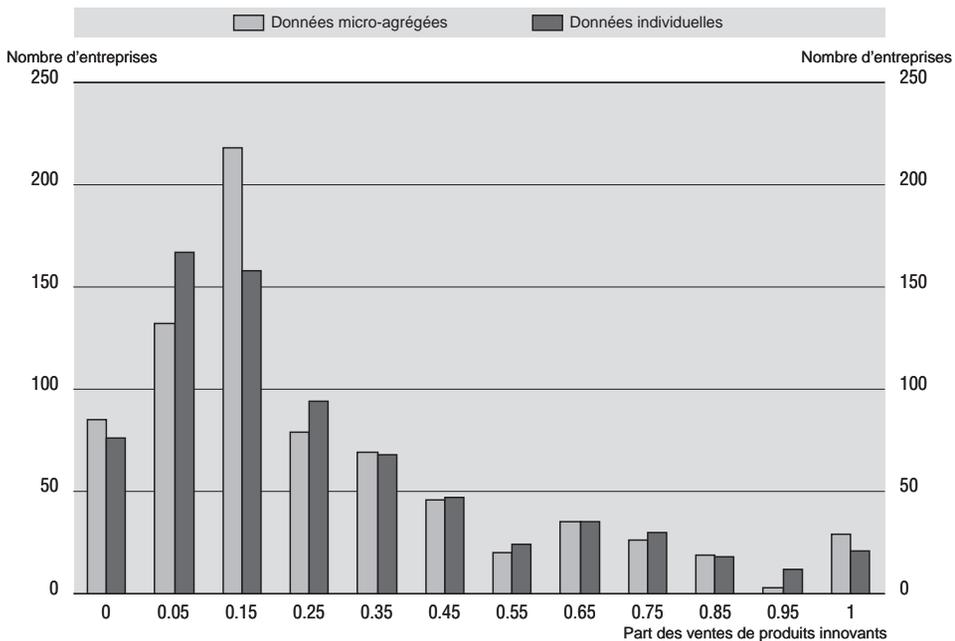
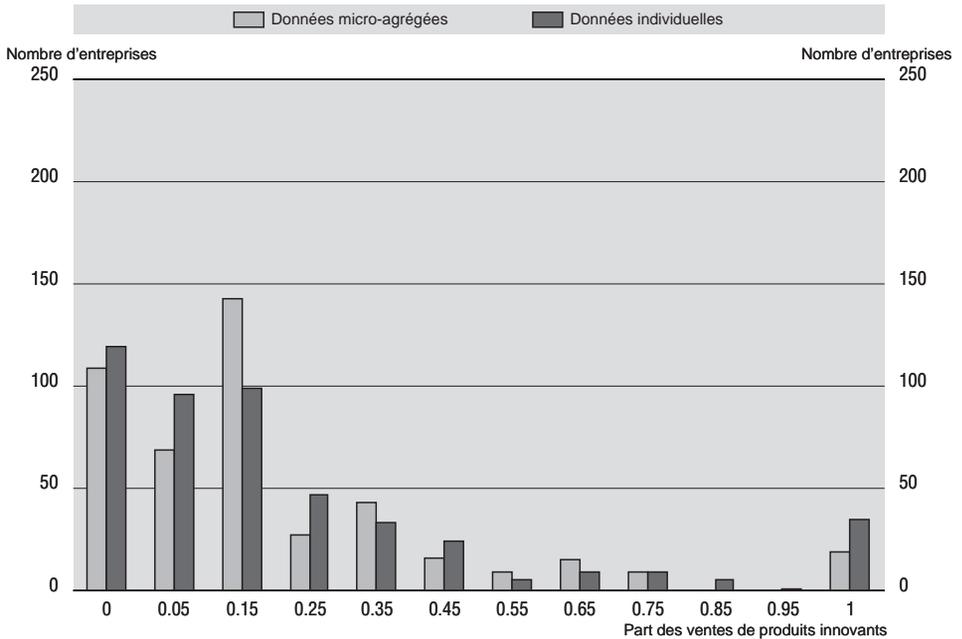


Figure 2. **Histogramme de la part des ventes de produits innovants, pour le sous-échantillon d'entreprises innovantes, pour les secteurs à faible teneur en R-D**

Données individuelles du SESSI et données micro-agrégées d'Eurostat



échantillons de secteurs à forte et à faible intensité de R-D (bien que dans les deux cas la majorité des entreprises ont une faible part de chiffre d'affaires en produits innovants).

Le tableau 2 présente les résultats de l'estimation du modèle tobit généralisé à partir duquel ont été construits les indicateurs de l'innovation. L'estimation du coefficient de corrélation ρ entre les termes d'erreur dans les deux équations du modèle s'est révélée difficile. Une recherche par balayage a montré que la plus haute probabilité apparaissait à des valeurs de ρ proches de un ; nous avons donc décidé d'adopter une valeur de 0,95¹³.

Nous constatons d'abord que les estimations sont assez semblables, que nous prenions les données individuelles ou micro-agrégées. Si nous écartons les indicatrices sectorielles, nous n'observons qu'une occurrence d'un coefficient significatif dans un échantillon, et aucune dans les autres, pour les secteurs à forte

teneur en R-D, et quatre occurrences pour les secteurs à faible teneur en R-D. En fait, les intervalles de confiance des estimations se chevauchent toujours, sauf en ce qui concerne la variable indicatrice de l'industrie du bois. Les deux ensembles de données ne semblent pas aboutir à des estimations systématiquement différentes, même dans ce modèle de régression non linéaire du tobit généralisé. Ces résultats confirment et corroborent la conclusion que Hu et DeBresson (1998) ont tirée des données de l'enquête ECII, à savoir que l'utilisation des données micro-agrégées produit des résultats fiables. Il convient toutefois de noter que notre modèle ne fonctionne pas très bien. De nombreux coefficients ne sont pas significatifs, à l'exception des variables indicatrices nationales. L'absence d'écarts significatifs peut donc être due à la précision insuffisante des estimations.

Le tableau 2 montre aussi que le modèle est légèrement mieux estimé dans les secteurs à forte teneur en R-D que dans ceux à faible teneur en R-D. La taille de l'entreprise, l'intensité de la R-D et la permanence des activités de R-D sont des facteurs explicatifs importants de l'innovation dans les secteurs à forte teneur en R-D. La même observation s'applique à la taille de l'entreprise, à l'appartenance à un groupe, à l'existence d'activités de R-D, ou à la vigueur de la concurrence dans les secteurs à faible teneur en R-D, mais assez bizarrement l'intensité de la R-D ne semble pas y être significative.

Dans le tableau 3, nous présentons les résultats de l'application du cadre comptable de l'innovation à la comparaison de l'innovation entre secteurs dans les échantillons à forte et à faible teneur en R-D, et ce à partir des estimations obtenues respectivement avec les données individuelles (dans les panneaux du dessus) et les données micro-agrégées (dans les panneaux du dessous). Nous décomposons l'intensité d'innovation observée en termes d'intensité d'innovation attendue (ou expliquée par le modèle) et d'innovativité (inexpliquée par le modèle). Nous décomposons aussi l'intensité attendue en une intensité moyenne pour l'échantillon et trois catégories d'effets structurels correspondant aux variables explicatives introduites dans notre modèle : taille et appartenance à un groupe, effets R-D et effets environnementaux (perception de la concurrence et proximité de la recherche fondamentale).

Dans chaque secteur d'un échantillon donné, nous partons (colonne 1) de l'intensité d'innovation observée en moyenne pour l'échantillon, c'est-à-dire une moyenne pondérée des différentes moyennes sectorielles. Il est à noter que cette moyenne est établie sur l'ensemble des entreprises, qu'elles soient innovantes ou pas, en prenant pour acquis que l'intensité d'innovation observée est nulle pour les entreprises non innovantes. Nous calculons ensuite l'intensité d'innovation attendue pour chaque secteur par une approximation linéaire de l'intensité d'innovation attendue autour des moyennes observées, sur toutes les entreprises de l'échantillon, des différentes variables du modèle. Les différents termes de la décomposition sont donc des mesures approximatives des contributions respectives

Tableau 3. Intensités d'innovation moyennes observées et attendues, et innovativité
Données ECI2 individuelles et micro-agrégées de dix secteurs de l'industrie manufacturière française

	Intensité moyenne : échantil. complet	Effet relatifs à la taille et à l'appartenance à un groupe	Effets R-D	Effets relatifs à l'environnement	Somme des effets structurels	Intensité attendue	Innova-tivité	Intensité observée
Secteurs à forte teneur en R-D – Données individuelles								
Automobiles	21.3	3.6	0.1	0.0	3.7	25.0	-1.0	24.0
Chimie	21.3	1.3	0.4	0.0	1.7	23.0	-6.7	16.3
Mach. + équip.	21.3	-2.5	-0.6	0.0	-3.0	18.3	2.2	20.5
Équip. élect.	21.3	-0.6	0.2	0.0	-0.4	20.9	3.3	24.2
Moyenne	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.0	21.3
Secteurs à faible teneur en R-D – Données individuelles								
Textiles	11.2	-0.5	0.1	-0.3	-0.7	10.5	-1.5	9.1
Bois	11.2	0.1	-0.3	-0.2	-0.4	10.9	-0.4	10.5
Plastique, caoutchouc	11.2	2.0	-0.2	0.8	2.7	13.9	1.7	15.6
Non métallique	11.2	1.8	-0.1	0.8	2.5	13.7	-3.0	10.7
Métaux base	11.2	-0.4	0.2	0.0	-0.2	11.1	-0.5	10.6
NCA	11.2	-0.3	-0.1	0.0	-0.4	10.8	6.5	17.4
Moyenne	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	11.2
Secteurs à forte teneur en R-D – Données micro-agrégées								
Automobiles	21.1	2.0	-0.3	0.0	1.7	22.8	1.2	24.0
Chimie	21.1	1.3	0.4	0.0	1.7	22.9	-6.9	16.0
Mach. + équip.	21.1	-1.8	-0.8	0.0	-2.6	18.5	2.4	20.9
Équip. élect.	21.1	-0.4	0.5	0.0	0.1	21.3	2.7	24.0
Moyenne	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	0.0	21.1
Secteurs à faible teneur en R-D – Données micro-agrégées								
Textiles	9.7	-0.4	0.0	-0.1	-0.5	9.2	-1.7	7.5
Bois	9.7	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	9.5	-2.7	6.8
Plastique, caoutchouc	9.7	1.5	0.0	0.5	2.0	11.7	2.7	14.4
Non métallique	9.7	0.6	0.3	0.2	1.2	10.9	-1.4	9.5
Métaux base	9.7	-0.3	0.1	0.0	-0.2	9.5	-0.7	8.8
NCA	9.7	0.7	-0.5	0.1	0.3	10.0	9.7	19.7
Moyenne	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	9.7

des variables à l'intensité d'innovation attendue dans chaque industrie. Le choix d'une approximation linéaire garantit que les mesures de la décompositions ont indépendantes de l'ordre séquentiel des variables dans la décomposition. La ligne « moyenne » de chaque panneau du tableau 3 montre clairement que notre décomposition doit être comprise en termes d'effets industriels relatifs à l'effet

total de l'échantillon (déviation par rapport à l'effet total de l'échantillon). Elle montre aussi que l'innovativité, calculée comme la différence entre l'intensité d'innovation observée et l'intensité moyenne attendue pour chaque industrie, doit être interprétée en termes d'innovativité sectorielle relative à l'innovativité totale de l'échantillon¹⁴. Quand on applique un coefficient de pondération tenant compte du nombre différent d'observations par secteur dans l'échantillon complet, les trois catégories d'effets structurels et l'innovativité s'annulent en moyenne (voir la ligne « moyenne » de chaque panneau du tableau 3).

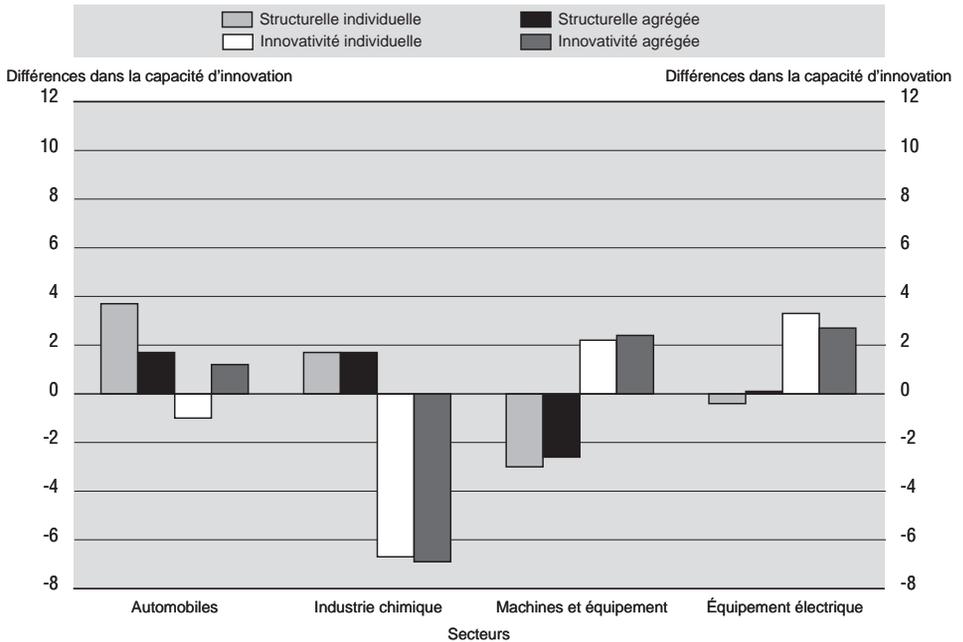
Si nous prenons, par exemple, l'industrie automobile avec les données individuelles (donc première colonne, première ligne), nous constatons que l'intensité d'innovation observée moyenne y est de 24 %, soit 2.7 % de plus que les 21.3 % d'intensité moyenne observée pour toutes les entreprises opérant dans les secteurs à forte teneur en R-D. La différence de 2.7 % est due à la somme des effets structurels et à l'innovativité relative (-1 %). L'effet structurel dans son ensemble est dû pour l'essentiel à l'effet conjoint de la taille et de l'appartenance à un groupe (3.6 %) et, dans une très faible mesure, à l'effet conjoint de toutes les variables R-D (0.1 %).

Si nous comparons la performance de l'innovation dans le secteur automobile et dans celui des machines et équipements, nous voyons que d'après nos estimations, le secteur automobile a un net avantage sur le plan de la taille et de l'appartenance à un groupe ainsi qu'en matière de R-D. Ces deux effets expliquent une différence en intensité d'innovation attendue de 6.7 % entre ces deux industries. En fait, l'écart entre les intensités d'innovation observées entre les deux industries est beaucoup plus faible (3.5 %), parce que l'innovativité est plus grande dans l'industrie des machines et équipements (2.2 % contre -1 %).

De manière générale, nous pouvons constater que la plupart des différences intersectorielles en matière d'intensité d'innovation attendue sont dues à l'effet de taille et d'appartenance à un groupe et que la somme des effets structurels et d'innovativité se situe presque toujours dans le même intervalle de 0 % à plus ou moins 3 % (à l'exception de l'industrie chimique et de celle des produits non classifiés ailleurs, où l'innovativité excède plus ou moins 6 %). En fait, les différences entre industries dans les intensités d'innovation observées sont assez limitées, de l'ordre de 0 % à plus ou moins 8 %, au sein des secteurs à forte ou à faible teneur en R-D, alors qu'elles sont bien plus marquées entre ces deux types de secteurs.

Les figures 3 et 4 permettent de comparer aisément secteur par secteur les écarts d'innovativité et de somme des effets structurels estimés pour les données individuelles et micro-agrégées respectivement. En gros, les figures confirment qu'il importe peu que l'on utilise des données individuelles ou des données micro-agrégées. Les deux sortes de données prédisent les mêmes types d'écarts.

Figure 3. **Effets structurels et innovativité dans les secteurs à teneur élevée en R-D**
Données individuelles du SESSI et données micro-agrégées d'Eurostat



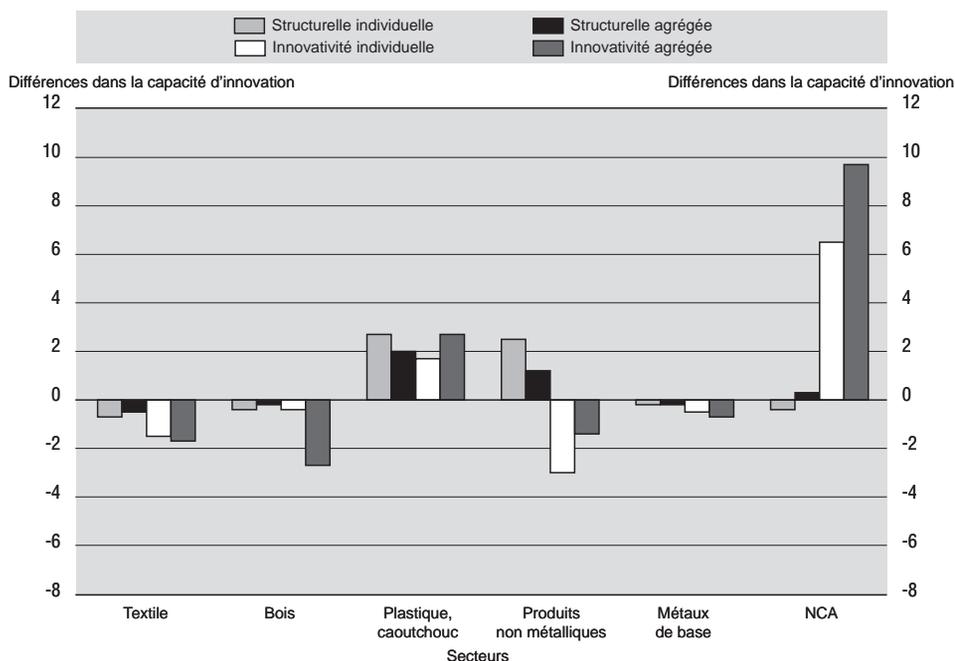
C'est seulement dans l'industrie automobile que nous voyons une différence importante dans l'innovativité, et même un changement de signe.

Dans l'ensemble, l'explication fournie par la décomposition de l'innovation ne diffère pas sensiblement selon que l'on utilise des données individuelles ou des données micro-agrégées.

IV. COMPARAISON DES INDICATEURS D'INNOVATION FONDÉS SUR LES DONNÉES ECII DE SEPT PAYS EUROPÉENS

Pour illustrer encore davantage la construction de nos indicateurs d'innovation attendue et d'innovativité ainsi que le cadre comptable de l'innovation, nous nous tournons à présent vers une comparaison internationale de l'innovation. Dans Mohnen, Mairesse et Dagenais (2001), nous avons estimé un modèle tobit généralisé à partir des données empilées ECII micro-agrégées des industries

Figure 4. **Effets structurels et innovativité dans les secteurs à faible teneur en R-D**
Données individuelles du SESSI et données micro-agrégées d'Eurostat



manufacturières de sept pays européens : la Belgique, le Danemark, la France, l'Allemagne, l'Irlande, les Pays-Bas, la Norvège et l'Italie. Par rapport à la section précédente, nous avons en plus une industrie en plus, celle des aliments, pour laquelle nous n'avons pas de données pour la ECI2 française (voir en annexe les codes NACE qui correspondent à nos onze secteurs). Là encore, nous avons estimé le modèle séparément pour les échantillons de secteurs de forte teneur en R-D et à faible teneur en R-D. En empilant toutes les observations, nous avons estimé une structure commune qui a été appliquée aux données de chaque pays afin de comparer leur performance d'innovation. Nous avons défini une entreprise innovante comme une entreprise qui fait état de valeurs positives de ventes de produits innovants. En effet, certaines entreprises déclarent avoir introduit un nouveau produit ou un nouveau procédé et ne signalent pourtant pas de ventes de produits innovants. Nous avons considéré ces entreprises comme non innovantes¹⁵. Nous utilisons fondamentalement les mêmes variables explicatives que dans le modèle précédent appliqué aux données ECI2 françaises, à quelques

minimes différences près. Nous avons des variables indicatrices sectorielles et nationales pour neutraliser l'hétérogénéité des données. Les deux variables continues, la taille (le logarithme du nombre de salariés) et l'intensité de R-D, sont exprimées en écarts par rapport à la moyenne des moyennes nationales, c'est-à-dire par rapport à une Europe hypothétique où chaque pays a le même poids. La coopération ne concerne que la R-D. La concurrence est estimée forte quand l'augmentation ou le maintien d'une part de marché reçoit une note supérieure ou égale à quatre. La proximité de la recherche fondamentale reçoit la valeur de un quand les sources d'information des universités et de l'enseignement supérieur ou des laboratoires publics obtiennent une note supérieure ou égale à deux (sur une échelle de 5 dans les deux cas). Ces seuils correspondent à peu près aux réponses médianes. Les observations aberrantes et les valeurs manquantes ont été éliminées des données avant l'estimation.

Dans le tableau 4, nous comparons la performance de l'innovation de sept pays européens en employant le même cadre comptable de l'innovation qu'au tableau 3 pour la comparaison des performances d'innovation entre industries

Tableau 4. **Moyenne des intensités d'innovation observées et attendues, et innovativité**
Sept pays européens, données ECII micro-agrégées d'Eurostat

	Intensité euro-péenne	Effet sectoriel	Effets taille + groupe	Effets R-D	Effets de l'environnement	Somme des effets structurels	Intensité attendue	Innovativité	Intensité observée
Secteurs à forte teneur en R-D									
Belgique	34.7	-1.2	2.6	0.9	0.7	3.0	37.7	0.2	37.9
Danemark	34.7	1.3	-0.7	0.4	0.4	1.4	36.1	0.7	36.8
Allemagne	34.7	1.3	0.6	0.9	1.7	4.5	39.2	4.6	43.8
Irlande	34.7	-0.6	-2.2	0.1	-0.1	-2.6	32.1	3.1	35.2
Italie	34.7	0.4	1.1	-0.9	-1.6	-1.0	33.7	-8.1	25.6
Pays-Bas	34.7	-0.8	-1.1	-0.6	0.1	-2.4	32.3	1.0	33.3
Norvège	34.7	-0.5	-0.2	-0.7	-1.5	-2.9	31.8	-1.6	30.2
Moyenne	34.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.7	0.0	34.7
Secteurs à faible teneur en R-D									
Belgique	22.3	0.4	0.3	0.2	0.1	1.0	23.3	5.5	28.8
Danemark	22.3	0.0	0.7	0.0	-0.1	0.6	22.9	-2.7	20.2
Allemagne	22.3	0.3	0.4	0.4	0.6	1.7	24.0	13.5	37.5
Irlande	22.3	0.4	-0.9	0.2	0.2	-0.1	22.2	3.3	25.5
Italie	22.3	0.7	-0.1	-0.4	-0.6	-0.4	21.9	-11.7	10.2
Pays-Bas	22.3	-1.0	-0.2	-0.2	-0.1	-1.5	20.8	-2.4	18.4
Norvège	22.3	-0.8	-0.2	-0.1	-0.2	-1.3	21.0	-5.4	15.6
Moyenne	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.3	0.0	22.3

Note : Les légères divergences sont dues aux erreurs d'arrondi.

manufacturières en France. Le point de référence ici est l'intensité d'innovation du pays européen hypothétique, construit comme la moyenne simple des moyennes nationales. Chaque pays reçoit la même pondération. Les lignes « moyenne » dans les deux panneaux sont donc les moyennes simples des écarts nationaux par rapport à cette moyenne européenne. Là encore, nous remarquons clairement une intensité d'innovation inférieure dans les secteurs à faible teneur en R-D que dans ceux à forte teneur en R-D. Cependant, les différences internationales au sein de chaque groupe de secteurs tendent à être plus grandes que les différences intersectorielles françaises. La variable taille/appartenance à un groupe domine de nouveau tous les effets structurels. L'innovativité varie dans le même intervalle que la somme des effets structurels dans les secteurs à forte teneur en R-D, mais pas dans les secteurs à faible teneur en R-D, où l'innovativité est toujours plus grande.

C'est entre l'Allemagne et l'Italie que l'on observe l'écart le plus marqué en matière d'intensité d'innovation (18.2 % dans les secteurs à forte teneur en R-D, 27.3 % dans les secteurs à faible teneur en R-D) en faveur de l'Allemagne. Mais la différence en intensité attendue d'innovation n'est que de 5.5 % dans les secteurs à forte teneur en R-D, dont 1.8 % est imputable à un comportement différent en matière de R-D et 3.4 % est dû à des différences en matière d'environnement (concurrence perçue et proximité de la recherche fondamentale). La différence en intensité d'innovation attendue est encore plus petite dans les secteurs à faible intensité en R-D (2.1 %), dont 0.8 % provient des effets de R-D et 1.2 % des effets d'environnement. La différence en innovativité explique la plus grande partie de la différence en intensité d'innovation observée entre ces deux pays. Naturellement l'innovativité elle-même reste à expliquer.

V. ANALYSE DES INDICATEURS D'INNOVATION

Les enquêtes sur l'innovation nous permettent de mieux appréhender le processus d'innovation. Elles contiennent deux renseignements importants : la proportion des entreprises innovantes par secteur d'activité ou par pays et le pourcentage de produits innovants dans les ventes totales. Ces variables complètent les mesures classiques de l'innovation, fondées sur la R-D, les brevets ou les publications. La part des produits innovants dans les ventes, notamment, fournit une mesure directe des extrants de l'innovation et donne plus de poids aux innovations performantes, c'est-à-dire celles qui sont acceptées par le marché, sans qu'on ait à recourir pour cela à d'autres informations, comme il le faudrait dans le cas des brevets : taxes de dépôt et de renouvellement, citations préalables, nombre de revendications, nombre de brevets parallèles, frais de contentieux engagés (Lanjouw et Schankerman, 1999).

Cela étant, il ne s'agit pas ici de plaider en faveur des indicateurs fondés sur les enquêtes d'innovation plutôt que sur la R-D, les brevets ou les données bibliométriques (voir Brouwer et Kleinknecht, 1996 ; Mohnen et Dagenais, 2001, pour une analyse plus détaillée comparant les divers indicateurs d'innovation). L'objet du présent article est de démontrer qu'il est utile de dépasser les statistiques descriptives et d'adopter des indicateurs d'innovation à base de modèles pour mieux cerner les écarts en matière de performance de l'innovation. Nous proposons deux indicateurs construits qui allient les informations sur la propension à innover et sur l'intensité de l'innovation dans les entreprises innovantes : l'innovation attendue et l'innovativité. Le premier indicateur correspond à la part des produits innovants dans les ventes, expliquée par des variables telles que la taille de l'entreprise, les activités de R-D, la proximité de la recherche fondamentale ou la concurrence ; le deuxième indicateur mesure la part résiduelle des ventes de produits innovants que ces variables explicatives ne prennent pas en compte. En d'autres termes, nous proposons un cadre comptable pour l'innovation, semblable au cadre bien connu de comptabilité de la croissance, où l'innovativité joue un rôle comparable à la productivité totale des facteurs.

Ces indicateurs appellent toutefois quelques réserves. Premièrement, la part des ventes de produits innovants renvoie essentiellement aux innovations de produits. Or, l'examen des données indique que la plupart des entreprises innovantes sur le plan des produits se disent également innovantes sur celui des procédés. Les deux innovations sont donc pour une large part confondues et la part des ventes de produits innovants reflète, en partie, les avantages résultant de l'introduction de nouveaux procédés. En deuxième lieu, comment définir l'innovation ? Il ne s'agit pas seulement de savoir ce qui constitue une innovation, question en elle-même discutable et relevant de l'appréciation de la personne interrogée, mais aussi de déterminer quelle notion d'innovation on considère : celle de produits nouveaux pour l'entreprise mais pas pour le secteur, celle de produits nouveaux pour le secteur, ou seulement celle des produits qui se trouvent dans la première phase de leur cycle de vie. Troisièmement, il importerait, pour établir une comparaison spatio-temporelle solide de l'innovation, de veiller à ce que le questionnaire de l'enquête soit le plus homogène possible. On cherche actuellement à harmoniser davantage les enquêtes sur l'innovation. Si certaines questions sont négligées dans une enquête, l'analyse que nous préconisons dans cet article sera affaiblie par l'absence de certaines variables explicatives pour un des pays. A cet égard, il serait utile de poser plus de questions aux entreprises non innovantes, ce qui permettrait d'expliquer d'avantage pourquoi elles n'innovent pas (avec éventuellement un questionnaire différent et des questions spécifiquement adressées à elles, ou encore mieux un plus grand ensemble de questions adressées aux deux groupes d'entreprises)¹⁶.

Dans cet article, que nous considérons avant tout comme un exercice de mesure, nous nous sommes efforcés d'utiliser au mieux les données qualitatives et quantitatives contenues dans les enquêtes sur l'innovation. Les premiers résultats et les premières observations sont certes encourageants, mais il faudrait que l'analyse soit généralisée sur plusieurs axes. Il serait utile de faire plus d'analyses de sensibilité. Il serait en particulier intéressant de comparer les indicateurs d'innovation obtenus à partir de la structure d'innovation d'un pays ou d'une branche d'activité donnée plutôt que d'estimer une structure commune en empilant les données. Sinon, à chaque nouvelle enquête sur l'innovation, dans l'espace ou dans le temps, une nouvelle structure doit être réestimée. Mohnen et Dagenais (2001) concluent que la mesure d'innovation prédite pour l'Irlande et le Danemark est assez semblable, que la structure économétrique utilisée pour effectuer la comparaison internationale soit l'irlandaise ou la danoise. Il serait aussi utile d'analyser plus en détail les sources de certaines des difficultés économétriques que nous avons rencontrées en estimant la spécification du tobit généralisé. Au delà de ces analyses, il serait bien sûr enrichissant de combiner des enquêtes sur l'innovation aux données provenant d'autres enquêtes pour augmenter le nombre de variables explicatives et comparer les indicateurs de R-D, les brevets, les innovations commerciales, les publications, etc. Un autre affinement consisterait à élargir le modèle en y ajoutant des équations pour analyser conjointement et, si possible mieux, les relations entre la R-D, l'innovation la productivité et d'autres performances des entreprises (voir Crépon, Duguet et Mairesse, 1998, pour une première tentative dans cette direction). Enfin, nous aimerions conclure cet article en soulignant et en confirmant que la procédure de micro-agrégation utilisée par Eurostat pour préserver la confidentialité statistique des données ne semble pas affecter grandement les résultats pouvant découler d'une analyse assez sophistiquée comme celle-ci, où les équations estimées sont assez non linéaires. On peut donc espérer que cette procédure sera largement développée et servira à accroître la diffusion des micro-données à des fins de recherche et par là à promouvoir l'avancement des connaissances.

NOTES

1. Elle ne le fait qu'avec le consentement formel et spécifique des pays et sous réserve de certaines conditions.
2. La procédure de micro-agrégation adoptée par Eurostat pour les vagues ECII et ECII2 et sa justification sont expliquées en détail dans Eurostat (1996, 1999).
3. On connaît en général le nombre de brevets, mais pas leur valeur. La variable des ventes de produits innovants contient une mesure de la qualité du nouveau produit. Elle présente en outre l'avantage pratique de correspondre à une mesure continue (et non à des données de comptage).
4. Nous optons donc pour la définition la plus large, bien qu'il soit intéressant, bien sûr, de prendre en compte les distinctions entre produits nouveaux et améliorés d'une part, et produits nouveaux pour l'entreprise et nouveaux pour le marché d'autre part, et de les exploiter.
5. Il y a, en principe, deux catégories de raisons pour expliquer pourquoi nous n'avons pas la même information pour les deux types d'entreprises : ou bien une information donnée n'est pertinente que pour les entreprises innovantes (la question n'est pas posée aux entreprises non innovantes parce que la leur poser n'aurait pas de sens), ou bien la question n'est pas posée à cause du choix de questionnaire (une question n'est pas posée aux firmes non innovantes alors qu'elle pourrait l'être dans un autre questionnaire). Par exemple, la plupart des questions concernant les sources ou les objectifs de l'innovation tombent dans la première catégorie, alors que les questions se rapportant aux dépenses de R-D et à ses modalités tombent dans la deuxième catégorie (ces questions pourraient être posées aux deux types de firmes, même si nous nous attendons à ce que les entreprises non innovantes ne font pas de R-D, alors que la plupart des entreprises qui font de la recherche sont innovantes). Cependant, en pratique, il n'est pas évident pourquoi certaines questions ne sont posées qu'aux firmes innovantes (il est concevable et il serait intéressant de les poser aux firmes non innovantes, mais il est probable que ces dernières auraient beaucoup de difficulté à les comprendre et à y répondre).
6. Une autre option serait de considérer que la même spécification du modèle s'applique aux entreprises innovantes et non innovantes. Dans ce cas, les variables qui ne sont pas disponibles pour les entreprises non innovantes sont traitées comme des variables manquantes, et la part de ventes de produits innovants des entreprises non innovantes est simplement considérée comme nulle (ou une valeur infime mais inconnue, à estimer en même temps que les autres paramètres du modèle). Cette approche est cependant moins satisfaisante *a priori* et peut-être impossible à mettre en pratique. Par exemple, dans le contexte d'une analyse économétrique de la productivité de la R-D (pour un échantillon d'entreprises françaises du secteur manufacturier ayant des

activités de R-D et n'en ayant pas), cette approche s'est révélée très utile (voir Cuneo et Mairesse, 1985).

7. Il donne aussi la possibilité d'effectuer une comparaison contrefactuelle par rapport à un pays, à un secteur d'activité ou à un groupe d'entreprises de référence (avec des caractéristiques hypothétiques).
8. L'analogie est directe quand la PTF est estimée à partir d'une fonction de production explicite estimée de manière économétrique ; elle ne l'est pas autant quand la PTF est mesurée en fonction d'un indice global pondéré des facteurs de production mesurés, où les coefficients de pondération sont considérés égaux aux parts (en recette totale ou en coût total) des facteurs correspondants issus des comptes des entreprises. Dans la pratique, il est impossible de mesurer la capacité d'innovation à partir d'un pareil indice global des facteurs d'innovation en raison du manque de mesures de coefficients de pondération appropriés (et d'une théorie expliquant comment, et selon quelles hypothèses, ils pourraient être définis et mesurés). Théoriquement, un tel indice pourrait être concevable (et l'analogie avec la PTF serait alors complète) s'il existait des marchés d'innovation et de facteurs d'innovation qui fonctionnent bien, où les prix relatifs et les productivités marginales auraient tendance à s'égaliser.
9. Voir Caves, Christensen et Diewert (1982) pour une généralisation rigoureuse de la PTF dans le cadre des comparaisons de productivité interspatiales.
10. Les données de l'enquête ECI2 française pour le secteur alimentaire ont été recueillies par le SCESS, l'Office statistique du ministère de l'Agriculture. Nous avons exclu ce secteur de notre analyse.
11. Plus exactement, nous ne prenons pas comme variable dépendante de la deuxième équation la part du chiffre d'affaires en produits innovants, disons qui est comprise entre 0 et 1, mais la transformation logit de la part du chiffre d'affaires en produits innovants, disons $z_2 = \log(y_2/(1 - y_2))$, qui n'est pas bornée. Cependant, la transformation logit n'est pas définie pour les firmes innovantes qui déclarent ne pas avoir de chiffre d'affaires en produits innovants ou, à l'opposé, uniquement des ventes de produits innovants. Pour ces firmes, nous remplaçons des parts nulles par des parts de 0.01 et des parts égales à un par des parts de 0.99. Nous avons vérifié que le choix de valeurs extrêmes légèrement différentes n'affecte pratiquement pas nos résultats.
12. L'écart-type pour le test de comparaison des moyennes d'échantillonnage des deux types d'échantillon est calculé comme la moyenne des écarts-type d'échantillonnage sur données individuelles et micro-agrégées (en général ils sont très proches) divisée par la racine carrée de la taille commune de ces échantillons (c'est-à-dire $\sqrt{1000}$). Il est à noter que, dans notre test, nous faisons comme si les entreprises dans les deux échantillons étaient les mêmes (ce qui n'est à proprement parler le cas que pour certaines d'entre elles, puisqu'elles sont tirées au hasard d'une population plus grande). Si nous supposons que toutes les entreprises étaient différentes, il serait plus approprié de multiplier l'écart-type calculé ci-dessus par $\sqrt{2}$ auquel cas le test de comparaison des moyennes serait moins sévère.
13. Les difficultés que nous avons rencontrées pour estimer ρ semblent être typiques du modèle tobit généralisé. Elles sont parfois invisibles quand la fonction de vraisemblance n'a pas un maximum unique mais plusieurs maxima locaux et que le programme du logiciel qu'on utilise converge vers un des maxima locaux (sans vérifier l'existence d'autres maxima). Cependant, il est raisonnable de penser que ces difficultés ne sont pas juste d'ordre technique. Elles reflètent également le fait que la spécification du

modèle laisse à désirer, ne serait-ce qu'à cause du manque de variables explicatives (en particulier, dans l'équation probit).

14. Si notre modèle était linéaire, l'innovativité relative ne serait rien d'autre que l'effet des dichotomiques sectorielles. Puisqu'il est non linéaire, l'innovativité relative, telle qu'elle est calculée, capte aussi l'erreur d'approximation linéaire. Cependant, nous avons trouvé que pour la plupart des industries l'erreur d'approximation linéaire reste faible comparée à l'effet des dichotomiques sectorielles.
15. Dans l'estimation fondée sur les données ECI2 françaises (dans la section III), nous sommes partis d'une hypothèse légèrement différente. Dans ce cas, une entreprise qui se dit innovante mais qui répond « zéro » à la question du pourcentage de ventes de produits innovants est classée parmi les entreprises innovantes, avec une part de chiffre d'affaires en produits innovants de 0.01.
16. Voir la note 5 ci-dessus.

Annexe

DÉFINITIONS DES SECTEURS

Secteur	Code NACE (Rév. I)	Définition du secteur
Secteurs à forte teneur en R-D		
Automobiles	34-35	Construction de véhicules automobiles, de remorques, de semi-remorques et d'autre matériel de transport
Chimie	23-24	Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires, industrie chimique
Machines	29	Fabrication de machines et équipements
Équipements électriques	30-33	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique, de machines et d'appareils électriques, d'équipements de radio, télévision et communication, d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horlogerie
Secteurs à faible teneur en R-D		
Industrie alimentaire ¹	15-16	Industries alimentaires et du tabac
Textiles	17-19	Industrie textile ; industrie de l'habillement et des fourrures ; industrie du cuir et de la chaussure
Bois	20-22	Travail du bois et fabrication d'articles en bois
Plastiques, caoutchouc	25	Industrie du caoutchouc et des plastiques
Produits non- métalliques	26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques
Métallurgie	27-28	Métallurgie et travail des métaux
NCA	36	Fabrication de meubles ; industries diverses

1. L'industrie alimentaire est exclue de l'analyse des données françaises dans la section III.

RÉFÉRENCES

- Archibuggi, D., P. Cohendet, A. Kristensen et K.A. Schäffer (1994),
Evaluation of the Community Innovation Survey (CIS), Phase I, EIMS Publication No. 11, IKE Group, Department of Business Studies, Aalborg, Danemark.
- Brouwer, E. et A. Kleinknecht (1996),
« Determinants of Innovation: A Micro-econometric Analysis of Three Alternative Output Indicators », dans A. Kleinknecht (dir. pub.), *Determinants of Innovation: The Message from New Indicators*, Macmillan Press, Londres.
- Caves, D., L. Christensen et E. Diewert (1982),
« Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity using Superlative Index Numbers », *Economic Journal* 92, pp. 1393-1414.
- Crépon, B., E. Duguet et J. Mairesse (1998),
« Research and Development, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, n° 2, pp. 115-158.
- Cunéo, Ph. et J. Mairesse (1985),
« Recherche-développement et performances des entreprises », *La Revue économique*, numéro spécial sur l'Économie de la recherche-développement, vol. 36, n° 4, pp. 1001-1041.
- Eurostat (1996),
Manual on Disclosure Control Methods. 9E, Office statistique des Communautés européennes, Luxembourg
- Eurostat, (1997),
The Community Innovation Survey, CD-Rom, Office statistique des Communautés européennes, Luxembourg.
- Eurostat (1999),
« Annex II.9. Micro-Aggregation Process », *La deuxième enquête communautaire sur l'innovation*, Office statistique des Communautés européennes, Luxembourg.
- Griliches, Z. et J. Mairesse (1984),
« Productivity and R&D at the Firm Level », dans Z. Griliches (dir. pub.), *R&D, Patents and Productivity*, University of Chicago Press, Chicago.
- Hu, X. et C. DeBresson (1998),
« An Empirical Evaluation of the Eurostat Micro-aggregation Procedure for the Analysis of the Community Innovation Survey », rapport technique, document interne.
- Lanjouw, J. et M. Schankerman (1999),
« The Quality of Ideas: Measuring Innovation with Multiple Indicators », NBER Working Paper n° 7345, Cambridge, Mass.

Mohnen, P. et M. Dagenais (2001),

« Towards an Innovation Intensity Index. The Case of CIS-1 in Denmark and Ireland », dans A. Kleinknecht et P. Mohnen (dir. pub.), *Innovation and Firm Performance. Econometric Explorations of Survey Data*, Palgrave, Londres (à paraître).

Mohnen, P., J. Mairesse et M. Dagenais (2001),

« The Importance of Being Innovative: A Comparison across Seven European Countries », document interne.

OCDE (1963),

La mesure des activités scientifiques et technologiques – Manuel de Frascati, Paris.

OCDE (1992),

« Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique – Manuel d'Oslo », première édition, OCDE, Paris.

OCDE et Eurostat (1997),

Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique – Manuel d'Oslo, deuxième édition, OCDE, Paris.

COMPTER LES BREVETS POUR COMPARER LES PERFORMANCES TECHNOLOGIQUES ENTRE PAYS

Table des matières

I. Introduction	142
II. Le brevet comme source de données statistiques	147
III. Où et quand ? Attribuer un pays et une date à un brevet	150
IV. Les familles de brevets	154
V. Conclusion.....	158
Références	159

Cet article a été rédigé par Hélène Dernis et Dominique Guellec, de la Division des analyses économiques et des statistiques de l'OCDE, et Bruno van Pottelsberghe, de l'Université Libre de Bruxelles.

I. INTRODUCTION

Le brevet est un titre de propriété sur une invention technologique. Il est délivré à une entreprise, un individu ou un organisme public par un office national. Pour être satisfaite, une demande de brevet doit satisfaire certaines conditions concernant notamment la nouveauté de l'invention, son caractère inventif (non trivial), et son applicabilité industrielle. Le brevet est valide dans un pays, pour une durée limitée (20 ans en général). L'encadré 1 présente en détail la procédure de délivrance du brevet.

Parmi les quelques indicateurs disponibles de la production technologique, ceux qui sont fondés sur les brevets sont probablement les plus utilisés. La plupart des publications nationales concernant la science et la technologie (S-T) comportent une section sur les brevets. Les travaux scientifiques sur les déterminants et l'incidence des activités innovantes utilisent de plus en plus les données sur les brevets, que ce soit à un niveau agrégé (national par exemple) ou au niveau des entreprises. Cela s'explique par le lien étroit largement reconnu entre les brevets et la production d'inventions et par la richesse du contenu du brevet en information. Cependant, il n'existe pas de méthode standard pour calculer les indicateurs à partir de ces données, ce qui aboutit à une grande diversité dans les enseignements analytiques et politiques que l'on peut tirer des statistiques de brevets. La diversité des indicateurs publiés (voir encadré 2) ou utilisés dans des études économiques contraste avec l'homogénéité d'autres indicateurs de S-T, tels que ceux de la recherche et développement (R-D ; établis d'après le *Manuel de Frascati*) ou même des publications scientifiques (qui s'appuient pour la plupart d'entre elles sur la même base de données, le *Science Citation Index*). Comme les messages fournis par les divers indicateurs dérivés des brevets sont très divers, souvent contradictoires, il apparaît nécessaire d'améliorer la normalisation dans ce domaine. Cela est d'autant plus nécessaire à une époque où l'activité de prise de brevets par les entreprises, mais aussi par les universités et les laboratoires publics, s'est étendue rapidement, augmentant le volume d'information mais aussi le « bruit » (manque de précision) et parfois les distorsions (informations biaisées) inhérents aux statistiques de brevets.

Pourquoi les statistiques de brevets constituent-elles un sujet si complexe ? Les brevets représentent un instrument juridique hétérogène et complexe reflétant l'activité d'invention, qui est en elle-même complexe ; ils sont intégrés dans

Encadré 1. Les procédures de prise de brevet

Cet encadré décrit les procédures administratives qui conduisent du dépôt de la demande de brevet jusqu'à la délivrance du brevet ou le rejet de la demande. Une bonne connaissance de ces procédures est nécessaire à la compréhension des indicateurs statistiques de brevets. On trouvera des informations plus détaillées dans le « Manuel brevet de l'OCDE » (1994).

1) *Procédure générale* : lorsque le propriétaire d'une nouvelle technologie (individu, société, organisme public, université, organisme à but non lucratif) décide de protéger son invention, la procédure consiste tout d'abord à déposer une demande auprès d'un office national des brevets (généralement celui du pays du déposant). Le premier enregistrement (quel que soit l'office concerné) et la date correspondante sont appelés respectivement *demande prioritaire* et *date prioritaire*. L'office des brevets procède alors à l'examen de la demande afin de vérifier si le brevet peut ou non être délivré – autrement dit s'il est nouveau, innovant et possède des applications industrielles. La demande est publiée 18 mois après son enregistrement (*date de publication*), sauf aux États-Unis où cela intervient à la date où le brevet est délivré et seulement s'il est effectivement délivré. Le délai jusqu'à la délivrance (ou au rejet) est de deux à dix ans, avec de grandes différences d'un pays à l'autre.

2) *OEB (Office européen des brevets)* : l'OEB est une organisation régionale qui examine les demandes de brevets de 19 pays européens. Lorsque le brevet est délivré, le déposant peut être protégé dans tous les pays membres de l'OEB qu'il aura désignés dans sa demande. Cette procédure est retenue par les déposants qui souhaitent être protégés dans plusieurs pays européens (car dans ce cas, cela est plus économique que de déposer séparément une demande auprès de chaque office national).

3) *Demande internationale* : depuis l'harmonisation décidée en 1883 à la Convention de Paris (qui compte aujourd'hui plus de 100 pays), le déposant qui souhaite protéger son invention dans plus d'un pays dispose d'un an à compter de la date prioritaire pour enregistrer sa demande hors du pays prioritaire, que ce soit dans un autre pays ou dans une organisation régionale telle que l'OEB.

L'autre moyen de protéger un brevet dans plusieurs pays est la demande PCT (*Patent Co-operation Treaty* – Traité de coopération en matière de brevets, en vigueur depuis le début des années 80), dont l'enregistrement s'effectue auprès de l'OMPI (Organisation mondiale de la propriété intellectuelle). La procédure PCT est une étape intermédiaire entre la demande prioritaire et la protection à l'étranger. Elle ne constitue pas une véritable demande de brevet mais plutôt une option en vue de futures demandes. Elle procure au déposant un délai plus long pour décider s'il dépose ou non une demande à l'étranger, tout en le faisant bénéficier d'une protection dans l'intervalle. Lorsqu'il enregistre une demande PCT, le déposant désigne parmi les 100 pays Membres du PCT ceux dans lesquels il souhaite pouvoir être protégé. S'il désigne l'OEB, la demande est appelée « Euro-PCT ».

Encadré 1. Les procédures de prise de brevet (suite)

La première étape de la procédure PCT, qui est appelée Chapitre I, consiste à envoyer une copie de la demande à une administration chargée de la recherche internationale selon le PCT pour qu'elle procède à une recherche sur les antériorités. Cette administration (International Searching Authority ou ISA) est un office national ou régional des brevets. Ainsi, l'OEB est responsable de plus de la moitié de ces recherches dans le monde entier (les autres ISA sont l'USPTO, le Japon, la Suède, etc.). La demande PCT est publiée par l'OMPI 18 mois après la demande prioritaire (comme dans les autres offices). C'est aussi le délai de présentation du rapport de recherche internationale, qui donne au déposant une première idée des chances d'acceptation de sa demande. Lorsque l'ISA remet son rapport, le déposant doit choisir entre trois possibilités : étendre sa demande aux offices des brevets nationaux ou régionaux parmi ceux qu'il aura désignés (et accéder à la phase nationale ou régionale) ; opter pour un examen préliminaire international ou encore retirer sa demande. S'il choisit la phase régionale et désigne l'OEB, on dit alors que la demande Euro-PCT est *étendue*.

Si le déposant retient l'examen préliminaire international (comme dans la plupart des cas), le détenteur du brevet accède à la deuxième étape de la procédure PCT, appelée chapitre II. L'administration chargée de cet examen international est la même que l'ISA. Les résultats du processus d'examen ne sont pas juridiquement contraignants pour les offices des brevets désignés pour la phase nationale ou régionale. Néanmoins, l'OEB prend en compte l'issue de cet examen préliminaire dans sa phase régionale – en d'autres termes, dans le cas où la demande Euro-PCT est effectivement étendue à l'OEB. Le chapitre II permet de différer la phase nationale ou régionale jusqu'au trente et unième mois suivant la date de priorité : le détenteur du brevet décide alors s'il étend sa demande à l'ensemble ou à une partie des États qu'il aura désignés ou encore de s'il décide de la retirer.

des réglementations nationales (divergentes), suivent des procédures différentes et en plusieurs étapes, offrent la possibilité de partager la propriété et l'invention, etc. On peut comptabiliser différents types de brevets et l'on peut au sein de chaque type procéder ou non à une certaine sélection. Par exemple, il est possible de compter tous les brevets demandés dans un pays, ou seulement les brevets délivrés. Un brevet peut être attribué au déposant (son détenteur à la date de la demande) ou à son inventeur, ou encore au pays dans lequel il a été enregistré la première fois (dépôt prioritaire). Concernant l'échelonnement dans le temps, le brevet est caractérisé par plusieurs dates : la date de priorité (première demande à l'échelle internationale), la date de demande dans un pays donné, la date de publication et enfin la date de délivrance. Suivant le choix effectué, les indicateurs obtenus prendront des valeurs sensiblement différentes.

Encadré 2. Quelques exemples de statistiques de brevets publiées

Australie (1996)

- Demandes de brevets externes, date de demande par inventeur, figure 4.4.
- Délivrances par l'USPTO, date de délivrance par inventeur, figure 4.8.

Commission européenne (1997)

- Demandes auprès de l'OEB, date de priorité par inventeur, notamment les demandes Euro-PCT non étendues depuis 1989, tableau A61.
- Demandes auprès de l'OEB, date de publication par inventeur, notamment les demandes Euro-PCT non étendues, tableau A62.
- Délivrances par l'USPTO, date de priorité, estimations depuis 1992, tableau A64.
- Délivrances par l'USPTO, date de délivrance, tableau A65.
- Demandes dans la triade (brevets enregistrés, outre dans le pays d'origine, dans au moins deux marchés extérieurs de deux régions différentes de la triade), p. 93.

Allemagne, BMBF (1998)

- Demandes dans la triade (brevets enregistrés, outre dans le pays d'origine, dans au moins deux marchés extérieurs de régions différentes de la triade), figure I/15.

France, OST (1998)

- Demandes auprès de l'OEB, date de demande, par inventeur, notamment les demandes Euro-PCT non étendues ces dernières années, pp. 392-394.
- Délivrances par l'USPTO, date de délivrance, par inventeur, pp. 419-427.

Japon, STA (1996)

- Demandes auprès du JPO et délivrances, tableau 6-3.
- Demandes de brevet intérieures (résidentes) (dont PCT) et délivrances intérieures, tableau 6-2.
- Demandes à l'étranger (dont PCT) et délivrances, tableau 6-2.

Pays-Bas (1994)

- Délivrances de l'OEB, date de priorité, p. SB67.

OCDE, MSTI (2000)

- Demandes de pays Membres de l'OCDE, demandes résidentes et non résidentes par date de demande/publication, par pays de résidence du déposant.

Encadré 2. Quelques exemples de statistiques de brevets publiées (suite)

États-Unis, NSF (1998)

- Délivrances de l'USPTO, date de délivrance par inventeur, tableau A-6-12.
- Délivrances dans les grands pays, date de délivrance par inventeur, tableau A-6-18.
- Familles de brevets pour certains domaines technologiques par date de priorité, par pays prioritaire, tableaux 6.8-6.13, figures 6.20-6.22.

Source : BMBF (1998), Bundesministerium für Bildung und Forschung, *Facts and Figures* 1998.
 Department of Industry, Science & Technology (1996), *Australian Business Innovation : A Strategic Analysis*.
 European Commission (1998), *Second European Report on S&T indicators, 1997 – Appendix*.
 Japanese Science and Technology Agency (1996), *Indicators of Science and technology*.
 Het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie (1994), *Wetenschap – en technologie – Indicatoren*, 1994.
 NSF (1998), *Science and Engineering Indicators*, 1998.
 OCDE (2000), *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, 2000-2, OECD, Paris.
 OST (1998), *Science et Technologie – Indicateurs* 1998, Paris.

Le « Manuel brevet » (OCDE, 1994) a marqué une première étape dans l'effort de clarification et d'harmonisation des indicateurs dérivés des brevets. Il présentait le contexte juridique et économique dans lequel s'inscrivent les brevets – une étape nécessaire avant d'élaborer des statistiques – et répertoriait les indicateurs pouvant être extraits des bases de données sur les brevets. Il énumérait par ailleurs un certain nombre de problèmes méthodologiques rencontrés lors du calcul des indicateurs de brevets. Ce Manuel est cependant loin d'avoir analysé précisément ces questions et proposé des solutions pratiques. La diversité croissante des indicateurs de brevets publiés, liée à la demande croissante de tels indicateurs pour l'analyse économique et à des conditions nettement améliorées du côté de l'offre (les bases de données sont de plus en plus riches et aisément accessibles) atteste d'une nécessité d'harmonisation.

Le présent article traite des questions méthodologiques de base associées aux comptages des brevets. Notre objectif est de proposer des règles et des méthodes pour calculer à partir des brevets des indicateurs de meilleure qualité, renseignant sur la technologie produite et utilisée par les différents pays. Différentes questions liées au processus de comptage sont abordées : le choix de la date de référence, le choix du pays d'attribution et le choix des ensembles de brevets à compter (brevets nationaux et « familles »).

II. LE BREVET COMME SOURCE DE DONNÉES STATISTIQUES

Le contenu en information du document-brevet

Le demandeur d'un brevet dépose un document auprès de l'office de brevet du pays où il souhaite se protéger. Le document-brevet contient un ensemble très riche d'information sur l'invention couverte, qui peut être utilisée directement dans la construction d'indicateurs statistiques. On ne retiendra ici que celles qui sont actuellement utilisées pour des indicateurs, sachant que des données aujourd'hui « muettes » pour les statisticiens peuvent demain devenir pleines de sens et utilisables grâce aux progrès de la recherche dans ce domaine (notamment le descriptif détaillé de l'invention, qui peut occuper des dizaines de pages).

Un premier ensemble d'informations concerne les *caractéristiques techniques* de l'invention :

- La liste des « revendications », qui constituent une description du contenu inventif de la découverte concernée et délimitent donc le territoire couvert par le brevet.
- Les catégories technologiques dans laquelle l'invention peut être classée. Il existe différentes nomenclatures, dont la principale est la CIB (Classification internationale des brevets), maintenue à l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI) et qui contient plus de 60 000 postes.
- Les citations de brevet à brevet (chaque brevet fournit la liste des antériorités à l'invention couvertes, qui sont généralement décrites dans d'autres brevets).
- Les citations d'articles scientifiques.

Un deuxième ensemble d'informations concerne la *genèse de l'invention* :

- La liste des inventeurs (qui sont des personnes physiques) avec leur adresse, y compris leur pays de résidence.
- La liste des demandeurs, qui en cas de délivrance sont les titulaires (propriétaires) du brevet. Il s'agit dans la grande majorité des cas d'entreprises, dont les inventeurs sont les salariés. Est disponible leur adresse, y compris leur pays de résidence.

Un troisième ensemble d'information concerne *l'historique de la demande* :

- Date de priorité (premier dépôt de demande dans le monde).
- Date de la demande dans le pays concerné.
- Date de publication (18 mois après la priorité).
- Date de rejet ou de retrait éventuels.

- Date de délivrance éventuelle.
- Date de déchéance éventuelle (en cas de non paiement de la taxe de renouvellement).

Enfin, le recoupement d'informations en provenance des différents offices nationaux de brevets permet de lister les pays dans lesquels la protection d'une invention a été demandée, car les antériorités internationales doivent obligatoirement être citées (numéro de priorité).

Les indicateurs basés sur les brevets

Les indicateurs les plus courants sont des comptages de brevets ayant certaines caractéristiques communes. Par exemple on comptera les brevets dont les inventeurs résident en Corée et ceux dont les inventeurs résident au Japon, et les chiffres obtenus seront utilisés dans une comparaison des performances de la Corée et du Japon en matière d'invention. De façon plus générale, l'on peut calculer la part de chaque pays au sein de la zone OCDE, et observer les évolutions de ces grandeurs au cours du temps. L'on peut aussi se restreindre à certains domaines technologiques. Dans tous les cas, le nombre de brevets dont les inventeurs sont résidents d'un pays donné est censé refléter la performance du pays en matière d'invention.

Au-delà de ces comptages simples il est possible de calculer des indicateurs plus complexes. Ainsi l'on peut se restreindre aux seuls brevets pris à l'étranger ; ou aux seules « familles de brevets » (ensemble de brevets pris dans plusieurs pays différents pour protéger une même invention). L'on peut aussi opérer des comptages pondérés, dans lesquels le poids de chaque brevet, au lieu d'être unitaire comme dans les comptages simples, est fonction d'autres caractéristiques (censées refléter la qualité du brevet) tel le nombre des citations reçues, le nombre des revendications ou la durée de renouvellement.

Les avantages et les limites du comptage des brevets

Les brevets constituent la source de données la plus largement utilisée pour exprimer l'activité d'invention. Il y a de bonnes raisons à cela :

- Les brevets ont un *lien étroit* (sinon parfait) *avec l'invention*. Il y a peu d'exemples d'inventions majeures qui n'aient été brevetées durant les deux siècles précédents (James Watt a déposé un brevet concernant la machine à vapeur en 1785).
- Les brevets couvrent *un large éventail de techniques*, sur les quelles on a parfois peu d'autres sources de données (biotechnologies, nanotechnologies).

- Les documents-brevets ont un *riche contenu informationnel* (dépôtant, inventeur, catégorie technologique, revendications, etc.) qui permet de bien connaître à la fois l'invention et son contexte.
- Les données des brevets sont très *aisément disponibles* auprès des différents offices nationaux ou régionaux (maintenant par voie électronique), et le coût marginal pour le statisticien est bien moindre que lorsqu'il s'agit de réaliser des enquêtes.

Les brevets comportent toutefois certains inconvénients en tant qu'indicateurs de l'activité d'invention :

- *La distribution de valeur des brevets est très asymétrique.* De nombreux brevets n'ont pas d'application industrielle (et par conséquent pas de valeur pour la société) alors qu'un petit nombre d'entre eux ont une valeur considérable : avec une telle hétérogénéité, le comptage des brevets, fondé sur l'hypothèse qu'un brevet en vaut un autre, peut être faiblement informatif.
- Nombre d'inventions *ne sont pas brevetées* et la propension à breveter les inventions diffère suivant les pays et les secteurs industriels (il existe toutefois des signes d'une propension croissante à breveter depuis le début des années 80). Les inventions non brevetées sont les petites inventions, dont la valeur ne justifie pas le coût de la protection, ou celles qui sont protégées par d'autres moyens (secret, délai de mise sur le marché, réputation).
- Les *différences entre pays concernant les réglementations sur les brevets* rendent difficile la comparaison des comptages de brevets déposés ou délivrés dans différents pays – on ne peut comparer un brevet belge à un brevet coréen, par exemple. De plus, parmi les brevets déposés dans un même pays, il est difficile de comparer les pays d'invention entre eux : diverses distorsions (liées à l'avantage au pays d'accueil ou aux flux des échanges commerciaux) ont tendance à fausser les parts des brevets pris par les pays étrangers dans chaque pays.
- *Les modifications du droit des brevets au cours du temps* rendent délicate l'analyse des évolutions temporelles. La protection fournie par le brevet a été renforcée dans le monde depuis le début des années 80, induisant vraisemblablement les entreprises à breveter plus qu'auparavant. La liste des technologies couvertes a tendance à s'allonger, incluant maintenant dans certains pays les logiciels et les séquences génétiques, qui en étaient exclus il y a peu.

Ces limites du brevet comme indicateur statistique ne doivent pas inciter à le rejeter. D'une part, nombre d'indicateurs statistiques, y compris parmi les plus utilisés comme le PIB (produit intérieur brut) ne sont pas exempts de défauts par

fois graves ; d'autre part des méthodes statistiques adéquates peuvent permettre de limiter ces défauts : c'est à leur exposé qu'est consacrée la suite de cet article.

III. OÙ ET QUAND ? ATTRIBUER UN PAYS ET UNE DATE A UN BREVET

Attribuer un pays : inventeur, déposant, priorité

Selon les indicateurs utilisés, les brevets sont répartis suivant le pays de résidence du déposant, le pays de l'inventeur ou le pays de priorité (pays où l'invention a été enregistrée la première fois avant que la protection ne soit étendue à d'autres pays). Ces diverses approches sont utiles et une étude croisée des trois est informative. Il est cependant important de bien comprendre ces notions avant d'interpréter les indicateurs.

Le déposant est le détenteur du brevet à la date de la demande. C'est le plus souvent une entreprise, parfois une organisation gouvernementale ou une personne physique. Compter les brevets par déposant équivaut à adopter le point de vue du contrôle (c'est-à-dire du nombre de brevets possédés par les résidents de chaque pays). Les indicateurs de ce type reflètent la performance inventive des entreprises d'un pays donné, quel que soit l'emplacement de leurs installations de recherche. Pour mesurer la performance inventive des chercheurs et des laboratoires situés dans un pays, il est plus pertinent de compter les brevets dont les inventeurs résident dans ce pays. Enfin, le comptage des brevets par pays de priorité livre plus d'informations sur l'attractivité de la protection dans ce pays : qualité de la réglementation des droits de propriété intellectuelle, reconnaissance de l'office des brevets (qualité des règlements, coût de la prise de brevets) et caractéristiques économiques générales (taille du marché). Ce dernier facteur peut être décisif : par exemple nombre d'inventeurs canadiens soumettent directement leurs brevets aux États-Unis avant de procéder ensuite à leur extension au Canada.

Quel est l'impact du choix du critère d'attribution sur les indicateurs de brevets ? Le tableau 1 rapporte les parts des différents pays de l'OCDE dans les demandes déposées auprès de l'Office Européen des Brevets (OEB) suivant ces divers critères d'attribution. Suivant le critère retenu pour la répartition des brevets par pays, la part d'un pays peut différer (en valeur relative) de plus de 10 % pour les grands pays et de plus de 20 % pour les pays plus petits.

- L'écart moyen entre comptages par déposant et comptages par inventeur (en valeur absolue) est de 10 % en 1994 (en se limitant aux 18 pays totalisant plus de 100 demandes auprès de l'OEB). Lorsque l'on considère les comptages par inventeur, la part du Royaume-Uni est de 5.7 % en 1994 et elle retombe à 5.0 % lorsque l'on considère les comptages par déposant. Pour les Pays-Bas, ces chiffres sont respectivement de 2.4 et 3.2 %. Pour les

Tableau 1. Différences de comptage des brevets selon le choix de la date de référence, pour l'année 1990¹

Date de référence :	Nombre de brevets				Parts dans le total OCDE (%)			
	Délivrés		Déposés		Délivrés		Déposés	
	Priorité	Délivrance	Priorité	Dépôt	Priorité	Délivrance	Priorité	Dépôt
Australie	167	92	361	361	0.45	0.41	0.60	0.57
Autriche	462	297	652	678	1.23	1.33	1.08	1.08
Belgique	314	224	512	627	0.84	1.00	0.85	1.00
Canada	324	173	550	628	0.86	0.77	0.91	1.00
République tchèque	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Danemark	242	109	325	321	0.64	0.49	0.54	0.51
Finlande	287	81	429	401	0.76	0.36	0.71	0.64
France	3 379	2 345	4 916	5 107	9.00	10.48	8.17	8.13
Allemagne	7 866	5 756	11 490	12 810	20.96	25.73	19.10	20.39
Grèce	8	0	27	25	0.02	0.00	0.04	0.04
Hongrie	30	59	70	91	0.08	0.26	0.12	0.15
Islande	3	0	9	5	0.01	0.00	0.01	0.01
Irlande	37	12	68	67	0.10	0.05	0.11	0.11
Italie	1 281	691	2 246	2 410	3.41	3.09	3.73	3.84
Japon	8 961	3 679	12 914	13 189	23.87	16.45	21.47	20.99
Corée	74	3	118	64	0.20	0.01	0.20	0.10
Luxembourg	25	19	41	26	0.07	0.08	0.07	0.04
Mexique	8	1	14	14	0.02	0.00	0.02	0.02
Pays-Bas	1 000	757	1 519	1 696	2.66	3.38	2.52	2.70
Nouvelle-Zélande	12	10	23	39	0.03	0.04	0.04	0.06
Norvège	89	56	128	174	0.24	0.25	0.21	0.28
Pologne	9	12	20	18	0.02	0.05	0.03	0.03
Portugal	3	2	8	5	0.01	0.01	0.01	0.01
Espagne	118	55	256	255	0.32	0.24	0.43	0.41
Suède	686	514	933	959	1.83	2.30	1.55	1.53
Suisse	1 144	928	1 684	1 884	3.05	4.15	2.80	3.00
Turquie	1	0	4	5	0.00	0.00	0.01	0.01
Royaume-Uni	1 924	1 418	3 546	3 937	5.13	6.34	5.89	6.27
États-Unis	9 081	5 079	17 298	17 035	24.19	22.70	28.75	27.11
OCDE	37 534	22 371	60 160	62 831	100	100	100	100

1. Nombre de demandes de brevets et nombre de brevets délivrés répartis par inventeurs, selon un comptage fractionnel.

États-Unis, ils sont de 29.7 et 31.3 %. Cela signifie que certains pays, comme les États-Unis et les Pays-Bas, comptent plus de déposants que d'inventeurs alors que certains pays, tels que le Royaume-Uni, sont dans la situation inverse. Cette asymétrie traduit l'internationalisation de la recherche (localisation des installations de recherche à l'étranger par les sociétés multinationales : voir Guellec et van Pottelsberghe, 2001). Les données

précédentes peuvent par ailleurs servir à analyser les schémas de cette internationalisation.

- L'écart moyen entre les comptages par priorité et les comptages par inventeur (en valeur absolue) est de 33 % en 1994 (lorsqu'on se limite aux 18 pays totalisant plus de 100 demandes). Aux États-Unis, au Royaume-Uni et dans une moindre mesure en Allemagne, le nombre de brevets enregistrés à l'office des brevets dépasse celui des brevets inventés ou déposés par les résidents. La préférence de certaines entreprises étrangères pour ces pays provient probablement de la réputation de leurs offices nationaux et de la taille de leurs marchés. Il est courant par exemple que des entreprises autrichiennes ou canadiennes déposent une demande de priorité respectivement en Allemagne ou aux États-Unis.

Attribuer une date : priorité, demande, délivrance

Le problème du choix de l'année à laquelle le brevet est rattaché tient à ce que chaque document-brevet comporte plusieurs dates, qui traduisent le processus de prise de brevets et la stratégie des détenteurs des brevets (voir encadré 1) : priorité (date de la première demande dans un pays à l'échelle mondiale) ; demande PCT (elle concerne une part croissante des brevets ; elle est effectuée 12 mois après le dépôt de priorité) ; demande aux offices nationaux ou régionaux étrangers afin d'obtenir une couverture internationale (au plus 12 mois après la date de priorité pour la procédure directe traditionnelle ; 20 à 31 mois après la date de priorité pour la procédure PCT) ; publication (18 mois au moins après la date de priorité) ; et délivrance [pour que les brevets soient délivrés, il faut en moyenne trois ans à l'USPTO (*US Patent and Trademark Office*) et cinq ans à l'OEB, mais cela peut durer jusqu'à dix ans].

La seule date dont la signification est claire d'un point de vue technologique ou économique est la date de priorité. Elle est en effet la plus proche de la date de l'invention. Nombre d'études ont montré que les entreprises qui décident de breveter une invention le font en général immédiatement après la découverte, afin de ne pas se trouver bloquées par un éventuel brevet déposé par un concurrent. Pour évaluer l'inventivité d'un pays à un moment donné, il est donc préférable d'utiliser la date de priorité.

Cependant, la plupart des publications statistiques utilisent les dates de demande ou de délivrance, sans doute parce qu'elles sont les plus aisément accessibles (publication par les offices nationaux des brevets ou l'OMPI) et qu'elles fournissent les statistiques en apparence les plus récentes (même si elles font référence à des inventions réalisées un certain temps auparavant). Cependant, ces dates dépendent fortement de divers délais administratifs et du comportement stratégique du détenteur du brevet. L'écart entre la date d'invention et ces dates

peut varier largement suivant les brevets. Le tableau 2 illustre l'influence de la date retenue sur les indicateurs calculés pour les brevets demandés à l'OEB :

- Le nombre total de brevets délivrés en 1990 aux pays de l'OCDE est de 22 371 ou de 37 534 selon que l'on prend comme date de référence respectivement la date de délivrance et la date de priorité.

Tableau 2. Répartition des demandes auprès de l'OEB par pays selon plusieurs critères d'attribution

Pays de résidence de l'inventeur, office de priorité, pays de résidence du déposant ;
par année de priorité, en pourcentages

	Pays de priorité		Pays de résidence de l'inventeur		Pays de résidence du déposant	
	1985	1994	1985	1994	1985	1994
Australie	0.00	0.01	1.13	0.71	1.07	0.65
Autriche	1.23	0.89	1.37	1.10	1.21	0.96
Belgique	0.46	0.60	0.92	1.22	0.79	0.88
Canada	0.00	0.00	0.98	1.10	0.88	0.98
République tchèque	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03
Danemark	0.49	0.63	0.54	0.72	0.51	0.71
Finlande	0.40	1.08	0.42	1.11	0.42	1.14
France	8.63	7.95	8.68	8.09	8.42	7.78
Allemagne	22.38	21.01	21.97	20.26	21.57	19.75
Grèce	0.01	0.04	0.02	0.05	0.01	0.04
Hongrie	0.00	0.00	0.27	0.07	0.27	0.05
Islande	0.11	0.10	0.01	0.02	0.00	0.00
Irlande	0.07	0.09	0.09	0.13	0.07	0.15
Italie	3.33	3.53	3.44	3.78	3.28	3.40
Japon	15.54	16.81	15.57	16.58	15.45	16.33
Corée	0.26	0.27	0.04	0.57	0.04	0.56
Luxembourg	0.22	0.04	0.08	0.04	0.19	0.10
Mexique	0.11	0.05	0.00	0.02	0.00	0.01
Pays-Bas	2.30	1.33	2.73	2.41	3.42	3.18
Nouvelle-Zélande	0.50	0.26	0.10	0.10	0.10	0.10
Norvège	1.07	0.68	0.30	0.29	0.29	0.31
Pologne	0.01	0.01	0.05	0.03	0.04	0.02
Portugal	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
Espagne	0.24	0.51	0.29	0.62	0.25	0.52
Suède	2.19	2.12	2.25	2.14	2.20	2.20
Suisse	3.09	2.40	3.54	2.77	4.06	3.44
Turquie	0.06	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00
Royaume-Uni	8.69	6.51	7.58	5.72	7.15	4.99
États-Unis	28.61	33.01	27.37	29.74	28.06	31.30
OCDE	100	100	100	100	100	100

Source : OCDE.

- L'écart moyen entre comptages par date de priorité et les comptages par date de demande est de 4 % en 1994 (si l'on se limite aux 18 pays totalisant plus de 100 demandes de brevet). Pour les délivrances, l'écart est de 25 % (écart entre comptage en prenant 1990 comme date de priorité et 1990 comme date de délivrance).
- Le cas des brevets délivrés par l'OEB à des inventeurs des États-Unis et de l'Allemagne illustre l'influence de la date choisie sur la comparaison entre pays. Calculée en prenant 1990 comme date de priorité, la part des États-Unis est la plus forte (24.2 %), alors que si l'on prend 1990 comme date de délivrance, les États-Unis sont dépassés par l'Allemagne (25.7 %), et passent en deuxième position (22.7 %).

Ces écarts s'expliquent de deux manières : les parts des différents pays par date de priorité fluctuent dans le temps et les délais entre les dates de priorité et de demande – ou de délivrance – différent d'un pays à l'autre. Si les pays européens effectuent le plus souvent leur demande de dépôt prioritaire auprès de l'OEB (les dates de priorité et de demande sont alors identiques), les États-Unis et l'Australie ont recours de manière intensive à la procédure PCT (d'où un intervalle de 30 mois au moins entre la demande de dépôt prioritaire auprès de l'office national et la demande auprès de l'OEB) ce qui n'est par contre pas le cas du Japon. Si le meilleur choix dans la plupart des cas est la date de priorité, cela soulève cependant le problème de la disponibilité des indicateurs en temps opportun.

IV. LES FAMILLES DE BREVETS

Compter les brevets nationaux : biais statistiques

La plupart des annuaires statistiques nationaux publient des comptages de brevets pris dans le pays concerné. Ainsi l'on compare le nombre des brevets pris auprès de l'office de propriété industrielle du pays A par des inventeurs du pays A, du pays B, etc. L'intérêt de cette approche est qu'elle permet de situer le poids relatif des différents pays d'invention sur un marché technologique national donné, ici le pays A. Puisque le brevet a une validité seulement nationale, toute technologie utilisée ou vendue dans le pays A doit y être protégée (au moins pour les pays d'une certaine taille), et les autorités nationales s'intéressent à cet aspect domestique de la concurrence technologique. Cependant cette approche est inadéquate pour comparer les performances technologiques entre pays : les performances des pays ne sont qu'imparfaitement reflétées dans leurs parts de brevets dans un pays donné.

En effet, les ressortissants du pays A prennent plus de brevets dans le pays A que les ressortissants d'autres pays relativement à leur activité inventive. Lorsqu'un inventeur découvre une nouvelle technique, il la brevète d'abord, en général, dans son propre pays, ce qui lui assure automatiquement une protection mondiale pour un an. Au bout d'une année, si il veut conserver cette protection internationale, il doit déposer des demandes de brevets dans les pays concernés (ceci peut être compliqué par l'usage de la procédure PCT, voir encadré 1). Il ne le fera que si son invention : *i*) a des perspectives commerciales internationales ; *ii*) a toujours l'air aussi prometteuse après un an que lors du dépôt initial. Le dépôt à l'étranger suppose donc deux conditions particulières, qui ne sont remplies que par une partie des brevets nationaux. En conséquence, les brevets pris dans le pays A par les résidents de ce pays et par les résidents d'autres pays ne sont pas comparables, les seconds remplissant certaines conditions qu'une partie des premiers ne remplissent pas. Cela s'appelle « l'avantage à domicile » et se traduit par une sur-représentation des résidents du pays A dans les brevets de ce pays. Ainsi la part des résidents américains dans les brevets délivrés par l'USPTO oscille entre 55 et 60 %, ou la part des résidents japonais dans les brevets demandés au JPO (*Japanese Patent Office*) est de l'ordre de 85 %.

Une seconde source de biais dans les statistiques nationales provient du fait que le brevet ne protège que sur un marché, et que les pays tiers peuvent être plus ou moins intéressés à se protéger sur un marché donné. Un facteur essentiel qui motive la protection est la stratégie commerciale : si l'on désire vendre le bien nouveau sur un marché donné, l'on doit s'y protéger. Sinon la protection est moins importante. En conséquence les dépôts internationaux de brevets sont influencés par les flux commerciaux. Les inventeurs coréens sont plus incités à se protéger au Japon (leur part dans les brevets pris par des non-résident japonais y était de 4.3 % en 1998) qu'en Allemagne (1.1 %) par exemple.

Afin de s'abstraire de ces biais dans les statistiques purement nationales l'on se tourne vers le dépôt international. Une solution est de comparer les pays selon le nombre de brevets qu'ils ont pris à l'étranger. Cette approche également soulève certains problèmes. En premier lieu elle aboutit à compter chaque invention plusieurs fois, en fait autant de fois que de pays dans lesquels elle a été déposée. Ainsi une invention protégée dans 100 pays comptera 50 fois plus qu'une invention protégée dans deux pays. En second lieu tous les pays de protection sont traités sur le même pied, quelle que soit leur taille.

L'indicateur que l'on cherche aurait idéalement les propriétés suivantes :

- Il sélectionnerait les brevets ayant un certain niveau de qualité.
- Il compterait équitablement les brevets quel que soit le pays d'invention.

L'indicateur qui répond le mieux à ces critères est le comptage des « familles de brevets ».

Compter les familles

Le brevet est un titre de propriété national, en ce sens qu'il protège l'invention seulement dans le pays où il a été délivré. Un inventeur qui souhaite une protection internationale est donc amené à déposer des demandes de brevets dans tous les pays où il veut être couvert.

On appelle « famille de brevets » un ensemble de brevets pris dans différents pays pour protéger une même invention. Une famille, dans sa forme la plus simple, rassemble un « brevet de priorité » et les « brevets dérivés ». Le brevet de priorité est le premier brevet qui ait été demandé pour couvrir l'invention, en général dans le pays d'invention. Les brevets dérivés sont demandés un an après la priorité, dans d'autres pays, afin d'élargir la couverture géographique de la protection.

Les avantages de la famille pour la statistique :

- La *comparabilité internationale* des indicateurs basés sur les brevets est améliorée. Comme seuls sont inclus dans la famille les brevets qui ont été demandés dans un même ensemble de pays, l'*avantage à domicile* ainsi que l'influence de la localisation géographique sur la demande disparaissent.
- La famille présente une *sélection de brevets à forte valeur* (la valeur d'un brevet peut se définir par la contribution que l'invention protégée apporte à l'économie, sur un plan technologique comme sur un plan économique). Ainsi, des dépenses supplémentaires, inhérentes à l'extension du brevet dans d'autres pays, ne seront engagées par le déposant que si l'opération lui semble rentable, eu égard à la probabilité de délivrance du brevet ainsi qu'à l'espérance de gains issus du brevet (ventes de produits ou de licences dans les pays désignés).

Le comptage des familles de brevets est conditionné par un certain nombre de choix méthodologiques :

- *Extension géographique* : il existe plus de 100 instituts nationaux de propriété industrielle dans le monde, sans compter les institutions régionales (tel l'OEB en Europe). Quelle liste d'instituts va-t-on considérer pour la constitution des familles ? en d'autres termes, dans quels instituts une invention doit-elle être brevetée pour être considérée comme une famille ? Le choix le plus immédiat est celui de la « triade ». On appelle « famille triadique » une famille ayant à la fois un membre en Europe, un membre au Japon et un membre aux États-Unis.
- *Définir la famille* : par rapport au schéma précédent de la famille, composée d'un brevet priorité et de brevets dérivés, la réalité est parfois plus complexe. D'abord, plusieurs brevets déposés dans un pays peuvent être

regroupés en un seul brevet dans un autre pays. Ce cas de multi-priorité est particulièrement fréquent pour les brevets japonais. On a souvent de cinq jusqu'à 30 brevets japonais cités comme priorités d'un seul brevet européen ou américain. Plus encore, il peut y avoir des « priorités imbriquées ». Le problème est qu'un même brevet peut être cité comme priorité dans deux ou plusieurs brevets dérivés. Ainsi certaines familles de brevets sont imbriquées, ce qui pose le problème de savoir où mettre la frontière entre elles. Le choix a été opéré ici de définir la famille comme l'ensemble des brevets partageant une ou plusieurs priorités. Ainsi, dès

Tableau 3. Familles de brevets triadiques (déposées à l'OEB, au JPO et à l'USPTO)
Par année de priorité et par pays d'invention

	Nombre de familles		Part dans le total mondial	
	1990	1995	1990	1995
Australie	135	148	0.43	0.46
Autriche	159	194	0.51	0.60
Belgique	205	319	0.66	0.99
Canada	242	345	0.77	1.08
République tchèque	7	3	0.02	0.01
Danemark	98	160	0.31	0.50
Finlande	134	253	0.43	0.79
France	1 894	1 775	6.05	5.54
Allemagne	3 918	4 267	12.51	13.31
Grèce	3	1	0.01	0.00
Hongrie	29	15	0.09	0.05
Islande	1	6	0.00	0.02
Irlande	27	20	0.09	0.06
Italie	622	557	1.99	1.74
Japon	9 699	8 601	30.97	26.83
Corée	62	313	0.20	0.98
Luxembourg	18	11	0.06	0.03
Mexique	7	11	0.02	0.03
Pays-Bas	687	719	2.19	2.24
Nouvelle-Zélande	8	13	0.03	0.04
Norvège	41	79	0.13	0.25
Pologne	4	3	0.01	0.01
Portugal	1	2	0.00	0.01
République slovaque	0	2	0.00	0.01
Espagne	70	86	0.22	0.27
Suède	383	649	1.22	2.03
Suisse	769	693	2.46	2.16
Turquie	1	1	0.00	0.00
Royaume-Uni	1 355	1 303	4.33	4.06
États-Unis	10 503	11 162	33.54	34.81
Union européenne	9 574	10 316	30.57	32.17
Total OCDE	31 083	31 711	99.27	98.90
Monde	31 312	32 064	100.00	100.00

Source : OCDE, base de données de brevets.

lors que deux ensembles de brevets sont « imbriqués » au sens précédent, on les considère comme constituant une seule famille (ce même méthode est utilisée pour la base de données « Inpadoc » maintenue par l'OEB). La famille sera alors composée d'un ensemble de brevets de priorité et de leurs brevets dérivés dans les pays de la triade.

Le tableau 3 rapporte le nombre de familles de brevets triadiques par pays d'invention pour les années de priorité 1990 et 1995, calculées selon les règles précédentes.

V. CONCLUSION

Les indicateurs de brevets sont extrêmement utiles pour comparer les performances technologiques des pays et suivre leur évolution. Elles doivent cependant être élaborées selon certaines règles méthodologiques si l'on veut éviter certains biais statistiques. Les propositions présentées dans cet article, concernant les familles, les années de priorité et les pays d'invention vont dans ce sens. Des travaux sont en cours ou vont être engagés afin d'avancer plus encore dans cette voie. Il s'agit notamment de produire des estimations des familles en cours de constitution, afin d'avoir des statistiques plus actualisées (les délais actuels de disponibilité est de l'ordre de cinq ans, du fait des PCT et des procédures de délivrance de l'USPTO) ; il s'agit aussi de mieux faire correspondre les indicateurs de brevets avec ceux de l'activité des entreprises (par une table de passage entre les nomenclatures technologiques de brevets et les nomenclature d'activité industrielle) ; il s'agit enfin de mieux prendre en compte la valeur des brevets dans les indicateurs, en utilisant des informations supplémentaires telles les citations, les revendications ou le renouvellement des brevets.

RÉFÉRENCES

Guellec, D. et B. van Pottelsberghe (2001),

« Patents and the Internationalisation of R&D », *Research Policy*, à paraître.

OCDE (1994),

« La mesure des activités scientifiques et technologiques. Les données sur les brevets d'invention et leur utilisation comme indicateurs de la science et de la technologie : Manuel brevet 1994 », OCDE, Paris.

AMÉLIORER LA MESURE DES AIDES PUBLIQUES A LA TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE

Table des matières

I. Introduction	162
II. Mesures classiques des aides publiques à la technologie industrielle.....	163
III. L'étude pilote.....	168
IV. Impact d'une prise en compte plus large des incitations financières	176
V. Identification des deux principales catégories de financement du secteur des entreprises	182
VI. Concordance des paiements et des recettes.....	185
VII. Financement de la technologie industrielle par le biais de l'infrastructure de S-T	186
VIII. Effet de l'inclusion des activités de S-T connexes	188
IX. Rôle des administrations provinciales dans le financement de la technologie industrielle.....	191
X. Prochaines étapes.....	193
Notes	195
<i>Annexe 1. Principes directeurs à l'intention des pays participant à l'étude pilote relativement au financement public de la technologie industrielle</i>	<i>196</i>
<i>Annexe 2. Royaume-Uni : objectifs primaires des mécanismes de financement public</i>	<i>198</i>
Références	199

Cet article a été rédigé par Alison Young, anciennement de la Division des analyses économiques et des statistiques de la direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE.

I. INTRODUCTION

Les pays de l'OCDE cherchent de plus en plus à apporter à leurs lignes d'action des réformes cohérentes et de vaste portée afin d'accroître l'apport de la technologie à la croissance, à la productivité et à l'emploi. En 1998, l'OCDE publiait un rapport intitulé *Technologie, productivité et création d'emplois – politiques exemplaires* (OCDE, 1998a), qui visait deux objectifs : i) mettre en relief les rôles qu'il appartient aux pouvoirs publics de jouer pour gérer les relations entre la technologie, la productivité et la création d'emplois dans un environnement caractérisé par la mondialisation croissante, l'émergence d'une économie fondée sur le savoir, le caractère systémique du progrès technique, le changement des modes de financement public et l'évolution des stratégies d'innovation des entreprises ; et ii) évaluer les politiques d'innovation et de diffusion de la technologie dans les pays de l'OCDE afin d'identifier les « pratiques exemplaires » et de présenter des recommandations pour les différents pays.

Dans le cadre de ce projet, il a été décidé de réunir un nouvel ensemble de données comparables à l'échelle internationale sur l'ensemble de l'aide publique à la technologie industrielle afin de connaître les stratégies adoptées par les différents pays et de disposer d'un cadre d'analyse des pratiques exemplaires dans certains secteurs. L'étude visait à couvrir le champ le plus vaste possible, en élargissant le cadre de nombreux rapports par pays sur les mesures adoptées récemment pour soutenir le développement de nouvelles technologies dans le segment restreint de la haute technologie, de manière à englober des programmes et des institutions existant depuis plus longtemps ainsi que des lignes d'action ayant des effets secondaires importants sur la technologie industrielle. De même, on s'est efforcé de prendre en compte une gamme complète d'instruments financiers, dont certains ne sont habituellement pas inclus dans les données sur la R-D. L'ensemble de données recherché comporterait trois volets principaux : incitations financières ; marchés et contrats à but spécialisé, etc. ; infrastructure de S-T et diffusion.

Les données requises pour analyser de la sorte le financement ne pouvaient pas être facilement tirées des sources habituelles de l'OCDE. Des séries statistiques ont cependant pu être obtenues grâce à une étude pilote portant sur dix pays de l'OCDE, dont six pays appartenant au G7 (États-Unis, Japon, Allemagne, Royaume-Uni, France, Canada) et quatre petits pays (Australie, Finlande, Mexique

et Pays-Bas). Les données utilisées couvrait la période 1989-95 et avaient été mises à jour en 1997 pour la publication du *Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie – 1999* (OCDE, 1999). La dernière partie de l'étude a bénéficié du concours de Statistique Canada.

Le présent article rend compte des principaux résultats du projet et fait ressortir les enseignements qui peuvent être tirés du nouvel ensemble de données, par comparaison avec les indicateurs traditionnels.

II. MESURES CLASSIQUES DES AIDES PUBLIQUES A LA TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE

Les données provenant de la base de données régulières de R-D de l'OCDE fournissent deux modes d'identification et de comparaison des aides publiques à la technologie industrielle :

- R-D du secteur des entreprises financée par l'État.
- Crédits budgétaires publics de R-D destinés principalement au développement industriel.

Chacun permet d'obtenir un tableau différent, quoique partiel, des aides publiques.

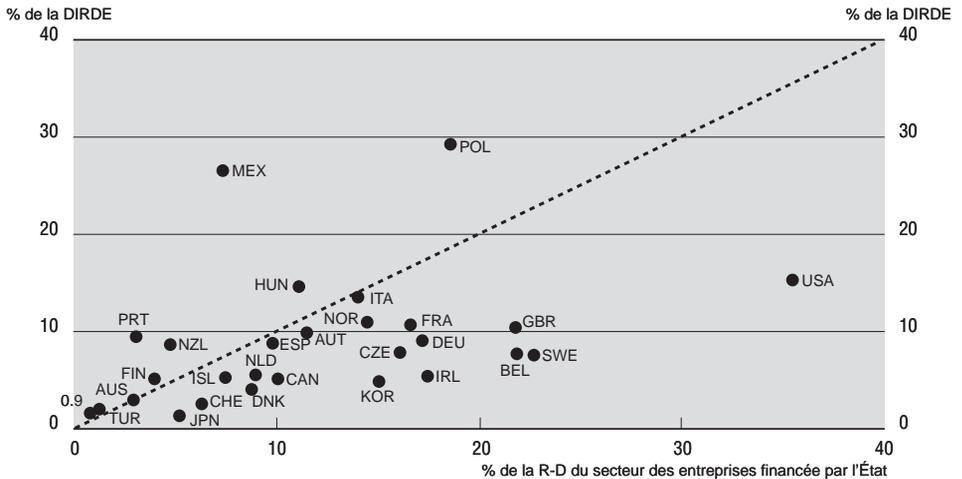
R-D du secteur des entreprises financée par l'État

La première série de données mesure la part de la R-D du secteur des entreprises financée par l'État. Elle est fondée sur les montants que les entreprises industrielles et les instituts de R-D commerciaux déclarent avoir reçus de tous les niveaux d'administration et qui ont été affectés à la R-D.

La méthode classique de comparaison entre pays consiste à établir le pourcentage que représentent ces montants par rapport au total des dépenses intérieures de R-D du secteur des entreprises (DIRDE). La figure 1 indique les parts respectives de la DIRDE par rapport au pourcentage total de R-D du secteur des entreprises financée par l'État. Les données correspondantes sont présentées au tableau 1. Dans la plupart des pays de l'OCDE, la part de la R-D industrielle financée par l'État s'établit à 10 % ou moins. Elle est légèrement plus élevée aux États-Unis, au Royaume-Uni, en France, en Italie, en Norvège et en Hongrie, et largement supérieure au Mexique et en Pologne. C'est aux États-Unis que le coût pour l'État, exprimé en pourcentage du total des fonds de R-D, est le plus élevé (figure 2).

La part de la R-D du secteur des entreprises financée par l'État a chuté rapidement aux États-Unis et dans les pays de l'Union européenne et s'est

Figure 1. R-D du secteur des entreprises financée par l'État



Source : Statistiques de base de la science et de la technologie – 2000 (OCDE, publication annuelle).

légèrement accrue au Japon, où elle était très faible. Dans les trois cas, l'évolution des pourcentages s'explique par les changements du niveau de la DIRDE financée par l'État, à prix constants. On note aussi une augmentation dans quelques pays, notamment en Australie et en Finlande (tableau 1). Une diminution générale du coût pour l'État de ces transferts, mesuré en pourcentage du total des fonds publics de R-D, est également intervenue. Cette diminution est cependant moins prononcée et concerne un petit nombre de pays.

Cet indicateur révèle que l'aide publique a diminué mais n'explique pas les raisons de cette diminution. Pour certains pays, les données recueillies par l'OCDE sur les dépenses de R-D dans le domaine de la défense sont réparties par secteur d'exécution et par bailleur de fonds. Comme l'illustre la figure 3, la R-D militaire a été le principal bénéficiaire des fonds publics aux États-Unis, en France et au Royaume-Uni. Cependant, le financement de la R-D civile par l'État a aussi reculé par rapport à la DIRDE et a enregistré une légère baisse, à prix constants.

La R-D du secteur des entreprises financée par l'État est inférieure à l'ensemble des aides publiques à la technologie industrielle car elle n'inclut pas tous les instruments financiers à la disposition des pouvoirs publics, notamment les incitations fiscales et certaines catégories de prêts, et ne couvre pas la R-D exécutée dans d'autres secteurs et financée par l'État dans le but d'aider l'industrie.

Tableau I. R-D du secteur des entreprises financée par l'État

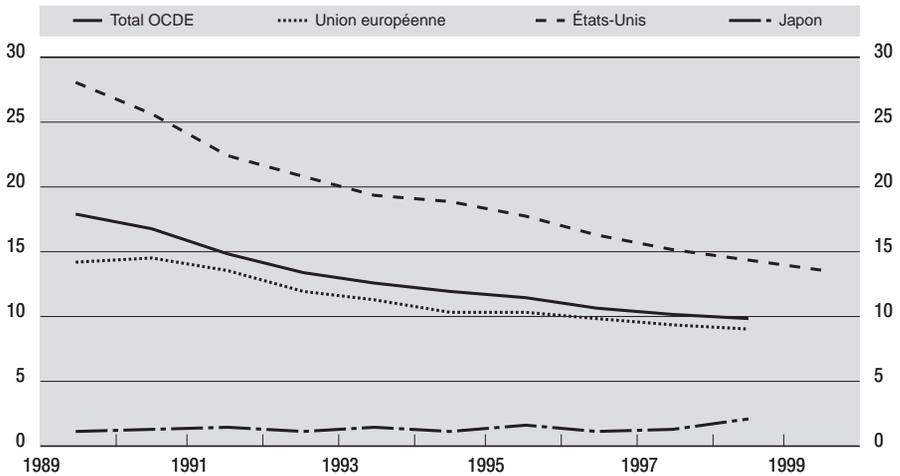
	En millions monnaie nationale	En USD millions en PPA et à prix constants		DIRDE		R-D financée par l'État	
	1998	1989	1998	1989	1998	1989	1998
Australie	122.9	47.1	92.9	2.7	3.1	..	2.9
Autriche	..	66.8	..	5.6	..	7.6	..
Belgique (1997)	8 712.3	195.0	231.3	8.9	7.6	18.5	21.9
Canada	473.0	461.7	392.3	10.1	5.3	12.1	10.3
République tchèque	1 207.8	..	86.2	..	8.2	..	14.3
Danemark	646.6	104.4	72.3	11.7	4.2	14.1	9.0
Finlande	591.2	34.2	96.1	3.1	4.4	5.4	9.9
France	10 396.5	2 950.7	1 552.1	19.3	9.0	24.1	15.0
Allemagne	5 100.0	3 096.8	2 456.1	11.0	8.6	23.5	17.3
Grèce (1997)	769.4	9.0	3.3	8.6	1.8	2.8	0.9
Hongrie	2 479.4	..	25.3	..	9.4	..	6.4
Islande	215.9	1.2	2.6	10.9	5.0	3.2	3.3
Irlande (1997)	28.3	15.3	41.7	6.9	5.3	11.8	17.5
Italie	1 503 371.0	1 257.8	876.0	16.3	13.3	19.4	14.0
Japon	223 274.0	647.3	1 325.1	1.2	2.1	4.7	7.6
Corée (1997)	423 374.0	..	642.2	..	4.8	..	15.2
Mexique (1997)	569.2	..	125.1	..	26.4	..	7.3
Pays-Bas	357.0	362.1	167.5	10.6	4.4	15.0	6.2
Nouvelle-Zélande (1997)	27.1	9.9	18.0	6.5	8.7	3.2	4.7
Norvège (1997)	1 135.3	163.2	118.4	19.6	11.0	21.8	14.5
Pologne	447.4	..	271.0	..	26.9	..	18.9
Portugal (1997)	2 429.2	..	19.2	..	9.4	..	3.1
Espagne	26 833.0	258.4	203.4	11.8	6.6	14.2	8.8
Suède (1997)	3 826.5	396.3	383.1	12.6	7.6	21.7	22.7
Suisse (1996)	130.0	59.6	64.3	1.6	2.4	5.2	6.3
Turquie (1997)	932 978.0	..	12.9	..	2.0	..	1.2
Royaume-Uni	1 190.0	2 561.1	1 662.3	17.2	11.6	32.5	24.6
États-Unis	24 164.0	33 659.9	23 010.4	28.0	14.3	43.6	34.8

Source : Statistiques de base de la science et de la technologie – 2000 (OCDE, publication annuelle).

CBPRD destinés au développement industriel

L'autre méthode de mesure des dépenses de R-D consiste à identifier les sources de financement de la R-D. Dans le système OCDE/Eurostat, cette méthode, appliquée seulement à la R-D financée par l'administration centrale (fédérale), repose sur les données extraites des budgets. Le montant total du financement public obtenu par cette méthode est désigné sous le terme crédits budgétaires publics de R-D, ou CBPRD. Les séries obtenues sont moins précises que les données fondées sur les déclarations des exécutants mais sont plus

Figure 2. **Évaluation de la part de la R-D du secteur des entreprises financée par l'État**



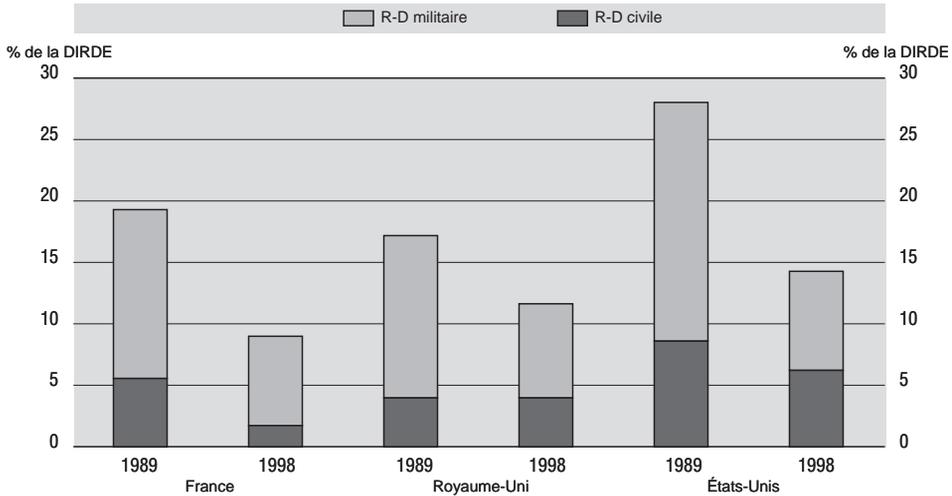
Source : Principaux indicateurs de la science et de la technologie (base de données MSTI) 2000-2 (OCDE, publication semestrielle).

actualisées et comme elles sont établies à partir du budget, peuvent être rattachées aux domaines d'action des pouvoirs publics au moyen d'une classification par objectif ou par cible. Le système de l'OCDE distingue 12 objectifs, dont l'un consiste à favoriser le développement industriel, de la manière définie dans l'encadré 1.

Les CBPRD affectés au développement industriel couvrent non seulement les programmes de R-D exécutés par l'industrie mais également la R-D exécutée par l'État, l'enseignement supérieur et les institutions privées sans but lucratif, et à l'étranger. L'OCDE a aussi tenté de recueillir des données sur les CBPRD par secteur de finalité principale mais le taux de réponse des pays est très faible.

Les pouvoirs publics des pays du G7 consacrent une faible part de leur budget de R-D à cet objectif et les sommes sont infimes comparativement à celles que l'industrie consacre à la R-D, notamment au Royaume-Uni, aux États-Unis et au Japon (figure 4). Les parts de CBPRD se rapportant à cet objectif sont plus élevées qu'ailleurs en Irlande et en Finlande et les montants les plus importants (comparativement à la R-D financée par l'industrie) ont été enregistrés au Portugal, en Grèce, en Espagne et en Nouvelle-Zélande.

Figure 3. R-D du secteur des entreprises financée par l'État, en pourcentage de la DIRDE – activités civiles et militaires



Source : Base de données de R-D de l'OCDE, février 2001 ; NSF (publication annuelle).

Au début des années 90, l'importance prise par cet objectif a diminué dans les pays de l'Union européenne mais a connu une très légère augmentation aux États-Unis. En 1997, elle a soudainement augmenté au Japon. Ces évolutions correspondent à celles du financement à prix constants. La baisse de la part rattachée à cet objectif a été marquée en France, en Italie et au Royaume-Uni mais non en Allemagne, où le financement à prix constants a légèrement augmenté. Le financement et la part des CBPRD ont augmenté dans plusieurs pays, dont la Finlande (tableau 2).

La mesure des CBPRD destinés au développement industriel permet d'établir, du point de vue de l'action des pouvoirs publics, le montant des fonds publics alloués à la R-D dans le but principal d'appuyer l'industrie, que ces fonds soient versés aux entreprises ou que les travaux soient exécutés dans d'autres secteurs (figure 5). Le tableau obtenu est incomplet, car les données sur les CBPRD concernent en général les administrations fédérales/centrales seulement, et, comme la DIRDE financée par l'État, ne couvrent pas tous les types d'instruments financiers. En outre, ces séries ne couvrent que les programmes ayant le développement industriel pour objectif principal. L'étude pilote a révélé que plusieurs programmes classés en fonction d'autres objectifs visaient aussi à aider l'industrie.

Encadré I. Promotion du développement industriel (catégorie de CBPRD)

« Ce groupe comprend les programmes ayant pour principal objectif de promouvoir le développement de l'industrie. Il couvre, pour l'essentiel, les programmes de R-D en faveur des activités manufacturières (CITI Rév.3, divisions 15-37), mais comprend aussi la R-D en faveur de la construction (CITI Rév.3, division 45), du commerce de gros et de détail, des hôtels et restaurants (CITI Rév.3, divisions 50-52 et 55), des banques, assurances et autres services commerciaux (CITI Rév.3, divisions 65-67 et 70-74) ou en faveur de l'industrie en général. Il n'englobe pas les travaux de R-D exécutés par l'industrie (principalement financés sur fonds publics) à l'appui d'autres objectifs – par exemple dans le domaine de l'espace, de la défense, des transports et télécommunications – bien que ceux-ci aient manifestement un effet secondaire important sur le développement des industries en cause. Si la R-D vise à étayer un projet communautaire, elle devrait être exclue de ce groupe et prise en compte au titre de l'objectif approprié. Par exemple, la mise au point d'un nouveau type de matériel roulant dans le cadre de la réorganisation des chemins de fer nationaux devrait être classée sous la rubrique "Transports". Les travaux d'adaptation d'un matériel roulant analogue à des fins de vente à l'exportation devraient figurer sous la présente rubrique. De la même manière, la R-D visant à promouvoir le tourisme en tant qu'activité culturelle devrait figurer sous la rubrique décrite à la section 8.7.4.7, mais la R-D principalement destinée à améliorer les perspectives commerciales de l'industrie hôtelière et du tourisme devrait figurer sous la présente rubrique. »

Source : OCDE (1994).

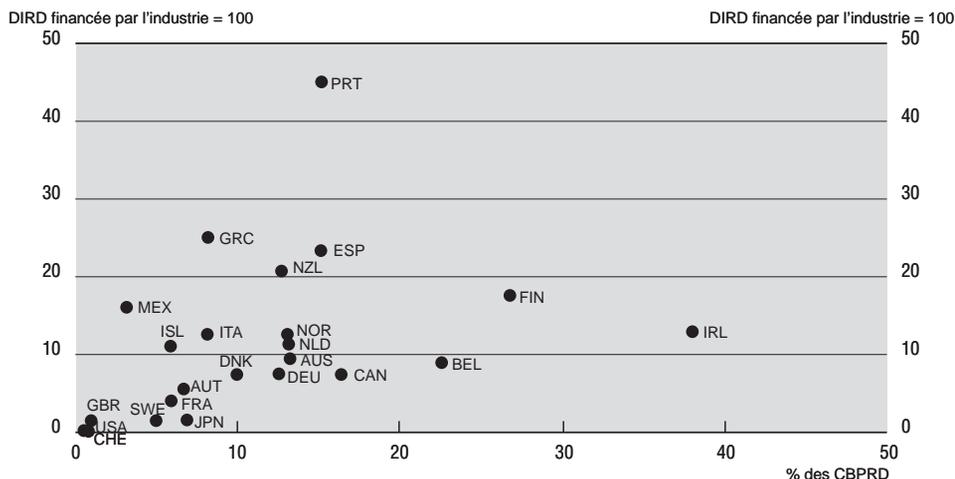
III. L'ÉTUDE PILOTE

Caractéristiques et sources des données de l'étude pilote

L'étude pilote a recensé trois catégories principales de soutien à la technologie industrielle. La première catégorie comprend l'ensemble des programmes ayant pour objectif d'encourager les entreprises industrielles à mener des activités de R-D (ou d'autres activités d'innovation) en en réduisant le coût au moyen de subventions, de prêts, d'incitations fiscales, etc. Dans la deuxième catégorie entrent les paiements effectués par l'État aux entreprises industrielles pour l'exécution d'activités de R-D destinées à répondre aux besoins publics, notamment dans les domaines de la défense et de l'espace. La troisième catégorie est celle

Figure 4. **Financement de la R-D ayant le développement industriel pour objectif principal, 1998 ou année la plus récente**

Pourcentage des CBPRD et comparaison avec le total de la R-D financée par le secteur des entreprises



Source : Statistiques de base de la science et de la technologie – 2000 (OCDE, publication annuelle).

des divers dispositifs par lesquels les pouvoirs publics peuvent aider les entreprises sans leur transférer des fonds proprement dits, c'est-à-dire en finançant les activités de R-D axées sur le développement industriel conduites dans des instituts et universités, en encourageant la recherche technologique dans des établissements universitaires et assimilés, et en finançant d'autres programmes à l'appui des étapes post-R-D du processus d'innovation ou des programmes de diffusion et de vulgarisation. Chaque volet principal a à son tour été subdivisé (encadré 2).

La réalisation de cette étude pilote a nécessité une collaboration étroite entre le Secrétariat de l'OCDE et les experts nationaux afin de combiner les séries concernant l'industrie extraites des tableaux fournis dans le cadre de l'enquête régulière de l'OCDE relative à la R-D, les données sur les programmes de RDI (recherche-développement et innovation) provenant de l'ancienne base de données de l'OCDE sur les aides publiques à l'industrie manufacturière, ou base de données PSI (encadré 3), et d'autres données pertinentes fournies par les différents pays (les principes directeurs communiqués aux pays sont reproduits à l'annexe 1).

Tableau 2. CBPRD ayant le développement industriel pour objectif principal

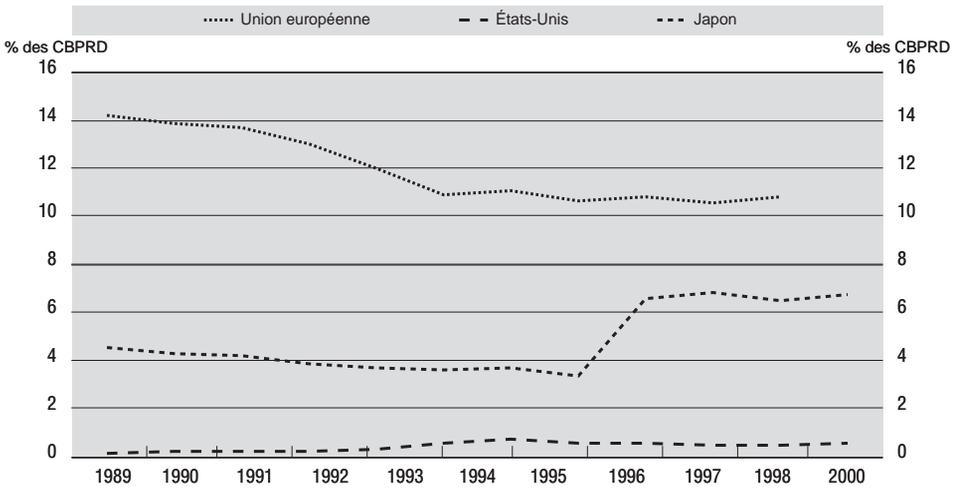
	En millions monnaie nationale	En USD millions en PPA et à prix constants		Part des CBPRD		R-D financée par les entreprises = 100	
		1989	1999	1989	1999	1989	1998
Australie (1998)	434.1	208.5	328.1	12.2	13.1	..	11
Autriche	924.7	71.9	64.5	8.4	5.5	7	6
Belgique	13 215.7	207.7	342.2	18.9	23.6	10	9
Canada (1998)	523.0	394.2	433.7	11.3	16.3	11	7
République tchèque	..	..	..	..	..	..	..
Danemark	843.5	129.6	91.8	15.5	9.6	17	7
Finlande	2 387.9	209.2	385.5	28.2	31.5	19	16
France	5 234.0	1 964.2	778.5	13.3	6.2	18	5
Allemagne	4 052.0	1 846.9	1 934.3	12.8	12.7	7	7
Grèce	8 752.0	39.7	34.8	12.3	8.0	44	25
Hongrie	..	..	..	..	..	..	..
Islande	449.3	..	5.1	..	6.8	..	10
Irlande	60.1	43.2	80.7	30.0	29.8	20	13
Italie (1998)	963 849.0	1 178.4	561.6	15.2	8.1	19	10
Japon	205 485.0	523.4	1230.3	4.6	6.5	1	2
Corée	..	..	..	..	..	..	..
Mexique (1998)	274.9	..	52.3	..	3.1	..	16
Pays-Bas	906.8	529.3	420.0	19.3	14.1	17	11
Nouvelle-Zélande (1997)	70.8	38.0	47.1	13.0	12.6	24	21
Norvège	1 113.2	118.7	109.7	16.4	12.4	18	13
Pologne	..	..	..	..	..	..	..
Portugal	22 240.4	60.5	164.5	17.7	17.2	..	45
Espagne	101 955.1	446.8	749.2	17.7	18.4	24	19
Suède	612.0	79.6	60.2	4.1	4.0	3	2
Suisse (1998)	15.0	28.6	7.4	4.9	0.6	1	0
Turquie	..	..	..	..	..	..	..
Royaume-Uni	87.5	881.5	119.3	9.7	1.5	8	1
États-Unis	401.0	150.9	376.4	0.2	0.5	0	0
Commission européenne	826.4	776.5	868.8	47.3	33.8	..	..

Source : Statistiques de base de la science et de la technologie – 2000 (OCDE, publication annuelle).

Cinq pays (l'Australie, le Canada, la Finlande, le Mexique et les Pays-Bas) ont remis des réponses complètes, lesquelles ont été utilisées après avoir été préalablement examinées et ajustées. Le Secrétariat a préparé les tableaux intéressant la France, l'Allemagne, le Japon, le Royaume-Uni et les États-Unis avec l'aide des pays concernés.

En dépit de ces efforts, la comparabilité internationale et chronologique des résultats de l'étude pilote restait approximative, pour plusieurs raisons. Premièrement, les principes directeurs relatifs à la notification, qui étaient fondées sur le *Manuel de Frascat* (OCDE, 1994) et sur les catégories et les définitions contenues dans la publication *Subventions à l'industrie : manuel de notification* (OCDE, 1995),

Figure 5. Évolution de la part des CBPRD ayant le développement industriel pour objectif primaire



Source : Statistiques de base de la science et de la technologie – 2000 (OCDE, publication annuelle) ; base de données de R-D de l'OCDE.

Encadré 2. Principales catégories d'aide des pouvoirs publics à la technologie industrielle

A. Incitations financières

1. Incitations fiscales
2. Subventions, etc.
3. Autres incitations financières

B. Contrats et marchés

1. Défense
2. Espace
3. Autres contrats et marchés

C. Soutien par le biais de l'infrastructure de S-T

1. Instituts
2. Établissements universitaires
3. Diffusion, etc.

Encadré 3. Données de RDI contenues dans la base de données de l'OCDE sur les aides publiques à l'industrie manufacturière (base de données PSI)

La base de données PSI a été créée pour assurer la transparence et améliorer la comparaison internationale des mesures relatives aux aides à l'industrie des pays de l'OCDE. La méthodologie utilisée est présentée dans le document *Subventions à l'industrie : manuel de notification* (OCDE, 1995). Les travaux ont été entrepris sous les auspices du Groupe de travail sur les aides publiques à l'industrie, dont les membres ont fourni les données, et la base a été administrée par la Division de l'industrie de la direction de la science, de la technologie et de l'industrie de l'OCDE. Ils visaient principalement à examiner les subventions à l'industrie, définies comme les « mesures spécifiques de soutien financier direct et indirect appliquées par une administration centrale ou infranationale en faveur de l'industrie manufacturière et se traduisant par un coût net pour l'État. »

Les pouvoirs publics devaient en principe fournir un ensemble d'informations, notamment des données relatives au financement net et au financement brut de chaque programme (couvrant une liste exhaustive d'instruments financiers) désigné comme étant une mesure de subventions, certaines ayant la RDI pour objectif primaire ou secondaire, ou un vecteur d'aide. Après discussion (ou réunions de synthèse) avec le groupe de travail, les pouvoirs publics pouvaient accepter d'ajouter d'autres programmes susceptibles d'être considérés comme des subventions ou de fournir des informations à des fins de transparence sans accepter pour autant que ces programmes soient intégrés à la base de données. Pour obtenir un tableau plus complet du financement de la R-D, il était aussi demandé aux pouvoirs publics de notifier le financement sous forme de contrats et de marchés de RDI dans les domaines de la défense et de l'espace ainsi que l'aide aux centres de R-D appliquée au service du secteur des entreprises, appelés *institutions intermédiaires de R-D*. Les données concernant les programmes de financement individuels étaient confidentielles, tout comme les informations supplémentaires sur l'aide accordée par le biais des contrats et marchés et des institutions.

Les données recueillies couvrent la période 1989-93. Le Groupe de travail est convenu de procéder à une mise à jour spéciale des séries concernant la RDI jusqu'à 1995 pour le projet *Technologie, productivité et création d'emplois*. Les données ont été analysées dans un numéro spécial de la présente publication (Pretschker, 1998) et dans une publication de l'OCDE (OCDE, 1998b). A la fin de 1998, le Groupe de travail a été dissout et la base de données a été fermée.

manquaient de cohérence (Pretschker et Young, 1998) et se sont donc révélés difficiles à mettre en application¹. Par exemple, la base de données PSI couvre seulement l'aide à l'industrie manufacturière alors que la définition du développement industriel fournie dans le *Manuel de Frascati* couvre aussi les services.

D'autre part, d'après le *Manuel de Frascati*, les données couvrent seulement l'aide à la R-D alors que la base de données PSI englobe l'aide à l'innovation. Deuxièmement, d'importantes spécificités nationales caractérisent les institutions et les mécanismes de R-D, et s'insèrent difficilement dans le cadre statistique envisagé. Troisièmement, même si l'aide à la R-D est clairement définie en théorie, il reste que dans la pratique, le choix des programmes concernés comporte toujours une part de subjectivité à caractère politique qui peut varier selon les pays, les experts et la période. On trouvera à l'encadré 4 une comparaison entre le champ que l'étude pilote se proposait de couvrir et les principales sources d'information utilisées.

Résumé des résultats de l'étude pilote

La structure du soutien varie beaucoup d'un pays à l'autre (tableau 3). Aux États-Unis, l'aide fédérale à la technologie industrielle va presque entièrement aux entreprises, la plus grosse partie étant absorbée par les marchés et contrats à but spécialisé. Un schéma similaire prévaut en France et au Royaume-Uni. En Finlande, les dépenses publique prennent surtout la forme d'incitations financières et d'aide à l'infrastructure de S-T, et le soutien par le biais de contrats et de marchés est très faible. Au Canada, les incitations financières constituent la catégorie la plus importante, les marchés et contrats à but spécialisé venant en deuxième position. En Allemagne et aux Pays-Bas, les financements sont répartis de manière à peu près égale entre les trois catégories. En Australie, au Japon et au Mexique, le soutien apporté par le biais de l'infrastructure de S-T est la catégorie la plus importante.

Une comparaison des sommes en jeu avec le PIB industriel permet de situer les choses dans leur contexte national sans faire de comparaisons précises que ne saurait justifier la qualité des données. La figure 6 montre que la Finlande consacre la part proportionnellement la plus élevée des dépenses au soutien de la technologie industrielle, suivie des États-Unis et de la France. Le pays qui dépense le moins est le Mexique, loin derrière le Japon, qui se classe à l'avant-dernier rang.

Comme on pouvait s'y attendre, la différence entre le niveau du financement de la R-D à but spécialisé en France, au Royaume-Uni et aux États-Unis, et celui observé dans les autres pays tient principalement à la somme d'activités de R-D liée à la défense². Dans le modèle des aides à la technologie industrielle, la R-D spatiale couvre à la fois les contrats passés directement à l'industrie et les contrats émanant de l'Agence spatiale européenne (les paiements ASE étant habituellement utilisés comme valeur approximative). C'est en France que ces fonds sont les plus importants. Il a été malaisé d'identifier les composantes de la catégorie « autres contrats » d'après les sources existantes. Aux États-Unis, comme dans plusieurs autres pays, cette catégorie est représentée par les

Encadré 4. Champ couvert par les quatre méthodes de mesure des aides publiques à la R-D industrielle

	Financement de la technologie industrielle	Données de R-D base PSI	CBPRD destinés au développement industriel	DIRDE financée par l'État
Notification de la R-D/RDI État	Bailleurs de fonds de la RDI Administration fédérale + État	Bailleurs de fonds de la R-D Administration fédérale + État	Bailleurs de fonds de la R-D Administration fédérale + État (MO)	Exécutant de la R-D Tous les niveaux
Composantes des :				
Inciations financières				
Inciations fiscales	Notifié séparément	Notifiée séparément	MO	
Subventions, etc.	Notifié séparément	Notifiée séparément	Inclus	Incluse
Prêt ordinaire, etc.	Notifié séparément	Notifiée séparément		
Contrats				
Défense	Notifié séparément	Notifiée séparément		Notifiée séparément dans certains cas
Espace (national)	Notifié séparément	Notifiée séparément		Incluse
ASE	Notifié séparément	Notifiée séparément		
Autres	Notifié séparément		Faible part incluse	Incluse
Infrastructure S-T				
Institutions de R-D industrielle	Notifié séparément	Notifiée séparément	Incluse	Faible part incluse Notifiée séparément dans certains cas
Recherche technologique universitaire	Notifié séparément		**	
Autres	Notifié séparément			

Légende : Incluse : incluse mais non ventilée ; MO = option du *Manuel de Frascati* mais non recueillie par l'OCDE.

** Peuvent provenir d'une MO d'Eurostat (progress général des connaissances).

Source : Eurostat, 1994 ; OCDE, 1994 ; OCDE, 1995.

Tableau 3. Estimation de l'aide totale à la technologie industrielle par type d'aide : répartition en pourcentage

	Australie	Canada	Finlande	France	Allemagne	Japon	Mexique	Pays-Bas	Royaume-Uni	États-Unis
	1996	1995	1997	1995	1997	1995	1996	1997	1996	1996
Incitations fiscales	15	45	0	9	0	3	0	23	0	3
Subventions	14	10	43	15	25	2	4	8	4	16
Autres	0	0	2	0	0	2	5	0	0	0
Incitations financières (total)	29	55	45	24	25	7	9	32	4	19
Défense	13	4	0	36	24	13	..	6	58	63
Espace	0	9	7	20	9	12	..	12	6	8
Autres	0	14	0	3	2	17	..	7	10	7
Contrats (total)	14	28	7	59	35	42	..	25	73	79
Institutions	48	9	36	1	14	19	12	10	2	1
Établissements universitaires	11	8	13	17	25	32	79	33	15	2
Autres	0	0	0	0	1	0	..	1	5	0
Infrastructure S-T (total)	59	17	49	18	40	51	91	43	23	2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

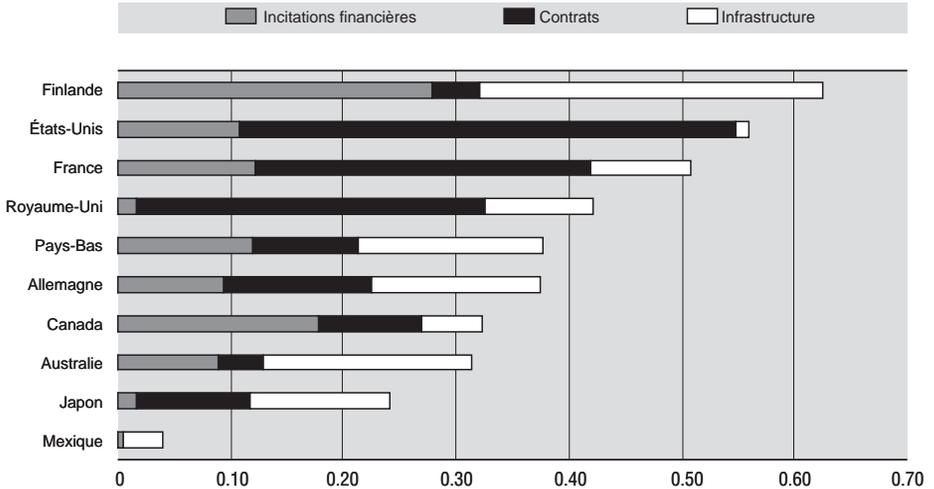
Source : Étude pilote.

dépenses publiques *extra-muros* de R-D consenties en faveur du secteur des entreprises, déduction faite des paiements effectués à celles-ci au titre des incitations financières ainsi que des contrats et marchés dans les domaines de la défense et de l'espace civil. Il s'agit des dépenses les plus importantes comparativement au PIB de l'industrie aux États-Unis et au Canada.

Parmi les quatre pays ayant consacré la plus grande part de l'aide publique à l'infrastructure de S-T, le Mexique a surtout financé la recherche technologique universitaire alors que le Japon et les Pays-Bas y affectaient environ le tiers des ressources. La R-D dans les institutions de R-D industrielle a reçu une aide particulièrement importante en Australie et en Finlande.

L'examen des évolutions de l'aide totale réalisé dans le cadre de l'étude pilote (figure 7) montre qu'elle a de manière générale évolué dans le même sens que les deux principales mesures d'aide gouvernementale à la technologie industrielle : crédits budgétaires publics de R-D (CBPRD) destinés au développement industriel en tant qu'objectif socio-économique, et R-D du secteur des entreprises financée par l'État. Les Pays-Bas font exception, les pouvoirs publics y ayant remplacé le soutien à la R-D sous forme de subventions (incluses dans les CBPRD et la DIRDE financée par l'État) par des incitations fiscales (exclues des

Figure 6. **Aide publique à la technologie industrielle – Estimation en pourcentage du PIB de l'industrie**
1997 ou année plus récente



Source : Étude pilote.

CBPRD et de la DIRDE financée par l'État). Les tendances divergentes observées en Finlande ont une autre explication.

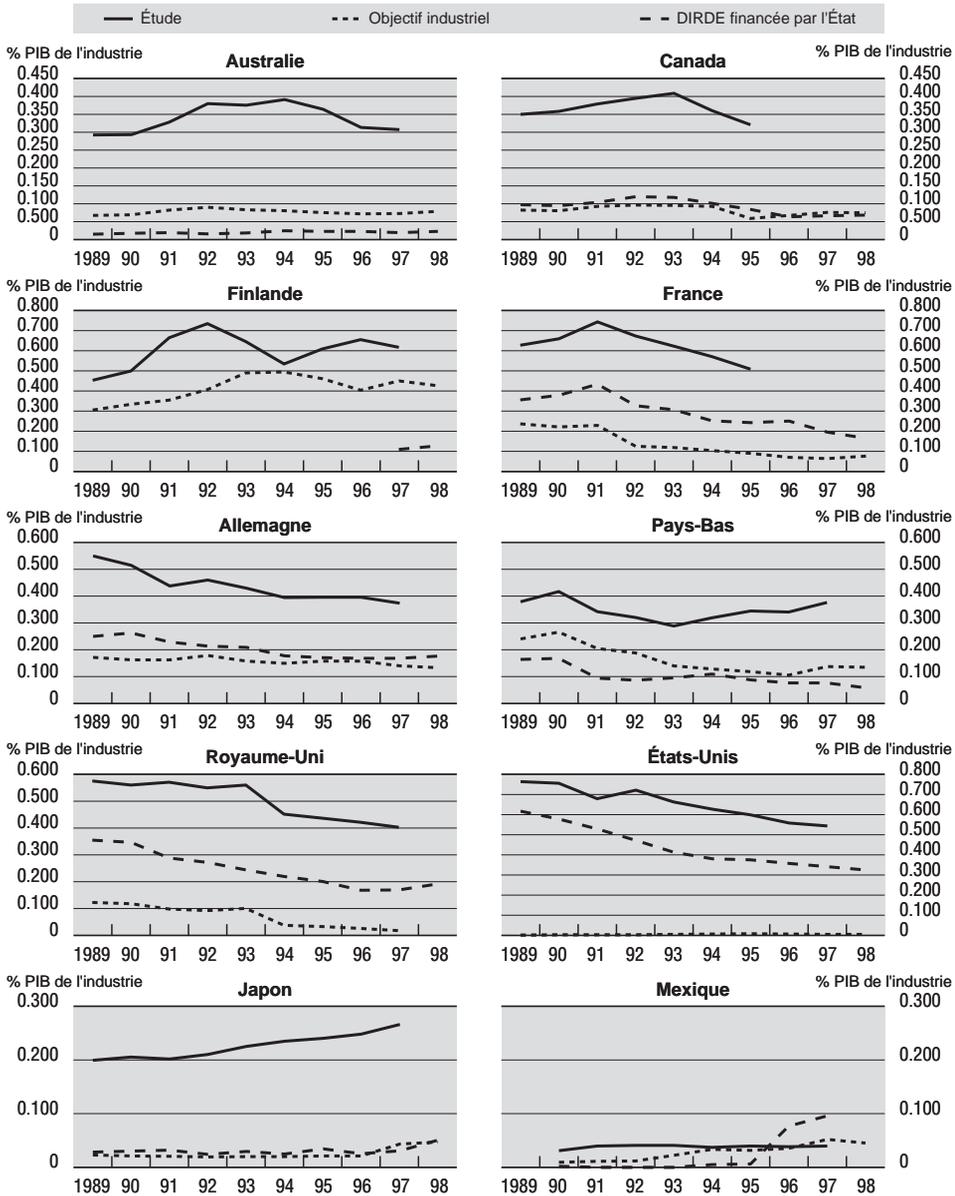
IV. IMPACT D'UNE PRISE EN COMPTE PLUS LARGE DES INCITATIONS FINANCIÈRES

L'étude pilote a défini les incitations financières en fonction d'une liste de huit instruments financiers de la base de données PSI. Pour les besoins de l'étude pilote, ces instruments financiers ont été groupés comme suit :

1. Incitations fiscales/crédits d'impôt.
2. Subventions et prêts à fonds perdus (subventions ordinaires, subventions remboursables, prêts conditionnels).
3. Autres incitations financières (prêts ordinaires, bonification d'intérêt, garanties de prêts, fonds propres).

Dans les statistiques régulières de R-D examinées ci-dessus, seules les incitations financières de la deuxième catégorie sont imputées à l'État, de sorte que

Figure 7. Évolution de différentes mesures des aides à la technologie industrielle



Source : Étude pilote.

Encadré 5. **Manuel de Frascati : transfert direct et transfert indirect de fonds**

Généralités

Il existe diverses façons de transférer des ressources, dont certaines peuvent ne pas être considérées comme directes (par. 370). La passation de contrats ou l'octroi d'une aide financière pour l'exécution de travaux futurs de R-D sont clairement assimilables à un transfert de fonds (par. 371).

Il peut arriver qu'un projet de R-D d'une entreprise soit financé sur un prêt consenti par une institution financière, une entreprise apparentée ou un gouvernement. Les prêts remboursables ne doivent pas être considérés comme des transferts ; les prêts éventuellement consentis à fonds perdus doivent en revanche être considérés comme des transferts (par convention) (par. 375). Il existe également toute une série d'autres incitations publiques à la R-D dans le secteur des entreprises. On peut citer, par exemple, l'exemption de l'impôt sur le revenu pour la R-D industrielle, le paiement par l'État, sur demande et après vérification, d'une fraction ou de la totalité des dépenses de R-D de l'entreprise, l'octroi de primes liées à un contrat de recherche afin d'encourager l'entreprise dans ses propres travaux de R-D, l'exonération de taxes et de droits de douane sur le matériel de R-D et le remboursement d'une partie des frais encourus par l'entreprise si celle-ci augmente l'effectif de son personnel de R-D. Pour l'instant, même si ces transferts peuvent être indiqués séparément, ils ne devraient pas être comptabilisés comme une « aide directe » (selon le *Manuel de Frascati*) à la R-D (par. 376).

CBPRD

« Quand ces programmes de soutien indirect sont entrepris dans le cadre d'une politique de R-D intégrée (par exemple, quand les sources sont attestées et prises en compte dans l'examen interministériel d'un budget de la science), ils peuvent être inclus dans les CBPRD. Toutefois le financement indirect devrait toujours être indiqué séparément afin qu'il puisse être exclu lors de certaines comparaisons internationales » (par. 440).

Source : OCDE, 1994.

cet ensemble de données brosse des aides publiques un tableau plus complet que d'habitude.

Dans le *Manuel de Frascati*, les données communiquées par les organes d'exécution sont dans l'ensemble préférées aux données émanant des bailleurs de

fonds, parce que les premiers sont mieux placés pour apprécier la somme d'activités de R-D réalisées et, partant, les ressources en jeu. Les principes directeurs relatifs à la mesure des flux des fonds avaient été essentiellement conçus pour les déclarations faites par les organes d'exécution et avaient ensuite été élargis aux déclarations venant des bailleurs de fonds (dépenses *extra-muros* et CBPRD) pour des raisons de comparabilité. Il faut qu'il y ait transfert direct de ressources et ce transfert doit être à la fois prévu et réellement utilisé pour l'exécution de la R-D (OCDE, 1994, par. 368). Les principes directeurs du *Manuel de Frascati* sont un peu plus souples dans le cas des CBPRD (encadré 5).

Effet de l'inclusion des incitations fiscales

La principale innovation a été l'inclusion des incitations fiscales, principalement des programmes de crédits d'impôt³. Au milieu des années 1990, ces programmes ont représenté près de la moitié du financement de la technologie industrielle au Canada, le tiers en Australie, et le quart aux Pays-Bas (tableau 3). L'effet a été moindre en France, aux États-Unis et au Japon et, selon les données PSI, en Belgique et au Danemark.

Dans la plupart des pays compris dans l'exercice ponctuel, les données sur le coût des incitations fiscales figuraient régulièrement dans les budgets ou les rapports d'indicateurs nationaux sur la S-T même si elles étaient habituellement séparées des séries régulières sur le financement de la R-D. Ces données figurent, par exemple, dans le rapport semestriel *Science and Engineering Indicators* que publie aux États-Unis le *National Science Board* de même que dans les budgets scientifiques de la France (Imprimerie nationale, publication annuelle).

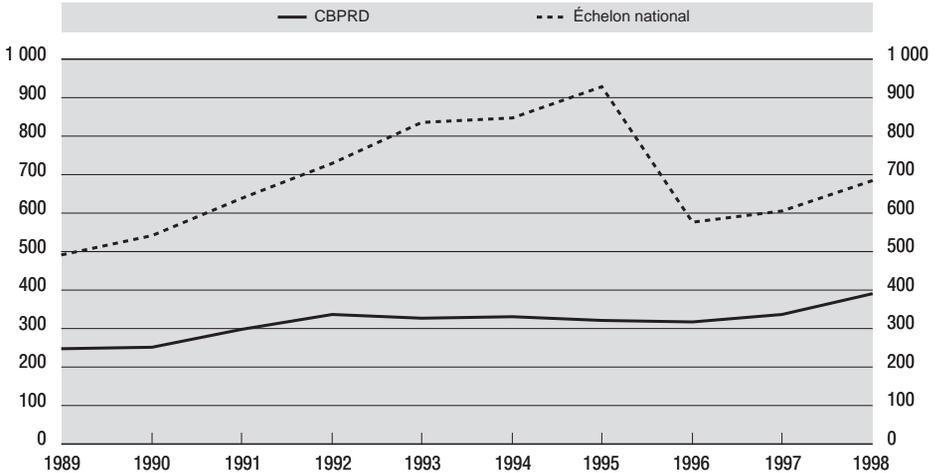
En Australie, les sommes en jeu sont de fait incluses dans la version nationale des CBPRD par objectif socio-économique. La figure 8 montre l'écart observé pour le développement industriel considéré comme objectif socio-économique. Le fléchissement enregistré en 1996 marque un changement intervenu dans le taux de l'allégement fiscal.

Effet de l'inclusion d'autres instruments financiers

Un nombre relativement peu élevé de pays fait appel de façon importante au troisième groupe d'instruments financiers (prêts ordinaires, garanties et apports de fonds propres), même si ces mécanismes représentent, selon les données PSI, les principales formes d'aide en Autriche et en Hongrie et qu'ils sont aussi utilisés en Italie, au Japon, au Mexique, en Norvège et en Turquie. Le financement octroyé par le biais de ces mécanismes semble fluctuer d'une année à l'autre.

Figure 8. **Australie – financement des CBPRD pour le développement industriel avec et sans incitations fiscales**

En AUD millions, aux prix du PIB de 1990



Source : Ministère de la Science et de la Technologie (publication annuelle) ; Statistiques de base de la science et de la technologie – 2000 (OCDE, publication annuelle).

Problème lié à la démarche nette et à la démarche brute quand des fonds doivent être remboursés

Le *Manuel de Frascati* recommande que lorsque des déclarations de transfert sont faites par l'exécutant, les unités statistiques devraient comptabiliser tel quel le montant brut de leurs dépenses, même lorsque celles-ci se trouvent réduites du fait de l'octroi d'exemptions, de ristournes ou d'aides versées *a posteriori* (OCDE, 1994, par. 376). Les CBPRD comprennent tous les crédits qui seront financés par des recettes fiscales et excluent les contrats et subventions provenant d'autres secteurs pour l'exécution de travaux de R-D par des établissements publics. Il n'existe pas de principes directeurs relatifs aux autres fonds extrabudgétaires, tels que les « recettes retenues » de laboratoires publics, les recettes tirées de redevances diverses, etc. La démarche nette fournit des informations sur le coût pour l'État, pendant une année donnée, alors que la démarche brute indique le montant des fonds affecté aux différents programmes et objectifs.

La plupart des pays communiquent le montant brut des CBPRD et de la DIRD financée par l'État. Certains pays, notamment le Royaume-Uni, déclarent le mon-

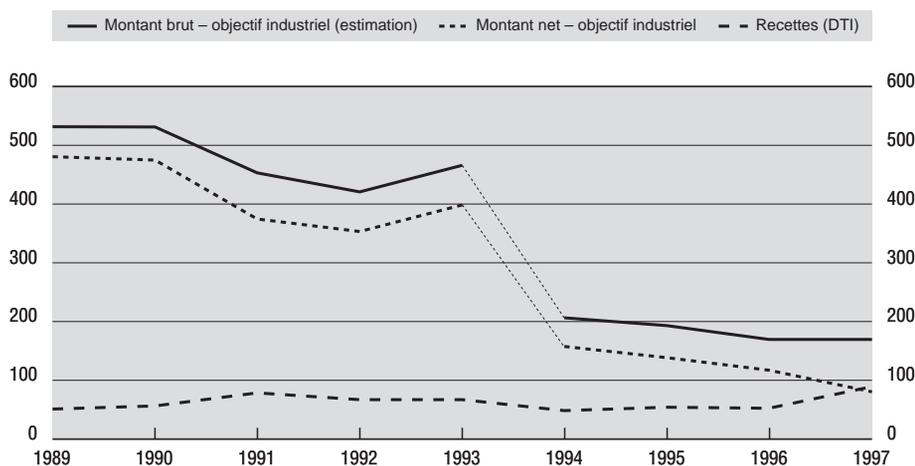
tant brut des CBPRD. Lorsque les remboursements sont importants, il peut y avoir des flux négatifs pour certaines industries (par exemple, l'industrie aéronautique), ce qui peut poser des problèmes aussi bien pour la communication des données relatives aux CBPRD que pour les déclarations faites par l'exécutant.

La figure 9 montre l'effet de la déclaration des montants bruts et des montants nets des CBPRD affectés au développement industriel établi comme objectif socio-économique, au Royaume-Uni. L'écart observé est largement attribuable aux remboursements effectués dans le cadre des programmes d'aide à l'industrie aéronautique.

Depuis 1992, la France communique à l'OCDE les données nettes sur la DIRDE financée par l'État⁴. La rupture dans les séries est illustrée à la figure 7. De fait, la diminution de la DIRDE financée par l'État dans le domaine civil, illustrée à la figure 3, est pour moitié imputable à l'adoption d'une nouvelle méthode de communication des données⁵. Il est à noter que le même type de financement de la R-D au titre des programmes aéronautiques sera retenu en France et au Royaume-Uni en 2001.

Figure 9. Royaume-Uni – montants nets ou bruts des CBPRD destinés au développement industriel

En GBP millions, aux prix du PIB de 1990



Source : Office of Science and Technology, 1998.

V. IDENTIFICATION DES DEUX PRINCIPALES CATÉGORIES DE FINANCEMENT DU SECTEUR DES ENTREPRISES

Les principes directeurs de l'étude pilote établissaient une distinction nette entre les « incitations financières » relatives à la RDI et les « contrats et marchés ». Cette distinction présentait un intérêt évident pour les examens de l'action des pouvoirs publics dans l'industrie et pour les études de l'impact économique des différents types d'aide à la technologie. Elles se sont cependant révélées difficiles à appliquer dans la pratique.

Le *Manuel de Frascati* (OCDE, 1994) recommande que les fonds publics alloués au secteur des entreprises soient répartis entre les deux catégories définies à l'encadré 6.

Encadré 6. Catégories de fonds publics octroyés aux entreprises industrielles

- a) Les fonds destinés spécifiquement à l'achat de R-D, c'est-à-dire que les résultats de la R-D appartiennent au destinataire de l'output ou du produit de la R-D, qui ne sera pas nécessairement celui qui finance la R-D.
- b) Les fonds remis aux exécutants de la R-D sous forme de dons ou subventions*, les résultats de la R-D devenant la propriété des exécutants de la R-D.

* Bien que le *Manuel de Frascati* utilise les termes « subventions pour la R-D », ceux-ci sont délibérément évités dans l'étude pilote en raison du sens particulier qui leur est conféré dans les lignes directrices de l'Organisation mondiale du commerce (Pretschker et Young, 1998).

Source : OCDE, 1994.

Comme les efforts mis en œuvre pour recueillir des informations suivant la ventilation recommandée dans le *Manuel de Frascati* par le biais d'un tableau expérimental dans les enquêtes régulières de l'OCDE sur la R-D ont été infructueux, ce nouvel ensemble de données était très attendu. Toutefois, ainsi qu'il est mentionné ci-dessus, il a été difficile d'établir la ventilation des dépenses. Le *Manuel de Frascati* suggère que le principal critère soit la propriété des résultats. La ventilation peut aussi être établie en fonction des intentions du bailleur de fonds ou de l'instrument financier concerné. Parmi les pays compris dans l'enquête, seul le Royaume-Uni avait une classification du premier type (annexe 2) et seul le Canada avait une classification du deuxième type (encadré 7).

Encadré 7. Canada – Ventilation du financement des activités *extra-muros* par instrument de financement

L'administration fédérale utilise trois méthodes pour financer les activités de S-T menées *extra-muros* :

- Un **contrat** est un accord juridique entre deux ou plusieurs parties, qui précise habituellement la nature et l'objectif général de l'activité de S-T à mener et la prestation du service en fonction d'un calendrier et de frais convenus à l'avance.
- Une **subvention** est un versement sans conditions en contrepartie duquel le gouvernement ne reçoit pas nécessairement des services (informations, biens, etc.). Il faut noter, cependant, qu'il peut y avoir des conditions d'admissibilité à satisfaire.
- Une **contribution** est un accord entre le gouvernement et le destinataire dans lequel sont précisées les conditions auxquelles les fonds seront versés. Les paiements sont soumis à des conditions de rendement ou de réussite. L'usage que le destinataire fait des fonds est susceptible d'être contrôlé.

Les données ventilées par type de financement ne sont recueillies que pour les activités de R-D. Dans les publications nationales, le terme « subvention » désigne à la fois les subventions et les contributions mais une catégorie additionnelle est prévue pour les **bourses de recherche**.

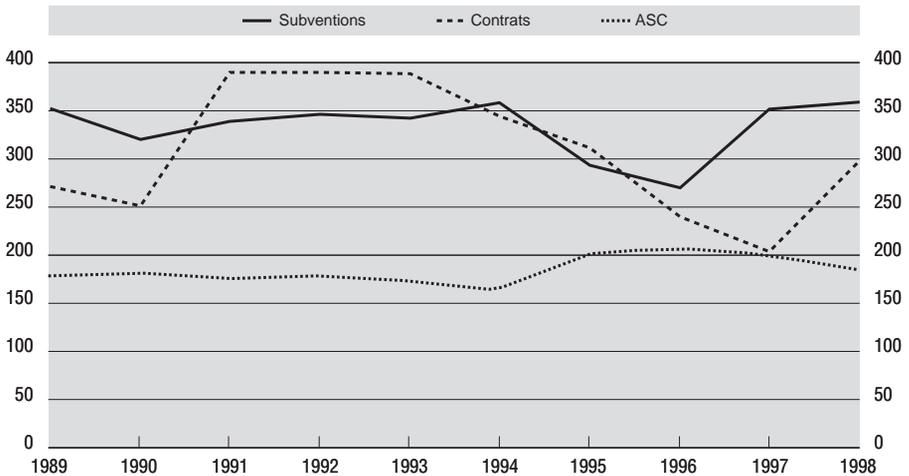
Source : Statistique Canada, 1998a.

La ventilation par instruments financiers

La ventilation par instruments financiers, notamment en fonction des contrats et d'autres instruments financiers, peut remplacer la ventilation par subvention et par achat. Ce type de ventilation n'est mentionné ni dans le *Manuel de Frascati* ni dans le *Manuel d'Oslo*. Le Canada l'utilise systématiquement pour la collecte des données relatives au financement *extra-muros* de la R-D par l'administration fédérale, comme il est expliqué à l'encadré 7 ci-après.

La figure 10 indique les tendances observées en ce qui concerne les paiements effectués auprès de l'industrie au titre des contrats et des subventions pour la R-D (bourses comprises). Le rapport entre les deux types de paiements a varié pendant la période comprise entre 1989 et 1998⁶.

Figure 10. Canada – paiements *extra muros* de l'administration fédérale à l'industrie au titre des contrats et subventions



Source : Statistique Canada, 1998a.

Dans la pratique, la distinction faite dans le cadre de l'étude pilote repose à la fois sur les intentions et les types d'instruments financiers. Pour la plupart des pays, l'approche retenue consiste à considérer le montant alloué aux programmes désignés dans la base PSI comme une « aide financière » et les dépenses de R-D *extra muros* résiduelles (ou directes, selon le *Manuel de Frascati*) dans le secteur des entreprises comme des « contrats et marchés ».

Objectifs primaires et secondaires

La ventilation des dépenses selon qu'il s'agit d'incitations financières ou de contrats et de marchés est également rendue difficile par l'existence de programmes ayant des objectifs primaires et secondaires, en particulier dans l'industrie aérospatiale. Plusieurs pays accordent des avantages financiers à l'industrie aérospatiale, tant dans le domaine spatial que dans l'aéronautique civile, et, dans les pays qui achètent la presque totalité de leur matériel militaire à l'étranger, offrent des avantages financiers pour maintenir la participation de l'industrie militaire nationale à des programmes internationaux.

La situation est encore plus complexe aux États-Unis, où il n'y a pas de ministère de la Science et de la Technologie, ni, en fait, de catégorie spécifique pour le

développement industriel dans la classification nationale par objectifs. Dans les notifications à l'OCDE, la catégorie « crédits au commerce et à l'habitation » est assimilée à celle du développement industriel. Cette catégorie couvre la faible part des fonds affectés à ce type de R-D par le ministère du Commerce. Le soutien à l'industrie aéronautique financé par la NASA est compris dans l'objectif rattaché au transport de la classification nationale des objectifs ainsi que dans les données communiquées à l'OCDE. Il existe aussi de nombreux autres programmes d'aide au développement industriel en tant qu'objectif secondaire, pour lesquels la plupart des fonds sont alloués par le ministère de la Défense, la NASA et le ministère de l'Énergie, notamment le programme de recherche et d'innovation des PME et le programme indépendant de recherche-développement (voir *National Science Board*, 2000, pp. 216-219). Dans l'étude pilote, ces programmes sont considérés comme des incitations financières, l'indicateur de ce type de financement étant un pourcentage de la valeur industrielle ajoutée aux niveaux « normaux », comme l'illustre la figure 6.

VI. CONCORDANCE DES PAIEMENTS ET DES RECETTES

La R-D industrielle financée par l'État peut être mesurée de deux façons : en déterminant le montant que les pouvoirs publics déclarent avoir alloués aux entreprises industrielles au titre de la R-D (paiements *extra muros*) pendant la période visée, et en déterminant le montant que les entreprises déclarent avoir dépensé pour l'exécution de la R-D financée par l'État (DIRDE financée par l'État). Les séries établissant ce dernier montant sont plus indiquées lorsque l'objectif recherché est d'établir un modèle de l'impact des programmes des pouvoirs publics sur les dépenses de R-D industrielle. Toutefois, la ventilation par type d'aide n'est habituellement disponible que pour le financement *extra muros* déclaré par les pouvoirs publics. En raison des différences entre les champs couverts par les enquêtes, les dates de déclaration, etc., on note souvent des écarts mineurs entre ces deux séries, les montants reçus au titre de l'aide étant généralement inférieurs aux paiements *extra muros*. Au cours des années couvertes par l'étude pilote, cependant, elles ont clairement évolué indépendamment l'une de l'autre, voire différemment, surtout dans les pays ayant d'importants programmes de RDI militaire et aérospatiale. Par le passé, on croyait que cela était surtout dû au fait que les ministères de la Défense estimaient le contenu de R-D des contrats de développement plus généreusement que ne le faisaient les entreprises. Selon une hypothèse plus récente, une fraction importante des fonds publics de R-D militaire perdrait son étiquette « publique » au cours de la sous-traitance, phénomène de plus en plus répandu et complexe, et qui suppose en outre des mouvements entre pays différents. De plus, au cours des dernières années de la période

couverte par l'étude pilote, les industries du domaine de la défense ont connu une période de consolidation rapide et les nouvelles entreprises multinationales issues des fusions ont mis du temps à dresser un tableau complet de toutes leurs activités de R-D ainsi que des bailleurs de fonds de ces activités.

VII. FINANCEMENT DE LA TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE PAR LE BIAIS DE L'INFRASTRUCTURE DE S-T

L'infrastructure de S-T couvre le financement public de la R-D et les activités connexes censées soutenir la technologie industrielle mais qui ne sont pas exécutées par les entreprises industrielles.

Institutions de R-D industrielle

Cette notion a d'abord été définie dans les principes directeurs relatifs à la base de données PSI (encadré 8).

Ces activités peuvent concerner le secteur des entreprises (institutions de R-D travaillant en coopération) mais se rapportent le plus souvent au secteur de l'État ou au secteur privé sans but lucratif. Ces activités ont été particulièrement

Encadré 8. Définition des institutions intermédiaires de R-D (principes directeurs PSI)

« Organisations dont l'objectif principal est de mettre à la disposition des entreprises manufacturières les ressources de R-D (équipement et personnel) ou les résultats des recherches par le biais d'une coopération directe ou de transactions avec les entreprises manufacturières. Qu'elles soient autonomes ou qu'elles s'inscrivent dans le système de recherche fondamentale ou universitaire, les institutions intermédiaires sont couvertes par ce projet lorsqu'elles réduisent les coûts de R-D qui devraient normalement être supportés par les entreprises elles-mêmes en mettant à la disposition des entreprises manufacturières les ressources de R-D (équipement et personnel) et les résultats des recherches (technologies et brevets) à des prix inférieurs aux coûts économiques. Cela se produit quand ces institutions sont financées partiellement ou entièrement par des sources publiques comme l'administration centrale ou les administrations infranationales ou par d'autres institutions intermédiaires. »

Source : OCDE, 1995.

importantes en Australie et en Finlande ainsi qu'en Allemagne, au Japon et aux Pays-Bas (figure 7). Dans trois de ces pays, il existe de grandes institutions ayant pour fonction de financer et/ou d'exécuter des travaux de R-D industrielle. Ce sont : en Australie, le *Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation* (CSIRO) ; en Finlande, TEKES et aux Pays-Bas, l'Organisation de recherche scientifique appliquée (TNO). Lorsque de telles agences existent, il devrait être relativement aisé d'identifier la source de financement des institutions de R-D industrielle concernées. Cependant, les opinions peuvent varier sur les unités/programmes qui doivent être inclus, comme cela s'est produit pour la Finlande dans le cadre de l'étude pilote. Au Royaume-Uni, l'institution correspondante, le *Department for Scientific and Industrial Research* (DSIR), a été démantelée depuis longtemps et la plupart des instituts concernés ont été privatisés et n'entrent donc plus dans cette catégorie. En France, seule la R-D réalisée en coopération dans le secteur des entreprises a pu être identifiée bien que, si l'on se réfère au contenu du budget annuel de R-D, une part importante du financement public de la R-D ayant pour objectif le développement industriel va aux principaux établissements publics comme le Commissariat à l'énergie atomique (CEA).

Soutien de la R-D technologique universitaire

Lorsque le cadre de l'étude pilote a été proposé au groupe des Experts nationaux sur les indicateurs de science et de technologie (ENIST) de l'OCDE, les délégués ont indiqué que pour certains États, notamment les petits pays de l'OCDE, le financement général de la R-D au titre de la technologie universitaire était un élément non négligeable de la stratégie globale d'aide à la technologie industrielle.

Comme il n'a pas été possible d'élaborer et d'établir à temps à un ensemble spécifique de données sur cette question, une série de substitution fondée sur les CBPRD a été utilisée : le financement de la recherche technologique universitaire au titre de l'objectif « progrès général des connaissances », qui comprend la R-D non orientée en général et l'aide publique à la R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur par le biais de subventions globales (appelées fonds généraux des universités – FGU). La technologie universitaire est répartie dans d'autres domaines scientifiques dans les séries sur les CBPRD d'Eurostat et de certains États nordiques mais non pas, comme le préconise pourtant le *Manuel de Frascati*, dans la base de données de R-D de l'OCDE. De nombreuses estimations ont dû être faites pour établir les données de cette rubrique dans le tableau 3.

Le tableau suivant, fondé sur des données plus récentes, montre que l'inclusion des sciences de l'ingénieur a moins de répercussions en Finlande qu'en Allemagne et aux Pays-Bas. Au Royaume-Uni, ce financement représente 85 %

Tableau 4. **CBPRD : effet du classement du financement des sciences de l'ingénieur au titre du progrès général des connaissances sous la rubrique développement industriel**
Certains pays de l'Union européenne, 1998

	Développement industriel	Progrès général des connaissances	Total
Finlande	82	18	100
Allemagne	59	41	100
Pays-Bas	54	46	100
Royaume-Uni	15	85	100

Source : Statistiques de base de la science et de la technologie – 2000 (OCDE, publication annuelle) ; base de données NewChronos ; Office of Science and Technology (publication annuelle).

du total en 1998. De fait, la rupture évidente dans les séries observée dans les graphiques antérieurs du Royaume-Uni s'explique par la classification entièrement nouvelle des fonds, passés de la rubrique du développement industriel à celle du progrès général des connaissances, et dont la plupart sont réapparus sous la rubrique sciences de l'ingénieur. Certains fonds sont toutefois passés sous la rubrique mathématiques et informatique, ce qui montre bien que la série relative aux sciences de l'ingénieur n'est qu'une série de substitution.

VIII. EFFET DE L'INCLUSION DES ACTIVITÉS DE S-T CONNEXES

Lors de la dernière révision du *Manuel de Frascati*, il a beaucoup été question de la nécessité d'élargir la notion de R-D et de se pencher davantage sur la S-T et les activités d'innovation afin d'obtenir des données permettant d'établir un lien avec la performance socio-économique. Au lieu d'élargir le champ du *Manuel de Frascati*, il a été décidé d'élaborer un ensemble séparé de principes directeurs relatifs à la mesure de l'innovation technologique : il s'agit du *Manuel d'Oslo* (OCDE, 1992 ; OCDE et Eurostat, 1997). En conséquence, les activités de S-T et d'innovation du secteur des entreprises sont maintenant bien couvertes, principalement grâce aux enquêtes fondées sur les données communiquées par des exécutants. Les données sur le secteur public, que ce soit en tant qu'exécutant ou que bailleur de fonds, sont moins étoffées.

Une tentative a été faite au cours de l'étude pilote pour combler cette lacune en tentant d'inclure :

- Les activités post-R-D conduisant à l'innovation technologique.
- Les activités scientifiques connexes, notamment la diffusion technique.

Inclusion des stades d'innovation post-R-D

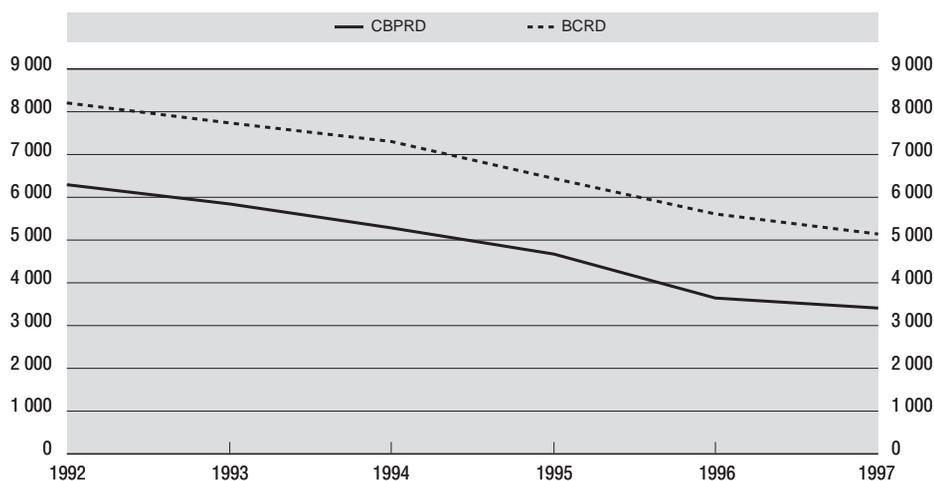
Du point de vue du financement public, les principales composantes sont les programmes portant spécifiquement sur les stades d'innovation post-R-D (par exemple, l'aide à la formation liée à l'introduction de nouveaux produits et processus) et le financement résiduel des subventions et contrats d'innovation une fois que la composante R-D a été séparée (principalement dans les domaines militaire et spatial).

L'étude ponctuelle n'a pas recensé de cas évidents se rapportant au premier type de programmes. Les budgets nationaux de S-T incluent parfois le deuxième type de programmes. En France, par exemple, le tableau correspondant en gros aux CBPRD dans le domaine civil (BCRD) comprend certains fonds affectés à des activités postérieures à la R-D. Cela a un effet significatif sur le développement industriel en tant qu'objectif socio-économique (figure 11).

En fin de compte, seules les activités d'innovation prises en compte dans les données PSI étaient incluses dans l'étude pilote.

Figure 11. France – inclusion du développement industriel dans le BCRD et les CBPRD, 1992-97

En FRF millions, aux prix du PIB de 1990



Source : Imprimerie nationale (1998) ; OCDE (publication annuelle).

Inclusion d'autres activités de S-T

Le *Manuel de Frascati* n'aborde les autres activités de S-T que pour les identifier et les exclure de la R-D, notamment des CBPRD. Toutefois, un tableau plus exhaustif des stratégies mises en œuvre par les pouvoirs publics pour appuyer les systèmes d'innovation industrielle devrait inclure et mettre en évidence ces activités connexes. Dans la mesure où les CBPRD sont calculés, dans de nombreux pays, en évaluant le contenu de R-D des programmes publics, le fait de prévoir la notification d'autres activités de S-T réelles pourrait aussi améliorer la comparabilité internationale.

Sur les dix pays Membres compris dans la deuxième phase du projet Technologie, productivité et création d'emplois, trois, soit le Canada, le Mexique et le Royaume-Uni, ont réuni des données sur les dépenses publiques totales (*intra muros* et *extra muros*) au titre de la gamme complète d'activités de S-T. Pour l'administration fédérale canadienne, ces données couvrent la R-D et les activités scientifiques connexes (ASC) dont la liste est fournie ci-après dans l'encadré 9. L'évolution des paiements effectués à l'industrie canadienne pour les ASC sont indiquées à la figure 10. En 1997, elles se situaient au même niveau que les contrats.

Encadré 9. Canada – activités scientifiques connexes financées par l'administration fédérale

Sciences naturelles et génie

Collecte de données scientifiques
Services de renseignements
Essai et normalisation
Études de faisabilité
Aide à l'éducation
Musées

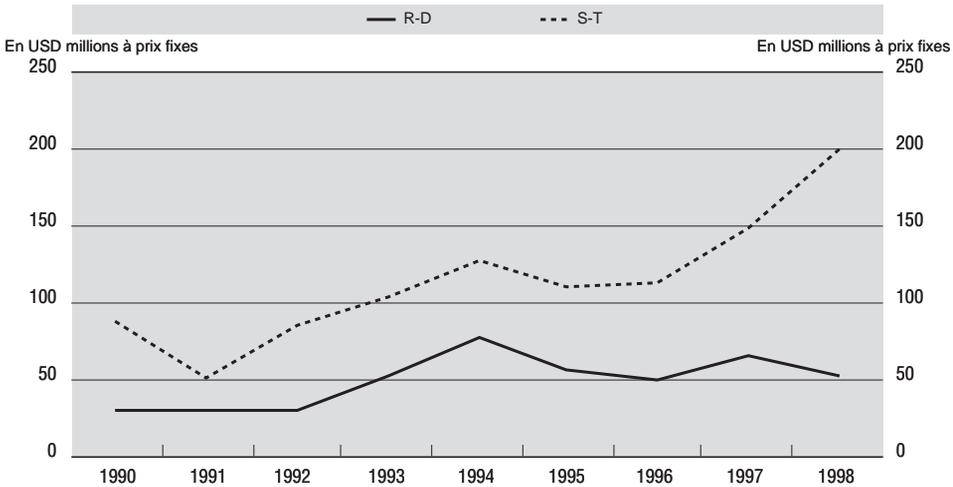
Sciences sociales

Collecte de données générales
Services de renseignements
Études sur l'économie et la faisabilité
Études sur les opérations et la politique
Aide à l'éducation
Musées

Source : Statistique Canada (1998a).

Le Mexique publie son propre budget annuel de S-T, lequel comprend la R-D, les activités d'enseignement et d'autres activités de S-T réparties par objectifs. La figure 12 fournit une comparaison des séries de R-D remises à l'OCDE. Les deux courbes donnent une impression différente de l'action des pouvoirs publics dans ce domaine.

Figure 12. Mexique – Budget public du développement industriel : R-D et S-T



Source : Statistiques de base de la science et de la technologie (OCDE, publication annuelle) ; Conacyt (1999).

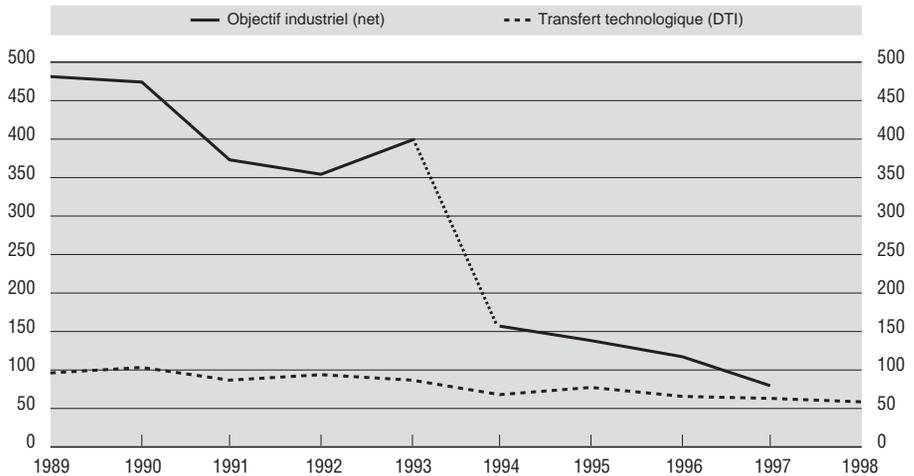
Pendant de nombreuses années, les déclarations annuelles relatives aux activités de S-T financées par l'État au Royaume-Uni devaient contenir des détails sur les dépenses de R-D et de personnel et les ministères pouvaient fournir dans un espace prévu à cet effet des informations sur les programmes et le financement de R-D « non répertoriés dans le *Manuel de Frascati* ». Des informations sont maintenant recueillies systématiquement sur deux ASC, le « transfert de technologie » (activités qui encouragent l'exploitation des connaissances ailleurs que dans le pays d'origine) et les « autres dépenses de S-T » (annexe 2). A la fin des années 1990, le financement du transfert de technologie par le ministère du Commerce et de l'Industrie se situait à peu près au même niveau que les CBPRD destinés au développement industriel (figure 13).

IX. RÔLE DES ADMINISTRATIONS PROVINCIALES DANS LE FINANCEMENT DE LA TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE

Même si les administrations provinciales et locales tiennent de plus en plus à encourager la technologie industrielle dans leurs régions pour attirer ou créer des emplois, leur contribution financière demeure faible dans la plupart des pays Membres. Au Canada, par exemple, les administrations provinciales ont dépensé

Figure 13. Royaume-Uni – CBPRD destinés au développement industriel et financement du transfert technologique par le ministère du Commerce et de l'Industrie

En GBP millions aux prix du PIB de 1990



Source : OCDE (publication annuelle) ; Office of Science and Technology (1998).

environ CAD 250 millions pour la technologie industrielle (soit 10 % à 15 % des dépenses totales) (Statistique Canada, 1997b). Les mécanismes utilisés supposent souvent une coopération entre les différents niveaux d'administration, comme c'est le cas aux États-Unis, où les États fournissent de 10 % à 15 % de l'aide aux activités de recherche technologique menées en coopération (Berglund et Coburn, 1995). Ce pourcentage apparaît légèrement inférieur (de 5 % à 10 %) en Australie, où les États ont dépensé environ AUD 30 millions annuellement en faveur de la technologie industrielle. Les efforts mis en œuvre pour obtenir des données de meilleure qualité sur l'aide fournie à la R-D par les administrations des États et des provinces se sont poursuivis après l'étude pilote (Jankowski, 1999 ; Statistique Canada, 2000).

Les administrations infranationales se sont intéressées davantage à la répartition des fonds et/ou des dépenses totales de R-D des administrations centrales. Ces données intéressent depuis longtemps la DG Recherche/Eurostat (Commission européenne, 1997) et d'autres pays Membres commencent à élaborer des systèmes de déclaration s'y rapportant (NSF, 1998).

X. PROCHAINES ÉTAPES

Les résultats de l'étude pilote pourraient à maints égards servir à concevoir et à élaborer de nouveaux indicateurs de S-T pour les économies fondées sur le savoir. Les indicateurs qui feront l'objet d'un suivi par le biais d'une collecte et/ou de calculs réalisés régulièrement seront déterminés par le niveau de la demande future concernant des indicateurs donnés, l'opinion des experts, notamment ceux de l'ENIST, quant à leur viabilité technique et, enfin, et surtout, par la disponibilité des capitaux nécessaires pour mener les travaux, dans les différents pays et à l'OCDE.

Les instructions concernant l'établissement de ces données pourraient être plus élaborées et améliorées afin de garantir la collecte régulière des données.

Ces données peuvent être nécessaires pour répondre à trois objectifs : dresser un tableau général du niveau et de la structure de l'aide publique à la technologie (comme le faisait le rapport initial) ; améliorer la « transparence » de l'aide publique à l'industrie ; et, enfin, obtenir des données susceptibles de servir à l'établissement d'un modèle de l'impact de ces programmes sur la R-D financée par l'industrie. Le premier objectif présente toujours un intérêt manifeste. Par exemple, l'ensemble de données de l'étude pilote a été constitué pour la réalisation du numéro des *Études économiques* de l'OCDE consacré à France et le sujet est encore au programme du Groupe de travail sur la politique de l'innovation et de la technologie. Le deuxième objectif, la « transparence » est maintenant placé sous la responsabilité de l'Organisation mondiale du commerce dans le cadre de l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires (Pretschker et Young, 1998) et la publication en mars 1998 des normes de notification correspondantes pour les programmes de R-D. Cela pourrait rendre les pouvoirs publics moins enclins à communiquer des données détaillées à l'OCDE. L'intérêt pour l'établissement de modèles se maintient (Bentzen et Smith, 1999), mais il faudrait remédier au problème posé par l'écart entre les montants des paiements et ceux des aides pour que les données soient véritablement utiles.

La définition du terme industrie mériterait examen étant donné que l'étude précédente était sans doute trop axée sur l'industrie manufacturière/les sciences de l'ingénieur. Par exemple, à l'heure de la biotechnologie, l'exclusion de l'agriculture ne se justifie plus.

S'agissant de la communication de données, il y aurait lieu d'approfondir les travaux pour tester les principes directeurs sur un plus grand nombre de pays et de réaliser une étude plus poussée des particularités des institutions nationales des pays déjà inclus. La principale difficulté concerne la façon de remplacer les données tirées de la base de données PSI. Même si ces données ont souvent été

Tableau 5. **Estimation de l'aide totale à la technologie industrielle par type de financement**
Pourcentage du PIB de l'industrie

	Australie	Canada	Finlande	France	Allemagne	Japon	Mexique	Pays Bas	Royaume-Uni	États-Unis
	1996	1995	1997	1995	1997	1995	1996	1997	1996	1996
Incitations fiscales	0.05	0.15	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.09	0.00	0.02
Subventions	0.04	0.03	0.27	0.08	0.09	0.00	0.00	0.03	0.02	0.09
Autres	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Incitations financières (total)	0.09	0.18	0.28	0.12	0.09	0.02	0.00	0.12	0.02	0.11
Défense	0.04	0.01	0.00	0.18	0.09	0.03	0.00	0.02	0.24	0.35
Espace	0.00	0.03	0.04	0.10	0.04	0.03	0.00	0.04	0.02	0.04
Autres	0.00	0.05	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.03	0.04	0.04
Contrats (total)	0.04	0.09	0.04	0.30	0.13	0.10	0.00	0.09	0.31	0.44
Institutions	0.15	0.03	0.23	0.00	0.05	0.05	0.00	0.04	0.01	0.00
Établissements universitaires	0.03	0.03	0.08	0.08	0.09	0.08	0.03	0.12	0.06	0.01
Autres	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Infrastructure S-T (total)	0.18	0.05	0.31	0.09	0.15	0.12	0.04	0.16	0.09	0.01
Total	0.31	0.32	0.63	0.51	0.37	0.24	0.04	0.38	0.42	0.56

Source : Étude pilote.

révisées, augmentées ou mises à jour pendant le projet, elles ont constitué un point de départ pour presque tous les pays qui ont participé à l'étude pilote.

Ces aspects pourraient s'ajouter à une édition ultérieure du *Manuel de Frascati*. Un supplément serait approprié car les catégories décrites ci-dessus recourent les catégories de l'actuelle version du manuel et des enquêtes, et cette mesure couvre les programmes et les institutions ayant la technologie industrielle comme objectif primaire ou secondaire, alors que les unités, dans le système préconisé dans le *Manuel de Frascati*, sont en général définies entièrement selon leur activité ou objectif primaire.

L'étude pilote a toutefois montré que le texte de plusieurs sections du *Manuel de Frascati* (édition de 1994) pourrait être amélioré, notamment en ce qui a trait à la distinction entre les incitations financières et les contrats et marchés mentionnés ci-dessus. Il serait sans doute opportun d'intégrer la liste des instruments financiers extraite des données PSI et d'expliquer la différence entre le montant net et le montant brut du financement.

NOTES

1. Le fait que l'aide « directe » et l'aide « indirecte » ne répondent pas à la même définition dans les deux cadres statistiques a notamment été une source de complications.
2. Les activités de R-D militaire, au Japon, sont plus importantes que dans les sources habituelles du fait que les autorités nationales ont fourni des informations sur le contenu de R-D des achats effectués dans le domaine de la défense qui ne sont pas inclus dans les données régulières de R-D du Japon.
3. A ce stade, il n'a pas été fait de distinction entre les différents types d'incitations fiscales décrites dans l'article signé par Warda dans le présent numéro de la *Revue STI*.
4. Les séries de la base de données PSI ont aussi fait ressortir des écarts significatifs entre le montant net et le montant brut du financement de la R-D au Japon (OCDE, 1998b).
5. Si l'on compare les résultats des deux démarches pour la DIRDE financée par l'État dans le domaine civil en 1997, le pourcentage du financement brut est de 3.3 % et celui du financement net, de 2.4 % (Bonneau et Weisenburger, 2000).
6. La courbe des ASC sera examinée ultérieurement.

Annexe 1

**PRINCIPES DIRECTEURS A L'INTENTION DES PAYS PARTICIPANT
A L'ÉTUDE PILOTE RELATIVEMENT AU FINANCEMENT PUBLIC
DE LA TECHNOLOGIE INDUSTRIELLE**

Tableau A.1. **Principales précisions concernant les données recherchées
dans le cadre de l'étude pilote**

1. R-D et innovation industrielle

Elles correspondent aux définitions du *Manuel de Frascati* et du *Manuel d'Oslo*. Les incitations financières pour l'innovation doivent être incluses (catégorie A) mais non le financement des stades d'innovation postérieurs à la R-D pour les contrats et marchés (catégorie C).

2. Point de vue

Les stratégies des pouvoirs publics doivent être définies du point de vue du financement à l'aide d'une combinaison des données sur les CBPRD et des données PSI et des sources nationales.

3. Niveau de l'administration bailleur de fonds

Des communications séparées doivent être établies pour les administrations centrales/fédérales et pour l'ensemble ou une partie des administrations infranationales.

4. Période couverte

L'année de base des comparaisons est 1995. La période de référence pour l'étude des stratégies des pouvoirs publics va de 1989 à la dernière année pour laquelle des données sont disponibles.

5. Industries à inclure

L'objectif (catégories A + C) visé par les CBPRD est le « développement industriel ». S'agissant du secteur de finalité/exécution (catégories A + B), toutes les industries sont couvertes (sauf l'agriculture).

6. Objectifs primaires et secondaires

Les incitations financières doivent couvrir les programmes comportant des paiements aux entreprises et dont la R-D est l'objectif primaire ou secondaire (ou est une activité de soutien) qui figurent dans la base PSI ou qui sont inclus dans les CBPRD au titre de la R-D pour le développement industriel.

7. Distinction entre les entreprises et les autres unités

Pour la section A, il est essentiel de n'inclure que le financement alloué aux entreprises car les institutions qui fournissent des services aux entreprises sont abordées dans la section C1.

Pour la section B, le secteur des entreprises peut se substituer aux entreprises industrielles sauf s'il comprend un sous-secteur important d'institutions.

8. Principales catégories d'aide à la R-D et à l'innovation

- Incitations financières, réparties par instrument financier
- Contrats et marchés dans le domaine de la défense, de l'espace et des activités civiles.
- Entreprises exernes de RDI.

9. Dépenses de financement nettes et brutes

Les incitations fiscales sont nettes, et les autres formes de financement provenant de sources de R-D sont brutes.

10. Monnaie

Établir les notifications dans la monnaie nationale (en millions).

11. Territoire national

En principe, n'inclure que les paiements alloués aux entreprises et à d'autres unités établies sur le territoire national. Indiquer si les paiements sont faits à des filiales de sociétés étrangères ou à des entreprises nationales.

Tableau A.2. Sources proposées pour l'établissement d'ensembles de données nationales pour l'étude pilote des aides publiques à la technologie industrielle

	PSI	CBPRD	DIRDE financée par l'État	Sources nationales
A. Incitations financières consenties aux entreprises de R-D				
A.1. Incitations fiscales	SP			VS
A.2. Subventions ou prêts à fonds perdus				
Financement de la R-D et de l'innovation ayant le développement industriel pour objectif primaire	VS	SP		DS
Financement de la R-D et de l'innovation ayant le développement industriel pour objectif secondaire	SP	VS		DS
A.3. Autres incitations financières	SP			DS
B. Marchés et contrats de R-D à but spécialisé (entreprises)				
B.1. Défense	VS	SP	VS	VS
B.2. Espace	SP	VS		VS
B.3. Autres objectifs	VS	SP		DS
C. Infrastructure de S-T et diffusion (autres qu'entreprises)				
C.1. R-D financée par l'État, pour les entreprises extérieures à l'industrie	VS	SP	VS	VS
C.2. Sciences de l'ingénieur par le biais du progrès général des connaissances		SP		
C.3. Diffusion et autres activités de S-T financées par l'État				SP

Légende : SP = Source principale ; VS = Source de vérification ou source secondaire ; DS = Détail supplémentaire.

Annexe 2

**ROYAUME-UNI : OBJECTIFS PRIMAIRES DES MÉCANISMES
DE FINANCEMENT PUBLIC**

« A la différence des catégories d'activités citées dans le *Manuel de Frascati* (recherche fondamentale, recherche appliquée, développement expérimental) qui sont liées à la nature de la R-D, l'objectif primaire (op) est ce qui motive le financement public de la R-D. Les objectifs primaires du financement de la R-D par l'État sont les suivants :

- *opA aide générale à la recherche* – l'ensemble de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée qui contribuent au progrès des connaissances ; aide aux subventions de recherche universitaire.
- *opB services de l'État (répartis entre le domaine de la défense et le domaine civil)* – la R-D touchant tout aspect de la prestation de services par l'État (le domaine militaire étant inclus en entier).
- *opC aide à l'action des pouvoirs publics* – la R-D que l'État décide de financer pour faire connaître son action (B et D étant exclus) et pour suivre les évolutions qui revêtent une importance pour le bien-être de la population.
- *opD aide à la technologie* – R-D appliquée qui fait progresser la technologie qui sous-tend l'économie du Royaume-Uni (à l'exclusion de la défense). Cette catégorie comprend la recherche stratégique et appliquée et l'activité de recherche pré-concurrentielle dans le cadre de mécanismes comme LINK.
- *opE transfert de technologie* – activités qui encouragent l'exploitation des connaissances dans un lieu différent.
- *opF autres mécanismes de dépenses* – enseignement supérieur, etc. »

Source : Office of Science and Technology (1998).

RÉFÉRENCES

- Bentzen, J. et V. Smith (1999),
« The Impact of Government R&D : Some Empirical Evidence », Working Paper 99-4,
Aarhus School of Business, Aarhus.
- Berglund, D. et C. Coburn (1995),
Partnerships : A Compendium of State and Federal Co-operative Technology Programs, Battelle,
Columbus, OH.
- Bonneau, M. et E. Weisenburger (2000),
« Le financement public de la recherche-développement dans les principaux pays de
l'OCDE », Note d'Information 00.47, ministère de l'Éducation nationale et ministère de
la Recherche, Paris.
- Conacyt (1999),
Indicadores de Actividades Cientificas y Technologicas 1998, Mexico.
- Commission européenne (1997),
Deuxième rapport européen sur les indicateurs S-T, 1997, EUR 17639, Luxembourg.
- Eurostat (1994),
NABS – Nomenclature pour l'analyse et la comparaison des budgets et des programmes scientifiques,
Luxembourg.
- Eurostat (annuelle),
Recherche et développement – Statistiques annuelles, Luxembourg.
- Guellec, D. et B. van Pottelsberghe (1999),
« Le soutien des pouvoirs publics stimule-t-il la R-D privée ? », *Revue économique de
l'OCDE*, OCDE, Paris.
- Imprimerie nationale (2000),
« Projet de loi de finances pour 2001 » (et budgets antérieurs), État de la recherche et
du développement technologique, Paris.
- Jankowski, J.E. (1999),
What is the State Government Role in the R&D Enterprise?, National Science Foundation,
Washington.
- Minister for Science and Technology (1998),
Science and Technology Budget Statement 1998-99 (et budgets antérieurs), Canberra.
- National Science Foundation (publication annuelle),
Federal R&D Funding by Budget Function, Washington, DC.
- National Science Foundation (1998),
Science and Engineering State Profiles, Washington, DC.

- National Science Board (2000),
Science and Engineering Indicators (et publications antérieures), Washington, DC.
- OCDE (1992),
« Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique : *Manuel d'Oslo* », OCDE, Paris.
- OCDE (1994),
La mesure des activités scientifiques et technologiques. Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental. Manuel de Frascati, 1993, OCDE, Paris.
- OCDE (1995),
Subventions à l'industrie. Manuel de notification, OCDE, Paris.
- OCDE (1996),
« Aides publiques à l'industrie ». Rapport du Comité de l'industrie au Conseil réuni au niveau des ministres, OCDE/GD(96)82, OCDE, Paris.
- OCDE (1997),
« Diffusing Technology to Industry: Government Programmes and Policies », OCDE/GD(97)60, OCDE, Paris.
- OCDE (1998a),
La Stratégie de l'OCDE pour l'emploi. Technologie, productivité et création d'emplois. Politiques exemplaires, OCDE, Paris.
- OCDE (1998b),
Les aides publiques à l'industrie au grand jour, OCDE, Paris.
- OCDE (1999),
Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie – 1999. Mesurer les économies fondées sur le savoir, OCDE, Paris.
- OCDE (publication annuelle),
Statistiques de base de la science et de la technologie, OCDE, Paris.
- OECD (publication semestrielle),
Principaux indicateurs de la science et de la technologie, OCDE, Paris.
- OCDE et Eurostat (1997),
La mesure des activités scientifiques et technologiques. Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologiques. Manuel d'Oslo, OCDE, Paris.
- Office of Science and Technology (2000),
Science, Engineering and Technology Statistics Office for National Statistics (et publications antérieures), Department of Trade and Industry, Londres.
- Pretschker, U. (1998),
« Les aides publiques en faveur de la R-D industrielle », in Numéro spécial : Aides publiques à l'industrie, *Revue STI*, n° 21, OCDE, Paris.
- Pretschker, U et A. Young (1998),
« La définition des subventions à la R-D et à l'innovation industrielle », in Numéro spécial : Aides publiques à l'industrie, *Revue STI*, n° 21, OCDE, Paris.
- Secrétariat d'État à la Recherche, (1998),
« Recherche et développement dans les organismes publics – Résultats 1995 et estimations 1996 », *Objectifs socio-économiques 1997* (et années antérieures) Direction générale de la Recherche et de la Technologie, ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (et années antérieures), Paris.

- Statistique Canada (1997a),
Activités scientifiques fédérales, 1997-98 (et années antérieures), Ottawa.
- Statistique Canada (1997b),
« Activités scientifiques et technologiques des administrations provinciales, de 1989-90 à 1995-96 », *Projet de remaniement des sciences et de la technologie (ST-97-03)*, Ottawa.
- Statistique Canada (1998a),
« Dépenses et personnel de l'administration fédérale au titre des activités en sciences naturelles et sociales, de 1989-90 à 1998-99 », *Projet de remaniement des sciences et de la technologie (ST-98-09)*, Ottawa.
- Statistique Canada (1998b),
« Paiements de l'administration fédérale dans les industries », *Projet de remaniement des sciences et de la technologie (ST-98-07)*, Ottawa.
- Statistique Canada (2000),
« Organismes provinciaux de recherche », *Statistiques des sciences*, vol. 22, n° 1, Ottawa.
- Warda, J. (1996),
« Measuring the Value of R&D Tax Provisions », in « Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation », OCDE/GD(96)165, Paris.
- Organisation mondiale du commerce (1999),
site Web.

ÉVALUATION DU TRAITEMENT FISCAL DE LA R-D DANS LES PAYS DE L'OCDE

Table des matières

I. Introduction	204
II. Pourquoi des incitations fiscales ?	205
III. Les caractéristiques de l'environnement fiscal de la R-D	207
IV. Génèse de l'indice B	210
V. L'indice B comme instrument d'analyse des politiques publiques : avantages et inconvénients	215
VI. Conclusion : quelles leçons peut-on en tirer ?	221
<i>Annexe 1.</i> Développements possibles de l'indice B : aides, subventions et contrats publics.....	222
<i>Annexe 2.</i> Développement des formules de l'indice B.....	224
Notes	230
Références	231

Cet article a été écrit par Jacek Warda du Conference Board of Canada. Les opinions exprimées ici sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les opinions du Conference Board of Canada.

I. INTRODUCTION

Dans de nombreux pays, les dispositions fiscales visant à stimuler les dépenses de recherche du secteur privé sont un élément significatif de la politique de soutien à l'innovation et de promotion des technologies nouvelles. Cet article a pour objet d'une part de présenter un modèle permettant d'évaluer les avantages relatifs de ces incitations fiscales, et d'autre part d'actualiser les estimations antérieures pour les pays de l'OCDE retenus.

Une « méthodologie de l'indice B » est utilisée pour comparer l'importance relative des aides fiscales à la R-D dans les différentes juridictions fiscales. Le modèle a déjà eu bien des prolongements depuis son élaboration initiale¹. Dans ce modèle, la valeur de l'indice mesurant l'importance relative des avantages fiscaux accordés à la R-D, c'est à dire l'indice B, dépend du traitement fiscal de la R-D dans une juridiction donnée : il est fonction du revenu avant impôts nécessaire pour tout juste rentabiliser une dépense d'un dollar en R-D. Plus le traitement fiscal de la R-D est favorable, moins le taux de rendement nécessaire pour parvenir à l'équilibre est élevé, et par conséquent moins l'indice B du pays considéré est important. Bien qu'il constitue un instrument de comparaison et d'analyse particulièrement utile, l'indice B est fondé sur un certain nombre d'hypothèses méthodologiques. De plus, il ne prend pas en compte l'intégralité des impôts dans le pays considéré ou les répercussions des autres formes de soutien à la technologie sur les dépenses de recherche.

Cet article mesure seulement les différences de traitement fiscal de la R-D ; il ne tient pas compte de facteurs tels que les subventions ou les impôts qui ne sont pas assis sur les revenus de l'entreprise. Bien qu'ils soient importants, les facteurs non fiscaux qui influencent la décision d'investir en R-D, comme la présence d'une main-d'œuvre qualifiée ou l'existence d'une infrastructure scientifique et technologique, dépassent le champ de cet article. En conséquence, ce travail de comparaison peut alimenter le débat quant aux politiques à suivre, mais ne peut remplacer un examen détaillé des alternatives pour une décision d'investissement dans le secteur concurrentiel.

II. POURQUOI DES INCITATIONS FISCALES ?

En général, les gouvernements sont engagés dans le soutien à la R-D parce que les retombées de la R-D bénéficient à l'ensemble de la société sans que les bénéfices de R-D puissent être totalement captés par les entreprises du secteur privé qui en sont les commanditaires.

Des études ont indiqué que le taux de rendement social de l'investissement en R-D est bien plus élevé que le taux correspondant pour l'investisseur privé². Ainsi, le secteur privé a tendance à investir moins qu'il ne le devrait en R-D tout simplement parce qu'il a moins d'incitations à produire de la R-D au-delà de la fraction qui peut être conservée comme un bien privé. Cela conduit à ce que l'on appelle une défaillance du marché. Comme le marché ne peut pas estimer le rendement de l'ensemble des bénéfices revenant au commanditaire privé de R-D, il n'a pas d'autre solution que d'allouer un niveau de ressources en R-D inférieur à celui qui aurait été désirable du point de vue de l'optimum social. Cette sous-production de R-D est la justification de l'intervention de l'État dans ce domaine.

Des avantages fiscaux sont accordés par les États pour compenser l'incapacité du marché à allouer des ressources adéquates vers des investissements risqués et de long terme comme la R-D. Ils constituent une des armes dans l'arsenal des États pour stimuler directement la R-D dans le secteur privé. A la différence de mesures plus directes, ces avantages fiscaux sont attribués de façon indirecte à l'issue de décisions du secteur privé prises dans un cadre concurrentiel. Dans le cas d'avantages fiscaux, la décision d'y recourir et leur utilisation restent l'affaire de l'entreprise. Les entreprises qui investissent en R-D sont autorisées à déduire des avantages fiscaux de leur impôt exigible. A la différence d'autres outils incitatifs, ces avantages fiscaux généraux ne ciblent pas des secteurs ou des entreprises spécifiques, ou des domaines particuliers d'investissement en R-D. Ils peuvent être obtenus à la simple condition que les sommes affectées à la R-D soient dépensées et que les réglementations applicables lors des procédures d'attribution soient respectés par les contribuables. Le soutien de l'État peut prendre différentes formes : aides directes, subventions, prêts et contrats publics. Ces derniers n'utilisent pas le cadre fiscal, mais sont offerts directement aux entreprises dans le cadre des différents programmes. Ils pourraient également être modélisés grâce à l'approche développée au travers de l'indice B, mais cela nécessiterait encore plus d'hypothèses de travail qui rendraient les estimations encore plus éloignées de la réalité (voir annexe 1).

Qu'est-ce qui constitue une incitation fiscale ?

Les incitations fiscales prennent plusieurs formes³ :

- des *exonérations* : ce sont des revenus ou des dépenses exclues de l'assiette fiscale ;
- des *abattements* : il s'agit de sommes ajoutées aux dépenses de fonctionnement des entreprises, qui sont déduites du revenu brut pour obtenir le revenu imposable ;
- des *crédits d'impôt* : ce sont des sommes déduites des montants d'impôts effectivement dus ;
- des *différés d'impôt* : ce sont des avantages fiscaux qui prennent la forme de délais de paiement d'un impôt (par exemple l'amortissement accéléré ou des déductions pour les dépenses courantes) ;
- des *abaissements des taux d'imposition* : le taux de l'impôt sur les sociétés applicable à certains contribuables ou pendant l'exercice de certaines activités est réduit.

Les avantages fiscaux applicables à la R-D prennent en général trois formes : des crédits d'impôts, des abattements sur les revenus imposables et des reports d'imposition (déductions pour amortissement et déductions pour les dépenses courantes). Bien que les crédits d'impôt et les abattements sur les revenus imposables soient des formes évidentes d'avantages fiscaux, les déductions pour amortissement ne peuvent être considérées comme des avantages fiscaux que si elles sont autorisées à un taux plus élevé que le taux d'amortissement économique.

Les déductions pour les dépenses courantes au titre de la R-D sont une forme particulière de report d'imposition. Les pratiques comptables généralement acceptées définissent ces déductions comme la prise en compte de dépenses effectuées à l'occasion des activités courantes dégagant des revenus. Mais les dépenses de R-D n'engendrent pas de revenus immédiatement ; elles constituent des investissements qui produiront des bénéfices ultérieurement. Par conséquent, elles doivent être retenues proportionnellement au flux de revenus dégagés pendant une année donnée, et cela signifie qu'une assimilation des dépenses de R-D (salaires, traitements et équipements) à des dépenses courantes constitue une subvention fiscale sous forme d'une sorte d'amortissement accéléré. Comme Bronwyn Hall (1995) l'a noté : « 100 % ne pourrait être un taux d'amortissement économique réaliste que dans le cas où le temps de retour sur investissement de la R-D serait d'une année, ce qui n'offre pas une image très réaliste de la plupart des dépenses de R-D. » Les déductions pour dépenses courantes constituent une perte substantielle de revenu pour les gouvernements la proposant, car plus de 90 % de chaque dollar de R-D dépensé l'est en dépenses « courantes » (le reste représente des immobilisations).

III. LES CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT FISCAL DE LA R-D

Dépenses courantes et dépenses en capital

Dans une optique comptable, les dépenses de R-D sont divisées en dépenses courantes, qui incluent les salaires et traitements du personnel scientifique et le coût des produits utilisés, et les dépenses en capital, qui incluent le coût des équipements et des locaux. Les pays étudiés dans cet article permettent la déduction des dépenses courantes de R-D des revenus de l'année où elles sont effectuées. Mais des divergences entre pays étudiés existent : certains pays autorisent la déduction des dépenses de R-D en capital l'année où elles sont engagées, tandis que d'autres imposent l'amortissement des dépenses en capital sur tout ou partie de leur durée d'utilisation économique. Toutes choses égales par ailleurs, le coût net d'impôts de la R-D sera plus bas dans les pays qui autorisent la déduction immédiate ou accélérée des dépenses de R-D en installations et biens d'équipement.

Les dépenses en capital sont en général amorties sur l'ensemble de la durée d'utilisation d'un actif selon deux méthodes : l'amortissement dégressif ou l'amortissement linéaire. Quelques pays (par exemple les États-Unis) autorisent le passage de la méthode dégressive à la méthode linéaire quand cette dernière devient plus favorable au contribuable en termes actualisés. Le tableau ci-dessous présente les formules utilisées pour calculer la valeur actuelle des amortissements accélérés, z , selon chaque méthode. Les formules prennent pour hypothèse que les actifs sont amortis au début de chaque période.

Formules d'amortissement

Dégressif : $z = d(1 + r)/(d + r)$

Linéaire : $z = 1/T(1 - (1/(1 + r))^T)(1 + r)/r$

Où : d représente le taux d'amortissement

r représente le taux d'actualisation ou le taux d'intérêt

T représente la durée d'amortissement de l'actif (en nombre d'années).

Considérant le fait que les dépenses courantes et les dépenses en capital de R-D relèvent de traitements fiscaux séparés au travers des différentes législations fiscales, les dépenses de R-D ont été ventilées entre dépenses courantes et dépenses en capital, en utilisant une proportion moyenne de 90 % et 10 % respectivement. Les dépenses en capital ont été à leur tour divisées à parts égales entre les machines et équipements (5 %) et les bâtiments (5 %). De plus, on considère que les salaires et traitements (une composante des dépenses courantes)

représentent 60 % du total des dépenses de R-D. Ces proportions ont été appliquées uniformément à toutes les législations fiscales examinées.

Abattements spéciaux sur les dépenses de R-D

Quelques-uns des pays examinés dans cette étude (l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, l'Irlande et le Royaume-Uni) disposent d'abattements spéciaux sur les dépenses de R-D qui permettent aux entreprises effectuant des dépenses de R-D de déduire de leur revenu imposable un montant supérieur à ce qui est effectivement dépensé. Ces abattements spéciaux au titre de la R-D prennent deux formes. La première permet à une entreprise dépensant un dollar en R-D de déduire $\$(1 + w)$ (où $w > 0$) de son revenu imposable dans l'année où cette dépense a lieu. Cela conduit à une économie d'impôts de $\$(1 + w)u$ et à un coût après impôts de la R-D égal à $\$(1 - (1 + w)u)$, où u est le taux de l'impôt sur les sociétés. Plus le montant de cet abattement spécial (noté w) est élevé, plus le coût après impôts de la R-D sera faible.

Une seconde catégorie d'abattement spécial est fondée sur l'augmentation des dépenses de R-D par rapport à une période antérieure quelconque de référence (c'est à dire une déduction progressive). Dans cette configuration, une entreprise est autorisée à déduire à la fois ses dépenses de R-D et une partie (notée w) de l'éventuel accroissement de ses dépenses de R-D par rapport à la période de base considérée. Par exemple, une dépense d'un dollar qui conduit également à une augmentation du même montant par rapport à la période de référence conduit à une économie d'impôt de $\$(1 + w)u$ et à un coût après impôt de $\$(1 - (1 + w)u)$. On examine de façon plus approfondie la déduction progressive en annexe 2, où sont développées les équations constitutives du modèle de l'indice B.

Crédits d'impôt pour investissement

Les crédits d'impôt à l'investissement sont pratiqués par dix pays de l'OCDE (Canada, France, Italie, Japon, Corée, Mexique, Pays-Bas, Portugal, Espagne et les États-Unis). Comme un abattement spécial, un crédit d'impôt réduit le coût après impôt de la R-D. Cependant, à la différence d'un abattement, un crédit d'impôt vient en déduction de l'impôt à payer. Comme pour les abattements, il existe deux types de crédit d'impôt : un crédit d'impôt fondé sur le niveau donné des dépenses de R-D et un crédit d'impôt fondé sur une augmentation de celles-ci. Ces crédits peuvent être exonérés ou soumis à l'imposition. Un crédit d'impôt fondé sur un niveau de dépenses est moins répandu dans les pays de l'OCDE – seul le Canada, l'Italie et les Pays-Bas ont actuellement un crédit d'impôt exclusivement fondé sur le niveau des dépenses de R-D. Les autres pays utilisent le crédit d'impôt fondé sur une augmentation des dépenses de R-D. De plus, la majorité

des pays membres de l'OCDE font bénéficier le contribuable de la valeur intégrale du crédit d'impôt. Seuls deux pays, le Canada et les États-Unis, soumettent à la taxation leurs crédits d'impôt.

Le crédit d'impôt fondé sur le niveau des dépenses de R-D équivaut à une réduction directe du passif fiscal d'une entreprise égale à une fraction (notée c) de ses dépenses annuelles de R-D. Un crédit d'impôt exonéré ne réduit pas le volant de dépenses en R-D qui peut toujours être déduit de son revenu imposable. Si, par exemple, la R-D était totalement déductible, l'économie d'impôt réalisée à partir d'un dollar de R-D serait $\$(u + c)$ et le coût après impôts de la R-D reviendrait à $\$(1 - u - c)$. En prenant un taux de crédit d'impôt de 10 % et un taux de taxation de 50 %, l'économie d'impôt réalisée serait de 0.60 dollar et le coût après impôts d'un dollar de R-D représenterait 0.40 dollar.

Un crédit d'impôt soumis à la taxation aboutit également à une réduction du passif fiscal d'une entreprise par une certaine fraction (notée c) de ses dépenses de R-D, mais il est alors nécessaire de retrancher des dépenses de R-D déductibles du revenu imposable le montant du crédit d'impôt. En reprenant l'exemple cité plus haut, l'économie d'impôt sur un dollar de dépense de R-D serait $\$(c + t(1 - c))$. Le coût après impôts de la R-D reviendrait à $\$(1 - c)(1 - u)$. Selon les hypothèses définies plus haut, l'économie d'impôt serait de 0.55 dollar et le coût après impôts de la R-D représenterait 0.45 dollar.

Le crédit d'impôt fondé sur une augmentation des dépenses de R-D est fondé sur la variation nominale des dépenses de R-D par rapport à une période quelconque de référence. Ce crédit d'impôt peut ou ne peut pas être selon les cas retranché des déductions pour R-D que l'entreprise serait habilitée à réclamer. Il peut aussi soit être soumis à la taxation, soit être exonéré. On débat de ce type de crédit d'impôt de façon plus approfondie en annexe 2.

Taux d'imposition des sociétés

Le taux auquel les bénéfices de l'entreprise sont imposés constitue un autre facteur important du traitement fiscal de la R-D. Le taux d'imposition affecte directement le coût après impôts de la R-D, qui est la méthode traditionnelle pour mesurer l'impact des incitations fiscales au titre de la R-D.

Mise au point d'un modèle permettant de mesurer la valeur des incitations fiscales au titre de la R-D

Il était important de choisir un modèle capable d'inclure les paramètres mentionnés plus haut et de mesurer leur impact sur l'investissement en R-D. Le modèle présenté plus bas est fondé sur l'approche du taux marginal effectif d'imposition (METR). Le modèle marginal est conçu spécifiquement pour examiner la pression fiscale appliquée à un revenu engendré par un « dollar supplémentaire » investi en R-D. Il est également conçu afin de constituer un

indicateur global de la pression fiscale applicable à des investissements marginaux en R-D dans les différents pays. Sous sa forme la plus simple, le modèle est un rapport entre d'une part, la valeur actuelle des impôts versés à l'occasion d'un investissement supplémentaire, et d'autre part, la valeur actuelle du revenu généré par cet investissement. Le modèle présenté dans cet article reflète cette spécification, bien qu'il ait été légèrement modifié. Pour un système fiscal donné, il a pour but de répondre à la question de savoir quel serait le revenu avant impôt que l'investisseur ou le contribuable devrait percevoir pour rendre cet « investissement additionnel » tout juste rentable.

Le modèle marginal choisi ici fournit un condensé utile des principales caractéristiques de la fiscalité des entreprises et se révèle efficace dans l'établissement de comparaisons internationales. Cependant, la contrepartie de son côté pratique réside dans le fait que ce modèle est très abstrait, et qu'il a fallu développer sensiblement l'analyse micro-économique, notamment par l'adaptation d'une équation concernant le coût d'usage du capital. Ces impératifs doivent être compris par l'utilisateur pour que le modèle constitue un outil efficace d'analyse des politiques dans ce domaine.

Bien que le modèle METR se révèle plus abstrait et plus statique que le modèle fondé sur des flux de trésorerie, qui est fondé sur des taux moyens d'imposition, il se révèle plus adapté lors de décisions particulières au cours de la vie des affaires, comme dans le cas de la mobilisation de ressources supplémentaires pour des types particuliers d'investissements. Ainsi, le modèle marginal fournit un moyen de répondre à la question : « quelle serait la conséquence probable, en termes d'impôt à payer, d'une opération particulière de R-D que j'envisage d'entreprendre au sein de mon entreprise ? ». Telle est précisément la question à laquelle le modèle de l'indice B s'efforce de répondre.

IV. GÉNÈSE DE L'INDICE B

Lorsqu'ils étaient au département d'économie de l'université de *Carleton*, l'auteur de l'article et son professeur, Doug McFetridge, participèrent à l'évaluation de programmes gouvernementaux d'aide à la R-D. En 1983, un débat intense eut lieu au Canada sur la nécessité d'investir davantage dans la R-D et sur les rôles respectifs de l'État et du secteur privé. On considérait que le Canada possédait un programme de soutien assez avantageux au travers de son dispositif d'aides fiscales, mais personne ne savait quel était son degré de générosité par rapport à nos concurrents étrangers. Il y avait donc besoin d'un modèle permettant de saisir de façon synthétique l'ensemble des incitations fiscales et de les comparer à celles en vigueur dans d'autres pays. Afin de mesurer l'attractivité

relative des différents dispositifs fiscaux, le modèle devait remplir les conditions suivantes :

- Il devait être en mesure d'isoler l'impact des incitations fiscales sur le taux de rendement par unité de R-D effectuée.
- Il devait être fondé sur des théories économiques solidement établies.
- Il devait être simple à calculer et à interpréter.
- Il devait servir d'outil d'analyse des politiques de soutien.

Nous avons trouvé le cadre théorique sous-jacent dans la démarche suivie par Hall et Jorgenson (1967) pour mesurer le prix d'usage du capital. King and Fullerton (1984) ont ultérieurement développé le modèle avec l'objectif de déduire des taux marginaux effectifs pour divers types d'investissements.

Le modèle de l'indice B et son cadre théorique furent publiés à l'origine en 1983 par un organisme de recherche sur la fiscalité indépendant et reconnu internationalement, l'association canadienne d'études fiscales (McFetridge et Warda, 1983). Une série d'études a suivi pendant la période 1990-99, publiée sous l'égide du Conference Board of Canada et de l'OCDE.

A propos du modèle de l'indice B

L'origine du nom « indice B » provient du fait que le modèle indique le rapport minimal coûts-bénéfices pour lequel un investissement en R-D devient rentable compte tenu du traitement fiscal applicable aux entreprises qui l'effectuent. Ce nom est cependant plutôt abscons pour de nombreux chercheurs et organisations utilisant cet indice. C'est pourquoi d'autres noms pour l'indice B ou ses prolongements ont émergé. Parmi les plus répandus, qui reflètent sans doute mieux la nature de l'indice, on citera :

- Le rapport impôts/subventions (c'est à dire un moins l'indice B).
- Le prix fiscal de la R-D.
- La composante fiscale du prix d'usage de la R-D.
- Le taux de rendement de l'investissement marginal en R-D, avant impôts.

Dans toutes ces dénominations, l'indice B reste un indicateur du soutien relatif à l'investissement du secteur privé en R-D par le truchement du système fiscal. Exprimé différemment, l'indice B montre l'impact du système fiscal sur les décisions du secteur privé d'investir en R-D. Plus précisément, l'indice B est calculé comme la valeur actuelle du revenu avant impôts que l'entreprise doit dégager pour d'une part couvrir le coût d'un investissement initial en R-D, et d'autre part payer les impôts afférents. Plus l'indice est bas, plus les incitations à investir en R-D sont importantes pour une entreprise.

Une caractéristique importante du modèle de l'indice B est de permettre d'étalonner l'attractivité relative des dispositifs d'aides fiscales à la R-D dans les différentes juridictions. A l'intérieur d'une région quelconque, les possibilités qui s'offrent à une entreprise en matière de R-D peuvent être considérées comme une succession de projets qui ont chacun leur rapport coûts-bénéfices. L'entreprise jugera rentable d'engager tous les projets dont le rapport coûts-bénéfices est supérieur à B. Ainsi plus l'indice B est faible, plus l'entreprise va engager des montants importants en R-D.

Dans la comparaison entre les différentes juridictions, notre intérêt s'est concentré sur l'impact des différences de traitement fiscal entre pays ou régions pour des projets identiques. La valeur de l'indice B dépend du traitement fiscal de la R-D. Plus le traitement fiscal de la R-D est favorable, plus l'indice B de la juridiction considérée sera faible. Et toutes choses égales par ailleurs, plus l'indice B est faible dans un pays, plus le volume de R-D engagé par les entreprises résidentes sera important.

Sur un plan technique, la formule de l'indice B est simple. Il s'agit du coût après impôts (CAI) pour un dollar de dépense en R-D divisé par un moins le taux de l'impôt sur les sociétés. Le CAI constitue le numérateur de l'équation de l'indice B. On peut le définir comme le coût net pour l'entreprise de l'investissement en R-D, en tenant compte de l'ensemble des avantages fiscaux pour la R-D⁴. Les incitations fiscales abaissent le CAI d'un projet en R-D. Le taux de l'impôt sur les sociétés influe également sur le niveau du CAI. Plus le taux de l'impôt est élevé, plus le CAI de la R-D est faible, et *vice versa*. Comme on peut le constater, l'utilisation du CAI comme indicateur de l'attractivité relative des incitations fiscales pour la R-D peut donner un résultat faussé, et rendu plus problématique par le niveau du taux de l'impôt sur les sociétés qui se trouve dans l'équation du CAI. Pour isoler l'impact des incitations fiscales de celui du taux de l'impôt sur les sociétés, l'étude utilise la valeur de l'indice B. Comme l'indice B est exprimé sous la forme d'un rapport avant impôts, cela réduit l'impact des taux d'imposition et rend possible les comparaisons internationales.

Les éléments généralement pris en compte dans le modèle font partie des paramètres du système de l'impôt sur les sociétés :

- La période pendant laquelle tant les dépenses courantes que les dépenses en capital de recherche scientifique peuvent être déduites du revenu imposable.
- L'existence de toutes déductions du revenu imposable, incluant des amortissements accélérés ou supplémentaires, qui seraient fondés sur le niveau ou la variation des dépenses de R-D.
- La disponibilité d'éventuels crédits d'impôts (c'est à dire de réductions de l'impôt à payer), qui seraient fondés sur le niveau ou la variation des dépenses de R-D.

- Le taux auquel les bénéficiaires des sociétés sont imposés, compte tenu de l'incidence des principaux systèmes fiscaux des provinces ou des États.
- Le facteur temporel : l'indice B est exprimé en termes actualisés (taux de rendement net à terme). On fait l'hypothèse que pour l'ensemble des pays faisant l'objet d'une comparaison, le taux d'actualisation est constant et fixé à 10 %⁵.

Le modèle ne tient pas compte de quelques caractéristiques de la réglementation fiscale qui se rapportent aux décisions de R-D ou à d'autres décisions d'investissement. D'autres facteurs importants dans la prise de décision d'une entreprise d'investir en R-D sont également exclus : il s'agit de l'impôt sur le revenu des personnes physiques, des taxes sur les produits, des taxes foncières, des taxes sur les salaires, des impôts sur le patrimoine et des aides et subventions à la R-D. La limitation à l'impôt sur les sociétés est une faiblesse certaine du modèle. Toutefois, des prolongements seraient envisageables car de nombreuses mesures autres que les incitations fiscales ont un effet sur le revenu de l'entreprise (voir l'annexe 1). Ils seraient même particulièrement bienvenus pour des réglementations fiscales qui font appel de préférence aux taxes sur le capital, la propriété et les marchandises plutôt qu'à l'impôt sur les sociétés comme principale source de revenus.

Le modèle de l'indice B mesure la générosité potentielle (c'est à dire le maximum de ce qui peut être retiré) d'un système fiscal. Ainsi, son fonctionnement est conditionné par le respect d'hypothèses supplémentaires. L'une d'entre elles est l'absence de plafonnement des avantages fiscaux. Dans cette perspective, l'indice ne fait aucune différence entre le caractère remboursable ou non des incitations fiscales. On considère que les entreprises ont suffisamment de bénéfices imposables pour bénéficier à plein des incitations fiscales pendant l'année en cours. En conséquence, certains aspects dynamiques des incitations fiscales à la R-D, comme le report des déductions fiscales sur les exercices postérieurs ou antérieurs, n'affectent pas la valeur de l'indice B. Cet aspect pourrait être pris en compte dans un modèle, mais il faudrait alors imposer des hypothèses strictes concernant l'échéance des revenus dans le temps. Afin de respecter l'hypothèse de non-plafonnement des avantages fiscaux, le modèle fait également l'hypothèse que le taux de l'impôt et le taux de l'avantage fiscal s'appliquent à la tranche supérieure des revenus considérés.

Pourtant, une autre hypothèse importante qui nous permet de connaître la générosité potentielle d'une réglementation fiscale est liée à la possibilité, pour une entreprise, de bénéficier sans limite de l'incitation fiscale. Dans ce modèle, les entreprises ne sont pas contraintes par des plafonds ou des planchers lorsqu'elles souhaitent bénéficier d'avantages fiscaux. Tout ce qui est gagné est déclaré et payé en intégralité pendant l'année fiscale considérée. En pratique, la

situation est très différente dans de nombreux pays. Il existe des plafonnements obligatoires et la procédure pour se conformer aux réglementations et directives des administrations fiscales se révèle coûteuse ; elle peut entamer une partie des avantages fiscaux. Le modèle ne prend toutefois pas en compte ces problèmes.

La relation entre l'indice B et le taux marginal effectif d'imposition

Il peut être démontré qualitativement que l'indice B fournit les mêmes résultats que l'approche par le METR (Jung, 1989)⁶. Des taux marginaux effectifs d'imposition sont calculés comme étant la différence entre le taux de rendement réel avant impôts net de l'amortissement économique requis sur un projet marginal et le taux de rendement réel après impôts exigé par l'investisseur. En divisant le résultat de cette soustraction par le taux de rendement avant impôt, on obtient le METR.

Des taux de rendement réels après impôts sont facilement déduits de données rapidement disponibles : souvent ils sont fixés de façon exogène sur les marchés financiers internationaux. Ainsi, ces taux peuvent être traités comme des constantes. Un problème se pose lorsqu'on cherche à déterminer le taux de rendement réel avant impôts, qui ne peut être calculé directement. Cependant, on peut l'estimer indirectement en utilisant la notion de coût d'usage du capital de R-D. Selon cette théorie, une entreprise s'efforçant de maximiser son profit investira jusqu'à ce que, à la marge, le taux de rendement attendu du capital soit égal au coût d'usage du capital. Ceci peut être retracé dans une équation décrivant le coût d'emprunt du capital (amortissement brut économique) :

$$Rg = (r - p + d)(1 - c)(1 - uz)/(1 - u) \quad [1]$$

Avec :

Rg est le taux de rendement réel marginal impôt inclus

r est le taux d'actualisation

p est le taux d'inflation

d est le taux d'amortissement économique

c est le crédit d'impôt

z est la valeur actuelle des abattements pour amortissement

u est le taux de l'impôt sur les sociétés.

L'équation 1 décrit le cas où les crédits d'impôts sont imposables alors que l'équation 2 décrit le cas où ils ne le sont pas.⁷ Il est clair que l'équation peut être réécrite de la façon suivante :

$$Rg = (r - p + d)(\text{indice B})$$

L'indice B est calculé comme la valeur actuelle des bénéfices avant impôt que l'entreprise doit dégager pour couvrir le coût d'un investissement initial en

R-D et payer les impôts afférents. Il représente la composante fiscale du taux de rendement avant impôt ou la composante fiscale du prix d'usage du capital.

Il est démontrable que :

$$\text{METR} = ((r - p + d)(\text{Indice B}) - \text{Const}) / (r - p + d)(\text{Indice B}) \quad [2]$$

Où *Const* représente le taux de rendement réel après impôt, qui est déterminé de façon exogène.

En d'autres termes, le METR est fonction de l'indice B. Ainsi, l'indice B représente la composante fiscale du METR. De même, l'indice B représente aussi la composante fiscale du coût d'usage du capital de R-D (voir l'annexe 2 pour un examen des caractéristiques de l'indice B pour diverses dispositions fiscales applicables à la R-D).

V. L'INDICE B COMME INSTRUMENT D'ANALYSE DES POLITIQUES PUBLIQUES : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Dans l'ensemble, nous considérons que l'indice B est un bon jalon pour établir des comparaisons internationales. Il illustre le potentiel d'attraction d'une réglementation fiscale (et de dispositions en faveur de l'innovation) concernant l'investissement en R-D. Il est également largement utilisé pour scruter les changements dans le niveau d'attractivité du traitement fiscal de la R-D dans les pays de l'OCDE et, de plus en plus, il sert d'instrument de comparaison des outils des politiques publiques entre pays et dans le temps quant à leur impact sur les dépenses en R-D du secteur privé.

La méthodologie de l'indice B a plusieurs avantages :

- En mesurant la générosité relative du traitement fiscal de la R-D, elle rend possible les comparaisons internationales.
- Étant une mesure synthétique, elle permet de suivre les tendances en matière de fiscalité et les changements de politique au fil du temps.
- L'indice peut-être appliqué à l'analyse économétrique pour étayer les décisions des dirigeants.
- L'indice peut être utilisé comme variable dépendante dans l'étude de l'efficacité du système fiscal.
- L'indice peut être étendu pour évaluer des outils plus directs de soutien comme les subventions et les contrats publics. Cela permet de dresser un

tableau exhaustif du niveau global de générosité des aides gouvernementales à la R-D du secteur privé.

- En utilisant des données macro-économiques sur la R-D financée par le secteur privé, il devient possible de calculer la dépense fiscale engendrée par les incitations à la R-D (Warda, 1998).

Bien sûr, l'indice B a aussi des limites. Le fait qu'il soit limité aux facteurs affectant l'impôt sur les bénéficiaires des sociétés est un inconvénient important. De nos jours, confronté à un rythme toujours plus soutenu de mondialisation et d'investissement dans le savoir, les États fournissent des incitations par le truchement d'autres mécanismes fiscaux. Il s'agit par exemple des exonérations de TVA, des déductions sur les taxes sur les ventes et les taxes d'utilisation des crédits au titre des emplois dans la R-D et des déductions sur les gains en capital. Ces incitations visent à promouvoir l'ensemble de la chaîne conduisant à l'innovation, et pas seulement la R-D. Des travaux sur un possible développement du modèle de l'indice B dans ces domaines sont en cours.

Une vue d'ensemble du traitement fiscal de la R-D dans les pays de l'OCDE (1999-2000)

Lhuillery (1995), a examiné d'une manière exhaustive les systèmes nationaux d'incitations fiscales à la R-D en faisant apparaître leurs nuances et leurs implications pour les décisions d'investissement du secteur privé. Cette analyse est encore d'actualité et constitue un complément utile aux débats sur les travaux récents sur les incitations fiscales de R-D présentés plus bas. Pour plus de précisions, le lecteur peut se référer aux tableaux 1 et 2 en annexe, qui présentent pays par pays les détails des caractéristiques du traitement fiscal de la R-D inclus dans le calcul des indices B sur la période 1999-2000.

Le nombre de pays offrant au moins une incitation fiscale pour la R-D (tant sous la forme d'un crédit d'impôt que d'un abattement sur le revenu imposable) a significativement augmenté par rapport à la période 1996-99. En 1999, 16 pays (66,7 % des 24 pays examinés) offraient une incitation fiscale à la R-D, à comparer avec 12 pays en 1996 (soit 50 %).

Les pays qui offraient en 1999 un crédit d'impôt ou un abattement fiscal pour la R-D sont les suivants : l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Mexique, les Pays-Bas et le Portugal. La comparaison inclut le Royaume-Uni qui a commencé à partir du 1^{er} avril 2000 à offrir une incitation fiscale pour la R-D.

Depuis 1996, les pays suivants se sont joints au groupe de ceux qui accordent des incitations fiscales : l'Irlande en 1996, le Mexique en 1998, le Portugal en 1998 et le Royaume-Uni en 2000. Deux pays ont radicalement amélioré leur système d'incitation fiscale à la R-D : l'Autriche et le Japon en 1999. Un pays a en revanche

fortement réduit la générosité du système d'incitation fiscale à la R-D : l'Australie en 1996.

Parmi les 16 pays qui offrent des crédits d'impôt à la R-D, cinq offrent des crédits d'impôt fondés sur l'augmentation des dépenses en R-D et quatre offrent des crédits d'impôt fondés sur le niveau ou le volume des dépenses en R-D. Deux pays offrent une combinaison des deux types (tableau 1). La Corée offre un crédit d'impôt fondé à la fois sur un niveau et sur l'augmentation des dépenses de R-D, mais ces deux types de crédits d'impôt sont exclusifs l'un de l'autre : une entreprise ne peut choisir qu'un seul type.

Tableau 1. **Pays offrant des crédits d'impôt pour R-D, 1999**

	Niveau de R-D	Augmentation de R-D	Combinaison des deux
Canada	Oui		
France		Oui	
Italie	Oui		
Japon		Oui	
Corée	Oui	Oui	
Mexique		Oui	
Pays-Bas	Oui		
Portugal			Oui
Espagne			Oui
États-Unis		Oui	
Total	4 pays	5 pays	2 pays

Un nombre croissant de pays offrent des abattements au titre de la R-D sur le revenu imposable. Quatre pays fournissent des abattements basés sur le niveau de la R-D, un pays offre un abattement fondé sur l'augmentation des dépenses de R-D, et un pays accorde une combinaison des deux types d'abattements (tableau 2).

Tableau 2. **Pays offrant des abattements pour R-D, 1999**

	Niveau de R-D	Augmentation de R-D	Combinaison des deux
Australie	Oui		
Autriche			Oui
Belgique	Oui		
Danemark	Oui		
Irlande		Oui	
Royaume-Uni	Oui		
Total	4 pays	1 pays	1 pays

Un nombre relativement faible de pays fournit des incitations fiscales de R-D aux petites et moyennes entreprises. Sept pays seulement (29.2 %) ont été identifiés à ce titre (tableau 3). Deux pays offrent des incitations fiscales ciblées vers la recherche fondamentale, un pays encourage la recherche en coopération et un autre fournit un crédit d'impôt pour l'investissement en bâtiments affectés à la R-D (tableau 3).

Tableau 3. **Pays offrant des crédits d'impôt ou des abattements au titre de la R-D ciblés vers des zones ou des activités spécifiques, 1999**

	Taille de l'entreprise	Recherche et technologie	Activité	Région
Belgique	PME			
Canada	PME			Provinces
Danemark		Recherche fondamentale		
Italie	PME			
Japon	PME	Recherche fondamentale	Recherche en association	
Corée	PME		Bâtiments affectés à la R-D	
Pays-Bas	PME			
Royaume-Uni	PME			États fédérés
États-Unis				
Total	7 pays	2 pays	2 pays	2 pays

Deux pays à système fédéral fournissent des incitations fiscales au niveau local (les provinces au Canada et les États fédérés aux États-Unis) en plus des incitations fiscales fédérales (tableau 3).

Il faut, toutefois, noter qu'il y a des limites à la générosité des pays qui fournissent des incitations fiscales. Ces limites, liées aux hypothèses du modèle de l'indice B, ont été contournées dans le calcul des indices B des pays. Parmi les 16 pays qui offrent des crédits d'impôt ou des abattements sur le revenu imposable au titre de la R-D, 12 pays imposent des limites sur les montants annuels qui peuvent être réclamés par une entreprise (voir tableau 2 en annexe). Il y a deux types de limites : d'une part un seuil (plancher ou plafond) sur le montant absolu de R-D qui peut donner lieu à une demande ; d'autre part un plafonnement des sommes qui peuvent être déduites. Ce plafond s'applique selon le type d'incitation, soit au pourcentage du passif fiscal, soit à la fraction du revenu imposable.

Enfin, on indique que dix pays fournissent des amortissements spéciaux accélérés pour les machines et les équipements utilisés dans la R-D. Cependant, quatre pays seulement sont réellement généreux en fournissant une déduction

totale immédiate (tableau 4) : le Canada, l'Espagne et le Royaume-Uni (et le Danemark seulement pour la recherche fondamentale).

Tableau 4. **Pays offrant des amortissements accélérés spéciaux pour les actifs de R-D en capital, 1999**

	Machines et équipements	Bâtiments
Australie	3 ans	
Belgique	3 ans	
Canada	100 %	
Danemark (seulement pour la recherche fondamentale)		100 %
Grèce	3 ans	12.5 ans
Corée	5 ans	5 ans
Mexique	35 % (méthode linéaire)	
Portugal	4 ans	
Espagne	100 %	
Royaume-Uni	100 %	100 %
Total	10 pays	4 pays

Un nombre encore plus réduit de pays (quatre pays) fournit des amortissements spéciaux pour des bâtiments affectés à la R-D. Sur ce nombre, deux accordent une déduction de 100 % pour les bâtiments (tableau 4).

Classer la générosité des incitations fiscales à la R-D

Les valeurs de l'indice B sont présentées dans le tableau 5. A partir de ce tableau, trois groupes de pays peuvent être isolés.

Pour l'ensemble des entreprises (petites et grandes) :

- Les pays qui accordent des incitations généreuses : leurs indices B sont inférieurs à 0.9. Il s'agit de l'Australie, de l'Autriche, du Canada, du Danemark (pour la recherche fondamentale seulement), du Portugal et de l'Espagne.
- Les pays qui accordent des incitations moyennes : leurs indices B sont supérieurs à 0.9 et inférieurs à 1. Il s'agit de la France, de l'Irlande, du Japon, de la Corée, du Mexique, des Pays-Bas, du Royaume-Uni et des États-Unis.
- Les pays qui accordent des incitations faibles ou nulles : leurs indices B sont supérieurs à 1. Il s'agit de la Belgique, de la Finlande, de l'Allemagne, de la Grèce, de l'Islande, de l'Italie, de la Nouvelle-Zélande, de la Norvège, de la Suède, de la Suisse et du Royaume-Uni. La caractéristique marquante de ce groupe est qu'aucun de ces pays n'accorde des crédits d'impôt ou des abattements fiscaux au titre de la R-D⁸.

Tableau 5. Valeurs de l'indice B classées du plus faible au plus élevé, par pays, 1999-2000

	Grande entreprise	Petite entreprise
Espagne	0.687	0.687
Canada	0.827	0.678
Portugal	0.850	0.850
Danemark – recherche fondamentale	0.871	0.871
Autriche	0.878	0.878
Australie	0.890	0.890
Pays-Bas	0.904	0.642
France	0.915	0.915
Corée	0.918	0.837
États-Unis	0.934	0.934
Irlande	0.937	0.937
Mexique	0.969	0.969
Japon	0.981	0.937
Royaume-Uni	1	0.888
Finlande	1.009	1.009
Suisse	1.011	1.011
Grèce	1.015	1.015
Suède	1.015	1.015
Norvège	1.018	1.018
Italie	1.027	0.552
Islande	1.028	1.028
Allemagne	1.041	1.041
Nouvelle-Zélande ¹	1.131 (1.023)	1.131 (1.023)

1. La Nouvelle-Zélande pourrait désormais accorder la déduction intégrale des dépenses courantes.

Sept pays accordent des incitations généreuses à la R-D ciblées spécifiquement vers les PME (voir tableau 3). Parmi ces pays, l'Italie et le Royaume-Uni appliquent des programmes d'incitations fiscales réservés aux PME. Ainsi, la composition de ces groupes est sensiblement différente. Il est frappant de constater que le groupe des « pays qui accordent des incitations généreuses » est passé de six à dix.

Pour les petites entreprises :

- Les pays qui accordent des incitations généreuses : leurs indices B sont inférieurs à 0.9. Il s'agit de l'Australie, de l'Autriche, du Canada, du Danemark (pour la recherche fondamentale seulement), de l'Italie, de la Corée, des Pays-Bas, du Portugal, de l'Espagne et du Royaume-Uni.
- Les pays qui accordent des incitations moyennes : leurs indices B sont supérieurs à 0.9 et inférieurs à 1. Il s'agit de la France, de l'Irlande, du Japon, du Mexique et des États-Unis.

- Les pays qui accordent des incitations faibles ou nulles : leurs indices B sont supérieurs à 1. Il s'agit de la Belgique, de la Finlande, de l'Allemagne, de la Grèce, de l'Islande, de la Nouvelle-Zélande, de la Norvège, de la Suède et de la Suisse.

VI. CONCLUSION : QUELLES LEÇONS PEUT-ON EN TIRER ?

D'après l'analyse ci-dessus, on peut noter qu'après la période « maigre » du début au milieu des années 90, les incitations fiscales à la R-D ont à nouveau la faveur des gouvernements. Le nombre de pays où des crédits d'impôt ou des abattements sur le revenu imposable sont en vigueur est passé de 12 en 1996 à 16 en 1999-2000. Un nombre nettement plus élevé de pays ont opté pour des abattements sur le revenu imposable comme un moyen d'accorder des incitations fiscales à la R-D. En 1996, seuls l'Australie, et dans une certaine mesure, la Belgique et la Danemark, avaient mis en place un tel mécanisme. Ces pays ont été rejoints en 1999-2000 par l'Autriche, l'Irlande et le Royaume-Uni.

Un soutien ciblé pour les petites entreprises semble s'amplifier, comme le montre l'exemple du Royaume-Uni qui a lancé une incitation fiscale à la R-D des petites entreprises. Cela conduit à la conclusion que la concurrence entre les pays et les régions pour des investissements fondés sur le savoir est – et va continuer d'être – âpre. Les gouvernements nationaux vont devoir surveiller attentivement l'évolution internationale dans ce domaine pour être en mesure de riposter aux changements dans les dispositifs incitatifs des autres pays.

Il ne semble pas toutefois que les pays choisissent de cibler leurs incitations fiscales à la R-D⁹ sur des secteurs ou des domaines technologiques spécifiques. Ainsi, les incitations fiscales à la R-D vont probablement continuer de jouer le rôle d'un instrument fondé sur les mécanismes de marché plutôt que d'une subvention directe.

Enfin, tant le Canada que les États-Unis accordent des incitations fiscales à la R-D au niveau de la province ou de l'État fédéré en plus des incitations fiscales nationales. Un nombre croissant de provinces et d'États introduisent leurs propres incitations fiscales à la R-D¹⁰. Dans ces pays et dans d'autres, tout particulièrement ceux qui ont des systèmes fédéraux, on peut s'attendre à une répartition plus équilibrée des incitations fiscales à la R-D entre les différents échelons de gouvernement. Encore une fois, ceci est le reflet d'une concurrence croissante entre les territoires pour attirer les investissements fondés sur le savoir.

Annexe 1

DÉVELOPPEMENTS POSSIBLES DE L'INDICE B : AIDES, SUBVENTIONS ET CONTRATS PUBLICS

L'étude consacrée à l'indice B retrace le soutien indirect à la R-D à travers le système fiscal. Cependant, d'autres incitations importantes qui ne transitent pas par le système fiscal méritent qu'on s'y attarde. Les dispositions les plus courantes consistent en des mécanismes de subventions ou d'aides. En combinaison avec les incitations fiscales, ils constituent un système national global d'aide à la R-D. Les subventions et les incitations fiscales se complètent mutuellement : les premières sont un indicateur direct du soutien public tandis que les dernières sont des indicateurs indirects utilisant les rouages de l'économie de marché. Les données disponibles montrent que les pays disposant de programmes généreux d'aides ou de subventions ont des mécanismes d'incitations fiscales moins généreux (on trouve comme exemples les États-Unis, l'Allemagne et l'Italie). En revanche, les pays qui offrent des incitations fiscales à la R-D très attractives (l'Australie, le Canada, les Pays-Bas) les complètent par un système d'aides et des subventions à la R-D qui semble moins généreux (Lhuillery, 1995).

Une subvention est un transfert en échange duquel l'État n'attend aucune contrepartie directe. La méthodologie de l'indice B peut être élargie pour couvrir les subventions gouvernementales à la R-D. En général, les subventions vont baisser la valeur de l'indice B. Ainsi, un projet subventionné devient comparativement plus attractif pour l'entreprise. Si l'on remplace un dollar de dépense privée de R-D par un dollar de subvention, cela réduit à zéro le coût après impôts d'un projet en R-D d'un dollar. Comme l'indice B représente le revenu avant impôts nécessaire pour assurer un investissement en R-D d'un dollar, une subvention de 100 % des coûts va ramener l'indice B à zéro. Dans un cas d'une subvention de 50 %, le coût après impôts du projet de R-D sera réduit de moitié. Cela permet à l'indice B de diminuer de moitié par rapport à sa valeur avant le versement de la subvention.

En général, les subventions peuvent être incluses dans l'indice B d'une manière relativement directe. La formule générique afin d'incorporer des subventions est la suivante :

$$B^s = B(1 - P^s)$$

Avec :

B^s = l'indice B ajusté en fonction de l'élément subventions

B = l'indice B non ajusté (intégrant uniquement l'impact du traitement fiscal de la R-D)

P^s = la part de la R-D industrielle qui donne lieu à des subventions dans le pays considéré.

La méthodologie de l'indice B fonctionne bien, tant pour les incitations fiscales que pour les subventions au titre de la R-D. Cependant, il est d'abord nécessaire de se procurer une estimation fiable de la proportion de R-D industrielle concernée par les subventions.

Comme les subventions sont en général ciblées vers des industries spécifiques, l'utilisation d'un indicateur moyen des subventions pour l'ensemble de l'économie risque de donner une image déformée. Le caractère imposable ou non des subventions est un autre problème, car certains pays peuvent incorporer certaines subventions à la R-D dans le revenu imposable. Réciproquement, les subventions peuvent se voir exclues de la base retenue pour le calcul des crédits d'impôt ou d'incitations similaires. Par conséquent, il faudrait réexaminer les réglementations fiscales applicables dans les pays de l'OCDE afin de parvenir à l'établissement d'indices B satisfaisants.

En plus des subventions directes, de nombreux États concluent des marchés publics. Un marché n'est pas une subvention directe ; il s'agit plutôt d'un achat par une administration de R-D à une entreprise. Le prix d'achat reflète le coût d'exécution de la R-D en termes de salaires, de matériel et de dépenses courantes. Ceci ne constitue pas un soutien dans les mêmes termes qu'une subvention à la R-D. Les marchés publics peuvent cependant comporter un élément de subvention dans la mesure où la R-D financée par l'administration peut procurer des revenus au contractant. En d'autres termes, une subvention existe dans la mesure où des bénéfices indirects reviennent au contractant. L'ampleur exacte de la subvention dans le contrat public de R-D reste un problème empirique difficile à estimer. Il faudrait d'une part effectuer un survol des publications traitant de ces estimations, et d'autre part, procéder à une analyse de sensibilité de l'incidence des différentes estimations de l'élément de subvention sur l'indice B du pays considéré. Une fois que des estimations satisfaisantes sont obtenues, la méthodologie de l'indice devient pleinement applicable pour mesurer l'impact de l'élément de subvention des marchés publics.

Annexe 2

DÉVELOPPEMENT DES FORMULES DE L'INDICE B

La première étape lorsqu'on calcule l'indice B consiste à déterminer le numérateur, c'est-à-dire la valeur actuelle du coût après impôts (CAI) d'un dollar de dépenses en R-D. L'étape suivante consiste à déterminer la valeur actuelle du revenu avant impôts nécessaire pour couvrir d'une part la valeur actuelle d'un dollar de dépense en R-D, et d'autre part le paiement des impôts afférents. Ainsi, la formule générique de l'indice B est la suivante :

$$B = (1 - uz)/(1 - u)$$

Avec :

$(1 - uz)$ = le coût après impôts par dollar de dépenses en R-D

z = la valeur actuelle des dépenses en R-D déductibles

u = le taux de l'impôt sur les sociétés.

En l'absence d'impôts ($u = 0$), la valeur de l'indice B sera égale à 1. Jamais une entreprise ne jugera rentable d'entreprendre un projet pour lequel la valeur actuelle du revenu attendu du projet est inférieure à la valeur actuelle des coûts de celui-ci. Par conséquent, aucun projet d'un ratio coûts-bénéfices inférieur à 1 ne sera entrepris. Cependant, lorsque des impôts sont applicables, la valeur de l'indice B peut toujours être égale à 1 sous la condition que toutes les dépenses de R-D soient pleinement déductibles dans l'année en cours ($z = 1$) et soient imposées au même taux. Par exemple, si u est égal à 50 %, $B = (1 - 0.5)/(1 - 0.5) = 1$.

L'indice B ne s'écarte de 1 que lorsque les dépenses en R-D ne sont pas totalement déductibles ($z < 1$) ou sont plus que totalement déductibles ($z > 1$). Il s'en écarte également lorsqu'il existe des abattements ou des crédits d'impôts au titre de la R-D qui réduisent le coût après impôts d'un projet de R-D (c'est-à-dire le coût après impôts d'un dollar de dépense en R-D). Ci-dessous, nous décrivons quelques exemples d'abattements et de crédits d'impôts pertinents pour cette étude.

Les dépenses de R-D sont partiellement déductibles

Dans le cas où les dépenses de R-D ne sont qu'en partie déductibles pendant l'année considérée, on a :

$$B = (1 - uz)/(1 - u)$$

Avec $z < 1$

Par conséquent, la valeur actuelle d'un revenu avant impôts nécessaire pour couvrir le coût d'un dollar de dépenses en R-D sera supérieure à 1 : l'indice B sera plus grand que 1 ($B > 1$). Ce résultat révèle la plus faible attractivité du traitement fiscal de la R-D comparé à un cas où la déductibilité est totale.

Lorsque les déductions possibles sont supérieures aux dépenses effectives et que l'excédent correspondant n'est pas imposable, l'indice B est une fonction décroissante du taux d'imposition : plus le taux d'imposition est faible, plus l'indice B est élevé. Un taux d'imposition plus faible rend la R-D plutôt moins attractive. Ceci parce que les dépenses de R-D ne sont pas seulement entièrement déductibles mais contribuent aussi à réduire les impôts qui auraient dû être payés sur d'autres sources de revenus. Plus le taux de l'impôt sur les sociétés est bas, plus la valeur avant impôts de cette économie d'impôts est réduite. Par exemple, si une entreprise est autorisée à déduire 125 % de ses coûts de R-D quand ces coûts se matérialisent, et si le taux de l'impôt sur les sociétés est réduit de 50 % à 40 %, alors l'indice B augmente en passant de 0.75 à $(1 - 1.25(0.40))/(1 - 0.40) = 0.83$.

Crédits d'impôt à la R-D

Un crédit d'impôt va faire décroître l'indice B et conduit en général à ce que l'indice B prenne une valeur inférieure à 1. Les crédits d'impôts peuvent se fonder, soit sur le niveau de l'investissement en R-D d'une entreprise, soit sur l'augmentation des dépenses de R-D par rapport à un niveau de référence.

Crédits d'impôts fondés sur le niveau de l'investissement en R-D

Si un crédit d'impôt égal à 10 % des dépenses de R-D est en vigueur en combinaison avec une déductibilité totale et si le taux de l'impôt est de 50 %, l'indice B est égal à $(1 - z - 0.10)(1 - u) = 0.80$. Là aussi, l'indice B est une fonction décroissante du taux d'imposition. Si par exemple le taux de l'impôt sur les sociétés était de 40 %, l'indice B serait égal à 0.83. Si toutefois, le montant des dépenses en R-D qui peuvent être déduites est réduit du montant du crédit d'impôt (c'est-à-dire que le crédit d'impôt est soumis à l'impôt), l'indice B prend la valeur $(1 - u)(1 - 0.10)/(1 - u) = 0.90$ quel que soit le taux de l'impôt sur les sociétés. L'abaissement de l'impôt sur les sociétés réduit l'effet marginal du crédit d'impôt sur l'indice B (à condition que le crédit d'impôt lui-même ne soit pas imposable). Si le crédit d'impôt est imposable (les déductions autorisées sont abaissées du montant du crédit d'impôt), son effet marginal sur l'indice B sera indépendant du taux de l'impôt sur les sociétés.

Les formules usuelles de l'indice B sont les suivantes :

Crédit d'impôt non imposable :

$$B = (1 - u - c)/(1 - u).$$

Avec c égal au taux du crédit d'impôt.

Crédit d'impôt imposable :

$$B = (1 - u - c(1 - u))/(1 - u).$$

Crédits d'impôt fondés sur l'augmentation des dépenses nominales de R-D

La valeur de l'indice B est également diminuée des crédits d'impôts ou des abattements spéciaux fondés sur une augmentation des dépenses en R-D par rapport à une même année de référence.

Afin d'obtenir un indicateur plus général de l'impact de ce type d'incitation sur l'indice B, on considère que les dépenses de R-D sont constantes dans le temps en termes réels. Sous cette hypothèse, le crédit d'impôt fondé sur une augmentation des dépenses

nominales de R-D par rapport à la période précédente sera constitué par l'économie d'impôt découlant de l'investissement d'un dollar en R-D pendant l'année m moins la valeur actuelle des économies d'impôt perdues sur les n prochaines années en raison de la décision d'investir pendant l'année m . Plus la période de base m sera longue et plus le taux nominal d'actualisation r sera élevé, plus la valeur actuelle de l'économie d'impôt perdue sera faible et plus la valeur net de l'incitation fiscale sera grande.

Les formules pour un crédit d'impôt fondé sur une augmentation des dépenses par rapport à une période de référence sont les suivantes :

Crédit d'impôt non imposable :

$$B = c(1/n)\Sigma(1 - (1 + r)^{-n}).$$

Crédit d'impôt imposable :

$$B = c(1 - u)((1/n)\Sigma(1 - (1 + r)^{-n})).$$

Avec c égal au taux du crédit d'impôt dans les deux formules.

Les mêmes formules valent pour le calcul d'abattements spéciaux sur le revenu imposable d'un contribuable.

Tableau I de l'annexe. **Traitement fiscal de la R-D dans les pays de l'OCDE : principaux paramètres, 1999-2000**

	Indice B Grande entreprise/PME	Taux de l'impôt sur les sociétés %	Déduction courante %	Amortissement pour machines et équipements	Amortissement pour bâtiments	Traitement des PME
Australie	0.890	36	100	3 ans	40 ans	
Autriche	0.878	34	100	5 ans	25 ans	
Belgique	1.012/1.008	40.17	100	3 ans	20 ans	
Canada (fédéral)	0.827/0.678	32.12	100	100 %	4 %	Taux de l'IS 23.1%
Danemark						
– Ordinaire	1.018	34	100	30 %	20 ans	
– Recherche fondamentale	0.871			100 %	100 %	
Finlande	1.009	28	100	25 %	20 %	
France	0.915	40	100	40 %	20 ans	
Allemagne	1.041	51.5	100	30 %	4 %	
Grèce	1.015	35	100	3 ans	12.5 ans	
Islande	1.028	33	100	8.5 ans	50 ans	
Irlande	0.937	10	100	7 ans	4 %	
Italie	1.027/0.552	37	100	10 ans	33 ans	
Japon	0.981/0.837	48	100	18 %	50 ans	Taux de l'IS 35 %
Corée	0.918/0.837	30.8	100	5 ans	5 ans	Taux de l'IS 17.6 %
Mexique	0.969	35	100	35 % linéaire	20 ans	
Pays-Bas	0.904/0.613	35	100	5 ans	25 ans	
Nouvelle-Zélande	1.131/1.023	33	22-100	22 %	4 %	
Norvège	1.018	33	100	20 %	5 %	
Portugal	0.850	37.4	100	4 ans	20 ans	
Espagne	0.687	35	100	100 %	33 ans	
Suède	1.015	28	100	30 %	25 ans	
Suisse	1.011	25.1	100	40 %	8 %	
Royaume-Uni	1/0.888	30	100	100 %	100 %	Taux de l'IS 20 %
États-Unis (fédéral)	0.934	35	100	5 ans MACRS	39 ans	

Tableau 2 de l'annexe. **Crédit d'impôts et abattements au titre de la R-D dans les pays de l'OCDE : principaux paramètres, 1999-2000**

Pays ¹	Taux applicable au niveau des dépenses %	Taux applicable à l'augmentation des dépenses ² %	Période de référence pour l'augmentation des dépenses	Assiette des dépenses ³	Déduction du revenu imposable/de l'IS ⁴	Soumis à la taxation	Possibilité de report sur les exercices ultérieurs (années)	Limites
Australie	125			C, ME	RI	Oui	10	Plancher de 20 000 AUD
Autriche	125	35	3 ans	C	RI	Oui	5	Pas de limite
Déduct. à l'inv.				ME, B	RI	Oui		
Belgique	13.5			ME, B	RI	Oui	5	?
Déduct. à l'inv.				C, ME	TIS	Oui	Pas de limite	PME R-D plafond à 2 millions de CAD
Canada (Fédéral)	20							Aucun
Danemark (Recherche fondamentale)	125			C, ME, B	RI	Oui	5	
France		50	2 ans	C, AMEB	TIS	Non	5	Plafond de 40 millions de FRF
Irlande		400	3 ans	C	RI	Oui	?	25 000 IEP-175 000 IEP
Italie – PME	30			C, ME, B	TIS	Non	?	Plafond de 500 millions d'ITL
Japon		20	3 ans	C, AMEB	TIS	Non	5	10 % de l'IS
Normal	6			C, ME	TIS	Non	?	15 % de l'IS
PME	5			ME	TIS	Non	?	13 % de l'IS
Recherche fondamentale								
R-D en coopération	6			C, ME, B	TIS	Non	?	10 % de l'IS
Corée		50	2 ans	C	TIS	Non	?	Aucun
Dév. des tech. et HR	5			C	TIS	Non	?	Aucun
Alternative				C	TIS	Non	?	Aucun
Bâtiments	5			ME	TIS	Non	?	Aucun

Tableau 2 de l'annexe. **Crédit d'impôts et abattements au titre de la R-D dans les pays de l'OCDE : principaux paramètres, 1999-2000 (suite)**

Pays ¹	Taux applicable au niveau des dépenses %	Taux applicable à l'augmentation des dépenses ² %	Période de référence pour l'augmentation des dépenses	Assiette des dépenses ³	Déduction du revenu imposable/de l'IS ⁴	Soumis à la taxation	Possibilité de report sur les exercices ultérieurs (années)	Limites
Mexique		20	3 ans	C	TIS	Non	Oui	? Plafond de 10 millions de NLG
Pays-Bas	12.5			Salaires	TIS	Non		
Déduct. à l'inv.	2			ME, B	RI	Oui	8	
Portugal	8	30	2 ans	C	TIS	Non	3	Plafond de 50 millions de PTE
Espagne	20	40	2 ans	C, ME	TIS	Non	3	35 % de l'IS
Royaume-Uni – PME	150			C	RI	Oui	?	Plafond de 25 000 GBP
États-Unis (Fédéral)		20	Max. 50 % de C	C	TIS	Oui	15	Montant du passif fiscal

1. D'autres pays de l'OCDE n'ont ni crédits d'impôt, ni abattement sur le revenu imposable.

2. Moyenne sur un nombre d'années spécifié.

3. C = courantes, ME = machines et équipement, B = bâtiments, AMEB = amortissement de ME et B.

4. TIS = taux d'impôt sur les sociétés ; RI = revenu imposable

NOTES

1. Le modèle est exposé en détail dans Warda (1996). Plus récemment, le modèle a été utilisé par Guellec et Van Pottelsberghe (2000), alors qu'un modèle identique a été récemment présenté dans Hall et Van Reenen (2000).
2. Voir Salter *et al.* (2000) pour un bref résumé des résultats de la recherche dans ce domaine (pp. 20-21).
3. Se référer à Whitehouse (1996, pp. 67-69), pour un panorama succinct des différents types d'incitations fiscales.
4. Voir McFetridge et Warda (1983) et Warda (1990) pour des informations plus détaillées sur le modèle, ainsi que les publications plus récentes de Guellec et Van Pottelsberghe (2000), et de Hall et Van Reenen (2000).
5. C'est un taux de passage habituel qui est utilisé dans d'autres études (Hall et Van Reenen, 2000, p. 468). Le taux a été maintenu inchangé pour assurer la comparabilité dans le temps de l'indice B avec les études précédentes présentant l'indice B.
6. L'auteur voudrait exprimer sa gratitude à Gordon Lenjosek du ministère des Finances du Canada pour ses commentaires sur cette partie.
7. L'équation $R_g = (r - p + d)(1 - c)(1 - uz)/(1 - u)$ a été choisie comme équation de base car les crédits d'impôt (et les aides) ont tendance à réduire le volume de dépenses disponible pour des abattements au titre du coût du capital. Cela empêche « l'empilement » des avantages. Dans le cas où le crédit d'impôt est exonéré d'impôt, la formule devient $R_g = (r - i + d)(1 - uz - c)/(1 - u)$.
8. La Belgique est une exception qui fournit un abatement pour les investissements en R-D, mais uniquement sur des équipements incorporés dans le capital. Ainsi, l'importance de l'incitation fiscale est minime.
9. Le Japon et le Danemark sont des exceptions mineures.
10. Au Canada, huit des dix provinces et un territoire (le Yukon) proposent leurs propres incitations fiscales. Aux États-Unis, la plupart des États offrent des incitations fiscales sous une forme ou une autre.

RÉFÉRENCES

- Guellec, Dominique et Bruno van Pottelsberghe (2000),
« The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D », *STI Working Paper 2000/4*, OCDE, Paris.
- Hall, Bronwyn H. (1995),
« Fiscal Policy towards R&D in the United States: Recent Experience », OCDE (1996),
« Mesures fiscales visant à stimuler la R-D et l'innovation », OCDE/GD(96)165, OCDE, Paris, pp. 65-74.
- Hall, Bronwyn et John Van Reenen,
« How Effective are Fiscal Incentives for R&D? A Review of the Evidence », *Research Policy*, vol. 29, pp. 467-469.
- Hall, R. et D. Jorgenson (1967),
« Tax Policy and Investment Behaviour », *American Economic Review*, vol. 57, pp. 391-414.
- Jung, Jack (1989),
The Calculation of Marginal Effective Corporate Tax Rates in the 1987 White Paper on Tax Reform, Working Paper, n° 89-6, Department of Finance Canada, pp. 14-19.
- King, M.A. et D. Fullerton (1984),
The Taxation of Income from Capital: A Comparative Study of the United States, the United Kingdom, Sweden and West Germany, University of Chicago Press, Chicago.
- Lhuillery, Stephane (1995),
« National Systems of R&D Tax Incentives: A Comparative Analysis of Approaches and Problems Involved in Designing and Implementing Tax Incentives Schemes », OCDE (1996), « Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation », OCDE/GD(96)165, OCDE, Paris.
- McFetridge, Donald G. et Jacek P. Warda (1983),
Canadian R&D Tax Incentives: Their Adequacy and Impact, Canadian Tax Foundation, Toronto.
- Salter, Ammon *et al.* (2000),
Talent not Technology: Publicly Funded Research and Innovation in the UK, Science Policy Research Unit, University of Sussex, May, pp. 20-21.
- Warda, Jacek P. (1990),
International Tax Competitiveness of Canadian R&D Tax Incentives: An Update, The Conference Board of Canada, Ottawa.
- Warda, Jacek P. (1996),
« Measuring the Value of R&D Tax Provisions », OCDE (1996), « Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation », OCDE/GD(96)165, OCDE, Paris, pp. 9-22.

- Warda, Jacek P. (1998),
« Measuring the Cost of R&D Tax Incentives », paper presented at the OECD Blue Sky Workshop on Measuring Innovation, Paris.
- Whitehouse, Edward (1996),
« Tax Expenditures and Environmental Policy », in OECD (1996), *Subsidies and Environment: Exploring the Linkages*, OCDE, Paris, pp. 67-69.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(90 2000 272 P) ISBN 92-64-27581-9 – n° 52240 2001