

Sen
Q1
C21251
no. 54
c.2

Conseil
des sciences
du Canada

Science
Council
of Canada

Étude de documentation 54

La technologie dans l'industrie forestière canadienne: les orientations à prendre

Roger Hayter

Étude de documentation 54

**La technologie dans
l'industrie forestière
canadienne: les
orientations à prendre**

Roger Hayter

Janvier 1988

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe, 17^e étage
Ottawa (Ontario)
K1P 5M1

©Ministre des Approvisionnements et Services, 1987

En vente au Canada chez les
libraires autorisés ainsi qu'à
d'autres librairies ou
à l'adresse suivante :

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnement et Services Canada
Hull (Québec)
Canada
K1A 0S9

This document is also available in
English at the above-mentioned address.

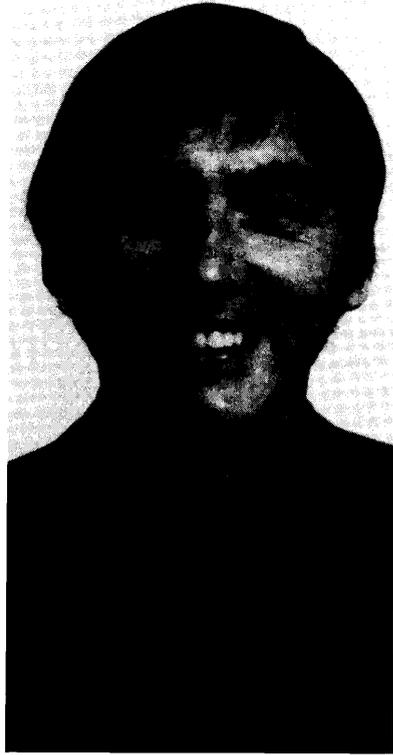
N° de catalogue: SS21-1/54-1988F

ISBN 0-660-92205-3

Prix: Canada: 9,50\$

Autres pays: 11,40\$

Prix sujet à changement sans préavis



Roger Hayter

Roger Hayter est professeur agrégé au département de géographie de l'Université Simon Fraser et directeur de ce département. Il a étudié à Sheffield (Angleterre) et il a tour à tour obtenu un baccalauréat ès arts (avec spécialisation) à l'Université de Newcastle, en 1968, une maîtrise ès arts à l'Université de l'Alberta, en 1970, et un doctorat à l'Université de Washington, en 1973. D'abord professeur à l'Université Memorial de Terre-Neuve, il enseigne depuis 1976 à l'Université Simon Fraser.

Dans ses recherches, R. Hayter s'intéresse à la géographie du développement et à la géographie industrielle. Il est l'auteur de plus de 25 articles et chapitres d'ouvrages dont plusieurs ont porté principalement sur l'industrie forestière canadienne.

Table des matières

Avant-propos	11
Remerciements	13
<hr/>	
1. Le défi technologique	15
Portée et objectifs de la présente étude	16
Plan de recherche	17
L'industrie forestière canadienne	19
Importance	19
Propriété et contrôle	20
Un secteur en déclin ?	22
Évolution technologique de l'industrie forestière	25
La recherche avant l'exploitation des ressources	28
<hr/>	
2. Recherche et Développement	29
Innovation et compétitivité	30
Système de R et D du secteur forestier	32
R et D interne des entreprises forestières	34
Évolution et emplacement des laboratoires de recherche interne	34
Envergure et portée des activités, de 1980 à 1984	35
Raison d'être de la R et D interne	37
R et D coopérative (associations)	39
Envergure et portée des activités	41
Raison d'être	42
R et D interne des fournisseurs d'équipement	44
Envergure des activités	44
Stratégies technologiques	46

R et D interne des fournisseurs de produits chimiques	47
Agents de R et D spécialisés	48
Inventeurs indépendants	48
Entrepreneurs techniques	48
Entreprises de services de R et D	49
R et D des gouvernements et des universités	50
Liaisons technologiques au sein du secteur forestier	52
Tendances de la R et D portant sur les produits forestiers et la foresterie, de 1968 à 1984	55
<hr/>	
3. Le système de R et D et son fonctionnement	57
Résultats tardifs et risques d'échecs	57
Rôle de la R et D interne des entreprises forestières	58
Rôle de la R et D interne des fournisseurs d'équipement	61
Le procédé Opco : cas type d'une innovation technologique interne	64
Paprican : source de technologie	66
FERIC : catalyseur technologique	72
Forintek : médiateur technologique	75
Diffusion de la technologie et perspectives d'avenir	76
<hr/>	
4. Potentiel et liaisons technologiques : évaluation	79
La R et D dans le secteur forestier, au Canada et aux États-Unis, aux environs de 1977	79
La R et D interne des fournisseurs d'équipement : un autre maillon faible ?	83
La propriété étrangère et la R et D interne	86
Liaisons technologiques : entreprises forestières et fabricants d'équipement	88

Liaisons technologiques : entreprises forestières et laboratoires coopératifs	89
R et D coopérative : substitut pour la R et D interne ?	90
Réactions suscitées par les politiques gouvernementales en matière de R et D	92
Commentaires	94
<hr/>	
5. Modernisation et choix de la machinerie et de l'équipement	96
Les investissements dans le secteur forestier canadien	97
Le rôle de la machinerie et de l'équipement importés	101
Modernisation de l'industrie des pâtes et papiers : cas types	102
Méthodes de modernisation	104
Facteurs influant sur le choix de l'équipement	106
Modernisation de l'industrie de la transformation du bois : cas types	108
Méthodes de modernisation	108
Choix de l'équipement	108
Modernisation sur le terrain	110
Cas type de sélection de l'équipement	111
Conclusion	112
<hr/>	
6. Promotion de la R et D interne au sein de l'industrie forestière canadienne	115
Les répercussions d'une mentalité de producteur primaire	116
Les années 1980 : une fenêtre ouverte sur l'avenir ?	117
La R et D, des laboratoires à la chaîne de production	119
Pour la flexibilité et la maximisation de la valeur au sein des entreprises de produits forestiers	120

Stratégies technologiques	123
Enrichissement du système de R et D	125
Rôle de la R et D interne des entreprises forestières	128
Rôle des laboratoires coopératifs	130
R et D interne des fournisseurs d'équipement	135
Promotion de la R et D interne au sein de l'industrie forestière	137
Notes	141
Publications du Conseil des sciences du Canada	153
Liste des tableaux	
Tableau 1.1: Production et exportation des principaux produits forestiers canadiens, 1971 et 1981	20
Tableau 1.2: Pourcentage des exportations de produits forestiers canadiens, par produit et par destination, et valeur totale par produit, 1951 et 1978	20
Tableau 1.3: Importance de la mainmise étrangère sur le secteur canadien des produits forestiers, 1979	21
Tableau 2.1 : Dépenses totales consacrées à la R et D interne par l'industrie, en millions de dollars	31
Tableau 2.2: Nombre d'emplois consacrés à la R et D interne par neuf entreprises forestières canadiennes, 1980-1984	36
Tableau 2.3: Nombre d'emplois consacrés à la R et D interne par 10 entreprises forestières canadiennes, 1981 et 1984	36
Tableau 2.4: Emplois consacrés à la R et D par les entreprises forestières canadiennes, répartis par activité principale, 1980 et 1983	37

Tableau 2.5: Emplois consacrés à la R et D par 10 entreprises forestières canadiennes, répartis par activité principale, 1984	37
Tableau 2.6: Budgets et effectifs des trois laboratoires coopératifs, 1979 et 1984	41
Tableau 2.7: Budgets et effectifs de la R et D de fournisseurs d'équipement sélectionnés	45
Tableau 3.1: Certaines caractéristiques des progrès technologiques internes « importants » réalisés depuis 1970 par six entreprises forestières	59
Tableau 3.2: Résumé des caractéristiques des progrès technologiques internes « importants » réalisés depuis 1970 par les entreprises forestières	59
Tableau 3.3: Certaines des caractéristiques des innovations internes les plus récentes réalisées par les fournisseurs d'équipement pour l'industrie forestière	62
Tableau 3.4: Produits et procédés mis au point par Paprican en date du 23 février 1984	67
Tableau 3.5: Étapes de la mise au point de certaines techniques par Paprican	70
Tableau 3.6: Papritection: synopsis de la mise au point	71
Tableau 4.1: Proportion (%) des emplois professionnels en R et D dans le secteur forestier du Canada et des États-Unis, par rapport à leur proportion (%) de la population totale, du nombre d'emplois dans le secteur forestier et du volume de la production de bois	80
Tableau 4.2: Participation du Canada à la R et D sur les produits forestiers en Amérique du Nord: quotients de localisation	81
Tableau 4.3: Opinions des entreprises forestières concernant le caractère innovateur des fournisseurs d'équipement installés au Canada et ailleurs	89
Tableau 4.4: Importance relative des liaisons entre les laboratoires de R et D des sociétés et certaines organisations de l'extérieur	90

Tableau 5.1: Investissements dans l'économie canadienne, le secteur manufacturier et le secteur forestier, de 1971 à 1984	97
Tableau 5.2: Investissements en machinerie et en équipement, à l'exclusion des coûts de construction, dans l'économie canadienne et dans le secteur forestier, de 1971 à 1984	98
Tableau 5.3: Investissements dans le secteur forestier, de 1971 à 1984	98
Tableau 5.4: Distribution régionale des investissements dans le secteur forestier, de 1971 à 1984	100
Tableau 5.5: Rendement commercial de l'industrie canadienne de l'équipement forestier	101
Tableau 5.6: Exportations (y compris les réexportations) et importations d'équipements forestiers et de feutres de machines à papier, 1971, 1981 et 1984	103

Liste des figures

Figure 1.1: Cheminement des innovations et évolution de l'industrie: le modèle du cycle évolutif	23
Figure 2.1: Avantages comparatifs des organisations de rechange dans le système de R et D du secteur forestier	33
Figure 2.2: Liaisons technologiques d'un laboratoire de R et D d'une entreprise forestière	53

Avant-propos

L'innovation technologique et ses effets sur la productivité sont devenus des questions politiques prédominantes dans tous les pays industrialisés au cours des années 1980. Au Canada, les gouvernements fédéral et provinciaux se tournent vers la science et la technologie pour stimuler la relance économique des principales entreprises canadiennes du secteur primaire.

Dans le cadre de son programme des sciences et technologies émergentes, le Conseil des sciences du Canada a commandé la présente étude sur l'innovation technologique dans le secteur forestier canadien. On y examine les diverses étapes de l'innovation technologique, y compris la génération et le transfert de la technologie forestière, la R et D effectuée par les entreprises du secteur forestier et pour ces dernières, le rôle des entreprises forestières, des fournisseurs d'équipement, des laboratoires gouvernementaux et des laboratoires coopératifs et, finalement, la nature des stratégies de modernisation. La présente étude sert d'assise à une déclaration du Conseil des sciences recommandant des moyens d'améliorer la compétitivité internationale des entreprises de ce secteur.

Les données sur lesquelles s'appuie l'étude ont été obtenues à l'aide d'une enquête approfondie menée auprès des cadres supérieurs des entreprises du secteur forestier. Les chefs d'entreprise qui ont eu l'occasion d'en examiner une première ébauche se sont dits en accord avec ses conclusions. Comme le mentionnait l'un des dirigeants interrogés, beaucoup de gens du secteur devraient lire ce document. Le Conseil des sciences est heureux de rendre le présent rapport accessible à un plus large auditoire.

Le directeur adjoint de la recherche,
Conseil des sciences du Canada,

Guy P.F. Steed

Remerciements

La présente étude n'aurait pu être menée à bien sans la coopération et les renseignements précieux fournis par un grand nombre de chefs d'entreprises et de représentants des gouvernements fédéral et provinciaux. Nous les remercions sincèrement pour leur aide. Par ailleurs, M. Guy Steed, directeur adjoint de la recherche au Conseil des sciences, a été pour nous une source constante de soutien moral et de critiques constructives.

Nous tenons aussi à remercier tout particulièrement M^{me} Jacquie Hayter pour son rôle d'assistante à la recherche ainsi que Hannele Chile, Gwen Fernandez et, surtout, Mary Ward, qui se sont acquittées avec brio des tâches de secrétariat.

Chapitre 1

Le défi technologique

Au cours de la dernière décennie, la part du Canada dans le commerce international des produits forestiers a grandement diminué. Partout au monde l'industrie forestière a traversé une période difficile, mais le secteur forestier canadien a été plus particulièrement touché. Les produits en vrac traditionnels comme le bois d'oeuvre de résineux, produit dont le Canada demeure le principal exportateur mondial ainsi qu'un producteur efficace, sont exposés aux risques de la surproduction cyclique, des fluctuations de la demande et des taux de change et du protectionnisme sur les marchés d'exportation. Les produits du bois et du papier à valeur ajoutée plus élevée sont moins vulnérables mais, dans ce domaine, le Canada n'a pas fait bonne figure. Pour un pays comme le nôtre où les entreprises forestières constituent, collectivement, le premier secteur manufacturier en importance, tout déclin relatif doit être jugé alarmant. Cependant, cette tendance peut être renversée.

Dans la présente étude, nous tentons de démontrer que l'industrie forestière canadienne fait face aujourd'hui à un défi fondamental : passer d'un mode de production axé sur un petit nombre de produits en vrac dont la rentabilité dépend d'une minimisation des coûts à un mode de production caractérisé avant tout par sa diversité, sa flexibilité, son ouverture sur une large gamme de marchés géographiques et dont la rentabilité dépend plutôt d'une maximisation de la valeur des produits. Il s'agit là d'un défi de taille.

Au cours de la période de développement économique accéléré qui a suivi la Seconde Guerre mondiale, la croissance des entreprises du secteur forestier s'est appuyée sur l'accès à des ressources forestières peu coûteuses et de grande qualité ainsi que sur la demande massive des puissances industrielles, en particulier des États-Unis, pour le bois d'oeuvre, la pâte à papier et le papier journal. Fournisseur marginal de produits en vrac uniformisés, le secteur forestier canadien pouvait fonctionner sans problème en comptant sur un nombre restreint de technologies bien établies.

Aujourd'hui, tout a changé. L'avantage que présentait l'accès à un vaste réservoir de bois résineux de haute qualité à fibres longues a perdu de son importance suite à l'exploitation de cette ressource, à l'établissement de plantations de bois résineux dans d'autres pays, à l'avènement de technologies qui ont augmenté la rentabilité de l'utilisation des bois feuillus dans la transformation du bois et la fabrication des pâtes et papiers et à l'autosuffisance accrue acquise par les

principaux clients du Canada. En outre, en même temps que les marchés de produits forestiers se diversifiaient et accordaient une place plus grande à la qualité, la croissance des marchés du bois en vrac, de la pâte et du papier journal atteignait un plafond ou subissait même une baisse. Malheureusement, comme le Conseil des sciences le mentionnait récemment :

Même si l'industrie canadienne a prévu ces changements, elle n'y a pas fait face de façon efficace. Les papeteries n'ont pu s'adapter au passage du bois tendre au bois dur et, bien que les papiers spéciaux constituent un secteur de la production canadienne qui connaît une croissance très rapide, les fabricants de papier journal n'ont pas répondu assez vite à la demande grandissante de papier de qualité supérieure comme celui utilisé pour les dépliants publicitaires!

Il en va de même pour le secteur de la transformation du bois. L'impuissance du secteur canadien du bois d'oeuvre à répondre aux besoins considérables du marché japonais de la construction domiciliaire est en effet également attribuable au manque de souplesse et d'imagination des Canadiens².

Les entreprises forestières n'ont pas encore tout à fait admis que la période de forte croissance reposant sur la construction de nouvelles usines dans des régions d'approvisionnement encore inexploitées est bel et bien terminée. Leurs connaissances de la croissance et de l'utilisation des arbres de seconde pousse, qui sont qualitativement différents des arbres de la première récolte, sont encore limitées. En outre, à cause de leur technologie relativement peu avancée, elles n'ont pas été en mesure de tirer rapidement profit de la croissance accélérée des marchés à valeur plus élevée³. Le défi qu'elles doivent relever est double : adopter des méthodes appropriées de gestion des ressources forestières et acquérir les moyens technologiques qui leur permettront de répondre aux besoins de nouveaux marchés souvent éloignés.

Pour y réussir, elles doivent mettre l'accent sur l'innovation et sur la poursuite de l'excellence technologique en investissant davantage dans la R et D interne, en modernisant leurs installations et en se dotant d'installations et d'équipements innovateurs, et en adoptant des stratégies de commercialisation dynamiques.

Portée et objectifs de la présente étude

Les politiques visant à encourager l'innovation technologique dans le secteur canadien des forêts doivent s'appuyer sur une bonne compré-

hension de ce qu'est l'innovation technologique et tenir compte des points forts et des points faibles du réseau actuel de laboratoires privés et publics qui constituent le système de R et D. Quelques études ont déjà évalué l'importance et la portée de la R et D des entreprises forestières canadiennes au cours des années 1970 et examiné la diffusion et l'incidence, sur la productivité, de pièces d'équipement précises. De par son mandat et son orientation, la présente étude ressemble aux rapports de Smith et Lessard, et de Solandt, qui définissaient et évaluaient la R et D dans le secteur canadien des forêts et suggéraient les politiques à adopter⁴. Cependant, nous mettons davantage l'accent sur le rôle de la R et D interne, sur les «liaisons technologiques» ou voies de circulation de l'information à l'intérieur du système de R et D et sur certains exemples concrets d'innovations. Smith et Lessard et Solandt s'étaient plutôt intéressés à la R et D universitaire et gouvernementale⁵.

La présente étude de l'innovation technologique (y compris la R et D) au sein de l'industrie forestière canadienne poursuit les objectifs suivants :

1. déterminer la nature et la portée de la R et D actuelle;
2. décrire l'orientation des changements technologiques intervenus au cours des 15 dernières années et commenter leurs orientations éventuelles;
3. déterminer le rôle de diverses organisations canadiennes dans l'innovation technologique;
4. déterminer les points forts et les points faibles du système de R et D;
5. évaluer certains cas récents de modernisation et décrire les méthodes de recherche et d'évaluation utilisées pour la sélection de la technologie et des fournisseurs de cette technologie;
6. recommander des politiques gouvernementales propres à accroître notre savoir-faire technologique;
7. recommander aux entreprises des politiques concernant l'innovation (y compris la R et D) et la production de la technologie dans le secteur forestier.

Plan de recherche

La présente étude s'appuie sur une vaste consultation menée auprès de hauts représentants du secteur. Nos données ont été obtenues lors de quatre séries d'entrevues dont deux comportaient un questionnaire. Pour la première enquête, l'auteur a communiqué avec les gestionnaires

de la R et D d'entreprises forestières (ou un vice-président ou un directeur) afin d'obtenir une entrevue personnelle. Lorsque cela n'était pas possible, le questionnaire était expédié par la poste. Sur les 12 responsables rejoints, huit ont accepté de participer à une entrevue et deux ont répondu par la poste⁶. Les entreprises qui consacrent le plus d'effort à la R et D — Price, Compagnie internationale de papier du Canada et Domtar — ont toutes participé. L'auteur a également rencontré les hauts responsables de trois laboratoires américains afin d'obtenir des données comparatives.

Pour la deuxième enquête, l'auteur a communiqué avec les gestionnaires de la R et D ou de la commercialisation d'environ 130 fournisseurs d'équipement. Trente-sept d'entre eux ont rempli un questionnaire, dont 16 lors d'une entrevue personnelle. Ces entreprises fabriquent une vaste gamme de produits: équipement d'exploitation forestière, machines de transformation du bois, machines à pâte et à papier, équipement électronique, etc. Les 37 personnes questionnées représentaient la plupart des principales entreprises effectuant de la R et D. L'auteur a en outre rencontré des représentants de deux fabricants de produits chimiques dont l'un consacre des efforts non négligeables à la R et D au Canada.

Ces deux premières enquêtes visaient à préciser l'envergure et la portée des activités de R et D, la nature des liaisons technologiques qu'entretiennent les entreprises et les orientations éventuelles de la R et D.

Lors d'une troisième série d'entrevues, l'auteur a communiqué avec des cadres supérieurs ayant récemment participé à une décision visant à moderniser une scierie ou une fabrique de pâtes et papiers. Ces entrevues ont permis de dégager les raisons qui peuvent inciter à la modernisation et les moyens adoptés pour y parvenir, y compris le choix des nouveaux équipements.

Finalement, l'auteur a interrogé des gestionnaires supérieurs du gouvernement (par exemple, de la Fondation de recherches de l'Ontario) et d'autres établissements engagés dans la R et D pour le secteur forestier: l'Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC), Forintek et l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (Paprican). Il s'agissait d'entrevues comportant des questions à développement portant sur l'importance, la portée et l'évolution des efforts de R et D ainsi que la nature des liaisons technologiques.

L'auteur a également obtenu des données complémentaires en consultant les principales revues spécialisées du secteur.

L'industrie forestière canadienne

Importance

Quand on parle du secteur forestier, on pense généralement à toute une gamme d'activités comprenant l'abattage, la transformation du bois, la fabrication du papier et toutes les activités connexes, lesquelles revêtent collectivement une importance critique pour l'économie canadienne. Au début des années 1980, les entreprises de ce vaste secteur employaient directement environ 300 000 Canadiens et procuraient indirectement des emplois à un nombre encore plus considérable de personnes dans le secteur manufacturier, notamment dans les domaines de la machinerie, de la métallurgie, du transport et des produits chimiques, dans le secteur de la construction, dans celui des services, notamment dans les entreprises de conseils en génie et toute une variété de services aux entreprises et, finalement, dans le secteur gouvernemental. Localement, les entreprises forestières constituent l'assise économique de plusieurs centaines de collectivités mono-industrielles du Canada. Régionalement, elles représentent le secteur manufacturier le plus important des provinces de l'Atlantique, du Québec et de la Colombie-Britannique et elles jouent un rôle important dans l'économie de l'Ontario et des Prairies.

Les entreprises forestières, à l'exclusion des activités connexes, génèrent des expéditions qui surpassent généralement en valeur celles des mines, des pêches et de l'agriculture combinées. Même au cours des dernières années, le secteur forestier était responsable de presque 20 pour cent du commerce total de marchandises du Canada. Le papier journal, la pâte et le bois d'oeuvre dominant au chapitre de la production et de l'exportation des produits forestiers du Canada (tableau 1.1). En 1981, par exemple, ces produits occupaient respectivement le troisième, le cinquième et le septième rangs pour les revenus bruts d'exportation du Canada, et au cours des dernières années, notre pays a effectué plus de 60 pour cent des exportations mondiales de papier journal et plus de 70 pour cent des exportations mondiales de pâte kraft. En outre, le Canada fournit le tiers des exportations mondiales de pâtes et papiers, ce qui le place au premier rang mondial des exportateurs de ces produits. Les entreprises forestières canadiennes sont donc fortement axées sur l'exportation. Les États-Unis sont, depuis un certain temps, leur principal marché (tableau 1.2). La tendance actuelle la plus notable, en particulier dans le cas de la pâte, est un léger déplacement vers les marchés d'Europe et d'Asie.

Tableau 1.1 : Production et exportation des principaux produits forestiers canadiens, 1971 et 1981

	1971		1981	
	Production	% d'exportation	Production	% d'exportation
Papier journal ^a	7764	85,1	8981	89,1
Carton ^a	1673	21,8	2343	21,7
Autres papiers ^a	1572	37,0	2301	50,5
Pâte chimique ^a	1001	51,9	12362	53,2
Bois d'œuvre ^b	30055	66,9	39877	68,4
Contreplaqué de résineux ^c	195	17,3	107	18,8

Source : Statistique Canada, *Usines de pâtes et papiers* (Ottawa, ministre des Approvisionnement et Services, 1971 et 1981), n° de cat. 36-204.

^a en milliers de tonnes.

^b en milliers de mètre cubes.

^c en milliers de mètres carrés.

Tableau 1.2 : Pourcentage des exportations de produits forestiers canadiens, par produit et par destination, et valeur totale (en millions de dollars) par produit, 1951 et 1978

	1951			1978		
	Bois d'œuvre	Pâte	Papier journal	Bois d'œuvre	Pâte	Papier journal
États-Unis	63,0	75,8	92,7	82,0	54,0	81,4
Europe	25,8	7,4	1,9	8,0	28,7	8,1
Australie	12,7	5,0	5,0	8,7	12,7	4,5
Autres	4,1	11,8	4,6	1,3	4,6	5,6
Valeur totale	312 \$	365 \$	536 \$	3230 \$	2180 \$	3111 \$

Source : R. Hayter, « The evolution and structure of the Canadian forest product sector: an assessment of the role of foreign ownership and control », *Fennia*, 163 (1985), 441.

Propriété et contrôle

Les entreprises du secteur forestier canadien ont, de longue date, attiré énormément d'investissements étrangers. À la fin des années 1970, par exemple, époque où la propriété étrangère des entreprises du secteur atteignait presque un sommet, le contrôle étranger variait de 29,9 pour cent (bois d'œuvre) à 44,1 pour cent (pâtes et papiers), si l'on entend par contrôle une participation d'au moins 50 pour cent (tableau 1.3). Si par ailleurs on évalue la mainmise étrangère en fonction de la proportion de résidents étrangers ayant une participation d'au moins 25 pour cent, le degré de contrôle étranger augmente alors de 5 à 10 pour cent

Tableau 1.3: Importance de la mainmise étrangère sur le secteur canadien des produits forestiers, 1979

	Capacité ^a	Pourcentage ^b de la propriété par des entreprises étrangères avec	
		une participation de 50%	une participation de 25%
Bois de résineux	94 763 ^c	29,9	38,5
Contreplaqué de résineux	297 ^d	41,8	48,5
Pâtes et papiers	80 717 ^e	44,1	51,4
Papier journal	30 043 ^e	40,2	45,8

^a Les données sur la capacité ont été obtenues en additionnant la capacité des usines individuelles telle qu'elle est précisée dans le *Directory of Forest Product Industries* et le *Pulp and Paper Directory* de Post.

^b Statistique Canada, *Liens de parenté entre corporations* (Ottawa, ministre des Approvisionnements et des Services), n° de cat. 61-517 fournit des informations précises sur le degré de mainmise étrangère des entreprises individuelles en 1975. Nous avons également consulté *The Canadian Forest Industries* pour vérifier les changements de propriété ultérieurs. Voir également R. Hayter, «The evolution and structure of the Canadian forest-product sector: an assessment of the role of foreign ownership and control», *Fennia*, 163 (1985), p. 439-50.

^c Millions de mètres cubes.

^d Millions de mètres carrés.

^e Nombre estimatif de tonnes.

pour chacune des principales classes de produits. Comme on pouvait s'y attendre, il existe un parallèle entre l'importance des investissements étrangers et le volume des exportations: les entreprises américaines dominent, suivies des entreprises européennes et japonaises⁷. Quelques entreprises canadiennes ont également connu une expansion internationale, surtout aux États-Unis et en Europe. En fait, le secteur forestier canadien est marqué par une domination croissante des grandes entreprises à intégration horizontale et verticale. En 1970, par exemple, 54 pour cent du papier journal, 20 pour cent du bois d'oeuvre, 34 pour cent du contreplaqué, plus de la moitié des produits de papier façonné, ainsi qu'une proportion substantielle de la pâte et du carton produits au Canada étaient le fait de sept entreprises⁸.

Pour les entreprises canadiennes du secteur forestier, les années 1970 et 1980 ont été marquées par une grande instabilité. La crise énergétique du début des années 1970 et la hausse rapide des taux d'inflation se sont accompagnées de graves périodes de récession en 1970-1971, 1975-1976 et 1981-1982, ainsi que de changements dans l'organisation de l'économie globale. La récession de 1981-1982 a provoqué

des pertes financières, des faillites et des fermetures d'usines, elle a entraîné un ratio élevé d'endettement et poussé les entreprises à réduire leurs coûts et à procéder à une restructuration de leurs opérations. Dans le cadre de cette restructuration, plusieurs entreprises étrangères ont vendu leurs filiales canadiennes, dans la plupart des cas à des entreprises canadiennes surtout constituées en conglomerats. Par conséquent, l'augmentation de la propriété canadienne dans le secteur forestier est passée par une augmentation du rôle joué par les conglomerats. Ces tendances revêtent une grande importance pour les politiques d'innovation.

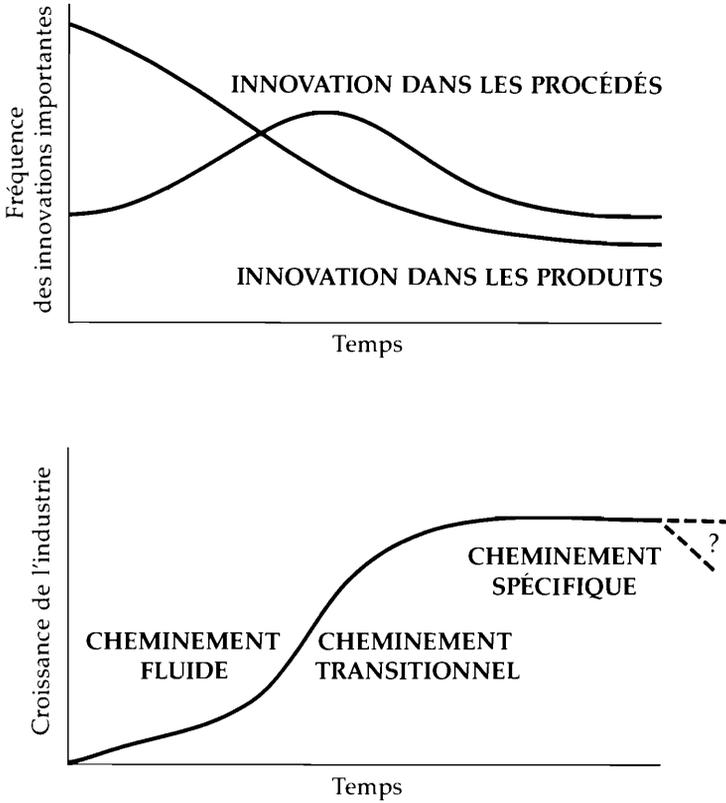
Un secteur en déclin ?

Au cours de la dernière décennie, on a eu tendance à penser que les entreprises canadiennes du secteur primaire étaient en déclin et que leur rôle dans l'économie canadienne ne pouvait que diminuer. La période de récession des années 1980 a été vue comme une sorte de ligne de démarcation entre l'économie « ancienne » et l'économie « nouvelle », entre les secteurs « en déclin » et les secteurs « en expansion »⁹. Cette distinction entre les entreprises en expansion (jeunes) et les entreprises en déclin (matures) s'appuie sur une interprétation de l'évolution industrielle selon laquelle les diverses étapes du cycle évolutif d'une entreprise — sa naissance, sa jeunesse, sa maturité, son vieillissement et sa mort — se distinguent principalement par leurs caractéristiques technologiques. À mesure qu'elle s'approche de la maturité, l'entreprise serait, semble-t-il, de moins en moins sensible aux changements technologiques d'origine interne¹⁰.

Cette interprétation s'appuie en grande partie sur l'expérience vécue dans le secteur manufacturier et elle suppose qu'à mesure que les entreprises évoluent, leur taux d'innovations importantes diminue et qu'elles passent progressivement de l'étape de la mise au point de nouveaux produits à celle de l'optimisation des procédés et de la réduction des coûts (figure 1.1). L'hypothèse veut que l'on passe d'usines de petite taille, de type entrepreneurial, caractérisées par la flexibilité des méthodes de production et par la diversité et l'évolution rapide des produits fabriqués, à des entreprises capitalistiques efficaces et de grande taille spécialisées dans la fabrication d'une gamme réduite de produits¹¹.

L'argument selon lequel les entreprises du secteur forestier canadien sont en déclin repose sur ce modèle du cycle évolutif d'une entreprise. Ceux qui défendent ce point de vue disent que les stratégies d'investissement des entreprises forestières sont axées sur la rationalisation des installations et que les changements technologiques observés dans le secteur sont graduels et visent avant tout l'amélioration

Figure 1.1: Cheminement des innovations et évolution de l'industrie : le modèle du cycle évolutif



Source: D'après Utterback et Abernathy, 1978.

des procédés et les économies de main-d'oeuvre. Pour soutenir la concurrence, les entreprises forestières misent sur la réduction des coûts. Cependant, le Canada est de plus en plus désavantagé quant aux deux principaux facteurs de production: la main-d'oeuvre et le bois. Les ressources forestières canadiennes sont en effet aujourd'hui moins intéressantes que celles des autres pays, tant par leur disponibilité que par leur qualité.

Malgré ces problèmes, le secteur forestier est toujours important pour l'économie de notre pays. Il serait mal avisé de le négliger sous

prétexte qu'il s'agit d'un secteur en déclin, à technologie mature et dont l'importance économique diminuera inévitablement à l'avenir.

Il est certain que l'industrie forestière canadienne connaît d'importants changements et que sa contribution à la croissance de l'économie canadienne ne sera plus la même à l'avenir. Pourtant, son déclin est loin d'être inévitable. Premièrement, les tendances à long terme observées au chapitre de la production et des ventes ne correspondent nullement au modèle classique du cycle évolutif¹². Par exemple, la naissance et la croissance rapide de l'industrie canadienne du bois jusqu'en 1911 ont été suivies par presque 40 ans de «croissance zéro». Puis, au cours des 30 années qui ont suivi, le secteur a connu une très grande expansion. Ainsi, le plafonnement du taux de croissance de la production de bois et d'autres produits forestiers observé au cours des années 1970 n'est pas nécessairement un signe de mort imminente.

Les perspectives de développement varient d'un produit à l'autre et rien n'indique que les questions concernant les possibilités de débouchés ou l'approvisionnement en bois doivent nécessairement faire obstacle au développement des entreprises forestières canadiennes. Par exemple, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a prédit une augmentation de la demande globale de produits forestiers au moins jusqu'à la fin du siècle et a déterminé que le Canada serait l'une des principales sources de ces produits¹³. D'autres sources informées ont aussi conclu récemment que les débouchés internationaux pour les produits forestiers s'accroîtraient¹⁴. En fait, on prévoit que l'industrie canadienne des pâtes et papiers, qui produisait 21,6 millions de tonnes de pâte, de papier et de carton en 1985, en produira 30 millions de tonnes d'ici à 1995¹⁵. D'aucuns prétendent que le principal obstacle à la viabilité du secteur forestier actuel au Canada est l'approvisionnement en bois¹⁶. Pourtant, même en admettant que cela soit exact, le problème peut toujours être résolu par la mise en vigueur au Canada de mesures appropriées de gestion des forêts¹⁷.

L'aptitude des entreprises forestières canadiennes à s'adapter à des conditions changeantes dépendra de leur aptitude à innover. La théorie classique du cycle évolutif des entreprises sous-estime considérablement le dynamisme technologique des entreprises du secteur forestier. La période actuelle de restructuration peut être l'occasion d'un renouveau et d'une réadaptation plutôt que d'un simple exercice de réduction des coûts et de la capacité de production. En fait, la fréquence des innovations majeures ne diminue pas uniformément avec le temps. Nous possédons aujourd'hui de nombreuses preuves empiriques de l'existence, dans beaucoup de secteurs industriels parvenus à maturité (par exemple, l'automobile, l'acier, le textile et la

fabrication de coutellerie), de périodes intenses d'innovations majeures et d'une grande variation des solutions techniques possibles et de celles choisies¹⁸. Les entreprises du secteur forestier ont connu, au cours des 20 dernières années, des changements technologiques de plus en plus rapides, notamment l'application de la micro-électronique, et elles ont été placées devant des choix technologiques de plus en plus complexes.

Évolution technologique de l'industrie forestière

La technologie évolue à un rythme toujours plus rapide, de la hache à la scie à tronçonner en 100 ans, de la scie à tronçonner à la scie à archet en 45 ans, de la scie à archet à la scie à chaîne en 30 ans et, aujourd'hui, de la scie à chaîne aux machines munies d'une tête d'abattage à cisailles ou à scie circulaire, la durée de chaque période étant raccourcie d'un tiers environ par rapport à la période précédente¹⁹.

Pendant la Révolution industrielle, la fabrication de pâtes et de papiers à partir du bois est devenue viable avec la mise au point de la machine à papier Fourdrinier et des méthodes de fabrication de la pâte mécanique et de la pâte chimique. Parmi les autres nouvelles technologies de l'époque, mentionnons la scie à lames multiples, la scie à ruban et la scie tronçonneuse. Les principes technologiques sous-tendant ces innovations n'ont pas changé pendant un certain temps. D'autres changements technologiques ont contribué à accroître l'envergure des opérations et la productivité de la main-d'oeuvre. Par exemple, entre 1890 et 1930, la vitesse et la largeur de la machine Fourdrinier ont été multipliées par quatre²⁰. Un auteur américain note par ailleurs qu'en dépit de l'absence d'innovations majeures entre 1919 et 1940, la productivité dans le secteur des pâtes et papiers a augmenté de plus de quatre pour cent par année²¹. Il montre l'énorme effet que peuvent avoir sur la productivité les changements technologiques graduels²².

Depuis 1945, le rythme des changements technologiques dans les secteurs des produits forestiers et de la sylviculture s'est accéléré partout dans le monde. Les techniques de gestion des forêts comme la préparation des sites, la régénération, les techniques d'éclaircie et l'amélioration génétique ont progressé considérablement au cours des trois dernières décennies. En ce qui concerne l'exploitation forestière, Silversides décrit toute une gamme de machines de plus en plus coûteuses, mises au point au pays ou importées, et conçues pour ébrancher, abattre, empiler et débusquer le bois²³. Il note que l'espérance de

vie des nouvelles innovations destinées aux opérations d'exploitation forestière a diminué radicalement au cours du dernier siècle.

Depuis 1950, les nouvelles technologies de transformation dans les secteurs du bois d'oeuvre et du contreplaqué ont permis d'élargir les possibilités de production et d'accroître la productivité de la main-d'oeuvre. Par exemple, avant 1970, Schwindt notait pour le Canada 13 innovations «importantes» et 11 «moins importantes» dans ces deux domaines²⁴. Au nombre des nouvelles technologies de transformation importantes mises au point depuis 1970, mentionnons la méthode «optimale» («best operating») d'abattage, le système électronique à balayage pour l'évaluation des billes, le sciage en travers, le séchage et le sciage en long des bois feuillus et les très nombreuses applications de la micro-électronique. Cette dernière technologie a réduit considérablement les besoins en main-d'oeuvre. On a également assisté, au cours des 40 dernières années, à la création de nouveaux produits du bois. Pendant les années 1950, les produits du contreplaqué ont connu une grande diversification. En outre, les entreprises du secteur ont mis au point les poutres laminées, les panneaux de fibres durs et les panneaux de particules à la fin des années 1950 et au cours des années 1960 et elles ont ensuite lancé sur le marché les fermes de bois, le bois d'oeuvre laminé, les poutres en I à âme de contreplaqué, les panneaux de copeaux agglomérés, les poutres en I à âme de panneaux de fibres durs, les panneaux à copeaux orientés et, plus récemment, le bois d'oeuvre composite et le bois d'oeuvre de feuillu. La mise au point de ces nouveaux produits a été le résultat des changements survenus dans la disponibilité des matières premières et des changements intervenus dans l'utilisation du bois pour la construction domiciliaire²⁵. En fait, on a assisté dans les scieries à une véritable révolution technologique.

Du côté des industries du papier et des industries connexes, les changements technologiques se sont succédés avec la même rapidité. Schwindt, par exemple, dénombrait 21 innovations «importantes» et 14 «moins importantes» entre 1950 et 1970²⁶. Depuis 1970, un certain nombre de progrès remarquables ont été réalisés du côté du blanchiment et de la production de la pâte et de la fabrication du papier. Par exemple, on a rapidement mis au point des méthodes de production à rendement élevé telles que la fabrication de la pâte thermomécanique (TMP), de la pâte chimico-mécanique (CMP), de la pâte chimico-thermomécanique (CTMP) et de la pâte kraft anthraquinone (AQ). Pour réduire la pollution et compenser pour la hausse des coûts de la fibre de bois, les nouvelles pâtes à rendement élevé présentent des taux de récupération de la fibre dépassant 90 pour cent. À titre de comparaison, les taux de récupération typiques des méthodes bien

connues de fabrication de la pâte kraft et de la pâte au bisulfite varient de 47 à 53 pour cent. Les nouvelles pâtes sont propres et claires, et les coûts d'investissement et les économies d'échelle sont beaucoup moindres pour une nouvelle installation de pâte CTMP blanchie que pour une nouvelle installation de pâte kraft blanchie²⁷.

Toutefois, le changement technologique le plus remarquable à survenir dans le secteur du papier et des industries connexes a été la mise au point de la machine à papier à section humide à double toile, laquelle, au cours de la dernière décennie, a fait tomber en désuétude la machine Fourdrinier classique. Cette nouvelle technologie a été introduite au Canada, à Trois-Rivières, en 1968, et elle s'est répandue rapidement après 1976. Elle a remplacé la machine Fourdrinier parce qu'elle donne un meilleur papier à faces inégales, réduit sensiblement le peluchage et permet d'utiliser des pâtes à rendement plus élevé. Le formeur à double toile doit son introduction au Canada à Paprican. Plus récemment, on a mis au point un formeur supérieur («top former») moins coûteux que le formeur à double toile. En même temps que l'on procédait à la mise au point de ces deux méthodes, on modifiait radicalement d'autres éléments de la machine à papier comme les toiles, les feutres, les systèmes d'enroulage et le séchage sous presse.

L'informatisation a également eu un effet considérable sur le fonctionnement des machines à papier. L'utilisation de mini-ordinateurs a pour la première fois été intégrée au procédé de fabrication du papier à la fin des années 1960 et les améliorations ainsi obtenues au chapitre, par exemple, du rendement, de la qualité et de l'utilisation des matières premières ont entraîné des progrès ultérieurs rapides. En 1976, les microprocesseurs servaient déjà dans les instruments de contrôle à petite échelle et commençaient à remplacer le contrôle par dispositif analogique, lequel avait lui-même succédé aux systèmes pneumatiques. On a également commencé, au cours des années 1970, à utiliser des automates programmables remplaçant les mini-ordinateurs et les microprocesseurs pour le contrôle de fonctions précises.

Parallèlement à ces changements, la conception des capteurs et des dispositifs d'actionnement utilisés sur les machines à papier faisait d'énormes progrès. Initialement, ces systèmes permettaient d'amoin-drir les variations observées dans les caractéristiques du papier dans le sens du défilement de ce dernier dans la machine. Petit à petit, cependant, on a également réussi, grâce à ces instruments, à obtenir des améliorations dans le sens transversal. Au nombre des avantages ainsi obtenus, mentionnons une réduction sensible du pourcentage de rejets et de bris, une grande amélioration du fonctionnement de la bobineuse et certaines améliorations de moindre importance du côté de l'utilisation des fibres, des économies de vapeur et de la vitesse de la

machine²⁸. En fait, l'incorporation du contrôle en sens travers se poursuivra au cours des années 1980 et permettra surtout d'améliorer le rendement de la machine à papier, compte tenu du fait que les quelque 960 systèmes de contrôle en sens travers installés en Amérique du Nord de 1976 à 1984 à un coût de 500 millions de dollars ne représentent que 20 pour cent du marché potentiel. Les changements technologiques se sont ainsi succédés rapidement dans le secteur forestier, et leur rythme a probablement accéléré au cours des deux dernières décennies. Les choix technologiques devant lesquels sont placées les entreprises du secteur forestier canadien sont variés, complexes et en évolution constante.

La recherche avant l'exploitation des ressources

Au Canada, l'innovation (y compris la R et D) est le maillon faible de l'industrie. Selon le Conseil des sciences du Canada, la compétitivité de l'industrie canadienne et, à la limite, le niveau de vie des Canadiens, dépendent de plus en plus de l'innovation technologique. En fait, des chercheurs renommés craignent aujourd'hui pour la souveraineté du Canada si nous ne nous efforçons pas d'accroître notre savoir-faire technologique. Essentiellement, ils soutiennent que le Canada devrait faire porter ses efforts non plus sur la mise en valeur de ses ressources naturelles mais plutôt sur la R et D. Nous pensons qu'un tel changement s'impose pour le secteur forestier canadien.

Chapitre 2

Recherche et Développement

La R et D peut être considérée comme une chaîne ininterrompue d'activités, allant de la recherche fondamentale au transfert de la technologie, en passant par la recherche appliquée et la recherche de développement¹.

La recherche fondamentale s'intéresse à la détermination des lois naturelles fondamentales, à l'étude des phénomènes naturels et sociaux. Elle a pour unique objet d'accroître nos connaissances sur ces phénomènes.

La recherche appliquée, comme son nom l'indique, porte sur l'application des résultats de la recherche fondamentale à des procédés, des matériaux ou des dispositifs précis, à l'échelle industrielle, pour la réalisation d'un objectif commercial. Comme le souligne Furness, la recherche appliquée met l'accent sur l'identification des nouveaux produits et procédés et mène habituellement à la mise au point du premier modèle efficace d'un dispositif mécanique ou électrique, ou à l'étape de la synthèse chimique en conditions de laboratoire².

La recherche de développement, selon la définition de Furness, porte sur l'utilisation de la technologie pour l'amélioration, la mise à l'essai et l'évaluation d'un procédé, d'un matériau ou d'un dispositif issu de la recherche appliquée³. À partir de cette étape, les chercheurs sont graduellement remplacés par des ingénieurs. La recherche de développement englobe la conception, la construction et l'exploitation d'installations pilotes ainsi que l'évaluation des résultats obtenus dans ces installations.

Le transfert de la technologie est l'adaptation des résultats des travaux de développement à des conditions de production industrielle. Les étapes de la mise au point et du démarrage de la technologie, en particulier lorsqu'elles sont coûteuses, demanderont vraisemblablement la participation du personnel de R et D (qu'il ait ou non participé à la R et D originale), notamment des ingénieurs qui sont habituellement chargés de définir les caractéristiques du produit, de mettre au point le déroulement du procédé et de déterminer l'envergure des opérations. Cette étape demande parfois des modifications considérables de l'organisation ou de l'usine. Lorsque des nouvelles installations sont nécessaires, les ingénieurs doivent en dresser les plans et en déterminer l'infrastructure.

Le temps consacré par le personnel de R et D à régler les problèmes de fonctionnement des machines existantes (par exemple, l'entretien, le contrôle de la qualité) est considéré comme du «dépannage» ou du «travail d'entretien» ne faisant pas véritablement partie de la R et D.

Innovation et compétitivité

Au cours du siècle dernier, la R et D du secteur forestier s'est « professionnalisée ». Le parrainage par les entreprises du secteur a gagné en importance, les laboratoires coûteux et le travail d'équipe ont remplacé l'inventeur indépendant travaillant chez lui et la R et D a commencé à intégrer l'application des principes scientifiques conventionnels à des systèmes entiers⁴. Comme Hull⁵ le démontre, la transformation du secteur canadien des pâtes et papiers, qui est passé d'une industrie fondée sur des principes artisanaux à une industrie fondée sur la science, est survenue entre 1900 et 1930, époque où les entreprises, le gouvernement et les universités procédaient à la mise sur pied d'une infrastructure de recherche élaborée. Le secteur des pâtes et papiers est donc passé d'une industrie de l'exploitation forestière dirigée par des artisans à une industrie de transformation de la cellulose dirigée par des spécialistes en chimie et en génie chimique formés à l'université. Les origines de la foresterie scientifique et de la R et D portant sur les produits du bois remontent également à cette époque.

Le tableau 2.1 montre que l'industrie forestière n'est pas une industrie à prédominance de recherche. Selon les données de ce tableau, au cours des années 1970, les dépenses consacrées à la R et D par les entreprises engagées dans l'exploitation forestière au Canada ne représentaient que 4 à 5 pour cent du total de leurs dépenses internes. Ainsi, à la fin des années 1970, les dépenses internes consacrées à la R et D par les entreprises de pâtes et papiers ne représentaient qu'environ 0,5 pour cent de leur chiffre d'affaires, et ce pourcentage était encore moindre du côté des entreprises de la transformation du bois. Toutefois, ces données ne représentent pas la totalité des efforts de R et D consacrés aux produits forestiers au Canada : elles ne comprennent pas, par exemple, les contributions des entreprises forestières aux laboratoires coopératifs; les travaux de R et D touchant aux produits forestiers effectués par des entreprises des secteurs de la chimie, de l'électronique, de la machinerie et du transport; et la R et D effectuée par les gouvernements et les universités. Cependant, si l'on ne considère que les efforts consacrés par le secteur privé, l'importance accordée à la R et D dans le secteur forestier canadien est beaucoup moindre que celle observée dans des pays concurrents comme la Suède et la Finlande.

Comme la majeure partie de la R et D portant sur les produits forestiers est réalisée hors du Canada, les entreprises doivent, pour faire les bons choix technologiques, se tenir de plus en plus au courant des progrès survenant dans le monde entier. Les entreprises canadiennes sont lentes à innover. Elles sont rarement les premières dans le monde à utiliser une nouvelle technologie⁶.

Tableau 2.1: Dépenses totales consacrées à la R et D interne par l'industrie, en millions de dollars

	1972	1976	1978
Mines et puits	27,3	40,9	50,3
Produits chimiques	95,41	162,3	204,1
Produits du bois	19,6	34,0	40,5
(bois)	(1,1)	(2,0)	(2,3)
(pâtes et papiers)	(18,5)	(32,0)	(38,2)
Métaux	48,0	76,9	94,7
Machinerie et transport	100,0	146,7	220,0
Électricité	114,1	166,0	195,8
Autres industries			
manufacturières	7,6	9,1	11,6
Autres industries	47,4	90,0	107,0
Total	459,3	729,9	927,5

Source : Statistique Canada, *Dépenses au titre de la recherche et du développement industriel au Canada* (Ottawa, Information Canada, 1978), n° de cat.13-203.

Certains observateurs pensent que les entreprises canadiennes devraient importer la technologie sous forme d'équipements, d'accords d'octrois de licences et de services, quitte à l'adapter aux conditions du pays, car elles s'en tireraient ainsi à meilleur compte que si elles devaient faire leur propre R et D. Toutefois, cet argument, qui a été proposé fréquemment pour l'ensemble de la R et D au Canada⁷, ne tient pas compte des rapports dynamiques qui existent entre l'innovation et le leadership technologique. La dépendance à l'égard de la technologie importée et de la R et D adaptée ne fait qu'accroître la dépendance technologique de notre pays, à une époque où le leadership technologique est justement essentiel à notre rentabilité et à notre compétitivité à l'échelle internationale. Nos concurrents américains et scandinaves mettent de l'avant des stratégies technologiques qui favorisent la R et D et qui misent sur les produits du bois entièrement transformés et sur les nouvelles méthodes de transformation. Les entreprises canadiennes ont elles aussi besoin d'une R et D interne vigoureuse et dynamique pour assurer leur productivité et leur compétitivité.

Comme elles ont continué, en cette période de mutation technologique rapide, à privilégier la technologie «éprouvée» pour fabriquer une gamme restreinte de produits uniformisés, les entreprises forestières canadiennes ont connu une baisse de productivité et ont vu leur part du marché rétrécir par rapport à celle de leurs principaux concurrents. Dans le domaine de la transformation du bois, par exemple, Schuler soutient que les pays scandinaves, en accordant une place plus grande à l'innovation, ont connu des gains de productivité

supérieurs à ceux du Canada au cours des 15 dernières années⁸. Il est certain que les scieries scandinaves et américaines convertissent aujourd'hui une proportion plus élevée de leur production de billes en bois d'oeuvre⁹. Sur la scène mondiale, la part des marchés d'exportation de produits forestiers revenant au Canada est passée de plus de 30 pour cent, en 1960, à environ 19 pour cent en 1980, tandis que des pays comme la Finlande, la Suède et les États-Unis voyaient leur propre part augmenter¹⁰.

Les entreprises forestières canadiennes ne sont pas encore parvenues à faire une percée sur les nouveaux marchés de produits à valeur ajoutée, aujourd'hui en plein essor. Dans le domaine de la transformation du bois, par exemple, les produits «divers» ne représentent qu'une fraction négligeable de nos exportations totales de produits du bois. Parallèlement, dans le domaine des pâtes et papiers, les exportations de produits en vrac dominent toujours même si celles de papiers à valeur supérieure se sont légèrement accrues. Ainsi, en 1981, le papier journal représentait toujours 49,2 pour cent de nos exportations de papier et de produits connexes, les «autres catégories» de papier ne représentant que 7,2 pour cent du total et le reste consistant en pâte et en carton. En Finlande, par contre, les exportations de papier journal sont passées de 54 à 29 pour cent des exportations totales de pâtes et papiers entre 1959 et 1984, le reste des exportations étant aujourd'hui principalement constitué de papiers fins¹¹.

Pour maximiser la quantité et la valeur de nos produits dérivés du bois, il nous faudra mettre davantage l'accent sur le leadership et l'innovation technologique.

Système de R et D du secteur forestier

Au Canada, la R et D du secteur forestier est effectuée par les entreprises de produits forestiers, les laboratoires coopératifs (associations) parrainés par les entreprises forestières et par les gouvernements, les fabricants d'équipement, les petites entreprises spécialisées, les gouvernements fédéral et provinciaux et les universités¹².

Ces établissements et leurs voies de communication de l'information internes et externes, qui facilitent le développement, l'évaluation et l'utilisation de la technologie, constituent ce qu'on appelle le système de R et D. Les liens qu'ils entretiennent, qui peuvent être privés ou publics, officiels ou officieux, hiérarchiques ou fonctionnels, unidirectionnels ou multidirectionnels, constituent les liaisons technologiques. Ces liens peuvent être gratuits ou non. Dans le dernier cas, les frais peuvent être explicites ou incorporés de façon implicite dans le prix d'une large gamme de biens et de services.

Les diverses catégories d'établissements de recherche ont chacun leurs points forts dans le système de R et D¹³ (figure 2.1). Ainsi, la recherche fondamentale convient mieux aux universités, la recherche appliquée aux laboratoires coopératifs, le développement des procédés aux fournisseurs d'équipement, le développement des nouveaux produits aux entreprises forestières et le transfert de la technologie aux fournisseurs d'équipement et aux entreprises forestières.

Évidemment, dans les faits, les rôles ne sont pas aussi tranchés. Pour les petites entreprises, par exemple, les risques et les coûts de la R et D peuvent être prohibitifs; les laboratoires coopératifs et gouvernementaux se doivent donc d'investir dans la recherche de développement en même temps que dans la R et D appliquée. Par ailleurs, la quête d'avantages particuliers peut pousser les groupes internes de recherche de certaines entreprises qui en ont les moyens à mener des travaux de recherche appliquée et même de recherche fondamentale. En outre, dans les universités, les facultés de sciences appliquées font normalement de la recherche de développement et poussent même parfois jusqu'aux applications pratiques¹⁴.

Figure 2.1: Avantages comparatifs des organisations de rechange dans le système de R et D du secteur forestier

	Recherche fonda- mentale	Recherche appliquée	Élaboration des procédés	Mise au point de nouveaux produits	Transfert de la technologie
Universités	A	A	B	C	C
Coopératives de recherche	B	A	B	B	C
R et D industrielle	C	B	B	A	A
Fournisseurs d'équipement	C	C	A	C	A

Source: O.L. Forgacs, « The role of industry research », allocution présentée au colloque *British Columbia's Future in Science and Research, Executive Seminar*, parrainé par le ministère de l'Enseignement, de la Science et de la Technologie de la Colombie-Britannique, Delta River Inn, Delta, le 25 juillet 1979, 4.

Nota: A représente un avantage comparatif important, B représente un avantage comparatif moyen et C représente un avantage comparatif faible. À noter que si les laboratoires gouvernementaux étaient inclus dans ce tableau, ils jouiraient d'un avantage comparatif moyen en recherche fondamentale et appliquée mais ne seraient pas efficaces dans les domaines du développement et du transfert de la technologie.

Néanmoins, il existe au sein du secteur forestier un système de R et D dans lequel différents types d'organisations *devraient* jouer des rôles complémentaires ou même concurrents. Dans ce contexte, le rôle joué par les groupes internes des entreprises en matière de R et D de développement doit prendre de l'importance.

R et D interne des entreprises forestières

Évolution et emplacement des laboratoires de recherche interne

Le laboratoire de R et D qui fonctionne sans interruption depuis le plus longtemps est probablement celui de la CIP Research Ltd., mis sur pied en 1923, à Hawkesbury, en Ontario, par la Riordan Pulp Co.¹⁵ La société Abitibi Power and Light (devenue par la suite Abitibi Paper et, aujourd'hui, Abitibi-Price) mettait elle aussi sur pied des installations de R et D en 1920, à Sault Sainte Marie, mais ces dernières devaient fermer leurs portes pendant la Grande Dépression pour ne reprendre leurs activités qu'au cours des années 1940. Plusieurs entreprises ont mis sur pied des laboratoires de R et D au cours des années 1930 ainsi qu'après la Seconde Guerre mondiale¹⁶. Plus récemment (1982), la société Canfor construisait une installation pilote de 7 millions de dollars à même sa fabrique de contreplaqué de Grande-Prairie afin d'y faire des recherches de développement portant sur l'utilisation du tremble¹⁷.

La R et D interne sur les produits forestiers au Canada a largement découlé d'un besoin d'en savoir plus sur les procédés de fabrication de la pâte et du papier¹⁸. À quelques exceptions près (p. ex., Canfor), les installations actuelles de R et D ont été construites près des fabriques de pâtes et papiers ou des installations de conversion du papier¹⁹.

Au cours des années 1960, toutefois, plusieurs entreprises ont augmenté leurs activités de R et D, les concentrant dans de nouveaux emplacements situés en banlieue des principaux centres métropolitains²⁰. Ces nouveaux emplacements présentent des avantages évidents. Premièrement, leur situation par rapport à l'administration centrale de l'entreprise facilite les contacts personnels sans donner lieu à une trop grande interférence. Deuxièmement, comme ils sont séparés des installations de production, le personnel de R et D risque moins d'être sollicité pour des travaux de dépannage. Troisièmement, ces emplacements permettent les mêmes économies et représentent les mêmes avantages sociaux que les grands centres métropolitains, y compris, dans certains cas, la proximité d'autres types d'activités de R et D. Au moins un grand laboratoire de R et D et quelques autres petits sont toutefois encore aujourd'hui situés en dehors des zones métropolitaines.

Plusieurs entreprises possèdent plus d'une installation de R et D, mais dans ce cas il y a toujours un laboratoire central auquel peuvent être rattachées des installations satellites chargées de travaux spécialisés. Par exemple, la société MacMillan Bloedel a situé son groupe de recherche sur la foresterie à Nanaimo, près de sa forêt de recherche, et a déménagé son groupe de recherche sur les matériaux de construction dans une scierie de Vancouver afin de surveiller de près un projet parvenu aux stades du développement et du transfert de la technologie.

Au fil des ans, plusieurs entreprises étrangères ont fait de la R et D au Canada. Il n'y a eu jusqu'à maintenant que deux cas de mise sur pied d'installations nouvelles de R et D par des sociétés étrangères au Canada et les deux fois, toutes les opérations forestières de la maison mère américaine étaient au Canada. Dans les autres cas, des entreprises américaines ont fait l'acquisition d'installations canadiennes de R et D pour ensuite mettre fin à leurs opérations. En général, les entreprises forestières étrangères n'ont pas fait beaucoup de R et D au Canada.

Envergure et portée des activités, de 1980 à 1984

Le nombre total d'emplois en R et D interne de neuf entreprises forestières canadiennes a diminué de 22 pour cent, passant de 582 en 1980 à 451 en 1984, tandis que le nombre d'emplois de professionnels subissait une baisse proportionnelle (tableau 2.2). Les résultats de l'enquête menée par l'auteur auprès de 10 entreprises forestières confirment cette tendance (tableau 2.3). En ce qui concerne la répartition de ces emplois selon l'activité de R et D, les données provenant du secteur pour 1980 et 1983 révèlent une concentration marquée (60 pour cent) dans la catégorie des pâtes, du papier et du carton, laquelle comprend les procédés de fabrication, de blanchiment et de désencrage de la pâte et la fabrication du papier (tableau 2.4). Cette concentration est également évidente lorsqu'on examine les données de l'enquête menée par l'auteur en 1984 (tableau 2.5). Les nombres absolus d'emplois en R et D interne dans des domaines tels que la foresterie, les produits du bois et l'emballage sont peu élevés. Par ailleurs, même si la plupart des emplois perdus appartenaient au domaine de la R et D sur les pâtes et papiers, les baisses les plus importantes en pourcentages ont été observées dans des catégories de moindre importance.

En 1984, les budgets consacrés à la R et D liée aux produits forestiers par les 10 entreprises examinées atteignaient 30,2 millions de dollars, montant supérieur de 1,7 million de dollars à celui de 1983 mais à peu près comparable à celui de 1981. Il semble cependant que la baisse en chiffres réels ait atteint un plancher. En 1984, les 10 entreprises n'ont obtenu que 1,5 million de dollars du gouvernement, surtout sous forme de subventions accordées en vertu du Programme

Tableau 2.2: Nombre d'emplois consacrés à la R et D interne par neuf entreprises forestières canadiennes, 1980-1984

	1980	1981	1982	1983	1984
Total	582	551	516	461	451
Professionnels	259	263	230	207	196
% de professionnels	44,5	47,7	44,6	44,9	43,5

Source: Données recueillies par Domtar pour l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers. Les neuf entreprises en question sont Abitibi-Price, Belkin Paperboard, Compagnie internationale de papier du Canada, Consolidated Bathurst, Domtar, Fraser Industries, MacMillan Bloedel, Ontario Paper et Reed Paper.

Tableau 2.3: Nombre d'emplois consacrés à la R et D interne par 10 entreprises forestières canadiennes, 1981 et 1984

	1981	1984
Total	568	454
Professionnels	252	203
% de professionnels	44,4	44,7

Source: Enquête sur le terrain, 1985. Les 10 entreprises en question sont Abitibi-Price, Belkin Paperboard, Building Products of Canada, Compagnie internationale de papier du Canada, Canfor, Domtar, Fraser Industries, MacMillan Bloedel, Ontario Paper et St. Anne-Nackawic.

d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Conseil national de recherches. L'enquête a laissé deviner un certain manque d'intérêt pour les fonds gouvernementaux destinés à la R et D interne.

Une des entreprises fixe arbitrairement le montant du budget consacré à la R et D à un minimum de 0,5 pour cent de son chiffre d'affaires. Une autre a déjà essayé de prendre pour règle un montant égal à un pour cent de son chiffre d'affaires. La plupart des entreprises déterminent les budgets en fonction des besoins, tels que déterminés lors de discussions avec les représentants des divisions opérationnelles et le directeur général. Mis à part le groupe le plus petit et un autre fortement axé sur les services techniques, les groupes de R et D élaborent chaque année un programme annuel et un programme à plus long terme. Les priorités de R et D sont établies lors de discussions auxquelles participent tous les secteurs des entreprises, et les groupes de R et D doivent chaque année concurrencer les autres secteurs de l'entreprise pour obtenir des fonds.

La R et D interne est axée sur la recherche appliquée et la recherche de développement. Une seule des entreprises fait de la recherche fondamentale et il ne s'agit encore là que de 5 pour cent de l'effort total

Tableau 2.4: Emplois consacrés à la R et D (pourcentages en parenthèses) par les entreprises forestières canadiennes, répartis par activité principale, 1980 et 1983

	Foresterie	Pâtes, papiers, carton	Emballage	Produits du bois	Environnement	Autres
1980	46(7,9)	351(60,3)	33(5,7)	64(11,0)	40(6,9)	48(8,2)
1983	23(4,8)	297(64,5)	18(4,0)	42(9,0)	34(7,3)	47(10,4)
% de croissance	-50,0	-15,4	-45,4	-34,3	-15,0	-2,1

Source: Les données extraites représentent le nombre total d'emplois dans les laboratoires de R et D des entreprises forestières.

Tableau 2.5: Emplois consacrés à la R et D par 10 entreprises forestières canadiennes, répartis par activité principale, 1984

	Foresterie	Pâtes, papiers, carton	Emballage	Matériaux de construction	Autres
Total des emplois	25	290	21	91	26
Emplois professionnels	11	129	10	42	11

Source: Enquête sur le terrain de 1985. Les 10 entreprises en question sont Abitibi-Price, Belkin Paperboard, Building Products of Canada, Compagnie internationale de papier du Canada, Canfor, Domtar, Fraser Industries, MacMillan Bloedel, Ontario Paper et St. Anne-Nackawic.

Nota: Les données sur l'emploi ont été tirées des distributions en pourcentage du total et arrondies au nombre entier le plus proche.

consacré à la recherche. En excluant les deux plus petits groupes de R et D, les entreprises prétendent consacrer de 25 à 85 pour cent de leurs efforts à la R et D appliquée et de 15 à 75 pour cent à la R et D de développement. Six entreprises consacrent de 10 à 25 pour cent de leurs années-personnes et de leur budget aux services techniques ou au «dépannage». Dans le cas du plus petit groupe de R et D, les services techniques constituent 75 pour cent des activités, tandis qu'un grand laboratoire consacre 50 pour cent de ses efforts de R et D aux services techniques au profit des divisions opérationnelles.

Raison d'être de la R et D interne

Parlant des avantages de la R et D interne, les personnes questionnées abondent dans le même sens :

Nous sommes en mesure de satisfaire à nos besoins en temps opportun. Pour les projets de faible envergure, les tracasseries administratives nous empêchent de nous adresser à l'extérieur.

Nous pouvons apporter des changements au rythme qui nous convient. Un investissement majeur s'échelonnant sur 20 ans ne peut attendre Paprican. Nous pouvons adapter notre R et D à des possibilités précises d'investissements qui correspondent à nos priorités. Finalement, nous pouvons tenir compte de notre niche particulière sur le marché. Les changements technologiques doivent être raffinés en fonction des exigences du marché ainsi qu'en fonction des projets d'investissement.

La R et D constitue une ressource humaine pour le reste de l'entreprise. Sans nous, les divisions devraient prendre des mesures pour renforcer leur savoir-faire technologique. Nous pouvons nous attaquer plus rapidement aux problèmes; même si le secteur était par le passé plus ouvert et davantage axé sur les procédés, il devient de plus en plus fermé et axé sur les produits, et les informations de nature privée prennent de plus en plus d'importance.

Nous entretenons des liens étroits avec le monde des affaires.

La R et D interne permet un transfert rapide de la technologie et elle correspond aux besoins de notre entreprise au stade du développement. Elle est donc de nature très commerciale. Elle permet de réduire les coûts d'entretien. Elle présente des avantages au chapitre de la commercialisation à une époque où le secteur devient de plus en plus fermé.

Nous apprenons par nous-mêmes. Si nous nous adressions à l'extérieur, il nous faudrait dépenser de l'argent pour montrer à d'autres le fonctionnement de notre entreprise.

Les résultats obtenus sont taillés sur mesure à nos besoins.

L'opinion générale semble donc être que la R et D interne procure à l'entreprise des avantages particuliers que les laboratoires coopératifs ou gouvernementaux et les universités ne peuvent lui fournir.

Même si les personnes questionnées ont reconnu que les entreprises forestières peuvent parfois être rentables sans faire de la R et D interne, elles ont tout de même tenu à en souligner les avantages. Un des directeurs de la R et D, par exemple, faisait remarquer que les économies rendues possibles par la recherche sur la corrosion avaient très largement compensé pour les coûts de la recherche interne. Quatre entreprises se considèrent à la fine pointe pour la R et D dans le secteur forestier. L'une d'elles n'a pas voulu préciser son domaine de

spécialisation, mais il n'y avait que peu de recoupements entre les domaines de spécialisation mentionnés par les trois autres. Ainsi, l'une d'elles a dit se spécialiser dans la finition du papier, une autre dans le blanchiment de la pâte (et les travaux de foresterie) et la troisième a mentionné ses travaux sur le bois reconstitué, la pâte thermomécanique, l'emballage et la corrosion. Une cinquième entreprise, sans prétendre être à la fine pointe des progrès technologiques, a dit mener des recherches de développement importantes sur la pâte chimico-thermomécanique et le désencrage. Une sixième a laissé entendre qu'elle avait déjà été à la fine pointe dans son domaine et qu'elle prévoyait reprendre un jour sa place au sommet. Une septième a mentionné être le chef de file mondial dans la R et D portant sur l'isolation mais pas dans le domaine des produits forestiers. Même si plusieurs entreprises s'adonnaient à des recherches sur les procédés de fabrication de la pâte à haut rendement, aucune d'elles ne considérait cela comme un problème, partiellement du fait de la nature particulière des besoins de chaque entreprise et également à cause des avantages que peut présenter une certaine dose de concurrence en R et D.

R et D coopérative (associations)

Même si les entreprises forestières du Canada sont peu nombreuses à appuyer la R et D interne, les trois principaux laboratoires coopératifs de R et D sont importants et continuent de grandir. L'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (Paprican), l'Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC) et Forintek étaient en partie financés, en 1984, par 59, 45 et 142 sociétés membres respectivement. Le seul autre laboratoire coopératif de R et D, une petite installation d'élaboration des produits et de mise à l'essai du contreplaqué gérée par le Conseil des industries forestières de Colombie-Britannique (COFI) à Vancouver nord, est demeuré petit et est toujours menacé de disparition.

Paprican fait beaucoup songer à un laboratoire coopératif industriel classique puisqu'il est largement financé par les contributions annuelles versées par les entreprises manufacturières de produits forestiers. Le gouvernement fédéral a contribué étroitement à sa mise sur pied, il y a 50 ans, mais son rôle dans l'organisation est aujourd'hui beaucoup plus discret que dans le cas de FERIC ou de Forintek. FERIC est le résultat du regroupement, au début des années 1970, d'une partie du Service canadien des forêts (SCF) et du groupe de foresterie de Paprican. Il est financé à parts égales par le gouvernement et les entreprises du secteur. Forintek provient de la «privatisation» du Laboratoire des

produits forestiers de l'Ouest et du Laboratoire des produits forestiers de l'Est, survenue en 1979, mais il dépend encore aujourd'hui plus du gouvernement que des entreprises du secteur pour son financement. Même si Paprican, Forintek et FERIC servent de point central pour la recherche de collaboration entre l'industrie forestière et le gouvernement (et, dans une certaine mesure, les universités), les représentants de l'industrie jouent un rôle très important dans la détermination de leurs priorités de recherche. De ce point de vue, ces laboratoires fonctionnent comme des laboratoires d'associations industrielles classiques.

Paprican, Forintek et, indirectement, FERIC sont issus de laboratoires gouvernementaux de recherche forestière. Par exemple, Paprican, la plus ancienne des trois organisations, était à l'origine le Laboratoire de recherches sur les produits forestiers, mis sur pied par le gouvernement du Dominion en 1913, sur le campus de l'Université McGill de Montréal. Il s'intéressait principalement au début aux épreuves et à l'étude des aspects physiques du bois, à la préservation et à la distillation du bois, et aux pâtes et papiers²¹. Le financement de cette dernière activité étant jugé très insuffisant, cependant, on exerça des pressions afin de promouvoir l'établissement d'un centre séparé s'intéressant exclusivement aux pâtes et papiers. Un accord devait finalement être conclu entre le gouvernement, les entreprises (représentées par l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers), et l'Université McGill. On décida de laisser le laboratoire où il était puisque l'on disposait déjà sur place des installations voulues, que l'on prévoyait mettre l'accent sur la recherche fondamentale et que l'université bénéficiait d'un legs de 200 000 dollars, devenu disponible en 1925 — legs qu'elle décida d'utiliser pour fonder un département de chimie industrielle et de chimie de la cellulose. Le gouvernement fédéral a également joué un rôle clé dans la création de Paprican : sur une période de quatre ans, soit de 1925 à 1928, il allait verser annuellement 36 000 dollars à la condition que les entreprises versent de leur côté un montant annuel de 20 000 dollars²². Par la suite, il allait augmenter sa contribution à environ 100 000 dollars par année jusqu'au milieu des années 1950, années où l'on remplaça les subventions annuelles de fonctionnement par une subvention d'équipement devant servir à l'établissement des installations de Pointe-Claire. C'est également le gouvernement fédéral qui fournissait récemment à Paprican ses nouvelles installations de Vancouver.

FERIC a vu le jour en 1975. Il a remplacé la section des forêts de Paprican, constituée d'un groupe de sylviculture et d'un groupe d'exploitation forestière, qui avait été démantelée en 1971. À l'origine, FERIC devait principalement s'intéresser à l'exploitation forestière, mais en pratique, ses travaux de R et D ont été élargis pour englober l'ensemble des questions de reboisement et de plantation d'arbres.

Forintek a été créé lorsque le Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest et le Laboratoire des produits forestiers de l'Est, deux services du ministère de l'Environnement jusqu'en 1979, ont été privatisés par suite de la volonté des entreprises et du gouvernement de faire jouer aux entreprises un rôle plus important dans la R et D portant sur les produits forestiers²³. Ce projet de privatisation a été controversé²⁴, et l'aide financière gouvernementale est demeurée importante pour Forintek, comme elle l'a été pour FERIC.

Envergure et portée des activités

En 1984, Paprican, Forintek et FERIC employaient plus de 500 personnes et leurs budgets atteignaient au total plus de 30 millions de dollars (tableau 2.6). Le financement de la recherche coopérative dépasse légèrement celui de la R et D interne et il continue à augmenter. Entre 1979-1980 et 1984-1985, les budgets combinés, non rajustés pour tenir compte de l'inflation, ont été augmentés de 60 pour cent, et le budget de Paprican a presque doublé. La part versée par les entreprises membres représente environ 84 pour cent, 50 pour cent et 25 pour cent des revenus de Paprican, de FERIC et de Forintek respectivement. Les contributions varient selon la taille de l'entreprise, et les entreprises qui font déjà de la R et D interne sont également celles qui collaborent le plus à la recherche coopérative. Paprican ajoute aux fonds qu'il reçoit de ses membres principalement en fournissant sous contrat des services techniques et il n'obtient que 4,7 pour cent de ses fonds de sources gouvernementales. Par contre, FERIC et Forintek reçoivent environ 50 pour cent de leurs fonds du gouvernement fédéral et Forintek reçoit en plus 25 pour cent de ses fonds des gouvernements provinciaux de l'Alberta, de la Colombie-Britannique, du Québec et, plus récemment, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse.

Tableau 2.6: Budgets et effectifs des trois laboratoires coopératifs, 1979 et 1984

	Budget (milliers de dollars)		Emplois	
	1979-1980	1984-1985	1979-1980	1984-1985
Paprican	9 950	17 010	260	320
FERIC	2 000	3 394	48	50
Forintek ^a	8 800	11 416	200	200

Source: Diverses sources, y compris les rapports annuels et les résultats de l'enquête sur le terrain de 1985.

^a Laboratoires des produits forestiers de l'Ouest et Laboratoires des produits forestiers de l'Est.

Paprican, FERIC et Forintek ont des conseils d'administration. Paprican et Forintek possèdent également des comités du programme de recherche et FERIC a un Comité consultatif national sur la recherche en génie forestier (CCNRGF) chargé d'examiner et de contrôler les priorités de recherche. FERIC et Forintek ont aussi des sous-comités de l'Est et de l'Ouest. Les membres des conseils d'administration et des comités du programme de recherche proviennent des entreprises, du gouvernement, des universités et des organisations elles-mêmes, mais ce sont les représentants des entreprises qui y siègent en plus grand nombre. En 1985, les conseils d'administration de Paprican, FERIC et Forintek comptaient 20, 18 et 23 membres respectivement parmi lesquels 12, 11 et 14 provenaient des entreprises et seulement 2, 3 et 6 du gouvernement. Il est donc clair que ces organisations existent principalement pour répondre aux besoins des entreprises du secteur.

Raison d'être

Les trois organisations ont des domaines d'intervention distincts. Paprican travaille sur une vaste gamme de projets reliés à la fabrication des pâtes et papiers, Forintek s'intéresse à la technologie de la transformation du bois et aux produits du bois et FERIC travaille surtout dans le domaine de l'exploitation forestière et de la sylviculture. Des trois associations, Paprican est celle qui est le mieux équipée pour faire de la recherche, ce qui étonne peu compte tenu de ses activités dans le domaine technologiquement complexe des pâtes et papiers. Paprican s'intéresse essentiellement à la R et D fondamentale et appliquée de nature « pré-commerciale » ainsi qu'à la R et D de développement qui est soit trop coûteuse pour les entreprises membres individuelles, soit applicable à l'ensemble des entreprises du secteur et d'une nature telle que les entreprises forestières ne pourraient s'en approprier pour elles seules. Paprican assure également au secteur un approvisionnement constant en chercheurs et en ingénieurs hautement qualifiés, principalement en parrainant la recherche effectuée par des étudiants diplômés, en particulier à McGill et, depuis 1978, à l'Université de la Colombie-Britannique. Environ 80 pour cent de la R et D effectuée par Paprican est axée sur les procédés. Paprican effectue des recherches sur des questions d'intérêt public, gère un centre de documentation sur les pâtes et papiers et fournit des services informatisés d'extraction des données, des services et des normes d'étalonnage et des services de consultation en recherche. Il contribue à une meilleure prise de conscience des besoins techniques par la voie de publications et de colloques, par exemple, et il donne des cours de formation dans le domaine des pâtes et papiers pour les ingénieurs²⁵. En ce qui concerne la R et D, le principal changement d'orientation de Paprican au cours

des 20 dernières années a consisté à accorder davantage d'importance à la recherche de développement et au transfert de la technologie et, plus récemment, à la R et D axée sur les produits. D'aucuns se demandent, devant cette réorientation, si Paprican complète ou remplace la R et D interne.

Les responsables de la R et D qui ont participé à l'enquête de l'auteur estiment généralement que Paprican est en train de gagner en importance et que l'établissement d'un laboratoire sur le campus de l'Université de la Colombie-Britannique, en 1987, favorisera encore davantage ce développement. La croissance constante de Paprican à l'intérieur du système global de R et D en foresterie suscite des réactions diverses. Les gestionnaires des programmes de R et D les moins importants sont en général favorables à cette croissance. Plusieurs autres ont cependant dit craindre que Paprican ne mette trop l'accent sur les services et ne s'éloigne de son rôle traditionnel d'organisme chargé de la recherche fondamentale et appliquée dans le domaine des pâtes et papiers. Beaucoup d'entreprises considèrent par ailleurs que la R et D de Paprican peut se substituer à la R et D interne.

FERIC a pour mission d'effectuer la R et D visant à améliorer l'efficacité des opérations d'exploitation forestière et à minimiser les coûts du bois utilisé par le secteur manufacturier. Avant sa création, diverses conditions locales et la place importante tenue par les petites entreprises dans les opérations d'exploitation forestière et de fabrication d'équipements forestiers limitaient et fragmentaient la R et D portant sur la technologie de l'exploitation forestière. FERIC s'est tout d'abord efforcé d'établir un cadre pour la R et D à l'échelle du Canada, afin d'améliorer les composantes, les machines et les systèmes à toutes les étapes des opérations d'exploitation forestière. Il a ensuite cherché partout dans le monde les concepts appropriés et encouragé leur adoption au Canada. Finalement, il a diffusé les résultats obtenus par la voie de publications et de démonstrations sur le terrain.

La R et D de FERIC est fortement axée sur le développement et adaptée à l'emplacement. FERIC s'est presque exclusivement limité au transfert de la technologie et à la promotion de la technologie la plus adéquate, peu importe son origine. Même s'il maintient certains rapports avec les services de R et D des fournisseurs d'équipement, il concentre ses efforts sur la R et D destinée aux entreprises d'exploitation forestière et se substitue à la R et D interne de ces dernières.

Forintek effectue de la R et D et fournit des services dans les domaines des codes et des normes, du transfert de la technologie et de la formation et de l'éducation pour les entreprises du secteur canadien des forêts. Ses responsables estiment que la R et D représente environ 60 pour cent de ses activités et les travaux sur les codes et les normes, environ 30 pour cent. Forintek a été créé pour favoriser une meilleure

prise de conscience des besoins des entreprises forestières. Sa R et D est axée davantage sur le développement et comporte plus de transfert de la technologie que celle des laboratoires qui l'ont précédé²⁶.

Selon ses responsables, Forintek peut assurer un leadership technologique dans le secteur de la transformation du bois de cinq façons :

- en servant de « pont technologique » entre le gestionnaire forestier et le fabricant à une époque où la nature de la forêt change rapidement;
- en favorisant un accroissement de la productivité et de l'utilisation du bois dans les usines;
- en prodiguant les conseils techniques permettant d'établir des codes et des normes propres à constituer un avantage pour les produits du bois;
- en augmentant la compétitivité des produits du bois grâce à la mise au point de nouveaux produits et de nouveaux procédés;
- en instruisant les entreprises du secteur au sujet de la technologie au moyen de cours.

Comme FERIC, Forintek s'efforce de promouvoir l'adoption de la meilleure technologie, peu importe son origine. En outre, Forintek, parfois en collaboration avec les universités, a mis sur pied des programmes de R et D à long terme dans des domaines tels que la biotechnologie.

R et D interne des fournisseurs d'équipement

Envergure des activités

Parmi les 37 responsables qui ont participé à la deuxième enquête de l'auteur, l'intérêt manifesté pour l'innovation, l'adaptation des produits et la R et D interne (au Canada) variait. En 1984, 19 entreprises ont mentionné posséder un programme officiel de R et D. Elles employaient 135 professionnels et techniciens parmi lesquels 75 étaient des chercheurs et des ingénieurs (tableau 2.7). L'effectif des services de R et D variait de un professionnel permanent (quatre cas) à 42 employés professionnels et techniques. Six entreprises seulement employaient 10 professionnels et techniciens ou plus, tandis que 11 entreprises en comptaient cinq ou moins. Dans 12 cas, les employés professionnels et techniques consacraient au moins 50 pour cent de leur temps à la R et D et dans les six entreprises dominantes, tous les employés mentionnés travaillaient à temps plein. Certaines entreprises possédaient également des équipes de conception technique. La baisse des emplois consacrés à la R et D de 182 à 135, observée de 1981 à 1984, a été en grande partie attribuée à la fusion, par l'une des six principales entreprises engagées dans la R et D, de ses deux groupes de recherche. Une

Tableau 2.7: Budgets et effectifs de la R et D de fournisseurs d'équipement sélectionnés

	Budget de R et D (milliers de dollars)		Emplois en R et D			
			Professionnels		Professionnels et techniques	
	1983	1984	1981	1984	1981	1984
6 princi- paux	6 350	6 900	81	62	145	103
10 prin- cipaux	9 550	7 610	96	70	169	120
Total ^a	9 900	7 893	99	75	182	135

Source : Enquête menée par l'auteur auprès de 130 fournisseurs d'équipement.

^a Douze entreprises ont précisé leur budget de R et D, 19 entreprises ont précisé leurs effectifs de R et D.

autre entreprise a éliminé son groupe de R et D comptant neuf professionnels pendant la même période. La plupart des autres groupes de R et D sont demeurés les mêmes ou n'ont changé que légèrement. Une des entreprises a par ailleurs sensiblement augmenté son groupe de R et D.

Les 12 entreprises qui ont fait connaître leur budget de R et D n'ont dépensé au total que 7 893 000 dollars en 1984 (tableau 2.7), et le budget total de R et D pour les 37 fournisseurs d'équipement qui ont répondu à l'enquête, y compris les valeurs estimatives pour les entreprises qui n'ont pas précisé leur budget, ne dépassait vraisemblablement pas 10 millions de dollars. Pendant la même année, 31 des entreprises examinées déclaraient un chiffre d'affaires total de 616,5 millions de dollars. Ainsi, les dépenses consacrées à la R et D en 1984 ne pouvaient être supérieures à 1,6 pour cent du total du chiffre d'affaires et elles étaient presque certainement inférieures. Les six entreprises présentant les programmes de R et D les plus complets ont toutefois investi un montant égal à au moins 2,5 pour cent de leurs ventes dans la R et D, et l'une d'elles y a consacré 7,5 pour cent. En fait, la R et D de ces six entreprises se distingue de celle des autres par son envergure, sa continuité et la diversité des efforts consacrés. La participation du gouvernement à la R et D des fournisseurs d'équipement est négligeable.

La R et D des entreprises examinées est axée sur les produits, elle met fortement l'accent sur le développement et veut répondre aux besoins du marché. Elle porte exclusivement sur les produits que les entreprises fabriquent actuellement. Parmi les six entreprises qui dépensent le plus pour la R et D, trois fabriquent de l'équipement d'exploitation forestière, une autre de l'équipement de transformation

du bois, une autre des instruments électroniques et la dernière de l'équipement de pâtes à papier. Les quatre entreprises qui suivent produisent de l'équipement d'exploitation forestière ou de l'équipement de transformation du bois.

Tel que déjà mentionné, quelques-uns des fournisseurs d'équipement qui font de la R et D ont négligé de participer à l'enquête. Malgré cela, tout semble indiquer qu'en 1984, les fournisseurs canadiens d'équipement forestier n'avaient pas investi plus de 12 à 15 millions de dollars au total en R et D et n'employaient pas plus de 250 professionnels et techniciens.

Stratégies technologiques

Les stratégies technologiques, telles qu'elles se reflètent dans les efforts officiels de R et D, varient considérablement parmi les fabricants d'équipement. Pour les entreprises les plus importantes, la R et D est une source d'avantages concurrentiels et elle est normalement fortement axée sur l'exportation. Ces entreprises reconnaissent que la compétitivité dans un pays comme le Canada où les coûts sont élevés dépend du caractère innovateur des produits²⁷. Les six entreprises les plus importantes possèdent d'excellents programmes de R et D interne qui emploient chacun un minimum de 10 professionnels. Elles fixent chaque année le budget consacré à la R et D et élaborent des plans annuels et à long terme. Ces entreprises sont prêtes à évaluer des projets de R et D concurrentiels. Par exemple, en 1984, l'une d'elles a choisi six projets parmi les 44 qui lui avaient été proposés. Les six principales entreprises pour l'importance de leur R et D sont dirigées par des directeurs et comprennent quatre filiales de sociétés étrangères qui sont en fait les divisions de l'équipement forestier de leurs sociétés mères respectives.

Il existe également des filiales sous contrôle étranger dont la société mère fabrique aussi de l'équipement forestier. Certaines de ces filiales possèdent des petits groupes de R et D qui adaptent les produits aux besoins du marché canadien et transmettent leurs idées au laboratoire central. D'autres dépendent entièrement de la R et D importée. Certaines entreprises, à gestion entrepreneuriale ou hiérarchisée, s'adonnent à la R et D «selon les besoins» afin de maintenir leurs effectifs et leur part du marché. Comme le mentionnait une des personnes questionnées, «un effectif de 150 employés nous convient parfaitement.» Beaucoup de petites entreprises n'ont pas de budgets annuels de R et D et lorsqu'elles font de la R et D, celle-ci a tendance à être fortement axée sur le marché et sur un produit particulier. Une des personnes questionnées traduisait assez bien l'opinion générale en affirmant que le travail de développement ne commence qu'après l'acceptation, par le client, d'une nouvelle idée afin d'éviter que l'entreprise

ne se retrouve avec un prototype sur les bras. L'acquisition d'une entreprise pour laquelle la R et D est une activité occasionnelle servant à maintenir le statu quo par une autre entreprise axée davantage sur la croissance et dotée d'un cycle continu de R et D, peut être une source de problèmes inattendus. Par exemple, une nouvelle société mère risque d'insister pour que les investissements consacrés à la R et D soient déterminés en fonction d'un pourcentage fixe du chiffre d'affaires.

R et D interne des fournisseurs de produits chimiques

Le secteur des pâtes et papiers utilise beaucoup de produits chimiques et les entreprises qui fournissent ces produits ont bien des innovations à leur acquis, en particulier en ce qui concerne les procédés de mise en pâte et de blanchiment. Au Canada, le plus important laboratoire de R et D sur les pâtes et papiers chimiques est géré par la société CIL de Mississauga. La société ERCO poursuit également des activités de R et D, surtout par le biais de projets contractuels à l'Université de Toronto. Les principaux fournisseurs de produits chimiques, y compris la CIL, appartiennent à des intérêts étrangers. À l'exception de la CIL, ces entreprises ont installé leurs laboratoires de R et D à l'extérieur du Canada.

La CIL possédait déjà depuis longtemps un laboratoire de R et D réputé dans le domaine des pâtes et papiers et de l'extraction minière lorsque la société britannique ICI en a fait l'acquisition en 1954. Le premier centre de recherches de la CIL avait été fondé à MacMasterville, au Québec, en 1916. Un nouveau laboratoire de recherches sur la chimie des pâtes et papiers avait également été établi à cet endroit en 1953. En 1980, ces installations ont été déménagées à Sheridan Park, à Mississauga (près du centre de R et D de la société Abitibi-Price).

La CIL est demeurée responsable de certains secteurs de la recherche menée par le groupe ICI, notamment celui des pâtes et papiers. Même s'il est inhabituel pour un fabricant de produits chimiques multivalent comme la CIL de faire de la R et D dans un domaine qui n'est pas directement relié à ses propres activités, le secteur des pâtes et papiers constitue un marché important pour les produits chimiques en vrac comme le chlore et la soude caustique. Le blanchiment de la pâte est un sujet de recherche important depuis 1953. Les travaux réalisés au cours des années 1950 et 1960 ont mené à l'étude de la mise en pâte à l'oxygène et à la découverte de la technologie de la mise en pâte à l'antraquinone (AQ), brevetée partout au monde et considérée comme une innovation majeure. À l'heure

actuelle, le blanchiment et la mise en pâte sont les principaux sujets d'intérêt du laboratoire de recherches en chimie de la CIL.

En 1984, les deux entreprises canadiennes de produits chimiques s'adonnant à la R et D sur les pâtes et papiers ont probablement consacré à ces travaux une somme de 4,5 millions de dollars et y ont employé environ 40 professionnels et techniciens.

Agents de R et D spécialisés

Même si peu de petites entreprises de R et D desservent le secteur forestier canadien, nous donnons ci-après quelques exemples des types de personnes et d'entreprises qui se spécialisent dans la R et D dans ce secteur et qui se trouvent principalement en Colombie-Britannique.

Inventeurs indépendants

L'inventeur indépendant est un chercheur d'une université ou du gouvernement travaillant à commercialiser une invention. Par exemple, alors qu'il faisait partie de la faculté de foresterie de l'Université de la Colombie-Britannique, J. Walters a fait breveter diverses machines, y compris une planteuse d'arbres. Généralement, l'inventeur indépendant conserve ses affiliations à moins qu'une de ses inventions ne connaisse un succès spectaculaire.

Entrepreneurs techniques

L'entrepreneur technique est une personne qui rompt ses liens avec une grosse entreprise pour fonder une entreprise satellite. Par exemple, C.M. Mitten a occupé un poste supérieur au service de R et D d'un fabricant d'équipement de scieries pendant environ 20 ans. Il a récemment fondé sa propre entreprise, Cetec Engineering, dans le Discovery Park de Burnaby (Colombie-Britannique) afin de mettre au point, parmi d'autres innovations, une « scie intelligente ». Ce dispositif comprend une lame de scie circulaire qui peut régler sa propre température. Il a été commercialisé en 1984, et l'entreprise s'attend à réaliser des ventes de 20 millions de dollars au cours des 10 prochaines années. Plus récemment, la société Cetec a travaillé à la mise au point d'une scie circulaire à denture amovible qui, selon elle, pourrait révolutionner la technologie du sciage²⁸. Avec l'aide financière du gouvernement fédéral, la société Cetec a mis au point un prototype de scie circulaire à denture amovible ne comportant qu'une pièce mobile et qui ne coûtera que la moitié seulement du prix d'une scie à ruban classique. Des essais ont été menés en collaboration avec la société MacMillan Bloedel, et Cetec croit que son invention pourrait remplacer 80 pour

cent des scies à ruban existantes. L'entreprise prévoit octroyer une licence pour la fabrication de cette machine et d'autres produits à un fabricant local d'équipements.

Entreprises de services de R et D

La société Econotech de Richmond (Colombie-Britannique) est un bon exemple d'une entreprise de services de R et D. À l'origine, il s'agissait de la division de R et D de la Columbia Cellulose (Cocel), mise sur pied à Prince Rupert puis déménagée à Vancouver au milieu des années 1960 à cause de problèmes de recrutement. Dans sa période la plus active, la division de R et D de Cocel employait de 80 à 90 personnes et s'intéressait principalement aux procédés de mise en pâte et surtout aux pâtes pour transformation chimique utilisées dans la fabrication de toute une gamme de produits, y compris la cellophane, les poignées de plastique et les filtres à cigarettes. Cocel, une filiale de la société Celanese de New York, était l'unique source interne de pâtes pour transformation chimique du conglomerat. Alors que les activités de R et D de Cocel portaient principalement sur la mise en pâte, le laboratoire central de la Celanese à New York mettait l'accent sur les étapes de la conversion de la pâte.

En même temps que Cocel commençait à perdre de l'argent, à la fin des années 1960, les membres de son personnel de R et D se sont empêtrés dans des problèmes opérationnels qui les ont empêchés de se consacrer à fond à la recherche à long terme sur la pâte pour transformation chimique. Lorsqu'il est devenu évident que Cocel allait éliminer sa division de R et D, deux employés ont acheté le laboratoire, en 1972, et créé la société Econotech. Partie avec neuf employés, l'entreprise en comptait déjà 20 en 1978. Econotech se spécialise toujours dans la R et D sur les pâtes à papier et met l'accent sur les travaux de développement et le transfert de la technologie. Même si elle fournit des «services de consultation» concernant des questions opérationnelles, elle favorise surtout les évaluations indépendantes des procédés de mise en pâte à l'aide de son propre équipement, lequel comprend une installation pilote complète de mise en pâte et de blanchiment.

Econotech compte parmi ses clients un nombre égal de grosses entreprises, pour lesquelles elle répond aux besoins excédentaires en R et D, et de petites entreprises qui peuvent ne pas être en mesure de faire leur propre R et D. Presque tout le travail est fait en vertu de contrats passés avec des entreprises forestières, des fabricants de biens d'équipement et des ingénieurs conseils. Les revenus sont générés dans une proportion d'environ 50 à 70 pour cent en Colombie-Britannique.

Trois raisons expliquent la croissance d'Econotech et son aptitude à soutenir la concurrence internationale. Premièrement, elle possède

énormément d'expérience dans le domaine des pâtes pour transformation chimique, où la concurrence n'est pas très forte. Deuxièmement, elle déclare être en mesure de maintenir la confidentialité. Tous ses employés s'engagent par écrit au secret et les technologues ne sont parfois même pas complètement informés du problème qu'ils sont chargés d'étudier. Troisièmement, elle a acquis une expérience considérable d'une vaste gamme d'installations partout en Amérique du Nord.

La société Coast Mountain Consulting de Nanaimo est une autre entreprise satellite de la Colombie-Britannique. Elle met au point des logiciels adaptés à la foresterie. Les membres fondateurs de cette entreprise sont tous venus des services des forêts de la société MacMillan Bloedel, en 1982, lorsque cette dernière a effectué des coupures de personnel. MacMillan Bloedel avait créé un groupe appelé «Computer Assisted Forest Engineering», ou CAFE, en 1975, afin de se doter d'une série de programmes portant sur diverses tâches liées à l'exploitation forestière. La société Coast Mountain continue à desservir MacMillan Bloedel mais compte également d'autres clients aux États-Unis et au Canada²⁹. Le prix de ses logiciels varie de 300 à 20 000 dollars.

R et D des gouvernements et des universités

Les gouvernements du Canada, notamment le gouvernement fédéral, ainsi que les universités ont traditionnellement participé à la R et D pour le secteur forestier³⁰. Contrairement à la R et D interne effectuée par les entreprises forestières et les fabricants d'équipement, les activités des gouvernements portent principalement sur la foresterie et ne s'intéressent que marginalement à la fabrication.

Examinons tout d'abord la R et D en foresterie, le seul type de R et D auquel s'adonne le gouvernement fédéral. Depuis la privatisation des laboratoires des produits forestiers de l'Ouest et de l'Est, les principaux laboratoires exploités par le gouvernement fédéral sont ceux du Service canadien des forêts (SCF). À l'heure actuelle, le SCF gère un vaste réseau d'installations de R et D comprenant l'Institut forestier national de Petawawa, l'Institut pour la répression des ravageurs forestiers et six laboratoires régionaux situés à St. John's (Terre-Neuve), Fredericton (N.-B.), Sainte-Foy (Québec), Sault Sainte Marie (Ont.), Edmonton (Alb.) et Victoria (C.-B.). Même si certains de ces laboratoires existent depuis plus longtemps, le réseau a été en grande partie mis en place et son mandat clarifié au cours des années 1960, au milieu d'une vive controverse. Ses défenseurs soutenaient que la recherche universitaire était limitée, la recherche effectuée par l'industrie du bois pratiquement inexistante et celle effectuée par le gouvernement provincial axée

sur les problèmes de la gestion des forêts³¹. Comme on pouvait s'y attendre, les programmes de recherche des laboratoires régionaux reflètent principalement les priorités locales, tandis que les instituts s'intéressent aux questions d'intérêt national.

En 1977-1978, le gouvernement fédéral a dépensé 31 millions de dollars pour la recherche en foresterie, surtout dans les laboratoires du SCF³². À l'époque, ces laboratoires employaient environ 370 professionnels³³. Au cours de l'étude menée par le gouvernement et l'entreprise privée qui allait conduire à la création de Forintek, les recherches du SCF ont été examinées à fond, et en 1979-1980, les dépenses du gouvernement fédéral consacrées à la recherche sur la gestion forestière ont été réduites, même en dollars courants, à 30,1 millions de dollars³⁴. Le système n'allait toutefois pas subir de changements importants et les fonds consacrés par le gouvernement fédéral allaient de nouveau augmenter pour atteindre 58,9 millions de dollars en 1983-1984. La participation financière des provinces, quoique inférieure et concentrée au Québec, en Ontario et en Colombie-Britannique, a aussi augmenté. Ainsi, le total des fonds publics consacrés à la R et D en gestion forestière est passé de 40 millions de dollars en 1979-1980 à 77,2 millions de dollars en 1983-1984.

Finalement, la recherche universitaire se rapportant à la foresterie est effectuée non seulement dans les facultés de foresterie des universités Laval, du Nouveau-Brunswick, de Toronto et de la Colombie-Britannique et dans les nouvelles écoles de l'Université Lakehead et de l'Université de l'Alberta, mais également dans les départements de sciences appliquées et de biologie³⁵.

La R et D gouvernementale et universitaire portant sur les procédés de fabrication des produits forestiers est plus limitée. Le gouvernement fédéral est absent du secteur. La Colombie-Britannique, l'Ontario et le Québec ont pour leur part mis sur pied des organisations de recherche industrielle qui s'adonnent à la R et D portant sur les produits forestiers (et sur la foresterie). Toutefois, la section des produits forestiers de la Fondation de recherches de l'Ontario (ORF) a connu un déclin tel qu'en 1984, elle n'employait plus que quatre professionnels et ne disposait plus que d'un budget de 450 000 dollars, dont 18 pour cent seulement lui venait du gouvernement de l'Ontario. La plupart des travaux sont reliés aux pâtes et papiers. En Colombie-Britannique, la R et D du Conseil de recherche de cette province est fragmentée et dépend largement des contrats octroyés par le gouvernement et les entreprises. Le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) a été plus actif. En 1979, par exemple, il a dépensé 4,5 millions de dollars pour la R et D se rapportant à la forêt et, surtout, à la transformation du bois et à l'équipement d'exploitation forestière.

Plusieurs universités, y compris des écoles de foresterie, ont également contribué à la R et D portant sur les produits forestiers. Mentionnons en particulier les liens établis de longue date entre l'Université McGill et Paprican et les travaux bien connus du département de chimie de l'Université de Toronto portant sur les méthodes de mise en pâte. En général, toutefois, les universités ne se sont pas beaucoup intéressées à la R et D portant sur les produits forestiers.

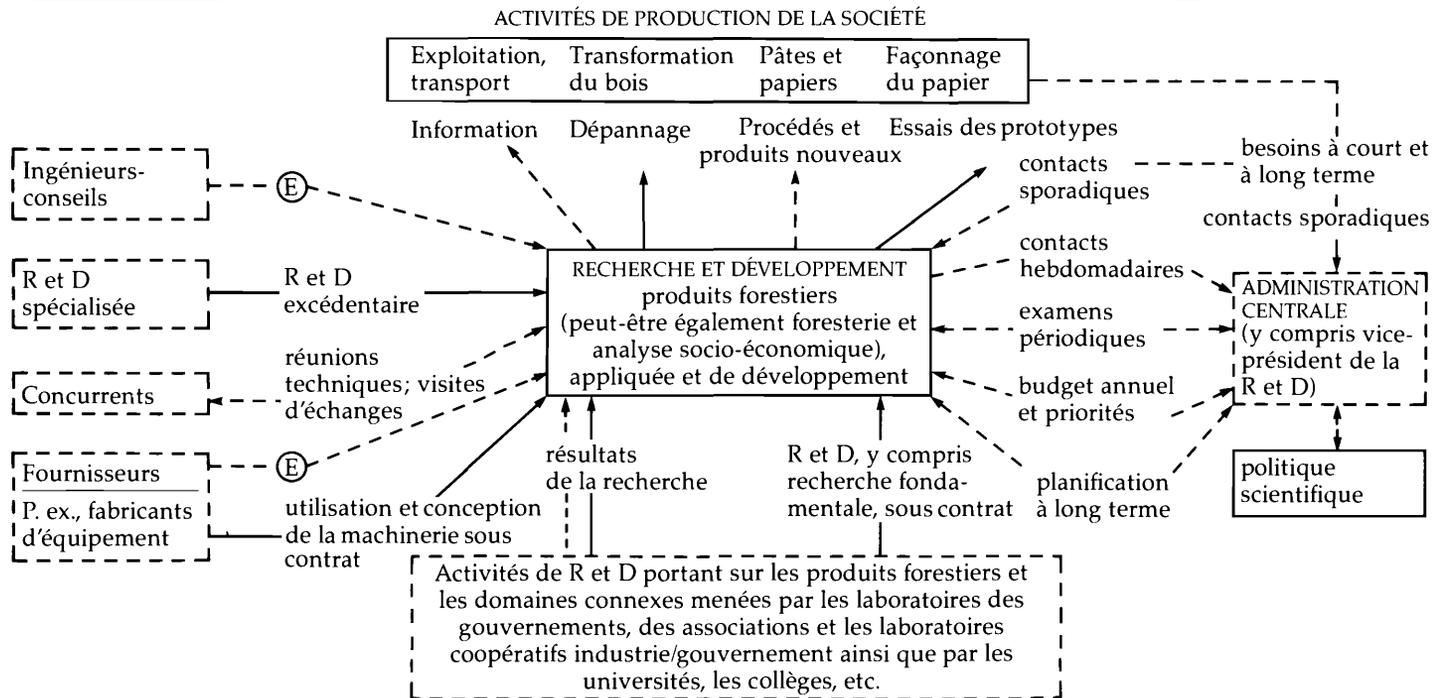
Liaisons technologiques au sein du secteur forestier

Les groupes qui forment le système de R et D du secteur forestier au Canada échangent des informations entre eux ainsi qu'avec les services d'affaires des fabricants de produits forestiers et des fournisseurs d'équipement. Ce sont ces échanges que nous appelons liaisons technologiques. Nous résumons, dans la figure 2.2, la nature de ces échanges d'informations, tels que les perçoit un groupe de R et D interne d'une entreprise de produits forestiers. Naturellement, le système d'échanges d'informations diffère pour les laboratoires appartenant, par exemple, aux entreprises de services de R et D ou aux ministères gouvernementaux. Le type particulier d'échange d'informations joue un rôle important dans la détermination de l'emplacement d'un laboratoire.

Les liaisons technologiques peuvent servir à diffuser l'information portant sur les technologies existantes ainsi qu'à générer de nouvelles informations par le biais de la recherche en collaboration. Dans le premier cas, les laboratoires de recherche coopérative jouent un rôle important, notamment par le biais de la publication des résultats des recherches (parfois disponibles pour les membres seulement), de colloques et de démonstrations. Par exemple, Forintek a joué un rôle actif dans le transfert de la technologie grâce à son «programme de colloques itinérants». Depuis 1983, en effet, les chercheurs du laboratoire de Forintek de Vancouver présentent des exposés dans tout l'ouest du Canada sur des sujets tels que le contrôle de la taille et le séchage du bois, les améliorations des scieries, l'entretien et la surveillance des scies et l'amélioration de la productivité grâce à la micro-électronique. Au Québec, Forintek collabore avec le CRIQ à la prestation de services semblables. Les rencontres annuelles de la section technique de l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers (ACPPP) constituent une excellente occasion de discuter des progrès technologiques réalisés dans le secteur des produits forestiers.

Les brevets, les visites d'installations et les services d'ingénieurs-conseils contribuent également à diffuser l'information portant sur la technologie existante³⁶.

Figure 2.2. : Liaisons technologiques d'un laboratoire de R et D d'une entreprise forestière



□ □ □ : Composantes de l'environnement technologique et sources de connaissances technologiques

⊕ : Activités d'évaluation par le personnel de R et D pour le bénéfice des autres départements

→ : Comporte un coût en argent

- - - → Ne comporte pas un coût en argent

Les nouvelles informations peuvent être obtenues par voie de collaboration entre les groupes de R et D interne des entreprises de produits forestiers et ceux des fournisseurs d'équipement, entre ces groupes et les laboratoires coopératifs³⁷ ou universitaires, ou entre les laboratoires coopératifs et les universités. Lorsque les entreprises de produits forestiers et les fournisseurs d'équipement collaborent, la R et D est fortement axée sur le développement, limitée à la mise à l'essai des prototypes et organisée projet par projet. La collaboration entre les laboratoires coopératifs et les fournisseurs d'équipement obéit aux mêmes critères. Par ailleurs, Paprican a récemment mis sur pied ses Programmes de parrainage de la recherche dans les industries connexes, lesquels permettent aux fournisseurs d'équipement de parrainer ou de financer entièrement les travaux de développement faits à Paprican.

Les trois laboratoires de recherche coopérative collaborent avec des universités particulières : Paprican avec McGill et l'Université de la Colombie-Britannique, Forintek avec l'Université de la Colombie-Britannique et l'Université Laval et FERIC avec l'Université de la Colombie-Britannique. Les groupes de R et D des entreprises profitent également parfois de l'expérience des universités, et le gouvernement fédéral s'efforce de promouvoir ce genre de liens. La société MacMillan Bloedel, par exemple, a confié par contrat à un spécialiste de l'informatique de l'Université Simon Fraser la mise au point d'une nouvelle technologie d'exploration des billes par balayage.

Les entreprises forestières se tiennent au courant des informations technologiques et les intègrent dans leur organisation de diverses façons. Pour quelques-unes d'entre elles, le groupe de R et D interne leur permet d'avoir un aperçu utile, complet et critique de l'environnement technologique. Cependant, pour ces entreprises et plus encore pour celles qui ne possèdent pas de groupe de recherche interne, d'autres mécanismes sont nécessaires pour demeurer au fait des changements technologiques. Chez les entreprises canadiennes de produits forestiers, de tels mécanismes comprennent depuis toujours la participation, par des personnes choisies, à des conférences techniques, à la recherche documentaire et à des visites d'installations, ainsi que les conseils et les rapports des laboratoires coopératifs et des experts-conseils. L'efficacité de ces mécanismes dépend évidemment des aptitudes et du degré de participation des cadres et des employés manuels ainsi que de l'aide que l'entreprise est prête à leur fournir. Quelques entreprises s'attirent le respect de l'ensemble de leur secteur pour la qualité du personnel « technique » dont elles disposent dans certaines usines. D'autres entreprises ne peuvent compter que sur une ou deux personnes expérimentées pour se tenir au courant des changements technologiques. Il existe également des variations dans l'importance

accordée par les entreprises au perfectionnement des employés même si, jusqu'à récemment, on n'observait que peu d'efforts systématiques de ce côté. Pourtant, l'aptitude à incorporer et à adapter la nouvelle technologie dépend des compétences techniques de chacun des employés travaillant à la production ou à l'entretien.

L'échange d'informations au sein même des entreprises constitue un autre élément important. On a toujours compté sur les rapports officiels ainsi que sur les voies de communication hiérarchiques établies. Dans l'ensemble, la facilité avec laquelle circule l'information varie selon la situation. Quelques entreprises ont toutefois compris l'importance de l'établissement de voies officielles de transmission de l'information technologique, à mesure que l'environnement technologique augmentait en complexité. Abitibi-Price a récemment mis sur pied une «section du transfert de la technologie» ayant pour mandat de coordonner la circulation de l'information technique au sein de l'entreprise et de planifier les besoins en personnel en fonction de l'évolution des besoins techniques et des services de l'entreprise.

Tendances de la R et D portant sur les produits forestiers et la foresterie, de 1968 à 1984

En 1968, Smith et Lessard³⁸ évaluaient les sommes consacrées à la R et D pour les entreprises forestières et la foresterie à 54 millions de dollars, en excluant les dépenses des fournisseurs d'équipement. Solandt³⁹ estimait pour sa part qu'en 1979, on avait consacré 115 millions de dollars à la R et D sur les produits forestiers et la foresterie, y compris presque 12 millions de dollars du côté des fournisseurs d'équipement. Ces deux évaluations comprennent toutefois les frais généraux des universités et des gouvernements. Comme Solandt pense qu'en chiffres réels, une dépense de R et D de 54 millions en 1968 équivaldrait à une dépense de 151 millions en 1979, il conclut que nous avons assisté, pendant cette période, à une baisse substantielle de la R et D effectuée au Canada sur les produits forestiers⁴⁰. Il signale les réductions importantes observées au chapitre des dépenses du gouvernement fédéral en R et D, tant pour la foresterie que pour les produits forestiers, ainsi qu'au niveau de la R et D interne des entreprises forestières. Les dépenses des gouvernements provinciaux sont les seules, selon lui, à avoir augmenté (elles ont cependant toujours été relativement peu importantes).

On observe depuis peu des tendances intéressantes au chapitre de la R et D en foresterie. Premièrement, le déclin de l'aide gouvernementale observé pendant les années 1970 a été interrompu. Deuxièmement, les dépenses d'ensemble demeurent peu importantes si l'on songe à la

richesse de notre pays en ressources forestières, et troisièmement, l'importance accordée à cette question par les entreprises du secteur est décevante. En ce qui concerne la R et D sur les produits forestiers, la tendance la plus remarquable depuis 1979 a été la croissance relative des laboratoires coopératifs, financée en grande partie par le gouvernement plutôt que par les entreprises. Avec l'exception possible du Québec, l'aide financière directe des gouvernements provinciaux à la R et D sur les produits forestiers est demeurée limitée et a probablement diminué. Le déclin constant observé au cours des années 1970 au chapitre de la R et D interne des entreprises de produits forestiers a été arrêté mais non renversé. Pour ajouter une note plus optimiste, mentionnons cependant que certains laboratoires de R et D interne se trouvent aujourd'hui en meilleure position qu'ils ne l'étaient en 1981, par suite de la pire récession à survenir en 50 ans, et qu'un groupe de R et D a été mis sur pied. Les laboratoires ont montré leur valeur dans des conditions économiques défavorables. Par contre, la rareté des laboratoires internes, le nombre peu élevé d'emplois et les budgets limités de R et D peuvent justifier un certain pessimisme. Entre 1979 et 1984, la R et D interne effectuée par les fournisseurs d'équipement au Canada a diminué en valeur réelle. Au moins deux laboratoires ont disparu pendant cette période et rien n'est venu compenser cette perte dans le secteur.

Chapitre 3

Le système de R et D et son fonctionnement

Il est clair que le fonctionnement du système de R et D est complexe. Ce dernier est en effet constitué d'une succession d'étapes difficiles à distinguer, peu importe l'innovation dont il peut être question. En outre, l'évolution d'une innovation dépend d'un grand nombre de personnes et de groupes différents (à l'intérieur comme à l'extérieur de l'entreprise) et des rapports qu'ils entretiennent, ainsi que d'autres aspects tels que les relations industrielles et les plans d'investissement. Il peut également arriver que la R et D aboutisse à un échec ou qu'elle prenne un temps anormalement long pour donner des résultats. Avant d'examiner comment le système de R et D *permet* d'obtenir des procédés et des produits nouveaux ou améliorés, il paraît utile d'examiner certains des risques qu'il comporte.

Résultats tardifs et risques d'échecs

L'histoire de la scie à chaîne constitue un bon exemple du temps qu'il faut parfois avant qu'une invention ne connaisse le succès. Après certaines tentatives de mise au point de modèles qui seraient plus efficaces que la hache et la scie à dossier, la scie à chaîne telle que nous la connaissons aujourd'hui était enfin inventée en Allemagne, en 1840¹. Toutefois, ce sont les progrès réalisés pendant la Seconde Guerre mondiale, notamment dans le domaine de la technologie des métaux légers et des moteurs légers refroidis à l'air, qui ont permis la mise au point d'une machine à la fois utile et fiable. Entre 1939 et 1960, les scies à chaîne les plus légères sont passées d'un poids de 38 kg à 9 kg et la productivité a augmenté de 40 pour cent.

Si l'on présume que la scie à chaîne a été utilisée commercialement peu après 1850, il faut conclure que son taux de diffusion a été extrêmement lent avant 1950. En fait, la diffusion efficace de cette machine n'allait devenir possible qu'au terme de très nombreux travaux de R et D dans d'autres secteurs de l'économie (par exemple, l'avionique) et du transfert de cette nouvelle technologie à la production de la scie à chaîne. (En 1945, beaucoup d'usines n'étaient pas utilisées à pleine capacité, ce qui a également encouragé la production des scies à chaîne.) Ainsi, 100 ans après son invention, la scie à chaîne allait enfin révolutionner le secteur de l'exploitation forestière.

D'autres produits et procédés n'ont jamais été commercialisés ou n'ont connu un certain succès commercial qu'au bout de nombreuses années. Par exemple, les débusqueuses à direction par châssis articulé, mises au point en 1916, n'allaient devenir populaires qu'au cours des années 1950, après l'invention des systèmes hydrauliques.

Beaucoup d'autres projets ont connu l'échec. Certains ont probablement été abandonnés trop tôt. Silversides² soutient que c'est probablement ce qui est arrivé à la machine d'abattage-façonnage Beloit, un engin inventé par deux Canadiens et capable d'ébrancher les arbres, d'en couper les cimes, de les sectionner à la base et de les empiler. La société Beloit du Wisconsin a fabriqué cette machine entre 1965 et 1970 et en vendu 40. En 1982, la moitié de ces machines fonctionnaient toujours. Le système Arbomatik et le «Koering Shortwood Harvester» sont d'autres exemples d'engins d'exploitation forestière mis au point au Canada et qui n'ont été fabriqués que pendant une courte période.

Certaines de ces inventions ont connu l'échec pour des raisons technologiques. Il est certain que de nombreux échecs technologiques ne sont jamais exposés au grand jour. Tillman³ pense que les risques technologiques dans le secteur forestier diminuent sensiblement à chaque étape du développement. D'autres projets ont été abandonnés pour des raisons financières.

Rôle de la R et D interne des entreprises forestières

La technologie mise au point par les groupes de R et D interne des entreprises forestières est surtout axée sur les procédés et particulière à l'entreprise. Il est difficile d'obtenir des détails sur la mise au point de technologies ainsi que de mesurer les effets des innovations. Pour en savoir plus sur le procédé d'innovation, l'auteur a interrogé les gestionnaires de la R et D de 10 entreprises sur leurs innovations récentes «importantes» qui ont été commercialisées. Six entreprises ont fourni des renseignements sur 10 de leurs innovations «importantes» des 10 dernières années (tableaux 3.1 et 3.2). Les commentaires recueillis sont cependant subjectifs et il faut donc les interpréter avec prudence.

Même si les méthodes de R et D varient considérablement d'un projet à l'autre, les innovations technologiques internes jugées «importantes» ont tout de même plusieurs points en commun. Premièrement, presque toutes les grandes innovations récentes des entreprises forestières canadiennes ont porté sur de nouveaux procédés de fabrication de la pâte à papier. Ainsi, sept des 10 projets portaient sur la fabrication de la pâte et un huitième portait sur son blanchiment. Les cinq projets dont le coût atteignait au moins 10 millions de dollars portaient sur des

Tableau 3.1: Certaines caractéristiques des progrès technologiques internes « importants » réalisés depuis 1970 par six entreprises forestières

Coût du projet (millions de dollars)	Période de développement (années)	Domaine d'innovation	Coûts de la R et D	
			en % du coût du projet	milliers de dollars
1	3(2) ^a	matériaux de construction	40	210
1	6(5)	qualité du papier	90	650
1-5	17(13)	mise en pâte	90	2700
1-5	13(3)	blanchiment	10	300
5-10	8(4)	mise en pâte	20	2000
>10	11(8)	mise en pâte	9	2500
>10	11(9)	mise en pâte	19	2500
>10	5(2)	mise en pâte	30	7000
>10	15(10)	mise en pâte	20	3000
>10	7(2)	mise en pâte	10	3000

Source: Enquête sur le terrain, 1985.

^a Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre d'années écoulées avant la mise au point du prototype.

Tableau 3.2: Résumé des caractéristiques des progrès technologiques internes « importants » réalisés depuis 1970 par les entreprises forestières

Coût du projet (millions de dollars)	Période moyenne de développement (années)	Coûts de la R et D		
		en % des coûts du projet	milliers de dollars (moyenne)	milliers de dollars (médiane)
10	9,4 (5,7) ^a	18	3 333	2 750
10	9,8 (5,4)	58	965	475

Source: Tableau 3.1.

^a Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre d'années écoulées avant la mise au point du prototype.

procédés de fabrication nouveaux permettant d'améliorer le rendement ou de remplacer la pâte chimique kraft, dont la production était jugée de plus en plus coûteuse. La hausse des coûts du bois, due à la raréfaction de cette matière première et aux problèmes environnementaux, et le coût de plus en plus élevé de la pâte kraft ont poussé les entreprises à chercher à mettre au point des méthodes de fabrication mécaniques ou de nouvelles méthodes de traitement chimique de la fibre du bois pour produire la pâte. Chaque entreprise a mis au point une méthode de mise en pâte appropriée aux ressources en bois dont elle disposait en tenant compte des problèmes particuliers auxquels

elle faisait face. La répétition des efforts n'est pas considérée comme un problème. Une des entreprises tente de conclure, avec d'autres, des accords de fabrication sous licence.

Deuxièmement, pour les projets coûtant plus de 10 millions de dollars, les frais d'établissement ont toujours été élevés et on n'a consacré à la R et D qu'un peu plus de 18 pour cent du total des dépenses. Par contre, pour les projets moins coûteux, la part attribuée à la R et D a varié considérablement; le chiffre moyen de 58 pour cent n'est donc pas représentatif. Troisièmement, pour l'ensemble des projets, les diverses étapes de la R et D ont duré presque 10 ans en moyenne et le tableau 3.1 ne montre aucune différence dans la durée de la période de développement entre les projets qui coûtent plus de 5 millions et ceux dont le coût est inférieur à ce montant. Toutefois, les deux projets qui ont coûté moins d'un million n'ont pris que 4,5 années, ce qui porte à croire qu'il existe peut-être un rapport linéaire positif entre le coût et la durée de la période de développement pour les projets les moins coûteux mais qu'à partir d'un million, ou peut-être moins, ce rapport disparaît.

Quatrièmement, il a généralement fallu beaucoup de temps pour franchir les étapes de la recherche, du développement et de la commercialisation des projets. Le délai moyen nécessaire pour parvenir à l'étape du développement du prototype était de 6,1 années et il fallait 3,1 autres années pour parvenir à l'étape de la commercialisation. La comparaison entre les périodes de développement n'est peut-être pas d'une grande utilité, à cause des variations des besoins en personnel et de la disponibilité du personnel d'une part, et des besoins différents en recherche d'autre part. Il peut également arriver que les projets soient temporairement mis au rancart, en particulier lorsque leurs frais d'établissement sont très élevés. Il existe des différences considérables dans la durée de la période de développement pour des projets dont les coûts sont pourtant comparables. Par exemple, une des entreprises a mis au point deux procédés distincts de mise en pâte pour deux emplacements différents et a été en mesure de raccourcir la période de développement du deuxième procédé en profitant des recherches effectuées pour le premier. Dans un autre projet, une entreprise a réalisé des gains en commercialisant certains éléments d'une innovation «importante» avant le parachèvement du projet.

Cinquièmement, dans le cas des projets les plus coûteux et de ceux portant sur la fabrication de la pâte en général, les coûts de la R et D oscillent aux environs de 2,7 millions de dollars. Nous n'avons observé qu'une seule exception à cette règle : un projet pour lequel l'entreprise a dû construire une usine pilote entière.

Même si elles ne sont pas très complètes, ces données vont à l'encontre de la théorie selon laquelle les coûts de la R et D augmentent

en fonction de la durée des projets. Notre enquête démontre également que la R et D interne vise avant tout à répondre aux besoins précis de l'entreprise. Les projets internes ont été mis en oeuvre à l'intérieur de l'entreprise, deux d'entre eux à plus d'un emplacement. Un des projets a également été vendu à une autre entreprise. Même si les entreprises obtiennent des brevets et ne s'opposent pas à la vente de leur technologie, leur R et D est avant tout axée sur leurs propres besoins.

Une faible proportion de la R et D interne des entreprises forestières est axée sur les produits. Mentionnons à titre d'exemple le Parallam de la société MacMillan Bloedel. Selon son fabricant, ce matériau de construction est plus résistant que le bois d'oeuvre classique et il présente une rigidité plus grande que le bois laminé-collé. La société a commencé la recherche au début des années 1970 et elle a construit une usine pilote de 10 millions de dollars en 1982. On a déjà produit du Parallam pour Expo 86 mais le produit ne sera pleinement commercialisé qu'après la construction d'une nouvelle usine et la réalisation de divers projets de commercialisation.

Rôle de la R et D interne des fournisseurs d'équipement

Les fournisseurs d'équipement ont toujours été une source importante de nouvelles technologies dans le secteur forestier⁴, et dans la mesure où ils produisent de nouveaux équipements, ils participent invariablement au transfert de la technologie. Au Canada, rares sont les fournisseurs d'équipement qui s'adonnent à la recherche fondamentale ou appliquée ou à la R et D de développement. Ils comptent sur la R et D étrangère pour la création de nouveaux produits, produits qu'ils obtiennent de leur société mère, d'autres sociétés, en vertu d'accords de fabrication sans lien de dépendance, ou en imitant leurs concurrents. Les entreprises qui s'adonnent à la recherche fondamentale ou appliquée ou à la R et D de développement ne le font que sporadiquement.

Parmi les entreprises échantillonnées, celles qui ont déclaré avoir mis au point un nouveau produit au cours des quelque cinq dernières années étaient légèrement plus nombreuses (23) que celles qui disaient s'adonner à une forme quelconque de R et D interne (19). Seize entreprises ont fourni des données détaillées sur les caractéristiques de leur innovation interne importante la plus récente (tableau 3.3). La R et D effectuée au Canada par les fournisseurs d'équipement prend moins de temps et coûte moins cher que la R et D interne des entreprises d'exploitation forestière. La période écoulée jusqu'à l'étape du prototype varie de un à 24 mois, la moyenne s'établissant à 11,7 mois. La période

Tableau 3.3: Certaines des caractéristiques des innovations internes les plus récentes réalisées par les fournisseurs d'équipement pour l'industrie forestière

Coût du projet (millions de dollars)	Période de développement (mois)	Domaine d'innovation	Emplacement du premier client	Coûts de la R et D en % du coût total
<i>A. 6 premiers fournisseurs pour leur R et D</i>				
100-500 (143)	13(8) ^a	transformation du bois	États- Unis	99
100-500	36(12)	mise en pâte	Qué- bec	90
500-1000	29(24)	exploitation forestière	C.-B.	40
500-1000 (900)	30(18)	exploitation forestière	Ont.	50
100-500	14(12)	exploitation forestière	Ont.	70
500-1000 (600)	18(12)	électronique	Ont.	20
<i>B. 4 suivants</i>				
500-1000	24(?)	transformation du bois	États- Unis	80
100-500	40(24)	transformation du bois	C.-B.	80
50-100 ^b	48(24)	fabrication du papier	États- Unis	100
50-100	13(8)	pompes	Ont.	57
<i>C. Autres</i>				
100-500	8(7)	transformation du bois	Man.	50
50-100	6(1)	transformation du bois	C.-B.	30
5-20	6(1)	transformation du bois	États- Unis	10
50-100	18(6)	transformation du bois	Ont.	15
100-500	36(12)	séchage du bois	États- Unis	55
20-50	9(7)	électronique	États- Unis	80

Source: Enquête sur le terrain, 1985.

^a Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre de mois écoulés jusqu'à la mise au point du prototype.

^b L'entreprise a mis fin à son programme de R et D en 1984.

écoulée de l'étape du prototype à celle de la commercialisation atteint en moyenne sept mois. Au Canada, le coût de la mise au point des nouveaux équipements forestiers «importants» varie normalement

entre 500 000 et un million de dollars, montant sensiblement moindre que le coût des innovations « importantes » des entreprises d'exploitation forestière. Le principal client des fournisseurs d'équipement ayant participé à l'enquête était situé au Canada (pour 10 fournisseurs) ou aux États-Unis (pour 6 fournisseurs).

D'habitude, plus le projet est coûteux et plus longue est la période de développement. En outre, les projets les plus longs et les plus coûteux sont normalement entrepris par les (10) entreprises dominantes au chapitre de la R et D. Pour la plupart des entreprises, les coûts de la R et D représentent une part relativement importante des coûts d'ensemble des projets. Par exemple, 11 entreprises ont signalé qu'au moins 50 pour cent des coûts de leurs projets étaient attribuables à la R et D (tableau 3.3). Les éléments non évalués qui font partie du coût total des projets sont les suivants : les coûts relatifs à la licence sont négligeables, et cinq entreprises seulement ont mentionné avoir à acquitter de tels coûts; les coûts de commercialisation sont importants, et 12 entreprises ont mentionné des coûts de commercialisation atteignant au moins 25 pour cent du total; les frais d'établissement sont raisonnablement importants.

Les avis des personnes interrogées sont partagés en ce qui concerne l'obtention des brevets pour les nouveaux produits. Même si les 10 principales entreprises ont obtenu des brevets au cours des cinq dernières années, seulement deux d'entre elles en ont obtenu plus de cinq. Sur l'ensemble de l'échantillon, 10 entreprises jugent la question des brevets « peu importante », sept la jugent « très importante » et les 20 autres la jugent « un peu » ou « modérément importante ». Les différences observées sont dues en partie à la situation des entreprises en ce qui concerne la propriété. En effet, les filiales laissent le plus souvent à la société mère le soin d'obtenir les brevets. Néanmoins, la question des brevets est délicate. D'une part, les entreprises favorisent l'obtention de brevets afin d'obtenir une protection sur le marché, de relever leur réputation comme chef de file technologique et de répondre aux souhaits des chercheurs. D'autre part, l'obtention d'un brevet exige la publication des détails concernant l'innovation, et l'ensemble du procédé, notamment la défense des brevets, coûte extrêmement cher en argent et en temps. Aux États-Unis, par exemple, toutes les poursuites intentées par des entreprises canadiennes contre des entreprises américaines donnent inmanquablement lieu à des contre-poursuites fondées sur la législation anti-trust. Il est clair que pour les entreprises petites ou moyennes qui forment la masse des entreprises canadiennes du secteur, toute poursuite intentée à l'étranger contre une entreprise rivale constitue une aventure très risquée. (Les vues sont également partagées du côté des entreprises de fabrication de produits forestiers en ce qui concerne la question des brevets.)

Il est malheureux que les innovations découlant des programmes de R et D interne des entreprises forestières (tableau 3.1) soient surtout limitées aux procédés de mise en pâte et que celles découlant des efforts de R et D des fournisseurs d'équipement (tableau 3.3) soient limitées aux équipements d'abattage et de transformation du bois. Ces intérêts éloignés, qui sont profondément enracinés et qui risquent de persister dans l'avenir prévisible, sont une des sources de l'importance encore accordée aujourd'hui par le secteur à l'exportation des produits en vrac et de l'impuissance de celui-ci à mettre au point des produits forestiers hautement transformés. Une plus grande convergence des intérêts en recherche mènerait à l'établissement de liens technologiques plus étroits entre les entreprises de fabrication de produits forestiers et les fournisseurs d'équipement au Canada.

Le procédé Opco : cas type d'une innovation technologique interne

L'histoire de la mise au point de la pâte Opco constitue un exemple intéressant d'innovation technologique interne au sein de l'industrie canadienne des produits forestiers. La pâte Opco a été mise au point par la société Ontario Paper Co. C'est une pâte chimico-thermomécanique obtenue par cuisson de la pâte mécanique, ou préférablement thermomécanique, avec du sulfite de sodium, alors que la pâte chimico-thermomécanique classique est obtenue par cuisson des copeaux⁵. Les événements qui ont conduit, au bout de 10 ans, à la mise au point de la pâte Opco peuvent se résumer comme suit :

1. Au début des années 1970, la société Ontario Paper entreprend des recherches sur l'importance des propriétés de la bande humide sur le rendement de la pâte dans la machine à papier.
2. En 1977, sous l'impulsion de la nouvelle réglementation anti-pollution du gouvernement du Québec, l'entreprise accélère ses recherches afin de remplacer la pâte au sulfite à haut rendement produite depuis 1970.
3. En septembre 1977, les travaux de laboratoire mènent à la découverte d'une pâte qui, tout en présentant des caractéristiques de la bande humide améliorées, donne un rendement de 90 pour cent et permet ainsi de résoudre le problème de pollution.
4. On procède alors à des essais à l'échelle commerciale (100 tonnes) à la fabrique Kaipola de la United Paper Mills de Finlande, puisqu'il

n'est pas possible de procéder au Canada à des expériences d'une telle envergure. La pâte doit être expédiée dans une autre fabrique finlandaise aux fins du traitement dans un digesteur Pandia, puis elle est expédiée à Kaipola pour l'alimentation de la machine à papier. Des essais menés en salle de presse en Finlande et en Amérique du Nord montrent que le papier obtenu donne un meilleur rendement que le papier journal normal, produisant moins de charpie et permettant une meilleure qualité d'impression.

5. À l'automne 1980, la société Hymac de Montréal et la société United Paper Mills de Finlande signent un accord pour la construction d'un réacteur et d'une usine pilote d'une capacité de 50 tonnes à Kaipola, pour la production en continu de la pâte Opco. L'usine pilote est nécessaire pour obtenir des données plus complètes sur le rendement de la pâte et pour préparer des plans détaillés de l'équipement. On procède à six essais sur machine à papier durant chacun l'équivalent d'un poste de travail, et les évaluations subséquentes du rendement en salle de presse confirment les résultats des essais antérieurs.
6. À la fin de 1981, la société Ontario Paper construit une fabrique d'une capacité de 225 tonnes à son installation de Baie-Comeau, à un coût de 28 millions de dollars. Vingt-trois contrats sont adjugés et la société Hymac devient le principal fournisseur d'équipement.
7. On procède à l'ouverture de la première usine Opco en octobre 1983.
8. L'équipement fabriqué par Hymac et la United Paper est disponible pour la vente à d'autres entreprises et les redevances sont versées à la Ontario Pulp and Paper. La United Paper retient les droits exclusifs pour la vente en Union soviétique.

Cet exemple montre bien le temps qu'il faut compter pour la mise au point d'une innovation technologique importante dans le secteur forestier, la coopération nécessaire entre les entreprises du secteur et les fabricants d'équipement, les liens étroits qui existent entre la R et D et la planification des investissements, l'importance de l'interaction entre la recherche scientifique et la demande du marché et l'avantage, pour les entreprises forestières, de pouvoir compter sur un groupe de R et D interne de grande qualité, même si ce dernier n'est pas considérable. Les recherches effectuées au début des années 1970 ont permis au groupe de R et D de réagir rapidement lorsque l'entreprise a décidé, en 1977, de mettre au point un nouveau procédé de mise en

pâte conforme aux nouvelles exigences environnementales du gouvernement du Québec. Si cette entreprise avait dû compter sur Paprican ou sur un autre groupe, elle aurait vraisemblablement été davantage exposée à des problèmes d'échanciers, de gestion et de transfert de la technologie. Un groupe externe aurait été dès le départ doublement désavantagé. Premièrement, il lui aurait tout d'abord fallu se familiariser avec la situation dans laquelle se trouvait l'entreprise et deuxièmement, il aurait dû entreprendre sa R et D à partir de zéro. En comptant sur ses propres ressources, la Ontario Paper a accru son aptitude à générer la nouvelle technologie et ses possibilités d'obtenir des redevances.

Cet exemple nous montre également l'importance des études en installations pilotes et des essais commerciaux pour la R et D portant sur les produits forestiers, et certains des problèmes qu'ils peuvent présenter. Il nous permet de constater que les entreprises finlandaises manifestent un intérêt plus grand pour l'innovation et qu'il existe des liens plus étroits entre les entreprises forestières et les fournisseurs d'équipement en Scandinavie. Dans le cas qui nous intéresse, la Finlande tirera de nombreux avantages de la technologie canadienne. Dans la mesure où elle peut commercialiser et améliorer encore davantage l'équipement en question, la United Paper de Finlande pourra concurrencer directement la société canadienne Hymac. Cette inaptitude des entreprises à développer la technologie canadienne entièrement au Canada n'est pas inhabituelle.

Paprican : source de technologie

Paprican est à la fine pointe du progrès dans toute une variété de technologies des pâtes et papiers. Historiquement, l'Institut s'est surtout intéressé à la recherche fondamentale et appliquée. Toutefois, depuis une vingtaine d'années, il consacre de plus en plus d'efforts au transfert de la technologie. En fait, en février 1984, Paprican pouvait revendiquer la mise au point de 41 produits et procédés parmi lesquels 22 avaient connu un « succès » commercial, cinq avaient connu l'échec et 14 étaient toujours à l'étude (tableau 3.4). Son premier projet, également le mieux connu, a été le « Papriformer », qui a constitué une étape cruciale dans la mise au point de la technologie du formeur à double toile.

Le Papriformer, une des innovations technologiques les plus importantes de l'Institut, est le fruit des recherches menées au cours des années 1950 pour trouver une solution aux problèmes de la durabilité de la toile dus à l'augmentation de la vitesse des machines. Un groupe de travail a tout d'abord déterminé des causes diverses de la durabilité

Tableau 3.4: Produits et procédés mis au point par Paprican en date du 23 février 1984

Projet	Impulsion		Situation de la commercialisation		
	recherche scientifique	demande du marché	insuccès	à déterminer	succès
1. Technique de suspension atomique		x	x		
2. Produits de charbon activé	x		x		
3. Appareil de détection chromatique en phase gazeuse automatique	x	x			x
4. Lavage du gaz humide	x	x			x
5. Lavage du gaz sec	x	x		x	
6. Papribleach	x		x		
7. Paprizone	x			x	
8. Monoxide de chlore	x		x		
9. Papritecton		x			x
10. Polyéthylèneoxyde		x			x
11. Technique de calcul des particules de poix		x			x
12. Anthraquinone	x			x	
13. Papriformer	x				x
14. Papridryer		x		x	
15. Résistance de la toile		x			x
16. Douches de vapeur		x			x
17. Calandrage à gradient de température	x			x	
18. Extraction par caustification	x				x
19. Contrôle du raffinage	x	x			x
20. Modèles de simulation		x			x
21. Écorçage des copeaux		x		x	
22. Pipeline de copeaux		x	x		
23. Compteur de rupture	x	x			x
24. Four de récupération	x	x		x	
25. Détecteur de choc entre les plaques		x			x

Tableau 3.4: Produits et procédés mis au point par Paprican en date du 23 février 1984 (suite)

Projet	Impulsion		Situation de la commercialisation		
	recherche scientifique	demande du marché	insuccès	à déterminer	succès
26. Courants transitoires de couple de démarrage	x				x
27. Pâte à papier journal thermo-mécanique à 100 %		x			x
28. Digiburst	x				x
29. Chargement des lumens	x			x	
30. Bouclage permanent	x			x	
31. Protection de la pompe électrochimique	x			x	
32. Système d'acquisition de données	x			x	
33. Déchets du bois dans le four à chaux		x		x	
34. Séchage alimenté aux déchets de bois		x		x	
35. Production de tallol		x			x
36. Production d'huile kappa		x			x
37. Facteurs longueur et minceur		x			x
38. Facteur H (énergie)		x			x
39. Appareil d'essai de la douceur à l'imprimerie		x			x
40. Compteur de saleté		x			x
41. Procédé « Va-Purge »		x		x	

Source: J. Merca, directeur, division des brevets, licences et industries connexes, Paprican, communication personnelle, le 13 juin 1985.

réduite de la toile telles que l'effort de traction, les particules abrasives et la vitesse. Cette étude a conduit à la mise au point du «centricleaner» (pour éliminer les particules), de la technologie de drainage classique par caisses aspirantes et des toiles non métalliques, et elle a permis de réaliser «que la machine à papier Fourdrinier serait bientôt parvenue à

sa limite de production quantitative et qualitative⁶». Estimant qu'une toile idéale devait pouvoir produire une feuille présentant une qualité comparable pour l'imprimerie sur les deux faces et présenter une distribution uniforme des fibres ainsi qu'une qualité et un fini supérieurs, les chercheurs ont travaillé à mettre au point un formeur capable de produire une telle toile dans une gamme de poids commerciaux de base mais qui serait également plus petit, plus facile à faire fonctionner et plus efficace.

En 1959, ils avaient déjà construit un formeur rudimentaire (le Mark I) qui, malgré sa taille réduite, pouvait fonctionner à une vitesse comparable à celle des machines commerciales de papier journal. Le modèle Mark II (surnommé le «démon»), mis au point plus tard, incorporait des innovations importantes du point de vue de la technologie du drainage et de l'instrumentation. Il a été financé et construit par les Ateliers d'ingénierie Dominion de Montréal. Un prototype initial a été construit en 1959, suivi d'un prototype expérimental de grandeur réelle, en 1965. Les expériences menées avec ce prototype ont débouché sur la mise au point, l'installation et l'exploitation de machines commerciales. La première a été installée à Bramptonville par la Kruger Pulp and Paper. La période de développement de cette machine, fabriquée sous licence par les Ateliers d'ingénierie Dominion, a duré environ 15 ans, et en 1975, Paprican devenait le premier récipiendaire du Prix du gouverneur général pour le design en ingénierie dans la catégorie des équipements industriels. Dès 1976, 13 Papriformers, y compris six au Canada, étaient déjà en exploitation ou en construction. Malheureusement, la technologie du Papriformer n'a pas été perfectionnée aussi efficacement que la technologie à double toile rivale et en 1984, afin d'accroître ses débouchés sur les marchés canadiens pour ses propres machines, la société Valmet de Finlande faisait l'acquisition des Ateliers d'ingénierie Dominion.

Le tableau 3.5 énumère les étapes du développement d'innovations particulières, y compris le Papriformer. Le temps qui s'écoule entre l'étape de l'invention (stade 4) et celle de l'utilisation commerciale (stade 6) varie de deux à neuf ans. À en juger par ce tableau, la période du processus de R et D qui s'écoule avant l'invention (stade 4) est aussi longue sinon plus longue que l'ensemble des étapes qui suivent. Dans le cas du système Papritection, qui a connu un succès commercial considérable, les premiers travaux de recherche ont été entrepris en 1974, soit trois ans avant la construction du premier prototype et six ans avant l'installation du premier système commercial. En fait, Papritection constitue un exemple intéressant de la méthode employée par Paprican pour mettre au point et transférer la technologie (tableau 3.6).

Tableau 3.5: Étapes de la mise au point de certaines techniques par Paprican

Innovation	Date de l'invention (stade 4)	Date de l'utilisation commerciale (stade 6)	Intervalle (nbr. d'année) pour parvenir au stade 6	Stade atteint
Papriformer	1963	1972	9	(7)
Papridryer	1964	à venir	—	(5)
Papribleach	1967	à venir	—	(5)
Lavage du gaz	1970	1975	5	(7)
Extraction par caustification	1972	à venir	—	(5)
Écorçage des copeaux	1973	à venir	—	(4)
Papritection	1977	1980	3	(7)
Détecteur de choc entre les plaques	1978	1980	2	(6)
Chargement des lumens	1980	à venir	—	(3)
Additifs pour la rétention et le contrôle de la poix	1980	1981-1982	—	(4) (6-7)
Méthode de production de chaux dans un four rotatif	1981	à venir	—	(5)
Bouclage permanent	1981	à venir	—	(4)
Protection de la pompe électrochimique	1983	à venir	—	(5)
Digiburst	1978	1980	2	(7)
Système d'acquisition de données	1982	probablement en 1984	(2)	(5)

Source : J. Merca, directeur, division des brevets, licences et industries connexes, Paprican, communication personnelle, le 13 juin 1985.

Nota: Le stade 1 est celui de la suggestion scientifique, de la découverte, de l'observation ou de la constatation du besoin de l'entreprise membre; le stade 2 est celui du développement théorique ou de la conception; le stade 3 est celui de la vérification en laboratoire de la théorie ou du concept; le stade 4 est celui de la démonstration en laboratoire de l'application (invention); le stade 5 est celui de la mise à l'essai sur le terrain ou de l'essai en conditions réelles (succès technique); le stade 6 est celui du lancement sur le marché; le stade 7 est celui de l'adoption généralisée (succès commercial).

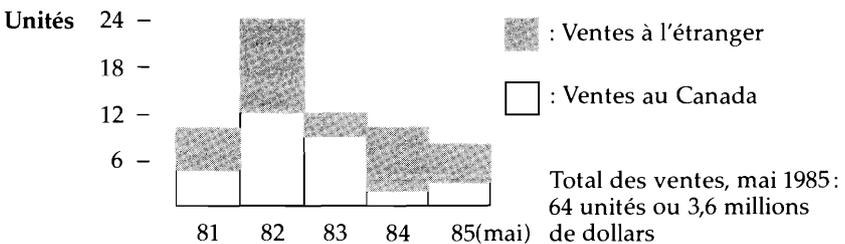
Voici quelles ont été les étapes de la mise au point du système Papritection :

1. En 1974, la section du génie de la corrosion et des matériaux de Paprican élabore le concept de Papritection.
2. En décembre 1977, on construit le premier prototype.
3. En février 1979, on construit le deuxième prototype.
4. En juin 1980, un accord d'octroi de licence est conclu avec la société Corrosion Service Co. Ltd. (CSCL) de Toronto. Cet accord prévoit

Tableau 3.6: Papritection : synopsis de la mise au point

Stade	Date (approx.)	Commentaires
Recherche appliquée	1974-1977	Trois chercheurs de la section du génie de la corrosion et des matériaux de Paprican font des recherches sur les coûts élevés de la corrosion
Développement	déc. 1977	Premier prototype de R et D d'un laveur au stade de la chloration
Développement	fév. 1979	Premier prototype de R et D d'un laveur au stade du dioxyde de chlore
Développement	juin 1979	Accord d'octroi de licence avec CSCL de Toronto
Développement	nov. 1979	Paprican annonce le succès du prototype aux entreprises canadiennes membres
Transfert de la technologie	juin 1980	Utilisation commerciale par les détenteurs canadiens d'une licence. Demande de brevet déposée
Transfert de la technologie	juin 1981	Émission des premiers brevets
Transfert de la technologie	juin 1983	Accord d'octroi d'une sous-licence avec une entreprise suédoise
Transfert de la technologie	1985	Négociations pour l'octroi d'une licence à une entreprise japonaise

Unités vendues



Source : J. Merca, directeur, division des brevets, licences et industries connexes, Paprican, communication personnelle, le 13 juin 1985.

un calcul des redevances selon une échelle décroissante, la CSCL payant 100 pour cent au cours de la première année et 50 pour cent à la cinquième année. Il vise à encourager le fournisseur d'équipement à améliorer la technologie.

- En juin 1980, le système Papritection est construit à l'échelle commerciale. En 1985, 64 sont vendus (31 au Canada). Les revenus totalisent 3,6 millions de dollars et les redevances s'établissent à 585 000 dollars. En juin 1983, un accord d'octroi de licence est

conclu avec une entreprise suédoise et un autre est en voie de négociation avec une entreprise japonaise.

6. L'accord conclu avec la CSCL est réévalué en juin 1985, après cinq ans, et il est renouvelé.

Les coûts de la R et D ont probablement atteint 1,4 million de dollars mais les revenus doivent être substantiels. Selon Paprican, il n'aurait pas été possible pour une entreprise comme MacMillan Bloedel de mettre au point le système Papritection.

FERIC : catalyseur technologique

Dans ses efforts pour stimuler l'innovation technologique au sein des entreprises canadiennes d'exploitation forestière, FERIC s'est rarement aventuré dans la recherche appliquée et dans la construction de prototypes. Il a plutôt limité ses interventions à l'identification, sur le terrain, des besoins technologiques. C'est là qu'il a cherché, par ses suggestions, sa collaboration et parfois son aide financière, à stimuler l'innovation soit directement soit indirectement, par le biais de la mise au point de produits par des fabricants canadiens d'équipements d'exploitation forestière et de sylviculture. Le développement et la mise en application des pneumatiques à portance élevée sont un bon exemple du rôle de catalyseur technologique joué par FERIC⁷.

Les pneumatiques à portance élevée avaient apparemment déjà été mis à l'essai dans les forêts canadiennes au début des années 1960, mais comme ils étaient à la fois trop lourds, trop lents et trop coûteux, ils avaient finalement été rejetés. Toutefois, les avantages possibles de l'utilisation de ces pneus sur les débusqueuses allaient à nouveau susciter un certain intérêt au cours des années 1970 par suite de préoccupations de nature environnementale et sylvicole, de l'intérêt manifesté pour la réduction de la consommation de carburant et des améliorations apportées aux techniques et aux matériaux utilisés qui permettaient dorénavant de fabriquer des pneus légers et à parois minces mais résistant aux crevaisons. Voici quelles ont été les principales étapes de la mise au point des pneumatiques à portance élevée au Canada :

1. En 1977, FERIC étudie un véhicule tout terrain nouveau dont le mécanisme d'entraînement et la suspension présentent des caractéristiques particulières et qui demandent des pneumatiques à portance élevée. On décide que ce véhicule ne convient pas et qu'il serait plus efficace de chercher tout d'abord à mettre au point un

pneumatique à portance élevée pour ensuite travailler à la conception d'un véhicule tout terrain adéquat.

2. En 1979, FERIC organise une recherche internationale afin de trouver un pneumatique à portance élevée qui s'adapterait aux débusqueuses existantes. La largeur, la flexibilité, la résistance et la conception comptent au nombre des critères précisés. Malgré le scepticisme des fabricants établis de pneumatiques pour machines d'exploitation forestière, FERIC découvre finalement un fabricant du Texas, Rolligon, qui produit des pneus adaptés à la géodésie. FERIC juge que ces pneus présentent des possibilités mais Rolligon se montre peu intéressé, au début, à modifier ses pneus pour les adapter au travail de débusquage.
3. Malgré le manque d'enthousiasme manifesté par l'industrie, FERIC achète cinq pneus Rolligon modifiés en janvier 1980 afin de promouvoir la mise au point de pneumatiques à portance élevée aux fins de l'exploitation forestière.
4. Au début de 1980, FERIC monte les pneus Rolligon sur une débusqueuse John Deere, le seul modèle existant sur lequel ils peuvent être posés facilement. On procède à des essais sur les terrains exploités par la société Spruce Falls Power and Paper Co., dans la ceinture argileuse du nord de l'Ontario. En retour du privilège de devenir le premier fabricant, la société américaine John Deere accepte de prêter la machine et de garantir un service rapide d'entretien ainsi qu'un approvisionnement en pièces de rechange.
5. Les résultats des premiers essais et des essais subséquents menés en septembre et en novembre 1980 révèlent des hausses spectaculaires de la productivité avec une perturbation minimale du sol.
6. En février 1981, FERIC, encouragé par les essais de rendement, organise une rencontre entre les fabricants d'équipement, les fabricants de pneumatiques et les ingénieurs forestiers pour stimuler la production commerciale et la diffusion de la technologie des pneumatiques à portance élevée. La même année, à l'occasion de la conduite de tests ultérieurs, les sociétés United Tire puis Firestone emboitent le pas et introduisent leurs propres versions de pneumatiques, qui, en dépit des conseils de FERIC, sont des modèles modifiés de leurs pneumatiques existants à sculptures profondes. En raison de leur rendement peu convaincant, ces pneus sont rejetés.

7. Lors de plusieurs essais ultérieurs organisés par FERIC en 1982 et en 1983, United, Firestone et Goodyear présentent finalement des modèles adéquats de pneumatiques flexibles, à portance élevée et dont la sculpture ne perturbe pas la litière des forêts de l'Ontario. En outre, la société Timberjack, imitée ensuite par d'autres fabricants d'équipement forestier, modifie ses débusqueuses afin de permettre l'utilisation des pneumatiques à portance élevée. Ces essais permettent également de poursuivre une évaluation des pneumatiques à portance élevée sous diverses conditions autres que celles des terrains argileux mous du nord de l'Ontario. FERIC poursuit la diffusion de cette technologie en prêtant des pneus à des entreprises désireuses de procéder à leurs propres tests, pendant que d'autres entreprises, MacMillan Bloedel par exemple, achètent leurs propres pneus.
8. En 1983, une centaine de ces pneus ont déjà été vendus au Canada, des pneumatiques à portance élevée propices aux conditions du sud des États-Unis ont été mis au point par la société United, et la société John Deere a déjà commencé à exporter en Afrique du Sud.

Ainsi, en quatre ans d'essais et d'évaluations, FERIC a contribué sensiblement à la diffusion d'un nouveau type de pneumatiques à portance élevée, permettant d'améliorer sensiblement le rendement des débusqueuses dans toute une variété de conditions. Selon les conditions particulières du terrain, les nouveaux pneus permettent un gain de productivité et des économies de carburant tout en diminuant la perturbation du sol et en présentant des caractéristiques ergonomiques supérieures pour les conducteurs⁸. Cette réussite, la plus remarquable de FERIC, en dit long sur sa façon d'envisager l'innovation. L'exemple montre en particulier que les activités de FERIC sont fortement axées sur le développement et sur l'adaptation de la technologie, peu importe son origine, pour tenir compte des conditions d'utilisation précises qui existent au Canada. Fidèle à son rôle de catalyseur, FERIC a, dans le cas des pneus à portance élevée, déterminé un besoin technologique précis, identifié les solutions possibles et convaincu des entreprises tout d'abord récalcitrantes à collaborer à des essais qu'il avait organisés et qu'il évaluait. En outre, grâce à sa connaissance approfondie des conditions existantes au Canada et à ses excellentes aptitudes en conception technique, il a pu préciser les exigences techniques à respecter et évaluer les prototypes proposés par les fabricants de façon constructive.

FERIC travaille dans un contexte essentiellement nord-américain et n'établit aucune distinction entre les entreprises canadiennes, les entreprises et les organisations américaines et les filiales canadiennes

d'entreprises américaines. Au Canada, il ne cherche pas à promouvoir la R et D. Il accorde fréquemment son aide aux petites sociétés de type entrepreneurial à R et D minimale ou inexistante. Ainsi, certains prétendront que FERIC favorise la fragmentation et la dépendance technologique du secteur canadien de l'équipement forestier.

Forintek : médiateur technologique

Le rôle technologique joué par Forintek dans le système de R et D du secteur forestier canadien est moins clair du fait, en partie, de ses origines récentes et, également, de la diversité de ses orientations. Forintek voit son rôle comme celui d'un « médiateur technologique » entre la forêt, qui passe rapidement de l'état vierge à l'état cultivé, et les entreprises de transformation du bois, qui doivent s'adapter à une évolution technologique accélérée. C'est cette évolution même qui explique en partie la diversité des politiques technologiques de Forintek, lesquelles englobent le contrôle de la qualité, l'adoption et l'adaptation de la technologie étrangère la plus adéquate (comme le fait FERIC) et la réalisation de projets de R et D qui lui sont propres (comme le fait Paprican). Comme ce laboratoire coopératif n'a été créé que récemment et qu'il a pour mandat de servir l'industrie, ce sont ses activités de développement à court terme qui ont surtout attiré l'attention.

Pour améliorer le contrôle de la qualité, Forintek a mis sur pied un programme d'amélioration des scieries (SIP) conçu pour cerner les problèmes et proposer des améliorations aux installations de sciage. Les avantages possibles d'un tel programme ne doivent pas être sous-estimés. Un programme semblable mis sur pied aux États-Unis a permis de réaliser des économies d'au moins 12,8 millions de mètres cubes de bois en 10 ans grâce à l'amélioration de l'efficacité des opérations⁹. Plus récemment, Forintek a mis au point un programme informatisé permettant de déterminer la taille minimale du brut de sciage non séché requis pour produire le matériau transformé et séché de la taille voulue¹⁰. Ce programme permettra d'améliorer l'efficacité de l'utilisation du bois et de réduire les coûts d'entretien.

Forintek préconise, dans la mesure du possible, l'utilisation de la technologie étrangère existante. Mentionnons, par exemple, les dents de scie à pointes de stellite. Ces dernières ont été mises au point par l'Institut national de recherches forestières de France et leur usage est très répandu dans les scieries de bois feuillu tropical où la préparation des dents est en général toujours faite à la main¹¹. Au cours des dernières années, les scieries d'Europe, des États-Unis et, finalement, du Canada, ont commencé à réaliser les avantages que présentent les

pointes de stellite: exactitude et douceur de coupe, trait de scie moins large, réparations moins fréquentes et coûts plus bas¹². Au Canada, cette prise de conscience est due aux efforts de Forintek. Par suite d'une longue série d'essais menés par Forintek et la société Chaston Industrial Saw de New Westminster, à l'aide tout d'abord de machines semi-automatiques venant d'Allemagne et de Suisse et d'une main-d'oeuvre malaise (possédant déjà une expérience de la préparation des dents de scie), on procédait, en 1982, à l'introduction des pointes de stellite dans une scierie de la Colombie-Britannique. Compte tenu de la mise au point, en Allemagne, en Italie et en France, de machines entièrement automatisées, et des succès remportés ailleurs, la diffusion des dents de scie à pointes de stellite sera vraisemblablement rapide au Canada.

La lame de scie Detenso est une autre invention étrangère (allemande) que Forintek a repéré et a contribué à adapter aux conditions du Canada¹³.

Forintek effectue aussi sa propre R et D appliquée à long terme. À la fin de 1984, par exemple, il lançait un programme d'études de trois ans portant sur le séchage du bois et comprenant des recherches en thermodynamique, en dynamique des fluides et en sciences du bois¹⁴. La contribution la plus fondamentale de Forintek en R et D appartient toutefois au domaine de la biotechnologie. Son groupe d'étude en biotechnologie, installé à Ottawa, s'intéresse principalement à la production de sucres à partir des résidus du bois afin de produire un glucose économique qui pourrait ensuite être converti en produits chimiques. Le groupe dispose d'une collection de plus de 3 000 espèces de champignons, de levures et de bactéries créée en 1921¹⁵. Même s'il n'existe pas encore de marchés importants pour les produits du bois dans le secteur de la biotechnologie, Forintek sera en mesure de transmettre au secteur industriel les connaissances nécessaires si de tels marchés viennent à se concrétiser.

Diffusion de la technologie et perspectives d'avenir

Dans le présent chapitre, nous avons fourni des exemples de la façon dont la technologie peut être utilisée pour créer et commercialiser de nouveaux produits et procédés dans le secteur canadien des produits forestiers. Nous n'avons pas précisé les facteurs qui influent sur la diffusion d'une innovation après sa commercialisation. D'autres études de la situation canadienne¹⁶ ont révélé que ce processus de diffusion est à la fois complexe et difficile à cerner en termes purement statistiques. La diffusion d'un nouveau produit ou d'un nouveau procédé ne

peut être analysée qu'à la lumière des conditions précises d'organisation et d'investissement, lesquelles gagnent habituellement à être envisagées dans une perspective internationale. Par ailleurs, dans le secteur des produits forestiers, lorsqu'un nouveau produit ou un nouveau procédé est commercialisé, son développement subséquent, sa compétitivité et son adaptation à d'autres régions dépendent largement des apports ultérieurs de la recherche¹⁷.

Même s'il est difficile de prévoir à quel rythme se succéderont les changements technologiques, des innovations, qui auront une incidence sensible sur la productivité et les marchés, continueront à être proposées. Tillman soutient qu'il existe actuellement dans le secteur des produits forestiers de nombreuses technologies émergentes qui mèneront à des améliorations dans la production de la pâte, du bois d'oeuvre, des panneaux de bois, des carburants, de l'électricité, des aliments diététiques, et dans bien d'autres domaines¹⁸. Les travaux de R et D fondamentale et appliquée en cours actuellement ou déjà terminés serviront de fondement aux innovations majeures des 5, 10 ou 20 prochaines années. Ce sont les entreprises qui font cette recherche ou qui sont en mesure de saisir l'importance des résultats obtenus qui seront les mieux placées pour en assurer la commercialisation.

En ce qui concerne la direction que prendront les changements technologiques, quatre technologies de pointe — la technologie de l'information, la biotechnologie, l'intelligence artificielle et la technologie des matériaux — exerceront une profonde influence sur le secteur forestier dans les années à venir. La technologie de l'information ou, plus précisément, la micro-électronique, a déjà trouvé de vastes applications dans les opérations d'exploitation et de transformation des produits forestiers, et cette tendance s'accentuera tant du côté des procédés que de celui de l'automatisation à grande échelle des installations¹⁹. On assiste également à une prise de conscience rapide de l'importance que pourront avoir pour le secteur forestier les progrès réalisés en biotechnologie, en robotique et en technologie des matériaux²⁰.

Dans l'avenir immédiat, les innovations se produiront du côté des technologies classiques. Dans les secteurs des pâtes et du bois d'oeuvre, où les besoins d'innovations se font pressants pour contrer les effets néfastes de la hausse des coûts, Tillman et Hopgood ont tous deux examiné un grand nombre d'innovations récentes et possibles²¹. Dans le domaine des pâtes chimiques seulement, Tillman parle d'améliorations au chapitre des processus de digestion, des systèmes de caustification, des chaudières de récupération et des systèmes de mise en pâte²². Il se montre particulièrement optimiste en ce qui concerne la

mise au point de la pâte chimico-thermomécanique, laquelle offre une plus grande résistance, un rendement plus élevé, une économie d'énergie et une baisse des coûts d'investissement suffisante pour assurer la viabilité des usines de petite taille²³. Au nombre des autres systèmes de rechange possibles, mentionnons également le défibrage à l'oxygène, le procédé Masonite, les systèmes soude-amine, la mise en pâte biologique (à plus long terme) et le procédé de mise en pâte organosolv²⁴. Le procédé organosolv et le procédé d'autocaustification (à base de borate) sont deux des technologies les plus vantées qui représentent un important progrès par rapport aux systèmes classiques²⁵. Le dernier procédé permettra peut-être l'élimination du système actuel de recaustification des fabriques de pâte kraft, ce qui permettrait des économies d'environ 26,4 millions de dollars (U.S.) au chapitre des investissements ainsi que certaines économies d'exploitation. Le procédé organosolv présente pour sa part une solution pour la production à petite échelle, moyennant un faible coût d'investissement. Même si Tillman doute que le procédé de mise en pâte organosolv puisse concurrencer le procédé chimico-thermomécanique dans les conditions habituelles d'utilisation, il pense qu'il pourra servir à la production de produits chimiques ou alimentaires à partir du bois.

Parlant de la production du bois d'oeuvre, Tillman pense que le concept du contrôle avancé dans les scieries présentera de très nombreuses possibilités d'adaptation²⁶. Il énumère également les technologies qui pourront utiliser le bois pour produire de l'énergie, des produits chimiques et des substances connexes, soulignant que ces utilisations du bois présentent des possibilités de croissance supérieures à celles des utilisations traditionnelles²⁷.

En résumé, malgré l'état de maturité des entreprises du secteur forestier, les possibilités de progrès technologiques ne manquent pas²⁸. Nombreux sont ceux qui pensent que la diffusion de la technologie des produits forestiers n'a pas été suffisamment rapide et que l'aptitude du Canada à générer cette technologie et à en profiter a diminué.

Chapitre 4

Potentiel et liaisons technologiques : évaluation

Ce qui fait le plus défaut au secteur forestier canadien sur le plan du potentiel technologique, c'est l'absence de R et D interne chez les entreprises forestières et les fournisseurs d'équipement. Par potentiel technologique, nous entendons l'aptitude des entreprises à résoudre les problèmes scientifiques et technologiques et à suivre, évaluer et exploiter les innovations scientifiques et technologiques¹. Même si les décideurs du gouvernement et du secteur privé ont déjà reconnu la nécessité pour l'industrie d'accroître ses efforts en R et D, les avantages de la R et D *interne* pour les entreprises individuelles et pour l'ensemble du système ne sont pas encore appréciés à leur juste valeur. En outre, le financement inadéquat de la R et D interne découle en partie du haut degré de mainmise étrangère. La croissance rapide des laboratoires «coopératifs» au Canada ne peut combler entièrement le besoin de R et D interne par des entreprises forestières et ne fait rien pour pallier le faible engagement des fournisseurs d'équipement dans la R et D interne.

La R et D dans le secteur forestier, au Canada et aux États-Unis, aux environs de 1977

Au Canada et aux États-Unis, la R et D est effectuée par les laboratoires des fabricants de produits forestiers, les laboratoires «coopératifs» qu'ils parrainent et les laboratoires des gouvernements des États-Unis et du Canada. Le tableau 4.1 montre les pourcentages de professionnels engagés dans la R et D et employés par les entreprises et les gouvernements du Canada et des États-Unis, comparativement à la population, au total des emplois dans le secteur forestier et au volume de la production de bois. Ces données illustrent la situation qui existait avant l'essor récent des laboratoires coopératifs au Canada².

Selon les annuaires et les données recueillies au cours d'une étude antérieure³, on compte, dans les deux pays, 5485 professionnels à l'emploi des laboratoires de R et D sur les produits forestiers exploités par des entreprises de produits forestiers d'une façon indépendante ou collective (laboratoires coopératifs) ou par les gouvernements fédéraux. Les efforts de R et D des entreprises forestières représentent toutefois 68 pour cent du total. La R et D de l'industrie est fortement concentrée aux États-Unis: 93 pour cent des professionnels en R et D à l'emploi

Tableau 4.1: Proportion (%) des emplois professionnels en R et D dans le secteur forestier du Canada et des États-Unis, par rapport à leur proportion (%) de la population totale, du nombre d'emplois dans le secteur forestier et du volume de la production de bois

	Emplois professionnels en R et D			Population	Nbr. total d'emplois dans le secteur forestier	Volume de la production du bois
	Industrie ^a	Gouv. féd.	Total			
États-Unis	93,2	69,0	84,9	90,6	85,8	76,6
Canada	7,0	31,0	15,2	9,6	14,1	23,4
Total	3 719	1 419	5 485	224,8 millions	1,3 millions	519 millions de mètre cubes

Source : R. Hayter, « The evolution and structure of the Canadian forest product sector: an assessment of the role of foreign ownership and control », *Fennia*, 163 (1985), 447.

Nota : Les chiffres portant sur la population sont fondés sur le total de 1970 pour les États-Unis et sur le total de 1971 pour le Canada, les emplois dans le secteur forestier correspondent à l'année 1972 et les données sur le volume de bois correspondent à l'année 1970. Les emplois en R et D reflètent la situation qui existait aux environs de 1977.

^a Bien que les emplois par les coopératives parrainées par l'industrie ne figurent pas séparément, ils sont compris dans le total.

des entreprises travaillent dans ce pays. La part des emplois de professionnels en R et D revenant à l'industrie canadienne ne représente qu'un maigre 7 pour cent, soit environ 260 professionnels. En comparaison, 440 professionnels travaillent pour le gouvernement fédéral. La R et D sur les produits forestiers est concentrée dans des régions qui étaient autrefois (avant 1940) importantes pour la production des pâtes et papiers et où sont aujourd'hui installées les administrations centrales des géants du secteur forestier (voir chapitre 2). Le gouvernement fédéral du Canada emploie proportionnellement davantage de professionnels que le gouvernement fédéral des États-Unis, et ses employés sont plus dispersés que ne le sont leurs collègues du secteur privé.

La majorité des grandes entreprises forestières considèrent la R et D comme un investissement souhaitable. Environ 70 pour cent des emplois professionnels en R et D du secteur appartiennent aux 20 producteurs nord-américains de pâtes et papiers dont le chiffre d'affaires dépassaient 650 millions de dollars en 1976⁴. Les quatre

Tableau 4.2: Participation du Canada à la R et D sur les produits forestiers en Amérique du Nord: quotients de localisation

Type de R et D	Population	Emplois dans le secteur des produits forestiers	Volume de la production de bois
Industrie	0,7	0,5	0,3
Gouvernement	3,2	2,2	1,3
Total	1,6	1,1	0,6

Source: R. Hayter, «The evolution and structure of the Canadian forest product sector: an assessment of the role of foreign ownership and control», *Fennia*, 163 (1985), 447.

Nota: Les quotients de localisation sont obtenus en divisant la part du Canada des emplois professionnels en R et D aux États-Unis et au Canada par la part du Canada des trois critères sélectionnés aux États-Unis et au Canada.

principaux employeurs de professionnels en R et D, toutes des multinationales américaines, représentent 37 pour cent du total et les quatre principales entreprises canadiennes de ce groupe (aussi des multinationales) représentent moins de 5 pour cent du total. Toutefois, certaines entreprises importantes du secteur forestier n'investissent pas en R et D. Mentionnons, par exemple, la Louisiana-Pacific, la première société de produits forestiers au monde.

Le tableau 4.2 donne un aperçu de la faiblesse de la R et D des entreprises forestières canadiennes dans le contexte nord-américain, aux environs de 1977. Ces mesures sont appelées «quotients de localisation» et on explique dans une note, au bas du tableau, la façon de les obtenir. Calculés en fonction de la population, du nombre d'emplois dans le secteur forestier ou du volume de bois produit, les quotients de localisation pour l'emploi de professionnels en R et D interne dans les entreprises forestières sont inférieurs à un pour l'ensemble du Canada. (Un quotient de un signifierait qu'il n'y a pas d'insuffisance quant à la représentation.) Pris sur une base régionale, les résultats sont semblables, sauf dans le cas de la Colombie-Britannique lorsqu'on utilise comme critère la population totale. Le quotient de localisation de l'industrie en ce qui concerne l'exploitation forestière montre que le secteur privé devrait multiplier le nombre de ses emplois professionnels en R et D par plus de trois pour maintenir une présence représentative en Amérique du Nord. Toutefois, le tableau montre que la R et D du gouvernement fédéral est relativement beaucoup plus importante au Canada qu'elle ne l'est aux États-Unis. Au Canada, la R et D interne effectuée par les entreprises est incroyablement faible comparativement à celle effectuée aux États-Unis.

En fait, au milieu des années 1970, les efforts consacrés par les entreprises canadiennes à la R et D dans le secteur forestier étaient relativement moindres que ceux consentis en Suède, en Finlande, au Japon ou aux États-Unis⁵. En 1975, par exemple, la Suède assurait 5,46 pour cent de la production mondiale de pâtes et papiers mais versait 8,3 pour cent des fonds consacrés à la R et D sur les produits forestiers par l'ensemble des pays de l'OCDE. La Finlande était pour sa part responsable de 3,88 pour cent de la production et de 4,14 pour cent des dépenses en R et D, et les pourcentages correspondants s'établissaient à 9,40 et 14,0 pour cent pour le Japon et à 34,50 et 55,30 pour cent pour les États-Unis. Le Canada, qui assurait de son côté 10,50 pour cent de la production mondiale de pâtes et papiers, ne contribuait qu'à 5,91 pour cent des dépenses en R et D sur les produits forestiers de l'ensemble des pays de l'OCDE⁶.

Les efforts du Canada dans la R et D sur les produits forestiers et, notamment, ceux des entreprises, ont-ils augmenté comparativement à ceux des États-Unis et des autres pays de l'OCDE depuis le milieu des années 1970? Malgré le manque de données pertinentes, les faits qui suivent portent à croire que non. Tel que mentionné à la page 55, la baisse constante de la R et D interne des entreprises canadiennes de produits forestiers observée au cours des années 1970 a atteint un plancher entre 1981 et 1985.

Aux États-Unis, il y a eu des coupures au cours des cinq dernières années. Dans les trois laboratoires américains où nous avons mené des entrevues, les niveaux records du nombre d'emplois en R et D atteints en 1979 avaient sensiblement diminué en 1985. Pendant cette seule année, une des entreprises réduisait son personnel de R et D de 80 pour cent (cette décision aussi radicale qu'inattendue semble cependant avoir découlé surtout d'une tentative hostile de prise de contrôle par une autre entreprise). Néanmoins, les données annuelles portant sur les principaux responsables de la R et D aux États-Unis montrent également qu'au cours des années 1980, plusieurs entreprises américaines ont accru sensiblement leurs efforts de R et D⁷.

Tant du point de vue des budgets que du nombre d'emplois qui lui sont consacrés, la R et D interne demeure proportionnellement plus importante aux États-Unis qu'elle ne l'est au Canada. En 1985, par exemple, la société Weyerhaeuser employait 500 professionnels en R et D dans ses installations de Tacoma, soit environ le double du total des professionnels en R et D de l'ensemble des entreprises canadiennes. Pourtant, le budget de 44,1 millions de dollars de la Weyerhaeuser ne représente que 1,5 fois les budgets combinés des entreprises canadiennes. En outre, pendant la même année, sept géants américains du secteur forestier consacraient 306,5 millions de dollars à la R et D, 109,4 millions de dollars étant versés par la société Kimberly-Clark⁸. Par

ailleurs, les anecdotes relevées dans les journaux et les revues spécialisées ou obtenues au fil des conversations permettent de constater à quel point la R et D est importante pour les entreprises forestières finlandaises et suédoises.

La R et D interne des fournisseurs d'équipement: un autre maillon faible?

Le niveau de R et D chez les fournisseurs canadiens d'équipement est également très faible. Le secteur de la machinerie est généralement considéré comme un secteur à moyenne ou à haute technologie mais seuls quelques fournisseurs canadiens d'équipement forestier possèdent des programmes de R et D, lesquels, par surcroît, ne sont pas très importants par rapport à la norme internationale. Les sommes investies dans la R et D par les entreprises canadiennes sont lamentablement faibles si on les compare aux revenus des ventes. Des entreprises telles que Beloit (États-Unis), Valmet (Finlande), Escher Wyss et Voith (Allemagne) et Kamyr (Suède) ont une envergure internationale et elles exploitent dans leur pays d'origine des laboratoires beaucoup plus grands que les plus grands laboratoires canadiens.

Nous n'avons pas les données qui nous permettraient d'évaluer la performance des fabricants canadiens d'équipement forestier en ce qui concerne les emplois et les budgets consacrés à la R et D à l'échelle internationale. Heureusement, Hanel donne une analyse complète des brevets pour l'équipement forestier demandés par les entreprises à l'échelle internationale, lesquels sont normalement considérés comme un indicateur utile du rendement en R et D⁹. Selon Hanel, le dénombrement des brevets obtenus entre 1978 et 1980 révèle que les inventeurs canadiens sont très concurrentiels dans le domaine de la machinerie forestière mais qu'ils le sont de moins en moins en ce qui concerne la technologie de la transformation du bois, des pâtes et papiers et du papier façonné¹⁰. Le Canada est responsable de 28,9 pour cent des 135 brevets émis entre 1978 et 1980 dans le domaine de l'équipement forestier, par exemple, mais de 8,9 pour cent seulement des 395 brevets relatifs aux pâtes et papiers et de 5,8 pour cent des 208 brevets concernant le papier façonné pendant la même période. On observe les mêmes différences relatives, à un degré moindre cependant, dans un échantillon de 10 pour cent des brevets émis entre 1950 et 1975¹¹. Hanel poursuit en faisant remarquer que l'avantage traditionnel du Canada dans le domaine de l'équipement forestier s'amenuise face à la concurrence féroce des Suédois et que les brevets émis récemment dans le domaine de la machinerie des pâtes et papiers appartiennent en majorité à des entreprises américaines, suédoises et finlandaises¹².

La majorité des efforts consacrés par les fournisseurs d'équipement à la R et D dans le domaine des produits forestiers portent sur l'exploitation et sur la transformation du bois. La forte demande de technologie dans ces secteurs, la forte proportion d'entrepreneurs et la nature particulière de l'environnement forestier canadien contribuent à assurer l'excellence de notre pays. Cependant, même dans ces domaines, les entreprises étrangères sont en train de faire une percée. En ce qui concerne l'exploitation et la transformation du bois, en particulier, la technologie indigène est en train de se faire remplacer rapidement par des innovations venant d'Autriche, de Finlande, d'Allemagne, d'Italie, de Suisse, de Suède, du Japon et des États-Unis. L'équipement de fabrication des pointes en stellite et les lames de scie Detenso en sont deux exemples (voir chapitre 3). La mise au point, en Suisse et en Autriche, de machines semblables à des araignées servant à la préparation des sites de sylviculture en terrain abrupt constitue un autre exemple¹³. Les fabricants italiens ont également commencé récemment à évaluer le marché canadien pour la vente de toute une gamme de machines de transformation du bois¹⁴.

En ce qui concerne les biens à valeur ajoutée très élevée comme l'équipement de fabrication de la pâte, les machines à papier et l'équipement électronique destiné à l'industrie forestière, le potentiel technologique du Canada est faible. Parmi les entreprises étudiées, deux seulement, toutes deux canadiennes, gèrent des programmes de R et D raisonnablement importants dans ces domaines. Les produits obtenus peuvent être normalisés de manière à en faciliter la vente à l'échelle internationale. Même en tenant compte des efforts de deux entreprises exclues de l'échantillon, il nous faut admettre que la R et D interne portant sur les aspects technologiques les plus dynamiques du secteur canadien de la fabrication des produits forestiers est limitée.

Malgré les interventions de l'Agence d'examen de l'investissement étranger, les entreprises étrangères ont pu faire l'acquisition de fournisseurs canadiens de produits forestiers sans grande difficulté. Or, un degré élevé de contrôle étranger signifie une baisse de la R et D effectuée au Canada. Dans 14 des 18 entreprises à participation majoritaire étrangère faisant partie de l'échantillon, la R et D effectuée au Canada est presque inexistante : 11 de ces 14 entreprises dépendent «très étroitement» de la R et D de la société mère et les deux autres sont «modérément dépendantes». Les quatre qui conservent un programme indépendant de R et D sont, dans chaque cas, l'unique filiale de la société mère responsable de la fabrication d'équipement forestier. Ces entreprises font de la R et D «extrêmement différente» de celle de leur société mère. En général, toutefois, les sociétés multinationales de fabrication d'équipement centralisent leur R et D dans leur pays d'origine.

La décision de la société Valmet d'éliminer le groupe de R et D des Ateliers d'ingénierie Dominion de Montréal, par suite de l'acquisition de cette entreprise en 1984, en est un exemple typique.

Les entreprises canadiennes restantes sont petites ou moyennes et limitées à des portions de plus en plus minces du marché, ce qui ne favorise pas le maintien de programmes de R et D. Ainsi, au Canada, les entreprises canadiennes et étrangères laissent voir peu de différences quant au niveau de leur R et D¹⁵. Comme le faisait récemment remarquer un observateur finlandais, malgré l'existence d'une forte demande au Canada, il n'existe aucune société multinationale canadienne dans tout le secteur de l'équipement forestier¹⁶. À notre connaissance, il n'existe non plus aucune filiale d'une entreprise canadienne en dehors de l'Amérique du Nord. Par contre, des entreprises comme Beloit, Voith et Valmet possèdent des installations dans de nombreux pays, y compris dans des pays en développement possédant une main-d'oeuvre à bon marché. Au Canada, les filiales d'entreprises étrangères n'ont généralement pas le mandat de poursuivre des stratégies semblables et les entreprises locales n'ont pas la taille nécessaire. Le Canada risque de voir son infrastructure de la fabrication d'équipement forestier s'amenuiser graduellement au profit des pays en développement à mesure que la R et D est concentrée dans d'autres pays industrialisés.

Il n'est pas surprenant que le nombre de brevets ou de licences relevés chez les 37 entreprises étudiées lors de l'enquête ne soit pas très élevé, étant donné que beaucoup de ces entreprises sont des filiales de sociétés étrangères. Ainsi, 30 d'entre elles ont dit ne pas octroyer de licences pour l'exploitation de leur technologie par d'autres entreprises. Par contre, 18 entreprises ont dit fabriquer des produits en vertu d'une licence. Nous avons donc affaire à un apport net de licences octroyées au Canada, ce qui confirme notre dépendance technologique. Les sociétés qui ont octroyé ces licences sont scandinaves, japonaises, américaines et italiennes, et il existe par ailleurs certains cas récents d'accords réciproques d'octroi de licences avec la Finlande. Voici quelques exemples de tels accords d'octroi de licences :

- D'importantes entreprises axées sur la R et D et se spécialisant dans la transformation du bois, l'électronique et l'exploitation forestière ont récemment conclu un accord pour la fabrication sous licence de produits suédois.
- Une entreprise finlandaise, Raute, a fait l'acquisition de la société Durand de New Westminster et obtenu une licence pour la fabrication de la coupeuse rotative de cette dernière. Par ailleurs, Durand fabrique maintenant plusieurs des produits de la société Raute.

- La société C.A.E. de Vancouver a également conclu un accord avec la société Ahlstrom de Finlande. Cet accord permet entre autres à la C.A.E. de fabriquer sous licence l'optimiseur de délinage mis au point par Ahlstrom.

La propriété étrangère et la R et D interne

Le faible niveau de la R et D interne portant sur les produits forestiers au Canada et l'importance relative des efforts du gouvernement fédéral dans ce domaine, du moins jusqu'en 1979, sont deux conséquences du contrôle par des sociétés américaines de la majeure partie du secteur forestier canadien¹⁷. La grande majorité des sociétés américaines de produits forestiers installées au Canada ont centralisé leurs investissements en R et D aux États-Unis. À l'occasion, cette tendance a mené à la fermeture d'importantes installations canadiennes¹⁸. Au cours des récentes décennies, nous n'avons observé que trois cas où des filiales canadiennes de sociétés forestières américaines avaient investi dans d'importantes installations de R et D au Canada. Dans tous les cas, les circonstances étaient inhabituelles¹⁹.

Au Canada, les filiales de sociétés étrangères dépendent habituellement de la société mère pour leur R et D, tendance qui limite sérieusement le potentiel technologique du Canada dans ces secteurs. Même si les filiales peuvent facilement profiter de l'expérience technologique de leur société mère, ce type de dépendance, selon le rapport Gray²⁰, a laissé les filiales technologiquement «tronquées» et est largement responsable du faible niveau de R et D industrielle des entreprises canadiennes de produits forestiers. De la même façon, les nombreux projets en collaboration auxquels participent des partenaires étrangers bénéficient, très généralement, des services des laboratoires de ces partenaires étrangers et n'ont pas le mandat d'entreprendre leur propre R et D.

L'idée d'une amputation du secteur forestier avancée par les auteurs du rapport Gray n'a pas manqué de soulever une certaine controverse. Pearse et Kates et coll. ne voient aucune différence entre la R et D des filiales étrangères et celle des entreprises canadiennes du secteur forestier de la Colombie-Britannique et de l'Ontario, ce qui les amène à conclure que le simple fait pour une entreprise d'être la filiale d'une société étrangère ne limite pas en soi son potentiel technologique²¹. Toutefois, les méthodes utilisées dans ces études laissent douter de l'exactitude des résultats. Pearse ne révèle aucun détail concernant «la nature de ses enquêtes» et Kates et coll. n'ont examiné que cinq entreprises. Ces études sont par ailleurs trop limitées pour permettre d'évaluer convenablement les effets de la propriété étrangère

d'une entreprise sur sa capacité technologique. Elles ne tiennent pas compte des affiliations internationales des sociétés ni des incidences cumulatives des investissements étrangers sur la structure d'ensemble de l'industrie²².

Les stratégies technologiques constituent l'un des aspects des entreprises canadiennes du secteur forestier sur lequel la propriété étrangère peut influencer. Les entreprises qui présentent une stratégie technologique «dépendante»²³ ne font aucun effort pour modifier une technique ou un produit particulier, sauf à la demande d'un client ou d'une société mère qui fournira également le savoir-faire technique permettant d'effectuer les changements voulus. Une entreprise dont la stratégie technologique est ainsi fondée sur l'imitation cherche à copier celles qui sont technologiquement les plus avancées. Les entreprises canadiennes de produits forestiers et les fournisseurs d'équipement préconisent majoritairement ce genre de stratégies d'adaptation technologique et ne possèdent pas leur propre organisation de R et D interne. Le secteur de l'approvisionnement en équipement canadien n'a donc pas pu fournir la nouvelle technologie aux entreprises forestières canadiennes aussi rapidement ou aussi efficacement que ses concurrents étrangers.

Le contrôle étranger de la majeure partie du secteur donne lieu à de sérieuses lacunes dans la R et D effectuée au Canada par les entreprises technologiquement les plus dynamiques. Ainsi, l'importance accordée aux nouveaux procédés de mise en pâte par les entreprises forestières ainsi qu'aux innovations apportées à l'équipement de transformation du bois par les fabricants d'équipement vise à mettre au point une technologie adaptée aux conditions particulières de l'environnement canadien et contribue principalement à affirmer le rôle du Canada comme fournisseur international de produits forestiers en vrac. L'utilité de la R et D pour la mise au point de nouveaux produits et la création de nouveaux marchés d'exportation n'a pas été reconnue à sa juste valeur.

Les stratégies technologiques axées sur l'adaptation sont coûteuses pour le Canada. L'industrie forestière canadienne, comme l'ensemble de l'économie, importe beaucoup plus qu'elle n'exporte au chapitre des invisibles. Ainsi, la balance des paiements pour invisibles, comprenant les paiements pour la R et D et les autres services des entreprises, est depuis longtemps largement déficitaire²⁴. Il s'agit là d'une situation déplorable pour un secteur dans lequel le Canada jouissait auparavant d'un avantage comparatif.

L'inaptitude du Canada à exploiter à fond les débouchés possibles, y compris les invisibles, dans ces secteurs découle de son faible niveau de R et D. L'étude détaillée faite par Hanel des fabricants canadiens d'équipement forestier démontre statistiquement que pour l'ensemble

du secteur comme pour chacune des entreprises, tout avantage technologique se traduit par une amélioration du rendement à l'exportation²⁵. Hanel montre également qu'entre 1975 et 1980, les fabricants d'équipement forestier les plus spécialisés exportaient davantage que les fabricants les plus diversifiés et que les entreprises qui ont réussi à accroître leurs efforts de R et D et leur degré de spécialisation pendant cette période ont également amélioré leur rendement à l'exportation plus que les autres entreprises²⁶. Il est clair que la R et D interne n'est pas le seul facteur influant sur l'exportation; les exportations canadiennes de machines pour la production de pâtes et de papiers sont générées à la fois par les entreprises canadiennes possédant un groupe de R et D interne et les filiales qui ne font pas de R et D. Les exportations de ces dernières, toutefois, sont typiquement contrôlées par les sociétés mères américaines ou européennes qui se chargent de la R et D et qui peuvent limiter les exportations canadiennes au marché américain.

La situation de la R et D interne découlant de la propriété étrangère entraîne également une baisse des possibilités d'emploi non seulement pour les diplômés en sciences et en génie mais également pour les emplois de production et les emplois connexes.

Liaisons technologiques : entreprises forestières et fabricants d'équipement

Même si les entreprises forestières sont les principaux clients des fournisseurs d'équipement, il n'existe pas au Canada de coopération systématique entre les deux pour le développement et l'exploitation de la technologie comme il nous est donné d'observer en Scandinavie. Les liaisons technologiques entre les groupes de R et D interne des entreprises forestières et celles des fournisseurs d'équipement sont sporadiques. La R et D des fabricants d'équipement mène généralement à la mise au point de prototypes qui sont mis à l'épreuve par le groupe de R et D interne de l'entreprise forestière, lorsqu'un tel groupe existe. En acceptant ainsi de servir de cobaye, l'entreprise peut parfois bénéficier d'un prix plus bas. De la même façon, les entreprises forestières qui travaillent à la mise au point de nouvelles technologies cherchent normalement à entretenir des rapports étroits avec un fournisseur d'équipement.

Le manque de liaisons technologiques étroites entre les deux groupes découle en partie de leurs intérêts extrêmement différents en ce qui concerne la recherche et en partie également de la concurrence qu'ils se livrent. Les fournisseurs d'équipement sont rarement disposés à investir dans la R et D pour un nouveau produit sans obtenir au

préalable des encouragements clairs de leurs clients. De leur côté, les entreprises forestières sont rarement disposées à prendre à leur compte les coûts et les incertitudes qui caractérisent le développement à long terme d'un produit par les fournisseurs. Dans l'ensemble, les gestionnaires de la R et D des entreprises forestières jugent les fournisseurs d'équipement étrangers plus innovateurs que les fabricants canadiens (tableau 4.3). Par ailleurs, beaucoup de fournisseurs d'équipement considèrent que les entreprises forestières canadiennes, à quelques exceptions près, ne sont pas portées à innover. Ils disent déplorer que leurs clients ne soient pas disposés à payer pour des produits de qualité supérieure, technologiquement plus avancés, mais qu'ils cherchent constamment à marchander pour réduire les coûts. Les fournisseurs d'équipement étrangers bénéficient depuis longtemps d'excellentes conditions d'exportation sur les marchés canadiens car les entreprises forestières ont exercé des pressions et sont parvenues à faire réduire les tarifs imposés sur l'équipement importé.

Tableau 4.3: Opinions des entreprises forestières concernant le caractère innovateur des fournisseurs d'équipement installés au Canada et ailleurs

Emplacement des fournisseurs	Caractère innovateur					Pas de réponse
	Élevé				Faible	
	1	2	3	4	5	
Canada	1	0	1	4	1	4
Ailleurs	3	3	0	1	0	4

Source: Enquête de 1985.

Lorsque les groupes de R et D s'avèrent nécessaires pour évaluer l'achat d'équipement, les filiales de sociétés étrangères confient souvent cette responsabilité à un groupe installé à l'extérieur du pays. Cette tendance réduit encore davantage les possibilités de liaisons technologiques entre les fournisseurs d'équipement et les entreprises forestières.

Liaisons technologiques: entreprises forestières et laboratoires coopératifs

Le tableau 4.4 montre l'importance relative accordée par les gestionnaires de la R et D des entreprises forestières aux liaisons entre les laboratoires de R et D interne et les principaux laboratoires coopératifs et autres établissements.

Tableau 4.4 : Importance relative des liaisons entre les laboratoires de R et D des sociétés et certaines organisations de l'extérieur

Importance relative	Rivaux	Fabricants d'équipement	FERIC	Forintek	Paprican	Universités	Petites entreprises
Très importantes	2	1	1	0	6	0	0
Importantes	1	4	1	0	1	2	1
Utiles	3	3	3	6	4	4	1
Pas importantes	5	3	4	4	0	4	8
Pas de réponse	0	0	2	1	0	1	1

Source: Enquête de 1985.

L'importance relative accordée aux liens avec Paprican n'est pas surprenante. Paprican est une vaste organisation bénéficiant du soutien de l'ensemble des entreprises interrogées. Sa R et D est axée sur le secteur des pâtes et papiers, comme celle des laboratoires de R et D interne. Pourtant, c'est l'aptitude de Paprican à faire de la recherche fondamentale qui présente le plus de valeur aux yeux des personnes questionnées.

Les liaisons avec FERIC et Forintek sont généralement jugées «utiles» plutôt qu'importantes. Les travaux de R et D menés par ces organisations ne sont pas jugés très prioritaires par les laboratoires de R et D interne. L'intérêt qu'ils peuvent susciter comme sources de R et D est amoindri par l'importance qu'ils accordent au transfert de la technologie. Dans le cas de Forintek, par ailleurs, la privatisation survenue en 1981 a provoqué une certaine confusion qui a persisté jusqu'à récemment.

R et D coopérative : substitut pour la R et D interne?

Le manque de R et D interne est un problème pour les entreprises forestières canadiennes depuis le début du XX^e siècle. Afin de contribuer à combler cette lacune, le gouvernement fédéral a joué un rôle de premier plan dans la création et le soutien de Paprican. Il a également mis sur pied ses propres laboratoires de foresterie, les Laboratoires des produits forestiers de l'Est et ceux de l'Ouest. Toutefois, au cours des années 1960 et 1970, on allait se rendre compte peu à peu que la R et D gouvernementale n'est pas un substitut efficace à la R et D interne des entreprises²⁷.

Au milieu des années 1970, le gouvernement fédéral décidait de réduire considérablement sa participation directe à la R et D sur les

produits forestiers. En particulier, il décidait en 1979 de privatiser ses principaux laboratoires forestiers à Ottawa et à Vancouver en leur retirant son aide financière. On présumait que le secteur privé accepterait collectivement d'acquitter les coûts d'exploitation (compte tenu du fait que les biens d'équipement étaient fournis gratuitement). C'est ainsi que fut créé Forintek. Cette décision partait de l'hypothèse qu'il existait une volonté de participer à la R et D coopérative et que cette dernière pourrait en grande partie se substituer à la R et D interne.

Tel n'est cependant pas le cas. Même si les entreprises peuvent survivre sans R et D interne lorsque leur personnel est capable d'adapter les technologies mises au point ailleurs, elles se trouvent ainsi désavantagées. Elles sont en effet moins en mesure que les entreprises possédant un groupe de R et D interne de tirer profit des résultats obtenus par des instituts de recherche comme Paprican. En outre, Paprican ne fournit qu'une faible proportion de la nouvelle technologie disponible et les entreprises qui ne s'engagent pas elles-mêmes dans la R et D risquent de rater d'excellentes occasions²⁸. Le groupe de R et D interne de MacMillan Bloedel, par exemple, met au point des technologies (dans des domaines aussi diversifiés que la corrosion, le transport des billes, les procédés de mise en pâte, les papiers d'imprimerie et les matériaux de construction) qui conviennent à l'emplacement de ses installations, à ses sources d'approvisionnement et à ses marchés.

Les responsables des programmes de R et D interne des entreprises forestières conviennent que leurs activités ne pourraient être remplacées par les laboratoires coopératifs. En fait, leurs opinions sur cette question ont été récemment résumées par M. Forgacs, vice-président à la recherche et au développement de la société MacMillan Bloedel, qui affirmait que Paprican n'est pas en mesure de répondre, comme le groupe de R et D interne de la société, aux besoins particuliers de R et D de la société²⁹. MacMillan Bloedel et d'autres entreprises qui gèrent un programme de recherche interne jugent plutôt que Paprican a pour rôle d'effectuer de la recherche fondamentale à long terme et d'alimenter le bassin de chercheurs hautement qualifiés.

Le point de vue selon lequel la R et D interne et la R et D coopérative (et celle du gouvernement) sont complémentaires plutôt que concurrentielles est repris dans un nombre croissant d'articles³⁰. Ainsi, comme le font remarquer Cohen et Mowery, ceux qui favorisent une croissance de la R et D coopérative (et de celle du gouvernement) exagèrent le problème «d'appropriation» de la R et D interne, c'est-à-dire la difficulté qu'ont les entreprises à retirer *la totalité* des revenus découlant de leurs investissements dans la R et D³¹. Le problème «d'appropriation» de la R et D limite les investissements des entreprises dans ce domaine et sert à justifier l'aide du gouvernement

pour de telles activités³². Pourtant, le fait qu'une grande proportion de la R et D industrielle effectuée dans les pays de l'OCDE soit réalisée par des groupes de R et D interne vient confirmer l'opinion extrêmement répandue selon laquelle une proportion sensible des revenus de la R et D interne *peut* être revendiquée par l'entreprise et *n'est pas* transférable moyennant un coût social négligeable³³.

La R et D coopérative présente par contre de nombreux inconvénients. Le principal est qu'elle ne peut procurer des avantages exclusifs à l'entreprise ni même, d'une certaine façon, exclusifs au pays, ce qui signifie que la R et D coopérative débouche sur des stratégies technologiques axées sur l'adaptation et donc, dépendantes. Il est coûteux et risqué de transférer la technologie : un laboratoire de R et D coopérative n'y parviendra pas à moins que les entreprises ne soient équipées pour tirer parti des résultats de la recherche. Au Royaume-Uni et aux États-Unis, les laboratoires associés de beaucoup d'industries n'ont obtenu que des succès limités. Il existe par ailleurs des limites à ce que les entreprises forestières canadiennes consentiront à payer pour la R et D coopérative : FERIC, Forintek et, d'une certaine manière, même Paprican dépendent toujours de l'aide gouvernementale. Étant donné l'absence de R et D interne, en particulier dans les domaines de l'exploitation forestière et de la transformation du bois, les laboratoires coopératifs et surtout FERIC et Forintek sont fortement incités à mettre l'accent sur des projets à court terme de développement.

Réactions suscitées par les politiques gouvernementales en matière de R et D

Toutes les personnes questionnées dans le cadre de l'enquête sur les entreprises forestières et les fournisseurs d'équipement possédant des programmes de R et D interne s'accordent pour dire que le gouvernement devrait soutenir la R et D. Personne ne prétend que les mesures d'encouragement sont cruciales pour la R et D mais tous les jugent utiles. Tous jugent que les encouragements fiscaux, y compris les crédits d'impôt, constituent une méthode efficace d'aide à la R et D. MacMillan Bloedel se dit par ailleurs en faveur d'un système d'avances de fonds pour les années au cours desquelles les entreprises ont un revenu imposable réduit ou nul³⁴. Les avis sont partagés sur la question des subventions gouvernementales : les gestionnaires de la R et D des entreprises forestières ne pensent pas qu'elles sont efficaces, mais la majorité des gestionnaires de la R et D des fournisseurs d'équipement pensent le contraire.

L'utilisation des subventions à la R et D offertes par les organismes gouvernementaux a été minimale chez les entreprises forestières

possédant des groupes de R et D interne, d'une part en raison du temps excessif qu'il faut pour faire une demande et d'autre part, à cause des préoccupations liées au problème de la confidentialité. Les subventions gouvernementales à la R et D sont toutefois plus importantes pour les fournisseurs d'équipement, même si certains gardent un mauvais souvenir de leur expérience. Une entreprise importante a en effet tenté quatre fois sans succès d'obtenir des subventions d'un organisme du gouvernement fédéral. Elle dit déplorer que le programme de subvention à la R et D favorise surtout les petites entreprises, une pratique qu'elle considère être une perte de temps. Son analyse découle sans doute du fait que deux de ses anciens employés ont bénéficié d'une aide gouvernementale peu après leur départ pour fonder leur propre entreprise, et devenir des concurrents directs. Par contre, trois des fournisseurs d'équipement qui font le plus de R et D ont dit compter sur les subventions du gouvernement pour 10, 30 et 50 pour cent respectivement du financement de leur R et D. Au nombre des programmes de R et D fédéraux existants, le Programme d'aide à la recherche industrielle géré par le Conseil national de recherches est le plus fréquemment utilisé.

Deux entreprises forestières ont dit juger que Forintek n'aurait pas dû être privatisé car le véritable besoin se situe au niveau de la recherche fondamentale. Selon elles, la privatisation a eu pour effet d'accroître le nombre de gens convoitant les mêmes fonds.

Les gestionnaires de la R et D des fournisseurs d'équipement ont suggéré plusieurs moyens d'accroître l'utilité des programmes gouvernementaux de subventions à la R et D pour leur secteur. Premièrement, ils ont dit penser que le gouvernement devrait accroître son aide générale à l'innovation, y compris en subventionnant la mise au point de prototypes au Canada. En fait, une telle aide a déjà été fournie à l'occasion par le passé, par exemple, lorsque le gouvernement a parrainé l'adoption du contrôle intégré des procédés dans une usine ontarienne. Certains responsables ont dit penser qu'on a davantage besoin de ce genre d'intervention systématique et centralisée.

Deuxièmement, on a dit souhaiter que le gouvernement utilise les subventions pour encourager une plus grande uniformisation des produits des fournisseurs d'équipement. Beaucoup reconnaissent que la tendance des entreprises à vouloir utiliser une technologie légèrement différente pose un problème. Il est difficile de convaincre les entreprises forestières de s'entendre sur les caractéristiques techniques de catégories particulières de machines. L'échec récent d'une tentative en vue d'établir les spécifications d'une machine appropriée de sylviculture illustre bien ce problème. Le client et les fournisseurs ont tendance chacun à avoir leurs propres idées. En outre, on semble croire que des organismes comme FERIC contribuent en fait à empirer la

situation en aidant des fabricants individuels à mettre au point de nouveaux produits destinés à un usage très particulier. Une des façons d'assurer une plus grande uniformisation des caractéristiques des produits serait de faire en sorte que les laboratoires coopératifs lancent des appels d'offres, par exemple, pour la conception d'un type donné de machine de sylviculture. Le gouvernement pourrait subventionner le processus et faire en sorte que les caractéristiques souhaitables de chacun des appels d'offre soient incorporées dans le modèle définitif.

Commentaires

La R et D interne des entreprises forestières et des fournisseurs d'équipement canadiens demeure aujourd'hui insuffisante. Cette faiblesse, en particulier chez les entreprises forestières, est largement reconnue dans le secteur. Elle est généralement attribuée à un manque de mesures d'encouragement à la R et D et à l'insuffisance de la demande pour la nouvelle technologie sur le marché. Les deux raisons peuvent être mises en doute. Cette faiblesse de la R et D interne est un problème profondément enraciné. Le haut degré de contrôle étranger du secteur ne fait qu'empirer la situation.

Pour aider à pallier le manque de R et D interne, le gouvernement et le secteur privé ont appuyé la croissance des laboratoires coopératifs. Cependant, ces derniers ne peuvent se substituer aux groupes de R et D interne car ils ne peuvent procurer aux entreprises des avantages qui leur seraient particuliers. Toutefois, ils peuvent fournir des services de R et D aux petites entreprises qui n'ont pas les moyens de gérer leur propre programme, appuyer des projets dont les retombées pour l'ensemble de la société dépassent sensiblement les retombées de nature privée, entreprendre des recherches fondamentales pré-concurrentielles pour compléter les programmes internes et former du personnel hautement qualifié pour le secteur. Il serait peut-être utile de susciter un débat sur les rôles et les objectifs de la R et D coopérative dans le secteur canadien des forêts en tenant compte de tous ces aspects. Il est clair que le Canada a besoin d'une solide infrastructure de R et D coopérative en foresterie. Il est cependant également évident que cette R et D ne peut se substituer à la R et D interne des entreprises canadiennes du secteur.

Le Canada n'a pas non plus l'avantage de posséder un solide secteur de la fabrication d'équipement forestier. Il est en fait surprenant qu'il n'existe pas un seul fabricant canadien important d'un tel équipement. Dès qu'une entreprise canadienne atteint une certaine taille, elle passe habituellement aux mains d'un concurrent scandinave ou américain. Les gouvernements canadiens n'ont pas su protéger nos

entreprises contre la mainmise étrangère. Il est peu probable que les Japonais, les Suédois, les Finlandais ou les Américains toléreraient une telle situation chez eux.

Le manque de liens adéquats entre les laboratoires du Service canadien des forêts (SCF) et le secteur est une autre des faiblesses qui a été soulignée³⁵. Cela n'est pas surprenant compte tenu du fait que les forêts appartiennent aux provinces, que leur exploitation est assurée par les entreprises et que la recherche relève du gouvernement fédéral. Nous ne nous attardons pas, dans la présente étude, aux fonctions des laboratoires du SCF mais il est clair que ce manque de liaisons est un problème préoccupant sur lequel il faudrait se pencher.

Contrairement au Canada, les pays scandinaves et, notamment, la Suède et la Finlande, ont su développer leurs aptitudes à innover en s'appuyant sur des stratégies technologiques plus explicites et plus cohérentes. La Scandinavie, comme le Canada, est une région nordique limitrophe exportatrice de produits forestiers et elle constitue l'un de nos principaux concurrents. Les efforts considérables consacrés à la R et D interne par les entreprises forestières et les fabricants d'équipement scandinaves viennent s'ajouter à une solide infrastructure de R et D coopérative. Un des éléments clés de la stratégie scandinave de génération de la technologie, qui fait contraste avec la pleine concurrence que pratiquent les entreprises canadiennes, est la collaboration étroite qui existe entre les entreprises forestières et les fournisseurs d'équipement, lesquels peuvent même parfois s'associer pour former une seule et même entité³⁶. Ainsi, par exemple, un des géants suédois du secteur forestier, la société SCA, est propriétaire de la société Sunds Defibrator, chef de file mondial dans la technologie de la mise en pâte. De tels liens favorisent une collaboration constante dans une R et D mutuellement avantageuse. Aussi, alors que le Canada favorisait traditionnellement la recherche de solutions précises adaptées à des circonstances particulières «distinctes», c'est-à-dire l'innovation sur mesure, les Scandinaves s'employaient à chercher des solutions plus générales. Même s'il est certain que ces derniers ont eu énormément de difficultés à implanter leur technologie dans d'autres régions du monde, leurs grandes sociétés multinationales, grâce à leurs perspectives globales de commercialisation et de production, leur ont permis de modifier leurs produits «normalisés» aux besoins des marchés étrangers plus facilement qu'il n'était possible aux entreprises canadiennes de modifier et d'exporter leur technologie faite sur mesure. À fur et à mesure que la technologie devient plus complexe, les conditions locales ne suffisent plus à assurer au Canada une protection «naturelle» contre la technologie importée et ce, même dans les domaines de l'exploitation forestière et de la transformation du bois.

Chapitre 5

Modernisation et choix de la machinerie et de l'équipement

Les grandes sociétés forestières possèdent toujours une stratégie technologique, même si celle-ci peut être en grande partie implicite. Toute décision d'acheter une importante pièce d'équipement, de moderniser une usine complètement ou en partie ou d'en construire une autre exige inévitablement une évaluation de la technologie émergente et la sélection d'équipements nouveaux pour l'entreprise¹. Les stratégies technologiques sont le reflet des stratégies d'investissement à long terme des sociétés.

Les années 1950 et 1960 ont vu le secteur forestier investir dans la construction de nouvelles usines afin d'exploiter de nouvelles sources de bois. La plupart de ces nouvelles installations ont été construites dans l'ouest du Canada, surtout en Colombie-Britannique, et à la fin des années 1960, les installations situées dans l'ouest du Canada étaient beaucoup plus modernes et efficaces que celles situées dans l'est. Depuis 1973, toutefois, notamment dans le secteur des pâtes et papiers, il n'y a pas eu beaucoup de nouvelles usines et on s'est plutôt employé à moderniser et à rationaliser les installations existantes. Depuis, les seules nouvelles fabriques de pâtes et papiers à être construites au Canada à de nouveaux emplacements ont été celles de Port-Cartier, en 1975 (mise au rancart en 1979), d'Amos, en 1981 et de Quesnel, en 1983. Toutefois, les dépenses en immobilisations ont été considérables pendant toute cette période, malgré l'important déclin survenu en 1981. Au cours des 10 à 15 dernières années, le secteur canadien des forêts a surtout fait porter ses efforts sur la «modernisation» des installations existantes.

Les investissements pour le renouvellement des installations et de l'équipement laissent entrevoir une demande de nouvelle technologie. Dans la première partie du présent chapitre, nous examinons les tendances à l'investissement en nous appuyant sur les données combinées brutes disponibles pour la période de 1971 à 1983 et nous examinons les objectifs fondamentaux des décisions d'investissements. Nous abordons ensuite plusieurs études de cas dans les secteurs de la transformation du bois et des pâtes et papiers afin de déterminer si les entreprises préfèrent acheter la nouvelle technologie ou modifier la technologie existante et si la technologie achetée est nouvelle au Canada seulement ou dans le monde entier. Nous identifions les facteurs qui influent sur le choix des équipements. Il est essentiel que la politique technologique du secteur forestier soit envisagée dans le cadre plus large de sa stratégie d'investissement.

Les investissements dans le secteur forestier canadien

Historiquement, les investissements dans le secteur forestier canadien ont été substantiels et ont représenté une part importante des dépenses pour le renouvellement des installations et de l'équipement dans l'ensemble de l'économie. En 1971, 1976 et 1981, par exemple, les investissements dans le secteur forestier ont totalisé 1145 millions, 1939 millions et 4 442 millions de dollars respectivement, soit 4,5, 3,7 et 4,4 pour cent respectivement des investissements pour l'ensemble de l'économie canadienne ces années-là. Même en 1984, année marquée par une baisse des investissements dans le secteur forestier, ils représentaient toujours 3,4 pour cent du total (tableau 5.1). Pour la plupart des années, le secteur forestier a représenté le quart environ des investissements dans l'ensemble du secteur manufacturier. Si l'on exclut les dépenses de construction, l'importance relative du secteur forestier augmente d'environ 4 pour cent en ce qui concerne les dépenses d'investissements et de réparation des machines et de l'équipement, et d'environ 3 pour cent en ce qui concerne les dépenses d'investissements considérées isolément (tableau 5.2).

Au sein du secteur forestier, les entreprises papetières et les entreprises connexes arrachent la part du lion des dépenses en investissements (tableau 5.3). Au cours de l'année record de 1981, par exemple, elles représentaient 69,0 pour cent des dépenses totales et 77,6 pour cent des dépenses d'investissements pour la machinerie et l'équipement. Les entreprises de la transformation du bois représentent environ 20 pour cent du total des dépenses au Canada, qu'il s'agisse du total des investissements ou des investissements destinés seulement aux machines et à l'équipement. Toutefois, la foresterie est relativement

Tableau 5.1: Investissements dans l'économie canadienne, le secteur manufacturier et le secteur forestier, de 1971 à 1984

	Investissements (millions de dollars)			Secteur forestier en pourcentage du	
	Total canadien	Secteur manufacturier	Secteur forestier	Total canadien	Secteur manufacturier
1971	25 621	4 378	1 145	4,5	26,2
1976	53 088	7 890	1 939	3,7	24,2
1981	100 456	17 383	4 442	4,4	25,6
1984	100 801	14 689	3 424	3,4	23,3

Source : Statistique Canada, *Investissements privés et publics au Canada*, (Ottawa, ministre des Approvisionnements et Services, 1971, 1976, 1981 et 1984), n° de cat. 61-206.

Nota : Le secteur forestier comprend la foresterie, la transformation du bois, le papier et les industries connexes.

Tableau 5.2: Investissements en machinerie et en équipement, à l'exclusion des coûts de construction, dans l'économie canadienne et dans le secteur forestier, de 1971 à 1984

	Dépenses totales au Canada (millions de dollars)		Secteur forestier en pourcentage du total canadien	
	Investissements et réparations	Investissements seulement	Investissements et réparations	Investissements seulement
1971	9 974	6 674	8,7	7,7
1976	21 317	15 011	7,2	5,5
1981	43 501	30 712	8,4	7,5
1984	44 688	29 594	6,5	4,7

Source : Statistique Canada, *Investissements privés et publics au Canada* (Ottawa, ministre des Approvisionnement et Services, 1971, 1976, 1981 et 1984), n^o. de cat. 61-206.

Tableau 5.3: Investissements dans le secteur forestier, de 1971 à 1984

	1971	1976	1981	1984
Total des investissements (millions de dollars)	1145	1940	4442	3424
Foresterie (%)	14,8	18,6	14,3	15,6
Transformation du bois (%)	20,2	20,0	16,7	20,5
Papier/industries connexes (%)	65,0	61,3	69,0	63,9
Investissements en machinerie et en équipement ^a (millions de dollars)	515	823	2313	1384
Foresterie (%)	8,0	11,1	7,4	7,2
Transformation du bois (%)	21,9	20,3	15,1	20,5
Papier/industries connexes (%)	70,1	68,6	77,6	72,3

Source : Statistique Canada, *Investissements privés et publics au Canada*, (Ottawa, ministre des Approvisionnement et Services, 1971, 1976, 1981 et 1984), n^o de cat. 61-206.

^a Cette catégorie exclut toutes les dépenses de construction et de réparation de la machinerie et de l'équipement.

plus importante lorsqu'on compare les investissements totaux que lorsqu'on compare seulement les investissements pour la machinerie et l'équipement.

En fait, les installations et l'équipement ont progressivement gagné en importance au cours des années 1970, en particulier dans le secteur des pâtes et papiers. En 1973, par exemple, on injectait 8,86 milliards de

dollars dans ce secteur alors qu'en 1983, ce chiffre était passé à 36 milliards². Cette tendance s'est accompagnée d'une hausse radicale de la prédominance du capital, telle qu'elle se traduit par le montant des investissements consentis par employé. Comme le fait remarquer Woodbridge, en 1950, pour chaque employé, le secteur investissait 22 000 dollars. Même en 1970, les investissements n'atteignaient encore que 81 000 dollars par employé en dollars actuels, mais en 1983, ils atteignaient le chiffre estimatif de 385 000 dollars par employé³. On observe des tendances comparables du côté des entreprises d'exploitation forestière et de transformation du bois. Cette hausse rapide de la prédominance du capital découle de l'incorporation de mesures anti-pollution coûteuses, d'unités de production à grande échelle, de la hausse des coûts d'investissement et du développement rapide d'une technologie nouvelle et coûteuse.

Pendant les années 1970, les investissements ont connu une hausse plus rapide au centre du Canada qu'en Colombie-Britannique. En 1971, la Colombie-Britannique, l'Ontario et le Québec obtenaient respectivement 33,9, 16,6 et 12,2 pour cent des investissements. En 1981, ces proportions étaient passées à 38,6, 24,7 et 21,7 pour cent. Exception faite du record des dépenses enregistré en 1981, la part des dépenses dans le secteur du papier et des produits connexes revenant à la Colombie-Britannique a diminué sensiblement (tableau 5.4). L'écart technologique qui existait entre l'est et l'ouest du pays a été réduit. À partir de la période de 1981 à 1986, les investissements ont surtout été concentrés dans le centre et l'est du Canada, la désuétude technologique étant aujourd'hui devenue, de ce fait, un grave problème en Colombie-Britannique.

Les effets de la récession du début des années 1980 ont été davantage ressentis en Colombie-Britannique qu'ailleurs, même si le secteur entier éprouvait de graves problèmes en 1981-1982. Les importants investissements de 1979 à 1981 ont généré une nouvelle capacité de production juste au moment où frappait la pire récession depuis les années 1930. Ces investissements ont sensiblement augmenté le niveau d'endettement des entreprises forestières: le ratio d'endettement moyen des entreprises forestières de l'Ouest est passé de 0,44 en 1979 à 1,07 en 1983, alors que dans l'Est, il passait de 0,61 à 0,76⁴. Avec la baisse de la demande et des profits et la hausse des paiements d'intérêts, les revenus des entreprises ont diminué radicalement. Par exemple, les 11 plus importantes sociétés ouvertes annonçaient des revenus nets de 720,3 millions de dollars en 1980 et de 411,2 millions en 1981, mais elles subissaient des pertes de 125,1 millions de dollars en 1982⁵.

Il est clair que les entreprises de l'ouest du pays ont été les plus durement touchées et qu'elles ont connu des ratios d'endettement

Tableau 5.4: Distribution régionale des investissements dans le secteur forestier, de 1971 à 1984

Pourcentage des dépenses totales			
Colombie-Britannique			
	Foresterie	Bois	Papier/ind. connexes
1971		64,7	32,0
1976	59,7	48,6	21,7
1981	50,0	59,8	31,1
1984	56,9	58,0	20,2

Source : Statistique Canada, *Investissements privés et publics au Canada*, (Ottawa, ministre des Approvisionnements et Services, 1971, 1976, 1981 et 1984), n° de cat. 61-206.

Pourcentage des dépenses totales			
Ontario			
	Foresterie	Bois	Papier/ind. connexes
1971		10,7	18,2
1976	14,6	14,6	33,1
1981	19,5	14,7	28,2
1984	23,6	13,7	29,0

Pourcentage des dépenses totales			
Québec			
	Foresterie	Bois	Papier/ind. connexes
1971		10,6	15,4
1976	15,4	17,3	28,8
1981	17,7	12,4	24,3
1984	12,3	18,6	34,2

plus élevés, des profits plus bas et des revenus nets inférieurs. En 1984 et en 1985, ce sont encore elles qui ont connu le plus de difficultés. L'accent mis sur les produits de bois solide (par opposition aux pâtes à papier) et sur le marché libre, la tendance à fabriquer des produits moins transformés et les ratios d'endettement plus élevés comptent parmi les facteurs qui peuvent expliquer la gravité de leurs problèmes. Par ailleurs, les entreprises de l'Est, en partie à cause de leurs installations plus anciennes, ont bénéficié d'une aide gouvernementale beaucoup plus généreuse au cours des années 1970 et elles ont reçu la presque totalité des 613 millions de dollars dépensés dans le cadre du programme de modernisation du secteur des pâtes et papiers entrepris en 1979^o.

Pendant que les entreprises de l'Ouest demeuraient stagnantes, ne laissant voir qu'un faible taux d'investissements, les entreprises de l'Est adoptaient une stratégie d'investissements plus dynamique qui s'expliquait, du moins en partie, par la disponibilité de subventions

gouvernementales importantes. En principe, toutefois, rares sont les entreprises forestières qui se disent favorables à de telles subventions. On déplore surtout qu'elles aient été accordées pour des raisons plus politiques qu'économiques et qu'elles aient été inutilement élevées⁷. En outre, on s'interroge sur l'effet véritable qu'ont pu avoir ces subventions, accordées à un grand nombre d'entreprises, sur l'efficacité du secteur des pâtes et papiers.

Le rôle de la machinerie et de l'équipement importés

La technologie importée sous forme d'équipement a toujours joué un rôle important pour le secteur canadien des forêts. Au cours des années 1970 et 1980, la valeur de ces importations, à l'exclusion de l'équipement de construction, a généralement été beaucoup plus élevée que la valeur des exportations (tableau 5.5). Les entreprises forestières exercent depuis longtemps des pressions afin d'empêcher que l'on impose des tarifs douaniers pour l'importation de la machinerie, sous prétexte que l'accès aux plus bas prix possibles et à la technologie la plus récente est essentiel pour assurer leur compétitivité. Il faut admettre que ces importations leur ont permis d'accroître leur part du marché intérieur, celle-ci passant de 30 pour cent en 1965 à plus de 50 pour cent au cours des années 1970 et 1980 (tableau 5.5). Par ailleurs, les rapports exportations/production intérieure du secteur

Tableau 5.5: Rendement commercial de l'industrie canadienne de l'équipement forestier

	1965	1970	1975	1980	1983 ^a
Marché intérieur (millions de dollars)	158	247	421	650	612
Production intérieure (millions de dollars)	130	205	340	617	485
Exportations (millions de dollars)	20	72	151	360	186
Exportations en % de la production intérieure	16	35	45	58	38
Importations	48	115	232	393	312
Importations en % du marché intérieur	30	46	55	60	51

Source : Données obtenues de Statistique Canada par l'ancien ministère de l'Expansion industrielle régionale, direction de la machinerie et de l'équipement électrique.

^a Les données pour 1983 sont estimatives.

canadien de l'équipement forestier ont également augmenté (tableau 5.5). Néanmoins, le Canada accuse un déficit substantiel de la balance des paiements au chapitre du commerce de l'équipement forestier.

Le tableau 5.6 donne un aperçu plus détaillé de la compétitivité du Canada dans le domaine de l'équipement forestier sur la scène internationale. Le Canada exporte des produits dans toutes les principales catégories. Face à la concurrence internationale, c'est dans le secteur de l'équipement forestier que le Canada se tire le mieux d'affaire. Par contre, la valeur des importations de la machinerie de pâtes et papiers, de la machinerie de transformation du bois et de l'équipement de scieries dépasse celle des exportations. En outre, le Canada importe davantage de technologie sous forme de licences et de services qu'il n'en exporte. En général, les exportations du Canada sont destinées aux États-Unis et, même si ce pays est la principale source d'équipement forestier importé au Canada, les Scandinaves ont fait d'énormes efforts afin de faire une percée sur le marché canadien. En 1981, année record pour les dépenses, les Suédois et les Finlandais ont obtenu des résultats particulièrement encourageants, surtout dans le domaine des scies à chaîne et de l'équipement pour le secteur des pâtes et papiers. Depuis quelques années, les entreprises scandinaves s'emploient avec un zèle particulier à faire l'acquisition d'entreprises canadiennes pour ainsi avoir accès au marché canadien.

Modernisation de l'industrie des pâtes et papiers : cas types

Depuis quelques années, la volonté d'adopter des méthodes de mise en pâte à haut rendement ou des techniques nouvelles de fabrication du papier domine les décisions d'investissements des entreprises du secteur des pâtes et papiers. Deux installations nouvelles seulement ont été construites, à Quesnel et à Amos. La plupart des projets ont mis l'accent sur la modernisation des installations existantes. Beaucoup de ces projets de modernisation se sont avérés coûteux. Par exemple, la technologie dominante, celle du formeur à double toile, coûte cher. L'installation de machines à papier de ce type coûte en effet rarement moins de 50 millions de dollars et ces coûts peuvent être beaucoup plus élevés lorsque de nouvelles installations de mise en pâte viennent s'y ajouter.

Les fabricants scandinaves sont à l'avant-garde de ce mouvement de modernisation. Les entreprises comme KMW, Valmet, Sunds, Raute et Jaalvaara, ainsi que la société Kamy, établie de plus longue date, ont récemment pénétré le marché canadien pour concurrencer les fournisseurs établis au Canada comme la société américaine Beloit et les sociétés Black Clawson Kennedy et Dominion (devenue propriété de

Tableau 5.6: Exportations (y compris les réexportations) et importations d'équipements forestiers et de feutres de machines à papier, 1971, 1981 et 1984

Exportations	1971		1981		1984	
	milliers de \$	(% É.-U.)	milliers de \$	(% É.-U.)	milliers de \$	(% É.-U.)
Feutres	8 126	(57,2)	24 169	(6,1)	23 115	(7,7)
Équipement forestier	29 474	(64,0)	75 006	(74,9)	177 332	(95,6)
Scies à chaîne, etc.	17 185	(44,3)	77 389	(36,2)	65 552	(50,3)
Machinerie de scieries	4 354	(78,2)	24 820	(57,0)	29 715	()
Travail du bois	1 719	(74,2)	16 937	(78,8)	51 328	(82,8)
Pâtes et papiers	13 618	(57,2)	98 680	(54,0)	81 923	(76,2)
Total	74 476		317 001		428 965	

Importations	1971		1981		1984	
	milliers de \$	(% É.-U.)	milliers de \$	(% É.-U.)	milliers de \$	(% É.-U.)
Feutres	649	(49,9)	6 382	(35,8)	5 897	(52,5)
Équipement forestier	21 618	(98,3)	65 641	(94,9)	137 227	(94,6)
Scies à chaîne, etc.	4 206	(25,0)	53 107	(62,9)	50 182	(33,2)
Machinerie de scieries	6 090	(70,9)	36 902	(81,2)	46 524	(66,4)
Travail du bois	13 169	(73,4)	87 645	(57,2)	102 811	(62,7)
Pâtes et papiers	32 814	(29,3)	152 099	(31,8)	88 172	(66,9)
Total	78 546		401 776		430 813	

Source: Statistique Canada, *Exportations par marchandises* (Ottawa, ministre des Approvisionnement et Services, 1971, 1981 et 1984), n° de cat. 65-004; Statistique Canada, *Importations par marchandises* (Ottawa, ministre des Approvisionnement et Services, 1971, 1981 et 1984), n° de cat. 65-007.

Valmet). La société allemande Voith vient également de réaliser sa première vente au Canada. Elle cherche à accroître sa pénétration du marché canadien en s'appuyant sur ses nouvelles installations du Brésil. Toutefois, la concurrence la plus féroce dans ce domaine vient des Scandinaves.

Méthodes de modernisation

Le cas A est celui de la modernisation partielle d'une fabrique de pâtes et papiers du Québec. Cette entreprise a décidé, vers la fin des années 1960 et le début des années 1970, de moderniser ses installations de pâtes et papiers⁸. Les travaux ont commencé en 1976-1977, avec le remplacement d'une machine. On a décidé par la suite, en 1982, d'investir plus de 40 millions pour remplacer une autre machine. L'entreprise prévoit moderniser progressivement les machines qui restent. Cette stratégie de modernisation visait principalement à améliorer la qualité du papier et à réduire les coûts de production à une époque où le marché évoluait vers l'impression en offset, technique qui demande un papier de meilleure qualité.

Le cas B est celui de la modernisation partielle d'une fabrique de papier journal de l'est du Canada. Le plan de modernisation a été conçu par une société mère étrangère qui refusait cependant d'aller de l'avant à moins de trouver un partenaire disposé à partager les coûts. Il a fallu 18 mois à la société pour trouver un partenaire propice, lui aussi étranger. Moyennant une contribution de 50 millions de dollars, ce dernier obtenait une participation de 33 pour cent dans l'entreprise. Comme dans le cas A, la société a décidé de reconstruire deux anciennes machines au même endroit plutôt que de construire une nouvelle installation à côté. Le projet de modernisation de 150 millions de dollars prévoyait le remplacement de machines au bisulfite à rendement faible par une machine à pâte chimico-mécanique sulfonée à rendement élevé. Le plan de modernisation a été approuvé en 1977, la construction a commencé en 1980 et les travaux étaient terminés en 1982.

Le cas C est celui de l'installation d'une nouvelle machine à papier mousseline dans une nouvelle bâtisse, construite près d'une installation existante. Ce projet de modernisation a commencé à se concrétiser à la fin des années 1970. L'investissement de 60 millions de dollars a été approuvé en octobre 1981, la préparation de l'emplacement a commencé en février 1982, la construction a débuté en mai 1982, et en mai 1984, l'usine était prête à fonctionner. L'usine originale, comportant deux machines, demeure intacte et la nouvelle machine a permis de doubler la production et d'accroître la qualité du produit.

Les trois projets de modernisation ont mis l'accent sur les changements apportés sur place et sur l'amélioration de la qualité. Les

décisions concernant l'échéancier, le financement et le choix de reconstruire, de remplacer ou d'ajouter une machine à papier ont été prises par les dirigeants de chaque entreprise. Il revenait également à l'administration centrale de déterminer les paramètres en prévision des décisions subséquentes. Pour la conduite des projets de modernisation sur place, les sociétés ont mis sur pied des réseaux de comités dirigés par des « équipes de projet », lesquelles, en plus d'assurer la liaison avec l'administration centrale, choisissaient la machinerie et l'équipement et assuraient la bonne marche du projet. Pour assurer la direction de l'équipe, les trois sociétés ont choisi un gestionnaire de rang intermédiaire possédant une formation en génie et une expérience pratique de l'usine. Les autres membres étaient généralement détachés de leur poste de gestion de l'usine, par exemple, de la gestion du génie mécanique. Il était également possible d'accueillir temporairement des membres supplémentaires au sein du comité pour la réalisation de tâches particulières; par exemple, l'ajout d'un représentant syndical pour l'évaluation du nouvel équipement. En outre, les trois sociétés, comme le veut la coutume en Amérique du Nord, ont engagé des experts-conseils en génie qui étaient chargés, par exemple, de la formation des employés, de la conception de l'usine et de la sélection de l'équipement.

Les trois sociétés ont reconnu l'importance de la formation de leur propre main-d'oeuvre pour l'exploitation d'une technologie nouvelle et de plus en plus complexe. Dans le cas B, par exemple, on a consacré plus d'un million de dollars à la formation. Le programme comprenait la préparation d'un manuel de formation en deux volumes et d'une série complète de conférences (comprenant la participation d'experts-conseils) et il était conçu pour enseigner les principes de la fabrication du papier ainsi que les nouvelles tâches des travailleurs. Une formation inadéquate peut nuire à la mise en marche et à l'exploitation des nouvelles installations. Les entreprises qui construisent de nouvelles installations au lieu de moderniser les plus anciennes jouissent d'une plus grande flexibilité dans le choix de la main-d'oeuvre⁹.

Les exemples A et B reflètent particulièrement bien la tendance du secteur à mettre l'accent sur le remplacement partiel ou total de machines particulières plutôt que sur le remplacement d'usines entières ou, comme dans le cas C, l'ajout d'une nouvelle usine. Cette tendance découle d'une volonté de minimiser les coûts d'investissement. En effet, on pense que puisque les nouveaux investissements comportent un coût d'intérêts, ce qui n'est pas le cas pour les anciens investissements, les investissements nouveaux qui peuvent tirer avantage des anciens généreront des revenus plus élevés. Cette méthode ne présente cependant pas que des avantages. En effet, les installations existantes ne sont jamais entièrement modernisées et la

qualité du produit risque de varier d'une machine à l'autre. Les équipements dont l'âge est différent peuvent engendrer des problèmes de production dans le cas des procédés de fabrication en continu. Le remplacement des machines peut entraîner des périodes considérables d'interruption de la production dues à des problèmes techniques inattendus. Il limite également le choix de la technologie et tend à créer un encombrement de l'espace de travail nuisible aux opérateurs. En fait, les entreprises A et B ont signalé que les gains de productivité obtenus avaient été décevants, surtout par suite de la méthode «étapiste» adoptée pour la modernisation des installations. Par contre, dans le cas de la modernisation de l'entreprise C, le projet s'est déroulé sans anicroche et la direction s'est dite entièrement satisfaite du rendement de la machine et de la disposition des installations. Les projets A et B (mais pas C) ont bénéficié de subventions gouvernementales.

Facteurs influant sur le choix de l'équipement

Dans chacun des cas étudiés, ce sont les machines à papier à formeur à double toile qui ont constitué l'élément le plus coûteux du programme de modernisation. Quels sont les facteurs qui ont influé sur le choix de cette technologie? Chaque équipe de projet était chargée d'identifier la technologie éprouvée la mieux appropriée aux conditions de l'usine. L'équipe de l'entreprise A a visité 10 usines autour du monde, y compris une au Japon. Un représentant de l'entreprise B a visité des usines en Scandinavie, en Allemagne, aux États-Unis et au Canada. L'équipe de projet de l'entreprise C a visité six usines en Europe et aux États-Unis. La portée des enquêtes effectuées dépendait du type de machine à papier requis par l'entreprise et de sa répartition parmi les usines existantes. Les recherches de l'entreprise C (un fabricant de papier mousseline), par exemple, ont été plus restreintes que celles des entreprises A et B (des fabricants de papier journal) parce que les formeurs à double toile multivalents du type désiré étaient plus rares et que les responsables des autres entreprises n'étaient pas tous prêts à laisser les représentants de l'entreprise C visiter leurs installations. Outre les visites d'usines, on a également consulté des fournisseurs d'équipement.

Les équipes de projet ont finalement eu à choisir entre plusieurs types (de trois à cinq) de formeurs à double toile en tenant compte de leurs caractéristiques «techniques» : qualité du produit, efficacité, configuration de la machine, facilité d'entretien, risques techniques, service après vente, financement, prix, etc. Douze des entreprises ont adopté une méthode d'évaluation fondée sur la méthode mise au point par Kepner et Tregoe¹⁰. Selon cette méthode, les membres de l'équipe doivent évaluer chaque critère en fonction de son importance relative

et lui attribuer une note (sur 10). La pondération et les notes sont multipliées et les résultats sont additionnés pour chaque machine. Les deux entreprises ayant recours à la méthode de Kepner-Tregoe ont élargi leur équipe de projet pendant l'évaluation. Une des équipes a accueilli trois ingénieurs-conseils de l'extérieur, un représentant syndical et un représentant de la société mère étrangère, et chaque membre de l'équipe a été chargé de faire une évaluation séparée. L'équipe s'est efforcée de parvenir à un consensus et elle a recommandé à l'administration centrale un formeur à double toile aux fins d'analyses « commerciales » ultérieures (taux de rendement).

Pour les trois entreprises, la qualité du produit était la variable la plus importante. Le prix venait au troisième rang en importance pour l'une d'elles et il était moins important pour les deux autres. Toutefois, la technologie du formeur à double toile est toujours nouvelle. Lorsque les fournisseurs parviendront à réduire les différences qualitatives qui existent entre les machines, le prix deviendra peut-être un élément plus important. (La décision, prise par les sociétés Beloit et Voith, d'adopter la technologie du formeur à double toile dans leurs installations du Brésil risque d'influer sensiblement sur les différences de prix, surtout si l'on parvient à obtenir des conditions de financement favorables.) Sur les quatre machines à papier achetées par les trois entreprises, A, B et C, deux ont été étudiées et mises au point aux États-Unis (mais fabriquées au Canada) et une autre a été étudiée, mise au point et fabriquée en Suède. La quatrième était un Papriformer mis au point au Canada, machine dont la production a été interrompue après l'achat des Ateliers d'ingénierie Dominion par la société Valmet.

L'origine de l'équipement n'était pas considérée comme un critère de grande importance par les entreprises étudiées. Selon l'entreprise ayant choisi le Papriformer, l'origine canadienne de cette machine était une qualité souhaitable mais non critique. Les machines conçues à l'étranger sont en grande partie fabriquées au Canada, et les études portant sur l'origine de la technologie devraient tenir compte du fait que cette technologie peut être importée sous forme de licences autant que sous forme d'équipement. Même si l'auteur ne disposait pas d'informations sur l'ensemble des équipements achetés pour les trois projets, il est vraisemblable que a) dans au moins deux cas, plus de la moitié de l'équipement acheté avait été mis au point à l'étranger et b) dans au moins un cas, plus de la moitié, en valeur, de l'équipement acheté était importée.

La presque totalité des équipements achetés dans le cadre des trois projets de modernisation étaient déjà en usage ailleurs, avec l'exception notable d'un projet où la nouvelle machine à papier était alimentée par une nouvelle fabrique de pâtes utilisant un procédé récemment mis au point par le groupe de R et D interne de l'entreprise. Les entreprises

sont peut-être davantage portées à innover lorsqu'elles possèdent, sur place, les experts voulus. En fait, dans ce dernier cas, le groupe de R et D a participé de près au transfert de la technologie à l'usine et il a recommandé le choix du fournisseur d'équipement : une entreprise suédoise. En général, toutefois, les choix technologiques ont été dominés par de l'équipement « éprouvé », sauf dans les rares cas de transfert de la technologie interne.

Modernisation de l'industrie de la transformation du bois : cas types

Nous nous penchons ici sur deux entreprises qui ont modernisé l'ensemble de leurs opérations de transformation du bois. L'une d'elles (D) est située à l'intérieur de la Colombie-Britannique. L'autre (E) est située sur la côte.

Méthodes de modernisation

L'exemple D est celui de la conversion d'une fabrique de contreplaqué en une scierie moderne. C'est une étude de l'approvisionnement en bois et du marché menée en 1980 qui a fourni la justification à long terme de cette modernisation mais, à plus court terme, c'est la récession qui a donné son impulsion au projet. Après que l'administration centrale eut décidé de moderniser, un coordonnateur de projet d'une autre entreprise forestière a été engagé. La construction a commencé en 1981. Elle a été interrompue, après le coulage des fondations, jusqu'en juillet 1983. L'usine a été terminée en mai 1984. La production atteint 7 000 billes par poste de travail, qui sont au nombre de deux. Le principal marché se trouve aux États-Unis.

Dans l'exemple E, on a décidé de moderniser une vieille scierie de la côte Ouest au lieu de la fermer. La modernisation, qui a coûté plus de 15 millions de dollars, a été organisée par l'entreprise et dirigée par un gestionnaire de projet expérimenté dans la modernisation des scieries. Une firme d'experts-conseils a été engagée pour voir aux aspects du génie, de la construction et de l'électronique. La modernisation visait à permettre une certaine souplesse de production grâce à de nouvelles installations permettant de couper le bois sur mesure, à partir de billes dont le gros bout pourrait varier de 0,3 à 1,5 mètre de diamètre. L'entreprise prévoit vendre 30 pour cent de la production de son usine modernisée sur les marchés de la Ceinture du Pacifique, dans un effort pour réduire sa dépendance historique vis-à-vis du bois à dimensions spécifiées destiné au marché américain.

Choix de l'équipement

Ce sont les sociétés elles-mêmes qui ont établi les grandes lignes des

objectifs d'investissement pour les projets. Les équipes de projets ont été mises sur pied pour élaborer et mettre en vigueur les aspects particuliers de la modernisation. Les principaux intervenants dans ce processus, dans le cas de l'exemple D, ont été les gestionnaires d'autres usines ou de l'administration centrale. Des experts-conseils ont été engagés pour la conception. Une fois établi le concept d'ensemble, le coordonnateur du projet a visité d'autres usines de la Colombie-Britannique. Il est pratique courante, dans l'industrie du sciage, d'utiliser les connaissances acquises au cours de visites d'autres installations. Entre 1980 et 1983, le seul changement apporté au concept général, dans le cas D, a été une réduction de la taille de l'installation.

Les deux entreprises se sont montrées prudentes dans le choix du nouvel équipement. Mis à part quelques automates programmables, l'équipement choisi faisait partie d'une technologie classique «éprouvée». Les responsables ont évité les prototypes et même les machines qu'ils n'avaient pas eux-mêmes vues fonctionner.

L'équipement a tout d'abord fait l'objet d'une évaluation technique. La plupart des évaluations techniques ont été faites par l'entreprise et, à l'exception des aspects électroniques, elles ont été coordonnées par le gestionnaire du projet. Dépourvues d'un groupe de R et D ou même d'un service central de génie au Canada, les deux entreprises dépendaient dans une très large mesure des gestionnaires de projet et d'une ou deux autres personnes pour se tenir au courant des changements technologiques et faire les choix appropriés. Une des entreprises a communiqué avec Forintek pour résoudre un débat interne concernant l'équipement. L'évaluation technique a été suivie par l'évaluation commerciale. Les fournisseurs ont précisé leur prix, puis on a examiné le coût des pièces de rechange ainsi que le coût et la rapidité du service après vente. Les décisions concernant le choix de l'équipement n'ont pas été difficiles à faire puisque le coût était un facteur important. L'une des entreprises, qui aurait préféré acheter un produit canadien, a finalement acheté des composantes électroniques aux États-Unis. Le nombre de fournisseurs ayant proposé des prix pour chaque pièce d'équipement variait de 1 à 10.

Pour leur modernisation, les deux entreprises ont adopté une démarche non innovatrice qui mettait l'accent principalement sur les gains de productivité de la main-d'oeuvre. Dans le cas de l'entreprise E, par exemple, le nombre d'emplois est passé de 240 à 170, avec le remplacement de deux usines de rabotage par une seule installation plus efficace. Dans le cas D, le nombre total d'emplois est passé de 350 à 180, mais le milieu de travail et les qualifications des employés ont été améliorés. Contrairement à l'ancienne usine, la nouvelle est chauffée, exempte de poussière, bien éclairée et moins bruyante. La plupart des tâches ardues ont été éliminées. Les gestionnaires de projet ne pensent

pas que la modernisation ait entraîné une baisse des qualifications des employés. Selon eux, dans le cas de l'entretien, les emplois sont plus exigeants et les qualifications du personnel ont dû être accrues. En outre, les employés à la production doivent prendre des décisions (par exemple, comment les billes doivent être examinées et coupées) qui influent sur la productivité et sur les revenus, et la dextérité manuelle nécessaire pour l'emploi des ordinateurs est une nouvelle exigence des postes.

Modernisation sur le terrain

La modernisation des opérations d'exploitation forestière par la mécanisation n'a jamais cessé. Les possibilités de mécanisation demeurent importantes et le coût de la modernisation sur le terrain n'est généralement pas aussi élevé que dans les fabriques. Toutefois, la variété des essences d'arbres et de leurs milieux naturels complique le processus. La scie mécanique demeure l'outil préféré pour la coupe des arbres dans la plupart des régions du pays et la mécanisation des opérations de sylviculture n'est encore qu'embryonnaire. La diversité des conditions a encouragé une diversification de l'équipement sur le terrain et favorisé l'esprit d'entreprise et d'innovation technique dans l'adaptation de la technologie aux conditions locales. D'aucuns prétendent toutefois qu'il y a plus de diversité que nécessaire dans les équipements utilisés actuellement.

En ce qui concerne la demande de technologie sur le terrain, selon Silversides, il n'a pas été possible de parvenir à un consensus, dans le secteur, pour ce qui est de la voie à suivre. Des études portant sur les trois systèmes d'exploitation — en bois courts, par fûts entiers et par arbres entiers — et fondées sur les coûts directs ont laissé voir peu de différences réelles à ce chapitre et le remplacement d'un système par un autre n'est donc pas justifié financièrement. Cette situation a contribué à renforcer la fragmentation du marché des machines. Au manque de volonté du secteur forestier de moderniser est donc venue s'ajouter une incompréhension des systèmes existants. Ainsi, placées devant le choix d'une grande variété de nouvelles machines, les entreprises étaient comme des enfants au comptoir des friandises. Elles achetaient une machine d'un type et deux de l'autre, sans se soucier de leur compatibilité, de sorte qu'elles n'ont jamais pu utiliser celles-ci à leur plein rendement. Cette situation a eu tendance à rendre les gens méfiants face à la mécanisation¹¹.

La tendance du coût du capital à augmenter plus rapidement que le coût de la main-d'oeuvre est venue encore compliquer la situation ces dernières années. En outre, les piètres résultats des recherches

pour la mise au point de machines d'exploitation forestière ont mené beaucoup de fabricants canadiens d'équipement à réduire leurs efforts. L'inaptitude des Canadiens à tirer profit des innovations des années 1960, notamment de la mise au point de la débusqueuse et des premiers modèles de machines d'abattage, a permis aux Scandinaves de prendre les devants dans ce domaine. Silversides prétend que les préférences régionales et la méconnaissance des solutions de rechange ont empêché les Canadiens de coordonner suffisamment leurs efforts pour mettre au point des machines de sylviculture appropriées¹².

Cas type de sélection de l'équipement

Les informations de cette étude de cas ont été obtenues lors d'une entrevue accordée par un directeur général des forêts et des sciences d'une entreprise de l'est du Canada. Ce dernier a résumé les caractéristiques de l'équipement choisi pour la mécanisation des opérations d'abattage de l'entreprise. Cette entreprise est extrêmement conservatrice dans le choix de nouvel équipement. Elle préfère louer ses machines de fournisseurs et ne les achète que rarement. Ainsi, elle utilise des abatteuses-empileuses louées pour la récolte d'environ 25 pour cent de son bois. En outre, l'entreprise n'achète plus de prototypes. Elle juge consacrer suffisamment d'argent à la R et D sans avoir par surcroît à utiliser ses forêts pour mener des expériences. Elle permet néanmoins l'expérimentation en acceptant de louer des modèles concurrentiels de fabricants différents et en permettant aux fournisseurs de mettre leur équipement à l'essai.

Pour cette entreprise, la décision d'acheter une machine se fonde sur les coûts. Cette attitude donne parfois lieu à des conflits avec l'administration centrale. Les gestionnaires responsables de l'exploitation forestière, par exemple, veulent continuer à acheter des abatteuses-empileuses et disent fonder leur décision sur les pénuries prévues de main-d'oeuvre et sur la nécessité d'accroître la sécurité. Toutefois, en particulier lorsque les arbres sont relativement petits, la scie à chaîne demeure le moyen le plus économique d'abattre les arbres. Or, même si les questions financières relèvent clairement et entièrement de l'administration centrale, l'entreprise locale a un rôle très important à jouer dans le choix des machines et du fournisseur. Les responsables locaux sont en rapport constant avec les fournisseurs et les détaillants et connaissent à fond les conditions locales d'exploitation. Pour eux, la qualité et les services sont importants. Cependant, l'importance accordée par l'administration centrale à la question des coûts a certainement tendance à réduire l'éventail des choix possibles en matière d'équipement. Par ailleurs, même si le choix du fabricant risque de n'importer que très peu pour l'administration centrale, tel ne sera peut-être pas le cas pour certains gestionnaires locaux.

Les rapports établis entre l'acheteur et les fournisseurs concernant la vente de nouvelles machines contribuent à l'innovation technologique. Par exemple, l'entreprise en question a récemment fait l'achat de 66 pneus à portance élevée pour ses débusqueuses. Elle a fait l'essai de pneus provenant de quatre fournisseurs et ces essais ont entraîné d'importants changements.

Conclusion

Au cours de la dernière décennie, le secteur forestier canadien a augmenté sa capacité de production et adopté de nouvelles technologies. Dans les scieries et les fabriques de pâtes et papiers, on a assisté à des changements significatifs au niveau des installations et des méthodes d'exploitation. Pendant la même période, le potentiel technologique et innovateur des entreprises forestières et de leurs fournisseurs ont fait l'objet de préoccupations croissantes. Il est largement reconnu, dans le secteur, que les entreprises scandinaves, allemandes, américaines et japonaises sont à l'avant-garde en ce qui concerne la créativité et l'adoption des nouvelles technologies. En dépit des investissements massifs de la dernière décennie, le taux de diffusion de la nouvelle technologie dans le secteur forestier canadien est aujourd'hui largement considéré comme inadéquat. Ainsi, les entreprises de l'ouest du Canada ne peuvent certainement plus prétendre être à la fine pointe de la technologie. En fait, l'opinion voulant que le secteur forestier canadien soit technologiquement dépassé par ses principaux concurrents est partagée par la grande majorité des principaux représentants du secteur qui entretiennent des rapports étroits avec l'extérieur.

Le paradoxe apparent qui existe entre les investissements massifs pour la «modernisation» et l'élargissement du fossé technologique qui nous sépare de nos principaux concurrents peut s'expliquer de plusieurs façons. Premièrement, les décisions d'investissements prises au Canada favorisent presque invariablement «l'équipement éprouvé». Il est rare que l'on adopte des machines tout à fait nouvelles. Avant de choisir de l'équipement, les acheteurs canadiens insistent pour le voir fonctionner. Deuxièmement, même si les changements technologiques survenus répondaient à l'évolution de la demande du marché, le secteur n'a pas su prévoir cette demande. Le secteur forestier canadien a continué à compter sur ses avantages naturels comme il l'avait toujours fait. Troisièmement, les décisions concernant les investissements dans le secteur forestier canadien ont toujours été dominées par des considérations financières à court terme. Cette tendance a mené à une amélioration étapiste ou au remplacement de machines particulières

étalé sur de longues périodes, au détriment de la construction d'usines entières. En outre, les équipements et les bâtisses ne sont remplacés que lorsque les revenus d'exploitation ne parviennent plus à compenser pour les coûts d'exploitation¹³. Cette façon fragmentée d'envisager le problème de la modernisation ne tient pas compte des rapports dynamiques qui existent entre les changements technologiques et l'évolution du marché.

Dans le secteur forestier canadien, chaque entreprise voit elle-même à sa planification. Les stratégies d'investissement concurrentielles qui en découlent s'appuient principalement sur les ressources financières et les débouchés commerciaux et peuvent mener à la surproduction dans certaines usines. Les politiques du gouvernement fédéral n'ont rien fait pour améliorer la situation. Les entreprises de l'industrie canadienne des pâtes et papiers, en particulier dans l'Est, ont bénéficié d'une aide financière considérable du gouvernement fédéral, notamment de l'ancien ministère de l'Expansion industrielle régionale (MEIR) et de son prédécesseur, le ministère de l'Expansion économique régionale (MEER). Les entreprises pouvaient avoir recours à ces fonds pour poursuivre l'exploitation de vieilles installations et, plus récemment, pour accroître la productivité grâce à de nouvelles installations. Motivées principalement par l'emploi, les subventions du gouvernement fédéral n'étaient guidées par aucune stratégie globale de développement du secteur forestier et elles ont ainsi encouragé la fragmentation du processus de prise de décisions d'investissement au sein du secteur¹⁴.

La façon dont les Scandinaves envisagent la modernisation diffère en plusieurs points de la stratégie canadienne. Ainsi, en Scandinavie, les équipements conçus et fabriqués au pays reçoivent une grande priorité. Par exemple, lors de la mise en oeuvre d'un programme de modernisation, une entreprise achètera généralement bien plus de 90 pour cent de son équipement de fournisseurs locaux. Les liens étroits qui existent entre les entreprises forestières et les fournisseurs d'équipement encouragent également l'innovation dans des domaines comme les nouveaux procédés de mise en pâte et les papiers de grande valeur. En outre, les Scandinaves sont plus disposés que les Canadiens à envisager les conséquences à long terme et à tenir compte des questions de commercialisation. Comparativement à ce qu'on observe au Canada, les ratios d'endettement sont souvent plus élevés et les entreprises sont plus nombreuses à favoriser le remplacement d'usines entières. L'aide gouvernementale aux programmes de modernisation est également moins limitée par la question des effets directs sur l'emploi à court terme et elle tend à favoriser les projets de plus grande envergure.

Au Canada, en dépit d'un niveau élevé d'investissements cumulatifs, nos usines ne sont pas équipées de la plus récente technologie. Seules quelques-unes des plus grandes entreprises semblent incorporer la R et D dans leurs stratégies d'investissement. Les entreprises canadiennes n'ont pas de politiques explicites et dynamiques concernant la technologie. Les efforts pour améliorer la technologie ont été partiels et, au fil du temps, ils ont été freinés de plus en plus par des considérations financières à court terme. En outre, même si les gouvernements fédéral et provinciaux n'ont pas hésité à « intervenir » massivement dans le secteur, ils n'ont pour celui-ci aucun programme défini en matière de génération et de diffusion de la technologie. Le gouvernement canadien n'a aucun plan sur l'amélioration du potentiel technologique du secteur forestier, sur les façons de faire en sorte que le pays soit à l'avant-garde de la technologie ni même sur les moyens de faire du Canada un exportateur net de technologie forestière. Un tel laisser-faire dans ce domaine est-il propice aux intérêts du Canada ? Il est grand temps de formuler une politique canadienne concernant l'innovation dans le secteur forestier.

Chapitre 6

Promotion de la R et D interne au sein de l'industrie forestière canadienne

Le débat actuel sur le libre-échange est presque une tentative de diversion. Ce qui importe aujourd'hui, dans le commerce international, c'est la rapidité relative avec laquelle les économies nationales évoluent vers la production à valeur plus élevée¹.

L'argument selon lequel nous devrions laisser les «forces du marché» décider pour nous du sort des industries en déclin n'est pas convaincant puisque les mêmes pressions extérieures au marché s'exercent sur l'ensemble des secteurs industriels².

Si le secteur canadien des forêts tient à améliorer ou, à tout le moins, à maintenir sa compétitivité sur les marchés internationaux, il devra obligatoirement mettre l'accent sur l'innovation et sur l'excellence. Il a besoin d'innovations qui lui permettront d'utiliser les forêts de façon plus efficace, de tenir compte des exigences des conditions locales, d'améliorer la productivité de la main-d'oeuvre et, surtout, de faire rapidement une percée dans une gamme plus vaste de marchés géographiques et industriels, notamment les marchés à valeur élevée.

Les entreprises du secteur forestier canadien pensent qu'au cours des cinq prochaines années, il leur faudra au moins 20 milliards de dollars de nouveaux investissements seulement pour demeurer concurrentielles et qu'il leur en faudra encore davantage pour devenir des chefs de file³. Des profits insuffisants ont souvent empêché de tels investissements. Pourtant, une infrastructure industrielle plus diversifiée qui accorderait une plus grande priorité à la maximisation de la valeur permettrait d'accroître les taux de rendement des investissements et d'augmenter les profits. Par ailleurs, le coût énorme de la modernisation est une excellente raison, pour le secteur forestier et le gouvernement, d'élaborer une politique d'innovation cohérente pour le secteur. La demande de nouvelles usines et de nouveaux équipements présente une occasion rêvée de renforcer le secteur de l'approvisionnement.

Les répercussions d'une mentalité de producteur primaire

Il ne sera pas facile de convaincre les entreprises forestières canadiennes (et les fournisseurs d'équipement) d'innover davantage. Depuis le début, lorsque les entreprises exploitaient les forêts canadiennes pour le bénéfice de l'Amirauté britannique, le secteur forestier canadien s'est principalement caractérisé par sa mentalité de producteur primaire. L'opinion selon laquelle le secteur forestier canadien est condamné à demeurer marginal et, de ce fait, vulnérable sur la scène internationale, a incité les gens à militer en faveur du libre-échange afin d'assurer le libre accès au marché américain pour les produits en vrac canadiens⁴. Elle a également fait obstacle aux possibilités d'envisager un développement plus complet et à plus long terme et opposé un conservatisme tenace aux besoins de recherche interne, de développement et d'innovation.

Les tendances qui s'opposent à l'innovation dans une vaste proportion des entreprises du secteur forestier canadien sont profondément enracinées. La préférence que l'on accorde très généralement à l'adaptation de la technologie éprouvée ailleurs est une des façons de limiter les incertitudes auxquelles font déjà face les exportateurs. En outre, les investissements étrangers dans le secteur forestier canadien ont eu tendance à favoriser, d'une part, l'exportation de produits en vrac et d'autre part, la dépendance technologique du Canada. La tendance à mettre l'accent sur les produits uniformisés et sur les technologies éprouvées n'est pas propice à la R et D ni à l'innovation. Pourtant, sans une R et D vraiment canadienne, les possibilités de diversification du secteur sont gravement limitées.

L'accès aux marchés internationaux est critique pour la santé du secteur forestier canadien. Les responsables de l'exploitation forestière ont toutes les raisons de s'inquiéter des tendances protectionnistes qui se font jour aux États-Unis. Une augmentation du tarif imposé par les États-Unis sur le bois importé (ou, comme nous l'avons vu, l'imposition d'une taxe canadienne à l'exportation) sera certainement nuisible pour le secteur. Les politiques canadiennes doivent aller au-delà de la consécration du rôle du Canada comme fournisseur marginal et passif de bois bon marché aux États-Unis. À long terme, le défi que doivent relever les entreprises du secteur du bois et des autres produits forestiers est de déterminer dans quelle mesure et avec quelle rapidité elles devraient s'adapter aux marchés de produits à valeur plus élevée. C'est le défi auquel font face aujourd'hui toutes les industries dites matures ou les industries de transformation en produits de base des pays avancés⁵. C'est donc de ce point de vue, même dans le cas du secteur forestier, que le débat sur le libre-échange est une « tentative de diversion ».

Pour devenir moins marginales, les industries forestières canadiennes devront consacrer davantage d'efforts à l'innovation. Or, cela ne sera pas possible sans un changement fondamental des attitudes des décideurs. Ces derniers doivent comprendre que l'élaboration, par les entreprises et le gouvernement, de politiques dynamiques concernant les sciences et la technologie peuvent stimuler les grandes innovations.

Les années 1980 : une fenêtre ouverte sur l'avenir?

Des changements à ce point fondamentaux des attitudes sont-ils possibles dans un secteur où les tendances prédominantes concernant la recherche, le développement et l'innovation règnent depuis plus de 200 ans, imprégnant les structures commerciales, tarifaires et administratives? On peut se permettre de l'espérer si l'on songe que l'agitation des années 1970 a été suivie par la pire récession des 50 dernières années et par une restructuration sensible du secteur. Il n'y a pas de moyen rapide de promouvoir des attitudes plus innovatrices. Les mesures fiscales d'encouragement à la R et D sont déjà généreuses et le secteur forestier canadien a depuis longtemps appris à fonctionner dans un contexte de marchés plus ou moins libres.

Au moins trois raisons font que le Canada a aujourd'hui une autre chance d'améliorer sa compétitivité dans le secteur forestier. Premièrement, plus personne ne tient désormais pour acquise la croissance future du secteur. La gravité de la dernière récession a poussé les entreprises à réexaminer leurs stratégies à long terme. Contrairement à ce qu'on observait au début des années 1970, on s'inquiète des risques de pertes d'emplois, les approvisionnements en bois sont incertains et la croissance du secteur n'est plus garantie. Deuxièmement, les entreprises réduisent leur dépendance à l'égard des produits en vrac en mettant l'accent sur la diversification des marchés. Cette tendance a été favorisée par le resserrement de l'étau des coûts et des prix pour les producteurs de bois et de pâtes, la gravité de la récession récente, la demande croissante de produits de haute qualité et les progrès réalisés par les pays scandinaves, qui, malgré un éloignement des principaux marchés qui se compare à celui du Canada et malgré leurs plus faibles populations, ont rapidement augmenté leur part du marché grâce à leur esprit innovateur. Le secteur forestier canadien doit lui aussi s'engager résolument dans cette voie.

La troisième et principale raison est la tendance vers une plus grande canadianisation du secteur. Entre 1979 et 1984, le degré de mainmise étrangère a connu une baisse d'environ 10 pour cent dans toutes les principales activités du secteur⁶. Cette tendance n'est pas le

résultat des interventions de l'Agence d'examen de l'investissement étranger ni de l'application d'aucune autre politique gouvernementale mais plutôt de la restructuration entreprise par les sociétés étrangères. En effet, dans la plupart des cas où des sociétés étrangères ont vendu leurs filiales canadiennes, les acheteurs étaient des conglomérats canadiens de Toronto ou de Montréal qui occupent maintenant, de ce fait, une position importante dans le secteur forestier.

La canadianisation est une condition essentielle à la manifestation d'attitudes plus dynamiques face à l'innovation et à la diversification des marchés. Elle signifie qu'un plus grand nombre de décisions de commercialisation et d'investissements sont prises au Canada. Une politique canadienne de R et D peut ainsi influencer davantage sur le secteur. Les résultats d'études portant sur l'ensemble de l'industrie canadienne indiquent en effet que les subventions fédérales pour la R et D influent davantage sur les budgets de R et D des entreprises sous contrôle canadien que sur ceux des entreprises sous contrôle étranger⁷.

Rien ne garantit évidemment que la canadianisation mènera automatiquement à une augmentation des efforts concacrés à la R et D interne et de la priorité accordée à l'innovation. Les conglomérats canadiens seront-ils prêts à prendre de plus grands risques? À l'heure actuelle, ils passent pour des entreprises conservatrices dont les politiques de croissance favorisent l'acquisition au détriment des investissements internes et qui s'intéressent aux considérations financières à court terme dans la gestion de leurs entreprises. Leurs filiales ne sont pas encouragées à entreprendre de nouveaux projets risqués. Toutefois, leur dimension pourrait à elle seule s'avérer un grand avantage s'ils décidaient de promouvoir l'innovation. Il est en effet plus facile à ces conglomérats de justifier les investissements dans des activités risquées, de planifier à long terme et de décourager les prises de contrôle par des entreprises de l'extérieur tout en augmentant la mainmise canadienne par l'acquisition de filiales étrangères.

Comme les conglomérats contrôlent des activités dans des secteurs différents, ils ont la possibilité d'établir des liens de production et des liens technologiques entre les fournisseurs d'équipement, les entreprises forestières et les constructeurs et ils peuvent également mettre sur pied des réseaux de commercialisation. Ils possèdent en outre souvent des filiales étrangères qui leur permettent de faire preuve d'une plus grande flexibilité dans la planification industrielle et la commercialisation des innovations.

Conrad Black justifiait récemment la présence d'immenses conglomérats appartenant à des Canadiens et contrôlés par eux en affirmant qu'ils constituent le seul moyen de contrebalancer le pouvoir des

grandes sociétés multinationales étrangères dans l'économie canadienne⁸. Il insistait sur l'importance de reconnaître officiellement le rôle des conglomérats dans la préservation de la souveraineté économique du Canada et de ne pas leur faire obstacle par l'adoption de lois fédérales plus sévères concernant la concurrence. M. Black propose essentiellement la signature d'une sorte de traité entre les groupes d'intérêts privés canadiens les plus puissants et le gouvernement. Cette offre mériterait d'être examinée sérieusement si les conglomérats promettent de leur côté d'accroître la puissance industrielle du Canada, en s'engageant notamment à favoriser la R et D.

Les conglomérats canadiens doivent reconnaître qu'ils ont une certaine obligation de promouvoir les intérêts de la société canadienne : c'est peut-être là notre dernière chance de renforcer notre infrastructure industrielle grâce à l'innovation dans le secteur primaire. Même si les petites et moyennes entreprises fondées sur la R et D des segments du secteur forestier caractérisés par une production à valeur ajoutée élevée ont aussi un rôle à jouer, les industries sont structurées d'une manière telle que tout changement significatif d'attitude à l'égard de l'innovation au sein du secteur dépendra des chefs de file dans les conglomérats et les autres grandes entreprises.

La R et D, des laboratoires à la chaîne de production

Les défis auxquels font face les industries matures ressemblent de plus en plus à ceux de la haute technologie : automatisation de la production, incorporation de la technologie avancée dans les produits, nécessité de soutenir la concurrence sur les marchés internationaux et importance d'une main-d'oeuvre plus instruite et plus professionnelle⁹.

Pour réaliser leur plein potentiel, les entreprises du secteur forestier canadien devront devenir plus innovatrices. Les responsables de l'élaboration des politiques doivent se rappeler que l'innovation comprend non seulement les travaux de sciences et de génie du système de R et D mais également les activités de type entrepreneurial (commercialisation, investissements, relations industrielles) du système de production¹⁰. Il ne suffit donc pas d'accorder une plus grande importance à la R et D.

Les recommandations qui suivent ont pour objet d'encourager l'application commerciale des résultats de la R et D de manière à maximiser la compétitivité des industries forestières canadiennes. Ces recommandations, qui s'adressent souvent directement à l'industrie,

aux laboratoires de recherche coopérative et aux gouvernements s'intéressent, d'abord, aux stratégies de production à long terme des sociétés forestières, ensuite à la nature de la planification technologique («stratégies technologiques») et enfin, à la nature du système de R et D du secteur forestier. Finalement, nous proposons des suggestions sur la façon dont les responsables des entreprises et des gouvernements pourraient contribuer à stimuler l'intérêt face à l'innovation dans le secteur forestier canadien.

Pour la flexibilité et la maximisation de la valeur au sein des entreprises de produits forestiers

Par le passé, l'adoption d'équipements «éprouvés» et la minimisation des coûts ont eu la préséance sur l'innovation dans le secteur forestier canadien. La planification technologique a généralement pris la forme d'un processus implicite favorisant une R et D d'adaptation, malgré quelques exemples de leadership technologique du Canada comme la mise au point du formeur à double toile (voir chapitre 3). Les entreprises forestières canadiennes (et les fournisseurs d'équipement) n'ont donc fait aucun effort pour promouvoir les changements technologiques ou l'amélioration des produits. Rares sont les entreprises qui ont mis sur pied des programmes valables de R et D interne et qui ont cherché à jouer un rôle de chef de file technologique dans le secteur.

L'accent mis sur la R et D d'adaptation et les attitudes conservatrices manifestées à l'égard de l'innovation ont été les caractéristiques constantes du rôle historique de fournisseur marginal de produits en vrac joué par le Canada. Le Canada restera, à l'avenir, un important producteur mondial de produits en vrac. Toutefois, il aura besoin pour cela de moins d'usines puisque la taille et la rapidité des machines a augmenté et que la demande a diminué. Par contre, la demande de produits forestiers plus transformés et à valeur plus élevée a augmenté. En outre, si les industries forestières canadiennes veulent s'affranchir de leur grande dépendance face aux marchés américains, elles devront s'efforcer de répondre aux exigences particulières des marchés de rechange, en particulier ceux de la Ceinture du Pacifique, quant au type, à la qualité et à la taille des produits. Ainsi, pour que les entreprises forestières canadiennes puissent réaliser leur plein potentiel, elles devront de plus en plus mettre l'accent sur la flexibilité et la maximisation de la valeur dans leurs efforts d'amélioration des méthodes de production. Elles devront également faire de la flexibilité un élément explicite de leurs plans d'investissement et envisager un choix plus vaste de solutions technologiques.

On peut évaluer la «flexibilité» d'une entreprise par la facilité avec laquelle elle adapte ses objectifs et sa stratégie géographique, sa structure interne, ses produits, ses techniques de production et ses systèmes industriels aux changements réels ou anticipés de la demande du marché. La flexibilité peut constituer une caractéristique d'une usine particulière ou de l'ensemble de l'entreprise. Les investissements dans la R et D interne ne sont rien d'autre qu'un moyen de promouvoir la flexibilité de l'ensemble de l'entreprise. À mesure que le milieu dans lequel évoluent les sociétés devient plus dynamique, les entreprises doivent faire preuve d'une plus grande flexibilité avec des produits plus diversifiés et davantage de liquidités¹¹.

La façon dont les entreprises augmentent leur flexibilité pour répondre aux besoins changeants du marché dépend des circonstances particulières qui se présentent. Au cours des années 1950 et 1960, plusieurs entreprises de la côte Ouest ont augmenté leur flexibilité en concentrant la production de bois d'oeuvre, de contreplaqué et de pâtes et papiers en un seul endroit, ce qui facilitait le détournement des matières premières d'un type de production à l'autre tout en permettant des économies considérables, par exemple, au chapitre de l'énergie. Ces installations intégrées, situées sur la côte, bénéficiaient également d'un accès à des marchés et à des sources de matière première diversifiés¹². D'autres usines plus spécialisées pourraient peut-être trouver des débouchés dans de nouvelles régions géographiques ou diversifier leurs produits en adoptant des technologies de production plus souples. Les scieries, par exemple, peuvent théoriquement produire du bois d'oeuvre, des particules pour la fabrication de pâtes à papier ou de panneaux, de l'énergie, des produits spéciaux (par exemple, du bran de scie pour l'alimentation du bétail) et ainsi compter sur de multiples sources de revenus. Si ces usines possèdent des installations de fabrication de pâtes et papiers, elles peuvent regrouper sous un même toit toute une variété de techniques et créer un milieu propice à toutes sortes d'innovations¹³. L'investissement dans des usines spécialisées est un autre moyen, pour les entreprises, d'accroître leur flexibilité¹⁴.

Pour l'entreprise, la diversification «horizontale et verticale» dans la fabrication de produits nouveaux pour les marchés existants ou la fabrication, à l'aide d'un vieil équipement, de produits nouveaux permet d'étendre la gamme des produits forestiers fabriqués à partir d'une ressource donnée et d'accroître la flexibilité en permettant la génération contracyclique de revenus. Si le coût de renonciation à des produits forestiers «apparentés» comme les produits chimiques et l'énergie augmente rapidement, les entreprises seront tentées d'investir dans ces activités. De ce point de vue, l'aptitude de l'entreprise à diversifier son utilisation des ressources forestières est en partie

déterminée par son potentiel technologique. Parallèlement, une telle stratégie valoriserait les ressources technologiques de l'entreprise et permettrait ainsi à celle-ci d'élargir l'éventail des innovations à sa disposition.

La méthode adoptée par l'entreprise pour accroître sa flexibilité dépend également de sa taille¹⁵. Les petites entreprises sont capables de réagir rapidement aux changements du marché, de faire preuve d'une grande efficacité et de répondre à des besoins spécialisés. Par contre, les multinationales installées au Canada sont en mesure de parvenir à une compréhension du marché et de ses éléments, de choisir parmi une vaste gamme d'options d'investissements, de financement et de commerce, d'établir de vastes réseaux permettant de recueillir l'information technique et de faire preuve d'une grande capacité d'innovation. Les multinationales forestières installées au Canada jouissent en plus d'une présence directe au pays et d'une expérience des marchés internationaux. Comme elles fonctionnent dans une vaste gamme d'environnements complexes et en évolution rapide, il est particulièrement urgent pour elles de mettre au point des stratégies technologiques concrètes.

Un des corollaires importants de l'augmentation de la flexibilité est la capacité, pour les entreprises forestières canadiennes, d'accéder à des marchés de plus grande valeur. Les industries de la transformation du bois et de la fabrication des pâtes et papiers pourraient mettre davantage l'accent sur les produits de qualité supérieure, ajouter des étapes à la transformation et mettre au point de nouveaux produits. En fait, des chefs de file du secteur sur le plan de la technologie et de la promotion de la R et D ont récemment souligné l'importance d'un engagement plus concret à l'amélioration de la valeur des produits forestiers manufacturés au Canada¹⁶. Au nombre des possibilités de développement de nouveaux produits les plus évidentes, mentionnons les produits chimiques à base de lignine, les nouveaux types de pâtes à papier (y compris les pâtes à papier pelucheux), les papiers spéciaux et toute une gamme de produits du bois pour la décoration et pour les structures. En fait, les possibilités d'augmentation de la demande de nouvelles utilisations structurales du bois sont immenses, en particulier dans le domaine de la construction non résidentielle et pour les fondations en bois traité utilisées en construction domiciliaire. Il existe certainement des obstacles à cette progression vers les marchés de plus grande valeur. Mentionnons par exemple les tarifs, les coûts du transport et le coût élevé du développement des produits. Comme certaines entreprises le réalisent déjà, cependant, la croissance et la rentabilité dépendent de plus en plus étroitement de cette pénétration des marchés à valeur plus élevée.

Si l'industrie forestière canadienne doit s'engager à adopter des

méthodes de production plus flexibles et à répondre aux marchés à valeur plus élevée, il lui faudra se défaire de sa tendance dominante à produire le plus grand nombre de billes possibles pour mettre l'accent sur la maximisation de la valeur des produits¹⁷. Deuxièmement, les entreprises devront adopter des méthodes plus dynamiques de commercialisation favorisant l'identification directe et la prévision des besoins des consommateurs. Troisièmement, elles devront dépenser davantage pour le développement, l'absorption et l'utilisation de la technologie.

Stratégies technologiques

... nous venons d'entrer dans une période de concurrence intense dans laquelle la technologie et la commercialisation sont devenues, au même titre que la productivité, des stratégies clés¹⁸.

Il existe des rapports étroits entre les politiques de production, les politiques de commercialisation et les politiques technologiques. La mise en application des principes de la flexibilité de la production et de la maximisation de la valeur exige en retour l'adoption de politiques technologiques plus explicites et plus innovatrices.

Nous recommandons que les sociétés forestières élaborent des stratégies technologiques, c'est-à-dire des mécanismes concrets d'évaluation et de mise en application des changements technologiques.

En général, les stratégies technologiques déterminent comment les entreprises comptent intégrer l'ensemble de leurs ressources techniques en un tout cohérent et organisé pour la commercialisation d'une technologie en constante évolution afin de demeurer concurrentielles¹⁹. Elles déterminent comment les entreprises se tiennent au fait de l'information technologique, comment elles évaluent celle-ci et comment elles la transmettent à l'intérieur de leur structure, comment les besoins technologiques sont identifiés, quels sont les rôles relatifs des sources internes et externes de savoir-faire technologique et de R et D interne, et comment, quand et où les entreprises décident d'incorporer la nouvelle technologie dans leurs plans d'investissement. Elles déterminent également quels doivent être les niveaux de contrôle de la qualité et de qualification des employés et quelle forme doivent prendre les programmes de formation et de recyclage.

Les stratégies technologiques sont des outils concurrentiels conçus pour générer une multitude de produits et de procédés nouveaux

qui permettront aux entreprises forestières canadiennes de soutenir efficacement la concurrence des entreprises américaines, japonaises et scandinaves.

Il est clair qu'une stratégie technologique ne peut être mise en vigueur convenablement sans le soutien total des dirigeants d'entreprises²⁰. Le recours à un vice-président à la R et D ou à la planification technologique est le moyen le plus efficace de concrétiser un tel soutien. Il est essentiel qu'une telle stratégie relève directement d'un cadre supérieur car les plans technologiques sont intimement liés aux prises de décisions concernant la production, la commercialisation et les investissements. En outre, même lorsqu'il existe un groupe de R et D bien établi, les projets à long terme, coûteux et incertains comme le projet Parallam de la MacMillan Bloedel ne peuvent survivre sans le soutien non équivoque des dirigeants d'entreprises.

Toute entreprise, quelle que soit sa taille, qu'elle ait ou non un groupe de R et D interne, possède au moins des stratégies technologiques implicites. Dans le cas des petites entreprises, où la direction est assurée par un groupe restreint de personnes, la planification technologique incombe plus particulièrement aux entrepreneurs. Ceux-ci peuvent toutefois compter sur diverses sources de savoir-faire technologique, notamment les laboratoires et programmes de R et D coopérative, tels que le programme d'amélioration des scieries de Forintek. Les avantages que peut procurer aux petites entreprises une stratégie globale d'investissements dans les innovations technologiques et le perfectionnement des ressources humaines peuvent être critiques pour leur aptitude à soutenir la concurrence.

L'élaboration d'une stratégie technologique explicite dans une grande entreprise exigera peut-être une évaluation des aspects ergonomiques des opérations individuelles, l'établissement de plans d'informatisation pour chaque usine et la mise en place de mécanismes de collecte, d'emmagasinement et de transmission de l'information technologique à l'intérieur de l'entreprise. La section de transfert technologique récemment mise sur pied par Abitibi-Price pour faciliter la diffusion de l'information technologique à l'intérieur de l'organisation pourrait peut-être servir de modèle à d'autres entreprises (voir chapitre 2).

Comme l'utilisation efficace de la technologie avancée dépend des qualifications des employés, les stratégies technologiques devraient comporter des plans précis de formation s'inspirant du programme de formation récemment mis en oeuvre au coût annuel de 1,7 million de dollars par la société Boise Cascade de Kenora²¹. Il est également important que les gestionnaires d'usines et les professionnels de la commercialisation soient davantage versés en sciences et en génie. Pour répondre à cet objectif, les entreprises doivent accroître les

exigences en matière de connaissances scientifiques et techniques pour leurs postes en commercialisation, en production et en R et D, elles doivent créer des groupes de génie à l'échelle de l'entreprise comme à l'échelle de chaque usine et prévoir des congés sabbatiques et d'autres congés payés pour la participation à des colloques. Une utilisation plus adéquate de la technologie existante peut procurer des avantages substantiels en peu de temps. La société MacMillan Bloedel, par exemple, a signalé avoir réalisé des économies de 28 millions de dollars en deux ans par suite de l'introduction d'un programme d'amélioration de la qualité à ses installations de Powell River²².

À plus long terme, les entreprises devraient se fixer des objectifs technologiques et déterminer les moyens qui leur permettront d'atteindre ces objectifs. Même si aucune entreprise ne peut espérer parvenir à une complète autosuffisance technologique, les groupes de R et D interne peuvent procurer des avantages importants. Dans le contexte de l'évolution de plus en plus rapide et de la complexité croissante des changements technologiques où la flexibilité et la maximisation de la valeur sont plus que jamais à l'ordre du jour, ces avantages deviendront de plus en plus importants. Les entreprises doivent également être disposées à mettre sur pied des groupes de R et D spécialisés toutes les fois que cela s'avère utile. Par exemple, un groupe de spécialistes en systèmes informatiques pourrait dresser et mettre en oeuvre des plans d'automatisation et générer des logiciels hautement spécialisés. Il est regrettable que des entreprises canadiennes importantes aient récemment décidé d'éliminer trois groupes semblables.

Enrichissement du système de R et D

Depuis un certain temps déjà, les cadres supérieurs des entreprises forestières canadiennes disent considérer la participation à la R et D comme une source importante d'avantages concurrentiels²³. Cette opinion a été confirmée par de très nombreux rapports, articles de recherche et commentaires²⁴. Les cadres supérieurs reconnaissent le besoin d'accroître la R et D parrainée par l'industrie par rapport à la R et D gouvernementale et savent que les liens étroits qui existent entre les équipes d'exploitation et les équipes de recherches des entreprises de pâtes et papiers, des laboratoires coopératifs et des fournisseurs d'équipement en Suède, en Finlande et, dans une certaine mesure, aux États-Unis, sont un des éléments « importants » expliquant les succès remportés dans la commercialisation de la technologie dans ces pays²⁵. Pourtant, à quelques exceptions près, le Canada n'a pas réussi à créer un environnement propre à permettre aux entreprises de

réagir efficacement. Malgré ces demandes en faveur d'une augmentation de la R et D parrainée par le secteur, l'opinion selon laquelle le secteur forestier est «ouvert» en ce qui concerne les transferts technologiques, de sorte que les nouvelles technologies peuvent facilement être importées et adoptées ou adaptées, est encore largement répandue. Selon ce point de vue, la mise sur pied d'un groupe local de R et D n'est utile que dans la mesure où la nouvelle technologie doit être modifiée pour tenir compte des conditions canadiennes.

Malheureusement, on néglige ainsi de se demander pourquoi les entreprises étrangères sont si nombreuses à investir dans la R et D sur les produits forestiers. On simplifie également à outrance la situation en ignorant les coûts, les problèmes d'échéanciers et les incertitudes que peut comporter le transfert de la technologie ainsi que les avantages concurrentiels que peuvent procurer les coûts de production plus bas ainsi que la diversification et la pénétration des marchés découlant de stratégies technologiques dynamiques. Pour faire de la technologie un outil concurrentiel dans le secteur forestier canadien, il nous faudra accorder davantage d'importance à la R et D canadienne, et notamment à la R et D interne des entreprises. Les laboratoires coopératifs, même si leurs priorités sont déterminées par l'industrie, ne peuvent se substituer convenablement à la R et D interne. La R et D interne est la cheville ouvrière de l'ensemble du système de R et D en foresterie.

La R et D canadienne est précieuse à plus d'un titre pour les industries forestières de notre pays. Premièrement, un des principaux objectifs de la R et D dans toutes les industries du secteur primaire est de mettre au point une technologie appropriée aux conditions locales. Pour les industries forestières canadiennes, les variations du climat, la topographie, les sols et la végétation ont, au fil des ans, demandé des solutions distinctes et souvent originales. Les groupes canadiens de R et D peuvent innover pour répondre aux priorités locales. Les entreprises étrangères ne mettront pas au point au moment approprié une technologie adéquate pour le Canada.

Deuxièmement, même dans les cas où il peut paraître logique d'adapter la technologie étrangère, la possibilité, pour les entreprises canadiennes, de faire leur propre R et D peut leur permettre de comprendre à fond la technologie importée et les aider ainsi à négocier l'achat de cette technologie, à la mettre en application et à l'améliorer. En fait, il semble qu'il existe au sein de l'industrie une corrélation positive entre l'aptitude à innover et la capacité de faire la R et D, et même l'aptitude à importer la technologie dépend de la R et D canadienne²⁶.

Troisièmement, les laboratoires canadiens de R et D peuvent accélérer le processus de diffusion. En leur absence, les innovations

seront retardées par les problèmes de mise en application.

Quatrièmement, la R et D canadienne est essentielle au développement de nouvelles entreprises reliées aux forêts, de produits à valeur plus élevée et d'une large gamme de produits du point de vue du rendement, des fonctions et des aspects esthétiques. Sauf dans des circonstances particulières, la R et D étrangère n'aura pas pour objectif de maximiser, au Canada, la valeur commerciale des produits forestiers canadiens. Par conséquent, la R et D canadienne est essentielle pour permettre au Canada de diversifier ses produits et d'en accroître la valeur.

Cinquièmement, la R et D canadienne est un facteur clé de l'exportation de la technologie des produits forestiers du Canada. Même après une décennie de laisser-aller, le Canada pourrait toujours aujourd'hui devenir un grand fournisseur global de technologie forestière sous forme d'équipements, de services et d'experts-conseils, si l'on reconnaît les liens étroits qui existent entre l'exportation et la R et D²⁷. Comme les coûts sont élevés au Canada, nos exportations de produits finis doivent de plus en plus se distinguer technologiquement des produits concurrents.

Sixièmement, la R et D canadienne est essentielle si nous voulons que l'industrie forestière profite facilement et pleinement des répercussions des progrès réalisés dans les domaines de haute technologie tels que la micro-électronique, la robotique, la technologie des lasers et la biotechnologie.

Finalement, un engagement concret à la R et D canadienne est le meilleur moyen de maximiser l'emploi dans le secteur forestier. Les changements apportés au chapitre de la productivité entraîneront peut-être des pertes d'emplois dans les secteurs de la production et de l'entretien, en particulier dans les scieries. Par contre, l'amélioration du potentiel technologique pourrait protéger les emplois actuels et créer des emplois en R et D dans les entreprises forestières, des emplois de R et D et de production dans le secteur de l'approvisionnement en équipement et des emplois dans toute nouvelle entreprise secondaire ou entreprise connexe. Par ailleurs, l'adoption des principes de gestion forestière (et la recherche que cela entraîne) pourrait également permettre d'accroître le nombre d'emplois²⁸.

Il semble de plus en plus évident que les taux de rendement, tant pour le secteur privé que pour l'ensemble de la société, de la R et D portant sur les produits forestiers sont substantiels, même lorsqu'on tient compte du coût des échecs subis et que l'on exclut les niveaux de risques²⁹. Une étude sérieuse traitant de cette question portait à conclure que les revenus tirés de la R et D dans les industries établies depuis longtemps (à faible niveau technologique) ont été sous-estimés³⁰.

Rôle de la R et D interne des entreprises forestières

Afin d'enrichir le système canadien de R et D sur les produits forestiers, nous recommandons que les cadres supérieurs des entreprises forestières mettent sur pied des groupes de R et D interne ou augmentent sensiblement les groupes déjà en place.

La R et D interne procure aux entreprises des avantages substantiels et joue au moins deux rôles importants que d'autres formes de R et D ne peuvent jouer aussi parfaitement. Premièrement, la R et D interne permet aux entreprises de trouver des solutions à des problèmes qui leur sont particuliers et ce, au moment approprié. Deuxièmement, la R et D interne peut aider les entreprises à diversifier leurs produits. L'importance de cet aspect de la R et D pour l'accroissement des capacités de commercialisation, la résolution des problèmes des consommateurs (pour gagner leur confiance) et la création d'entreprises satellites dans le secteur forestier canadien est sous-estimée. En plus de jouer ces deux rôles importants, les groupes de R et D interne constituent une source d'innovations et de connaissances, assurent le transfert de la technologie de l'extérieur et de l'intérieur, accomplissent les tâches de dépannage et attirent des employés de haut calibre. Ils favorisent également les liaisons technologiques avec le reste du système de R et D et influent sur la nature, la portée et l'efficacité de la R et D effectuée par les universités, les gouvernements et les laboratoires coopératifs. Finalement, les groupes de R et D peuvent identifier les technologies qui permettent d'accroître la compétitivité de l'entreprise et les mettre en application³¹.

Les entreprises forestières canadiennes de taille moyenne et grande peuvent être classées en trois catégories principales selon leur R et D. Chacune d'elles a la possibilité d'établir un groupe de R et D interne ou d'en accroître l'importance. Premièrement, il y a les entreprises qui investissent déjà des sommes considérables dans la R et D et qui gagneraient peut-être à mettre sur pied de petits groupes spécialisés de R et D afin de promouvoir la diversification dans des domaines comme, par exemple, la chimie, l'énergie ou les nouveaux produits du papier ou, peut-être, d'accroître leurs connaissances dans une technologie émergente comme la biotechnologie. Deuxièmement, plusieurs entreprises possèdent des groupes de R et D viables mais de faible importance (moins de 15 professionnels) et qui peuvent être surtout occupés à des tâches de services. Ces groupes pourraient, au cours des quelques prochaines années, être poussés à l'avant-garde de la technologie des produits forestiers. Troisièmement, il existe encore des entreprises forestières canadiennes dépourvues d'un groupe de R et D interne même si leur taille justifierait un tel investissement. De

telles entreprises devraient mettre sur pied des groupes de R et D auxquels on pourrait confier des projets à court terme relativement peu risqués ainsi que des projets à long terme à risques plus élevés. Les entreprises qui ont mis sur pied de nouveaux groupes de R et D ont généralement placé ces derniers près d'une installation appropriée pour la mise en oeuvre d'un projet particulier (par exemple, utilisation du tremble chez Canfor).

Les petites entreprises devraient créer ou élargir leur groupe de R et D interne par le biais de stratégies technologiques dynamiques fondées sur les produits à valeur ajoutée élevée comme les produits du bois retransformés, les produits de bois traité, les papiers spéciaux et d'autres produits divers.

Il n'est pas très utile de suggérer à une filiale d'une entreprise étrangère de faire de la R et D interne, à moins qu'il ne s'agisse d'un projet étranger aux activités de R et D de la société mère. Toutefois, il serait peut-être approprié d'encourager la société canadienne Abitibi-Price à rapatrier son groupe de R et D sur la transformation du bois, aujourd'hui installé aux États-Unis, en particulier du fait que ce laboratoire cherche à mettre au point des produits à valeur ajoutée (et que la société Abitibi-Price possède déjà un important laboratoire de R et D à Mississauga).

Dans l'éventualité d'une augmentation de la R et D, les sujets à étudier dépendraient des projets d'investissement et de commercialisation particuliers des entreprises individuelles. En général, la R et D interne portant sur les procédés de mise en pâte est assez bien représentée au sein des entreprises forestières canadiennes. Par contre, la société MacMillan Bloedel est la seule à consacrer des efforts importants à la R et D en foresterie, et les travaux de R et D portant sur l'élaboration des produits du bois et du papier ont été négligés par les entreprises forestières canadiennes. Il n'existe, par exemple, que trois groupes de R et D interne effectuant des travaux d'envergure sur les produits du bois. Nous devons de toute urgence accroître la R et D interne portant sur la foresterie et l'élaboration des produits.

Pour stimuler la R et D dans l'ensemble de l'économie, le gouvernement fédéral offre d'importantes mesures d'encouragement fiscal. Comme la R et D a pour caractéristiques d'être indivisible (coûts fixes élevés), essentiellement non « appropriable » (les entreprises qui investissent dans la R et D peuvent rarement en retenir pour elles seules tous les avantages), et marquée par une certaine dose d'incertitude (risque d'échecs), cette contribution du gouvernement est justifiée et devrait être maintenue. En outre, le gouvernement fédéral devrait envisager sérieusement une proposition de la MacMillan Bloedel qui permettrait essentiellement de traiter les dépenses consacrées à la R et D comme s'il s'agissait de crédits d'impôt qui pourraient être

déduits quand l'entreprise réalise un revenu net³². Aucune autre nouvelle mesure fiscale n'est nécessaire. Les entreprises forestières ne comptent pas parmi celles qui dépendent beaucoup des subventions existantes à la R et D. Dans ce secteur, la technologie est normalement transférée comme partie intégrante d'un important investissement. Les mesures gouvernementales aptes à promouvoir l'esprit d'innovation dans la prise de décisions portant sur les investissements pourraient constituer un important outil de promotion de la R et D interne en augmentant le rendement des sommes investies dans la R et D.

Rôle des laboratoires coopératifs

Beaucoup d'entreprises forestières, qu'elles possèdent ou non un groupe de R et D interne, contribuent au financement des laboratoires coopératifs. Ces laboratoires, notamment FERIC, Forintek et Paprican, constituent pour les entreprises du secteur forestier canadien une source précieuse de ressources technologiques. Ils offrent en particulier un vaste réservoir de spécialistes hautement qualifiés (et, surtout dans le cas de Paprican, de scientifiques hautement qualifiés) qui constituent une source complémentaire de savoir-faire technologique dans les domaines de l'exploitation forestière (FERIC), de la transformation du bois (Forintek) et des pâtes et papiers (Paprican). Ces laboratoires comptent pour une part importante de l'infrastructure technologique du secteur forestier canadien.

Nous recommandons que l'industrie et le gouvernement continuent d'appuyer les activités de FERIC, Forintek et Paprican.

Ces trois associations ont un défi commun : faire en sorte de maximiser leur capacité d'accroître les changements technologiques pour le plus grand bien de l'industrie forestière canadienne et de l'économie du Canada en général.

Il est clair que FERIC, Forintek et Paprican s'efforcent de répondre de façon créative aux besoins de leurs membres des secteurs public et privé. Toutefois, la composition de ces organisations, en particulier celle de FERIC et de Forintek, est diversifiée. Les membres de l'industrie, par exemple, se distinguent par la taille et par l'envergure de leurs opérations, par leurs attitudes face à l'innovation et par l'importance qu'ils accordent à la R et D interne. En pratique, un des importants dilemmes des organisations de recherche coopérative et, en particulier, de FERIC et de Forintek, est de déterminer comment parvenir à l'excellence technologique et mettre l'accent sur l'innovation malgré les

tendances clairement conservatrices que manifestent leurs industries membres face à la technologie³³. Les membres de FERIC, de Forintek et de Paprican appartenant au secteur privé et au gouvernement doivent s'efforcer de mieux comprendre les possibilités et les limites de la R et D coopérative au sein de l'ensemble du système de R et D (voir chapitre 4).

La R et D coopérative a pour but de fournir une technologie qui est hors d'atteinte des entreprises individuelles ou qui est susceptible de présenter des avantages pour la plupart ou pour l'ensemble des entreprises du secteur. FERIC, Forintek et Paprican ont pour fonctions importantes d'effectuer la R et D appliquée à long terme qui peut ensuite servir aux programmes internes, de fournir un bassin d'employés hautement qualifiés, de repérer les procédés technologiques largement applicables dans l'ensemble de l'industrie et de les mettre en oeuvre, de faciliter l'absorption de la technologie existante et d'élaborer des codes et des normes qui permettent d'accroître la compétitivité du secteur entier. La R et D coopérative peut donc ainsi servir à l'ensemble des entreprises d'un secteur industriel, d'une manière ou d'une autre, que ces entreprises possèdent ou non un programme de R et D interne. La R et D coopérative ne peut cependant se substituer aux programmes internes. En général, la R et D interne est fortement axée sur le développement et vise à répondre à des problèmes particuliers de l'entreprise et à procurer à cette dernière des avantages concurrentiels précis, alors que la R et D coopérative s'intéresse surtout aux problèmes qui se posent à l'échelle de l'industrie et vise à procurer des avantages concurrentiels à l'ensemble du secteur. Cette distinction n'est toutefois pas facile à faire en pratique. Les attitudes des entreprises individuelles à l'égard de la R et D coopérative et ce qu'elles attendent de cette dernière dépendent de leur choix d'investir ou non dans la R et D interne.

Dans le contexte du système de R et D en foresterie, l'efficacité des laboratoires coopératifs, en particulier de FERIC et de Forintek, est réduite dans la mesure où ceux-ci doivent répondre aux besoins des entreprises qui ne possèdent pas de programmes internes. Certaines de ces entreprises perçoivent à tort la R et D coopérative comme un substitut pour la R et D interne. Dans le secteur des pâtes et papiers, le nombre de programmes internes a été suffisant pour encourager Paprican à maintenir son accent traditionnel sur la R et D fondamentale et appliquée à long terme. Il est essentiel, pour le bien-être à long terme du secteur, que Paprican maintienne cette orientation et résiste à la tentation de se substituer aux programmes de R et D interne.

L'orientation de la R et D de FERIC et de Forintek est plus problématique. Pour réaliser leur plein potentiel, ces organisations doivent accroître leur R et D fondamentale et appliquée afin de déterminer les besoins technologiques à long terme des secteurs de l'exploitation

forestière et de la transformation du bois au Canada ainsi que les possibilités qu'ils présentent. Un tel accroissement dépend des décisions prises par leurs comités respectifs du programme de recherche.

Nous recommandons par conséquent, afin d'assurer un engagement plus ferme à l'égard de la R et D à long terme, que les intérêts de la R et D interne soient mieux représentés au sein des comités du programme de recherche de FERIC et de Forintek.

Le gouvernement fédéral, source principale de financement de FERIC et de Forintek, pourrait encourager une telle représentation. En outre, si FERIC et Forintek doivent accroître leurs efforts de R et D à long terme, il leur faudra engager davantage de chercheurs détenant un doctorat, le recrutement devant s'étaler sur un certain nombre d'années. Peut-être FERIC et Forintek devraient-ils accroître leur participation au parrainage de la formation supérieure dans les universités afin d'avoir accès plus tard (comme d'autres groupes de R et D) à un bassin de chercheurs plus qualifiés. Le gouvernement devra peut-être aussi participer financièrement à cet effort.

Afin de pouvoir répondre aux besoins diversifiés de leurs membres, Paprican, FERIC et Forintek devraient songer à offrir une gamme de programmes de R et D différents parmi lesquels leurs membres pourraient choisir. On pourrait peut-être ainsi accroître le rendement des contributions des membres des coopératives et faciliter les discussions concernant les priorités de recherche.

Les activités de R et D de FERIC, Forintek et Paprican doivent être axées sur la planification de la production, de la commercialisation et des investissements des entreprises du secteur forestier canadien.

Nous recommandons par conséquent que les organisations de R et D coopérative évaluent comment elles pourraient appuyer l'effort d'orientation des entreprises du secteur forestier vers une plus grande flexibilité et une meilleure maximisation de la valeur des produits.

Dans ce contexte, le désir de Paprican et de Forintek de s'engager dans la recherche biotechnologique à long terme, y compris la mise sur pied récente, par Paprican, d'un Centre de recherche en biotechnologie, sont des signes encourageants. Ce type de recherche, difficile à justifier pour des entreprises individuelles, est essentiel pour préparer l'industrie à tirer profit des innovations radicales que pourraient nous apporter les décennies à venir³⁴. Par ailleurs, l'amélioration des liens entre les laboratoires coopératifs et les universités est importante parce qu'elle contribue à augmenter le bassin des ressources technologiques

qui permettront au Canada de mieux cerner les besoins à long terme du secteur.

D'autres mesures méritent également d'être encouragées dans le contexte des efforts qu'il faut faire pour parvenir à une plus grande flexibilité et à une meilleure maximisation de la valeur des produits. Par exemple, Forintek pourrait aider davantage le vaste groupe des petites entreprises de conversion du bois qui fabriquent des articles tels que les armoires de cuisine et les châssis de fenêtres ainsi que les petites entreprises de traitement du bois. Ces deux groupes vendent surtout au Canada et font peu de R et D mais ils privilégient les produits à valeur ajoutée pour lesquels les liens qui existent entre la R et D et la commercialisation sont importants. En outre, les recherches portant sur les produits chimiques dérivés du bois, domaine qui, selon certains observateurs, devrait connaître un grand essor, pourraient être utiles pour les entreprises qui envisagent de s'engager dans cette voie.

Paprican et Forintek pourraient également jouer un rôle plus actif dans la formation et le transfert des diplômés en maîtrise et au doctorat dans le secteur. Il revient aux entreprises de générer la demande. Dans la mesure où les entreprises forestières canadiennes accordent davantage d'importance à la flexibilité et à la maximisation de la valeur, la demande de diplômés en sciences et en génie pour la production, la commercialisation et la R et D devrait augmenter.

Dans leurs efforts pour répondre aux besoins technologiques des entreprises forestières canadiennes, FERIC, Forintek et Paprican ont nécessairement dû travailler avec le secteur de l'approvisionnement en équipement. Les laboratoires coopératifs n'ont tendance à établir des liens avec les fournisseurs d'équipement que lorsque les circonstances l'exigent. Cette absence de liens solides entre les laboratoires coopératifs et les fournisseurs d'équipement découle du conservatisme technologique de ces derniers. Par conséquent, les laboratoires de R et D coopérative, notamment FERIC et Forintek, ont souvent favorisé l'importation de la technologie la plus appropriée et ainsi aggravé la dépendance technologique des fournisseurs d'équipement. Il est parfois arrivé qu'une technologie mise au point par les laboratoires coopératifs ait été confiée, pour la fabrication, à une filiale d'une société étrangère qui continuait par la suite à l'améliorer.

Nous recommandons par conséquent que les mandats de FERIC, Forintek et Paprican soient élargis afin d'inclure la mise en valeur des domaines technologiques dans lesquels les fournisseurs d'équipement canadiens excellent et de faire de certaines des entreprises de ce secteur de véritables entreprises «de choc», lesquelles ouvriraient la voie à tout un groupe d'autres firmes.

Quatre suggestions peuvent être faites à ce propos. Premièrement, FERIC, Forintek et Paprican devraient chercher à établir des liens plus concrets de R et D avec les fournisseurs d'équipement, notamment ceux qui possèdent des groupes de R et D au Canada. Deuxièmement, les organisations de R et D coopérative devraient faire en sorte que la commercialisation de la technologie sous forme d'équipements soit faite de manière à promouvoir le potentiel technologique et le savoir-faire industriel des fournisseurs d'équipement installés au Canada. À ce propos, l'expérience vécue récemment par Paprican, lors de l'octroi à un fabricant de Toronto d'une licence pour la production du système Papritection, devrait être examinée soigneusement de manière à établir un « modèle » pour de tels accords. Cet accord d'octroi de licence incorporait une formule selon laquelle les redevances payées par le fabricant diminuaient progressivement sur une période de cinq ans (l'accord a depuis été renouvelé). Le maintien, par Paprican, d'un certain « contrôle » de la technologie a pour avantage d'inciter le fournisseur d'équipement à réaliser lui-même des améliorations ultérieures.

Troisièmement, les laboratoires coopératifs devraient envisager des moyens de permettre aux quelques rares fournisseurs d'équipement capables de participer à la R et D coopérative et d'en tirer profit de compter d'une manière ou d'une autre parmi leurs membres. L'idée n'est pas nouvelle et les Programmes de parrainage de la recherche dans les industries connexes de Paprican sont un pas dans cette direction. L'idée mérite d'être étudiée plus à fond car il est important de faire en sorte que les intérêts des entreprises forestières et des fournisseurs d'équipement deviennent plus complémentaires. Quatrièmement, les coopératives, notamment FERIC, devraient s'efforcer, lorsque possible, d'établir des spécifications uniformes pour la technologie proposée, par exemple l'équipement de sylviculture, et ensuite choisir un entrepreneur approprié ou lancer un appel d'offres à des entreprises ou groupes d'entreprises pour la réalisation du projet. Les contrats ne devraient être octroyés qu'à des entreprises ou à des consortiums qui acceptent de mettre au point et de manufacturer la technologie proposée au Canada.

En général, les laboratoires coopératifs devraient accorder une plus grande importance au développement du savoir-faire technologique des fournisseurs d'équipement canadiens. Dans le domaine de l'exploitation forestière, par exemple, les observateurs des entreprises forestières et des grands fournisseurs d'équipement jugent que FERIC a fait preuve de passivité en s'intéressant à une myriade de problèmes « locaux » et souvent à court terme, qu'il a eu tendance à trop appuyer les petites entreprises dépourvues de programmes de R et D interne et qu'il n'a pas traité de façon efficace les grandes questions technologiques qui se posent pour l'ensemble du secteur canadien de l'exploita-

tion des forêts. Il est certain que si FERIC veut faire plus que des efforts fragmentés et limités pour développer une technologie propice aux opérations d'exploitation forestière qui caractérise la situation canadienne, il devra s'efforcer davantage d'assumer un rôle de direction dans l'identification des besoins technologiques et fournir une aide plus convaincante aux principaux fournisseurs d'équipement.

R et D interne des fournisseurs d'équipement

Le Canada est demeuré dépendant des fournisseurs étrangers de biens d'équipement pendant toutes les années 1960 et 1970. En fait, il arrive toujours aujourd'hui au premier rang pour la valeur de ses importations par habitant³⁵.

Je maintiens que l'incapacité du Canada à mettre sur pied une industrie de l'équipement forestier technologiquement dynamique est un échec dont les conséquences sont tragiques³⁶.

Il est largement reconnu que la petite taille et la nature non innovatrice des fournisseurs canadiens d'équipement est un maillon faible du système canadien de R et D sur les produits forestiers³⁷. Il vaut donc la peine de se pencher sur cette faiblesse technologique du secteur canadien de l'approvisionnement en équipement, faiblesse qui découle de l'importance démesurée accordée aux produits en vrac, du conservatisme des entreprises forestières, du caractère excessivement libéral de la politique concernant les tarifs imposés à l'importation de la technologie et d'une structure industrielle caractérisée par un haut degré de mainmise étrangère et par le peu d'envergure des entreprises canadiennes. Par ailleurs, les activités des laboratoires coopératifs, notamment de Forintek et de FERIC, sont venues aggraver le problème en mettant l'accent sur la R et D d'adaptation.

L'existence d'un petit groupe de fournisseurs canadiens d'équipement forestier de grande envergure, axé sur les marchés internationaux et très innovateur bénéficierait-elle à l'économie canadienne? Nous croyons que oui. Ses avantages se refléteraient dans le nombre d'emplois, dans le volume des exportations de visibles et d'invisibles, et dans l'apport des entreprises forestières à l'innovation. À ce dernier égard, par exemple, les entreprises forestières bénéficieraient certainement de la présence de fournisseurs d'équipement hautement innovateurs et connaissant intimement leurs priorités et leurs problèmes technologiques.

Nous recommandons par conséquent que les dirigeants d'entreprises des fournisseurs canadiens d'équipement forestier examinent

les façons d'accroître sensiblement leur R et D interne. En outre, nous recommandons que le secteur privé et les gouvernements s'efforcent, de concert, à favoriser le développement d'entreprises «de choc» dans le secteur de l'approvisionnement en équipement, entreprises qui ouvriraient la voie à tout un groupe d'autres firmes.

Cette tâche sera loin d'être aisée. Pourtant, le secteur forestier se doit de devenir innovateur pour survivre dans les nouvelles conditions du marché et il devrait donc s'intéresser davantage à une collaboration étroite avec les fournisseurs. En outre, il existe au Canada une demande interne massive pour la technologie des produits forestiers; et les conditions sont donc tout à fait propices à l'essor d'un vaste secteur de l'approvisionnement en équipement technologiquement dynamique.

Dans le domaine de l'approvisionnement en équipement, seules les entreprises qui veulent prendre de l'expansion peuvent logiquement s'engager à faire de la R et D et à innover. Les fournisseurs d'équipement qui ne peuvent pas ou qui ne veulent pas grandir n'auront pas beaucoup tendance à s'adonner à la R et D. Pourtant, il n'est certainement pas impossible que deux ou trois entreprises s'intéressent à trouver des débouchés sur les marchés internationaux.

Il existe certainement, parmi les fabricants canadiens d'équipement forestier, des entreprises technologiquement dynamiques et axées sur la croissance. Au cours des récentes années, nous avons observé dans d'autres secteurs de la fabrication de la machinerie, l'émergence de grandes entreprises innovatrices caractérisées par leur esprit entrepreneurial. L'une de ces entreprises, par exemple, a été formée par la fusion de plusieurs entreprises plus petites³⁸. Par ailleurs, les entreprises forestières pourraient également songer à faire l'acquisition d'un fabricant d'équipement. Elles pourraient ainsi gagner en savoir-faire technologique tout en garantissant au fabricant des marchés assurés pour des projets à risques élevés.

La promotion d'entreprises de choc ne serait pas nécessairement contraire aux intérêts des petites entreprises «entrepreneuriales». En fait, ces dernières pourraient très bien bénéficier d'une telle situation en desservant des niches spécialisées du marché et en tirant profit des contrats obtenus par les entreprises de choc pour des produits fabriqués au Canada.

Plusieurs suggestions peuvent être proposées afin d'assurer au Canada un environnement propice à la promotion du savoir-faire technologique chez les fournisseurs d'équipement. Premièrement, les dirigeants des entreprises forestières, en particulier de celles qui s'adonnent à la R et D, devraient entretenir des rapports plus étroits avec les

fournisseurs d'équipement et leur consacrer plus de temps afin de cerner adéquatement les besoins technologiques. À l'heure actuelle, l'accent mis sur les rapports de pleine concurrence et la préférence accordée, dans beaucoup de cas, à la «soumission la plus basse», n'incitent pas les fournisseurs d'équipement installés au Canada à prendre des risques plus grands, compte tenu en particulier de leur taille généralement petite. Deuxièmement, le secteur privé et les gouvernements provinciaux et fédéral devraient étudier les moyens d'empêcher les entreprises étrangères de continuer à faire l'acquisition de fournisseurs canadiens d'équipement et de démanteler ou d'absorber ensuite leurs groupes de R et D. Cette tendance va à l'encontre des intérêts du Canada. Troisièmement, les gouvernements canadiens devraient remettre sérieusement en question leurs pratiques de subventionner les projets de modernisation fondés sur la technologie importée. Tel que mentionné précédemment, FERIC, Forintek et Paprican pourraient encourager le transfert de la technologie de diverses façons qui seraient à l'avantage des fournisseurs d'équipement installés au Canada, en particulier ceux qui possèdent des programmes de R et D interne.

L'industrie forestière canadienne a besoin d'un système de R et D enrichi caractérisé par un apport interne plus grand et par des liens technologiques plus solides. Nous pensons que la R et D interne des entreprises forestières devrait en gros être égale au double de celle de l'ensemble des laboratoires coopératifs, tant du point de vue des budgets que de celui du nombre d'emplois. Les efforts consacrés à la R et D interne par les fournisseurs d'équipement devraient être multipliés par trois ou par quatre, y compris les travaux portant sur la fabrication et les aspects électroniques des machines à papier. Sans une augmentation des efforts consacrés à la R et D interne, les autres éléments du système de R et D continueront à remplir des rôles pour lesquels ils ne sont pas adaptés, et il n'y aura pas d'amélioration au chapitre des innovations.

Promotion de la R et D interne au sein de l'industrie forestière

Avant que l'industrie forestière canadienne ne s'engage à promouvoir la R et D interne, nous devons assister à des changements sensibles des attitudes manifestées à l'égard de l'innovation. Or l'impulsion nécessaire ne peut venir que des responsables gouvernementaux et, surtout, des chefs d'entreprises. L'innovation comporte des composantes propres à la R et D et d'autres qui ne le sont pas, et elle pose des problèmes non seulement sur le plan intellectuel mais également sur le

plan de la gestion. En outre, il est généralement préférable de laisser à l'industrie le soin de voir au développement des produits et des procédés et au transfert de la technologie. Les chefs d'entreprises devraient s'engager à promouvoir la flexibilité, la maximisation de la valeur, la qualité et l'innovation dans toutes les opérations de leurs entreprises et créer un système de production dans lequel la R et D jouerait un rôle plus important. Un tel engagement doit également être pris en public, à l'occasion de discours, de colloques, ou par l'entremise des médias. En guise d'expression symbolique et pratique d'un tel engagement, les chefs d'entreprises devraient mettre sur pied un comité de direction sur la technologie regroupant des chercheurs et des ingénieurs reconnus et qui serait chargé de déterminer les besoins technologiques actuels et futurs du secteur. La première tâche de ce comité pourrait être de produire une étude détaillée des besoins en innovations dans le secteur forestier d'ici à l'an 2000.

Si le secteur privé se montre vraiment intéressé à accroître la R et D interne, il deviendra alors possible au gouvernement de jouer un rôle adéquat. Les gouvernements fédéral et provinciaux doivent considérer le secteur forestier dans le cadre d'une politique d'innovation et non pas agir comme s'ils avaient affaire à un secteur en déclin, comme ils le font parfois³⁹. Du côté des provinces, le gouvernement du Québec considère le secteur forestier comme une de ses priorités de planification économique. Il s'est montré plus conscient que les autres provinces de l'importance du contrôle local et de la nécessité de la recherche, du développement et de l'innovation. Il existe déjà, au Québec, une infrastructure technologique élaborée.

Du côté du fédéral, plusieurs mesures peuvent être suggérées afin de promouvoir l'engagement du secteur privé à la R et D interne.

En particulier, nous recommandons que l'on effectue un examen des politiques et des programmes du Cabinet du ministre d'État (Forêts et Mines) et des activités du ministère de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie (MIST) qui se rapportent aux entreprises forestières et aux fournisseurs d'équipement, aux fournisseurs de produits chimiques et aux ingénieurs-conseils.

Le ministre d'État (Forêts et Mines) doit s'efforcer de sensibiliser davantage le public à la foresterie au Canada et de promouvoir les efforts pour une meilleure gestion des ressources forestières⁴⁰. À ce propos, des propositions judicieuses ont récemment été formulées pour l'amélioration de la gestion et la promotion de l'innovation dans le secteur forestier canadien⁴¹. Comme le bois est le facteur de production dominant du secteur de la fabrication des produits forestiers, la planification des activités relatives à la foresterie et celle des activités

relatives aux produits forestiers doivent être autant que possible intégrées. Dans un environnement dynamique caractérisé par l'évolution rapide des marchés, de la technologie et de la ressource elle-même, le choix de la méthode d'intégration la plus propice pose un problème et contribue à accroître le besoin de mise au point d'un système de R et D enrichi et cohérent.

Il doit y avoir coordination au niveau des intérêts du Cabinet du ministre d'État (Forêts et Mines) concernant les utilisations de la forêt et des préoccupations du MIST concernant les produits forestiers. L'examen proposé s'intéresserait tout particulièrement aux divers types d'aide disponible. Pour assurer une plus grande cohérence au chapitre des subventions actuelles destinées à l'expansion industrielle, le gouvernement devrait les intégrer dans un Fonds pour l'innovation dans le secteur forestier. Ce fonds pourrait être créé à même le budget existant du MIST et il devrait poursuivre plusieurs objectifs distincts. Il pourrait prévoir des subventions à l'investissement pour des installations nouvelles ou améliorées de R et D interne; des subventions pour de grands programmes de R et D collaborative nécessitant des travaux de recherche multidisciplinaire dans des universités ou la collaboration entre plusieurs organisations, par exemple, entre les groupes internes des fournisseurs d'équipement; des fonds pour des projets spéciaux, par exemple, pour l'achat et l'exploitation d'une «usine expérimentale» que les entreprises pourraient utiliser pour l'essai de prototypes; et le financement bon marché de projets et de nouvelles usines à caractère particulièrement innovateur. En d'autres mots, ce Fonds pour l'innovation dans le secteur forestier devrait encourager l'innovation dans le développement et l'application de la technologie d'une manière qui reconnaisse les liens étroits qui existent entre la R et D et les décisions d'investissements.

Le secteur forestier est le secteur industriel le plus important du Canada.

Nous recommandons par conséquent que le secteur forestier canadien fasse l'objet d'une stratégie d'innovation concertée et qu'un Comité pour l'innovation dans le secteur de la foresterie et des produits forestiers soit mis sur pied. Ce comité serait chargé de mener des consultations larges dans le but d'établir un consensus parmi les intervenants sur la meilleure façon de parvenir à la relance technologique du secteur forestier et d'élaborer des lignes directrices précises sur la façon dont les gouvernements pourraient le mieux contribuer à promouvoir l'innovation dans ce secteur.

Il est essentiel que les Canadiens travaillent à créer un climat propice qui permettra à ces industries de se développer et de continuer à

assurer le bien-être économique d'un très grand nombre de collectivités canadiennes. La rentabilité renouvelée du secteur est une porte ouverte sur l'avenir. Il n'en tient qu'à nous de faire preuve de la vision nécessaire, de la volonté d'agir.

Notes

1. Le défi technologique

1. Conseil des sciences du Canada, *Germes d'avenir — Les biotechnologies et le secteur primaire canadien* (Ottawa, ministère des Approvisionnement et Services, 1985), p. 49
2. D. Lloyd-Jones, «Lumbermen Blew it with Japan's Builders», *The Globe and Mail*, Toronto, 8 mars 1986, p. B16.
3. A. Hopgood (Enterprises Ltd.), *The Potential for New Technologies in Canada's Forest Sector* (Ottawa, ministère d'État aux Sciences et à la Technologie, 1986).
4. J.G. Smith et G. Lessard, *La recherche forestière au Canada*, Conseil des sciences du Canada, étude spéciale n° 14 (Ottawa, Information Canada, 1971); O.M. Solandt, *Forest Research in Canada* (Ottawa, Conseil consultatif canadien des forêts, 1979). Voir également V.N.P. Mathur, *R&D in Solid Wood Products: A Review of Non-Federal Government Programs and Activities*, rapport du Service canadien des forêts n° DDC-X-7 (Ottawa, ministère de l'Environnement, 1978).
5. Smith et Lessard, op. cit. Solandt, op. cit.
6. Selon les données inédites de l'industrie, il existe au Canada neuf entreprises forestières qui s'adonnent à la R et D: Abitibi-Price, Belkin Paperboard, Compagnie internationale de papier du Canada, Consolidated Bathurst, Domtar, Fraser Industries, MacMillan Bloedel, Ontario Paper et Reed Paper. Nous pouvons ajouter trois autres noms à cette liste: Building Products of Canada, qui fabrique de la pâte et fait certains travaux de R et D sur les produits forestiers mais qui s'intéresse principalement à la fabrication de matériaux de construction non reliés aux produits forestiers; St. Anne-Nackawic Pulp and Paper Company, qui possède un groupe de R et D travaillant près de son usine de pâte de Nackawic; Canadian Forest Products (CANFOR), qui a mis sur pied un nouveau groupe de R et D dans une usine pilote en 1982. Les sections de R et D de Belkin Paperboard et de St. Anne-Nackawic Pulp and Paper Company sont très petites et leur travail ne s'apparente que très superficiellement à la R et D classique. Mentionnons également que certaines entreprises comme Xerox du Canada ne fabriquent pas de produits forestiers mais mènent des recherches sur les propriétés du papier et du bois. Ces entreprises ont été exclues de la présente étude.
7. R. Hayter, «The Evolution and Structure of the Canadian Forest Product Sector: An Assessment of the Role of Foreign Ownership and Control», *Fennia*, 163 (1985), p. 439-450.
8. R. Hayter, «Corporate Strategies and Industrial Change in the Canadian Forest Product Industries», *Geographical Review*, 66 (1976), p. 216.
9. D. Cohen et K. Shannon, *The Next Canadian Economy* (Montréal, Eden Press, 1984).
10. W.J. Abernathy, K.N. Clark, et A.M. Kantrow, *Industrial Renaissance* (New York, Basic Books, 1983), p. 27.

11. J.M. Utterbach et W.J. Abernathy, «A Dynamic Model of Process and Product Innovation», *Omega*, 3 (1975) p. 639-656; W.J. Abernathy et J.M. Utterbach, «Patterns of Industrial Innovation», *Technology Review* juin-juillet (1978) p. 40-47. À mesure que l'industrie vieillit, on pense également que la nature des investissements passe du mode «expansion» au mode «rationalisation» — R. Rothwell et W. Zegveld, *Industrial Innovation and Public Policy: Preparing for the 1980s and 1990s* (London, Francis Pinter, 1981), p. 42.
12. R. Hayter, «Corporate Strategies and Industrial Change in the Canadian Forest Product Industries», *Geographical Review*, 66 (1976), p. 209-228; R. Hayter, «The Canadian Forest Industries», in I. Wallace (ed.), *Canada's Resource Industries: A Geographical Appraisal* (Ottawa, Carleton University Press, sous presse).
13. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *La demande et l'offre mondiales de produits forestiers, 1990 et 2000* (Rome, FAO, 1982).
14. F.L.C. Reed, «Reshaping Forest Policy», conférence présentée à l'Institut Woodward, University of British Columbia, Vancouver, le 16 février 1985.
15. R. Hohol, «Canadian Pulp and Paper Industry Aims for 50 Per Cent Expansion», *Pulp and Paper Journal*, février 1986, p. E8-9.
16. P.H. Pearse, «Obstacles to Silviculture in Canada», *Forestry Chronicle*, avril 1985, p. 91-96.
17. Reed, op. cit.
18. Abernathy et al, op. cit. M.J. Piore et C.F. Sabel, *The Second Industrial Divide* (New York, Basic Books, 1985).
19. C.R. Silversides, «Mechanized Forestry World War II to the Present», *Forestry Chronicle*, août 1984, p. 231-235.
20. M.F. Davy, *Paper Machine Evolution Since the Year 1920* (Pointe-Claire, Paprican, 1984).
21. A.J. Cohen, «Technological Change as Historical Process: The Case of the U.S. Pulp and Paper Industry, 1915-40», *Journal of Economic History*, 44 (1984), p. 775-799.
22. Voir aussi S. Hollander, *The Sources of Increased Efficiency: A Study of Dupont Rayon Plants* (Cambridge, MIT Press, 1965).
23. Silversides, op. cit.
24. R. Schwindt, *The Existence and Exercise of Corporate Power: A Case Study of Macmillan Bloedel Limited* (Ottawa, ministère des Approvisionnements et Services, 1977), p. 142-143.
25. A. Schuler, «Sawmilling in the 90s: A Look at Factors Mitigating Change», *Canadian Forest Industries*, avril 1985, p. 33-36.
26. Schwindt, op. cit., p. 139-144.
27. P. Woodbridge et D. Breck, «High Quality, High Yield Pulp Offer Market Opportunities to Canadian Producers», *Pulp and Paper Canada*, 85 (1984), p. 18; voir également R. Hohol, «Pulping Methods on the Threshold of Change», *Pulp and Paper Journal*, avril 1982, p. 14-16.
28. K.E. Smith, «Cross-direction Control is Still Top Process Automation Trend», *Pulp and Paper*, février 1985, p. 72-76.

2. Recherche et Développement

1. C.C. Furness, *Research in Industry: Its Organization and Management* (Toronto, Nostrand, 1958).
2. Ibid., p. 7.
3. Ibid., p. 8.
4. C. Freeman, *The Economics of Industrial Innovation* (London, Penguin, 1974).
5. J.P. Hull, *Science and the Canadian Pulp and Paper Industry 1903-1933*, York University, département d'histoire, mémoire de doctorat inédit, 1985.
6. Une scierie en construction à Whonnock, en Colombie-Britannique, sera la première en Amérique du Nord à utiliser une certaine technologie allemande même s'il existe déjà en Europe 50 scieries du genre. Voir «Whonnock plans small-log sawmill», *The Province*, Vancouver, 21 mai 1986, p. 23.
7. Par exemple, D.J. Daly, «Weak Links in the Weakest Link», *Canadian Public Policy*, 3 (1979), p. 307-317.
8. Schuler, op. cit., p. 5.
9. D. Whiteley, «The Cutting Edge», *Vancouver Sun*, Vancouver, 1^{er} décembre 1984, p. E7.
10. Voir J. Clarke, «Forest Labs in Limbo? 'Privatization' Corp. Formed», *British Columbia Lumberman*, mars 1979, p. 44-53.
11. R. Hohol, «Finnish Paper Industry Shifts to Higher Value-added Grades», *Pulp and Paper Journal*, novembre 1985, p. 10-12.
12. Smith et Lessard, op. cit.
13. O.L. Forgacs, «The Role of Industry Research», allocution présentée au *British Columbia's Future in Science and Research Executive Seminar*, British Columbia Ministry of Education, Science and Technology, Delta, 25 juin 1979.
14. Voir Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *The Research System, Vol. 3: Canada, United States, General Conclusions* (Paris, OCDE, 1974).
15. M. Thorn a été l'initiateur et le premier directeur technique de cette organisation qui, avec le reste de l'entreprise, a été achetée par la International Paper de New York en 1920 pour devenir la Compagnie internationale de papier du Canada.
16. Au nombre de ces entreprises, mentionnons Price Co., Howard Smith Paper, Dominion Tar and Cellulose, Building Products of Canada et Fraser, qui ont ouvert au cours des années 1930 des laboratoires de R&D à Kénogami, Cornwall, Lasalle, Lasalle et Atholville respectivement. Après la Seconde Guerre mondiale, elles incluaient également les ancêtres de la MacMillan Bloedel, à Powell River et à Nanaimo, la Ontario Paper Company, à Thorold, la Consolidated Bathurst, à Grand-Mère, et, plus récemment, la Belkin Paperboard, à Burnaby, et la St. Anne-Nackawic, à Nackawic.
17. À la fin des années 1950, Canfor avait mis sur pied un petit groupe de «planification et développement» à sa fabrique de contreplaqué de New Westminster.
18. Voir Hull, op. cit.
19. Une autre exception à cette observation est le laboratoire de matériaux de construction mis sur pied par Alaska Pine au cours des années 1940 ou au début des années 1950, à Vancouver, fermé par suite de l'achat d'Alaska Pine par la société américaine Rayonier.

20. Domtar, par exemple, a fermé son laboratoire de Lasalle, en banlieue de Montréal, pour construire de nouvelles installations plus grandes à Senneville. Son laboratoire de Cornwall a par ailleurs été conservé. De la même façon, Abitibi-Price (alors appelée Abitibi) transférait ses installations de R et D de Sault Sainte Marie à Sheridan Park (Mississauga), et la MacMillan Bloedel regroupait ses chercheurs dans une nouvelle installation à Burnaby.
21. C.A. Sankey, *PAPRICAN: The First 50 Years* (Pointe-Claire, Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers, 1976). Voir également Hull, op. cit.
22. I.A. Litvak, *Canadian Trade Associations and the Promotion and Diffusion of Innovations*, Technical Innovation Studies Programme Research Report (Ottawa, ministère de l'Expansion industrielle régionale, 1985).
23. Groupe de travail sectoriel, *The Canadian Forest Products Industry* (Ottawa, ministère de l'Industrie et du Commerce, 1978). Gouvernement du Canada, *Réponse du gouvernement fédéral aux recommandations du Comité consultatif des industries forestières* (Ottawa, ministère de l'Industrie et du Commerce, 1979).
24. Voir D. Dingeldein, «One Very Weak Link», *Canadian Research*, novembre 1978, p. 5; et R.W. Kennedy, «Research: A Shortfall, but Who is Really to Blame?» *Canadian Pulp and Paper Industry*, janvier 1979, p. 18.
25. Litvak, op. cit., p. 45-46.
26. Les travaux du Laboratoire des produits forestiers de l'Ouest portant sur les procédés de mise en pâte ont été repris par Paprican, dans sa nouvelle installation de la Colombie-Britannique.
27. Signalons en passant qu'une entreprise importante a laissé entendre que même si les entreprises scandinaves ont pris les devants dans le développement de l'équipement de transformation du bois au cours des années 1970, notamment en ce qui concerne l'incorporation de la micro-électronique, leur taux de progrès technologique a plafonné car elles ont mis l'accent sur le recouvrement des coûts en vendant des produits existants. Selon cette entreprise, l'occasion nous est aujourd'hui donnée de brûler les étapes et de reprendre l'initiative dans ce domaine.
28. J. Sorenson, «Innovative Rim Saw to Replace Bandmills», *Canadian Forest Industries*, mai 1984, p. 12-14.
29. P. MacDonald, «Computer Applications Unlimited», *British Columbia Lumberman*, avril 1984, p. 30-31.
30. Voir Smith et Lessard, op. cit., et Solandt, op. cit.
31. Smith et Lessard, op. cit., p. 65.
32. D.E. Barron, J.H. Smithy, K.L. Campbell et J.P. Martel, *Dépenses en aménagement forestier au Canada, 1977-1983*, rapport conjoint de l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers et du Centre forestier des Grands Lacs (Montréal, Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers, 1986).
33. R. Hayter, «Research and Development in the Canadian Forest Product Sector — Another Weak Link?», *Canadian Geographer* 26 (1982), p. 256-263; Solandt, op. cit.
34. Barron et al, op. cit., p. 6.
35. Voir Solandt, op. cit. Par exemple, un groupe de chercheurs du département de biologie de l'Université Simon Fraser a récemment fait l'essai pour la première fois de méthodes de répression des ravageurs qui causent, année après année, des dommages importants aux forêts de la Colombie-Britannique.

36. En fait, l'expérience acquise par la collectivité des ingénieurs-conseils canadiens concernant la technologie des produits forestiers est telle qu'il existe une demande globale pour leurs services pour le choix des technologies appropriées, le transfert de la technologie et la conception et l'installation des usines.
37. Récemment, par exemple, FERIC et Paprican, en collaboration avec Hymac, un fabricant de machines à pâtes, ont mis au point le procédé Papriifer, conçu pour utiliser les copeaux provenant des résidus de l'abatage, des arbres entiers et des matériaux autrement non commercialisables.
38. Smith et Lessard, op. cit.
39. Solandt, op. cit.
40. Ibid.

3. Le système de R et D et son fonctionnement

1. Silversides, op. cit., p. 232.
2. Ibid., p. 233.
3. D.A. Tillman, *Forest Products: Advanced Technologies and Economic Analyses* (New York, Academic Press, 1985), p. 95.
4. Par exemple, Schwindt, op. cit., a réussi à retracer les origines de 40 innovations majeures et de 34 innovations mineures introduites au Canada entre 1950 et 1976. De ces nombres, 27 et 17 respectivement provenaient des fabricants d'équipement de partout dans le monde.
5. R. Hohol, «Pulping Methods on the Threshold of Change», *Pulp and Paper Journal*, avril 1982, p. 14-16.
6. Sankey, op. cit., p. 111.
7. P.G. Mellgren et E. Heidersdorf, *The Use of High Flotation Tires for Skidding in Wet and/or Steep Terrain*, Rapport technique n° TR-57 (Pointe-Claire, FERIC, 1984).
8. Ibid., p. 44-45.
9. J.C. Salesky, «The Sawmill Improvement Programme — Instant Forestry at Work», *Forest Products Journal*, 35 (1985), p.6.
10. Forintek, «Le programme de dimension des sciages de Forintek», *Regard sur Forintek*, mars 1985, p. 3-4.
11. E.B. Kirbach, «Methods and Equipment Update for Stellite Tipping» *Canadian Forest Industries*, janvier 1986, p. B22-23.
12. P. MacDonald, «Stellite to Become Standard on Mill Cutting Equipment», *British Columbia Lumberman*, octobre 1984, p. 10-11.
13. J. Soreson, «Untensioned Saw Blade Cuts at High Speeds», *Canadian Forest Industries*, mai 1984, p. 16-18.
14. Forintek, «Recherche d'envergure sur le séchage du bois», *Regard sur Forintek*, février 1985, p. 6-7.
15. Forintek, «La collection de micro-organismes de Forintek», *Regard sur Forintek*, mars 1985, p. 5-6.
16. Par exemple, S. Globerman, «New Technology Adoption in the Canadian Paper Industry», *Industrial Organization Review*, 4 (1976), p. 5-12.
17. C'est ce qu'ont révélé Bengsten et al dans une récente étude portant sur la diffusion du panneau de particule de charpente en Amérique du Nord : D.N. Bengsten, H.M. Gregersen et J. Haygreen, «Seesawing Across the

49th Parallel: the International Diffusion of a Wood-based Technology», allocution présentée à la 1986 *Forest History Society Conference*, Vancouver, du 8 au 11 octobre 1986.

18. Tillman, op. cit.
19. Voir J. Cotter, «The Challenge is in Learning How to Apply New Technology», *Pulp and Paper Journal*, septembre 1982, p. 10-11; S.R. Dartt, «Microprocessor-based Control Systems — Where Are We Going?» *Pulp and Paper*, février 1986, p. 71-74; O.K. Fadum, «Mill-wide Automation: A Look at What's Available», *Pulp and Paper Journal*, avril 1984, p. 12-20; Smith, op. cit.
20. Voir, par exemple, Conseil des sciences du Canada, *Germes d'avenir — Les biotechnologies et le secteur primaire canadien* (Ottawa, ministère des Approvisionnements et Services, 1985) et P. Winter, «Les micro-forêts», *Dimension science*, juin 1985, p. 9-14.
21. Tillman, op. cit., Hopgood, op. cit.
22. Tillman, op. cit., p. 148-176.
23. Ibid., p. 154.
24. Voir R. Hohol, «Pulping Methods on the Threshold of Change», *Pulp and Paper*, avril 1982, p. 14-16; R.A. Leask, «TMP Trend is Still Towards Higher Capacity Refiners», *Pulp and Paper Canada*, mars 1984, p. 14-15; M. Vailancourt, «Pour mettre un arbre dans votre moteur — la dégradation du bois en alcool», *Dimension Science*, 4 (1984), p. 27-32; Woodbridge et Breck, op. cit.
25. Tillman, op. cit., p. 155-176.
26. Ibid., p. 197-215.
27. Ibid., p. 221-267.
28. Ibid., Hopgood, op. cit.

4. Potentiel et liaisons technologiques : évaluation

1. J.N.H. Britton et J.M. Gilmour, *Le maillon le plus faible — L'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada*, Conseil des sciences du Canada, étude de documentation n° 43 (Ottawa, ministre des Approvisionnements et Services, 1978), p. 148
2. R. Hayter, «Research and Development in the Canadian Forest Product Sector — Another Weak Link?» *Canadian Geographer*, 26 (1982), p. 256-263; R. Hayter, «The Evolution and Structure of the Canadian Forest Product Sector: An Assessment of the Role of Foreign Ownership and Control», *Fennia*, 163 (1985), p. 439-450.
3. Cette information a d'abord été tirée des annuaires. Voir Cattell Press, *Industrial Research Laboratories of the United States* (New York, Bowker, 1977) et A.M. Palmer, *Research Centers Directory* (Déroit, Gale Research Company, 1977). Deuxièmement, nous avons obtenu des données par téléphone auprès des organisations de R et D non comprises dans les annuaires. Voir R. Hayter, «Research and Development in the Canadian Forest Product Sector — Another Weak Link?» *Canadian Geographer*, 26 (1982), p. 256-263.
4. J. Kalish, «PPI's Top 100», *Pulp and Paper Industry*, septembre 1977, p. 89-96.
5. P. Hanel, *La technologie et les exportations canadiennes du matériel pour la filière bois-papier* (Montréal, L'Institut de recherches politiques, 1985).
6. Ibid., p. 57.

7. Voir Business Week, «R&D Scoreboard», *Business Week*, 23 juin 1985, p. 102.
8. Business Week, «R&D Scoreboard», *Business Week*, 23 juin 1985, p. 139-140.
9. Hanel, op. cit. Voir également R. Hayter, *Technological Capability in the Forest Product Sector of British Columbia: An Exploratory Inquiry*, Discussion Paper No. 13 (Burnaby, Department of Geography, Simon Fraser University, 1981), p. 14-18.
10. Hanel, op. cit., p. 66.
11. R. Hayter, *Technological Capability in the Forest Product Sector of British Columbia: An Exploratory Inquiry*, Discussion Paper No. 13 (Burnaby, Department of Geography, Simon Fraser University, 1981).
12. Hanel, op. cit.
13. J. Sorenson, «Steep Slope Slashers Debut on West Coast», *Canadian Forest Industries*, mai 1984, p. 14-17.
14. Canadian Forest Industries, «Italian Manufacturers Target Canadian Mills», *Canadian Forest Industries*, octobre 1984, p. 29.
15. R. Hayter, *Technological Capability in the Forest Product Sector of British Columbia: An Exploratory Inquiry*, Discussion Paper No. 13 (Burnaby, Department of Geography, Simon Fraser University, 1981).
16. J. Raumolin, «The Impact of Forest Sector on Economic Development in Finland and Eastern Canada» *Fennia*, 163 (1985), p. 395-431.
17. En fait, de telles tendances en ce qui concerne l'économie canadienne prise dans son ensemble ont été observées il y a longtemps par H. Marshall, F.A. Southard et K.W. Taylor, *Canadian-American Industry: A Study in International Investment* (Toronto, The Ryerson Press, 1936), p. 281-282.
18. R. Hayter, *Technological Capability in the Forest Product Sector of British Columbia: An Exploratory Inquiry*, Discussion Paper No. 13 (Burnaby, Department of Geography, Simon Fraser University, 1981), p. 61.
19. Columbia Cellulose, qui constituait la seule source interne de pâte pour transformation chimique de sa société mère, employait environ 90 personnes au milieu des années 1960 à son laboratoire de Vancouver, nouveau à l'époque, dont la R et D sur les procédés de mise en pâte était étroitement intégrée à la R et D de la société mère, à New York. Après avoir subi des pertes, toutefois, on décidait de réduire considérablement l'équipe de Vancouver et depuis 1972, certains de ses membres se sont détachés pour former leur propre petite entreprise. La Ontario Paper, dont la société mère est la Chicago Tribune, un fabricant de produits non forestiers, a un petit groupe de R et D à Thorold. Ces dernières années, ce groupe de R et D est devenu encore plus petit. Par conséquent, depuis le milieu des années 1970, parmi les filiales de sociétés américaines, la Compagnie internationale de papier du Canada est la seule à avoir exploité un important laboratoire de produits forestiers au Canada, laboratoire qui faisait autrefois partie d'une entreprise canadienne dont la CIP Incorporée a fait l'acquisition au cours des années 1920. En outre, depuis la fin des années 1960, la CIP a progressivement réduit les efforts qu'elle consacrait à la R et D, tandis que la société mère, International Paper, construisait une nouvelle installation aux États-Unis (et en 1983, IP vendait la CIP au Canadien Pacifique pour environ un milliard).
20. Gouvernement du Canada, *Investissements étrangers directs au Canada* (Ottawa, Information Canada, 1972).

21. P.H. Pearse, *Timber Rights and Forest Policy in British Columbia* (Victoria, Rapport de la Commission Royale d'enquête sur les ressources forestières, 1976); Kates, Peat and Marwick and Co., *Foreign Ownership and Forest Based Industries* (Toronto, 1973).
22. Britton et Gilmour, op. cit.; R. Hayter, «Truncation, the International Firm and Regional Policy», *Area*, 14 (1982), p. 277-282.
23. Freeman, op. cit.
24. R. Hayter, «Patterns of Entry and the Role of Foreign-controlled Investments in the Forest Product Sector of British Columbia», *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 72 (1981), p. 99-113.
25. Hanel, op. cit.
26. Ibid.
27. Cordell et Gilmour (1976) ont déjà décrit les problèmes que pose le transfert de la technologie des laboratoires gouvernementaux au secteur manufacturier. Or, les mêmes problèmes se posent également pour le secteur forestier. Voir A.J. Cordell et J.M. Gilmour, *Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire*, Conseil des sciences du Canada, étude de documentation n° 35 (Ottawa, Information Canada, 1976); Gouvernement du Canada, *Réponse du gouvernement fédéral aux recommandations du comité consultatif des industries forestières* (Ottawa, ministère de l'Industrie et du Commerce, 1979); et Groupe de travail sectoriel, *Revue de l'industrie forestière du Canada* (Ottawa, ministère de l'Industrie et du Commerce, 1978).
28. R. Hohol, «A Frank Conversation with MB's Research Chief», *Pulp and Paper Journal*, mars 1983, p. 40.
29. Ibid., p. 134-141.
30. W.M. Cohen et D.C. Mowery, «Firm Heterogeneity and R&D: An Agenda for Research», in B. Bozeman, M. Crow et A. Link (eds.), *Strategic Management for R&D* (Lexton, D.C. Heath, 1984), p. 197-232; E. Mansfield, «R&D and Innovation: Some Empirical Findings», in Z. Griliches (ed.), *R&D Patents and Productivity* (Cambridge, National Bureau of Economic Research, 1984), p. 127-154.
31. Cohen et Mowery, op. cit.
32. B.R. Williams, «The Basis of Science Policy in Market Economies», in B.R. Williams, *Science and Technology in Economic Growth* (New York, Wiley, 1973), p. 416-431.
33. Cohen et Mowery, op. cit., p. 109; voir également R.R. Nelson, «Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures», *Journal of Economic Literature*, 19 (1981), p. 1029-1064. Cohen et Mowery (p. 118) soutiennent que la R et D interne accroît les «aptitudes technologiques et organisationnelles uniques» d'une entreprise. Gort et Klepper (1982) pensent que les connaissances qu'elle génère ne sont transférables qu'au prix d'une certaine dépense en argent et en temps ou qu'elles ne sont pas transférables et qu'elles contribuent dans ce cas au «capital organisationnel» relatif à la R et D de l'entreprise. Selon eux, le niveau et le type de dépenses consacrées à la R et D par une entreprise sont représentatifs de ses aptitudes distinctes en technologie, en commercialisation et en finances, des problèmes et des possibilités que présente l'endroit particulier où elle est située, de son expérience du marché, de sa structure interne et de ses objectifs à long terme. M. Gort et S. Klepper, «Time Paths in the Diffusion of Innovations», *Economic Journal*, 92 (1982), p. 630-653.

34. J.C. Finkbeiner et O.L. Forgacs, *Recommended Amendment to the Income Tax Act to Reinforce Industrial Research and Development in Canada in Troubled Times* (Vancouver, MacMillan Bloedel, 1982).
35. Smith et Lessard, op. cit.; Solandt, op. cit.
36. L. Nasbeth, «The Diffusion of Innovations in Swedish Industry», in Williams, op. cit., p. 256-280.

5. Modernisation et choix de la machinerie et de l'équipement

1. Dans le secteur forestier, l'achat d'équipement qui ne constitue pas une technologie nouvelle pour l'entreprise ou pour l'industrie découle souvent de décisions de «remplacement» de routine et représente rarement des dépenses importantes. Voir P. Marchak, *Green Gold: The Forest Industry in British Columbia* (Vancouver, University of British-Columbia, 1982).
2. P. Woodbridge, «New Growth Opportunities Depend on Two Key Factors», *Pulp and Paper Journal*, mai 1984, p. 23-27.
3. Ibid., p. 23.
4. H. Enchin, «Forest Products», *The Globe and Mail*, Report on Business 1000, juin 1984, p. 34.
5. Ibid.
6. F.J. Anderson et N.C. Bonsor, *The Ontario Pulp and Paper Industry: A Regional Profitability Analysis* (Toronto, Ontario Economic Council, 1985).
7. Ibid.
8. Ce mouvement a commencé en 1972, avec le remplacement de deux machines à papier dans une usine du Québec dont les machines étaient petites et relativement peu coûteuses à remplacer. La nouvelle machine choisie était fabriquée au Canada par une entreprise appartenant à l'époque à des intérêts canadiens.
9. R. Hayter, «Labour Supply and Resource-based Manufacturing in Isolated Communities: The Experience of Pulp and Paper Mills in North Central British Columbia», *Geoforum*, 10 (1979), p. 163-177.
10. C.H. Kepner et B.B. Tregoe, *The Rational Manager* (New York, McGraw-Hill, 1965).
11. Silversides, op. cit., p. 234.
12. Ibid.
13. W.E.G. Salter, *Productivity and Technical Change* (Cambridge, Cambridge University Press, 1966).
14. La décision de soutenir l'industrie de l'approvisionnement en équipement plutôt qu'une industrie capitaliste comme celle des pâtes et papiers aurait peut-être été plus efficace du point de vue de l'emploi tout en ayant un effet positif sur le potentiel technologique du secteur.

6. Promotion de la R et D interne au sein de l'industrie forestière canadienne

1. R. Reich, «Beyond Free Trade», *Foreign Affairs*, 60 (1983), p. 852-881.
2. R. Kuttner, *The Economic Illusion: False Choices Between Prosperity and Social Justice* (Boston, Houghton Mifflin, 1984).
3. K. Noble, «Forest Industry Urged to Bail Itself Out», *The Globe and Mail*, Toronto, 14 mars 1986, p. B7.

4. Le secteur forestier canadien a toujours fonctionné, dans une assez large mesure, dans un contexte de marchés concurrentiels relativement libres. Cela tend à infirmer l'argument selon lequel le libre-échange contribuerait à promouvoir l'innovation.
5. Reich, op. cit.
6. R. Hayter, «Corporate Strategies and Industrial Change in the Canadian Forest Product Industries», *Geographical Review*, 66 (1976), p. 209-228.
7. F. Longo, *Industrial R&D and Productivity in Canada* (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1984).
8. C. Black, «Concentration of Ownership by Canada's Bigger Capitalists is the Only Firebreak Against Wholesale Foreign Purchases», *Report on Business Magazine*, Toronto, février 1986, p. 97-100.
9. David Vice, cité par R. Anderson, «Firms Must React Quickly to Change», *The Globe and Mail*, 13 mai 1986, p. B21.
10. J.N.H. Britton, «Industrial Policy in Canada and Australia: Technological Change and Small Firms», in R. Hayter et P.D. Wilde (eds.), *Industrial Transformation and Challenge in Australia and Canada* (Ottawa, Carleton University Press, sous presse).
11. G. Krumme, «Views in Industrial Location Decision Theory», in J. Rees, G.J.D. Hewings et H.A. Stafford (eds.), *Industrial Location and Regional Systems* (London, Croom Helm, 1981), p. 115.
12. R. Hayter, «Corporate Strategies and Industrial Change in the Canadian Forest Product Industries», *Geographical Review*, 66 (1976), p.209-228; Tillman, op. cit. : 25.
13. Tillman, op. cit., p. 185.
14. Le changement technologique ne s'accompagne pas nécessairement d'une augmentation d'échelle. Par exemple, certains procédés nouveaux de mise en pâte présentent des seuils d'économies d'échelle relativement bas.
15. Krumme, op. cit.
16. O.L. Forgacs, «Forintek joue un rôle clé au sein du système de recherche et de développement», *Regard sur Forintek*, juillet/août (1986), p. 6-7; K.A. French, président, Forintek, «Progress Through Partnership», allocution prononcée devant le Conseil canadien des ministres des forêts, Fredericton, le 22 juillet 1986.
17. Marchak, op. cit.; Schuler, op. cit.
18. O.L. Forgacs, «Forintek joue un rôle clé au sein du système de recherche et de développement», *Regard sur Forintek*, juillet/août (1986), p. 6.
19. P.R. Richardson, «Winning Through Technology», *Canadian Business Review*, été 1986, p. 46.
20. Ibid., p. 49.
21. J. McAllister, «Ambitious Human Resources Program Key To Kenora Modernization Success», *Pulp and Paper Journal*, février 1986, p. 56-57.
22. B. Westergaard, «MB's Innovative Quality Program Saves \$28m in Just Two Years», *Pulp and Paper Journal*, mars 1986, p. 22-23.
23. Groupe de travail sectoriel, op. cit.; O.L. Forgacs, «Forintek joue un rôle clé au sein du système de recherche et de développement», *Regard sur Forintek*, juillet/août (1986), p. 6-7; French, op. cit.
24. Par exemple, J. Cotter, «Facing the Future with R&D», *Pulp and Paper Journal*, mai 1982, p. 46-49; Hanel, op. cit., Marchak, op. cit., G. Rooden, «R&D Can Give a Company That All Important Technical Edge», *Pulp*

- and Paper, mai 1984, p. 11-13; Conseil des sciences du Canada, *La forêt canadienne en danger* (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1983); Smith et Lessard, op. cit.; T. Whitney, «R&D Budget Cuts Damage Forest Industries Position», *Canadian Research*, novembre 1978, p. 32-34; Woodbridge, Reed and Associates Ltd., *British Columbia's Forest Products Industry: Constraints to Growth*, préparé pour le Ministry of State for Economic and Regional Development (Vancouver, 1984).
25. Groupe de travail sectoriel, op. cit., p. 9.
 26. Gouvernement du Canada, *La diffusion de la technologie au Canada — Les mythes et la réalité* (Ottawa, ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, 1986).
 27. Hanel, op. cit.
 28. Silversides, op. cit.
 29. D. Bengsten, «Aggregate Returns to Lumber and Wood Products Research: An Index Number Approach», in *Forestry Research Evaluation: Current Progress, Future Directions*, actes de l'Atelier sur l'évaluation de la recherche forestière, tenu les 20 et 21 août 1984, St. Paul, Minnesota, compilé par C.D. Risbrudt et P.J. Jakes (USDA et Forest Service), General Technical Report NC-104, 1984, p. 62-68; H. Gregersen, «The University of Minnesota Research Programme», *ibid.*, p. 31-33; R. Westgate, «Returns to Investment in Forestry Research: The Case of Containerized Forest Tree Seedlings», *ibid.*, p. 117-120; Tillman, op. cit., voir également Forintek, *Ready for Excellence: A Program Review 1982-86* (Vancouver, Forintek, 1986), p. 16.
 30. E. Mansfield, J. Rapport, J. Romeo, E. Villani, S. Wagner, et F. Husic, *The Production and Application of New Industrial Technology* (New York, Norton, 1979), p. 189.
 31. Richardson, op. cit., p. 45.
 32. Finkbeiner et Forgacs, op. cit.
 33. O. Forgacs, «Forintek joue un rôle clé au sein du système de recherche et de développement», *Regard sur Forintek*, juillet/août 1986, p. 7.
 34. L. Jurasek et M.G. Paice, *Biotechnology in the Pulp and Paper Industry*, rapport manuscrit (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1984).
 35. G. Williams, *Not For Export* (Toronto, McClelland and Stewart, 1983), p. 110.
 36. O. Forgacs, «Forintek joue un rôle clé au sein du système de recherche et de développement», *Regard sur Forintek*, juillet/août 1986, p. 6.
 37. Hanel, op. cit.; R. Hayter, *Technological Capability in the Forest Product Sector of British Columbia: An Exploratory Inquiry*, Discussion paper No. 13 (Burnaby, Department of Geography, Simon Fraser University, 1981).
 38. D. Climenhaga, «Aggressive Derland Comes a Long Way in a Short Time», *The Globe and Mail*, Toronto, 18 mars 1986, p. B1.
 39. R. Hayter, «Innovation Policy and Mature Industries: The Forest Product Sector in British Columbia», in K. Chapman et G. Humphrys (eds.), *Technical Change and Industrial Policy* (Oxford, Basil Blackwell, 1987) p. 215-232.
 40. K. Noble, «Nordic Lessons. The Swedes and Finns Have Pioneered and Planned to Stay in the Global Forest Product Business», *Report on Business Magazine*, novembre 1986, p. 50-63.
 41. Par exemple, Conseil des sciences du Canada, *La forêt canadienne en danger* (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1983); Solandt, op. cit.

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports du Conseil

- N^o 1 **Un programme spatial pour le Canada**, juillet 1967 (SS22-1967/1F, 0,75 \$), 37 p.
- N^o 2 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses — Première évaluation et recommandations**, décembre 1967 (SS22-1967/2F, 0,25 \$), 13 p.
- N^o 3 **Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada**, septembre 1968 (SS22-1968/3F, 0,75 \$), 43 p.
- N^o 4 **Vers une politique nationale des sciences au Canada**, octobre 1968 (SS22-1968/4F, 1,00 \$), 60 p.
- N^o 5 **Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral**, septembre 1969 (SS22-1969/5F, 0,75 \$), 31 p.
- N^o 6 **Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique**, septembre 1969 (SS22-1969/6F, 0,75 \$), 41 p.
- N^o 7 **Les sciences de la Terre au service du pays — Recommandations**, avril 1970 (SS22-1970/7F, 0,75 \$), 37 p.
- N^o 8 **Les arbres... et surtout la forêt**, 1970 (SS22-1970/8F, 0,75 \$), 22 p.
- N^o 9 **Le Canada... leur pays**, 1970 (SS22-1970/9F, 0,75 \$) 43 p.
- N^o 10 **Le Canada, la science et la mer**, 1970 (SS22-1970/10F, 0,75 \$), 39 p.
- N^o 11 **Le transport par ADAC : Un programme majeur pour le Canada**, décembre 1970 (SS22-1970/11F, 0,75 \$), 35 p.
- N^o 12 **Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture**, mars 1971, (SS22-1971/12F, 1,25 \$), 65 p.
- N^o 13 **Un réseau transcanadien de téléinformatique; 1^{ère} phase d'un programme majeur en informatique**, août 1971 (SS22-1971/13F, 0,75 \$), 41 p.
- N^o 14 **Les villes de l'avenir — Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain**, septembre 1971 (SS22-1971/14F, 1,75 \$), 75 p.
- N^o 15 **L'innovation en difficulté : Le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada**, octobre 1971 (SS22-1971/15F, 0,75 \$), 49 p.
- N^o 16 **«... mais tous étaient frappés» — Analyse de certaines inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne**, juin 1972 (SS22-1972/16F, 1,00 \$), 53 p.
- N^o 17 **In vivo — Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada**, août 1972 (SS22-1972/17F, 1,00 \$), 77 p.
- N^o 18 **Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale**, septembre 1972 (SS22-1972/18F, 1,00 \$), 81 p.
- N^o 19 **Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada**, janvier 1973 (SS22-1973/19F, 1,25 \$), 65 p.
- N^o 20 **Le Canada, les sciences et la politique internationale**, avril 1973 (SS22-1973/20F, 1,25 \$), 70 p.
- N^o 21 **Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique**, septembre 1973 (SS22-1973/21F, 1,50 \$), 84 p.
- N^o 22 **Les services de santé et la science**, octobre 1974 (SS22-1974/22F, 2,00 \$), 144 p.
- N^o 23 **Les options énergétiques du Canada**, mars 1975 (SS22-1975/23F, Canada : 4,95 \$; autres pays : 5,95 \$), 151 p.
- N^o 24 **La diffusion des progrès techniques des laboratoires de l'État dans le secteur secondaire**, décembre 1975 (SS22-1975/24F, Canada : 1,00 \$; autres pays : 1,20 \$), 67 p.
- N^o 25 **Démographie, technologie et richesses naturelles**, juillet 1976 (SS22-1976/25F, Canada : 3,00 \$; autres pays : 3,60 \$), 93 p.
- N^o 26 **Perspective boréale — Une stratégie et une politique scientifique pour l'essor du Nord canadien**, août 1977 (SS22-1977/26F, Canada : 2,50 \$; autres pays : 3,00 \$), 99 p.

- N^o 27 **Le Canada, société de conservation — Les aléas des ressources et la nécessité de technologies inédites**, septembre 1977 (SS22-1977/27F, Canada: 4,00 \$; autres pays: 4,80 \$), 116 p.
- N^o 28 **L'ambiance et ses contaminants — Une politique de lutte contre les agents toxiques à retardement de l'ambiance professionnelle et de l'environnement**, octobre 1977 (SS22-1977/28F, Canada: 2,00 \$; autres pays: 2,40 \$), 76 p.
- N^o 29 **Le maillon consolidé — Une politique canadienne de la technologie**, février 1979 (SS22-1979/29F, Canada: 2,25 \$; autres pays: 2,70 \$), 74 p.
- N^o 30 **Les voies de l'autosuffisance énergétique — Les démonstrations nécessaires sur le plan national**, juin 1979 (SS22-1979/30F, Canada: 4,50 \$; autres pays: 5,40 \$), 211 p.
- N^o 31 **La recherche universitaire en péril — Le problème de la décroissance des effectifs d'étudiants**, décembre 1979 (SS22-1979/31F, Canada: 2,95 \$; autres pays: 3,55 \$), 69 p.
- N^o 32 **Collaboration à l'autodéveloppement — L'apport scientifique et technologique du Canada à l'approvisionnement alimentaire du Tiers Monde**, mars 1981 (SS22-1981/32F, Canada: 3,95 \$; autres pays: 4,75 \$), 120 p.
- N^o 33 **Préparons la société informatisée — Demain, il sera trop tard**, mars 1982 (SS22-1982/33F, Canada: 4,50 \$; autres pays: 5,40 \$), 87 p.
- N^o 34 **Les transports et notre avenir énergétique — Voyages interurbains au Canada**, septembre 1982 (SS22-1982/34F, Canada: 4,95 \$; autres pays: 5,95 \$), 128 p.
- N^o 35 **Le pouvoir de réglementation et son contrôle — Sciences, valeurs humaines et décisions**, octobre 1982 (SS22-1982/35F, Canada: 4,95 \$; autres pays: 5,95 \$), 110 p.
- N^o 36 **À l'école des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir**, avril 1984 (SS22-1984/36F, Canada: 5,25 \$; autres pays: 6,30 \$), 91 p.
- N^o 37 **Le développement industriel au Canada — Quelques propositions d'action**, septembre 1984 (SS22-1984/37F, Canada: 5,25 \$; autres pays: 6,30 \$), 94 p.
- N^o 38 **Germes d'avenir — Les biotechnologies et le secteur primaire canadien**, septembre 1985 (SS22-1985/38F, Canada: 5,25 \$, autres pays: 6,30 \$), 101 p.

Déclarations du Conseil

Le support de la recherche au Canada — Un investissement qui s'impose, mai 1978

La forêt canadienne en danger, mars 1983

Les conseillers scientifiques canadiens, novembre 1984

L'aquiculture, une occasion à saisir, mars 1985

La technologie au premier rang — Conseils aux négociateurs des échanges bilatéraux, mai 1986

La dégradation du sol au Canada: un mal en progression, septembre 1986

L'irradiation des aliments: Perspectives de développement technologique pour le Canada, avril 1987

Innovation sectorielle: le cas de l'industrie forestière, août 1987

Exposés des comités du Conseil

Pour une société de conservation: Une déclaration, par le Comité de la Société de conservation, 1976, 24 p.

Un potentiel de recherche du Canada en péril, par le groupe d'étude de la recherche au Canada, 1976, 7 p.

Les perspectives incertaines de l'industrie canadienne de fabrication — 1971-1977, par le Comité de la politique industrielle, 1977, 57 p.

La télématique: information de la société canadienne, par un Comité spécial, 1978, 46 p.

A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, par le Comité de la télématique, 1979, 40 p.

Les multinationales et la stratégie industrielle — Le rôle des droits exclusifs de diffusion mondiale d'un produit, par le Groupe d'étude de la politique industrielle, 1980, 79 p.

L'industrie dans une conjoncture difficile — Une déclaration, par le Comité de la politique industrielle, 1981, 107 p.

Les femmes et l'enseignement des sciences au Canada — Une déclaration, par le Comité de l'enseignement des sciences, 1982, 6 p.

Rapports sur des questions soumises par le ministre d'État

Recherche et développement au Canada — Rapport du Comité consultatif spécial pour la R & D auprès du Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, 1979, 35 p.

La sensibilisation du public canadien aux sciences et à la technologie — Rapport à l'intention du Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, 1981, 60 p.

The Necessary Level and Balance for the Three Granting Councils, 1985, 9 p.

R&D Support Mechanisms and Technological Innovation in Canada, 1985, 25 p.

A Mechanism for Implementing the Wright Task Force Recommendation for Monitoring the Relevance and Quality of Research in Government Laboratories, 1985, 6 p.

The Optimum Size and Scope of the Canadian Space Program, 1985, 7 p.

Études de documentation

N^o 1 **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, par J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp et G.N. Patterson, février 1967 (SS21/1, 2,50 \$), 258 p.

N^o 2 **Physics in Canada: Survey and Outlook**, par un groupe d'étude de l'Association canadienne des physiciens dirigé par D.C. Rose, mai 1967 (SS21-1/2, 2,50 \$), 385 p.

N^o 3 **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, septembre 1967 (SS21-1/3F, 2,50 \$), 145 p.

N^o 4 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses — Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada, décembre 1967 (SS21-1/4F, 2,00 \$), 203 p.

N^o 5 **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland, juillet 1968 (SS21-1/5F, 2,50 \$), 190 p.

N^o 6 **Études de base relatives à la politique scientifique : Projections des effectifs et des dépenses en R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung, 1969 (SS21-1/6F, 1,25 \$), 94 p.

N^o 7 **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck et E. Vogt, 1969 (SS21-1/7F, 3,75 \$), 397 p.

N^o 8 **L'information scientifique et technique au Canada**, Première partie, par J.P.I. Tyas, 1969 (SS21-1/8F, 1,50 \$), 74 p.

II^e partie, Premier chapitre : Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, 1,75 \$), 188 p.

II^e partie, Chapitre 2 : L'industrie (SS21-1/8-2-2F, 1,75 \$), 84 p.

II^e partie, Chapitre 3 : Les universités (SS21-1/8-2-3F, 1,75 \$), 129 p.

II^e partie, Chapitre 4 : Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, 1,00 \$), 67 p.

II^e partie, Chapitre 5 : Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, 1,25 \$), 113 p.

II^e partie, Chapitre 6 : Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, 1,00 \$), 57 p.

II^e partie, Chapitre 7 : Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, 1,00 \$), 67 p.

N^o 9 **La chimie et le génie chimique au Canada : Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada, 1969 (SS21-1/9F, 2,50 \$), 106 p.

N^o 10 **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier et M. Shaw, 1970 (SS21-1/10F, 2,00 \$), 157 p.

N^o 11 **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson, 1970 (SS21-1/11F, 1,50 \$), 82 p.

- N^o 12 **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green, 1970 (SS21-1/12F, 2,50 \$), 156 p.
- N^o 13 **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs et H.D.B. Wilson, 1971 (SS21-1/13F, 4,50 \$), 392 p.
- N^o 14 **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard, mai 1971 (SS21-1/14F, 3,50 \$), 234 p.
- N^o 15 **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider, juin 1971 (SS21-1/15F, 3,50 \$), 205 p.
- N^o 16 **Le Canada se tourne vers l'océan : Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie, septembre 1971 (SS21-1/16F, 2,50 \$), 189 p.
- N^o 17 **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transport**, par C.B. Lewis, mai 1971 (SS21-1/17F, 0,75 \$), 31 p.
- N^o 18 **Du formol au Fortran : La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen, août 1971 (SS21-1/18F, 2,50 \$), 87 p.
- N^o 19 **Les conseils de recherches dans les provinces, au service du Canada**, par Andrew H. Wilson, juin 1971 (SS21-1/19F, 1,50 \$), 117 p.
- N^o 20 **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly, mars 1971 (SS21-1/20F, 1,00 \$), 65 p.
- N^o 21 **La recherche fondamentale**, par P. Kruus, décembre 1971 (SS21-1/21F, 1,50 \$), 73 p.
- N^o 22 **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell, décembre 1971 (SS21-1/22F, 1,50 \$), 95 p.
- N^o 23 **L'innovation et la structure de l'industrie canadienne**, par Pierre L. Bourgault, mai 1973 (SS21-1/23F, 4,00 \$), 135 p.
- N^o 24 **Aspects locaux, régionaux et mondiaux des problèmes de qualité de l'air**, par R.E. Munn, janvier 1973 (SS21-1/24F, 0,75 \$), 39 p.
- N^o 25 **Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques et de technologues du Canada**, par le Comité de direction de SCITEC et le Professeur Allen S. West, juin 1973 (SS21-1/25F, 2,50 \$), 135 p.
- N^o 26 **Les pouvoirs publics et l'innovation industrielle**, par Andrew H. Wilson, décembre 1973 (SS21-1/26F, 2,50 \$), 288 p.
- N^o 27 **Études sur certains aspects de la politique des richesses naturelles**, par W.D. Bennett, A.D. Chambers, A.R. Thompson, H.R. Eddy et A.J. Cordell, septembre 1973 (SS21-1/27F, 2,50 \$), 126 p.
- N^o 28 **Formation et emploi des scientifiques : Caractéristiques des carrières de certains diplômés canadiens et étrangers**, par A.D. Boyd et A.C. Gross, février 1974 (SS21-1/28F, 2,25 \$), 146 p.
- N^o 29 **Considérations sur les soins de santé au Canada**, par H. Rocke Robertson, décembre 1973 (SS21-1/29F, 2,75 \$), 180 p.
- N^o 30 **Un mécanisme de prospective technologique: Le cas de la recherche du pétrole sous-marin sur le littoral atlantique**, par M. Gibbons et R. Voyer, mars 1974 (SS21-1/30F, 2,00 \$), 116 p.
- N^o 31 **Savoir, Pouvoir et Politique générale**, par Peter Aucoin et Richard French, novembre 1974 (SS21-1/31F, 2,00 \$), 93 p.
- N^o 32 **La diffusion des nouvelles techniques dans le secteur de la construction**, par A.D. Boyd et A.H. Wilson, janvier 1975 (SS21-1/32F, 3,50 \$), 169 p.
- N^o 33 **L'économie d'énergie**, par F.H. Knelman, juillet 1975 (SS21-1/33F, Canada : 1,75 \$; autres pays : 2,10 \$), 95 p.
- N^o 34 **Développement économique du Nord canadien et mécanismes de prospective technologique : Étude de la mise en valeur des hydrocarbures dans le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort, et dans l'Archipel arctique**, par Robert F. Keith, David W. Fischer, Colin E. De'Ath, Edward J. Farkas, George R. Francis et Sally C. Lerner, mai 1976 (SS21-1/34F, Canada : 3,75 \$; autres pays : 4,50 \$), 240 p.

- N^o 35 **Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire**, par Arthur J. Cordell et James Gilmour, mars 1980 (SS21-1/35F, Canada : 6,50 \$; autres pays : 7,80 \$), 418 p.
- N^o 36 **Économie politique de l'essor du Nord**, par K.J. Rea, novembre 1976 (SS21-1/36F, Canada : 4,00 \$; autres pays : 4,80 \$), 270 p.
- N^o 37 **Les sciences mathématiques au Canada**, par Klaus P. Beltzner, A. John Coleman et Gordon D. Edwards, mars 1977 (SS21-1/37F, Canada : 6,50 \$; autres pays : 7,80 \$), 282 p.
- N^o 38 **Politique scientifique et objectifs de la société**, par R.W. Jackson, août 1977 (SS21-1/38F, Canada : 4,00 \$; autres pays : 4,80 \$), 140 p.
- N^o 39 **La législation canadienne et la réduction de l'exposition aux contaminants**, par Robert T. Franson, Alastair R. Lucas, Lorne Giroux et Patrick Kenniff, août 1978 (SS21-1/39F, Canada : 4,00 \$; autres pays : 4,80 \$), 152 p.
- N^o 40 **Réglementation de la salubrité de l'environnement et de l'ambiance professionnelle au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Suède**, par Roger Williams, mars 1980 (SS21-1/40F, Canada : 5,00 \$; autres pays : 6,00 \$), 247 p.
- N^o 41 **Le mécanisme réglementaire et la répartition des compétences en matière de réglementation des agents toxiques au Canada**, par G. Bruce Doern, mars 1980 (SS21-1/41F, Canada : 5,50 \$; autres pays : 6,00 \$), 262 p.
- N^o 42 **La mise en valeur du gisement minier de la baie Strathcona : Une étude de cas en matière de décision**, par Robert B. Gibson, décembre 1980 (SS21-1/42F, Canada : 8,00 \$; autres pays : 9,60 \$), 378 p.
- N^o 43 **Le maillon le plus faible : L'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada**, par John N.H. Britton et James M. Gilmour, avec l'aide de Mark G. Murphy, mars 1980 (SS21-1/43F, Canada : 5,00 \$; autres pays : 6,00 \$), 251 p.
- N^o 44 **La participation du gouvernement canadien à l'activité scientifique et technique internationale**, par Jocelyn Maynard Ghent, février 1981 (SS21-1/44F, Canada : 4,50 \$; autres pays : 5,40 \$), 155 p.
- N^o 45 **Coopération et développement international — Les universités canadiennes et l'alimentation mondiale**, par William E. Tossell, janvier 1981 (SS21-1/45F, Canada : 6,00 \$; autres pays : 7,20 \$), 163 p.
- N^o 46 **Le rôle accessoire de la controverse scientifique et technique dans l'élaboration des politiques de l'Administration fédérale**, par G. Bruce Doern, septembre 1981 (SS21-1/46F, Canada : 4,95 \$; autres pays : 5,95 \$), 125 p.
- N^o 47 **Les enquêtes publiques au Canada**, par Liora Salter et Debra Slaco, avec l'aide de Karin Konstantynowicz, juillet 1982 (SS21-1/47F, Canada : 7,95 \$; autres pays : 9,55 \$), 261 p.
- N^o 48 **Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant**, par Guy P.F. Steed, décembre 1982 (SS21-1/48F, Canada : 6,95 \$; autres pays : 8,35 \$), 200 p.
- N^o 49 **Les pouvoirs publics et la microélectronique — L'expérience de cinq pays européens**, Dirk de Vos, mars 1983 (SS21-1/49F, Canada : 4,50 \$; autres pays : 5,40 \$), 125 p.
- N^o 50 **Le défi de la coopération — La politique industrielle dans la Fédération canadienne**, Michael Jenkin, août 1983 (SS21-1/50F, Canada : 9,95 \$; autres pays : 10,75 \$), 239 p.
- N^o 51 **Partenaires pour la stratégie industrielle — Le rôle particulier des Organismes provinciaux de recherches**, par Donald J. Le Roy et Paul Dufour, octobre 1983 (SS21-1/51F, Canada : 5,50 \$; autres pays : 6,60 \$), 155 p.
- N^o 52 **L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes.**
Volume I — Introduction et analyse des programmes d'études, par Graham W.F. Orpwood et Jean-Pascal Souque, avril 1984 (SS21-1/52-1-1984F, Canada : 8,00 \$; autres pays : 9,60 \$), 224 p.; Volume II — Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada, par Graham W.F. Orpwood et Isme Alam, avril 1984 (SS21-1/52-2-1984F, Canada : 5,50 \$; autres pays : 6,60 \$), 125 p.; Volume III — Études de cas, sous la direction de John Olson et Thomas Russell, avril 1984 (SS21-1/52-3-1984F, Canada : 10,95 \$; autres pays : 13,15 \$), 316 p.

N^o 53 **Le grand dérangement — À l'aube de la société d'information**, par Arthur J. Cordell, mars 1985 (SS21-1/53, Canada : 7 \$; autres pays : 8,40 \$), 167 p.

Publications hors série

1976

Energy Scenarios for the Future, par Hedlin, Menzies & Associates, 423 p.
Science and the North: An Essay on Aspirations, par Peter Larkin, 8 p.

Dialogue sur le nucléaire — Compte rendu d'une table ronde sur les questions soulevées par l'énergie nucléaire au Canada, 76 p.

1977

Vue d'ensemble de la contamination par le mercure au Canada, par Clarence T. Charlebois, 23 p.

Vue d'ensemble des dangers de la contamination par le chlorure de vinyle au Canada, par J. Basuk, 24 p.

Materials Recycling: History, Status, Potential, par F.T. Gerson Limited, 98 p.

Les effectifs de la recherche universitaire — Tendances et orientations, Compte rendu de l'atelier sur la prévention du vieillissement des effectifs de recherche dans les universités, 19 p.

L'Atelier sur la prévention du vieillissement des effectifs de recherche dans les universités

Exposés à débattre, 215 p.

Documentation, 338 p.

Living with Climatic Change: Proceedings, 90 p.

Proceedings of the Seminar on Natural Gas from the Arctic by Marine Mode: A Preliminary Assessment, 254 p.

Seminar on a National Transportation System for Optimum Service: Proceedings, 73 p.

1978

Le Centre des Ressources du Nord — Première étape vers la création de l'Université boréale, par le Comité de l'essor du Nord, 15 p.

Vue d'ensemble de la contamination par l'amiante au Canada, par Clarence T. Charlebois, 24 p.

Vue d'ensemble de la contamination par les oxydes d'azote au Canada, par J. Basuk, 23 p.

Federal Funding of Science in Canada: Apparent and Effective Levels, par J. Miedzinski et K.P. Beltzner, 78 p.

Appropriate Scale for Canadian Industry: Proceedings, 211 p.

Proceedings of the Public Forum on Policies and Poisons, 40 p.

Science Policies in Smaller Industrialized Northern Countries: Proceedings, 93 p.

1979

Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences, par James E. Page, 55 p.

Vue d'ensemble de la contamination par les rayonnements ionisants au Canada, par J. Basuk, 197 p.

Canadian Food and Agriculture: Sustainability and Self-Reliance: A Discussion Paper, par le Committee on Canada's Scientific and Technological Contribution to World Food Supply, 52 p.

À partir de la base — Contribution des ONG canadiens à l'alimentation et à l'aménagement rural dans le Tiers Monde, compte rendu, 163 p.

Opportunities in Canadian Transportation:

Conference Proceedings, 1, 162 p.

Auto Sub-Conference Proceedings, 2, 136 p.

Bus/Rail Sub-Conference Proceedings, 3, 122 p.

Air Sub-Conference Proceedings, 4, 131 p.

The Politics of an Industrial Strategy: Proceedings, 115 p.

1980

Food for the Poor: The Role of CIDA in Agricultural, Fisheries and Rural Development, par Suteera Thomson, 194 p.

L'Enseignement des sciences dans une perspective sociale, par Glen S. Aikenhead, 86 p.

Entropy and the Economic Process: A Proceedings, 107 p.

Opportunities in Canadian Transportation:

Intercity Passenger Transport Conference Proceedings, 5, 270 p.

Compte rendu du Séminaire sur la recherche universitaire en péril, 91 p.

Social Issues in Human Genetics - Genetic Screening and Counselling : Proceedings, 110 p.

The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working: Proceedings, 73 p.

1981

L'enseignement des sciences vu par un ingénieur, par Donald A. George, 36 p.

The Limits of Consultation: A Debate among Ottawa, the Provinces, and the Private Sector on an Industrial Strategy, par D. Brown, J. Eastman, avec I. Robinson, 195 p.

Biotechnology in Canada — Promises and Concerns: Proceedings, 62 p.

L'articulation du complexe de la recherche

Compte rendu, 116 p.

Communications, 324 p.

The Adoption of Foreign Technology by Canadian Industry: Proceedings, 152 p.

L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique — compte rendu, 105 p.

L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur, 51 p.

1982

Qu'est-ce que la pensée scientifique? par Hugh Munby, 42 p.

La Macroscole — ou l'enseignement systémique des sciences, par M. Risi, 65 p.

Les sciences au Québec: Quelle éducation? — Compte rendu, 134 p.

Qui fait tourner la roue? — Compte rendu, 149 p.

1983

Les parlementaires et la science, par Karen Fish, 50 p.

La culture scientifique — Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école, par Douglas A. Roberts, 43 p.

Un regard neuf sur la société de conservation, par Ted Schrecker, 52 p.

La réglementation des recherches sur la recombinaison génétique — Le dossier de trois pays, par Howard Eddy, 101 p.

L'Atelier sur l'intelligence artificielle, par F. David Peat, 79 p.

1984

Un mariage d'intérêts — La mise en place de l'infrastructure de recherche industrielle en milieu universitaire, par James B. MacAulay, 177 p.

L'aquiculture: un plan de développement pour le Canada, groupe d'étude du secteur privé sur l'aquiculture, 24 p.

Épistémologie et didactique des sciences, par Robert Nadeau et Jacques Désautels, 69 p.

Énergie renouvelable — L'innovation à l'oeuvre, par Jeff Passmore et Ray Jackson, 39 p.

Le mauvais usage des données de la psychologie pour la définition des politiques — Le cas des États-Unis, par Jill G. Morawski, 81 p.

Formation continue pour les scientifiques — Suggestions pour intégrer l'apprentissage et la recherche, par Richard P. McBride, 36 p.

1985

La formation en génie au Canada — Faits et chiffres, de Dominique Mascolo, Robert M. Wright et Gordon R. Slemmon, 20 p.

Les matériaux industriels de pointe : Perspectives canadiennes, de Aant Elzinga et Sean McCutcheon, 29 p.

Des idées bien vivantes — La biologie théorique au Canada, de Paul J. Buckley, 33 p.

Les technologies émergentes des plastiques et l'industrie canadienne des plastiques, de Frances Anderson, Andrew Bobkowitz et Frederick Gerson, 22 p.

Les fonds de pension et le capital-risque — Les liens critiques entre l'épargne, l'investissement, la technologie et l'emploi, de Mary MacDonald et John Perry, 82 p.

La recherche en sciences sociales au Canada — Stagnation ou régénération, compte rendu, 297 p.

Atelier sur les technologies de l'information et la protection de la vie privée au Canada, compte rendu, 69 p.

Atelier national sur la situation de la toxicologie au Canada, compte rendu, 36 p.

1986

Les services universitaires de valorisation industrielle de la recherche, de Philip Enros et Michael Farley, 77 p.

Une consultation nationale sur les technologies émergentes, de Guy Steed et Scott Tiffin, 80 p.

Les soins de santé préventifs : les questions en jeu, de Ray Jackson, 87 p.

Fermetures d'usines et déqualification : trois études de cas, de J. Paul Grayson, 31 p.

Atelier national sur le rôle de l'épidémiologie dans l'évaluation des risques au Canada, compte rendu, 40 p.

La Conférence nationale sur la politique scientifique et technologique, compte rendu, 43 p.

1987

Les collèges et instituts canadiens et leurs échanges avec les employeurs, de Gordon A. Thom, 57 p.

Chacun y trouve son profit : la collaboration université-entreprise dans la formation continue des scientifiques et des ingénieurs, compte rendu, 44 p.

L'enseignement coopératif postsecondaire au Canada, de Robert J. Ellis, 75 p.

Le « Teaching Company Scheme » : Un modèle britannique à suivre ?, de James G. Barnes et G. Ross Peters, 42 p.

Les universités canadiennes et la formation en innovation technologique et en entrepreneuriat technique, de Thomas E. Clarke et Jean Reavley, 108 p.

Le point sur l'irradiation des aliments, de Susan Mills, 69 p.

Les centres de recherche universités-industrie : un lien entre l'université et l'industrie, compte rendu, 32 p.

L'essaiage : rapprocher l'université du marché, compte rendu, 52 p.