



*Centre for the
Study of Living Standards
Centre d'étude des
niveaux de vie*

111, rue Sparks, bureau 500
Ottawa (Ontario) K1P 5B5
(613) 233-8891, Téléc. (613) 233-8250
csls@csls.ca

Indicateurs d'innovation dans les industries canadiennes des ressources naturelles

**Andrew Sharpe
Olivier Guilbaud
Rapport de recherche du CENV 2005-03F
Mai 2005**

Préparé par le Centre d'étude des niveaux de vie
pour Ressources naturelles Canada

Indicateurs d'innovation dans les industries canadiennes des ressources naturelles

Table des matières

| | |
|--|----|
| Résumé..... | v |
| I. Étude de la documentation sur les indicateurs d'innovation..... | 2 |
| A. Études sur l'innovation en général..... | 2 |
| 1) L'approche de la Communauté européenne..... | 2 |
| 2) Indicateurs de mesure de l'innovation du Conference Board du Canada..... | 3 |
| 3) Définitions industrielles de l'intensité technologique de l'OCDE..... | 3 |
| B. Études de l'innovation dans les industries des ressources naturelles..... | 3 |
| 1) Étude de l'Association minière du Canada..... | 3 |
| 2) Rapports de recherche de Statistique Canada sur l'innovation dans les secteurs des minerais de métaux et de la foresterie..... | 4 |
| 3) Étude de Mohnen et Therrien sur l'innovation dans les industries des ressources naturelles au Canada et en Europe..... | 4 |
| II. Indicateurs d'innovation des industries des ressources naturelles..... | 5 |
| A. Recherche et développement (R.-D.)..... | 5 |
| 1) Dépenses en R.-D..... | 5 |
| 2) Personnel affecté en R.-D..... | 13 |
| 3) Nombre d'entreprises actives en R.-D. dans les industries des ressources naturelles..... | 16 |
| B. Compétences dans les industries des ressources naturelles..... | 17 |
| C. Machinerie et matériel dans les industries des ressources naturelles..... | 24 |
| 1) Investissements en MM..... | 24 |
| 2) Capital en MM..... | 25 |
| 3) Intensité en capital de MM..... | 26 |
| D. Productivité..... | 28 |
| 1) Productivité de la main d'œuvre..... | 28 |
| 2) Productivité multifactorielle..... | 30 |
| E. Investissement étranger direct (IED)..... | 32 |

| | | |
|------|---|----|
| F. | Balance des paiements technologique | 32 |
| G. | Utilisation d'Internet dans les industries des ressources naturelles..... | 33 |
| H. | Fréquence de l'innovation | 34 |
| I. | Autres indicateurs d'innovation dans les industries des ressources naturelles..... | 35 |
| III. | Évaluation générale de l'innovation dans les industries canadiennes des ressources naturelles..... | 36 |
| IV. | Conclusion | 39 |
| | Bibliographie..... | 39 |
| | Notes en fin de texte | 44 |
| | Annexe 1 : Étude sélective de la documentation sur les indicateurs d'innovation | 47 |
| | Liste des tableaux | |
| | Tableaux | |
| | Notes sur les sources de données et les calculs effectués | |

Résumé

On reconnaît généralement que l'innovation est le principal moteur de l'accroissement de la productivité, lequel est à son tour le facteur principal de la croissance du niveau de vie. Le présent rapport vise à établir un ensemble d'indicateurs de l'innovation dans plusieurs industries des ressources naturelles du Canada, puis d'utiliser ces indicateurs pour évaluer les tendances en innovation des industries canadiennes des ressources naturelles afin de comparer l'innovation au sein de ces industries tant à l'ensemble des industries du Canada qu'aux industries des ressources naturelles d'autres pays.

Le présent rapport comprend trois grands volets. Le premier présente une synthèse de la documentation existante sur les indicateurs d'innovation et porte une attention particulière aux indicateurs touchant les industries des ressources naturelles. Le deuxième volet consiste en une étude exhaustive des indicateurs d'innovation de l'industrie des ressources naturelles du Canada en comparaison soit avec la moyenne industrielle générale, soit avec les industries des ressources naturelles d'autres pays de l'OCDE. Ces indicateurs d'innovation sont répartis en huit catégories : la recherche et le développement (R.-D.), les compétences, la machinerie et les équipements, la productivité, l'investissement étranger direct, la balance des paiements technologique, l'utilisation de l'Internet et le taux d'innovation. Le troisième volet présente une évaluation générale de la capacité à innover et des performances en innovation des industries des ressources naturelles du Canada.

Le présent rapport révèle que, pour presque tous les indicateurs d'innovation, les industries des ressources naturelles canadiennes égalent ou dépassent la moyenne industrielle générale. En comparaison avec les industries des ressources naturelles d'autres pays, les industries des ressources naturelles canadiennes ont une performance moyenne.

Il est vrai que l'intensité de la R.-D. (dépenses en R.-D./valeur ajoutée) des industries des ressources naturelles canadiennes est actuellement inférieure à la moyenne, ce qui ne fut pas le cas auparavant : il n'a atteint en 2004 que 48 pour 100 de la moyenne du secteur commercial, alors qu'il l'a habituellement dépassé jusqu'en 1992. Selon certains, cela indique une capacité et des performances en innovation sous la norme pour ces industries. Le présent rapport soutient plutôt qu'il s'agit là d'une interprétation erronée pour plusieurs raisons, la plus importante étant que les dépenses internes en R.-D. ne représentent qu'une fraction de la notion multidimensionnelle qu'est l'innovation. Les dépenses en R.-D. ne représentent manifestement pas une condition suffisante ni même nécessaire pour innover; elles peuvent toutefois favoriser l'innovation.

Voici quelques raisons pour lesquelles les dépenses consacrées aux activités internes de R.-D. par les industries des ressources naturelles ne représentent qu'une partie de l'innovation et de la R.-D. de ce secteur :

- Les activités de R.-D. effectuées pour le compte des industries des ressources naturelles par des organismes hors du secteur commercial (essentiellement les universités) sont ignorées, tout comme la sous-traitance en R.-D. effectuée par le secteur commercial.
- Exclure les essais en usine de la définition de la R.-D. de l'industrie des papiers risque de sous-évaluer considérablement les dépenses internes en R.-D. de cette industrie.
- Les activités de R.-D. entreprises par d'autres secteurs (universités ou laboratoires de recherche gouvernementaux) et par d'autres industries du secteur commercial qui fournissent biens et services aux industries des ressources naturelles (fabricants de machinerie, par exemple) pourtant applicables directement aux industries des ressources naturelles sont exclues de la R.-D. interne du secteur des ressources naturelles même si ces activités contribuent à augmenter la productivité des industries des ressources naturelles.
- Les biens produits par les industries des ressources naturelles sont habituellement des produits de base homogènes exigeant peu ou pas de développement des produits. Les industries des ressources naturelles n'ont pas à innover dans leurs produits autant que les industries des autres secteurs. Le motif habituel pour entreprendre des activités de R.-D. est la réduction des coûts. Cette réalité est manifeste dans les enquêtes sur l'innovation, où l'on remarque que l'innovation touchant les processus occupe une part plus importante de l'innovation générale dans les industries des ressources naturelles.
- Même si l'intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles est inférieure à la moyenne industrielle, le nombre d'employés affectés à la R.-D. pour 1000 employés correspond presque à la moyenne industrielle générale. Il est en fait possible que le nombre d'employés affectés à la R.-D. compte plus pour l'innovation d'un secteur que les dépenses brutes en R.-D., car ce sont les chercheurs qui élaborent et appliquent les nouvelles idées.

Les industries des ressources naturelles s'en tirent bien dans bon nombre d'indicateurs, dont le plus important est probablement la productivité du travail, qui tourne autour du double de la moyenne industrielle générale. Cela s'explique en partie par l'intensité du capital élevée de ce secteur où la croissance à long terme de la productivité du travail dépasse habituellement la moyenne industrielle générale de 0,8 pour 100. La croissance de la productivité multifactorielle a également dépassé la moyenne. Ces statistiques respectables ne dénotent certes pas un secteur peu innovateur.

Les industries des ressources naturelles se comparent aussi favorablement aux autres industries canadiennes pour d'autres indicateurs, comme l'utilisation d'Internet, les machines et le matériel par employé et l'investissement étranger direct, où leurs performances sont toutes supérieures à la moyenne. En outre, elles sont près de la moyenne en proportion des entreprises jugées innovatrices et en proportion du personnel

affecté à la R.-D.; le niveau de scolarité moyen du personnel et la proportion d'entreprises classées comme innovatrices sont toutefois légèrement inférieurs à la moyenne.

La rareté des données comparables rend plus ardue l'évaluation de la capacité d'innovation des industries canadiennes des ressources naturelles comparativement à leurs homologues d'autres pays de l'OCDE. Pour les quatre indicateurs d'innovation disponibles, le Canada se situe dans la moyenne, sans tendance réellement manifeste. Certains pays, notamment la Suède et la Finlande, tendent à dépasser le Canada dans plusieurs indicateurs.

La tendance à la baisse de l'intensité de la R.-D. représente toutefois une certaine source d'inquiétude pour la capacité d'innover de l'industrie canadienne des ressources naturelles. L'intensité de la R.-D., actuellement à 0,64 pour 100 de la valeur ajoutée, a bien fléchi par rapport au 1,2 pour 100 du début des années 1990. Les causes de cette évolution restent incertaines et méritent une étude plus poussée. La faible proportion d'employés du secteur des ressources naturelles détenant un diplôme universitaire par rapport aux autres secteurs de l'économie soulève également quelques questions.

Indicateurs d'innovation dans les industries canadiennes des ressources naturelles¹

On reconnaît généralement que l'innovation est le principal moteur de l'accroissement de la productivité, lequel est à son tour le facteur principal de la croissance du niveau de vie. Le présent rapport vise à établir un ensemble d'indicateurs de l'innovation dans plusieurs industries des ressources naturelles du Canada, puis d'utiliser ces indicateurs pour évaluer les tendances en innovation des industries canadiennes des ressources naturelles afin de comparer l'innovation au sein de ces industries tant à l'ensemble des industries du Canada qu'aux industries des ressources naturelles d'autres pays.

Le présent rapport comprend trois grands volets. Le premier présente une synthèse de la documentation existante sur les indicateurs d'innovation et porte une attention particulière aux indicateurs touchant les industries des ressources naturelles. Il évalue initialement les études générales sur les indicateurs d'innovation effectuées par trois organismes (l'Union européenne, le Conference Board du Canada et l'OCDE), puis analyse plus en détail quatre études portant spécifiquement sur les tendances d'innovation des industries des ressources naturelles. Vous trouverez l'étude détaillée de la documentation à l'annexe 1.

Le deuxième volet consiste en une étude exhaustive des indicateurs d'innovation des industries des ressources naturelles du Canada en comparaison avec la moyenne industrielle générale ou avec les industries des ressources naturelles d'autres pays de l'OCDE. Ces indicateurs d'innovation sont répartis en huit groupes : la recherche et le développement (R.-D.), les compétences, les machines et le matériel, la productivité, l'investissement étranger direct, la balance des paiements technologique, l'utilisation de l'Internet et le taux d'innovation. Ce volet traite également d'indicateurs d'innovation pour lesquels les données n'ont pas encore été recueillies.

Le troisième volet évalue la capacité et les performances en innovation des industries des ressources naturelles du Canada, ici encore en comparaison tant avec la moyenne industrielle générale qu'avec les industries des ressources naturelles d'autres pays de l'OCDE.

Les industries des ressources naturelles sur lesquelles porte le présent rapport correspondent en gros au mandat industriel de Ressources naturelles Canada, c'est-à-dire, pour le secteur primaire, l'exploitation forestière et la foresterie, les mines, l'exploitation des ressources pétrolières et gazières (et les services associés aux secteurs des mines et de l'énergie), et, les produits du bois, les pâtes et papiers, les métaux ferreux et non ferreux de première fusion, les produits miniers non métalliques, les produits métalliques usinés, les produits de raffinage du pétrole et du charbon, ainsi que l'énergie électrique. En plus de cumuler toutes les industries des ressources naturelles, le présent rapport les subdivise également en trois sous-catégories : l'énergie, c'est-à-dire l'exploitation pétrolière et gazière, le raffinage du pétrole et du charbon, et l'électricité;² les produits des forêts, c'est-à-dire l'exploitation forestière, la foresterie, les produits du bois, les pâtes et papiers et les

industries connexes; et les produits miniers et les produits apparentés, c'est-à-dire les mines, les métaux ferreux et non ferreux de première fusion, les produits minéraux non métalliques et les produits métalliques usinés. L'industrie des pipelines (notamment la distribution du gaz naturel) et l'industrie géophysique et géomatique ont été exclues du présent rapport, car il nous manque pour ces industries de nombreuses séries de données chronologiques, notamment des statistiques sur les investissements en R.-D.³

La productivité du Canada, telle que mesurée par les niveaux et les taux de croissance de la productivité des travailleurs, est inférieure à celle des États-Unis depuis 1990. Un écart par rapport à nos voisins en ce qui a trait à l'innovation est souvent montré du doigt comme un facteur important, sinon le plus important, de l'écart entre la productivité (et la croissance de la productivité) entre le Canada et les États-Unis (Rao et coll., 2001).⁴ Cependant, cet écart de productivité varie considérablement d'une industrie à l'autre (Rao, Tang, et Wang, 2004), ce qui porte à croire que l'écart d'innovation varie également beaucoup d'une industrie à l'autre. En fait, dans nombre d'industries des ressources naturelles du Canada, la productivité dépasse celle de leurs homologues des États-Unis, ce qui peut indiquer qu'elles sont plus novatrices. C'est pourquoi il importe de comprendre l'innovation au Canada tant dans chacune des industries que dans l'économie en général.

I. Étude de la documentation sur les indicateurs d'innovation

Le premier volet présente une synthèse de documents choisis sur les indicateurs d'innovation et porte une attention particulière aux indicateurs touchant les industries des ressources naturelles. Il commence par évaluer les études générales sur les indicateurs d'innovation réalisées par trois organismes : l'Union européenne, le Conference Board du Canada et l'OCDE, puis analyse plus en détail quatre études portant spécifiquement sur les tendances d'innovation des industries des ressources naturelles. L'étude détaillée de la documentation, sur laquelle est fondé le premier volet, se trouve à l'Annexe 1.

A. Études sur l'innovation en général

1) L'approche de l'Union européenne

Reinhilde Veugelers (2005), de la Commission de l'Union européenne et de l'Université catholique Leuven, a fait une analyse des indicateurs appropriés à l'évaluation et à l'amélioration de la capacité à innover dans le contexte de la croissance économique de l'Union européenne et des enjeux que cela comporte.

Veugelers utilise la notion de « capacité d'innovation nationale » (CIN), qu'elle définit ainsi : non seulement la capacité d'un pays à créer de nouvelles idées, mais également à commercialiser à long terme une gamme de technologies novatrices. Comme elle l'indique, les différences en croissance et en innovation entre les pays, du point de vue de la CIN, ne reflètent pas que des différences en capital, en main d'œuvre et en connaissances, mais également des divergences dans la diffusion des connaissances ou

dans l'efficacité du système d'innovation. Elle signale également que cette perspective permet de comprendre les lacunes de l'étude distincte des indicateurs statistiques dans l'évaluation de la capacité nationale à innover; il devient alors préférable d'adopter une approche systémique afin de mieux comprendre les liens entre les indicateurs des sciences et de la technologie et le développement socioéconomique. L'efficacité des systèmes d'innovation dépend d'un équilibre harmonieux entre la capacité d'innover, la capacité de diffuser ces innovations et la capacité de les adopter.

Veugelers insiste sur l'importance d'interpréter avec soin les comparaisons des indicateurs d'innovation entre les industries, car des différences structurelles peuvent être un facteur dans les divergences remarquées entre l'innovation manifestée par deux industries. L'importance relative des divers secteurs varie également selon les pays. De plus, les processus d'innovation et les innovations créées et adoptées par des industries distinctes peuvent diverger considérablement. Ces divergences sont liées aux facteurs suivants :

- Le potentiel d'application des nouvelles technologies est différent; le secteur des TIC, par exemple, bénéficie d'un immense potentiel.
- L'échelle des unités innovantes varie d'un secteur à l'autre; importante dans le secteur automobile, par exemple, elle est plus petite dans celui de la machinerie.
- Les objectifs de l'innovation varient : certains secteurs préfèrent innover dans les processus, d'autres dans les produits.
- Les sources d'innovation varient aussi : fournisseurs pour l'agriculture, utilisateurs pour les logiciels et laboratoires de R.-D. propres à une organisation pour les produits chimiques, par exemple.

Comme, selon Veugelers, l'approche systémique sur l'innovation est centrée sur le plan technologique et sectoriel, les indicateurs devraient également être mesurés sur ce plan, car on peut en apprendre beaucoup par l'analyse de la performance en innovation entre les secteurs. Elle signale toutefois que le manque de données sectorielles pour de nombreux indicateurs constitue un gros problème.

2) Indicateurs de mesure de l'innovation du Conference Board du Canada

En 2004, le Conference Board du Canada a publié *Explorer le caractère de l'innovation au Canada : Comparaison avec les pays les plus innovants au monde*, une étude préparée pour Industrie Canada dans le cadre de la Stratégie d'innovation du gouvernement fédéral. Le cadre élaboré et utilisé par le Conference Board pour évaluer l'innovation est très utile. Il sépare l'innovation en quatre secteurs : les connaissances, les compétences, l'environnement d'innovation et l'innovation communautaire. La figure 3A de l'annexe 1 présente les 17 indicateurs qui forment ce cadre. Le Canada a obtenu une très bonne cote parmi les 24 pays de l'OCDE : la 4^e place, après les États-Unis, la Suède et la Finlande, selon l'innovation dans l'économie en général. Le Conference Board a appliqué ses indicateurs à l'économie générale, mais beaucoup d'entre eux peuvent également être applicables à une industrie en particulier.

L'annexe 1 divise les indicateurs en trois catégories : les indicateurs disponibles et pertinents sur le plan industriel, du moins pour le Canada; les indicateurs potentiellement disponibles et pertinents sur le plan industriel, et les indicateurs non pertinents. Des 17 indicateurs de mesure relevés par le Conference Board du Canada, cinq sont disponibles et pertinents sur le plan industriel, sept sont disponibles et potentiellement pertinents sur le plan industriel, et cinq n'ont aucune pertinence dans l'industrie.

3) Définitions industrielles de l'intensité technologique de l'OCDE

L'OCDE est l'organisme international à la fine pointe de la classification des industries selon le niveau de technologie et de la définition de la haute technologie.⁵ Classer les industries par niveau de technologie peut fournir une indication sur la capacité d'innover de ces industries. Une étude du traitement des industries des ressources naturelles par l'OCDE et de l'évolution de ce traitement est instructive. La figure 4A, à l'annexe 1, est tirée d'un rapport de l'OCDE (1986) qui a classé les industries selon le rapport entre les ventes et les investissements en R.-D.;⁶ ce rapport a révélé que, sur sept industries des ressources naturelles, six avaient une faible concentration technologique, et une avait une concentration moyenne. La figure 5A de l'annexe 1, tirée cette fois d'un autre rapport de l'OCDE (1997), dresse un tableau légèrement différent. Quatre des industries des ressources naturelles sont maintenant à concentration technologique moyenne, et deux seulement ont encore une faible concentration.

Cette mise à jour des capacités technologiques des industries des ressources naturelles entre 1986 et 1997 provient d'une redéfinition de la concentration technologique, celle-ci tenant compte de la diffusion de la technologie. En d'autres termes, les industries qui utilisent une technologie intégrée ou une technologie incorporée aux biens, comme les industries des ressources naturelles exigeantes en investissements, sont jugées plus technologiques et donc plus innovatrices.

B. Études de l'innovation dans les industries des ressources naturelles

1) Étude de l'Association minière du Canada

En 2001, Global Economics Limited a réalisé, pour l'Association minière du Canada (AMC), une étude de l'innovation dans le secteur canadien des mines. Ce rapport traite surtout des tendances d'innovation de ce secteur, plus particulièrement des répercussions de l'utilisation récente des technologies de l'information. Le sondage effectué montre qu'en général, les entreprises du secteur minier ont été poussées à augmenter leurs investissements en R.-D. pour réduire les coûts, améliorer les processus existants ou en développer de nouveaux. Le respect des règlements sur l'environnement a été un autre incitatif important. Il en résulte une conséquence intéressante : le développement de nouveaux produits est, pour le secteur minier, un motif peu important de R.-D. Le rapport signale que le financement est la principale contrainte aux dépenses en R.-D., mais ne fournit toutefois pas de données concrètes à ce sujet. Les entreprises du secteur minier ont habituellement accès à du personnel, des installations et d'autres ressources en nombres suffisants.

Dans la répartition de leurs dépenses en R.-D., les entreprises du secteur minier consacrent peu de ressources à la recherche pure, ce qui n'est guère étonnant : la commercialisation des résultats de ces activités peut prendre de longues années. C'est pourquoi le développement accapare l'essentiel des dépenses en R.-D. La moitié environ de ces dépenses ont été affectées à l'amélioration des processus existants ou au développement de nouveaux processus; dix pour cent des dépenses totales en R.-D. ont été consacrées à l'amélioration des produits existants ou au développement de nouveaux produits. Ces résultats confirment l'importance relative pour le secteur minier des processus novateurs par rapport aux produits novateurs.

Le deuxième volet du rapport de l'AMC consiste en une étude des divers indicateurs d'innovation. Selon le sondage de l'AMC sur l'innovation, les entreprises du secteur minier consacrent en moyenne un pour cent de leurs revenus à la R.-D.; il s'agit là d'une moyenne qui comprend le quart des entreprises qui ne dépensent rien en R.-D. Ce sondage a également révélé que 42 pour 100 des entreprises canadiennes du secteur minier ont un centre consacré spécifiquement aux activités de R.-D. Aussi, plus de la moitié des entreprises effectuent elles-mêmes la plupart de leurs recherches, et uniquement le quart des entreprises font effectuer toutes leurs activités de recherche en sous-traitance.

2) Rapports de recherche de Statistique Canada sur l'innovation dans les secteurs des minerais métallifères et de la foresterie

Statistique Canada a publié deux rapports de recherche, rédigés par Susan Schaan en 2002 et 2003 à partir de l'Enquête sur l'innovation de 1999, sur l'innovation et l'utilisation des technologies de pointe dans l'extraction et le traitement des minerais métallifères et dans le secteur des forêts (coupe, bois et papiers). Il s'agit du premier sondage sur l'innovation ayant porté non seulement sur les industries manufacturières, mais également certaines industries des ressources naturelles, plus précisément les secteurs des mines et des forêts. (Les produits du bois et les pâtes et papiers ont déjà fait l'objet d'une étude précédente sur les industries manufacturières.)

Ces études présentent les résultats pour cinq indicateurs d'activités novatrices : le pourcentage d'innovateurs en processus et d'innovateurs en produits chez les entreprises novatrices (annexe 1, figure 6A); le but de l'innovation, c'est-à-dire la motivation ayant poussé l'entreprise à innover, ce qui devrait être lié aux justifications des dépenses en R.-D. (annexe 1, figure 7A); le rôle de l'innovation dans la stratégie d'affaires générale des entreprises novatrices (annexe 1, figure 8A); la participation aux activités de R.-D. (annexe 1, figure 9A); le pourcentages d'entreprises très novatrices du secteur manufacturier qui vendent leurs produits à des entreprises choisies de l'industrie des ressources naturelles (annexe 1, figure 10A).

3) **Étude de Mohnen et Therrien sur l'innovation dans les industries des ressources naturelles au Canada et en Europe**

Pierre Mohnen, anciennement de l'UQAM, et Pierre Therrien, d'Industrie Canada, ont étudié, en 2001, les tendances en innovation au Canada et en Europe, selon l'Enquête sur l'innovation de 1999 et les sondages de la Communauté européenne de 1997-1998 sur l'innovation.⁷ Dans leur étude, ils commencent par évaluer à quel point ces deux sondages peuvent être comparés, car tant l'un que l'autre a été inspiré par le manuel d'Oslo et visait à produire des résultats pouvant être comparés sur le plan international. Ils rectifient ensuite les résultats obtenus pour qu'ils soient plus facilement comparables, puis comparent la position du Canada à celle de quatre pays européens, soit la France, l'Irlande, l'Allemagne et l'Espagne. Quatre indicateurs d'innovation sont utilisés pour comparer l'innovation d'industries particulières de pays différents : (1) le pourcentage d'innovateurs; (2) le pourcentage des ventes de produits améliorés ou de nouveaux produits; (3) le pourcentage d'innovateurs initiaux; (4) le pourcentage des ventes de produits améliorés ou de nouveaux produits pour les innovateurs initiaux.

Le pourcentage d'innovateurs désigne le pourcentage d'entreprises ayant commercialisé un nouveau produit ou un produit amélioré au cours de la période visée (1997-1999 pour le Canada et 1994-1996 pour les pays européens). Une proportion considérablement plus grande des entreprises manufacturières du secteur des ressources naturelles du Canada ont été innovatrices, comparativement à leurs homologues d'Europe (annexe 1, figure 13A). En fait, le Canada est en tête de file dans tous les secteurs. Le pourcentage des ventes de nouveaux produits ou de produits améliorés des entreprises novatrices canadiennes (un indicateur de la force d'innovation) est toutefois moins impressionnant que la fréquence d'innovation. Cela permet de croire que les entreprises canadiennes sont moins en mesure de transformer l'innovation (produits nouveaux ou améliorés) en revenus, particulièrement en comparaison avec les entreprises allemandes et espagnoles.

II. Indicateurs d'innovation des industries des ressources naturelles

Ce deuxième volet présente une étude exhaustive des indicateurs d'innovation de l'industrie des ressources naturelles du Canada en comparaison avec la moyenne industrielle générale ou avec les industries des ressources naturelles d'autres pays de l'OCDE. Ces indicateurs d'innovation sont répartis en huit catégories : la recherche et le développement (R-D), les compétences, les appareils et équipements, la productivité, l'investissement étranger direct, la balance des paiements technologique, l'utilisation de l'Internet et le taux d'innovation.⁸ Certains indicateurs potentiels, pour lesquels des données sont encore inexistantes, sont aussi traités. (Remarque : les tableaux cités comme sources des graphiques présentés ici se trouvent à la fin du présent document; vous y trouverez des données supplémentaires non traitées ici.)

A. Recherche et développement (R.-D.)

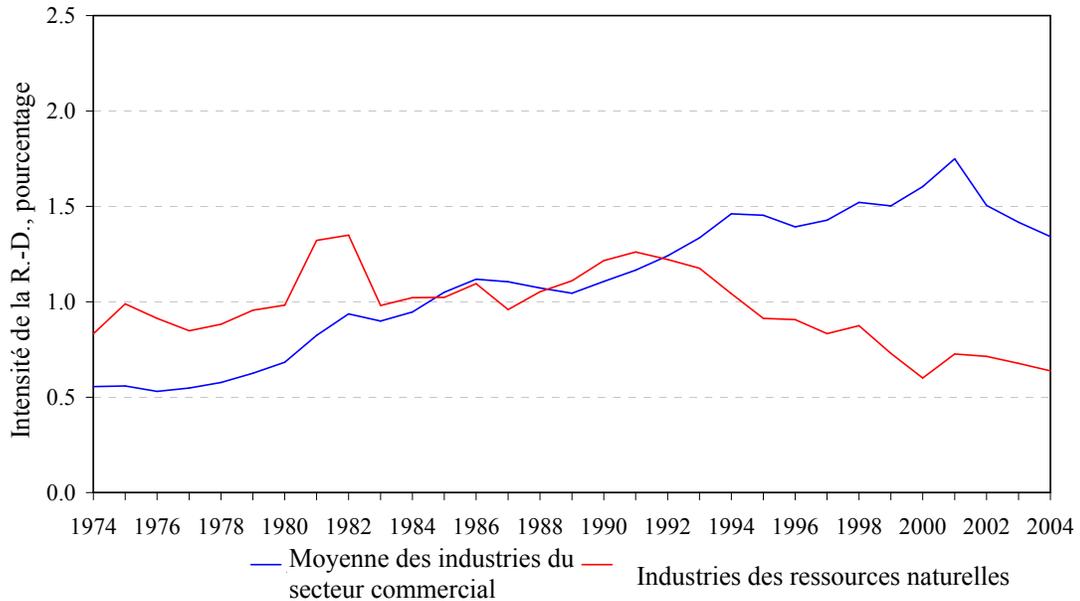
La recherche et le développement constituent un élément crucial du processus d'innovation. Dans cette section du rapport, nous étudierons trois aspects de la R.-D. réalisée par les industries des ressources naturelles du Canada et d'autres pays de l'OCDE : les dépenses en R.-D., le personnel consacré à la R.-D. et le nombre d'entreprises actives en R.-D.

1) Dépenses en R.-D.

Des statistiques sur les dépenses internes en R.-D. (en part de la valeur nominale ajoutée) sont disponibles⁹ pour le secteur canadien des ressources naturelles, trois groupes d'industries (les produits forestiers, l'énergie, et les mines et produits miniers), dix industries (exploitation forestière et foresterie, mines, pétrole et gaz naturel, production d'électricité, bois, papier, métaux de première fusion, produits métalliques usinés, produits minéraux non métalliques, et produits de raffinerie du pétrole et du charbon) et pour la moyenne canadienne du secteur commercial de 1974 à 2004 inclusivement.¹⁰ Les graphiques 1 à 6 illustrent les tendances en intensité de R.-D. Voici les constatations les plus intéressantes.

- Le secteur des ressources naturelles en général a eu en 2004 un rapport R.-D./PIB (ou une intensité de R.-D.) de 0,64 pour 100 (graphique 1), c'est-à-dire à peine la moitié de la moyenne du secteur commercial de 1,34 pour 100 (graphique 2).
- L'intensité de la R.-D. du secteur commercial a plus que doublé entre 1974 (0,56 pour 100 du PIB) et 2004 (1,34 pour 100), mais l'intensité de la R.-D. dans les industries des ressources naturelles a été en fait plus basse en 2004 (0,64 pour 100) qu'en 1974 (0,83 pour 100). Entre 1974 et 1991, l'intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles a été plus élevée en moyenne que celle du secteur commercial en général. Cette situation a été renversée après 1991, avec la réduction de l'intensité de la R.-D. dans les industries des ressources naturelles et sa hausse constante dans le secteur commercial. Le point le plus bas de cet indicateur pour les industries des ressources naturelles se situe en 2000, alors qu'il a à peine atteint quatre dixièmes de la moyenne générale (0,60 pour 100 contre 1,60 pour 100).

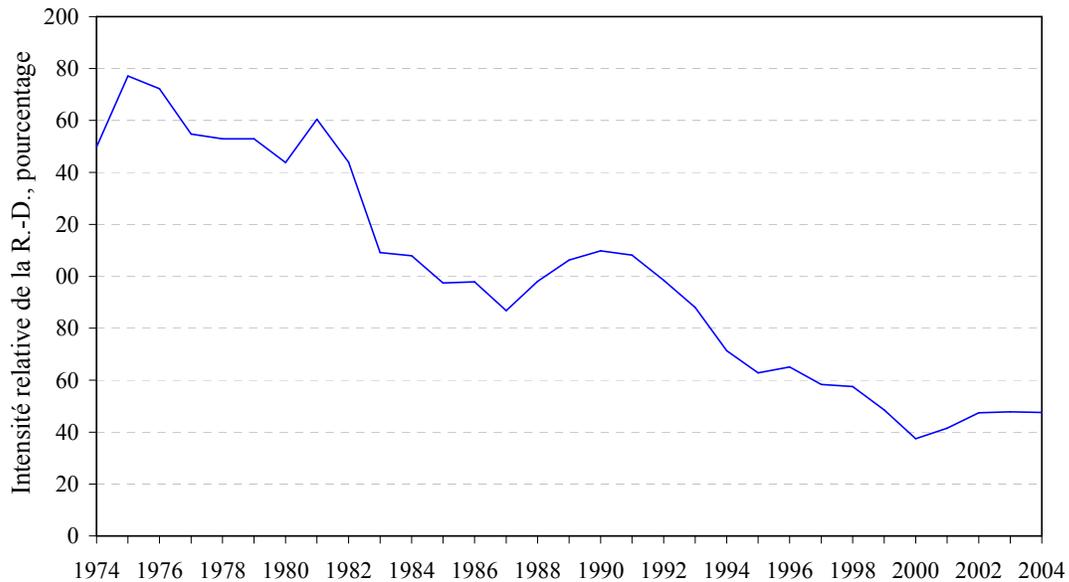
Graphique 1 : Intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles canadiennes, (dépenses internes en R.-D., en pourcentage de la valeur ajoutée), 1974-2004



Source : Statistique Canada, Recherche et développement dans l'industrie canadienne. Tableaux CANSIM II 379-0001 (CTI, PIB nominal), 379-0023 (SCIAN, PIB nominal), 379-0017 (SCIAN, PIB en dollars constants) et 380-0056 (indice implicite du PIB), 12 mars 2005.

Remarques : Voir les tableaux 1a et 1b.

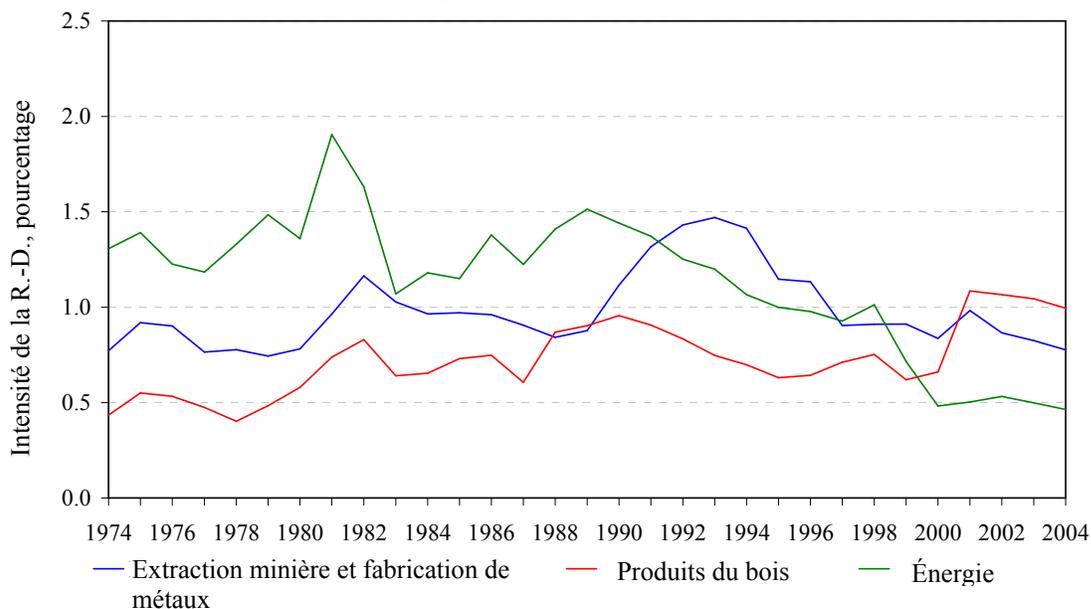
Graphique 2 : Intensité relative de la R.-D. des industries des ressources naturelles canadiennes (intensité en pourcentage de l'économie totale), 1974-2004



Source : Statistique Canada, Recherche et développement dans l'industrie canadienne. Tableaux CANSIM II 379-0001 (CTI, PIB nominal), 379-0023 (SCIAN, PIB nominal), 379-0017 (SCIAN, PIB en dollars constants) et 380-0056 (indice implicite du PIB), 12 mars 2005.

- Des trois groupes d'industries des ressources naturelles (graphique 3), les produits des forêts ont connu, en 2004, la plus forte intensité de R.-D. (1,00 pour 100), suivis par les mines et le secteur minier (0,78 pour 100), puis par l'énergie (0,46 pour 100). Entre 1974 et 2004, l'intensité de R.-D. de l'industrie des produits des forêts a plus que doublé, celle des mines et produits miniers est restée essentiellement identique, tandis que celle du secteur de l'énergie a été coupée de plus de la moitié.
- Des dix industries des ressources naturelles pour lesquelles des statistiques détaillées sont disponibles pour 2004 (graphiques 4 à 6), trois seulement ont un rapport R.-D./valeur ajoutée (ou intensité de la R.-D.) plus élevé que la moyenne générale. Il s'agit des pâtes et papiers (2,00 pour 100), des métaux de première fusion (1,85 pour 100) et des produits du raffinage du pétrole et du charbon (1,69 pour 100). Au cours de la période 1974-2004, ces industries ont conservé une intensité de la R.-D. plus élevée que la moyenne.
- Des sept industries des ressources naturelles dont l'intensité de R.-D. est inférieure à la moyenne, c'est celle des produits miniers non métalliques qui a connu l'intensité la plus basse (0,12 pour 100) en 2004, suivie de celles du bois (0,27 pour 100), de l'exploitation forestière et de la foresterie (0,29 pour 100), des mines (0,30 pour 100), de l'exploitation pétrolière et gazière (0,31 pour 100), de l'électricité (0,58 pour 100) et des produits métalliques usinés (0,59 pour 100).
- Parmi les dix industries des ressources naturelles pour lesquelles des statistiques détaillées sont disponibles, quatre ont connu une augmentation de l'intensité de R.-D. entre 1974 et 2004. L'augmentation la plus forte a été mesurée dans l'industrie des papiers et produits connexes (1,22 points, de 0,77 pour 100 à 2,00 pour 100),¹¹ suivie des produits métalliques usinés (0,34 points, de 0,25 pour 100 à 0,59 pour 100), de l'exploitation forestière et de la foresterie (0,27 points, de 0,02 pour 100 à 0,29 pour 100), puis du bois (0,18 points, de 0,09 pour 100 à 0,27 pour 100).
- Entre 1974 et 2004, l'intensité de la R.-D. a baissé dans six des dix industries des ressources naturelles : 13,68 points, de 15,38 pour 100 à 1,69 pour 100 pour les produits de raffinage du pétrole et du charbon; 0,69 point, de 1,27 pour 100 à 0,58 pour 100 en électricité; 0,37 point, de 0,49 pour 100 à 0,12 pour 100 pour les produits miniers non métalliques; 0,29 point, de 2,14 pour 100 à 1,85 pour 100 pour les métaux de première fusion; 0,07 point, de 0,37 pour 100 à 0,31 pour 100 pour le pétrole et le gaz naturel; et 0,05 point, de 0,36 pour 100 à 0,30 pour 100 pour les industries minières.

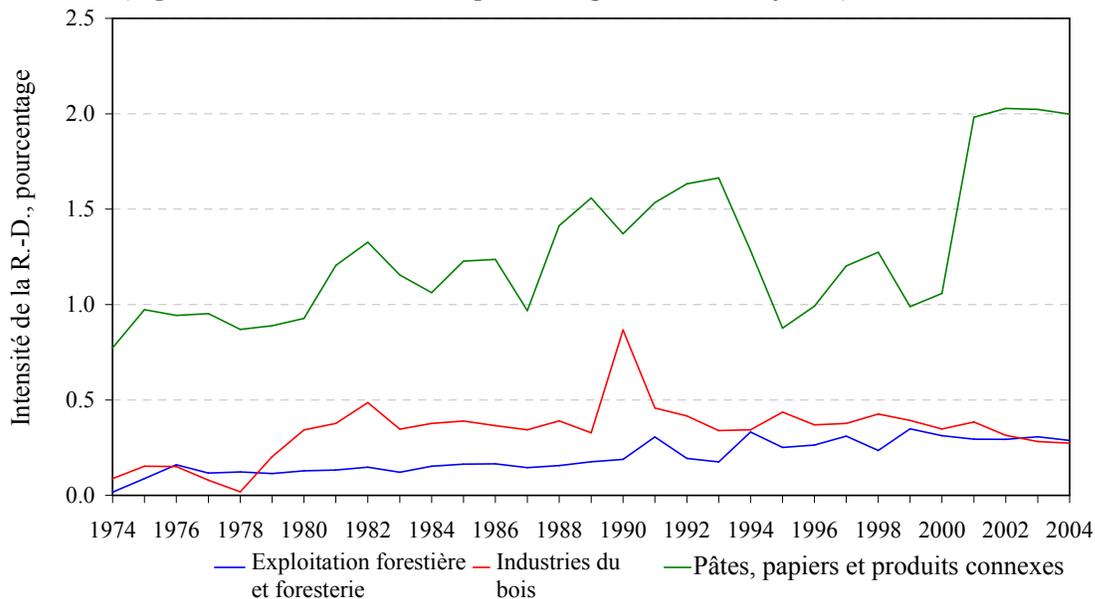
Graphique 3 : Intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles canadiennes, (dépenses internes en R.-D., en pourcentage de la valeur ajoutée), 1974-2004



Source : Statistique Canada, Recherche et développement dans l'industrie canadienne. Tableaux CANSIM II 379-0001 (CTI, PIB nominal), 379-0023 (SCIAN, PIB nominal), 379-0017 (SCIAN, PIB en dollars constants) et 380-0056 (indice implicite du PIB), 12 mars 2005.

Remarques : Voir les tableaux 1a et 1b.

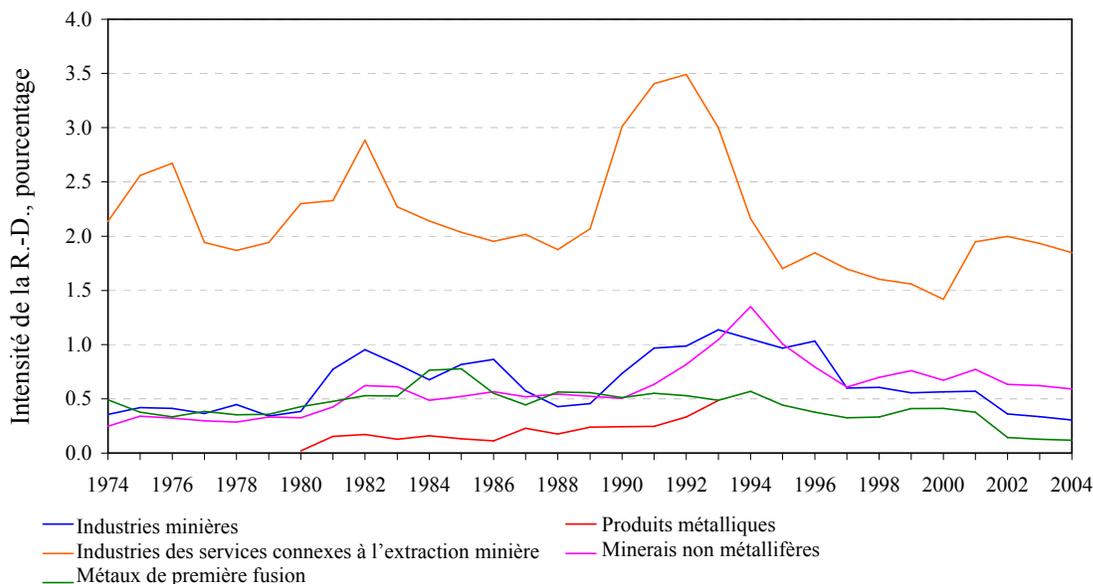
Graphique 4 : Intensité de la R.-D. des industries canadiennes du bois, (dépenses internes en R.-D., en pourcentage de la valeur ajoutée), 1974-2004



Source : Statistique Canada, Recherche et développement dans l'industrie canadienne. Tableaux CANSIM II 379-0001 (CTI, PIB nominal), 379-0023 (SCIAN, PIB nominal), 379-0017 (SCIAN, PIB en dollars constants) et 380-0056 (indice implicite du PIB), 12 mars 2005.

Remarques : Voir les tableaux 1a et 1b.

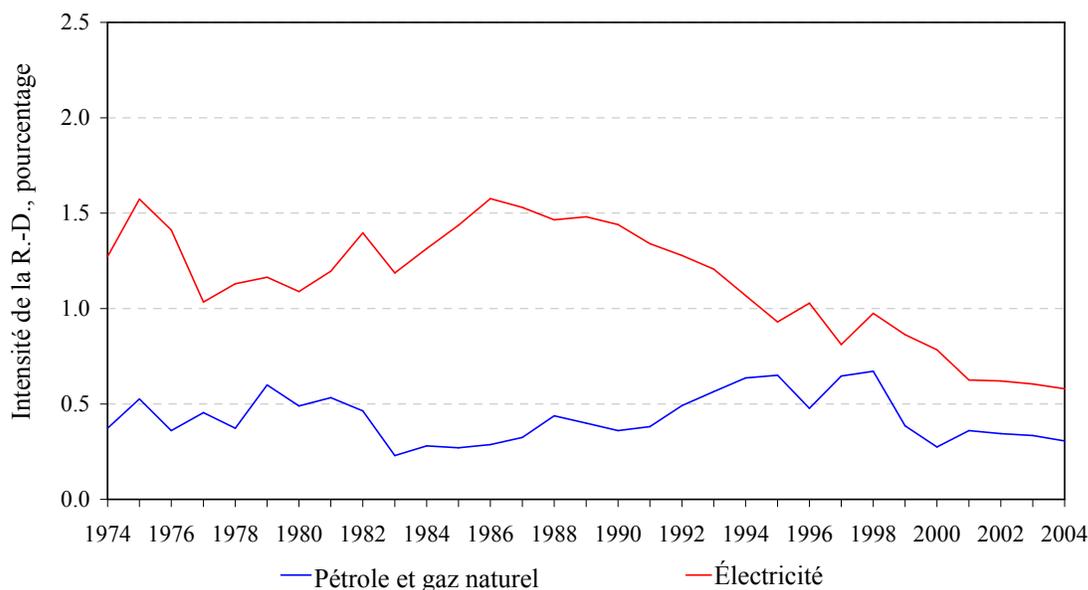
Graphique 5 : Intensité de la R.-D. des industries minières canadiennes, (dépenses internes en R.-D., en pourcentage de la valeur ajoutée), 1974-2004



Source : Statistique Canada, Recherche et développement dans l'industrie canadienne. Tableaux CANSIM II 379-0001 (CTI, PIB nominal), 379-0023 (SCIAN, PIB nominal), 379-0017 (SCIAN, PIB en dollars constants) et 380-0056 (indice implicite du PIB), 12 mars 2005.

Remarques : Voir les tableaux 1a et 1b.

Graphique 6 : Intensité de la R.-D. des industries canadiennes de l'énergie, (dépenses internes en R.-D., en pourcentage de la valeur ajoutée), 1974-2004



Source : Statistique Canada, Recherche et développement dans l'industrie canadienne. Tableaux CANSIM II 379-0001 (CTI, PIB nominal), 379-0023 (SCIAN, PIB nominal), 379-0017 (SCIAN, PIB en dollars constants) et 380-0056 (indice implicite du PIB), 12 mars 2005.

Remarques : Voir les tableaux 1a et 1b. L'industrie des produits du pétrole et du charbon n'est pas incluse, car l'intensité en R.-D. de cette industrie est trop élevée.

La figure 1 présente une évaluation de l'intensité de la R.-D. (R.-D./valeur ajoutée nominale) pour sept industries des ressources naturelles d'au moins 13 pays de l'OCDE pour des années choisies entre 1987 et 2001, selon la base de données STAN (*structural analysis*) de l'OCDE.¹² Le Canada s'en tire généralement assez mal; il occupe le rang moyen de 8,3 parmi 11,3 pays en moyenne. Aucune des industries canadiennes n'a réussi à dépasser la moyenne de sa catégorie. Fait intéressant, trois pays montrent une intensité de R.-D. dans les industries des ressources naturelles considérablement plus élevée que la moyenne de l'OCDE : Le Japon, la Suède et la Finlande. Étant donné le rapport général R.-D./PIB assez élevé des États-Unis, il est peut-être surprenant que les industries des ressources naturelles de ce pays n'aient pas une intensité de la R.-D. au-dessus de la moyenne.

Figure 1 : Intensité de la R.-D. dans certains pays choisis de l'OCDE
(Dépenses en R.-D. en pourcentage de la valeur ajoutée, 2001 ou année la plus récente)

| Industrie | Pays | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|--------|----------|--------|-----------|--------|-------|-------|---------|---------|-------|-------------|------------|
| | Australie | Canada | Finlande | France | Allemagne | Italie | Japon | Corée | Norvège | Espagne | Suède | Royaume-Uni | États-Unis |
| Exploitation des mines et des carrières | 1,6 | 0,2 | 1,7 | s/o | 1,4 | 0,3 | 3,6 | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 2,6 | 0,2 | 0,7 |
| Bois, produits du bois et du liège | s/o | 0,3 | 1,6 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 3,0 | 1,4 | s/o | 0,1 | 0,9 | s/o | 0,4 |
| Pulpe, papier, produits du papier, imprimerie et édition | s/o | 0,4 | 1,2 | 0,3 | 0,3 | 6,7 | s/o | 0,4 | s/o | 0,2 | 1,9 | s/o | s/o |
| Coke, produits du raffinage du pétrole et carburants nucléaires | 1,1 | 1,6 | 5,8 | 2,4 | 0,8 | 1,9 | 0,6 | 0,7 | s/o | 1 | 3,1 | 9,6 | 3,1 |
| Autres produits minéraux non métalliques | 0,8 | 0,2 | 1,7 | 2,4 | 2,2 | 0,3 | 4,6 | 1,1 | 1,6 | 0,4 | 1,2 | 0,8 | 2,2 |
| Métaux de base | s/o | 1,4 | 2,9 | 3,6 | 1,7 | 0,5 | 4,1 | 1,3 | 4,6 | 1,1 | 6,1 | 1,3 | 1,2 |
| Produits métalliques usinés | s/o | 0,8 | 4,0 | 0,7 | 1,5 | 0,3 | 1,7 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,8 | 0,5 | 1,8 |

Sources : site Web de l'OCDE, base de données sur la science et la technologie, statistiques sur la recherche et le développement, dépenses d'entreprise totales en recherche et développement par industrie (tableau 13), CITI 3^e révision, vol. 2004, édition 01, industrie STAN Vol. 2005, édition 01 (valeur ajoutée), 14 mars 2005.

Encadré 1 : précision des statistiques officielles de la R.-D. dans l'industrie du papier : la limite des essais cliniques

Au cours de l'atelier du 4 mars 2005 sur les perspectives sur les dépenses en R.-D. des secteurs des ressources naturelles, organisé par Ressources Naturelles Canada, une question intéressante a été soulevée : la possibilité d'une sous-évaluation de la R.-D. dans certaines industries des ressources naturelles. Certains ont en effet signalé que des représentants du secteur des produits forestiers soutiennent que les activités de R.-D. réalisées par l'industrie sont le triple de ce qu'indique Statistique Canada.

Dan Wicklum, le directeur exécutif du Conseil canadien de l'innovation forestière, a expliqué que 70 pour 100 environ des différences entre certaines des statistiques de R.-D. de l'industrie et celles de Statistique Canada (et de l'Agence du revenu du Canada (ARC), qui collige les données utilisées par Statistique Canada pour établir ses statistiques de R.-D.), s'explique par des différences dans la définition de la R.-D. dans l'industrie des pâtes et papiers. En particulier, l'industrie soutient que ses dépenses pour les essais en usine — les essais avec l'équipement de production des nouveaux composés de pulpe — devraient faire partie de la définition de la R.-D., alors que l'ARC semble essentiellement exclure de sa définition ce type de dépenses. Les essais cliniques font partie de la R.-D. selon la définition du manuel Frascati, mais la définition des essais cliniques (par opposition aux activités scientifiques connexes) reste vague.¹³

L'admissibilité d'un essai au programme de crédits d'impôt pour les activités de recherche scientifique et de développement expérimental (RS&DE) dépend de la présence d'« incertitudes technologiques ». La demande de l'industrie de considérer les essais en usine comme étant une activité admissible aux crédits d'impôt de R.-D. est clairement légitime; elle est d'ailleurs à l'étude par l'ARC.¹⁴

Cette question ne touche certes que l'industrie des papiers; cependant, ses recherches constituent une part importante des dépenses totales en R.-D. du secteur des ressources naturelles. En 2004, les entreprises papetières ont consacré 296,2 millions de dollars à la R.-D., c'est-à-dire 32,2 pour 100 des dépenses du secteur des ressources naturelles sur la R.-D. Si la valeur réelle était effectivement le triple de la valeur officielle, les dépenses en R.-D. du secteur des papiers (et de l'industrie des ressources naturelles en général) seraient plus élevées de 584 millions de dollars. Cela ferait également remonter l'intensité de la R.-D. du secteur des ressources naturelles pour 2004 de 0,76 pour 100 à 1,25 pour 100, la plaçant ainsi devant la moyenne industrielle générale (1,02 pour 100). Même doubler les dépenses en R.-D. de l'industrie des papiers à la suite d'une redéfinition de la R.-D. placerait l'intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles devant la moyenne industrielle générale. Régler la question de la définition de la R.-D. est manifestement impératif pour pouvoir évaluer clairement l'intensité relative de la R.-D. du secteur des ressources naturelles.

2) Personnel affecté en R.-D.

La proportion de la main d'œuvre d'une industrie particulière affectée aux activités de R.-D. constitue un indicateur important de la capacité de cette industrie à innover. Des statistiques du nombre d'employés en R.-D. pour 1000 et du nombre absolu d'employés des industries canadiennes des ressources naturelles sont disponibles pour la période 1994-2002, selon des données de Statistique Canada récemment publiées. Les graphiques 7 à 9 illustrent les tendances à ce sujet.

En 2002, les industries des ressources naturelles canadiennes employaient 6 303 personnes en R.-D., soit 6,3 pour 100 de la main d'œuvre totale, contre 10,0 pour 100 en 1994.

En 2004, 6,5 membres du personnel des industries des ressources naturelles étaient affectés à la R.-D. pour 1000 employés; cette proportion correspond exactement à la moyenne industrielle générale (graphique 7). Entre 1994 et 2002, la proportion du personnel affecté à la R.-D. dans les industries des ressources naturelles est passée de 9,0 à 6,5 employés pour 1000; alors qu'elle a augmenté dans le secteur industriel en général, passant de 6,0 à 6,5 employés pour 1000. L'intensité relative du personnel affecté à la R.D. dans les industries des ressources naturelles par rapport à la moyenne générale a donc chuté de 1,5 à 1 au cours de cette période (graphique 8).

À l'intérieur des sous-catégories du secteur des ressources naturelles (graphique 9), l'industrie des mines et des produits miniers a eu en 2002 l'intensité de personnel en R.-D. la plus élevée, soit 7,4 employés pour 1000, et le secteur de l'énergie l'a talonné avec 7,2 employés pour 1000. L'intensité du personnel en R.-D. de ces deux sous-catégories a dépassé la moyenne industrielle générale. Dans le secteur des produits forestiers, cet indicateur n'a atteint que 5,0 employés pour 1000. Le déclin de l'intensité du personnel en R.-D. du secteur des ressources naturelles entre 1994 et 2002 s'explique par une baisse des secteurs des mines et de l'énergie, car elle est restée stable dans le secteur des forêts.

Si l'on étudie plus en détail les dix industries du secteur des ressources naturelles, c'est dans celle du raffinage du pétrole et du charbon qu'on trouve la plus grande proportion d'employés en R.-D. (13,4 pour 1000 en 2002), suivie par celles des métaux de première fusion (11,4), des papiers (11,0), des services publics (8,4) et des produits métalliques usinés (8,4). Pour les cinq autres industries des ressources naturelles, l'intensité du personnel en R.-D. a été inférieure à la moyenne. L'exploitation forestière et la foresterie étaient en dernière place (2,2 employés pour 1000), suivie des produits du bois (2,5), des mines (2,7), des produits minéraux non métalliques (3,0) puis de l'exploitation pétrolière et gazière (4,5).

La base de données STAN de l'OCDE fournit quelques statistiques, c'est-à-dire le personnel en R.-D. pour 1000 employés, les chercheurs scientifiques et ingénieurs pour 1000 employés, et les diplômés universitaires pour 1000 employés, pour neuf industries des ressources naturelles (mines, bois, papier, coke, produits de raffinage du pétrole et carburants nucléaires, métaux de base, métaux non ferreux et produits métalliques usinés) et pour le secteur industriel en général, pour des pays choisis de l'OCDE (jusqu'à 13) entre 1987 et 2001. Ces données sont malheureusement d'une utilité limitée, car les statistiques pour bon nombre de pays et d'années sont manquantes.

La figure 2 présente les principaux résultats, qui portent sur le personnel de R.-D. et les chercheurs scientifiques et ingénieurs (CSI) pour 1000 employés. Contrairement à sa piètre performance pour l'intensité des employés en R.-D., le Canada s'en tire assez bien et garde une moyenne légèrement supérieure à la moyenne générale. Dans les neuf industries des ressources naturelles, le rang moyen du Canada pour le personnel de R.-D. est de 3,9 sur un total moyen de 10,9 pays, et de 4,4 sur un total moyen de 10,1 pays pour les chercheurs scientifiques et ingénieurs pour 1000 employés. Le Canada est en tête de file pour le nombre total d'employés en R.-D. pour les produits métalliques usinés, et en

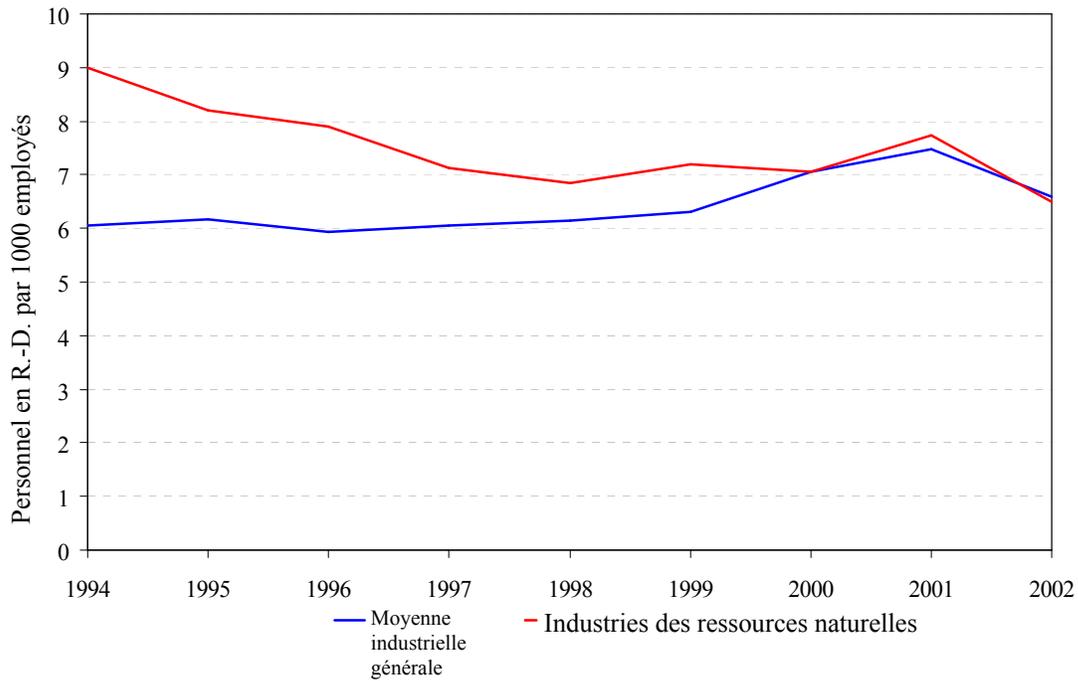
deuxième place pour les métaux non ferreux, le bois et les papiers. Il n'est nulle part en première place pour le nombre de chercheurs et d'ingénieurs, et en deuxième place dans une seule industrie : les métaux non ferreux.

Figure 2 : Résumé du personnel en R.-D. des industries des ressources naturelles
(pays choisis de l'OCDE)

| | Personnel total en R.-D. pour 1000 employés d'entreprises | | | Chercheurs scientifiques et ingénieurs pour 1000 employés d'entreprises | | |
|---|---|--------------------------------|------------------------------|---|--------------------------------|------------------------------|
| | Performance du Canada | Pays en 1 ^{ère} place | Pays en 2 ^e place | Performance du Canada | Pays en 1 ^{ère} place | Pays en 2 ^e place |
| Mines | 4/11 | Corée | Japon | 4/10 | Japon | États-Unis |
| Produits du bois | 2/11 | Japon | Canada | 4/10 | Japon | États-Unis |
| Produits du papier | 2/10 | Japon | Canada | 3/9 | États-Unis | Japon |
| Coke, produits du raffinage du pétrole et carburants nucléaires | 5/9 | Japon | Royaume-Uni | 5/9 | Japon | États-Unis |
| Fabrication de produits minéraux non métalliques | 6/12 | Japon | France | 7/11 | Japon | États-Unis |
| Fabrication de métaux de base | 3/9 | Japon | France | 3/8 | Japon | France |
| Fabrication de métaux ferreux | 5/9 | France | Japon | 4/8 | Japon | États-Unis |
| Fabrication de métaux non ferreux | 2/9 | Japon | Canada | 2/8 | Japon | Canada |
| Fabrication de produits métalliques usinés | 1/9 | Canada | Allemagne | 4/8 | États-Unis | Japon |
| Moyenne du secteur industriel | 4/10 | Japon | France | 4/10 | États-Unis | Japon |

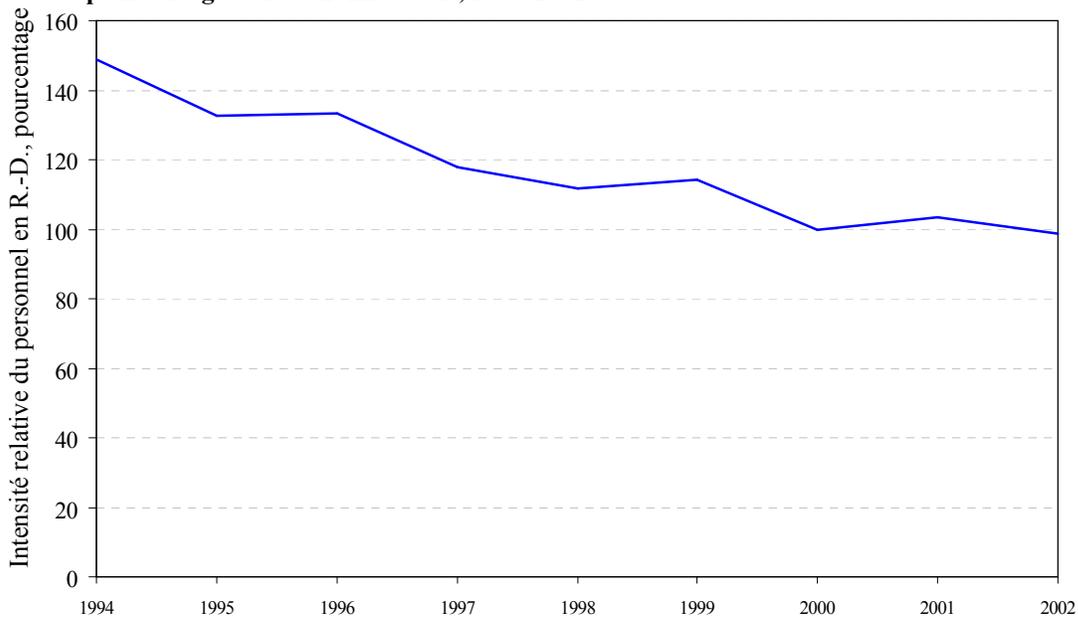
Sources : Données dérivées des tableaux 4a à 4k. Remarque : Le classement est établi selon la dernière année pour laquelle les données sont disponibles pour chacun des pays. Cela signifie que, par exemple, des données de 1994 pour le Canada peuvent être comparées dans certains cas à des données de 2001 pour le Japon. La performance du Canada est exprimée comme le rang du Canada parmi les pays pour lesquelles les données sont disponibles.

Graphique 7 : Intensité du personnel affecté à la R.-D. (personnel en R.-D. par 1000 employés) des industries des ressources naturelles canadiennes, 1994-2002



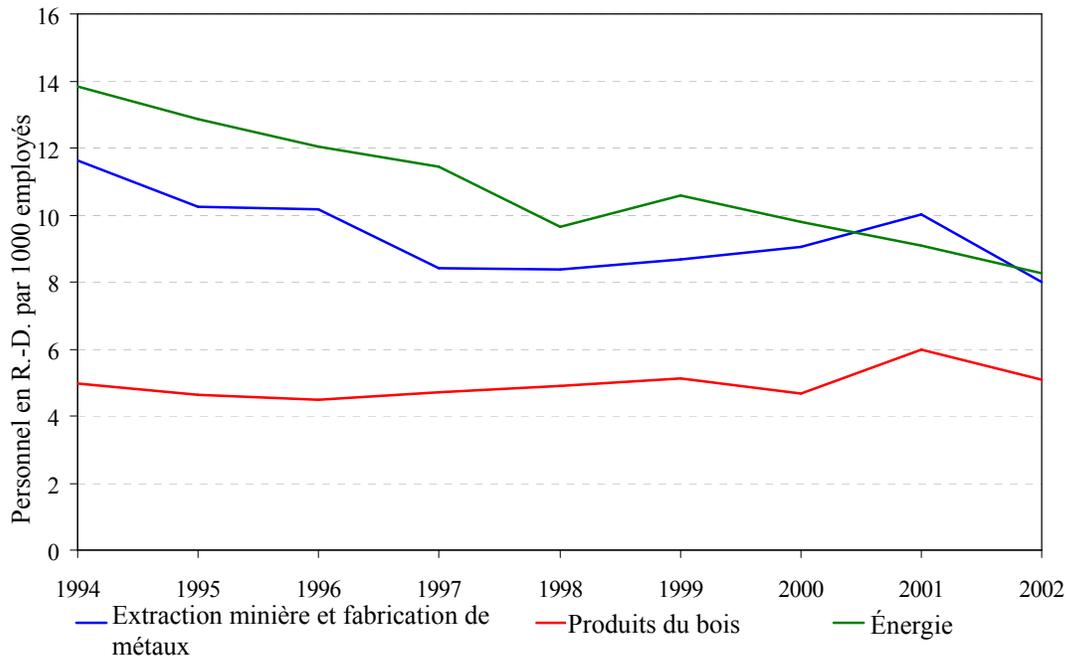
Sources : Statistique Canada, tableaux CANSIM II 358-0024 (personnel en R.-D.), 23 mars 2005, et extraction spéciale de l'EPA (emploi).

Graphique 8 : Intensité relative du personnel affecté à la R.-D. (personnel en R.-D. par 1000 employés) des industries des ressources naturelles canadiennes en pourcentage de l'économie totale, 1994-2002



Sources : Statistique Canada, tableaux CANSIM II 358-0024 (personnel en R.-D.), 23 mars 2005, et extraction spéciale de l'EPA (emploi).

Graphique 9 : Intensité du personnel affecté à la R.-D. (personnel en R.-D. par 1000 employés) des industries des ressources naturelles canadiennes, 1994-2002



Sources : Statistique Canada, tableaux CANSIM II 358-0024 (personnel en R.-D.), 23 mars 2005, et extraction spéciale de l'EPA (emploi).

3) Nombre d'entreprises actives en R.-D. dans les industries des ressources naturelles

Outre les sommes consacrées à la R.-D., le nombre d'entreprises actives en recherche et développement est en soi un indicateur d'innovation. Cela provient du fait que la capacité des industries à adopter les nouvelles technologies dépend jusqu'à un certain point des capacités de chacune des entreprises d'effectuer des études de R.-D.

Les statistiques sur le nombre d'entreprises canadiennes du secteur des ressources naturelles actives en R.-D. (hormis les services publics) sont disponibles pour la période de 1994 à 2000. Ces données ont été publiées par le cabinet d'experts conseil Impact Group, selon des données établies par Statistique Canada et l'Agence du revenu du Canada à partir du programme de crédits d'impôt pour les activités de recherche scientifique et de développement expérimental (RS&DE).

Plusieurs observations méritent d'être faites. Tout d'abord, très peu d'entreprises du secteur des ressources naturelles sont actives en R.-D. À l'exception des produits métalliques usinés, qui sont bien plus loin en aval et donc plus éloignés de l'extraction et du traitement des ressources naturelles brutes que les autres industries des ressources naturelles, uniquement 353 entreprises du secteur des ressources naturelles ont été actives en R.-D. en 2000 (238 si l'on exclut les produits minéraux non métalliques). Ces entreprises ne constituent que 3,4 pour 100 de toutes les entreprises du secteur industriel

ayant réalisé de la R.-D., et ce, même si la recherche et le développement effectué par ces entreprises a constitué 6,6 pour 100 de toute la R.-D. du secteur industriel.

Nous observons ensuite que le nombre d'entreprises actives en R.-D. a baissé entre 1994 et 2000, une tendance remarquée dans presque toutes les industries des ressources naturelles et dans le secteur industriel en général. Le nombre d'entreprises ayant effectué des activités de R.-D. a chuté de 10,8 pour 100, de 1 139 en 1994 à 1 016 en 2000, ce qui est logique si l'on tient compte de la baisse de l'intensité de la R.-D. au cours de la même période (de 1,03 à 0,57 pour 100). Cette baisse a été manifeste dans huit des dix industries des ressources naturelles; dans les deux autres industries, la situation est restée essentiellement stable.

Freedman (2005a et 2005b) s'inquiète de ce déclin du nombre d'entreprises actives en R.-D. au Canada en général, et dans le secteur des ressources naturelles en particulier.¹⁵ Il soutient que la capacité des industries des ressources naturelles canadiennes se trouve réduite par le déclin du nombre d'entreprises de ce secteur actives en R.-D.

B. Compétences dans les industries des ressources naturelles

Les statistiques portant sur diverses mesures du niveau de scolarité atteint (années de scolarisation moyennes, pourcentage de la main d'œuvre ayant obtenu un diplôme universitaire, pourcentage de la main d'œuvre ayant réussi des études post-secondaires, et le pourcentage de la main d'œuvre n'ayant pas terminé ses études secondaires) pour les employés des industries des ressources naturelles et de l'industrie en général sont disponibles pour les années 1976 à 2003 inclusivement, à partir des données recueillies par l'Enquête sur la population active. Les graphiques 10 à 12 montrent les années moyennes de scolarité pour les industries des ressources naturelles, et les graphiques 13 à 16, le pourcentage de la main d'œuvre titulaire d'un diplôme universitaire.

Les années de scolarité de la main d'œuvre des industries des ressources naturelles sont inférieures à la moyenne industrielle générale : 12,6 ans contre 13,5 ans en 2003 (graphique 10). Le taux de croissance de la moyenne des années de scolarité du personnel des industries des ressources naturelles au cours de la période 1976-2003 (0,10 pour 100 par an) a été généralement inférieur à celui de la moyenne industrielle (0,47 pour 100 par an). Par conséquent, le niveau de scolarité moyen a décliné dans les industries des ressources naturelles par rapport à la moyenne; il a chuté de 104 pour 100 de la moyenne industrielle générale en 1976 à 94 pour 100 en 2003 (graphique 11).

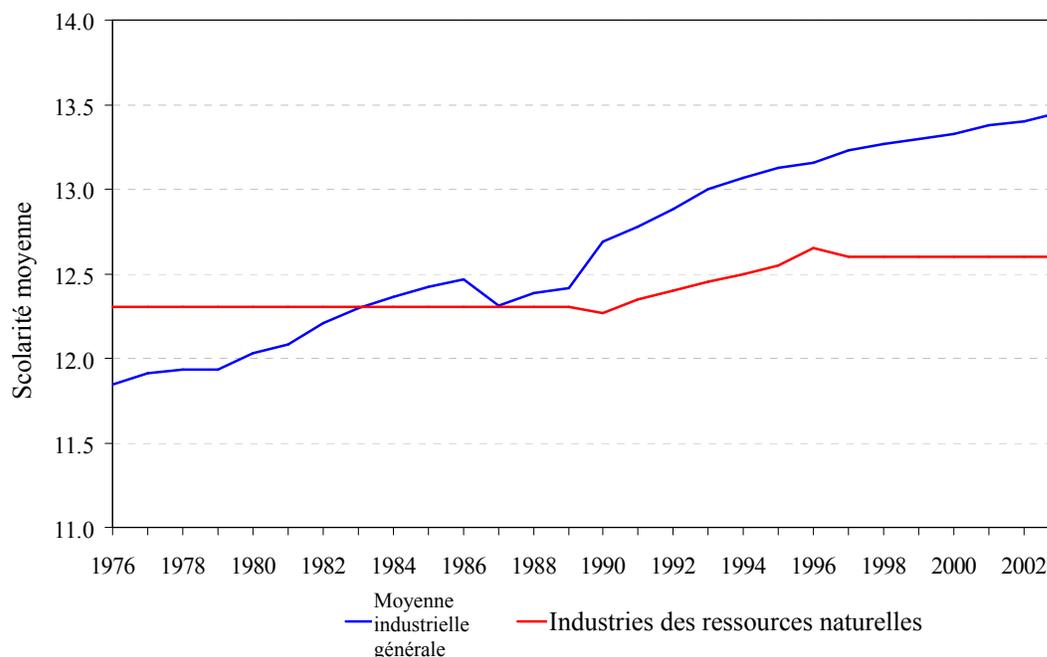
Dans les trois sous-catégories du secteur des ressources naturelles (graphique 12), le personnel du secteur de l'énergie a atteint le niveau de scolarité moyen le plus élevé (13,7 ans en 2003), un niveau légèrement supérieur à la moyenne industrielle générale; le personnel des mines et des produits miniers les ont suivis (12,9 ans), puis le personnel du secteur des produits forestiers (12,5 ans).

Des 14 industries des ressources naturelles, seulement deux ont, en 2003, disposé d'une main d'œuvre plus scolarisée que la moyenne industrielle, soit le secteur de

l'électricité (14,2 ans) et l'exploitation pétrolière et gazière (14,1 ans); la main d'œuvre de deux industries, le raffinage du pétrole et du charbon et les activités de soutien à la foresterie, était aussi scolarisée que la moyenne industrielle générale.

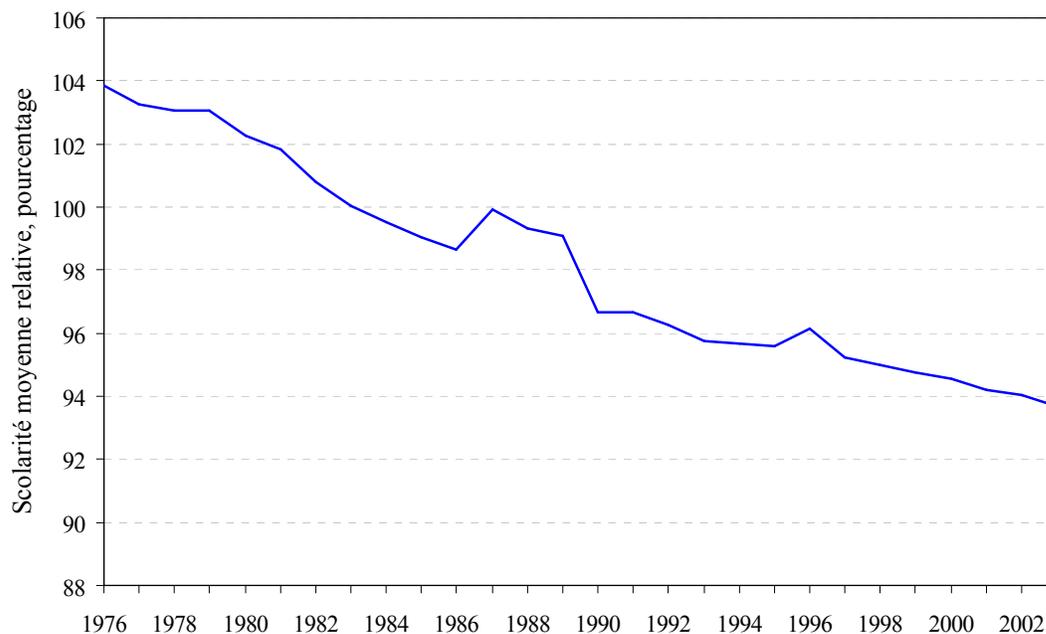
La scolarité la plus basse des industries des ressources naturelles en 2003 a été relevée en exploitation forestière et foresterie (11,9 ans), suivie des produits du bois (12,2 ans) et des produits minéraux non métalliques (12,3 ans). Dans toutes les autres industries, la scolarité moyenne ne s'est pas écartée de plus d'un an de la moyenne industrielle générale. Le taux de croissance de la scolarité le plus bas des industries des ressources naturelles au cours de la période 1976-2003 a été remarqué dans le raffinage du pétrole et du charbon (0,21 pour 100 par an); il faut toutefois ajouter que la scolarité moyenne de cette industrie était relativement élevée.

Graphique 10 : Scolarité moyenne du personnel des industries des ressources naturelles, Canada, 1976-2003



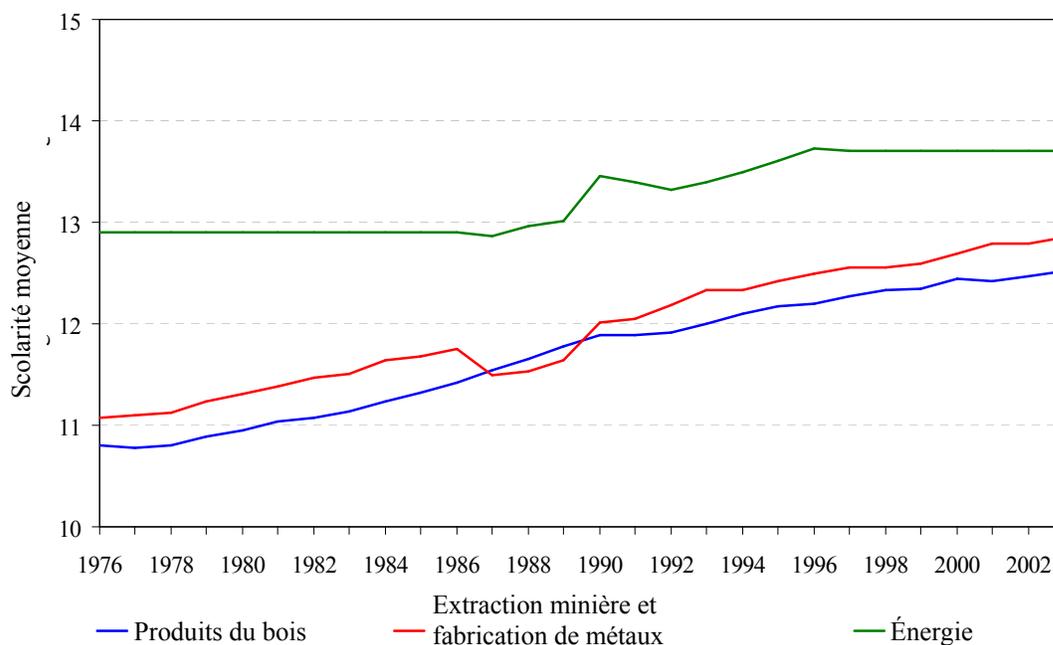
Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

Graphique 11 : Scolarité moyenne relative du personnel des industries des ressources naturelles en pourcentage de l'économie totale, Canada, 1976-2003



Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

Graphique 12 : Scolarité moyenne du personnel des industries des ressources naturelles, Canada, 1976-2003



Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarisation.

Autrefois, il n'était même pas nécessaire d'avoir réussi ses études secondaires pour obtenir un emploi dans les industries des ressources naturelles. En 1976, un tiers des

employés environ de toutes les industries n'avaient pas de diplôme d'études secondaires, mais cette proportion frôlait sinon dépassait 50 pour 100 dans de nombreuses industries des ressources naturelles (64 pour 100 en exploitation forestière et foresterie, 49 pour 100 en extraction de minerais métallifères, 52 pour 100 en produits du bois, ou encore 50 pour 100 en métaux de première fusion et en produits minéraux non métalliques, par exemple). Au cours de la période 1976-2003, la proportion de la main d'œuvre sans diplôme d'études secondaires a chuté tant dans le secteur industriel en général que dans les industries des ressources naturelles; dans la plupart des industries de ce secteur, toutefois, cette proportion reste plus élevée que la moyenne industrielle générale (graphique 13).

Comme les industries des ressources naturelles ont eu une proportion relativement élevée d'employés sans diplôme d'études secondaires, elles ont de même attiré une proportion très basse d'employés titulaires d'un diplôme universitaire. En 2003, 11,8 pour 100 seulement de la main d'œuvre du secteur des ressources naturelles détenait un diplôme universitaire, contre une moyenne industrielle générale de 20,4 pour 100 (graphique 14). Depuis 1976, la croissance de la proportion du personnel titulaire d'un diplôme universitaire n'a atteint, dans le secteur des ressources naturelles, que le quart de la moyenne générale. Cela s'explique par le fait que, pour toutes les industries, la proportion d'employés de niveau universitaire a généralement doublé (de 10,2 à 20,4 pour 100), tandis que, pour les industries des ressources naturelles, elle n'a monté que de 2,6 pour 100 (de 9,2 à 11,8 pour 100). Dans les industries des ressources naturelles, la proportion d'employés titulaires d'un diplôme universitaire atteignait, en 1976, 90 pour 100 de la moyenne industrielle générale, mais cette proportion est tombée à 58 pour 100 en 2003 (graphique 15). L'échec du secteur des ressources naturelles à emboîter le pas aux autres secteurs pour l'embauche d'employés ayant une scolarité de niveau universitaire peut justifier une certaine inquiétude, dans la mesure où les compétences acquises à l'université sont nécessaires pour innover.

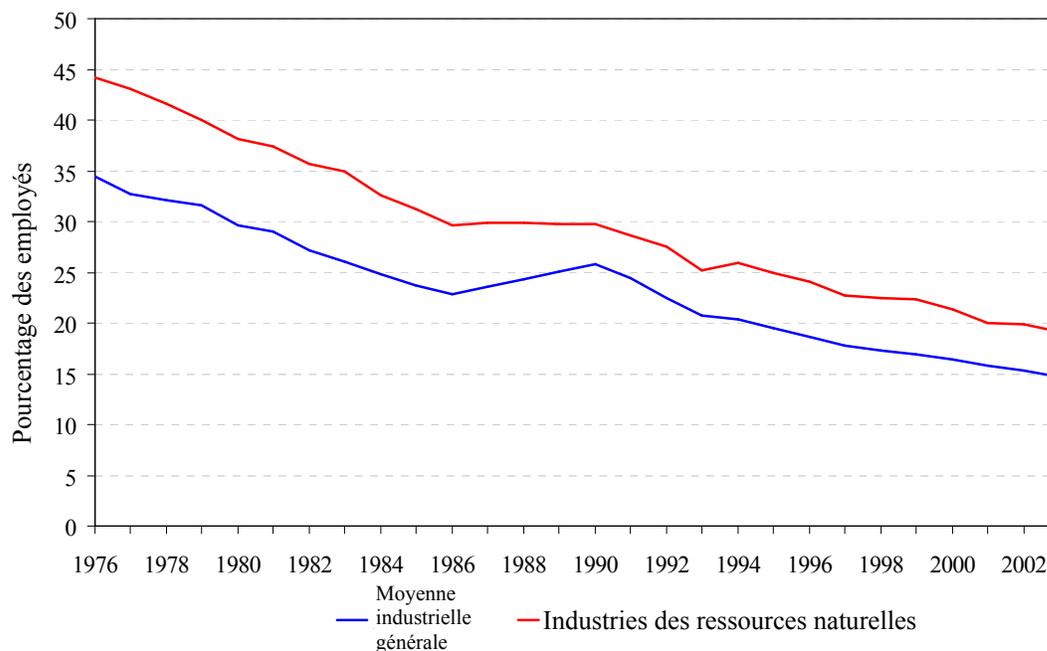
Il existe d'énormes différences au sein du secteur des ressources naturelles sur l'importance du nombre d'employés titulaires d'un diplôme universitaire. Dans le secteur de l'énergie, en 2003, près du quart des employés détenaient un diplôme universitaire (24,5 pour 100), contre un douzième (8,1 pour 100) pour les produits forestiers et un onzième (9,0 pour 100) pour les mines et produits miniers (graphique 16).

Parmi les 14 industries du secteur des ressources naturelles, trois seulement ont une proportion d'employés titulaires d'un diplôme universitaire comparable à celui du secteur industriel en général : l'extraction pétrolière et gazière (27,1 pour 100), l'électricité (24,4 pour 100) et la distribution du gaz (21,7 pour 100). Dans six des industries, moins d'un dixième des employés ont obtenu un diplôme universitaire : les produits du bois (5,0 pour 100), l'exploitation forestière et la foresterie (5,3 pour 100), les produits minéraux non métalliques (7,2 pour 100), les activités de soutien à l'extraction pétrolière et gazière (8,6 pour 100), les métaux de première fusion (9,1 pour 100) et les produits métalliques usinés (9,1 pour 100).

Si l'on tient compte des autres niveaux d'études post-secondaires, comme les diplômes et certificats des collèges communautaires et cégeps ainsi que des certificats d'apprentissage, l'écart entre le niveau de scolarité dans les industries des ressources

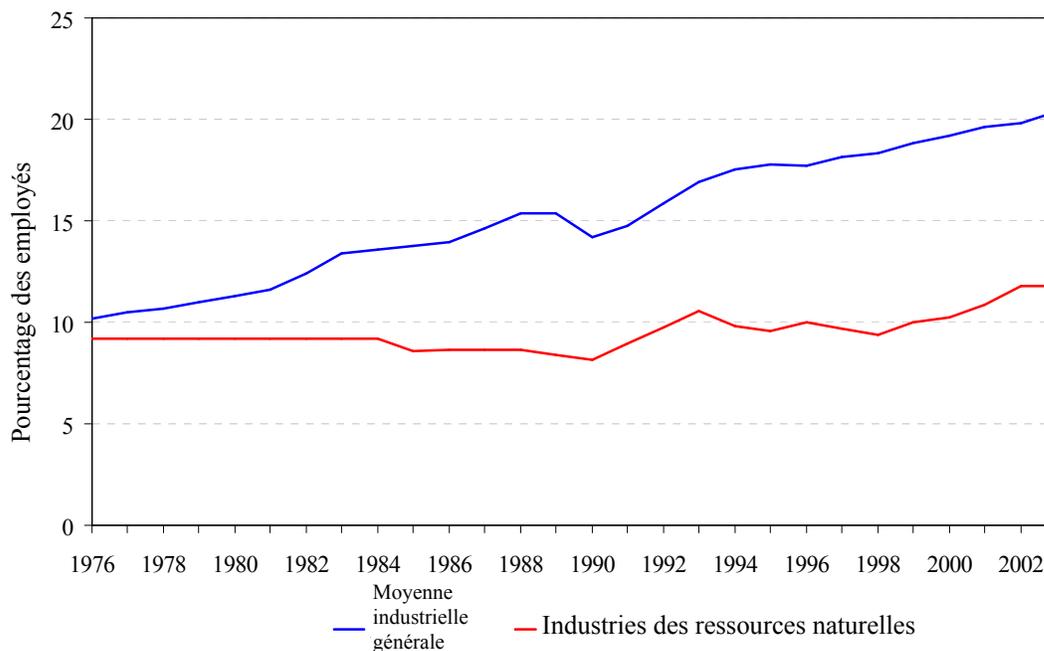
naturelles et celui de l'industrie en général est moins important, car de nombreux employés du secteur des ressources naturelles disposent de ces compétences. En 2003, 51,0 pour 100 de la main d'œuvre du secteur des ressources naturelles avait obtenu un diplôme ou certificat d'études post-secondaires, contre une moyenne industrielle générale de 54,5 pour 100 (graphique 17). Contrairement aux diplômés universitaires, la proportion d'employés du secteur des ressources naturelles ayant réussi des études post-secondaires n'a pas baissé en comparaison avec la moyenne industrielle générale (graphique 18).

Graphique 13 : Pourcentage du personnel des industries des ressources naturelles n'ayant pas terminé les études secondaires, Canada, 1976-2003



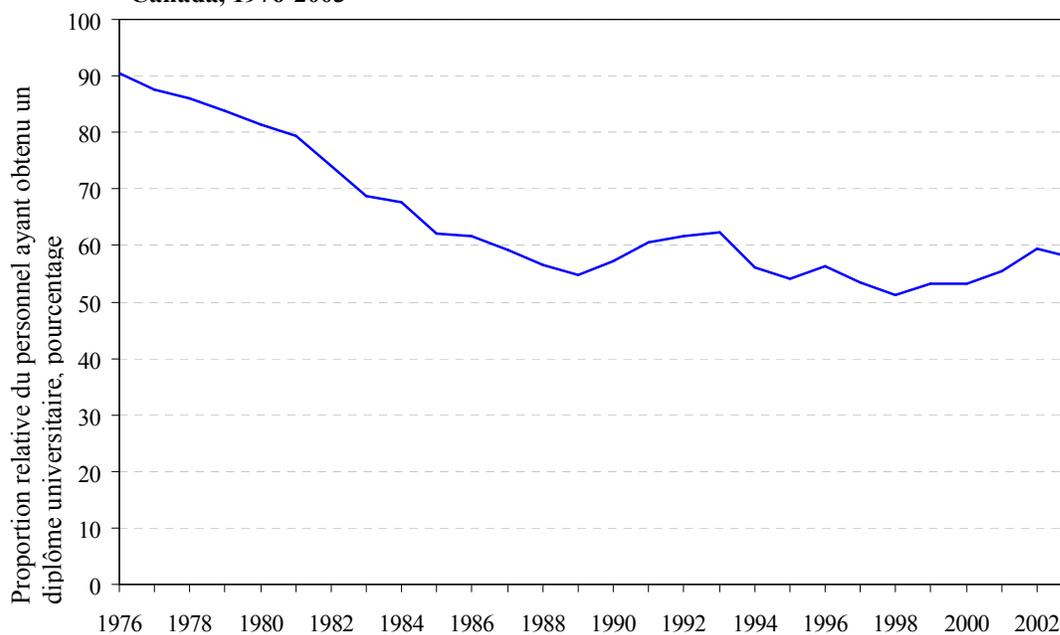
Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

Graphique 14 : Pourcentage du personnel des industries des ressources naturelles ayant obtenu un diplôme universitaire, Canada, 1976-2003



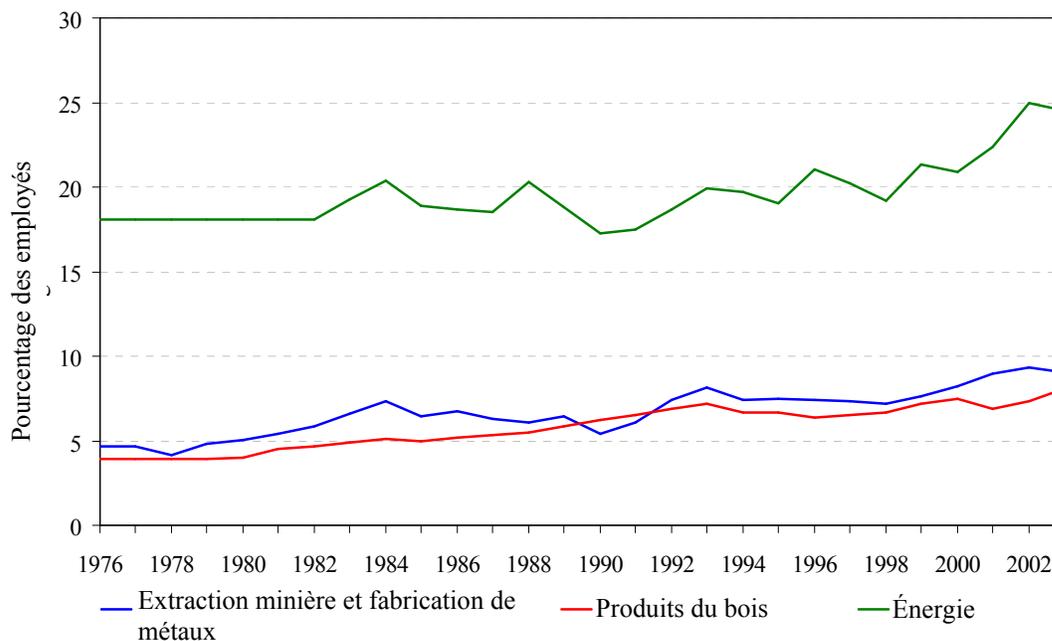
Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

Graphique 15 : Proportion du personnel des industries des ressources naturelles ayant obtenu un diplôme universitaire en pourcentage de l'économie totale, Canada, 1976-2003



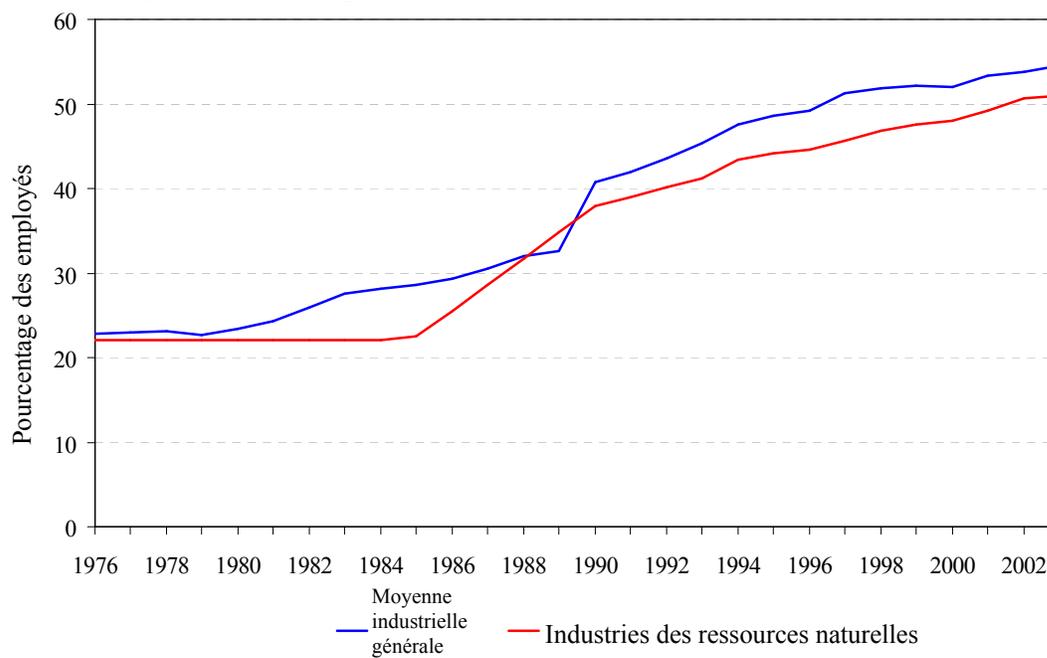
Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

Graphique 16 : Pourcentage du personnel des industries des ressources naturelles ayant obtenu un diplôme universitaire, Canada, 1976-2003



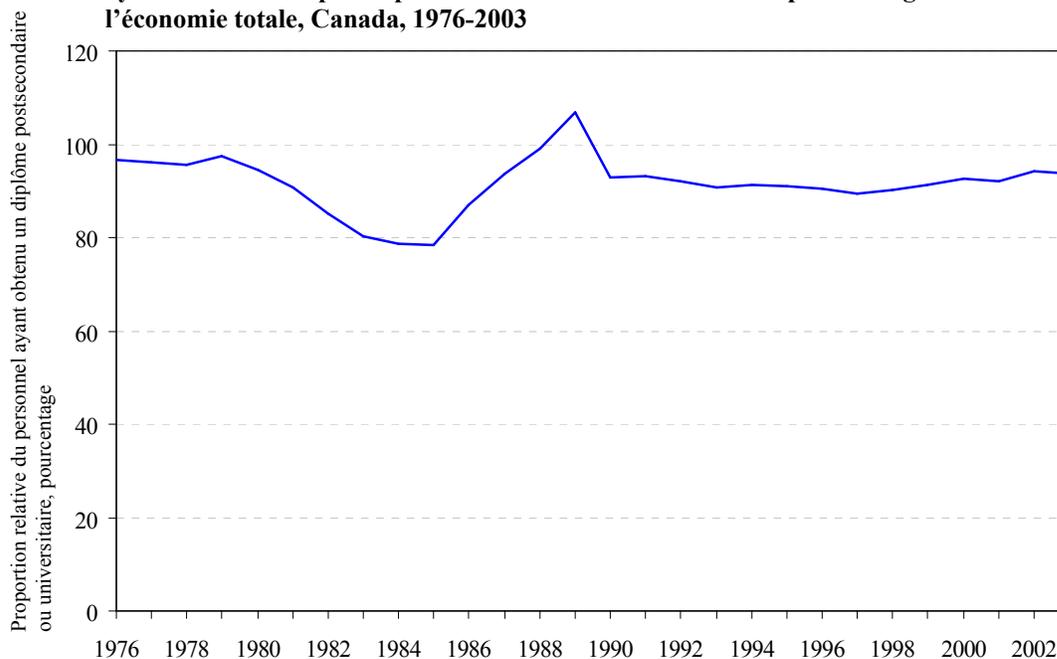
Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

Graphique 17 : Pourcentage du personnel des industries des ressources naturelles ayant obtenu un diplôme postsecondaire ou universitaire, Canada, 1976-2003



Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

Graphique 18 : Proportion du personnel des industries des ressources naturelles ayant obtenu un diplôme postsecondaire ou universitaire en pourcentage de l'économie totale, Canada, 1976-2003



Sources : Statistique Canada, Enquête sur la population active. Voir l'annexe sur le niveau de scolarité.

C. Les machines et le matériel dans les industries des ressources naturelles

Les nouvelles technologies sont souvent intégrées aux machines et au matériel (MM), et appliquées aux processus de production par l'intermédiaire d'investissements en MM. Il en découle que le rapport entre l'investissement en MM d'une industrie et sa valeur ajoutée, la proportion relative des MM dans la capitalisation, et le rapport entre la capitalisation en MM et les salaires peuvent constituer des indicateurs d'innovation utiles. Plus grande est la valeur de l'indicateur, plus grande est l'importance des MM, et donc la possibilité d'intégration de nouvelles technologies aux processus de production.¹⁶

1) Investissements en MM

Les statistiques sur l'investissement nominal en MM par rapport à la valeur ajoutée nominale (ou le taux d'investissement en MM) sont disponibles pour 12 industries des ressources naturelles, trois catégories d'industries des ressources naturelles, le secteur des ressources naturelles et le secteur industriel en général, de 1961 à 2004 inclusivement.¹⁷ En 2004, l'investissement en MM a constitué 7,6 pour 100 du PIB canadien. La moyenne des catégories d'industries des ressources naturelles a été un peu plus élevée, soit 9,3 pour 100 (graphique 19). Le taux d'investissement est cyclique; toutefois, on remarque depuis 1961 une tendance du taux d'investissement à la baisse dans le secteur des ressources naturelles et une tendance à la hausse pour le secteur industriel en général. Le taux d'investissement en MM a ainsi chuté dans les industries des ressources naturelles par rapport à l'industrie en général, de 141 pour 100 en 1961

(et plus de 200 pour 100 au début des années 1970, 1980 et 1990) à 122 pour 100 en 2004 (graphique 20).

Les catégories des mines et des produits miniers et de l'énergie ont connu un taux d'investissement en MM supérieur à la moyenne, c'est-à-dire respectivement de 9,3 et 9,9 pour 100, tandis que ce taux était en moyenne de 7,7 pour 100 pour la catégorie des produits forestiers (graphique 21). Le taux d'investissement de sept industries des ressources naturelles était supérieur à la moyenne industrielle générale : les produits du pétrole et du charbon (45,0 pour 100), les métaux de première fusion (18,6 pour 100), les papiers (12,2 pour 100), l'électricité (11,4 pour 100), les mines hormis l'extraction pétrolière et gazière (9,4 pour 100), les activités de soutien à l'exploitation minière et l'extraction pétrolière et gazière (9,1 pour 100), et les produits minéraux non métalliques (7,8 pour 100).

Les technologies de l'information et des communications (TIC) sont l'un des éléments de l'investissement en MM qui a alimenté, dans certaines industries, la hausse de la productivité. Malheureusement, Statistique Canada ne publie des données sur l'investissement en TIC que par subdivision de deux chiffres du SCIAN; pour les industries des ressources naturelles qui font l'objet du présent rapport, cela signifie que seules les données sur les mines et l'extraction pétrolière et gazière sont disponibles (la foresterie fait partie de la catégorie agriculture, foresterie, chasse et pêche, et il n'y a aucune subdivision du secteur manufacturier). L'investissement en TIC y a été minime. En 2004, il n'a constitué que 0,5 pour 100 de tous les investissements (MM et bâtiments); comparons cela à 18,1 pour 100 pour l'économie canadienne en général (sans oublier 47 pour 100 chez les grossistes et 70 pour 100 dans les industries culturelles et d'information). Ce taux très bas d'investissement en TIC peut refléter la portée limitée d'application des TIC dans ce secteur ou le taux d'investissement est relativement élevé, particulièrement si l'on tient compte des bâtiments. Cela n'indique pas obligatoirement un manque d'innovation dans les industries des ressources naturelles. En outre, il importe de mentionner que certains des équipements propres au secteur des ressources naturelles qui intègrent les TIC, comme les systèmes d'exploitation minière assistée par ordinateur, peuvent ne pas être compris dans les statistiques d'investissement en TIC, ce qui entraînerait une sous-estimation de l'utilisation des TIC par les industries des ressources naturelles en comparaison avec les autres industries.

En 2004, l'investissement en TIC par employé dans les secteurs des mines et de l'extraction pétrolière et gazière a été de 1 145 \$ (en dollars de 1997), c'est-à-dire un tiers environ de la moyenne industrielle générale de 3 196 \$. Ici encore, cela n'implique pas obligatoirement un manque d'innovation dans les industries des ressources naturelles, car le champ d'application des TIC peut être plus restreint dans ce secteur que dans les autres industries.

2) Capital en MM

Les statistiques sur la proportion de capital immobilisé en MM par rapport à l'immobilisation totale (MM et bâtiments) sont disponibles pour 13 industries des ressources naturelles, trois sous-catégories, toutes les industries des ressources naturelles

et toutes les industries canadiennes entre 1987 et 2004. En 2004, le capital en MM des industries des ressources naturelles représentait 18,7 pour 100 du stock en capital, contre une moyenne industrielle générale de 21,1 pour 100. Cette proportion inférieure à la moyenne correspond bien à l'importante capitalisation en structures et bâtiments de l'exploitation pétrolière et gazière (93,8 pour 100 du stock total en capital) et des mines (89,2 pour 100).

Les industries des ressources naturelles manufacturières, en revanche, ont une bien plus grande proportion de capitalisation en MM que la moyenne des industries. L'industrie des ressources naturelles dont la proportion a été la plus élevée en 2004 est l'industrie des produits du papier (64,4 pour 100), suivie de celle des produits du bois (56,9 pour 100), des produits minéraux non métalliques (54,8 pour 100), des métaux de première fusion (51,3 pour 100) et des métaux usinés (45,5 pour 100). Ces industries peuvent donc potentiellement adopter bien plus facilement les nouvelles technologies par leurs investissements en MM; sur ce plan, elle ne diffèrent pas beaucoup des industries manufacturières d'autres secteurs que les ressources naturelles.

L'élément TIC du stock en capital pour le secteur des mines et de l'extraction pétrolière et gazière, le seul pour lequel des statistiques existent, correspondait en 2004 à un minuscule 0,1 pour 100 de tout le stock en capital, ce qui est considérablement plus bas que la moyenne industrielle de 4,4 pour 100.

3) Intensité en capital de MM

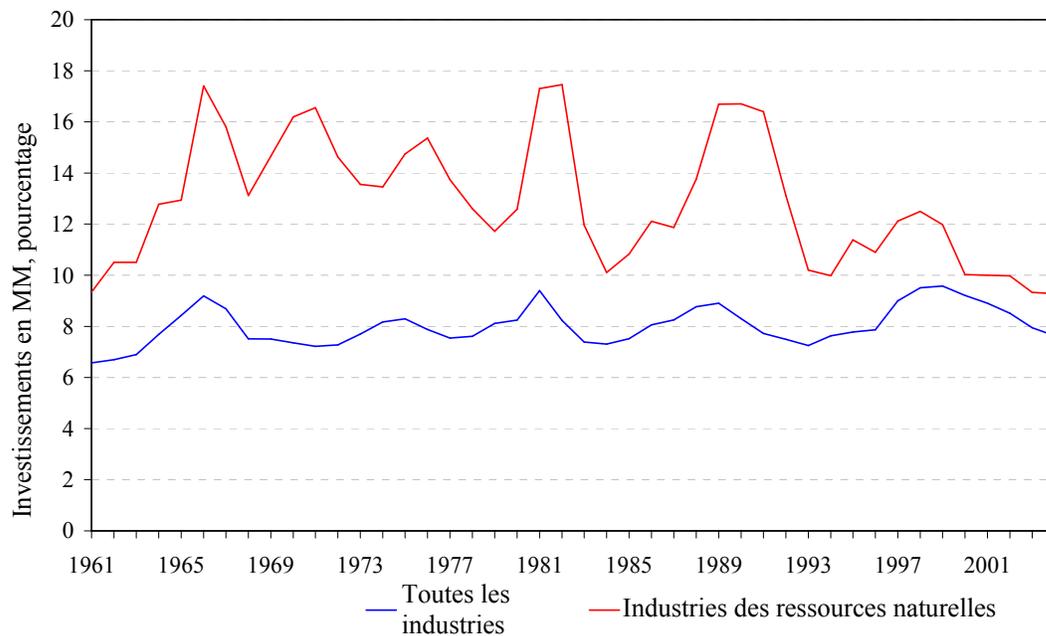
Les statistiques sur l'intensité du capital en MM, définie ici comme le rapport entre l'immobilisation en MM par employé, sont disponibles pour 13 industries des ressources naturelles; trois sous-catégories, toutes les industries des ressources naturelles et toutes les industries canadiennes entre 1987 et 2004. L'intensité moyenne des industries des ressources naturelles en 2004 était de 131 959 \$ (en dollars chaînés de 1997) par employé, c'est-à-dire quatre fois la moyenne industrielle générale.¹⁸ L'intensité de capital en MM varie considérablement entre les sous-catégories du secteur des ressources naturelles : de 13 fois la moyenne industrielle pour l'énergie au triple pour les produits du bois et au double pour les mines et produits miniers.

Les différences dans l'intensité de capital en MM sont encore plus marquées lorsqu'on compare les 13 industries du secteur des ressources naturelles; elle va de 19,6 fois la moyenne industrielle générale dans le transport par pipeline à la moitié de la moyenne dans les secteurs de l'exploitation forestière et foresterie et de la fabrication des métaux usinés. L'intensité du capital en MM est également supérieure à la moyenne dans les secteurs de l'électricité (16,4 fois), des produits du pétrole et du charbon (11,9), de l'extraction pétrolière et gazière (7,8), des produits du papier (7,0), des métaux de première fusion (5,5) et des mines (3,1).

En 2004, le stock de capital net en TIC par employé dans les secteurs des mines et de l'extraction pétrolière et gazière a été de 2 042 \$ (en dollars chaînés de 1997), c'est-à-dire un quart environ de la moyenne industrielle générale de 8 235 \$. Ici encore, cela n'implique pas obligatoirement un manque d'innovation dans les industries des ressources

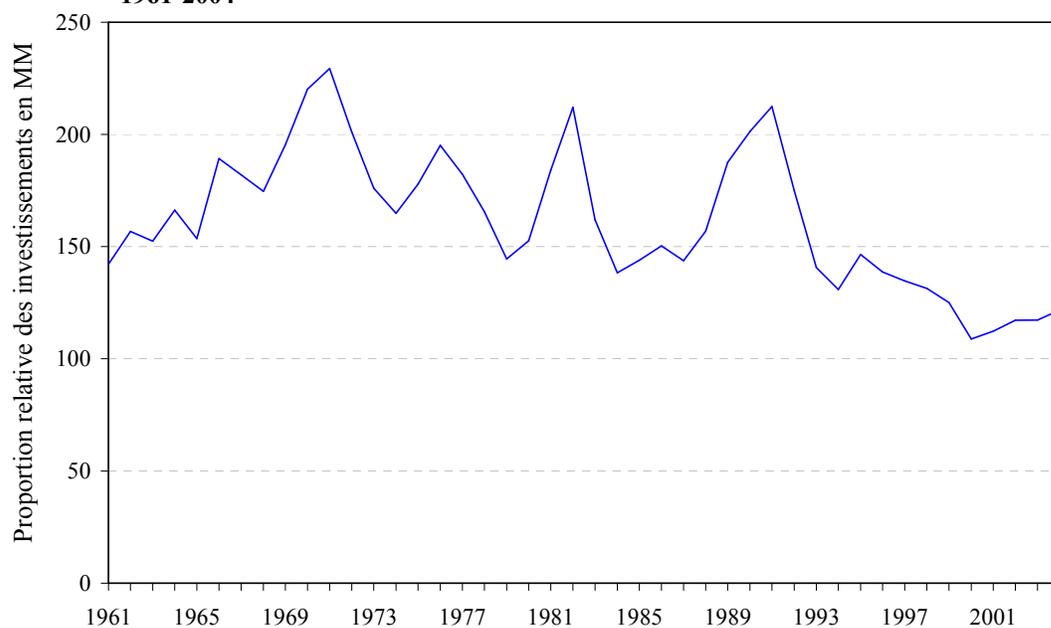
naturelles, car le champ d'application des TIC peut être plus restreint dans ce secteur que dans les autres industries.

Graphique 19 : Investissements en machines et en matériel des industries des ressources naturelles canadiennes en pourcentage de la valeur ajoutée, 1961-2004



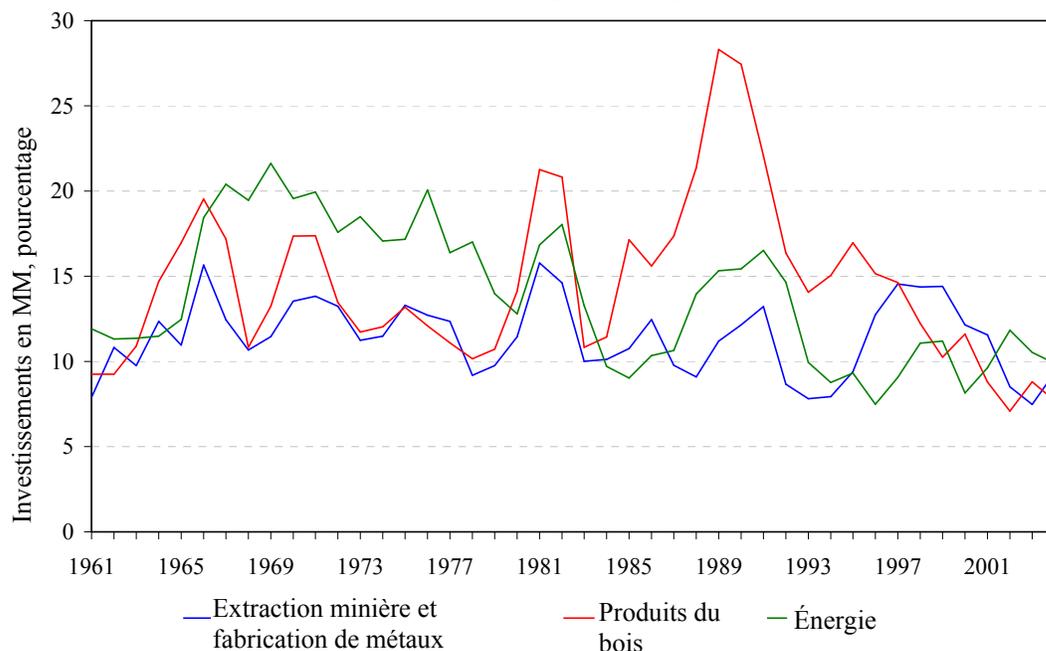
Sources : Statistique Canada, tableaux CANSIM II 031-0002 (investissement en MM) et 379-0023 (PIB courant), 12 mars 2005.

Graphique 20 : Investissements relatifs en machines et en matériel des industries des ressources naturelles canadiennes, en pourcentage de l'économie canadienne, 1961-2004



Sources : Statistique Canada, tableaux CANSIM II 031-0002 (investissement en MM) et 379-0023 (PIB courant), 12 mars 2005.

Graphique 21 : Investissements en machines et en matériel des industries des ressources naturelles canadiennes en pourcentage de la valeur ajoutée, 1961-2004



Sources : Statistique Canada, tableaux CANSIM II 031-0002 (investissement en MM) et 379-0023 (PIB courant), 12 mars 2005.

D. Productivité

1) Productivité du travail

La productivité du travail, c'est-à-dire la production par heure de travail, constitue plus une conséquence du processus d'innovation qu'un indicateur de capacité d'innovation. Les industries dont la productivité du travail est élevée ont par définition une grande capacité de création de revenus et de richesse, et cette capacité est probablement liée directement à leur capacité à innover. De même, les industries dont la croissance de la productivité du travail est élevée ont également une grande capacité à créer de plus en plus de revenus et de richesse, et cette capacité est ici encore probablement liée directement à leur cadence d'innovation.

Le Centre d'étude des niveaux de vie (2003) a compilé des données sur la productivité relative et absolue du travail (production à l'heure) pour les industries canadiennes des ressources naturelles en 2000 ainsi que les taux de croissance de la productivité pour les périodes 1961 à 1989, 1989 à 2000 et 1961 à 2000. En outre, la base de données STAN de l'OCDE comprend les taux de croissance moyens de la productivité du travail pour 7 industries des ressources naturelles de 20 pays de l'OCDE. Le graphique 22 présente les données officielles de Statistique Canada sur la production par heure des industries des ressources naturelles pour la période de 1997 à 2001. Deux observations méritent qu'on s'y attarde :

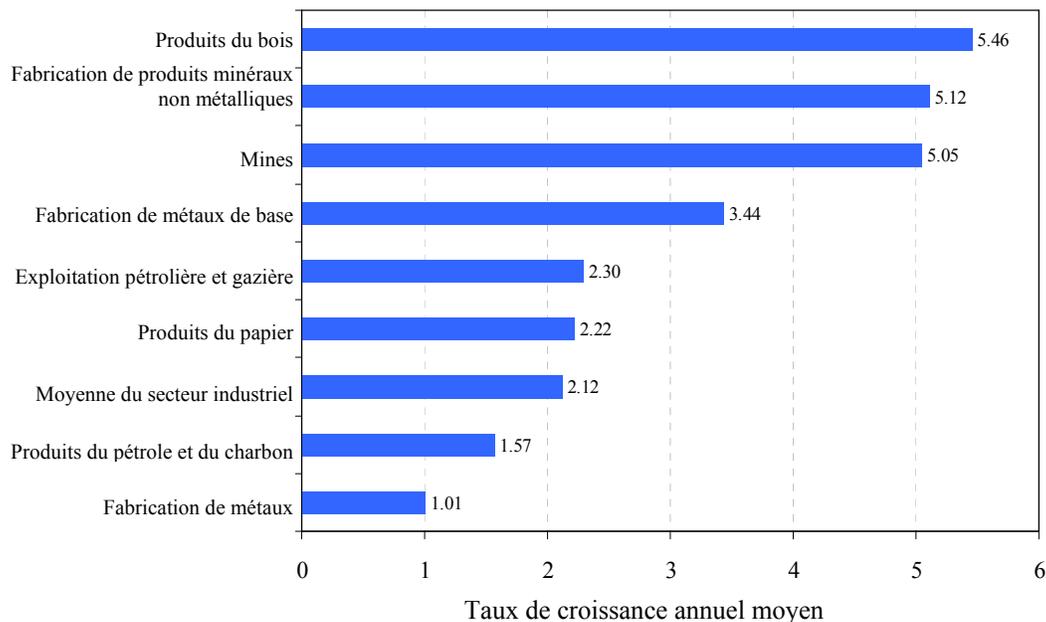
- la productivité du travail et son taux de croissance dans les industrie des ressources naturelles sont bien au-dessus de la moyenne des industries canadiennes;
- la croissance de la productivité du travail pour les industries des ressources naturelles canadiennes est pourtant moyenne en comparaison avec les autres pays de l'OCDE.

Selon le rapport préparé par le Centre d'étude des niveaux de vie en 2003 pour Ressources naturelles Canada, la productivité du travail de 15 des 17 industries canadiennes des ressources naturelles pour lesquelles les données sont disponibles a été, en 2000, plus élevée que la moyenne industrielle générale, et a été, pour nombre d'entre elles, beaucoup plus élevée. La productivité du travail du secteur des ressources naturelles a été le double environ de la moyenne industrielle. Le secteur des ressources naturelles a connu une croissance de la productivité du travail supérieure de 0,8 pour 100 en moyenne au taux de croissance général de l'industrie, et ce, au cours des trois périodes pour lesquelles les données sont présentées. Entre 1961 et 2003, 13 des 17 industries des ressources naturelles ont connu une croissance de la productivité du travail supérieure à la moyenne industrielle générale.

Selon les données officielles de Statistique Canada sur la productivité, la croissance de la production par heure au cours de la période 1997 à 2003 a dépassé la moyenne du secteur commercial dans 6 des 8 industries des ressources naturelles pour lesquelles les données sont disponibles (graphique 22), et a monté à une cadence de plus du double de la moyenne dans trois industries du secteur des ressources naturelles (les mines, les produits du bois et les produits miniers non métalliques).

Les données de l'OCDE donnent à penser que la croissance de la productivité du Canada est assez bonne dans les produits du bois (3^e de 11 pays) et dans les produits minéraux non métalliques (2^e de 14), mais est très faible dans les mines et les carrières (17^e de 19); l'absence d'indices de parité du pouvoir d'achat au niveau industriel rend toutefois impossible une comparaison des niveaux de productivité. La croissance de la productivité des quatre autres industries canadiennes a été moyenne. La croissance générale de la productivité du travail dans les industries des ressources naturelles canadiennes en comparaison avec celles des autres pays peut donc être considérée comme étant respectable, mais certes pas impressionnante.

Graphique 22 : Taux de croissance annuel moyen de la productivité du travail des industries canadiennes des ressources naturelles, 1997-2003



Sources : Statistique Canada, tableau CANSIM II 383-0013, 9 avril 2005.

Une comparaison entre la productivité du travail des industries des ressources naturelles canadienne et américaine permet d'obtenir une autre perspective sur les performances du Canada en matière de croissance de la productivité du travail. Une étude publiée récemment par Industrie Canada (Rao, Tang, et Wang, 2004), fondée sur les parités de pouvoir d'achat au niveau industriel, a révélé que, malgré une production par heure équivalant à 81 pour 100 de son homologue américain (ce qui équivaut à un écart de productivité du travail de 19 pour 100, l'écart réel de performance du secteur canadien des ressources naturelles est bien plus petit, sinon inexistant. Dans le secteur minier, par exemple, cet écart n'est que de 2 pour 100, et dans quatre industries, la productivité canadienne du travail dépasse celle des États-Unis : il s'agit du bois (131 pour 100 de la productivité américaine), du papier (123 pour 100), des métaux de première fusion (150 pour 100) et des produits minéraux non métalliques (138 pour 100). Nous nous devons de mentionner que, pour deux industries des ressources naturelles, l'écart en productivité du travail entre le Canada et les États-Unis dépasse largement la moyenne industrielle : les produits du pétrole et du charbon (la productivité du travail équivaut à 61 pour 100 de celle des États-Unis) et les produits métalliques usinés (52 pour 100).

2) Productivité multifactorielle

La productivité multifactorielle permet de mesurer les changements de production qui ne découlent pas d'une augmentation de la productivité du travail ou du stock de capital. On l'appelle souvent la productivité « résiduelle »; elle est influencée par de nombreux facteurs, notamment les économies d'échelle, l'utilisation de la capacité de

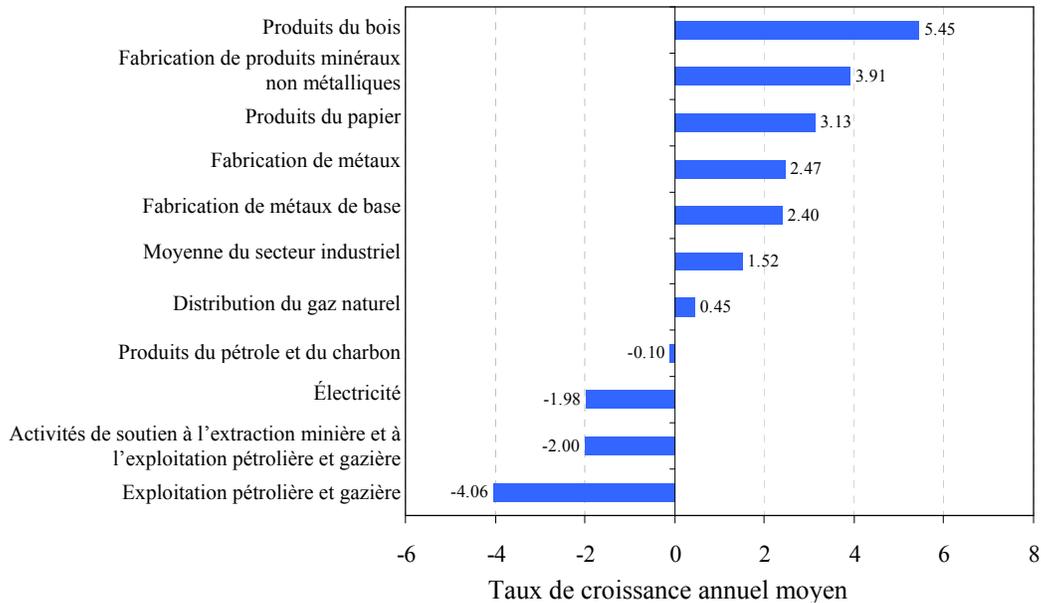
production, la qualité du travail, les erreurs de mesure, l'épuisement des ressources naturelles et les changements aux technologies sous-jacentes. De fait, la productivité multifactorielle est parfois considérée comme une approximation de la mesure de la vitesse du changement technologique d'un secteur; mais cette idée fait l'objet de critiques (Lipsev et Carlaw, 2000 et Sargent et Rodriquez, 2000).

Fondées sur les évaluations officielles de Statistiques Canada, les données sur la productivité multifactorielle des industries des ressources naturelles sont disponibles pour la période de 1981 à 2003. Les performances du secteur des ressources naturelles en productivité multifactorielle sont généralement moins impressionnantes qu'en productivité du travail. Cela provient du fait que la croissance de la productivité du travail dans les industries des ressources naturelles découle essentiellement d'une intensification du capital, c'est-à-dire de l'augmentation du rapport capital-travail.

Dans les dix industries des ressources naturelles pour lesquelles les données existent pour la période 1997 à 2003 (graphique 23), la productivité multifactorielle de cinq de ces industries, soit les produits du bois, les produits minéraux non métalliques, les produits de papier, les métaux de première fusion et les produits métalliques usinés, a dépassé le taux de croissance annuel moyen du secteur industriel (1,2 pour 100). De même, la croissance de la productivité multifactorielle de cinq industries a été inférieure à la moyenne du secteur industriel : l'extraction pétrolière et gazière, l'électricité, les produits du pétrole et du charbon, et la distribution de gaz naturel. Il est intéressant de constater que la plupart des industries dont la croissance de la productivité multifactorielle est inférieure à la moyenne appartiennent au secteur primaire; il se peut donc que cette performance décevante soit liée à l'épuisement des ressources naturelles. En revanche, toutes les industries des ressources naturelles dont la croissance de la productivité multifactorielle ont dépassé la moyenne appartiennent au secteur manufacturier.

En se basant sur ces résultats et en acceptant l'idée que la croissance de la productivité multifactorielle est liée à la cadence du changement technologique, on ne peut pas montrer que le rythme des activités novatrices, qui règle la cadence du progrès technologique, est plus lent dans les industries des ressources naturelles que dans l'économie en général.

Graphique 23 : Taux de croissance annuel moyen de la productivité multifactorielle des industries canadiennes des ressources naturelles, 1997-2003



Sources : Statistique Canada, tableaux CANSIM II 383-0013 (SCIAN 1997-2003), 383-0001 (CTI 1981-1997), 9 avril 2005.
Remarque : Pour la fabrication de métaux, les statistiques données sont pour la période 1997-2002.

E. Investissement étranger direct (IED)

Le rôle des sociétés transnationales dans le transfert de technologies d'un pays à l'autre est très important, que ce soit par des investissements visant à fonder de nouvelles entreprises, par la mise en œuvre de pratiques de gestion plus efficaces ou par le transfert de technologies exemplaires provenant de leur pays d'origine (Blomstrom, 1991). Par conséquent, un niveau élevé d'investissement étranger direct (IED) dans une industrie peut être lié à la capacité d'innover de cette industrie. Selon les définitions les plus récentes du SCIAN, l'IED dans les industries des ressources naturelles a atteint 96,7 milliards de dollars, ce qui correspond à 27,0 pour 100 de l'IED total du secteur industriel; cette proportion est sensiblement plus élevée que le pourcentage du secteur des ressources naturelles en production, en emploi et en stock de capital.

Dans le secteur des ressources naturelles en soi, l'IED le plus important a été fait en 2003 dans les mines, le pétrole et le gaz naturel et les services publics (48,3 milliards de dollars), puis dans les produits du pétrole et du charbon et les produits chimiques (\$35,1 milliards de dollars) et dans les produits du bois et les pâtes et papiers (\$13,3 milliards de dollars).¹⁹ Dans la période 1999-2003, le stock en dollars courants en IED dans les mines, le pétrole et le gaz naturel et les services publics a plus que doublé, alors qu'il a légèrement fléchi dans les produits du bois et les pâtes et papiers, et a augmenté à une cadence comparable à celle de l'industrie en général dans les produits du pétrole et du charbon et les produits chimiques.

Des statistiques sur l'IED au Canada (établies selon diverses définitions — IED net cumulatif, entrées nettes à long terme, entrées nettes à court terme, bénéfice réinvesti, entrées brutes de capitaux à long terme et entrées brutes de capitaux à court terme) sont disponibles pour le secteur des pâtes et papiers et de l'exploitation des minerais métallifères pour la période 1983-2004; ce sont là les seules statistiques existantes. L'étude des entrées nettes de capitaux (l'indice le plus pertinent de ces six mesures de l'IED) révèle que les industries de l'énergie et des minerais métallifères ont réussi à attirer au Canada des IED considérables depuis la fin des années 1990; les entrées nettes de capitaux ont dépassé 52 milliards de dollars de 2000 à 2002. Les industries du bois et du papier ont également connu des entrées nettes de capitaux entre 1994 et 2003, mais ce sont des sommes beaucoup moins importantes que pour les industries de l'énergie et des minerais métallifères. Ces entrées nettes d'IED contribuent sans doute à confirmer que les industries des ressources naturelles canadiennes utilisent des technologies de pointe et de calibre international.

F. Balance des paiements technologique

La balance des paiements technologique peut être considérée comme un indicateur d'innovation; ces statistiques sont produites par l'OCDE, et nous les présentons ici même si elles doivent être interprétées avec soin. Des statistiques sur cinq types de paiements pour deux catégories d'industries des ressources naturelles (produit du bois et du papier et énergie et minerais métallifères) et pour le secteur industriel en général sont disponibles pour la période de 1990 à 2001.

Les entrées et sorties de fonds en R.-D. sont probablement les indices les plus pertinents sur les tendances en innovation. Une augmentation des entrées de fonds en R.-D. signifie que des étrangers sont de plus en plus enclins à acheter des services de R.-D. au Canada, ce qui indique une expertise technologique croissante. Une augmentation des sorties de fonds en R.-D. (paiements faits par des entreprises canadiennes à des entreprises étrangères) peut signifier que le Canada importe plus de R.-D., ce qui favorise l'innovation interne; toutefois, cela peut aussi indiquer que les fournisseurs canadiens de services en R.-D. sont moins concurrentiels que leurs homologues étrangers.

Dans les industries du bois et du papier, les entrées de fonds en R.-D. sont passées de zéro en 1990 à 15 millions de dollars en 2001, alors que les sorties de fonds ont chuté de 10 millions de dollars à zéro au cours de la même période; ce renversement de 25 millions dans la balance des paiements en R.-D. a fait passer ce secteur d'un déficit de 10 millions de dollars à un surplus de 15 millions. Cela semble être une évolution positive pour la capacité d'innover de l'industrie du bois et du papier, car il se peut que ce surplus indique une demande plus grande à l'étranger pour les services de R.-D. de ce secteur et une plus grande indépendance par rapport à la R.-D. effectuée à l'étranger.

Dans les secteurs de l'énergie et des minéraux métallifères, les entrées de fonds en R.-D. ont sensiblement fléchi : elles sont passées de 73 millions de dollars en 1990, à 49 millions de dollars en 2001. Les sorties de fonds ont évolué de façon semblable, tombant de 119 millions de dollars à 75 millions de dollars au cours de la même période. Le déficit dans la balance des paiements en R.-D. de 46 millions de dollars en 1990 a chuté à

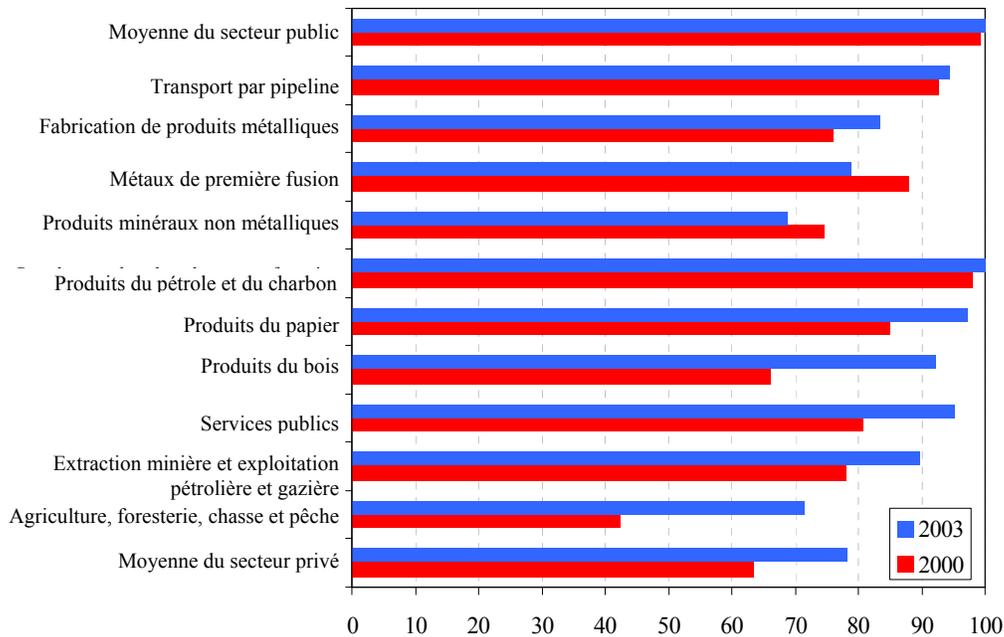
25 millions de dollars en 2001. Il est difficile d'interpréter la signification de ces statistiques pour la capacité d'innover de l'industrie; toutefois, ils se peut fort bien qu'ils indiquent une tendance moins positive que pour le secteur du bois et du papier.

G. Utilisation d'Internet dans les industries des ressources naturelles

Le graphique 24 illustre le pourcentage des entreprises du secteur des ressources naturelles qui utilisent Internet ainsi que la moyenne pour les secteurs public et privé entre 2000 et 2003, selon l'Enquête sur le commerce électronique et la technologie de Statistique Canada.

En 2003, 97,1 pour 100 des entreprises de fabrication de papier, 92,3 pour 100 des entreprises de fabrication des produits du bois et 89,7 pour 100 des entreprises du secteur des mines et de l'extraction pétrolière et gazière utilisaient Internet. Les entreprises de ces trois secteurs ont donc utilisé Internet sensiblement plus que le secteur privé en moyenne (78,2 pour 100), mais moins que le secteur public (note parfaite de 100 pour 100). Cela laisse à penser que les industries des ressources naturelles ont fait preuve d'innovation dans leur utilisation d'Internet. Dans l'agriculture, la foresterie, la chasse et la pêche, la moyenne d'utilisation d'Internet était de 71,1 pour 100; cela découle probablement d'une utilisation moindre dans l'agriculture et la pêche, qui sont les deux industries les plus importantes de ce secteur.

Graphique 24 : Utilisation d'Internet par les industries des ressources naturelles canadiennes, en pourcentages des entreprises



Sources : Tableau CANSIM 358-0007, 23 février 2005.

Pourcentage des entreprises

H. Fréquence de l'innovation

Le « Manuel d'Oslo », publié par l'OCDE/Eurostat en 1997, donne un cadre d'évaluation qui permet de définir puis de mesurer l'innovation au niveau des entreprises. Ce manuel a servi à l'élaboration d'enquêtes sur l'innovation, notamment celles effectuées au Canada (Gault, 2003), et il est indispensable pour bien comprendre en quoi consistent les innovations touchant les produits et processus technologiques.

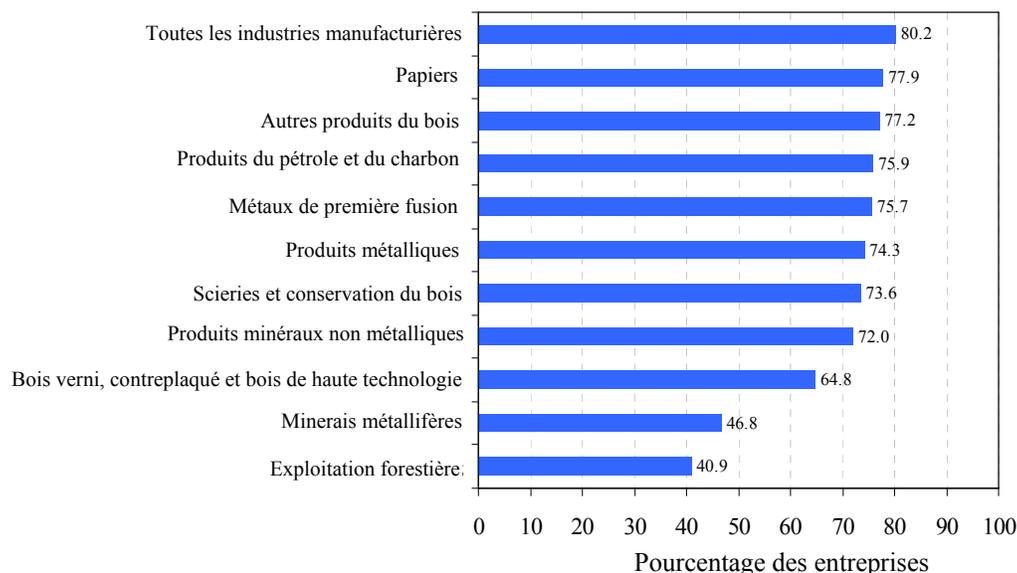
L'indicateur d'innovation le plus important qui ressort des enquêtes sur l'innovation est la proportion d'entreprises qui innove dans un pays ou une région. Cet indice comporte trois catégories de nouveauté de l'innovation : innovation mondiale, innovation pour l'entreprise, et une catégorie intermédiaire, entre l'innovation mondiale et l'innovation pour l'entreprise. Les enquêtes sur l'innovation font également ressortir d'autres indicateurs d'innovation qui permettent d'évaluer l'innovation des industries, notamment la tendance à l'innovation active ou passive (création de nouvelles technologies ou adoption de technologies existantes ou intégrées), la proportion des ventes provenant de produits nouveaux ou sensiblement améliorés, et les dépenses liées à la commercialisation de nouvelles technologies ou à la formation à ce sujet.

L'Enquête sur l'innovation effectuée en 1999 par Statistique Canada, qui a été la première à porter sur plusieurs industries des ressources naturelles en plus du secteur industriel en général, a révélé plusieurs données utiles sur l'innovation au niveau des industries. Il en est ressorti un constat important : la fréquence de l'innovation dans les industries des ressources naturelles est sensiblement inférieure à la moyenne industrielle. Cette enquête a également révélé que les industries des ressources naturelles tendent à innover dans les processus de préférence aux produits, tant dans l'absolu qu'en comparaison avec les autres industries.

Ces résultats sont présentés dans le graphique 25. Le taux d'innovation des huit industries manufacturières du secteur des ressources naturelles vont de 64,8 pour 100 dans le bois verni, le contreplaqué et le bois de haute technologie à 77,9 pour 100 dans les produits du papier. Le taux d'innovation moyen des huit industries manufacturières du secteur des ressources naturelles est inférieur à la moyenne générale du secteur manufacturier (80,2 pour 100). En outre, il est beaucoup plus bas que ces deux moyennes dans les secteurs de l'exploitation forestière (40,9 pour 100) et de l'exploitation des minerais métallifères (46,8 pour 100).

Les statistiques tirées de l'Enquête sur l'innovation de 1999 permettent également d'évaluer la proportion des entreprises innovantes qui ont créé une innovation mondiale au cours de la période de 1997 à 1999. Dans le secteur manufacturier en général, 12,0 pour 100 des entreprises innovantes qui ont donné des renseignements sur leur innovation la plus importante entraient dans cette catégorie. Deux industries manufacturières du secteur des ressources naturelles égalaient ou dépassaient cette moyenne industrielle : le bois verni, le contreplaqué et le bois de haute technologie, où 19,3 pour 100 des entreprises ont créé une innovation internationale, et les produits minéraux non métalliques, où 12,2 pour 100 des entreprises ont fait de même.

Figure 25 : Pourcentage des entreprises innovatrices d'industries choisies du secteur des ressources naturelles, Canada, 1997-1999



Sources : Statistique Canada (2002). Tableaux statistiques de l'Enquête sur l'innovation (1999), Industries manufacturières, Canada, n°. de catalogue 88F0006XIF2002016, Tableau 3.1, p. 125.; Statistique Canada (2002), Innovation et l'utilisation de technologies de pointe dans le secteur de l'extraction minière au Canada : extraction de minerais métalliques, n°. de catalogue 88F0006XIF2002013, 26 p.; Statistique Canada (2002), Innovation dans le secteur forestier, n°. catalogue 88F0006XIF2002011, 12 p.

I. Autres indicateurs d'innovation dans les industries des ressources naturelles

Outre les indicateurs d'innovation dans les industries des ressources naturelles déjà étudiés, il en existe plusieurs autres. En voici quelques-uns.

Le présent rapport a surtout porté sur les activités de R.-D. effectuées à l'interne par les industries des ressources naturelles. Toutefois, le secteur des ressources naturelles peut également faire faire de la R.-D., en finançant les activités de R.-D. réalisées par d'autres industries du secteur commercial, par des universités, par les gouvernements fédéral et provinciaux (y compris les organismes de recherche provinciaux) et par les organismes privés sans but lucratif. Des données sur la sous-traitance en projets de R.-D. effectués par d'autres industries du secteur commercial et d'autres secteurs pour les industries des ressources naturelles sont malheureusement difficiles à trouver. Nous disposons toutefois de données sur la sous-traitance en R.-D. effectuée pour le secteur commercial en général, et elle se révèle de peu d'importance : sa proportion en 2002 n'était que de 7,0 pour 100 de toutes les dépenses en R.-D. du secteur commercial.²⁰ Dans la mesure où la tendance générale des secteurs de l'économie s'applique aux industries des ressources naturelles, l'évaluation des dépenses totales en R.-D. de ce secteur n'augmenterait pas beaucoup si l'on y ajoutait la sous-traitance en R.-D. Mais pour obtenir un tableau complet des activités de R.-D. réalisées et financées par les industries des ressources naturelles, il faudrait tenir compte de la R.-D. effectuée en sous-traitance.

Il peut être possible de dériver pour chaque industrie l'étendue de la coopération entre le milieu des affaires et le milieu universitaire à partir des statistiques sur la R.-D. Les indicateurs seraient alors la proportion de R.-D. effectuée par les universités et financée par des industries précises et la proportion de R.-D. financée par les industries et effectuée par les universités. On pourrait également utiliser des valeurs absolues plutôt que relatives.

Des évaluations de la compétence de la main d'œuvre des industries des ressources naturelles, mesurée selon les capacités linguistiques et mathématiques, par rapport aux autres industries canadiennes et aux industries des ressources naturelles d'autres pays, peuvent probablement être dérivées de l'Enquête internationale sur l'alphabétisation des adultes. Une analyse spéciale des données recueillies par l'Enquête sur l'éducation et sur la formation des adultes de Statistique Canada a permis d'en dériver des évaluations de la formation continue au Canada par industrie.

Des données sur le nombre de brevets obtenus dans chaque industrie sont en théorie disponibles à partir d'organismes internationaux; cependant, aucun exemple n'a pu être trouvé. Le Bureau canadien des brevets ne compile pas de statistiques sur les brevets obtenus dans chaque industrie.

Des données sur la réglementation (restrictions sur le commerce et l'investissement étranger direct, obstacles à la concurrence et contrôle étatique, et exigences bureaucratiques et formalités administratives) peuvent en principe être recueillies pour chaque industrie au Canada et ailleurs dans le monde, mais elles ne semblent pas l'être pour l'instant.

Une autre façon de mesurer ou de quantifier l'innovation consiste à compter les inventions importantes d'une industrie. Ce nombre semble lié au succès de l'industrie. De Bresson (1987, p. 90), par exemple, a identifié 2 000 produits ou processus canadiens qui sont devenus autant de réussites commerciales entre 1945 et 1978, et a classé producteurs et utilisateurs de ces innovations par industrie, soulignant ainsi les liens technologiques entre les industries. Mettre cette étude à jour du point de vue des industries des ressources naturelles fournirait sans doute des renseignements précieux sur la nature du processus d'innovation de ce secteur; le caractère unique des industries des ressources naturelles signifie que ce processus diffère sensiblement de ceux des autres secteurs.

Il serait également possible de comparer l'utilisation que font les industries du secteur des ressources naturelles des pratiques de gestion des connaissances et leur utilisation par d'autres industries, car ces pratiques sont étroitement liées à l'innovation. Earl (2002) repère 22 pratiques regroupées dans les catégories suivantes : leadership, obtention et acquisition des connaissances, formation et mentorat, politiques et stratégies, communications et mesures incitatives. Des enquêtes permettraient d'évaluer le degré d'adoption de ces pratiques et d'autres formes de réforme organisationnelle par les industries des ressources naturelles.

III. Évaluation générale de l'innovation dans les industries canadiennes des ressources naturelles

La présente section donne un tableau général des performances en innovation des industries des ressources naturelles du Canada, en comparaison tant avec la moyenne industrielle générale qu'avec les industries des ressources naturelles d'autres pays de l'OCDE. La figure 3 présente une synthèse des conclusions des sections précédentes du présent rapport pour dix indicateurs d'innovation au Canada et quatre indicateurs pour d'autres pays. Les conclusions sont sans équivoque : pour presque tous les indicateurs d'innovation, les industries des ressources naturelles canadiennes égalent ou dépassent la moyenne industrielle générale; pour les indicateurs internationaux, le Canada se situe dans la moyenne.

Certains ont quelquefois expliqué que la faible intensité de R.-D. des industries des ressources naturelles (48 pour 100 de la moyenne du secteur commercial en 2004, mais souvent au-dessus de cette moyenne avant 1992) indique une capacité et des performances en innovation sous la norme pour ces industries. Il s'agit là d'une interprétation erronée pour plusieurs raisons, la plus importante étant que les dépenses internes en R.-D. ne représentent qu'une fraction de la notion multidimensionnelle qu'est l'innovation. Les dépenses en R.-D. ne représentent manifestement pas une condition suffisante ni même nécessaire pour innover; elles peuvent toutefois favoriser l'innovation.

Voici quelques raisons pour lesquelles les dépenses consacrées aux activités internes de R.-D. par les industries des ressources naturelles ne représentent qu'une partie de l'innovation et de la R.-D. de ce secteur :

- Les activités de R.-D. effectuées pour le compte des industries des ressources naturelles par des organismes hors du secteur commercial (essentiellement les universités) sont ignorées, tout comme la sous-traitance en R.-D. effectuée par le secteur commercial.
- Exclure les essais en usine de la définition de la R.-D. de l'industrie des papiers risque de sous-évaluer considérablement les dépenses internes en R.-D. de cette industrie.
- Les activités de R.-D. entreprises par d'autres secteurs (universités ou laboratoires de recherche gouvernementaux) et par d'autres industries du secteur commercial qui fournissent biens et services aux industries des ressources naturelles (fabricants de machinerie, par exemple), pourtant directement applicables à ces industries, sont exclues de la R.-D. interne du secteur des ressources naturelles même si ces activités contribuent à augmenter la productivité des industries de ce secteur.
- Les biens produits par les industries des ressources naturelles sont habituellement des produits de base homogènes exigeant peu ou pas d'élaboration des produits. Les industries des ressources naturelles n'ont pas à innover dans leurs produits autant que les industries des autres secteurs. Leur motif habituel pour entreprendre

des activités de R.-D. est la réduction des coûts. Cette réalité est manifeste dans les enquêtes sur l'innovation, où l'on remarque que l'innovation touchant les processus occupe une part plus importante de l'innovation générale dans les industries des ressources naturelles.

- Même si l'intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles est inférieure à la moyenne industrielle, le nombre d'employés affectés à la R.-D. par 1000 employés correspond presque à la moyenne industrielle générale. Il est en fait possible que le nombre d'employés affectés à la R.-D. compte plus pour l'innovation d'un secteur que les dépenses brutes en R.-D., car ce sont les chercheurs qui élaborent et appliquent les nouvelles idées.

Malgré une intensité de la R.-D. inférieure à la moyenne, les industries des ressources naturelles s'en tirent bien dans nombre d'autres indicateurs, comme l'indique la figure 3. Le plus important de ces indicateurs est probablement la productivité du travail, qui tourne autour du double de la moyenne industrielle générale. Cela s'explique en partie par l'intensité élevée du capital de ce secteur où la croissance à long terme de la productivité du travail dépasse habituellement la moyenne industrielle générale de 0,8 pour 100. La croissance de la productivité multifactorielle dépasse également la moyenne. Ces statistiques ne dénotent certes pas un secteur peu innovateur.

Figure 3 : Synthèse des performances relatives des industries des ressources naturelles selon divers indicateurs d'innovation

| | En comparaison avec... | |
|---|--|---|
| | Moyenne industrielle générale du Canada | Industries des ressources naturelles étrangères |
| Intensité de la R.-D. (absolue) | actuellement sous la moyenne, mais auparavant supérieure | sous la moyenne |
| Intensité de la R.-D. (tendance) | à la baisse | S. O. |
| Personnel affecté en R.-D. | près de la moyenne | moyenne |
| Niveau de scolarité | légèrement sous la moyenne | S. O. |
| Intensité en capital de MM | au-dessus de la moyenne | S. O. |
| Prod. du travail | au-dessus de la moyenne | S. O. |
| Croissance de la prod. du travail | au-dessus de la moyenne | moyenne |
| Croissance de la prod. multifactorielle | au-dessus de la moyenne | S. O. |
| IED | au-dessus de la moyenne | S. O. |
| Utilisation d'Internet | au-dessus de la moyenne | S. O. |
| Fréquence de l'innovation | légèrement sous la moyenne | moyenne |

Les industries des ressources naturelles se comparent aussi favorablement aux autres industries canadiennes pour d'autres indicateurs, comme l'utilisation d'Internet, les machines et le matériel par employé et l'investissement étranger direct, où leurs performances sont toutes supérieures à la moyenne. En outre, elles sont près de la moyenne en proportion des entreprises jugées innovatrices et en proportion du personnel affecté à la R.-D.; le niveau de scolarité moyen du personnel est toutefois légèrement inférieur à la moyenne.

La tendance à la baisse de l'intensité de la R.-D. représente toutefois une certaine source d'inquiétude pour la capacité d'innover de l'industrie canadienne des ressources naturelles. L'intensité de la R.-D., actuellement à 0,64 pour 100 de la valeur ajoutée, a bien fléchi par rapport au 1,2 pour 100 du début des années 1990. Les causes de cette évolution restent incertaines et méritent une étude plus poussée. La faible proportion d'employés du secteur des ressources naturelles ayant fait des études universitaires par rapport aux autres secteurs de l'économie soulève également quelques questions.

La rareté de données comparables rend plus ardue l'évaluation de la capacité d'innovation des industries canadiennes des ressources naturelles comparativement à

leurs homologues d'autres pays de l'OCDE. Pour les quatre indicateurs d'innovation disponibles, le Canada est dans la moyenne (voir la figure 3), sans tendance réellement manifeste. Certains pays, notamment la Suède et la Finlande, tendent à dépasser le Canada pour plusieurs indicateurs.

IV. Conclusion

Un message se démarque clairement du présent rapport : les dépenses en R.-D. ne permettent qu'une évaluation partielle des performances en innovation des industries des ressources naturelles canadiennes; il faut donc compléter les statistiques sur la R.-D. par d'autres indicateurs. Nous avons également vu que l'intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles est quelque peu inférieure à la moyenne du secteur commercial. Pour de nombreux autres indicateurs, cependant, les industries des ressources naturelles canadiennes se révèlent plus innovantes que la moyenne industrielle générale. En comparaison avec les industries des autres secteurs, les industries canadiennes du secteur des ressources naturelles sont très innovantes, et elles se comparent bien à leurs homologues étrangères. L'amélioration reste certes toujours possible; les industries des ressources naturelles du Canada ont toutefois réussi à reconnaître l'importance d'innover et de rechercher les stratégies qui permettent de devenir plus innovateur. Les pressions concurrentielles entraînées par la mondialisation ont évidemment rendu l'innovation vitale à la survie.

Bibliographie

Anderson, Frances (2003) « The Flow of Innovative Practices from Manufacturing Industries to Construction Industries », dans Fred Gault, éd. *Understanding Innovation in Canadian Industry*, School of Policy Studies, Queen's University, publié par McGill-Queen's University Press.

Barrell, Ray, Geoff Mason et Mary O'Mahony (2000) *Productivity, Innovation and Economic Performance* (Cambridge; Cambridge University Press).

Bernstein, Jeffrey, (1991) « R&D Capital, Spillovers and Foreign Affiliates in Canada », dans D. McFetridge (éd.), *Foreign Investment, Technology and Economic Growth*, Investment Canada Research Series (Calgary: University of Calgary Press).

Blomstrom, M. (1991) « Host Country Benefits of Foreign Investment », dans D. McFetridge (éd.), *Foreign Investment, Technology and Economic Growth*, Investment Canada Research Series (Calgary: University of Calgary Press).

Centre d'étude des niveaux de vie (2003) *Productivity Trends in Natural Resource Industries*, Rapport de recherche 2003-01 du CENV, février, préparé pour Ressources naturelles Canada.

Centre d'étude des niveaux de vie (2004) *Rapport sur les tendances de la productivité dans certaines industries de ressources naturelles au Canada*, Rapport de recherche 2004-06 du CENV, octobre, préparé pour Ressources naturelles Canada.

Centre d'étude des niveaux de vie (2005) *Measuring the Impact of Research on Well-being: A Survey of Indicators of Well-being*, rapport préparé pour le Conseil consultatif des sciences et de la technologie du Premier ministre, janvier 2005.

Conference Board du Canada (2004a) *Explorer le caractère de l'innovation au Canada : Comparaison avec les pays les plus innovants au monde*, juin.

Conference Board du Canada (2004b) *How Can Canada Prosper in Tomorrow's World: Performance and Potential, 2004-05*, Octobre.

David, P. et D. Foray (1995:40) « Assessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base », *STI Review*, 16.

De Bresson, Chris (1987) *Understanding Technological Change* (Montréal: Black Rose Books).

De la Mothe et Albert Link, éd. (2002) *Networks, Alliances and Partnerships in the Innovation Process* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).

De la Mothe et Gilles Paquet, éd. (1998) *Local and Regional Systems of Innovation*, (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).

Earl, Louise (2002) *Gérons-nous nos connaissances? Résultats de l'Enquête pilote sur les pratiques de gestion des connaissances*, 2001, Statistique Canada 88F00006XIF N^o. 06.

Freedman, Ron (2005a) *Time to Focus on Industrial Research*, publié à l'adresse www.csiic.ca.

Freedman, Ron (2005b) « Natural Resources Industry Research Performance Trends », présentation Powerpoint faite à un atelier sur les perspectives de dépenses en R.-D. des secteurs des ressources naturelles, Ressources naturelles Canada, 4 mars.

Gault, Fred, éd. *Understanding Innovation in Canadian Industry*, School of Policy Studies, Queen's University, publié par McGill-Queen's University Press.

Gault, Fred (2005) « Measuring Knowledge and its Economic Effects: The Role of Official Statistics », documents présenté au congrès « Advancing Knowledge and the Knowledge Economy », National Academy of Sciences, Washington, D.C., 10-11 janvier.

Godin, Benoit (2001a) *Neglected Scientific Activities: The (Non) Measurement of Related Scientific Activities*, note de recherche n°. 4, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2001ab) *The Emergence of Science and Technology Indicators: Why Did the Governments Supplement Statistics with Indicators*, note de recherche n°. 8, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2002a) *Measuring Output: When Economics Drives Science and Technology Measurements*, note de recherche n°. 14, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2002b) *Highly Qualified Personnel: Should We Really Believe in Shortages*, note de recherche n°. 15, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2002c) *The Rise of the Innovation Survey: Measuring a Fuzzy Concept*, note de recherche n°. 16, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2002d) *A Note on the Survey as an Instrument for Measuring Science and Technology*, note de recherche n°. 18, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2002e) *Rhetorical Numbers: How the OECD Constructs Discourses on S&T*, note de recherche n°. 19, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2002f) *Are Statistics Really Useful? Myths and Politics of Science and Technology Indicators*, note de recherche n°. 20, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2003a) *The New Economy and the Diminishing Returns of Statistics*, note de recherche n°. 21, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2003b) *The Most Cherished Indicator: Gross Domestic Expenditures on R&D (GERD)*, note de recherche n°. 22, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2003c) *Technological Gaps: Quantitative Evidence and Qualitative Arguments*, note de recherche n°. 23, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2003d) *The Knowledge-Based Economy: Conceptual Framework or Buzzword*, note de recherche n°. 24, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2004a) *The Obsession for Competitiveness and its Impact on Statistics: the Construction of High-Technology Indicators*, note de recherche n°. 25, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2004b) *The Who, What, Why and How of S&T Measurement*, note de recherche n°. 26, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2004c) *Globalizing S&T Indicators: How Statisticians Responded to the Political Agenda on Globalization*, note de recherche n°. 27, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2004d) *Canadian Scoreboards on S&T and its Further Developments*, septembre, publié à l'adresse www.csiir.ca.

Godin, Benoit (2004e) *Renewing S&T Indicators: From R&D to Knowledge*, document présenté au premier congrès international sur l'innovation, Moscou, 22-24 septembre.

Godin, Benoit (2004f) *Measurement and Statistics of Science and Technology: 1920 to Present* (Londres: Routledge)

Godin, Benoit (2005a) *Research and Development: How the "D" got into R&D*, note de recherche n°. 28, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Godin, Benoit (2005b) *Technological Progressiveness as a Precursor to the Concept of High Technology*, note de recherche n°. 29, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Gouvernement du Canada (2002a) *Le savoir, clé de notre avenir : le perfectionnement des compétences au Canada*.

Gouvernement du Canada (2002b) *Atteindre l'excellence : investir dans les gens, le savoir et les possibilités*.

Hatzichronoglou, Thomas (1991) « Indicators of Industrial Competitiveness: Results and Limitations », dans Jorge Niosi, éd. *Technology and National Competitiveness: Oligopoly, Technological Innovation, and International Competition* (Montréal: McGill-Queen's University Press).

Hertzfeld, H. (1988) « Definitions of Research and Development for Tax Purposes », dans O.D. Hensley (éd.) *The Classification of Research* (Lubbock: Texas University Press).

Iorwerth, Aled ab (2005) *Canada's Low Business R&D Intensity: the Role of Industry Composition*, document de travail 2005-03, ministère des Finances.

Lee, Frank et Handan Haas (1995) « A Qualitative Assessment of High-knowledge versus Low-knowledge Industries », dans Peter Howitt (éd.) *The Implications of Knowledge-Based Growth for Micro-Economic Policies* (Industry Canada Research Series, (Calgary: University of Calgary Press).

Lipsev, Richard G. et Kenneth Carlaw (2000) « Que mesure la productivité totale des facteurs? », dans *Observateur international de la productivité*, N^o. 1, automne, p. 31-40.

Lonmo, C. et F. Anderson (2003) *Comparaison du rendement en matière de R-D sur le plan international : analyse des pays qui ont augmenté considérablement leur ratio DIRD/PIB durant la période de 1989 à 1999*, document de travail de la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique, Série 88F0006XIF2003001, Statistique Canada.

Association minière du Canada (2001) *Innovation minière : aperçu d'une industrie minière canadienne dynamique et technologiquement avancée*, novembre, 49 p.

Mohnen, Pierre et Pierre Therrien (2001) *How Innovative Are Canadian Firms Compared to Some European Firms? A Comparative Look at Innovation Surveys*, CIRANO, cahier scientifique n^o. 2001s-49, septembre, 22 pp.

National Science Foundation (2004) *Science and Engineering Indicators, 2002*, accessible à l'adresse <http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind02/pdfstart.htm>.

OCDE (1963) *Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental* (Manuel Frascati), première édition (mise à jour la plus récente : 2002).

OECD (diverses années) *Principaux indicateurs de la science et de la technologie* (Paris)

OCDE/Eurostat (1963) *Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique* (Manuel d'Oslo), deuxième édition, accessible à l'adresse www.oecd.org.

Nicholson, Peter (2003) « De la croissance : Rendement et perspectives économiques à long terme du Canada », dans *Observateur international de la productivité*, N^o. 7, automne, p. 3-21.

Niosi, Jorge, éd. *Technology and National Competitiveness: Oligopoly, Technological Innovation, and International Competition* (Montréal: McGill-Queen's University Press).

Patel, Pari et Keith Pavitt (1991) « The Limited Importance of Large Firms in Canadian Technological Activities », dans D. McFetridge (éd.), *Foreign Investment, Technology and Economic Growth*, Investment Canada Research Series (Calgary: University of Calgary Press).

Poterba, J. M. (éd.) (1997) *Borderline Case: Corporate Research and Development, and Investment* (Washington: National Academy of Science Press).

Rao, Someshwar, Jianmin Tang et Weiman Wang (2004) « Mesure de l'écart de la productivité entre le Canada et les États-Unis : Dimensions des industries », dans *Observateur international de la productivité*, N° 9, automne, p. 3-14.

Rao, Someshwar, Ashfaq Ahmad, William Horsman, et Phaedra Kaptein-Russell (2001) « Importance de l'innovation pour la productivité », dans *Observateur international de la productivité*, N° 2, printemps, p. 11-18.

Sargent, Timothy et Edgard Rodriguez (2000) « Productivité du travail ou productivité totale des facteurs : faut-il choisir ? », dans *Observateur international de la productivité*, N° 1, automne, p. 41-44.

Schaan, Susan (2002) « Innovation et l'utilisation de technologies de pointe dans le secteur de l'extraction minière au Canada : extraction de minerais métalliques », Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique, document de travail, Statistique Canada, n° de catalogue 88F0006XIF, N° 13, juillet.

Schaan, Susan (2003) « An Innovation System for the Forest Sector », dans Fred Gault, éd. *Understanding Innovation in Canadian Industry*, School of Policy Studies, Queen's University, publié par McGill-Queen's University Press.

Sharpe, Andrew (2003) « Lessons Learned and Future Directions for Innovation Research and Policy », dans Fred Gault, éd. *Understanding Innovation in Canadian Industry*, School of Policy Studies, Queen's University, publié par McGill-Queen's University Press.

Stead, Humphrey (2001) *The Development of S&T Statistics in Canada: An Informal Account*, note de recherche n° 5, Projet sur l'histoire et la sociologie des statistiques sur les S&T.

Thompson, Janet (2003) *Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1991 à 2002p et selon la province 1991 à 2000*, Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique, document de travail, Statistique Canada, n° de catalogue 88F0006XIF2002015, N° 15, juillet (publié en janvier 2003).

Veugelers, Reinhilde, (2005) « Assessing Innovation Capacity: Fitting Strategy, Indicators, and Policy to the Right Framework », document présenté au congrès « Advancing Knowledge and the Knowledge Economy », National Academy of Sciences, Washington, D.C., 10-11 janvier.

Warda, J. (2003) *Extending Access to SR&ED Tax Credits: An International Comparative Analysis* (Ottawa: ACTI).

Notes en fin de texte

¹ Rapport rédigé par Andrew Sharpe, avec l'assistance de Olivier Guilbaud et de Jeremy Smith. Le Centre d'étude des niveaux de vie aimerait remercier Ressources naturelles Canada pour l'avoir encouragé à rédiger ce rapport; Jai Persaud, Eric Sanscartier et d'autres officiels de RNCan pour leurs commentaires sur les ébauches précédentes; et Fred Gault, Charlene Lonmo, Robert Schellings et Janet Thompson, de Statistique Canada, pour les données fournies.

² Pour la plupart des indicateurs, il nous est malheureusement impossible de distinguer le charbon des activités minières et de le placer dans le sous-groupe de l'énergie.

³ Des données sur la R.-D. et l'innovation dans ce secteur seront disponibles en septembre 2005, à la conclusion d'un sondage de l'industrie géomatique canadienne effectué par Statistique Canada avec la participation financière de Ressources naturelles Canada.

⁴ En économie, une documentation importante lie directement l'innovation (et particulièrement la R.-D.), la productivité et la croissance économique. L'innovation est un facteur déterminant de la productivité, et la R.-D. constitue un aspect important de l'innovation. La croissance de la productivité, en parallèle avec la croissance de l'emploi, constitue la croissance économique. Pour une perspective théorique sur les retombées de la R.-D. sur la productivité, voir Bernstein (1991). Du côté empirique de la question, Nicholson (2003) étudie le projet de croissance de l'OCDE : il démontre qu'une augmentation de 0,1 % des investissements en R.-D. par le milieu des affaires se traduit par une croissance de la productivité de plus de 1,2 %.

⁵ Selon Godin (2004a:23), « ...La haute technologie est le parfait exemple d'une notion vague très utile pour les beaux discours. Les officiels l'utilisent constamment sans la définir de façon systématique mais uniquement pour son prestige. » Une critique de la haute technologie est qu'on peut juger une entreprise comme étant à forte concentration technologique si elle effectue des recherches, achète ou utilise des produits de haute technologie ou emploie une main d'œuvre hautement qualifiée; c'est là une définition trop large. En outre, la terminologie à ce propos n'est pas normalisée, et des définitions différentes mènent à des résultats différents.

⁶ Voir Godin (2004a, p. 15-16) pour obtenir des renseignements détaillés sur la définition.

⁷ Il importe de ne pas oublier que les périodes différentes des deux études peuvent limiter la pertinence d'une comparaison des résultats. D'un autre côté, il est fort probable que la fréquence de l'innovation soit assez stable si la période visée est courte.

⁸ Ces huit secteurs d'innovation ne traitent pas de l'innovation sur les plans des ressources humaines, de l'organisation ou de la gestion. Ces types d'innovation peuvent jouer un rôle aussi grand dans l'accroissement de la productivité que les autres formes d'innovation, mais les données sur ce type de réforme par industrie restent très limitées. Certaines données sont disponibles, à partir de sondages sur l'innovation et l'Enquête sur le lieu de travail et les employés (ELTE) au Canada, mais nous n'en parlerons pas ici, car il reste encore beaucoup de travail à faire avant de pouvoir faire une analyse systématique de l'innovation organisationnelle des diverses industries canadiennes, sans compter une analyse comparative entre industries et pays.

⁹ On peut défendre la thèse que la valeur ajoutée est un dénominateur plus approprié que le rendement brut (aussi appelé ventes, revenus ou valeur de production) pour calculer l'intensité de R.-D., car elle exclut la valeur des intrants intermédiaires, dont l'importance varie, tant entre les industries qu'avec le temps.

¹⁰ Comme les données sur la valeur ajoutée en dollars par industrie n'existent que jusqu'en 2001, les évaluations de la R.-D. pour la période de 2002 à 2004 se fondent sur des évaluations de la valeur nominale ajoutée par industrie, dérivées de la variation en pourcentage de la valeur ajoutée réelle par industrie (en prenant 1997 comme année de base) à laquelle on a ajouté la variation en pourcentage de l'indice implicite du PIB pour 2002, 2003 et 2004. En d'autres termes, nous avons supposé que l'indice implicite pour chacune des industries a crû à la même cadence que l'inflation en général dans le secteur commercial pour chacune de ces trois années. Il s'agit là d'une supposition trop simpliste pour de nombreuses industries de ressources, car le prix des denrées ainsi produites évolue souvent bien différemment des prix moyens. Par exemple, comme les prix du pétrole et du gaz naturel ont monté en flèche depuis 2001, l'indice implicite pour l'industrie pétrolière et gazière a tout probablement monté beaucoup plus rapidement que l'inflation dans le secteur commercial au cours de cette période. La méthode utilisée ici sous-estime la valeur

nominale ajoutée (et surestime donc le rapport R.-D. et valeur ajoutée) pour l'industrie pétrolière et gazière, car l'utilisation de l'indice implicite général ne permet pas d'ajuster à la hausse par un facteur suffisant le taux de croissance réel de la valeur ajoutée de cette industrie. Il faut mentionner que cette méthode qui consiste à dériver les estimations du PIB nominal et à les utiliser pour calculer le rapport R.-D. et valeur ajoutée correspond à utiliser les dépenses en R.-D. en dollars de 2001 (c'est-à-dire les dépenses nominales en R.-D. ajustées selon l'indice implicite du secteur commercial, avec 2001=100) divisées par le PB en dollars de 2001 (donc, recalculer le PIB de l'industrie en dollars constants entre 1997 et 2001 selon les indices implicites de chacune des industries en 2001). Une autre méthode aurait été de diviser les dépenses en R.-D. en 1997 par le PIB en dollars de 1997, mais il aurait fallu supposer que les variations des indices implicites de chacune des industries correspondent à la variation de l'indice implicite général du secteur commercial pour la période 1997 à 2004 plutôt qu'uniquement pour la période de 2001 à 2004. De toute façon, ces évaluations des dépenses en R.-D. en part de la valeur ajoutée pour la période 2002-2004 devraient être considérées comme extrêmement incertaines à cause des divergences probables entre l'inflation dans chacune des industries et l'inflation du secteur commercial en général. Ces évaluations seront mises à jour au fur et à mesure que les évaluations officielles de la valeur ajoutée nominale par industrie pour ces années sont publiées. Remarque : ces évaluations des valeurs ajoutées nominales du secteur commercial ne tiennent pas compte des loyers payés par les locataires des installations que possèdent les entreprises visées.

¹¹ La forte augmentation de l'intensité de R.-D. de l'industrie des papiers et produits connexes est surtout concentrée en 2001; la R.-D. de cette industrie a alors augmenté de 112 millions de dollars, passant de 154 millions de dollars en 2000 à 266 millions de dollars en 2001 (l'intensité de la R.-D. est alors passée de 1,06 à 1,98 pour 100). Des agents de Statistique Canada ont expliqué que plus de la moitié de cette hausse est survenue à la suite de l'acquisition par une entreprise du secteur des papiers d'une entreprise dans une autre industrie. Cela a entraîné une réaffectation des dépenses en R.-D. de l'entreprise acquise à l'entreprise du secteur des papiers. Les dépenses de R.-D. par industrie sont classées selon chacune des entreprises plutôt que par organisme, et sont classées dans chacune des industries selon le code industriel correspondant à la principale activité de l'entreprise.

¹² Nous avons relevé des différences marquées entre les statistiques d'intensité de la R.-D. des industries des ressources naturelles produites par Statistique Canada (tableau 1) et les estimations se trouvant dans la base de données STAN; ces estimations tendent à être plus basses que les évaluations de Statistique Canada. (Des différences dans les définitions des industries peuvent expliquer certaines de ces divergences.) Par exemple, selon Statistique Canada, l'intensité de la R.-D. des papiers et produits connexes a été de 1,1 pour 100 en 2000, tandis que l'OCDE n'indique que 0,4 pour 100 (et ce malgré l'inclusion par l'OCDE de l'imprimerie et de l'édition dans ses statistiques).

¹³ Godin (2002d, p.7) signale que le manuel Frascati distingue la R.-D. de deux autres types d'activités : les activités scientifiques connexes et les activités non scientifiques (dont la plus importante est peut-être la production industrielle). Les activités scientifiques connexes (ASC) se divisent en quatre grandes catégories : 1) l'information scientifique (notamment les publications), 2) la formation et l'éducation, 3) la collecte de données, et 4) les essais et la normalisation (p. 15). Les activités non scientifiques sont de trois types : 1) travaux d'ordre juridique et administratif pour l'obtention de brevets; 2) essais et analyses; et 3) autres services techniques. Le manuel de 1963 indique qu'il faut exclure de la R.-D. les activités scientifiques connexes sauf si elles assistent directement la R.-D. (p. 16), et ajoute : « Il est impossible de donner ici des recommandations universelles au sujet des activités scientifiques connexes [...]. Le but du présent manuel est de permettre une comparaison internationale dans le champ plus étroit de la R.-D. [...]. Selon cette expérience, l'OCDE pourra établir d'autres normes internationales pour les activités connexes. » (p. 14-15). Cela n'empêche pas le manuel de recommander que :

Tous les calculs de déductions pour les activités des organismes de recherche ne touchant pas la recherche, et l'ajout des activités de R.-D. effectuées par des organismes non scientifiques, devraient être explicites, c'est-à-dire enregistrées tant par chacun des organismes visés que par le personnel responsable de colliger ces résultats pour les statistiques à l'échelle nationale. En outre, les activités scientifiques connexes, telles que la documentation et les essais habituels, devraient être enregistrées en même temps que la R.-D. et indiquées séparément (p. 14).

Cette recommandation a vite été abandonnée. En 1967, l'OCDE a conclu que : « ces activités exigent la formation d'un groupe d'étude spécial ayant pour mandat de régler les principaux problèmes découlant de la mesure de ces activités. » La suggestion de mesurer les ASC a donc été abandonnée. La deuxième édition du manuel (1970) a surtout porté sur la R.-D., et aucun groupe d'étude n'a été créé : « Nous ne nous intéressons pas ici aux questions entourant la mesure des activités connexes à la R.-D., mais plutôt aux modalités de leur exclusion pour la mesure des activités de R.-D. » (p. 14). La deuxième édition du manuel Frascati a été en réalité le premier pas d'une longue série de travaux visant à distinguer les choses. En 1970, la liste des ASC exclues de la R.-D. comptait sept catégories (p. 14-15) : 1) la formation scientifique; 2) l'information scientifique et technique (subdivisée en six sous-classes, puis en huit en 1976); 3) la collecte générale de données; 4) les essais et la normalisation; 5) les études de faisabilité pour des projets de génie civil; 6) les soins médicaux spécialisés; et 7) les travaux d'ordre juridique et administratif pour l'obtention de brevets. Les études sur les politiques ont été ajoutées dans l'édition de 1976, et ont été suivies de l'élaboration habituelle de logiciels en 1993.

¹⁴ Pour de plus amples détails sur le débat entre le gouvernement et l'industrie à propos de la définition de la R.-D. aux fins d'impôt, voir Hertzfeld (1988), Poterba (1997) et Warda (2003).

¹⁵ Selon les études de Freedman (2005b), le nombre d'entreprises des secteurs primaires actives en R.-D. (qui diffère de la définition du secteur des ressources naturelles utilisée dans le texte) a chuté de 414 en 1994 à 390 en 2000. Comme le nombre d'entreprises québécoises actives en R.-D. a augmenté au cours de cette même période (de 103 à 145), il en découle que le nombre d'entreprises actives en R.-D. dans le reste du Canada a baissé de 66 (ou 21 pour 100), passant de 311 à 245.

¹⁶ Il importe toutefois de signaler la situation particulière des industries du secteur des ressources naturelles à rendement décroissant, comme l'exploitation pétrolière et gazière; comme il peut être nécessaire d'augmenter les investissements en MM afin d'assurer une production constante, ces indicateurs de MM peuvent ne pas correspondre à une augmentation de la productivité. En fait, il se peut même que ce soit l'inverse.

¹⁷ Comme pour l'intensité de la R.-D. traitée dans les notes précédentes, les statistiques sur l'intensité de l'investissement en MM pour 2000 à 2004 sont calculées à partir d'évaluations de la valeur ajoutée nominale de chacune des industries dérivées du changement en pourcentage de la valeur ajoutée réelle des industries (année de base : 1997) auquel on a ajouté le changement en pourcentage de l'indice implicite du PIB pour 2002, 2003 et 2004. Tout comme les évaluations des dépenses en R.-D. en part de la valeur ajoutée pour la période 2002-2004, les évaluations de l'intensité de l'investissement en MM devraient être considérées comme extrêmement incertaines à cause des divergences probables entre l'inflation dans chacune des industries et l'inflation de l'économie en général. Ces évaluations seront mises à jour au fur et à mesure que les évaluations officielles de la valeur ajoutée nominale par industrie pour ces années sont publiées.

¹⁸ Comparer la proportion de l'intensité du capital entre les industries devrait idéalement se faire à l'aide de dollars constants de préférence aux dollars chaînés. Si le prix des machines et du matériel a évolué différemment dans des industries différentes, comparer l'intensité du capital en dollars chaînés peut donner une impression trompeuse des différences réelles entre les intensités de capital des industries comparées.

¹⁹ Il nous est impossible d'exclure de ces statistiques les services publics et les produits chimiques.

²⁰ En 2002, la valeur totale des dépenses en R.-D. du secteur commercial a atteint 11 793 millions de dollars, dont 823 millions de dollars dépensés à l'extérieur du secteur commercial (Thompson, 2003). Ces dépenses externes ont été réparties comme suit : 727 millions de dollars aux universités, 57 millions de dollars au gouvernement fédéral, 24 millions de dollars aux organismes de recherche, et 13 millions de dollars aux organismes privés sans but lucratif. Il est intéressant de remarquer que les entreprises étrangères ne dépensent que 1,9 pour 100 de leur budget de R.-D. à l'extérieur du secteur commercial, en comparaison avec 9,1 pour 100 pour les entreprises canadiennes.