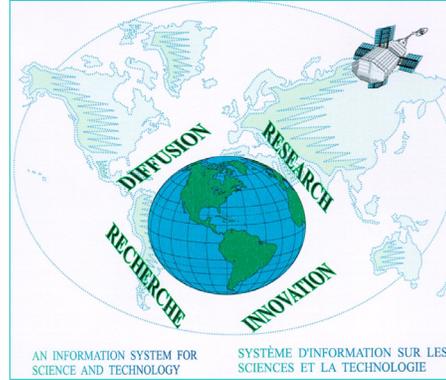




N° 88F0006XIF2002013 au catalogue

**L'innovation et l'utilisation de technologies de pointe dans le secteur de l'extraction minière au Canada :  
Extraction de minerais métalliques**



Statistique  
Canada

Statistics  
Canada

Canada

# **L'innovation et l'utilisation de technologies de pointe dans le secteur de l'extraction minière au Canada :**

## **Extraction de minerais métalliques**

Susan Schaan

Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique

juillet 2002

88F0006XIF No. 13

Ce document de travail est le résultat d'un projet commun de la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique de Statistique Canada, d'Industrie Canada, de Ressources naturelles Canada et du Conseil national de recherches du Canada

## **Documents de travail**

Les Documents de travail publient des travaux relatifs aux questions liées à la science et la technologie. Tous les documents sont sujets à un contrôle interne. Les opinions exprimées dans les articles sont celles des auteurs et ne sont pas nécessairement partagées par Statistique Canada, ni dans ce cas, les opinions d'Industrie Canada, Ressources naturelles Canada ou le Conseil national de recherches du Canada.

## **PERSONNES-RESSOURCES À CONTACTER POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS**

### **Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique**

Directeur      Dr. F.D. Gault      (613-951-2198)

Directeur adjoint      Craig Kuntz      (613-951-7092)

### **Programme d'information sur les sciences et la technologie**

Conseillère spéciale, Science et technologie  
Dr. Frances Anderson      (613-951-6307)

Chef, Indicateurs du savoir  
Michael Bordt      (613-951-8585)

Chef, Innovation, technologie et emploi  
Daood Hamdani      (613-951-3490)

Conseiller spécial, Sciences de la vie  
Antoine Rose      (613-951-9919)

### **Section des enquêtes des sciences et de l'innovation**

Chef, Enquêtes sur la science et la technologie  
Bert Plaus      (613-951-6347)

**Télécopieur: (613-951-9920)**

## Table des matières

<b>Table des matières</b> .....	<b>3</b>
<b>Préface</b> .....	<b>5</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>7</b>
<i>Élaboration d'un système d'innovation</i> .....	7
<b>Un système d'innovation pour le secteur de l'extraction minière</b> .....	<b>10</b>
<i>Extraction</i> .....	12
<i>Fabricants primaires</i> .....	12
<i>Gestion des ressources</i> .....	13
<i>Services achetés</i> .....	13
<i>Fournisseurs de fournitures de fabrication</i> .....	13
<i>Contexte</i> .....	13
<b>L'innovation dans le secteur de l'extraction minière : Extraction de minerais métalliques</b> .....	<b>13</b>
<i>Méthodologie</i> .....	13
<i>Activités d'innovation dans les branches du secteur de l'extraction minière</i> .....	14
<i>Pourquoi les entreprises d'extraction et les entreprises manufacturières primaires connexes     innovent-elles?</i> .....	18
<i>D'où viennent les idées en matière d'innovation?</i> .....	19
<i>Comment les connaissances sont-elles transmises dans le système d'innovation du secteur de     l'extraction minière?</i> .....	20
<b>Conclusions</b> .....	<b>25</b>
<b>Remerciements</b> .....	<b>26</b>
<b>Références</b> .....	<b>27</b>
<b>Annexe 1. Groupes d'acteurs dans le système d'innovation du secteur de l'extraction minière</b> .....	<b>29</b>

PUBLICATIONS ÉLECTRONIQUES DISPONIBLES À  
**[www.statcan.ca](http://www.statcan.ca)**



## Préface

Le projet de Système d'information sur les sciences et la technologie a été créé en vue d'élaborer des indicateurs utiles à l'égard de l'activité liée aux sciences et à la technologie au Canada, dans un cadre les regroupant de manière cohérente. Pour atteindre l'objectif, des indicateurs statistiques sont en voie d'élaboration dans cinq grandes catégories :

- **Acteurs** : personnes et établissements engagés dans des activités de S-T. Au nombre des mesures prises, citons l'identification des participants en R-D et des universités qui accordent une licence pour l'utilisation de leurs technologies, ainsi que la détermination du domaine d'études des diplômés.
- **Activités** : comportent la création, la transmission et l'utilisation des connaissances en S-T, notamment la recherche et le développement, l'innovation et l'utilisation des technologies.
- **Liens** : moyen par lequel les connaissances en S-T sont communiquées aux intervenants. Au nombre des mesures, on compte l'intégration des diplômés dans les industries, l'octroi à une entreprise d'une licence pour l'utilisation de la technologie d'une université, la copaternité de documents scientifiques et la source d'idées en matière d'innovation dans l'industrie.
- **Résultats** : résultats à moyen terme d'activités. Dans une entreprise, l'innovation peut entraîner une amélioration de la productivité, une amélioration de la qualité des produits ou la création d'emplois plus spécialisés. Dans une autre, l'adoption d'une nouvelle technologie peut mener à une plus grande part de marché.
- **Incidences** : répercussions à plus long terme des activités, du maillage et des résultats. La téléphonie sans fil résulte d'activités, de maillages et de résultats multiples. Elle présente une vaste gamme d'incidences économiques et sociales, comme l'augmentation de la connectivité.

Statistique Canada veille à l'élaboration actuelle et future de ces indicateurs, de concert avec d'autres ministères et organismes et un réseau d'entrepreneurs.

Avant la mise en route des travaux, les activités liées à la S-T étaient évaluées uniquement en fonction de l'information et des données sur l'investissement en ressources humaines et financières dans le secteur de la recherche et du développement (R-D). Pour les administrations publiques, on a ajouté l'évaluation de l'activité scientifique connexe (ASC), comme les enquêtes et les essais courants. Cette évaluation donnait un aperçu limité des sciences et de la technologie au Canada. D'autres mesures s'imposaient pour améliorer le tableau.

C'est dans ce contexte que l'Enquête sur l'innovation 1999 a été élaborée. On part du principe que l'innovation rend les entreprises concurrentielles. L'un des objectifs de l'enquête consistait donc à déterminer s'il existait des différences significatives entre les entreprises innovatrices et non innovatrices dans le secteur de la fabrication et dans certaines branches des ressources naturelles. La capacité d'innover repose sur les personnes, et des mesures sont en voie d'élaboration au sujet des caractéristiques des personnes qui se trouvent dans les secteurs qui dirigent l'activité scientifique et technologique. Dans ces secteurs, on est sur le point d'établir des mesures au sujet de la création et de la perte d'emplois, en vue de cerner l'incidence des changements technologiques.

Le présent document de travail fait partie d'une série qui porte sur les résultats de l'Enquête sur l'innovation 1999. Les documents de travail précédents comprenaient un examen des estimations

nationales de l'innovation dans le secteur de la fabrication, ainsi que des tableaux statistiques des estimations provinciales de l'innovation dans le secteur de la fabrication.

Le cadre décrit brièvement ci-dessus, qui sert de guide à l'élaboration future d'indicateurs, a été publié en décembre 1998 (**Activités et incidences des sciences et de la technologie — cadre conceptuel**, n° 88-522 au catalogue). Ce cadre a donné lieu à un **Plan stratégique quinquennal pour le développement d'un système d'information sur les sciences et la technologie** (n° 88-523 au catalogue).

Les documents de travail et de recherche sont accessibles sans frais à l'adresse du site Internet de Statistique Canada :

<http://www.statcan.ca/cgi-bin/downpub/research.cgi?subject=193>

## Introduction

En 2001, la production minérale canadienne comprenait 26 minerais métallifères, 31 minéraux non métalliques et 4 combustibles, la valeur de production totale s'établissant à 83,8 milliards de dollars selon les livraisons (Statistique Canada, 2001). Le Canada est l'un des plus importants exportateurs de minéraux et de produits minéraux au monde, ce secteur contribuant 27,5 milliards de dollars aux échanges commerciaux en 2001 (Statistique Canada, 2002).

L'innovation dans le secteur de l'extraction minière au Canada est d'importance capitale pour permettre à ce secteur de soutenir la concurrence dans l'économie mondiale. Comme dans d'autres secteurs, l'élaboration de nouveaux produits, l'adoption et l'utilisation de nouvelles technologies, l'amélioration de la structure organisationnelle et l'adoption de techniques de gestion améliorées peuvent procurer un avantage concurrentiel.

L'Enquête sur l'innovation de 1999 a porté sur le secteur de la fabrication et était la première enquête sur l'innovation auprès de certaines branches de ressources naturelles au Canada<sup>1</sup>. Elle a été menée selon le cadre et les principes directeurs exposés dans le Manuel d'Oslo (OCDE/Eurostat, 1997) pour la collecte de données sur l'innovation. Le questionnaire de l'Enquête sur l'innovation de 1999 comprenait aussi des questions destinées à permettre d'examiner la relation entre les fournisseurs et certaines branches de ressources naturelles. L'Enquête sur le commerce électronique et la technologie de 2000 comprenait deux questions sur les améliorations organisationnelles et technologiques qui ont permis de recueillir les premières données sur ces sujets à l'échelle de l'économie.

Le présent document vise à examiner l'innovation et l'utilisation de technologies de pointe dans le secteur de l'extraction minière. L'auteur décrit les caractéristiques des entreprises innovatrices dans plusieurs branches du système du secteur de l'extraction minière axées sur l'extraction de minerais métalliques, ainsi que les relations entre ces entreprises. On utilise les données de l'Enquête sur l'innovation de 1999 pour analyser le type d'innovation et les activités innovatrices des entreprises dans le système du secteur de l'extraction minière. On examine aussi les sources d'information pour l'innovation, les objectifs de l'innovation et les facteurs de succès commercial, y compris les types de compétences dont recherchent les entreprises d'extraction de minerais métalliques. On utilise les données de l'Enquête sur le commerce électronique et la technologie 2000 pour examiner la façon dont les entreprises réagissent aux technologies de pointe en décrivant la manière dont les entreprises minières ont adopté des technologies améliorées.

### *Élaboration d'un système d'innovation*

Plusieurs éléments influent sur la façon dont les branches mènent leurs activités et, par conséquent, doivent être pris en compte dans tout système d'innovation. Ces éléments comprennent

---

<sup>1</sup> Statistique Canada a mené plusieurs enquêtes sur l'innovation depuis 1993 dans le but de mieux comprendre ce phénomène au Canada. L'Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993 portait sur les entreprises de fabrication. L'Enquête sur l'innovation de 1996 était quant à elle axée sur les communications, les services financiers et les services techniques aux entreprises. L'Enquête de 1999 sur l'innovation, les technologies et les pratiques de pointe dans l'industrie de la construction et les industries connexes était la première enquête sur les technologies et les pratiques de pointe dans le secteur de la construction.

l'infrastructure, les conditions macroéconomiques, les caractéristiques du processus de production et le rôle de l'entreprise dans les activités innovatrices (Freeman, 1987, Lundvall, 1992).

Le contexte culturel et institutionnel ainsi que la structure économique du pays constituent l'infrastructure dans laquelle les entreprises mènent leurs activités. Ces conditions sous-jacentes influent sur toutes les activités menées par l'entreprise, y compris l'innovation. Selon Lundvall (1992, 1998) l'innovation est fondée sur le savoir, lequel s'acquiert par l'apprentissage. Or, l'apprentissage est essentiellement interactif et donc un processus « intégré socialement ». Lundvall émet l'hypothèse que si les établissements de recherche définissent comment les choses sont faites et comment l'apprentissage a lieu, la structure économique influe sur ce qui est fait et, par conséquent, sur ce qui est appris. Les origines de ces établissements peuvent remonter loin dans l'histoire sociale. Par conséquent, si nous voulons comprendre le processus d'innovation dans une économie, nous devons non seulement tenir compte des conditions macroéconomiques, mais examiner le contexte institutionnel et culturel de cette économie afin de comprendre les mesures prises par l'entreprise.

Dans son document intitulé « Staple Theory », Innis (1956) décrit le contexte institutionnel et culturel de l'économie canadienne et les effets cumulatifs de l'exploitation de produits de base comme le bois, le blé, le poisson (la morue), les fourrures et l'or. Ces produits de base jouent un rôle important dans l'histoire économique du Canada. Les immigrants au Canada produisaient des biens qui étaient en demande dans leur pays d'origine et devaient donc procurer des bénéfices importants. Il s'agissait de produits utilisés aux fins de la fabrication d'articles de luxe ou bien qui étaient produits en nombre minimal ou ne l'étaient pas du tout dans leur pays d'origine. La récolte ou l'extraction de matières premières stimulait la fabrication de produits finis en demande dans les pays d'Europe d'où venaient les immigrants et dans la colonie. L'énergie était axée directement et indirectement sur la production du produit de base. Une partie de la population participait directement à sa production tandis que d'autres personnes y participaient indirectement en créant les installations destinées à la faciliter. La production de produits agricoles comme le blé et le bois et, plus tard, de minéraux comme l'or, le nickel et d'autres métaux a augmenté à mesure que les techniques de production (machines et matériel), la commercialisation et le transport se sont améliorés et que la demande s'est accrue. Ces améliorations ont eu des répercussions aussi bien sur les exploitants (moissonneurs et mineurs) que sur les fabricants. Une demande plus forte a favorisé le progrès technologique, tant pour accroître l'offre de matières premières que pour composer avec l'afflux de matières premières aux fabricants.

Le progrès technique qui modifie les procédés de production n'est qu'un aspect de l'innovation, mais il a joué un rôle important dans les innovations des entreprises d'extraction de minerais métalliques dans le passé et continue de jouer un rôle important aujourd'hui. Utterback et Abernathy (1975) et Abernathy et Clark (1985) ont examiné l'influence des procédés de production sur les activités d'innovation des entreprises. Les caractéristiques de l'innovation correspondent à l'étape de l'élaboration de la technologie des procédés de production. On met l'accent sur les progrès techniques qui ont lieu graduellement au fil de l'évolution d'une branche d'activité. L'environnement dans lequel une entreprise mène ses activités et la signification sur le plan de la concurrence de l'innovation, qui comprend l'objectif de l'innovation et les facteurs de succès commercial, ont une incidence sur le type d'innovations qu'une entreprise tâche d'introduire.

Comment mesure-t-on l'innovation dans l'entreprise? Les modèles d'activités d'innovation des entreprises explorent les interactions qui comprennent les échanges de connaissances à l'intérieur de l'entreprise et de sources externes (Kline et Rosenberg, 1986; Padmore et coll., 1998). Le Manuel d'Oslo (1997) propose des principes directeurs pour la collecte et l'interprétation des données sur l'innovation dans un système d'innovation. On traite le progrès technique au niveau de la firme ou de l'entreprise, dans le cadre d'un système complexe qui comprend de nombreux éléments en interaction. L'application des principes du Manuel d'Oslo permet de produire des indicateurs de l'innovation utiles et comparables sur le plan international. Pour être qualifié d'innovateur, le produit doit avoir été mis en marché. Une entreprise innovatrice est une entreprise qui a offert ou mis en œuvre un produit ou procédé nouveau ou sensiblement amélioré au cours des trois dernières années. Le terme « produit » englobe à la fois les biens et les services qui découlent de l'innovation. Pour sa part, pour être qualifié d'innovateur, un procédé doit avoir été utilisé dans le processus de production.

Ce cadre conceptuel axé sur l'entreprise comprend quatre éléments dont chacun joue un rôle dans l'innovation commerciale. L'entreprise est appelée la « dynamo de l'innovation » puisque c'est par son entremise que les innovations sont apportées. Une série de « facteurs de transfert » fondés sur l'apprentissage influent sur les activités d'innovation de l'entreprise. Il s'agit des facteurs sur les plans humain, social et culturel qui exercent une influence sur la transmission d'information aux entreprises et sur l'apprentissage qui se fait par leur entremise. Les entreprises existent et mènent leurs activités dans le cadre d'une série de conditions et d'institutions établies qui déterminent l'éventail des possibilités d'innovation. Ces « conditions cadres » comprennent le système éducatif de base, l'infrastructure des communications, les institutions financières, le contexte législatif et macroéconomique, l'accessibilité du marché, les structures industrielles et les conditions dans lesquelles s'exerce la concurrence. Les diverses institutions qui fournissent la formation technologique et les connaissances scientifiques constituent la « base scientifique et technique » de ce système.

Pour mesurer le progrès technique, il importe aussi de comprendre les différentes façons dont de nouvelles connaissances et informations sont produites et diffusées. Ces connaissances et informations peuvent être intégrées à de nouveaux produits et procédés, tel que décrit dans le modèle d'innovation fondé sur « l'intégration des systèmes et le réseautage » de Rothwell (1994) qui permet la transmission de progrès techniques au moyen de changements technologiques. Les nouvelles connaissances et informations peuvent aussi prendre la forme de pratiques organisationnelles adoptées par une branche d'activité donnée, de connaissances tacites que possèdent les personnes qui ont des compétences spécialisées acquises au moyen d'études ou d'expérience, ou de connaissances et informations qui peuvent être codifiées dans des manuels, être présentées dans certaines publications ou entrer dans la conception de logiciels ou de produits. La diffusion des connaissances exige un utilisateur qui peut trouver, comprendre et absorber puis appliquer les connaissances scientifiques et technologiques (S-T) dans la forme dans laquelle elles sont transmises (Statistique Canada, 1998a).

Foray et David (1995) ont examiné la diffusion des connaissances et décrivent trois activités de base du système S-T : la production, la transmission et l'utilisation de connaissances S-T. La Division des sciences de l'innovation et de l'information électronique de Statistique Canada a élaboré un cadre d'organisation des données permettant de comprendre le système scientifique et technologique

(1998a). Reconnaissant que l'innovation est l'une seulement des activités auxquelles servent les connaissances S-T<sup>2</sup>, ce cadre permet d'examiner les interactions avec la société, l'économie et le système politique en tant que système de flux d'information. Il promeut l'examen d'une branche d'activité dans le cadre de ce système. Les « acteurs » entreprennent des innovations en matière de produits ou de procédés et divers indicateurs des objectifs et des résultats fournissent une description statistique des activités d'innovation de l'entreprise.

Le présent document se compose de trois sections. La première expose un modèle de système d'innovation pour le secteur de l'extraction minière qui comprend de nombreux secteurs industriels et la transmission de connaissances entre ces secteurs. La deuxième section examine les caractéristiques des entreprises innovatrices dans le système de l'extraction minière et plus particulièrement les types d'innovations et les activités d'innovation des entreprises. On y examine aussi les sources d'information pour l'innovation, les objectifs de l'innovation et les facteurs de succès commercial. La dernière section expose la manière dont les entreprises minières adoptent des technologies améliorées.

### **Un système d'innovation pour le secteur de l'extraction minière**

Le secteur de l'extraction minière au Canada est un système interactif composé de six principaux groupes d'acteurs qui mènent leurs activités dans un contexte macroéconomique, social et culturel. Le groupe des acteurs comprend les personnes et les établissements engagés dans la gestion des ressources et l'extraction de matières premières ainsi que les fabricants de produits à partir de matières premières, les utilisateurs de matières premières extraites, les services de soutien aux autres acteurs dans le système et les fabricants de machines, de matériel et d'outils utilisés par les autres acteurs dans le système.

On peut soutenir que l'innovation dans le secteur de l'extraction minière a lieu dans le cadre d'un système interactif plus vaste. Pour comprendre le processus d'innovation, il ne faut pas en examiner une partie isolément. Le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord ou SCIAN (Statistique Canada, 1998b) permet la collecte et la diffusion de données comparables sur les branches d'activité. Les mots « minière », « mine » et « minerai » se trouvent dans l'index alphabétique du SCIAN sous 17 rubriques portant sur des branches d'activité dans une vaste gamme de secteurs (secteurs à deux chiffres du SCIAN). Ces secteurs comprennent l'agriculture, la foresterie, la pêche et la chasse (SCIAN 11); l'extraction minière et l'extraction de pétrole et de gaz (SCIAN 21); la construction (SCIAN 23); certaines branches du secteur de la fabrication (SCIAN 33); le commerce de gros (SCIAN 41); les services immobiliers et les services de location et de location à bail (SCIAN 53); les services professionnels, scientifiques et techniques (SCIAN 54); et les autres services, sauf les administrations publiques (SCIAN 81)<sup>3</sup>. Seule l'une de ces branches

---

<sup>2</sup> Les autres activités en S-T prévues dans le cadre comprennent la R-D, l'invention et la diffusion de connaissances technologiques.

<sup>3</sup> Les branches énumérées comprennent : coupe de bois de mine (113311); exploitation du minerai contenant du molybdène (212299); exploitation du minerai contenant du plomb-zinc (212231); extraction du minerai contenant du cuivre (212233); exploitation minière de gypse (212395); construction d'installations minières, entrepreneurs généraux (231390); quais de chargement et de déchargement de minerais, construction (231390); mines, machinerie et matériel d'exploitation des, fabrication (333130); locomotives de mines et pièces, fabrication (336510); mines, machinerie de, commerce de gros (417220); enrichissement de minerais, machinerie pour l', commerce de gros (417220); minière,

comprend le mot « minière » dans le titre, soit l'extraction minière et l'extraction du pétrole et de gaz. Le mot « minéral » figure dans un nombre d'entrées plus petit, soit seulement cinq entrées pertinentes<sup>4</sup>. Parmi ces entrées sont comprises certaines branches du secteur de la fabrication (SCIAN 32); le commerce de gros (SCIAN 41); et les services immobiliers et les services de location et de location à bail (SCIAN 53)<sup>5</sup>.

Une approche axée sur les systèmes de description du secteur de l'extraction minière combine les concepts du « terrain politique de l'innovation » décrit dans le Manuel d'Oslo et les concepts du document intitulé « Cadre conceptuel pour un système d'information statistique » (Statistique Canada, 1998a). Pour réduire la complexité et pour limiter la portée du présent document, nous excluons certains secteurs. Par exemple, le secteur de la construction qui utilise des produits des branches de l'extraction comme le sable et le gravier n'est pas compris dans notre analyse<sup>6</sup>, mais nous reconnaissons que les entreprises dans le secteur de la construction utilisent les produits du secteur minier. De même, le secteur des transports, le secteur du commerce de gros et la partie du secteur de la construction qui construit des installations minières ne sont pas représentés dans le système exposé dans le présent document, mais nous reconnaissons qu'ils sont au nombre de ceux qui jouent un rôle également.

Les travaux d'analyse préliminaires au moyen des données de l'Enquête sur l'innovation de 1999 ont porté principalement sur les activités innovatrices des entreprises d'extraction de minerais métalliques, d'extraction de minerais non métalliques et d'extraction de charbon. Le groupe de branches examinées a été bientôt élargi de manière à inclure les branches qui jouent un rôle dans les activités de ces entreprises. Le système du secteur de l'extraction minière proposé dans le présent document est fondé sur une approche des systèmes mise au point initialement dans le cadre de l'analyse de l'innovation dans le secteur forestier (Schaan et Anderson, 2002). Le système du secteur de l'extraction minière comprend six principaux groupes d'acteurs, soit les personnes et les établissements engagés dans la gestion des ressources et l'extraction des matières premières, les fabricants de produits à partir de matières premières, les utilisateurs de matières premières extraites, les services de soutien aux autres acteurs dans le système et les fabricants de machines, de matériel et d'outils utilisés par les autres acteurs dans le système. Les branches engagées dans l'extraction ont servi de point de départ pour l'élaboration du système. Les acteurs ont été regroupés selon les branches d'activité qu'ils comprennent (annexe 1) en fonction du principal type d'activité menée par ces branches. Les différents aspects du système du secteur de l'extraction minière sont présentés à la

---

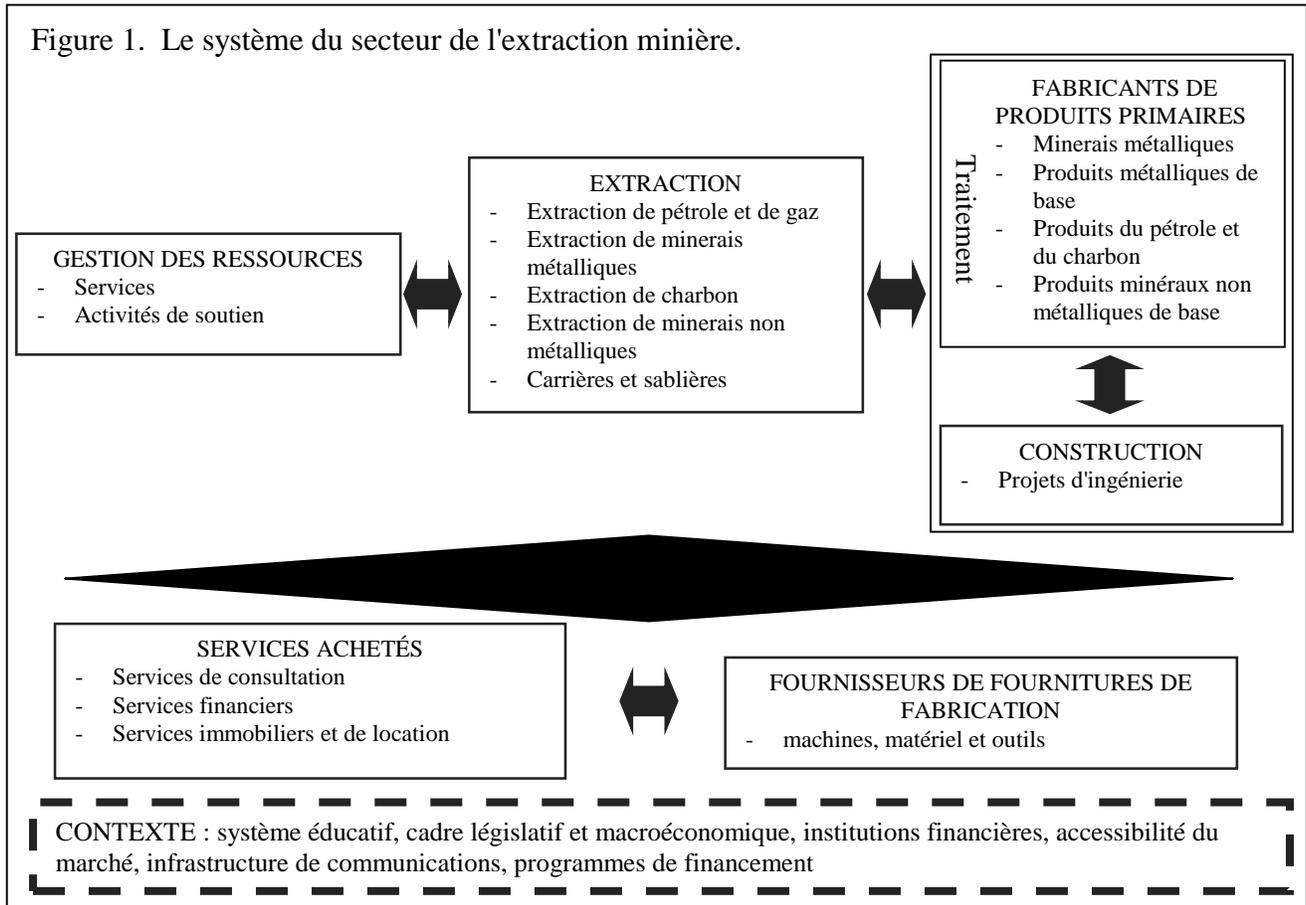
agents et courtiers du commerce de gros de machines et de matériel pour l'exploitation (419170); propriété minière, affermage de (531190); minier, location de machines et matériel (532410); ingénieur minier, services d' (541330); minier, réparation de machineries et matériel (811310); associations de producteurs miniers (813910).

<sup>4</sup> Les entrées suivantes : supplément d'aliments minéraux, fabrication (311119), eau minérale, commerce de détail (445299) et eau minérale, embouteillage et purification (312110) n'entrent pas dans le cadre de la présente étude.

<sup>5</sup> Les branches du secteur privé énumérées comprennent : laine minérale isolante, fabrication (327990); laine minérale, pierre à chaux, scories et verre, fabrication (327990); laine minérale, matériaux d'isolation, commerce de gros (416390); enrichissement de minerais, machinerie pour l', commerce de gros (417220); emprises routières, acquisition, entrepreneurs (531210);

<sup>6</sup> L'Enquête de 1999 sur l'innovation, les technologies et les pratiques de pointe dans l'industrie de la construction et les industries connexes a permis de recueillir des données sur l'innovation, les technologies et les pratiques de pointe utilisées dans le secteur de la construction et des secteurs connexes. Pour un résumé des conclusions de l'enquête, voir Anderson et Schaan (2001), L'innovation, les technologies et pratiques de pointe dans l'industrie de la construction et les industries connexes : Estimations nationales n° 88F0006XIF010004.

figure 1. Entre chaque groupe d'acteurs, une série de facteurs de transfert influent sur la diffusion de connaissances scientifiques et technologiques (indiqués par les différentes flèches à la figure 1).



Chaque groupe d'acteurs mène ses activités dans un contexte macroéconomique, social et culturel. Les divers groupes d'acteurs sont décrits en fonction de leur rapport avec les branches de l'extraction.

#### *Extraction*

- Les produits (matières premières) sont récoltés ou extraits de la terre par des entreprises minières et d'extraction du pétrole et du gaz, entre autres.

#### *Fabricants primaires*

- Transforment/raffinent les matières premières en produits métalliques, produits composés de métal ou produits contenant surtout du métal.
- Les produits sont des extrants utilisés par les consommateurs ou des intrants pour d'autres branches d'activité aux fins de transformation plus avancée.

#### *Construction*

- Utilisation de matières extraites comme le sable et le gravier dans leur forme brute et non transformée aux fins de divers projets d'ingénierie tels que la construction de routes.

### *Gestion des ressources*

- Comprend divers services d'arpentage et de cartographie, des services environnementaux, des services d'ingénierie, des services de soutien et des services-conseils.
- Les services sont directement liés aux gisements et à la gestion de la ressource de sorte que les réserves peuvent répondre à la demande et qu'on puisse continuer de soutenir la concurrence.
- Joue un rôle important dans les branches des ressources naturelles mais est moins importante pour les branches de la fabrication qui ont un système de production en usine.

### *Services achetés*

- Fourniture de services moyennant le versement de frais ou d'une commission ou fourniture de services spécialisés dans un secteur.
- Comprend les laboratoires de recherche et développement du secteur privé, les agences immobilières et de location, les banques et les services de conseils en placement.

### *Fournisseurs de fournitures de fabrication*

- Produisent des machines, du matériel et des outils.
- Peuvent être utilisés par n'importe quelle branche d'activité.

### *Contexte*

- Le contexte social et économique sous-jacent dans lequel toutes les branches mènent leurs activités.
- Les conditions et les institutions déterminent la gamme des possibilités d'innovation et peuvent aussi avoir un effet sur la diffusion des connaissances technologiques et scientifiques.
- Comprend le contexte social, les installations publiques de R-D, l'infrastructure de communication (routes, réseaux de transport, etc.), les règlements opérationnels adoptés par les administrations publiques et les protocoles régissant l'activité des branches.

## **L'innovation dans le secteur de l'extraction minière : Extraction de minerais métalliques**

### *Méthodologie*

La population visée par l'Enquête sur l'innovation de 1999 se composait de toutes les entreprises du secteur de la fabrication ou de certaines branches des ressources naturelles au Canada qui avaient répondu aux enquêtes existantes sur la production<sup>7</sup>. L'échantillon comptait cinq branches des ressources naturelles, y compris 83 entreprises d'extraction de minerais métalliques et 922 entreprises d'extraction de minerais non métalliques, soit un échantillon total de 674 entreprises dans les branches des ressources naturelles sélectionnées. Toutes les 31 branches du secteur de la fabrication ont été échantillonnées, ce qui a donné un échantillon total de 5 944 entreprises manufacturières. Les résultats de l'enquête fournissent des données sur l'innovation pour certaines seulement des branches dans les divers groupes d'acteurs indiqués à la figure 1, y compris les

---

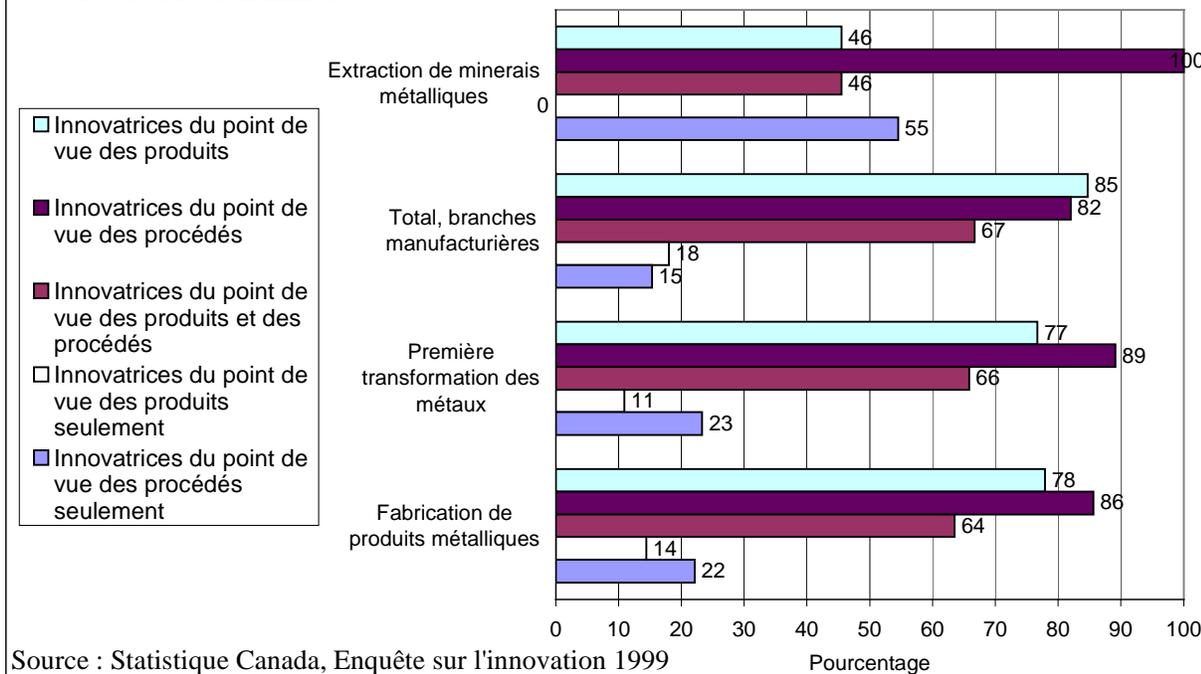
<sup>7</sup> Pour plus de détails sur la méthode d'échantillonnage, consulter Schaan et Nemes (2002), Enquête sur l'innovation 1999, Cadre méthodologique : Décisions prises et leçons apprises. Statistique Canada no. 88F0006XIF2002012 au catalogue.

branches de l'extraction et de la fabrication. Les entreprises innovatrices dans les branches de l'extraction de minerais métalliques et de la fabrication seront examinées dans la section suivante du document au moyen des données de l'Enquête sur l'innovation utilisées pour décrire le système d'innovation du secteur de l'extraction minière.

*Activités d'innovation dans les branches du secteur de l'extraction minière*

Comprendre pourquoi une entreprise pourrait innover peut aider à prévoir le type d'innovations qui seront faites, c'est-à-dire innovations de produits ou innovations de procédés. Les branches d'extraction et les branches manufacturières primaires du secteur de l'extraction minière se distinguent selon le type d'innovations qu'elles font (figure 2).

Figure 2. Pourcentage d'entreprises innovatrices selon le type d'innovations dans les branches innovatrices d'extraction de minerais métalliques, manufacturières et manufacturières primaires dans le secteur de l'extraction minière.



Dans l'ensemble, les branches innovatrices du secteur de la fabrication sont innovatrices plus souvent du point de vue des produits que du point de vue des procédés. Les branches du secteur de l'extraction minière, notamment celles de l'extraction de minerais métalliques, affichent toutefois une tendance inverse. Selon les données recueillies sur les branches d'extraction de minerais métalliques et les branches manufacturières primaires innovatrices, ces branches sont davantage portées sur les innovations de procédés que sur les innovations de produits. En outre, l'écart entre le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des produits et le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés est le plus grand dans la branche de l'extraction de minerais métalliques par rapport aux branches manufacturières primaires. En outre, toutes les entreprises innovatrices d'extraction de minerais métalliques sont innovatrices du point de vue des procédés mais moins de la moitié (46 %) sont innovatrices du point de vue des produits. L'extraction de minerais métalliques

est la seule branche visée par l'Enquête sur l'innovation de 1999 dans laquelle toutes les entreprises innovatrices étaient innovatrices du point de vue des procédés.

À mesure que les matières premières produites par les entreprises d'extraction de minerais métalliques sont transformées par les diverses branches manufacturières primaires, l'écart entre le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des produits et le pourcentage des entreprises innovatrices du point de vue des procédés se réduit (figure 2). Prenons, par exemple, les résultats de la fonte et de l'affinage de métaux par les entreprises de première transformation de métaux, qui peuvent être transformés ensuite en tôle, feuillards, ronds, barres, fils ou produits moulés et autres produits métalliques de base. Nous constatons ici un écart de 12 % entre le pourcentage des entreprises innovatrices du point de vue des produits et le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés. Les branches de fabrication de produits métalliques peuvent transformer ces derniers en produits assemblés tels que fenêtres, portes et articles de quincaillerie en métal. Dans ce cas, nous constatons que l'écart entre le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des produits et le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés a diminué, passant à 8 %.

Le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des produits seulement ou des procédés seulement atteste aussi de ce penchant pour l'innovation du point de vue des procédés des branches d'extraction et des branches manufacturières primaires. Il n'y a pas d'entreprises d'extraction de minerais métalliques qui adoptent des innovations du point de vue des produits seulement. Toutefois, plus de la moitié (55 %) des entreprises d'extraction de minerais métalliques innovatrices sont innovatrices du point de vue des procédés seulement. On constate une relation similaire en ce qui concerne les branches manufacturières primaires. Toutefois, l'écart entre le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des produits seulement et le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés seulement est plus petit. Dans l'ensemble du secteur de la fabrication, la tendance est inverse. Le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des produits seulement est plus grand que le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés seulement.

Les branches des ressources naturelles produisent des matières brutes qui ont un long cycle de vie et dans le cas de certaines, par exemple l'or, un cycle de vie virtuellement infini. Seulement 3,1 % des entreprises innovatrices d'extraction de minerais métalliques ont indiqué que le remplacement de produits éliminés graduellement est un objectif important de l'innovation, comparativement à plus du tiers des entreprises innovatrices du secteur de la fabrication (37 %, tableau 2). La durée du cycle de vie d'un produit influe sur l'indicateur de l'innovation (Manuel d'Oslo, page 21).

Moins du tiers de toutes les entreprises d'extraction de minerais métalliques ont indiqué que l'élaboration de nouveaux produits ou procédés est un important facteur de succès commercial, comparativement à plus de la moitié des entreprises manufacturières primaires du secteur de l'extraction minière et près des deux tiers des entreprises dans l'ensemble du secteur de la fabrication (tableau 1). Dans le cas des entreprises qui ont élaboré de nouveaux produits ou procédés, juste au-dessus de la moitié (53 %) des entreprises innovatrices du secteur de l'extraction minière ont indiqué que l'élaboration de nouveaux produits et procédés est un facteur de succès commercial, comparativement à près du tiers (72 %) du total des entreprises dans le secteur de la fabrication et à environ 60 % des entreprises manufacturières primaires dans le secteur de l'extraction minière.

Même si l'innovation est un facteur important de succès pour les entreprises d'extraction de minerais métalliques, les entreprises du secteur de la fabrication et les entreprises manufacturières primaires accordent plus d'importance à l'innovation comme facteur de succès que les entreprises d'extraction de minerais métalliques.

Par contre, la satisfaction des clients existants est le facteur auquel le pourcentage le plus élevé de branches innovatrices du secteur de la fabrication et de branches manufacturières primaires attribuent le succès commercial de l'entreprise; c'était le cas de plus de 97 % de ces entreprises. La satisfaction des clients se situe au troisième rang des facteurs de succès le plus souvent indiqués par les entreprises innovatrices d'extraction de minerais métalliques; il est cité par moins des deux tiers (62 %) des entreprises. Moins du quart (21 %) de toutes les entreprises d'extraction de minerais métalliques ont adopté de nouveaux produits pendant la période allant de 1997 à 1999, comparativement à plus des deux tiers (68 %) de l'ensemble des entreprises dans le secteur de la fabrication. Parmi les entreprises innovatrices, moins de la moitié des entreprises d'extraction de minerais métalliques sont innovatrices du point de vue des produits comparativement à 85 % de l'ensemble des entreprises dans le secteur de la fabrication et à plus de trois quarts des entreprises dans les branches manufacturières primaires (figure 2). Les entreprises d'extraction de minerais métalliques innovatrices ne croient pas avoir besoin de nouveaux produits même si elles estiment que la satisfaction des clients est un important facteur de succès commercial. Pourquoi, donc, s'attendrait-on à ce qu'elles élaborent de nouveaux produits?

Les branches qui produisent des produits dont le cycle de vie plus court ont plus souvent besoin d'innovations que celles qui produisent des produits dont le cycle de vie est plus long. Étant donné la nature des produits de la branche d'extraction de minerais métalliques, ces entreprises minières n'ont pas vraiment besoin d'innover selon le cycle de trois ans prévu par le Manuel d'Oslo. Elles devraient être davantage portées à innover du point de vue des procédés que du point de vue des produits. Y a-t-il d'autres moteurs de l'innovation dans l'extraction de minerais métalliques?

Le contexte macroéconomique et culturel de la branche de l'extraction de minerais métalliques et d'autres branches d'exploitation/extraction au Canada a été établi aux débuts de notre histoire économique au moment où les marchés des matières premières ont été développés et les interdépendances avec les fabricants ont été établies. Juste au-dessus du tiers des entreprises d'extraction de minerais métalliques considèrent la recherche de nouveaux marchés comme un facteur de succès commercial, comparativement à plus des trois quarts des entreprises innovatrices du secteur de la fabrication (tableau 1). Un pourcentage encore plus petit d'entreprises d'extraction de minerais métalliques sont d'avis que l'établissement de marchés-créneaux ou spécialisés est un facteur de succès commercial, comparativement à entre deux tiers et trois quarts des entreprises innovatrices du secteur de la fabrication (tableau 1). Le secteur de la fabrication, au pays et à l'étranger, est un important marché pour les produits de la branche de l'extraction de minerais métalliques. Des changements dans les procédés de production ont permis aux branches de l'extraction de répondre à la demande de matières premières du secteur de la fabrication.

Les innovations du point de vue des procédés procureraient un avantage concurrentiel plus important que les innovations du point de vue des produits. Le pourcentage d'entreprises innovatrices du point

de vue des procédés dans la branche de l'extraction de minerais métalliques est plus élevé que le pourcentage d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés dans les branches manufacturières primaires (figure 2). Les branches de l'extraction des ressources naturelles dans d'autres pays affichent des tendances similaires. Diverses études effectuées par l'Australian Bureau of Statistics (1998) viennent étayer la prévalence des innovations du point de vue des procédés dans le secteur minier. Ces études ont révélé que 39 % de toutes les entreprises du secteur minier<sup>8</sup> ont entrepris des innovations du point de vue des procédés entre juillet 1994 et juin 1997, tandis que 11 % ont entrepris des innovations du point de vue des produits.

Tableau 1. Certains facteurs de succès commercial des branches d'extraction de minerais métalliques, manufacturières et manufacturières primaires du secteur de l'extraction minière.

Facteur de succès commercial	Pourcentage d'entreprises indiquant que le facteur est important <sup>9</sup>							
	Extraction de minerais métalliques		Fabrication		Première transformation des métaux		Fabrication de produits métalliques	
	Toutes	Innovatrices	Toutes	Innovatrices	Toutes	Innovatrices	Toutes	Innovatrices
Satisfaction des clients existants	48,8	61,9	96,1	97,0	98,5	98,1	96,1	97,8
Élaboration de nouveaux produits (biens ou services) et procédés	29,9	53,3	64,3	72,2	52,7	60,0	53,6	61,2
Recherche de nouveaux marchés	25,4	37,4	73,4	77,0	70,1	74,6	66,7	71,8
Établissement de marchés-créneaux ou spécialisés	18,6	26,0	68,0	72,0	71,5	76,6	61,9	65,4

Source: Enquête sur l'innovation 1999

Si l'accent est mis davantage sur les innovations du point de vue des procédés que sur les innovations du point de vue des produits dans la branche de l'extraction de minerais métalliques, pourquoi le pourcentage global d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés dans cette branche est-il tellement plus faible que le pourcentage des entreprises innovatrices du point de vue des procédés dans les branches de la fabrication et dans les branches manufacturières primaires (figure 3)?

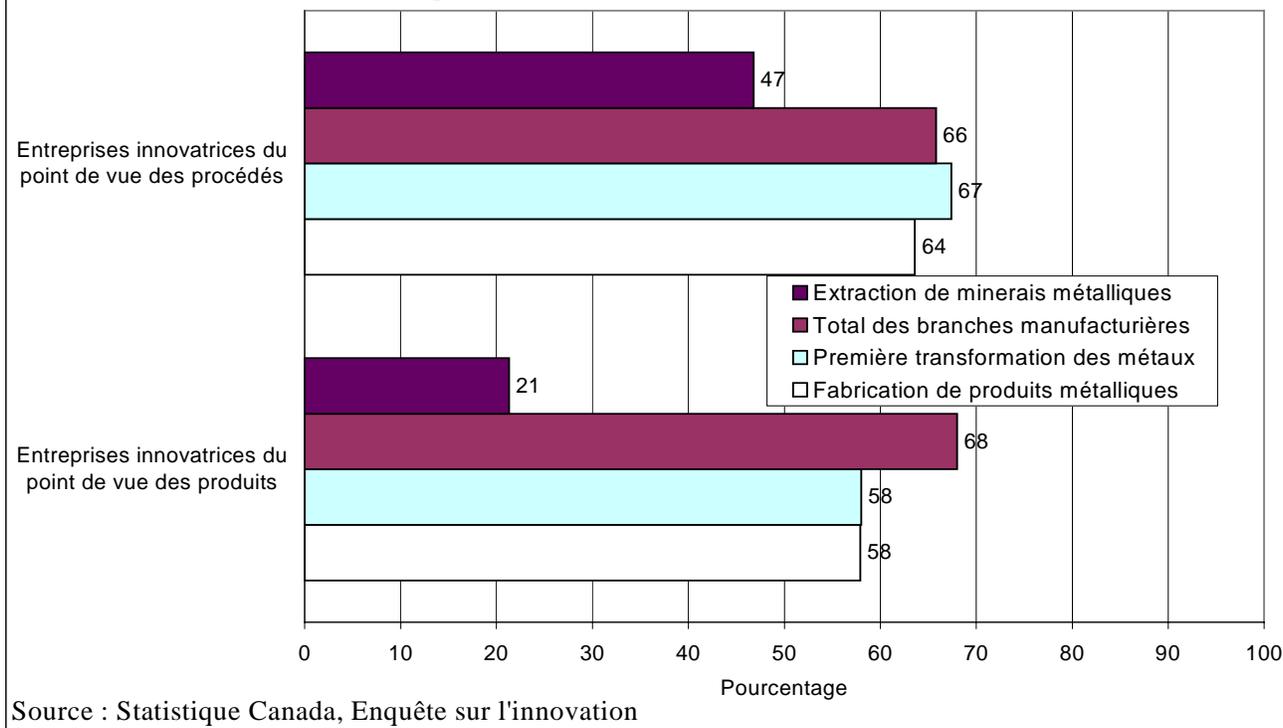
Les activités dans les branches de l'extraction des ressources naturelles traversent des cycles d'expansion et de ralentissement selon les hauts et les bas de l'économie. La période de référence pour l'Enquête sur l'innovation était de 1997 à 1999. Selon certaines indications, la période de référence pour les branches de l'extraction n'était pas la même que celle pour le secteur de la fabrication. Plusieurs entreprises non innovatrices dans la branche de l'extraction de minerais métalliques ont indiqué qu'elles ont apporté des changements à leurs systèmes de production en dehors de la période de référence visée par l'Enquête sur l'innovation de 1999. Selon d'autres

<sup>8</sup> Comprennent les entreprises d'extraction de charbon, d'extraction de pétrole et de gaz et d'extraction de minerais métalliques ainsi que d'autres entreprises du secteur minier et les services à ce secteur.

<sup>9</sup> On a demandé aux entreprises d'indiquer l'importance des facteurs de succès commerciale selon une échelle décroissante allant de 1 à 5. On considère que les entreprises qui attribuent la cote 4 à 5 à un facteur de succès commercial donné jugent ce facteur important.

réponses, les changements apportés au système de production se font lentement et les méthodes demeurent essentiellement inchangées.

Figure 3. Pourcentage d'entreprises innovatrices dans les branches d'extraction de minerais métalliques, manufacturières et manufacturières primaires du secteur de l'extraction minière.



*Pourquoi les entreprises d'extraction et les entreprises manufacturières primaires connexes innovent-elles?*

D'après les données de l'Enquête sur l'innovation, les objectifs d'innovation des entreprises d'extraction de minerais métalliques portent principalement sur les procédés de production. Les principaux objectifs de l'innovation indiqués par plus de la moitié des entreprises d'extraction de minerais métalliques innovatrices ont trait à la production : augmenter la capacité de production, réduire le coût de la main-d'œuvre, accroître la souplesse de production et réduire la consommation de l'énergie (tableau 2). Même si l'accroissement de la capacité de production se situait au deuxième rang des objectifs de l'innovation les plus couramment cités comme importants par les entreprises du secteur de la fabrication (75,3 %) et les deux branches manufacturières primaires c.-à-d. les entreprises de première transformation des métaux (79,7 %) et les entreprises de fabrication de produits métalliques (81,8 %), les principaux objectifs cités par les entreprises du secteur de la fabrication étaient l'amélioration de la qualité des produits et le prolongement de la gamme de produits (tableau 2). L'amélioration de la qualité des produits est l'objectif choisi par le pourcentage le plus élevé d'entreprises innovatrices dans le secteur de la fabrication ainsi que dans les deux branches manufacturières primaires. Le contraste entre les objectifs de l'innovation des entreprises d'extraction et de fabrication du point de vue de l'amélioration de la qualité des produits est frappant. Cet objectif a été cité comme important par moins du tiers des entreprises d'extraction de

minerais métalliques innovatrices mais par plus de 80 % de l'ensemble des entreprises des branches manufacturières primaires et de l'ensemble du secteur de la fabrication.

Tableau 2. Certains objectifs de l'innovation des branches innovatrices d'extraction de minerais métalliques, manufacturières et manufacturières primaires.

Objectif	Pourcentage d'entreprises innovatrices ayant choisi l'objectif énuméré			
	Extraction de minerais métalliques	Fabrication	Première transformation des métaux	Fabrication de produits métalliques
Augmentation de la capacité de production	67,5	75,3	79,7	81,8
Réduction du coût de la main-d'œuvre	59,7	58,7	73,1	62,8
Accroissement de la souplesse de production	51,9	65,5	62,5	67,1
Diminution de la consommation d'énergie	51,3	22,9	33,8	19,7
Amélioration de la qualité des produits	31,0	82,5	80,3	82,6
Prolongement de la gamme de produits	27,8	71,6	51,7	64,4
Remplacement de produits éliminés graduellement	3,1	36,9	22,6	31,9

Source : Enquête sur l'innovation 1999

L'accent mis par les entreprises d'extraction de minerais métalliques sur les objectifs de l'innovation associés à la production donne lieu à la modification des procédés d'extraction plutôt qu'à l'élaboration de nouveaux produits. Cela aide à expliquer la prédominance des innovations du point de vue des procédés sur les innovations du point de vue des produits dans le secteur de l'extraction de minerais métalliques.

Le Conference Board of Canada (2001) a aussi constaté que l'innovation dans les branches d'activité des ressources naturelles prend davantage la forme d'innovations de procédés que d'élaboration de produits à valeur ajoutée. Il a constaté que l'accent est souvent mis sur l'innovation de procédés dans le but de réduire les coûts, surtout lorsque les prix des produits de base influent de façon importante sur les marges bénéficiaires.

Les entreprises d'extraction de minerais métalliques considèrent que leur fonction consiste à extraire des matières premières au moyen de techniques de production établie. Lorsqu'on leur a demandé d'indiquer pourquoi elles n'innovent pas, la majorité ont répondu qu'elles sont une entreprise d'extraction d'une matière première, telle que l'or, qu'il est impossible d'améliorer (normes de pureté de l'industrie). La deuxième raison donnée le plus souvent tenait à ce que les techniques et le matériel d'extraction dans la branche d'activité sont normalisés ou n'ont pas changé depuis leur adoption et que, par conséquent, il n'est pas nécessaire d'innover.

*D'où viennent les idées en matière d'innovation?*

Les entreprises d'extraction de minerais métalliques se fient largement aux sources internes d'information pour l'innovation. Dans le cas des entreprises d'extraction de minerais métalliques, les

deux principales sources d'information sont le personnel de production (92 %) et le personnel de gestion (75 %).

*Comment les connaissances sont-elles transmises dans le système d'innovation du secteur de l'extraction minière?*

Comment les connaissances qui facilitent le progrès technique dans les procédés d'extraction sont-elles transmises? Il y a de nombreux moyens d'acquérir les connaissances qui permettent d'innover. L'acquisition des connaissances ne se fait pas nécessairement exclusivement par le biais d'activités d'innovation menées au sein d'une entreprise, comme la R-D interne. La technologie acquise peut prendre la forme de brevets, d'inventions non brevetées, de licences, de savoir-faire, de marques de commerce, de services à contenu technologique, de recours à des services d'experts-conseils, d'affermage des activités de R-D, d'acquisition ou de transfert de technologies au moyen de l'achat ou de la vente d'une entreprise, de l'achat ou de la vente de matériel et de mobilité du personnel spécialisé, entre autres.

Tableau 3. Certaines entreprises du secteur de la fabrication dont des produits sont utilisés par certaines branches des ressources naturelles.

	% de toutes les entreprises		% d'entreprises innovatrices dans ce secteur	rang relatif sur le plan de l'innovation
	dont des produits sont utilisés par certaines branches des ressources naturelles	dont des produits sont utilisés par le secteur minier		
Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques	47,5	37,5	89,8	5
Fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière + Fabrication de machines industrielles (3331 et 3332)	46,6	28,8	88,0	6
Fabrication de machines (sauf 3331 et 3332) [Fabrication de machines pour le commerce et les industries de services + Fabrication d'appareils de chauffage, de ventilation, de climatisation et de réfrigération commerciale + Fabrication de machines-outils pour le travail du métal + Fabrication de moteurs, de turbines et de matériel de transmission de puissance + Fabrication d'autres machines d'usage général]	35,3	28,0	86,9	8
Fabrication d'instruments de navigation, de mesures et de commandes et d'instruments médicaux + Fabrication et reproduction de supports magnétiques et optiques	32,0	16,4	91,3	4
Fabrication de produits chimiques (sauf 3254)	31,2	22,7	87,7	7

Source : Enquête sur l'innovation 1999

L'acquisition de technologies est l'un des mécanismes de transmission des connaissances scientifiques et technologiques qui facilitent le progrès technique. De nouvelles technologies peuvent être acquises par l'achat d'outillage. La troisième plus importante source d'information pour l'innovation citée par les entreprises d'extraction de minerais métalliques sont les fournisseurs d'équipements, de matériel et de composantes (70 %). La principale activité liée à l'innovation des entreprises d'extraction de minerais métalliques, indiqué par 95 % de toutes les entreprises innovatrices, est l'acquisition de machinerie, d'équipements ou d'autres technologies liés à la production de produits ou aux procédés de production/de fabrication nouveaux ou sensiblement

améliorés. D'ailleurs, près d'une entreprise de fabrication sur cinq (17 %) a indiqué que ses produits sont utilisés par des branches du secteur minier.

Cinq des branches du secteur de la fabrication ayant le pourcentage le plus élevé d'entreprises dont des produits sont utilisés par certaines branches des ressources naturelles (plus de 30 % des entreprises) sont au nombre des 10 principales branches novatrices sur 35 branches (tableau 3). Quatre de ces cinq branches produisent des machines et des équipements ou de l'outillage. Presque une sur vingt (4,8 %) des entreprises innovatrices dans les branches Fabrication de machines pour l'agriculture, la construction et l'extraction minière + Fabrication de machines industrielles a indiqué que plus de 50 % de ses ventes sont au secteur minier. Ces entreprises peuvent donc être considérées comme des fournisseurs spécialisés.

Les taux d'innovation dans des branches comme celle de la fabrication de matériel informatique et de communications sont élevés. Dans le cas des branches engagées dans l'extraction de ressources naturelles, les taux d'innovation ont tendance à être faibles. En pareil cas, l'examen des activités des branches de l'extraction de façon isolée ne permet pas d'établir correctement les taux d'innovation. Plutôt, une partie de l'innovation se fait dans les branches d'activité qui fournissent des machines et des équipements aux branches d'exploitation.

Les entreprises du secteur de l'extraction minière qui acquièrent des machines et des équipements ont-elles des taux d'innovation plus élevés que celles qui n'en acquièrent pas? Parmi les entreprises innovatrices qui ont indiqué qu'elles avaient acquis des machines, des équipements ou d'autres technologies liés à l'innovation, les dix principales branches d'activité varient quant à leur rang relatif sur le plan de l'innovation (tableau 4). Le pourcentage d'entreprises innovatrices ayant acquis des machines, des équipements ou d'autres technologies va de 89 % à 100 % des entreprises dans les branches des ressources naturelles et les branches du secteur de la fabrication couvertes par l'Enquête sur l'innovation de 1999. Toutes les entreprises d'extraction de minerais métalliques innovatrices ont adopté des innovations de procédés.

Quatre-vingt-quinze pour cent des entreprises d'extraction des minerais métalliques innovatrices du point de vue des procédés ont indiqué qu'elles avaient acquis des machines et des équipements ou d'autres technologies pendant la période allant de 1997 à 1999. L'acquisition de machines, d'équipements et de technologies joue un rôle clé dans le processus menant à l'innovation de procédés dans les entreprises d'extraction de minerais métalliques. Même si ces entreprises affichent dans l'ensemble des taux d'innovation plus faibles que les entreprises dans les branches de la fabrication, lorsqu'on compare les types d'innovation entre branches, le pourcentage des branches d'extraction de minerais métalliques innovatrices du point de vue des procédés est supérieur à ceux des branches du secteur de la fabrication et des branches manufacturières primaires dans le secteur de l'extraction minière. Huit des dix branches innovatrices ayant le pourcentage le plus élevé d'entreprises qui ont indiqué qu'elles ont acquis des machines et des équipements se classent parmi les dix premières quant au pourcentage d'innovation de procédés. Les entreprises innovatrices qui acquièrent des machines et des équipements affichent des taux plus élevés d'innovation de procédés que les entreprises qui n'en acquièrent pas.

Tableau 4. Branches novatrices qui ont indiqué le pourcentage le plus élevé d'entreprises innovatrices ayant acquis des machines, des équipements ou d'autres technologies liés à l'innovation.

	% d'entreprises ayant acquis des machines, des équipements ou d'autres technologies liés à l'innovation			% des entreprises innovatrices	Rang relatif global sur le plan de l'innovation	% d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés	% d'entreprises innovatrices du point de vue des procédés	Rang relatif sur le plan de l'innovation de procédés
	Toutes	Innovatrices	Innovatrices du point de vue des procédés					
Fabrication de semi-conducteurs et d'autres composantes électroniques	100,0	100,0	100,0	94,9	2	87,8	92,5	2
Extraction de minerais métalliques	60,0	95,0	95,0	46,8	32	46,8	100,0	1
Fabrication de matériel ferroviaire roulant + Construction de navires et d'embarcations + Fabrication d'autres types de matériel de transport	76,2	95,0	96,5	74,7	24	61,6	82,5	18
Fabrication de produits aérospatiaux et de leurs pièces	86,8	94,4	98,1	83,9	13	73,3	87,4	6
Fabrication de plaquages, de contreplaqués et de produits en bois reconstitué	69,7	93,5	98,1	64,8	30	55,9	86,3	7
Impression et activités connexes de soutien	83,9	93,4	95,4	84,9	12	77,6	91,3	3
Première transformation des métaux	79,0	91,1	93,1	75,7	23	67,4	89,1	4
Scieries et préservation du bois	75,3	90,4	93,7	73,6	26	65,4	88,8	5
Fabrication de meubles et de produits connexes	76,3	89,9	96,6	81,9	16	69,7	85,1	10
Exploitation forestière	47,3	89,6	89,7	40,9	34	34,7	84,9	12

Source : Enquête sur l'innovation 1999

*Quels types de conséquences sont en demande dans la branche de l'extraction des minerais métalliques? Y a-t-il une pénurie de compétences?*

La formation est l'un des importants facteurs de succès commercial pour les entreprises innovatrices. La formation des employés est le facteur le plus souvent cité par les entreprises d'extraction de minerais métalliques innovatrices. Il s'agit du deuxième facteur de succès commercial cité le plus fréquemment par les entreprises d'extraction de minerais métalliques novatrices et du troisième dans le cas de la branche de fabrication de produits métalliques innovatrice et de l'ensemble des branches innovatrices du secteur de la fabrication (tableau 5). Plus de 80 % des entreprises d'extraction de minerais métalliques, des entreprises manufacturières en général et des entreprises manufacturières primaires ont indiqué avoir mené des activités de formation liées à l'adoption d'innovations.

Le recrutement d'employés d'expérience a été cité par un plus petit pourcentage d'entreprises d'extraction de minerais métalliques (57 %) que d'entreprises dans l'ensemble du secteur de la fabrication (70 %) et de branches manufacturières primaires. Toutefois, on constate une plus grande dépendance à l'égard de la main-d'œuvre qualifiée : le pourcentage d'entreprises d'extraction de

minerais métalliques innovatrices citant le recrutement de nouveaux diplômés d'universités comme facteur de succès commercial est presque le double de celui des entreprises du secteur de la fabrication.

Tableau 5. Pourcentage d'entreprises d'extraction de minerais métalliques, d'entreprises du secteur de la fabrication et d'entreprises manufacturières primaires ayant les opinions et menant les activités suivantes en ce qui concerne la formation et les compétences.

	Extraction de minerais métalliques	Fabrication	Première transformation des métaux	Fabrication de produits métalliques
La formation des employés est un important facteur de succès commercial	83,5	81,9	88,3	79,4
Offre une formation liée à l'adoption d'innovations	79,6	81,3	91,2	80,1
Le recrutement d'employés d'expérience est un important facteur de succès commercial	56,9	70,4	63,2	71,4
Le recrutement de nouveaux diplômés d'universités est un important facteur de succès commercial	43,4	22,8	31,9	18,4
Le recrutement de nouveaux diplômés d'écoles techniques et collèges est un important facteur de succès commercial	46,2	40,9	44,5	42,1
Reconnaît qu'il est difficile de recruter un personnel et des travailleurs qualifiés	43,8	63,4	54,0	67,7
Reconnaît qu'il est difficile de conserver des employés et des travailleurs qualifiés	34,8	34,8	34,1	28,6
La pénurie de personnel spécialisé est un obstacle à l'innovation	24,3	37,4	41,3	45,4

Source : Enquête sur l'innovation 1999

Pour ce qui est de la main-d'œuvre qualifiée, les entreprises d'extraction de minerais métalliques ont accès à un personnel plus varié, puisant leurs employés dans un bassin de ressources plus large que les entreprises du secteur de la fabrication. Presque le même pourcentage d'entreprises d'extraction de minerais métalliques (46 %) ont indiqué que le recrutement de nouveaux diplômés d'écoles techniques et collèges est un facteur de succès commercial que le pourcentage d'entreprises qui ont cité le recrutement de nouveaux diplômés d'universités (43 %). Cette différence de moins de 3 % contraste avec celle, plus grande (soit de 13 à 24 %), quant à l'importance des écoles techniques et des collèges par rapport aux universités pour les branches du secteur de la fabrication et les branches manufacturières primaires. Cette souplesse a une incidence sur la taille du bassin de ressources humaines dans lequel ces branches d'activité puisent leurs employés et se reflète dans le pourcentage d'entreprises qui reconnaissent qu'il est difficile de recruter du personnel qualifié. Un pourcentage plus petit d'entreprises d'extraction de minerais métalliques (44 %) trouvent qu'il est difficile de recruter du personnel qualifié comparativement à entre la moitié et plus des deux tiers des branches du secteur de la fabrication et des branches manufacturières primaires. Bien qu'il soit inférieur au pourcentage de ces deux branches, le pourcentage d'entreprises d'extraction de minerais métalliques qui reconnaissent qu'il est difficile de recruter du personnel et des travailleurs qualifiés est juste au-dessous de 50 %, ce qui pourrait indiquer une pénurie de travailleurs spécialisés.

Environ le tiers des entreprises d'extraction de minerais métalliques, des entreprises du secteur de la fabrication et des entreprises manufacturières primaires reconnaissent qu'il est difficile de conserver

leur personnel et leurs travailleurs qualifiés. L'absence de personnel qualifié est un obstacle à l'innovation pour environ le quart des entreprises d'extraction de minerais métalliques innovatrices. Il s'agit d'un obstacle encore plus important pour les branches de l'ensemble du secteur de la fabrication et les branches manufacturières primaires, dont les taux d'innovation globaux sont plus élevés.

## Adoption de nouvelles technologies

### Méthodologie

La population visée par l'Enquête sur le commerce électronique et la technologie (ECET) de 2000 était composée de tous les secteurs économiques, dans les secteurs tant privé que public, sauf l'agriculture et la construction. L'échantillon total comprenait quelque 21 000 entreprises<sup>10</sup> dont le taux de réponse a été de 77 %, représentant 93 % de l'activité économique. On utilisera des données fondées sur un échantillon de 177 entreprises du secteur minier et 3 700 entreprises du secteur de la fabrication pour décrire comment ces branches réagissent à l'adoption de technologies de pointe.

### Comment les branches de l'extraction réagissent-elles aux nouvelles technologies?

Dans le cas des entreprises qui ont adopté des technologies sensiblement améliorées, la majorité des entreprises du secteur minier ont procédé au moyen de l'achat de technologies telles quelles (tableau 6), dont certaines auprès de branches du secteur de la fabrication. L'adoption de technologies améliorées a créé un besoin de formation chez les entreprises minières et manufacturières du secteur de l'extraction minière.

Tableau 6. Améliorations technologiques dans les branches minières, manufacturières et manufacturières primaires du secteur de l'extraction minière.

	% d'entreprises qui adoptent des technologies sensiblement améliorées	% d'entreprises ayant des technologies améliorées et adoptant de nouvelles technologies par :				% d'entreprises ayant adopté des technologies améliorées qui ont besoin de formation
		l'achat de technologies telles quelles	l'octroi de licences pour l'utilisation de nouvelles technologies	la personnalisation ou la modification importante de technologies existantes	l'élaboration de nouvelles technologies	
Extraction minière (sauf l'extraction du pétrole et du gaz) <sup>11</sup>	50,3	68,1*	12,3	46,3*	9,8	83,0
Fabrication	50,6	70,8	14,8	51,0	22,8	73,4
Première transformation des métaux	59,1	51,9*	10,2	59,2*	37,7*	71,7*
Fabrication de produits métalliques	39,3	73,2	20,0	43,6	19,6	74,9

\* à utiliser avec circonspection

Source : Enquête sur les technologies de l'information et des communications 2000

<sup>10</sup> Les enquêtes sur la production sont généralement fondées sur l'établissement. Une entreprise statistique est définie comme étant « ...l'unité organisationnelle d'une firme qui dirige et contrôle l'affectation de ressources intéressant ses activités nationales et pour laquelle on établit des états financiers et des bilans consolidés ... » (SCIEN, Statistique Canada, 1998, p. 9).

<sup>11</sup> Comprend l'extraction de charbon, l'extraction de minerais métalliques, l'extraction de minerais non métalliques et l'extraction en carrière, ainsi que les activités de soutien du secteur minier et de l'extraction de pétrole et de gaz.

L'élaboration de nouvelles technologies n'est pas courant dans le secteur minier; moins d'une entreprise sur dix qui ont adopté de nouvelles technologies les avaient élaborées. Ce phénomène est plus répandu dans les branches de la fabrication, où environ le quart des entreprises qui ont adopté de nouvelles technologies ont indiqué qu'elles les avaient élaborées.

## **Conclusions**

L'extraction de minerais métalliques, une branche d'extraction de ressources naturelles, fait partie d'un plus vaste système d'innovation qui comprend les branches de gestion des ressources, les branches manufacturières primaires, le secteur de la construction, les industries de services, les fabricants de machinerie et d'équipements et les conditions ou le contexte dans lesquels l'entreprise mène ses activités. Pour broser un tableau complet de l'innovation au sein d'un système, celui-ci doit inclure tous les acteurs qui font des innovations ou qui participent au processus d'innovation. Les données disponibles sur les innovations permettent d'examiner l'innovation et la transmission d'information dans le secteur de l'extraction, dans les branches manufacturières primaires et dans le secteur de la fabrication. Les enquêtes menées à l'avenir apporteront peut-être des éclaircissements sur les liens avec d'autres acteurs de ce système.

L'extraction de minerais métalliques est caractérisée par un pourcentage élevé d'innovation de procédés mais un taux beaucoup plus faible d'innovation de produits. En outre, toutes les entreprises d'extraction de minerais métalliques innovatrices sont innovatrices du point de vue des procédés, et plus de la moitié sont innovatrices du point de vue des procédés seulement. Dans une branche qui produit des produits de base (matières premières) au cycle de vie long et, dans certains cas, presque infini, on ne peut s'attendre à constater un taux élevé d'innovation de produits.

Dans les entreprises d'extraction de minerais métalliques, les innovations dépendent largement de l'acquisition de machinerie et d'équipements en tant que technologies incorporées. Les entreprises minières réagissent aux nouvelles technologies en les achetant telles quelles. Les fabricants de cette machinerie et de ces équipements ont des taux élevés d'innovation. L'application de l'indicateur de l'innovation prévu dans le Manuel d'Oslo à une branche d'activité de façon isolée a pour effet d'attribuer cette activité d'innovation aux fabricants de la machinerie et des équipements à titre d'innovation de produits. À moins d'examiner aussi l'activité d'innovation des fournisseurs de machinerie et d'équipements, on ne peut pas reconnaître cette composante de l'innovation de procédés. En 2000, la plupart des entreprises minières ont adopté des technologies sensiblement améliorées en les achetant telles quelles.

La formation est un important facteur de succès commercial pour les entreprises innovatrices. On souligne l'importance de la formation dans les entreprises minières, ce dont témoigne le fait qu'en 2000, la plupart de ces entreprises assuraient une formation obligatoire en technologies sensiblement améliorées. Selon certaines indications, il y aurait une pénurie de compétences dans la branche de l'extraction de minerais métalliques. Les entreprises d'extraction de minerais métalliques ne manifestent pas de préférence marquée pour une source de compétences spécialisées particulière, soit les universités ou les collèges et les écoles techniques. Toutefois, les entreprises ont accès à une large gamme de compétences et le recrutement ainsi que le maintien en poste de personnel et de travailleurs qualifiés est une source de préoccupation pour de nombreuses entreprises d'extraction de

minerais métalliques innovatrices. D'autres sources de données d'enquête telle que l'Enquête sur le milieu de travail et les employés (EMTE) de Statistique Canada pourraient apporter d'autres éclaircissements sur les problèmes de ressources humaines auxquels se trouvent confrontées les entreprises d'extraction de minerais métalliques.

## **Remerciements**

Le système d'innovation du secteur forestier dont fait état le présent document est le résultat de travaux effectués par le personnel de la Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique sous la direction de Fred Gault, en collaboration avec le personnel de Ressources naturelles Canada (RNCan). L'auteur tient à remercier tout particulièrement Frances Anderson qui a dirigé les recherches sur l'innovation dans les branches des ressources naturelles et communiqué les résultats de travaux exécutés en collaboration avec John Hector dans le cadre de plusieurs ateliers portant sur le secteur forestier. D'autres remerciements vont à Rob Dunn, Tim Norris, John Hector, Jai Persaud et Hugh Deng à RNCan pour leur contribution au présent document.

## Références

- Abernathy, W. and K. Clark (1985), Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy* 14, p. 3-22.
- Conference Board of Canada (2001), Investing in Innovation in the Resource Sector: Industry Needs, Barriers and Opportunities for Action.
- Foray, D. and P. David (1995), Accessing and expanding the science and technology knowledge base. *STI Science, Technology, Industry Review* 16, p. 13-68.
- Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers, London.
- Innis, H.A. (1956), *The Fur Trade in Canada: An Introduction to Canadian Economic History*, Revised Edition, University of Toronto Press, p. 386-392.
- Kline, S.J. and N. Rosenberg (1986), "An Overview of Innovation", in R. Landau and N. Rosenberg (eds.). *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academy Press, Washington, DC, p. 289.
- Laestadius, S. (1998), The relevance of science and technology indicators: the case of pulp and paper. *Research Policy* 27, p. 385-395.
- Lundvall, B.-Å. (1992), "Introduction, National Systems of Innovation: towards a Theory of Innovation and Interactive Learning" in B. Martin and P. Nightingale (eds.). *The Political Economy of Science, Technology and Innovation*, University Press, Cambridge, UK, p. 524-543.
- Lundvall, B.-Å. (1998), Why study national systems and national styles of innovation? *Technology Analysis and Strategic Management* 10, p. 407-421.
- Mohnen, P., J. Romain and J.-S. Gallant (1996). Productivity and research and development in two Canadian forest product industries. *Forest Science* 42, p. 487-497.
- OCDE/Eurostat (1997), *Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données pour l'innovation technologique* (Manuel d'Oslo), Paris.
- Padmore, T, H. Schuetze and H. Gibson (1998). Modelling systems of innovation: an enterprise-centred view. *Research Policy* 26 p. 605-624.
- Rao, S., J. Tang and W. Wang (2002). Importance of Skills for Innovation and Productivity. Non-publié.
- Rothwell, R. (1994), "Successful Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends", in Dodgson, M. and R. Rothwell eds.), *The Handbook of Industrial Innovation*.

Schaan, S. and F. Anderson (2002), Innovation in the Forest Sector. *The Forestry Chronicle*, volume 78, number 1, pages 60-63.

Statistique Canada (2002), *Le commerce international de marchandises du Canada, décembre 2001*, Statistique Canada no. 65-001-XIB au catalogue.

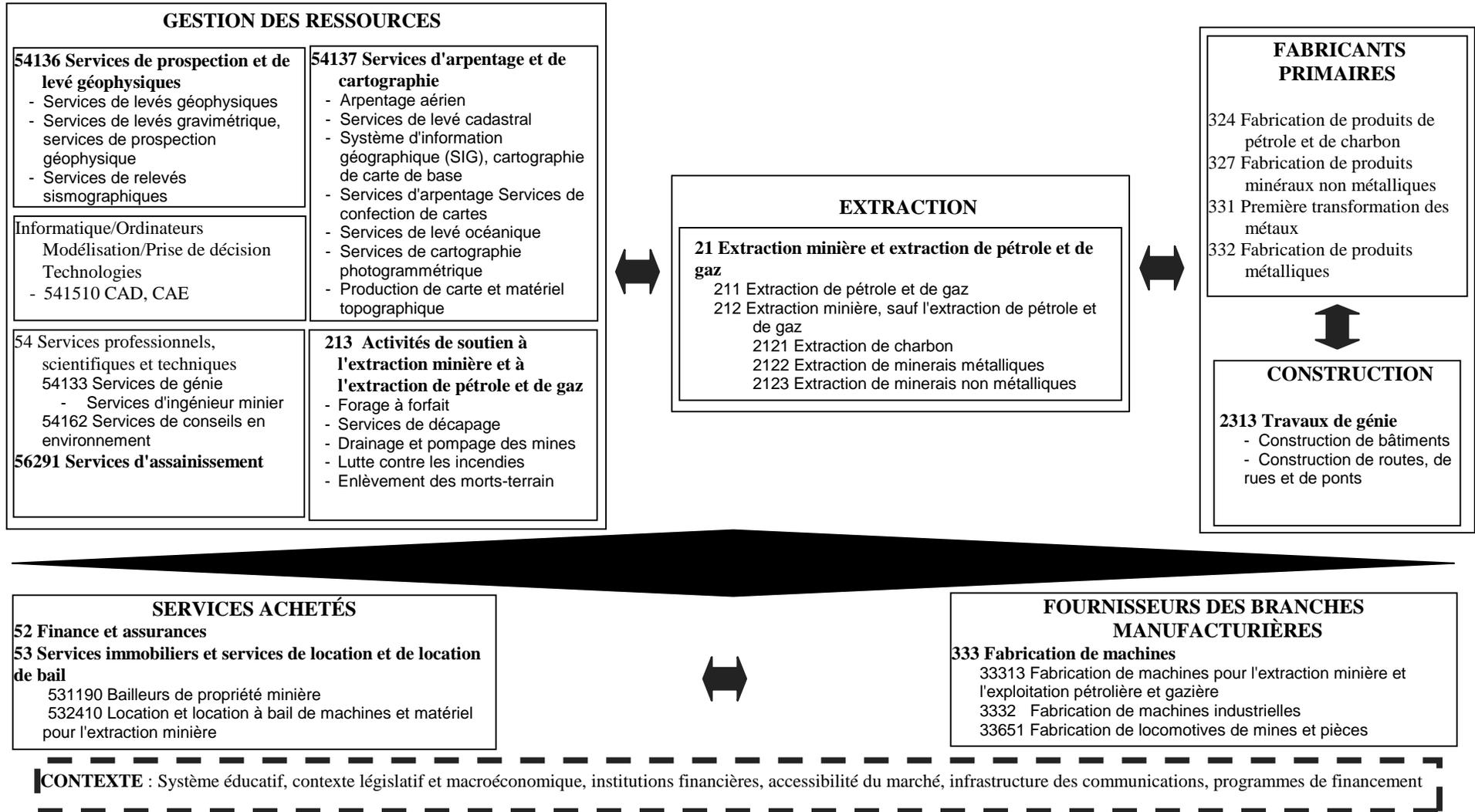
Statistique Canada (2001), *Production minérale du Canada, calcul préliminaire 2001*, Statistique Canada no. 26-202-XIB au catalogue.

Statistique Canada (1998a), *Activités et incidences des sciences et de la technologie : cadre conceptuel pour un système d'information statistique*, Statistique Canada no. 88-522-XPB au catalogue.

Statistique Canada (1998b), *Système de classification des industries de l'Amérique du Nord – SCIAN Canada*, Statistique Canada no. 12-501-XPB au catalogue.

Utterback, J. and W. Abernathy (1975), A dynamic Model of process and production innovation. *OMEGA, the International Journal of Management Science*, vol. 3, no. 6, p. 639-656.

## Annexe 1. Groupes d'acteurs dans le système d'innovation du secteur de l'extraction minière



## **Pour commander des publications cataloguées**

On peut se procurer la présente publication et les autres publications auprès des agents autorisés régionaux des librairies de quartier et des bureaux régionaux de Statistique Canada. On peut aussi les commander par la poste en s'adressant à:

Statistique Canada  
Division de la diffusion  
Gestion de la circulation  
120, avenue Parkdale  
Ottawa, Ontario  
K1A 0T6

Téléphone: 1(613)951-7277  
Commandes (sans frais partout au Canada): 1-800-700-1033  
Numéro du télécopieur: 1-(613)-951-1584 ou 1-800-889-9734  
Toronto : Carte de crédit seulement (416)973-8018  
Internet: order@statcan.ca

## **PUBLICATIONS AU CATALOGUE**

### **Publications statistiques**

88-202-XPB Recherche et développement industriels, Perspective 2001 (avec des estimations provisoires pour 2000 et des dépenses réelles pour 1999)

88-204-XIF Activités scientifiques fédérales, 2001-2002<sup>e</sup> (annuel)

88-001-XIB Statistiques des sciences (mensuel)

### **Volume 25**

No. 1 Répartition provinciale et territoriale des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, 1998-1999

No. 2 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1988 à 2000<sup>e</sup>

No. 3 Activités scientifiques en biotechnologie selon certains ministères fédéraux et organismes, 1999-2000

No. 4 Recherche et développement (R-D) en biotechnologie dans l'industrie canadienne, 1998

No. 5 Personnel affecté à la recherche et au développement (R-D) au Canada, 1990 à 1999<sup>e</sup>

- No. 6 Recherche et développement industriels de 1997 à 2001
- No. 7 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1999-2000
- No. 8 Dépenses totales au titre de la recherche et du développement au Canada, 1990 à 2001<sup>e</sup> et dans les provinces, 1990 à 1999
- No. 9 Dépenses de l'administration fédérale au titre des activités scientifiques, 2001-2002<sup>e</sup>
- No.10 Dépenses au titre de la recherche et du développement (R-D) des organismes privés sans but lucratif (OSBL), 2000
- No. 11 Activités scientifiques et technologiques (S-T) des administrations provinciales, 1992-1993 à 2000-2001<sup>e</sup>
- No. 12 Répartition provinciale et territoriale des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie, 1999-2000

## **Volume 26**

- No. 1 Les organismes provinciaux de recherche, 1999
- No. 2 Activités scientifiques en biotechnologie selon certains ministères fédéraux et organismes, 2000-2001
- No. 3 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1988 à 2001<sup>P</sup>

## **DOCUMENTS DE TRAVAIL - 1998**

Ces documents de travail sont disponibles à la Section des enquêtes des sciences et de l'innovation.

Veillez contacter:

Section des enquêtes des sciences et de l'innovation  
Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique  
Statistique Canada  
Ottawa, Ontario  
K1A 0T6  
Internet: [http://www.statcan.ca/english/research/scilist\\_f.htm](http://www.statcan.ca/english/research/scilist_f.htm)  
Tél: (613) 951-6309

ST-98-01 Un compendium de statistiques sur les sciences et la technologie, Février 1998

- ST-98-02 Exportations et emploi connexe dans les industries canadiennes, Février 1998
- ST-98-03 Création d'emplois, suppression d'emplois et redistribution des emplois dans l'économie canadienne, Février 1998
- ST-98-04 Une analyse dynamique des flux de diplômés en sciences et technologie sur le marché du travail au Canada, Février 1998
- ST-98-05 Utilisation des biotechnologies par l'industrie canadienne – 1996, Mars 1998
- ST-98-06 Survol des indicateurs statistiques de l'innovation dans les régions du Canada : Comparaisons des provinces, Mars 1998
- ST-98-07 Paiements de l'administration fédérale dans les industries, 1992-1993, 1994-1995, 1995-1996, Septembre 1998
- ST-98-08 L'analyse bibliométrique de la recherche scientifique et technologique : Guide méthodologique d'utilisation et d'interprétation, Septembre 1998
- ST-98-09 Dépenses et personnel de l'administration fédérale au titre des activités en sciences naturelles et sociales, 1989-1990 à 1998-1999<sup>e</sup>, Septembre 1998
- ST-98-10 Les flux de connaissances au Canada tels que mesurés par la bibliométrie, Octobre 1998
- ST-98-11 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1987 à 1998<sup>e</sup> et selon la province, 1987 à 1996, Octobre 1998
- ST-98-12 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1996-1997, Novembre 1998

#### **DOCUMENTS DE TRAVAIL – 1999**

- ST-99-01 Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1998, Février 1999
- ST-99-02 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province, 1988-1989 à 1996-1997, Juin 1999
- ST-99-03 Analyse du déploiement des travailleurs du domaine de la science et de la technologie dans l'économie canadienne, Juin 1999
- ST-99-04 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1970 à 1998<sup>e</sup>, Juillet 1999

- ST-99-05 Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada, 1998, Août 1999
- ST-99-06 Une vérification de la réalité pour définir le commerce électronique, 1999, Août 1999
- ST-99-07 Activités scientifiques et technologiques des administrations provinciales, 1990-1991 à 1998-1999<sup>e</sup>, Août 1999
- ST-99-08 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1988 à 1999<sup>e</sup> et selon la province, 1988 à 1997, Novembre 1999
- ST-99-09 Estimation des dépenses au titre de la recherche et de développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1997-98, Novembre 1999
- ST-99-10 Évaluation de l'attrait des encouragements fiscaux à la R-D : Canada et principaux pays industriels, Décembre 1999

#### **DOCUMENTS DE TRAVAIL – 2000**

- ST-00-01 Enquête sur la commercialisation de la propriété intellectuelle dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1999, avril 2000
- ST-00-02 Dépenses et personnel de l'administration fédérale en sciences naturelles et sociales, 1990-1991 à 1999-2000<sup>e</sup>, juillet 2000
- ST-00-03 Un cadre pour améliorer les estimations des dépenses de R-D dans le domaine de l'enseignement supérieur et dans celui de la santé, par Mireille Brochu, juillet 2000
- ST-00-04 Technologies de l'information et des communications et commerce électronique dans l'industrie canadienne, 1999, novembre 2000

#### **DOCUMENTS DE TRAVAIL – 2001**

- ST-01-01 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1989 à 2000<sup>e</sup> et selon la province 1989 à 1998, janvier 2001
- ST-01-02 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1998-1999, janvier 2001
- ST-01-03 L'innovation, les technologies et pratiques de pointe dans l'industrie de la construction et les industries connexes : Estimations provinciales, 1999, janvier 2001

- ST-01-04 L'innovation, les technologies et pratiques de pointe dans l'industrie de la construction et les industries connexes : Estimations nationales, 1999, février 2001
- ST-01-05 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province 1990-1991 à 1998-1999, février 2001
- ST-01-06 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1988 à 2000<sup>e</sup>, mars 2001
- ST-01-07 L'utilisation et le développement de la biotechnologie, 1999, mars 2001
- ST-01-08 Dépenses et personnel de l'administration fédérale en sciences naturelles et sociales, 1991-1992 à 2000-2001<sup>e</sup>, avril 2001
- ST-01-09 Estimations du personnel affecté à la recherche et au développement au Canada, 1979 à 1999<sup>e</sup>, juin 2001
- ST-01-10 L'innovation dans les entreprises canadiennes de fabrication : estimations nationales, 1999, juin 2001
- ST-01-11 Pratiques et activités des entreprises canadiennes en biotechnologie : Résultats de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie - 1999, août 2001
- ST-01-12 Activités industrielles en biotechnologie au Canada : Faits saillants de l'enquête sur les entreprises de biotechnologie de 1997, septembre 2001
- ST-01-13 L'innovation dans les entreprises canadiennes de fabrication : estimations provinciales, 1999, septembre 2001
- ST-01-14 Estimations des dépenses canadiennes au titre de la recherche et du développement (DIRD), Canada, 1990 à 2001<sup>e</sup> et selon la province 1990 à 1999, novembre 2001
- ST-01-15 Estimation des dépenses au titre de la recherche et du développement dans le secteur de l'enseignement supérieur, 1999-2000, novembre 2001

## **DOCUMENTS DE TRAVAIL – 2002**

- ST-02-01 Innovation et changement dans le secteur public : S'agit-il d'un oxymoron? janvier 2002
- ST-02-02 Mesure de l'économie en réseau, mars 2002

- ST-02-03 Utilisation des biotechnologies dans le secteur canadien des industries : Résultats de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie - 1999, mars 2002
- ST-02-04 Profil des entreprises formées par essaimage du secteur de la biotechnologie : Résultats de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie - 1999, mars 2002
- ST-02-05 Activités scientifiques et technologiques des administrations provinciales 1992-1993 à 2000-2001<sup>e</sup>, avril 2002
- ST-02-06 Gérons-nous nos connaissances? Résultats de l'Enquête pilote sur les pratiques de gestion des connaissances, 2001, avril 2002
- ST-02-07 Estimations des dépenses totales au titre de la recherche et du développement dans le secteur de la santé au Canada, 1988 à 2001<sup>P</sup>, mai 2002
- ST-02-08 Répartition du personnel et des dépenses fédérales dans le domaine des sciences et de la technologie selon la province, 1991-1992 à 1999-2000, mai 2002
- ST-02-09 Aperçu des changements organisationnels et technologiques dans le secteur privé, 1998-2000, juin 2002
- ST-02-10 Dépenses et personnel de l'administration fédérale en sciences naturelles et sociales, 1992-1993 à 2001-2002<sup>P</sup>, juin 2002
- ST-02-11 L'innovation dans le secteur forestier, juin 2002
- ST-02-12 Enquête sur l'innovation 1999, Cadre méthodologique : décisions prises et leçons apprises, juin 2002

#### **DOCUMENTS DE RECHERCHE – 1996-2001**

- No. 1 L'État des indicateurs scientifiques et technologiques dans les pays de l'OCDE, par Benoît Godin, août 1996
- No. 2 Le savoir en tant que pouvoir d'action, par Nico Stehr, juin 1996
- No. 3 Coupler la condition des travailleurs à l'évolution des pratiques de l'employeur : l'Enquête expérimentale sur le milieu de travail et les employés, par Garnett Picot et Ted Wannell, juin 1996
- No. 4 Peut-on mesurer les coûts et les avantages de la recherche en santé? par M.B. Wilk, février 1997
- No. 5 La technologie et la croissance économique : Survol de la littérature, par Petr Hanel et Jorge Niosi, avril 1998

- No. 6 Diffusion des biotechnologies au Canada, par Anthony Arundel, février 1999
- No. 7 Les obstacles à l'innovation dans les industries de services au Canada, par Pierre Mohnen et Julio Rosa, novembre 1999
- No. 8 Comment expliquer la croissance rapide parmi les entreprises canadiennes de biotechnologie, par Jorge Niosi, août 2000
- No. 9 Indicateurs comparables au niveau international pour la biotechnologie : inventaire, proposition de travail et documents d'appui, par W. Pattinson, B. Van Beuzekom et A. Wyckoff, janvier 2001
- No. 10 Analyse de l'enquête sur l'innovation, les technologies et pratiques de pointe dans l'industrie de la construction et les industries connexes, 1999, par George Seaden, Michael Guolla, Jérôme Doutriaux et John Nash, janvier 2001
- No. 11 Capacité d'innover, innovations et répercussions : le secteur canadien des services de génie, par Daood Hamdani, mars 2001
- No. 12 Modèles d'utilisation des technologies de fabrication de pointe (TFP) dans l'industrie canadienne de la fabrication : Résultats de l'enquête de 1998, par Anthony Arundel et Viki Sonntag, novembre 2001