

Record Number:

Author, Monographic: Leith, S.//Sasseville, J. L.//Vermot-Desroches, B.

Author Role:

Title, Monographic: Les freins et stimulants à l'initiative de la valorisation technologique de la biomasse : le cas de certaines entreprises québécoises

Translated Title:

Reprint Status:

Edition:

Author, Subsidiary:

Author Role:

Place of Publication: Québec

Publisher Name: INRS-Eau

Date of Publication: 1987

Original Publication Date: Mars 1987

Volume Identification:

Extent of Work: xiii, 115

Packaging Method: pages incluant 2 annexes

Series Editor:

Series Editor Role:

Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche

Series Volume ID: 217

Location/URL:

ISBN: 2-89146-215-7

Notes: Rapport annuel 1986-1987

Abstract: Rapport rédigé pour le Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB)
15.00\$

Call Number: R000217

Keywords: rapport/ ok/ dl

LES FREINS ET STIMULANTS
À L'INITIATIVE DE LA VALORISATION TECHNOLOGIQUE
DE LA BIOMASSE:

LE CAS DE CERTAINES ENTREPRISES QUÉBÉCOISES

Étude réalisée pour le compte du
Centre québécois de valorisation de la biomasse

INRS-EAU
Rapport Scientifique No 217

INRS-EAU
C.P. 500
Ste-Foy (Québec)
G1V 4C7

Mars 1987

Sylvain Leith
Jean-Louis Sasseville
Bernard Vermot-Desroches

Éditeurs: Jean-Louis Sasseville et Michel Crowley, INRS-Eau



**RAPPORTS PUBLIÉS DANS LE CADRE
DE L'ÉTUDE
SUR LES FREINS ET STIMULANTS À L'INITIATIVE TECHNOLOGIQUE
DE VALORISATION DE LA BIOMASSE**

1. "L'environnement économique des initiatives de valorisation de la biomasse: raisonnements économiques et choix des investissements". L. Gauthier, J.L. Sasseville et B. Vermot-Desroches, "INRS-EAU, rapport scientifique No 213".
2. "Les freins et stimulants à l'initiative de la valorisation technologique de la biomasse: le cas de certaines entreprises québécoises". S. Leith, J.L. Sasseville et B. Vermot-Desroches, "INRS-EAU, rapport scientifique No 217".
3. "L'environnement institutionnel de l'initiative technologique de valorisation de la biomasse". V. Boucher et J.L. Sasseville, "INRS-EAU, rapport scientifique No 216".
4. "Freins et stimulants opérationnels à l'initiative de valorisation technologique de la biomasse: raisonnements technologiques et choix des investissements". Y. Lefebvre, J.L. Sasseville et M. Crowley, "INRS-EAU, rapport scientifique No 218".
5. "Politique d'innovation et réussite technologique: un modèle d'organisation des raisonnements dans les choix stratégiques en matière de valorisation technologique de la biomasse". J.L. Sasseville et B. Vermot-Desroches, "INRS-EAU, rapport scientifique No 219".

Étude dirigée par Jean-Louis Sasseville, Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), et Bernard Vermot-Desroches, Université du Québec à Trois-Rivières (Département d'administration et d'économique).

Éditeurs: Jean-Louis Sasseville et Michel Crowley, INRS-Eau.

**LES FREINS ET STIMULANTS
À L'INITIATIVE DE LA VALORISATION TECHNOLOGIQUE
DE LA BIOMASSE:**

LE CAS DE CERTAINES ENTREPRISES QUÉBÉCOISES



TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures	iii
Liste des tableaux	v
Résumé	vii
Principales conclusions	ix
Introduction	1
1. Les déterminants au processus d'innovation	3
1.1 Les grands déterminants à la R.D.	5
1.2 L'adoption et la diffusion des technologies	11
1.3 Déterminants spécifiques à l'entreprise	14
1.3.1 L'accessibilité au marché des capitaux	14
1.3.2 Les incitatifs fiscaux et les subventions	16
1.4 Le système de brevets	18
1.5 Conclusion	19
2. Les déterminants à l'initiative de valorisation techno- logique de la biomasse: le cas des entreprises de valorisation	21
2.1 Disponibilité de la biomasse	21
2.2 Disponibilité de la technologie	23
2.2.1 La production ou la collecte de la biomasse ..	24
2.2.2 Transformation de la biomasse	24
2.2.3 L'utilisation des produits dérivés de la biomasse	31
2.3 Faisabilité économique et adéquation des besoins	31
3. Les freins et stimulants à l'initiative de valorisation technologique	35
3.1 Conduite des entrevues	36
3.2 Synthèse des résultats	38

3.2.1	Les freins à l'initiative industrielle de valorisation technologique	38
3.2.2	Les stimulants à l'initiative industrielle de valorisation technologique	45
3.2.3	Les facteurs d'échec et de succès à l'initiative industrielle de valorisation technologique	48
3.2.4	Les freins et stimulants à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique	50
4.	Discussion	63
5.	Références	71
Annexe 1	Lettre aux participants à l'enquête et questionnaire sur les données générales propres au répondant.	
Annexe 2	Exemplaire du questionnaire d'introduction à l'entrevue et du questionnaire sur les freins, les stimulants, les facteurs d'échec et les facteurs de succès.	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Les courbes de risque rendement

Figure 2 La courbe de possibilités de projets

Figure 3 Réduction conditionnelle de la variabilité du rendement

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 Dépenses pour le développement d'innovations de produits ou de procédés selon les étapes du processus (pour 234 innovations)* (tiré de Proulx, 1985).
- Tableau 2 Résumé des principaux facteurs de diffusion du changement technologique (Source: Julien, 1985).
- Tableau 3 Catégorisation et grille de pondération pour fins d'interprétation des freins tel que perçus par l'entrepreneur d'une initiative de valorisation technologique de la biomasse.
- Tableau 4 Catégorisation et grille d'interprétation des stimulants pour fins d'interprétation, tels que perçus par l'entrepreneur d'une initiative de valorisation technologique de la biomasse.
- Tableau 5 Synthèse des résultats montrant l'effet des freins à l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse.
- Tableau 6 Synthèse des résultats montrant l'effet des principaux stimulants sur l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse.
- Tableau 7 Facteurs favorisant l'échec de l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse.
- Tableau 8 Facteurs favorisant le succès de l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse.
- Tableau 9 Les freins à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique, tels que perçus par un chercheur.

- Tableau 10 Les stimulants à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique de la biomasse, tels que perçus par un chercheur.
- Tableau 11 Les facteurs d'échec de l'initiative institutionnelle de valorisation de la biomasse, tels que vus par un chercheur.
- Tableau 12 Les facteurs de succès à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique, tels que perçus par un chercheur.
- Tableau 13 Déterminants du démarrage et de la réussite de l'initiative de valorisation technologique de la biomasse.

RÉSUMÉ

Cette étude porte sur l'analyse des conditions et facteurs (freins, stimulants, facteurs d'échecs et de succès) qui favorisent le démarrage et la réussite de l'initiative de valorisation technologique de la biomasse. Elle est basée sur une grille d'analyse microéconomique élaborée à partir d'une revue de littérature sur la question; cette grille a servi à établir un questionnaire visant à mettre en évidence les divers facteurs et les raisonnements qui conditionnent la décision d'investir dans l'initiative de valorisation. Les entrevues ont été réalisées auprès de sept entreprises évoluant dans le secteur de la biomasse (SNC, Agropur, Lallemand, Petrosun, Paquet-Dutil et Ass., Biosyn et Domtar) et deux institutions de recherche impliquées dans les secteurs biotechnologiques et agro-alimentaires (L'Institut Armand-Frappier: le CRESALA, et l'Ecole Polytechnique de Montréal: le Centre de biotechnologie).

Les déterminants à l'investissement dans l'initiative de valorisation ont été regroupés selon qu'ils interviennent dans la décision comme variables ressources (nature et disponibilité de la biomasse), variables technologiques (disponibilité et exigences technologiques) et variables économiques (disponibilité des capitaux et rentabilité économique). De façon générale, il est ressorti de l'analyse empirique que des conditions financières propices à l'investissement (partage des risques d'investissement, diminution du coût des capitaux, avantages fiscaux, diminution des coûts d'opportunité), dans un régime de concurrence offrant un marché accueillant pour de nouveaux produits, engendraient sectoriellement des conditions favorables à l'établissement d'un climat d'innovation. Il est ressorti aussi que les liens économiques, institutionnels et professionnels entre les divers acteurs (firmes, institutions, chercheurs...) impliqués dans le processus d'innovation technologique constituaient un déterminant important de l'exploitation par la R.D. des opportunités économiques qui naissent du marché ou encore, des opportunités technologiques qui naissent de

l'innovation ou de l'accessibilité à de l'équipement fonctionnel. Enfin, il est apparu que l'environnement institutionnel, par la multitude des règles et par la complexité des procédures qu'il impose à l'entreprise dans son processus d'innovation, était perçu comme augmentant de façon appréciable les difficultés d'enclencher et de réussir les initiatives de valorisation technologique.

Mots clés: Innovation / R.D. / Biomasse / Freins / Stimulants /
Facteurs de succès / Facteurs d'échecs / Investissement
/ Analyse microéconomique.

PRINCIPALES CONCLUSIONS

L'analyse des freins et des stimulants à l'initiative de valorisation technologique de la biomasse suivant la perspective de la rentabilité des investissements est articulée sur la **disponibilité de la biomasse, la disponibilité de la technologie et la faisabilité économique de l'initiative**, ces trois éléments correspondant aux critères de rentabilité à partir desquels s'ajustent les stratégies économiques de valorisation. Les freins et stimulants à l'initiative de valorisation dégagés selon ces critères correspondent aux difficultés technologiques liées à la nature de la biomasse et aux conditions imposées aux procédés technologiques, tant par l'environnement économique que par le contexte socio-culturel de l'industrie.

Pour le critère **disponibilité de la biomasse**, les principaux freins sont liés au transport, à la collecte, à la teneur élevée en eau et à la disposition des sous-produits, tandis que les principaux stimulants consistent en un coût d'opportunité nul pour la biomasse urbaine et agricole (déjection animale), à une biomasse agricole qui comporte une proportion assez élevée d'oxygène (ce qui rend cette biomasse adaptée à la fabrication de composés chimiques) et à la richesse en protéines valorisables des biomasses marines et agricoles.

Le **critère de disponibilité de la technologie** a été abordé selon trois aspects: la production de la biomasse, la transformation de la biomasse et l'utilisation finale du produit.

- . La production et/ou la collecte de la biomasse: les freins et stimulants ici ne sont pas considérables. Dans certains cas, la technologie de collecte et de production est bien connue et seuls les coûts des moyens de collecte sont pertinents. Pour la biomasse forestière, la technique de récolte et de coupe du bois peut avoir une incidence particulière.

La technologie de transformation de la biomasse: cet aspect est capital dans le domaine étudié. Au domaine de la gazéification, les freins sont reliés aux coûts des investissements impliqués et au prix du pétrole alors que les stimulants sont surtout reliés au fait que le procédé est bien connu et qu'il existe des brevets accessibles.

Pour la carbonisation pyrolyse, il faut tenir compte du coût d'investissement élevé et de la valeur ajoutée des produits alternatifs. Ce dernier point peut stimuler la R.D., car il y a plusieurs applications qui peuvent devenir intéressantes (huile pyroligneuse, gazéification du charbon, etc.). Cependant, les quantités de biomasse impliquées sont élevées et ce facteur peut diminuer l'intérêt dans l'initiative de valorisation.

Pour la fermentation, le fait que ce soit un procédé utilisé depuis longtemps, et que l'application des biotechnologies à ce domaine peut donner une nouvelle gamme de produits compétitifs, sont certes des stimulants pour la R.D. Les applications biotechnologiques semblent capables d'améliorer l'efficacité des pré-traitements, généralement coûteux, et le post-traitement dont les principaux problèmes sont reliés au milieu aqueux dans lequel se trouve le produit, à la maîtrise difficile de l'immobilisation enzymatique et, dans beaucoup de cas, à une intensité de réaction plus faible que les synthèses chimiques. Les principaux freins apparaissent comme étant les coûts élevés liés aux exigences de santé et d'aseptie, au coût du fermenteur, au contrôle du processus et au coût du substrat. Enfin, plus la valeur ajoutée est grande, plus l'investissement en R.D. est stimulé (notamment dans l'industrie pharmaceutique et agro-alimentaire).

- . L'utilisation finale des produits: cet aspect repose sur une stratégie d'implantation du produit dans le marché: les freins et stimulants viennent des hypothèses de prix, de pénétration du marché ou des exigences de l'industrie.

Pour le dernier critère, la faisabilité économique et l'adéquation des besoins, les freins et stimulants sont liés au type de biomasse, à la taille de l'installation, à la valorisation des produits et aux volumes des investissements. L'efficacité probable des stimulants et freins à l'initiative de valorisation, qui émerge de l'environnement socio-politico-économique dans lequel l'entreprise évolue, dépend beaucoup de la façon dont l'entreprise évalue l'opportunité d'investir, ses capacités techniques, ses ressources humaines, l'accessibilité du capital, les avantages fiscaux... Ainsi, par exemple, les crédits d'impôts à l'investissement sont très efficaces. Ils permettent à l'entreprise d'acheter de l'équipement coûteux nécessaire à la carbonisation pyrolyse (le distilleur) et à la fermentation. Comme, en général, la fermentation fait appel à des investissements considérables, le risque élevé pour les entreprises, surtout les PME qui sont en concurrence avec d'autres, peut être ainsi considérablement atténué, que ce soit au niveau de la recherche ou au niveau de la mise à l'échelle du procédé. Les mécanismes de soutien, comme l'accessibilité accrue au marché financier, les crédits d'impôts ou les subventions, deviennent ainsi des stimulants de premier ordre.

Cependant, pour le CQVB, il est impossible de supporter l'ensemble de la R.D. en termes de niveau d'investissement; il doit ainsi choisir les projets les plus susceptibles de créer un bien économique viable. Il se peut alors que les stimulants financiers puissent être efficaces dans l'aide à la R.D. dans le pré et post-traitement en fermentation, ou dans l'achat d'un distilleur, par exemple. Toutefois, pour décider d'une quelconque aide, il est important de se positionner par rapport à l'industrie qui demande des supports financiers: Est-ce une entreprise en concurrence?

Est-elle profitable? Les gestionnaires sont-ils dynamiques et scolarisés? etc... Mais encore, pour décider d'un investissement conduisant à une réussite économique, ce sont tous les freins et stimulants reliés à la nature de la technologie et de la matière biomasse qu'il faut situer par rapport au cadre structurel ou général dans lequel prend pied l'initiative de valorisation.

Les freins et stimulants analysés, de même que les facteurs d'échecs et de succès, sont spécifiques à chaque entreprise. Cependant, les facteurs liés aux aspects financiers sont déterminants pour l'ensemble des entreprises; ces facteurs seront plus ou moins influents selon l'étape à laquelle se situe le processus de recherche. Dans les premières étapes, au moment où le risque financier est plus grand, il semble que ces facteurs soient très importants. Pour certaines entreprises, le support financier du gouvernement permet d'en faire plus: ce facteur est un frein à l'initiative de valorisation si le financement voulu n'est pas obtenu et un stimulant très positif si des fonds du gouvernement sont consentis.

Les facteurs liés à la biomasse (la disponibilité de marché, la faisabilité technologique et la disponibilité d'information) peuvent être des déterminants importants du montant des investissements en R.D. Il n'existe cependant pas de règle générale, l'effet dépendant de l'entreprise et de son implication en R.D., de son expérience et de la technique utilisée dans la transformation.

Les difficultés originant des exigences de la production (comme le coût de production) sont perçues comme très importantes et peuvent s'avérer un facteur critique dans la décision d'investir dans le développement d'un procédé. De même, certaines entreprises considèrent que le développement de procédés exige une main d'oeuvre scientifique et technique adéquatement formée et qu'une carence à ce chapitre peut s'avérer un frein à l'investissement. D'autres entreprises comptent sur l'apport de leurs partenaires pour pallier leur déficit en capacités techniques dans l'initiative de valorisation.

Enfin, notons que pour les PME qui dépendent de la R.D., les procédures administratives reliées aux programmes d'aide ou à l'application de la réglementation peuvent s'avérer un irritant qui décourage l'investissement et ce, particulièrement pour les petites entreprises qui subissent la concurrence.

INTRODUCTION

L'initiative de valorisation technologique d'une ressource (comme la biomasse) peut être définie comme un processus socio-technique conduisant au développement d'un procédé avantageux économiquement ou d'un nouveau produit susceptible de répondre à une demande. Ce processus fait intervenir, à partir d'opportunités technologiques et de la connaissance de certains marchés, divers acteurs dont des promoteurs, des institutions financières, des firmes, des chercheurs et autres. Ces acteurs sont impliqués dans l'une ou l'autre des activités constituant le processus d'innovation: l'élaboration d'un plan stratégique de développement de la technologie ou du produit, la constitution d'un capital de départ permettant d'acquérir les ressources techniques et de se doter de l'organisation de recherche et développement, la promotion de l'activité, la mise en place de l'organisation qui entreprendra la mise au point du procédé ou du produit, les diverses étapes de la réalisation de la recherche et de la mise au point du procédé, la gestion du processus, etc...

Plusieurs facteurs contextuels interviennent sur le comportement des acteurs impliqués dans le lancement (freins et stimulants) et le succès (facteurs de succès et d'échecs) des initiatives de valorisation des biomasses. Ce rapport porte sur l'analyse micro-économique de ces facteurs en vue de mettre en évidence les moyens institutionnels d'augmenter le taux de démarrage des initiatives et de favoriser leur succès.

Dans cette perspective, l'analyse des facteurs qui interviennent dans les décisions de participer au processus d'innovation et la connaissance des préoccupations particulières des acteurs (investisseurs, entrepreneurs, chercheurs) sont essentielles. Quels sont ces déterminants de la R.D. et des investissements? Pourquoi une entreprise choisit-elle d'investir ou de ne pas investir dans une filière donnée? Y-a-t-il une formule de succès propre à être correctement définie et applicable dans le domaine étudié? Quels sont

les incitatifs qu'il serait intéressant d'appliquer pour élever le taux ou le niveau des investissements?

Le traitement de ces diverses questions a été réalisé au moyen d'une revue de la littérature sur le processus d'innovation, suivie d'une enquête auprès de deux types d'acteurs, les entrepreneurs et les chercheurs institutionnels. On a pu ainsi faire ressortir sommairement les freins et stimulants ainsi que les facteurs d'échecs et de succès dans le développement de technologies de valorisation des biomasses.

Le premier chapitre expose, à partir de la littérature afférente, les déterminants à l'initiative de valorisation technologique et traite du processus général d'innovation de façon à établir un cadre théorique et méthodologique pour l'analyse de l'initiative de valorisation. Le deuxième chapitre aborde plus spécifiquement les facteurs microéconomiques du processus d'investissement dans la R.D. ou dans une filière d'utilisation de la biomasse. Le troisième chapitre consiste en l'analyse du questionnaire auquel ont répondu les acteurs rejoints et présente la méthodologie qui a été développée. Enfin, le quatrième chapitre reprend les éléments développés dans les premières parties et énonce les principales conclusions.

1. LES DÉTERMINANTS DU PROCESSUS D'INNOVATION

On reconnaît généralement que le progrès technique est porteur de développement économique et qu'une partie importante du progrès technique est basée sur le taux d'innovation et sur la capacité technologique et industrielle de les exploiter. Proulx (1985) définit l'innovation économique comme un processus par lequel on atteint, via des moyens techniques, industriels et commerciaux, la mise en marché d'un produit nouveau ou amélioré ou l'utilisation nouvelle ou améliorée d'un processus de production, ou d'un équipement. Cette notion de l'innovation comme processus économique permet d'établir le cadre général de l'analyse de l'initiative de valorisation techno-industrielle de la biomasse. La recherche et développement (R.D.) fait partie de ce processus.

Le tableau 1 permet de cerner l'ampleur de la R.D. dans le processus d'innovation. Il représente la ventilation des coûts de R.D. en regard des cinq étapes du processus d'innovation. A l'instar de Kamin et Horesun (1982), on constate que le développement (étape 3, comportant l'ingénierie, le design, la construction de prototype, ...) et que le développement manufacturier (étape 4, comportant la programmation, les études de génie et d'architecture, l'usinage des pièces, l'acquisition d'équipements, la gestion, ...) comptent pour plus de 87% de la valeur totale de l'investissement. Ces étapes 3 et 4 sont donc considérées comme critiques au domaine de l'investissement dont le succès est lié à des facteurs aussi diversifiés que l'adoption et la transmission de technologies via des licences, à la constitution de consortiums réunissant les éléments appropriés pour la R.D., à l'attribution de contrats de recherche, à l'achat de nouvelles machineries et de nouveaux équipements, etc... Ainsi, par exemple, l'adoption de nouvelles technologies constitue un transfert important de connaissances pouvant se réaliser au moyen de l'acquisition d'équipements spécialisés ou de l'appropriation d'une licence permettant la production d'un produit à haute valeur technologique ajoutée.

TABLEAU 1 Dépenses pour le développement d'innovations de produits ou de procédés selon les étapes du processus (pour 234 innovations)*
(tiré de Proulx, 1985)

ÉTAPE DE LA R.D.	162 produits		65 procédés		Toutes les innovations
	millions	%	millions	%	
1. Recherche de base	5.2	5.2	19.6	2.7	3.0
2. Recherche appliquée	13.6	10.3	29.2	5.9	6.8
3. Développement (b)	52.4	39.8	150.4	30.1	32.1
4. Développement manufacturier (c)	53.6	40.8	274.4	58.9	55.1
5. Marketing	6.8	5.2	11.9	2.4	3.0
	131.6	100.0	499.5	100.0	100.0

* Industries couvertes: télécommunications (équipements et composantes), équipement industriel, plastiques, résines synthétiques, raffinage et fusion de métaux non-ferreux, production de pétrole.

(a) En dollars courants: pour les innovations lancées entre 1961 et 1979.

(b) Inclus: ingénierie, design, construction de prototype, construction de plant pilote, les essais, etc.

(c) Inclus: étude de génie et d'architecture, usinage des pièces, construction des systèmes, acquisition d'équipement, etc.

La propagation par l'adoption d'innovations est considérée comme un facteur de progrès important au Canada: ainsi, le Conseil économique du Canada (1983) considère qu'"un objectif important de la politique canadienne en matière de progrès technique devrait... être de veiller à l'introduction rapide et efficace au Canada des technologies innovatrices mises au point à l'étranger, ..., dans l'ensemble de l'industrie au Canada" (p.5).

De toute évidence, il existe deux moyens principaux pour favoriser le progrès technique: il s'agit de la R.D. et l'adoption et la diffusion de la technologie pour lesquelles il convient de distinguer les déterminants respectifs. Suivant cette perspective, nous abordons dans ce chapitre les freins et stimulants à la R.D. et à l'adoption et la diffusion de l'innovation.

1.1 LES GRANDS DÉTERMINANTS À LA R.D.

Le tableau 2 présente les divers facteurs favorisant la diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies répertoriés et analysés par Julien et Hébert (1985). D'après la définition donnée par les auteurs, il n'est pas évident que l'on puisse associer ces déterminants autant à l'adoption et la diffusion de l'innovation qu'à la R.D; on peut cependant faire l'hypothèse que ces facteurs s'appliquent autant à l'un qu'à l'autre puisque l'on admet que les entreprises ont recours, selon leurs capacités techniques, à l'une ou à l'autre de ces stratégies. À partir de ces facteurs, Julien et Hébert ont dérivé neuf critères de potentialité et de contraintes à l'innovation. Ils ont alors appliqué ces neuf critères à 22 industries manufacturières québécoises, petites et moyennes, qu'ils ont par la suite classées selon 4 groupes selon leur degré spécifique de potentialité et de contrainte.

Ces auteurs ont constaté que même si des industries se voient peu favorisées par les subventions gouvernementales ou sont peu forcées par la compétition d'introduire de nouvelles technologies, certaines entreprises ont déjà commencé à se moderniser et d'autres sont fortement avancées dans le processus. Ils formulent l'hypothèse

TABLEAU 2 Résumé des principaux facteurs de diffusion du changement technologique (Source: Julien, 1985)

Facteurs étudiés	Auteurs	Relation directement (directe) ou indirectement (indirecte) proportionnelle entre le facteur et la diffusion du changement technologique.
<u>Caractéristiques de l'innovation</u>		
- profitabilité	Mansfield (1961, 1969 a et b)	directe
	Tilton (1971)	directe
	Schmookler (1966)	directe
	Sutherland (1959)	directe
	Globerman (1975)	directe
	Nabseth (1973)	directe
- taille de l'investissement nécessaire	Mansfield (1961, 1969 a et b, 1971)	indirecte
	Peterson et al. (1972)	indirecte
<u>Caractéristiques de l'industrie</u>		
- concurrence	Villard (1958)	indirecte
	Tilton (1971)	directe
	Adams et Dirlam (1966)	directe
	Baumann (1973)	directe
	Maddala et Knight (1967)	directe
- taux de croissance	Gruber et Marquis (1969)	directe
	Gold et al. (1970)	directe
	Davies (1971)	directe
	Davies (1979)	directe
- disponibilité de main d'oeuvre	Gold et al. (1970)	indirecte
	Sutherland (1959)	indirecte
<u>Caractéristiques de l'entreprise</u>		
- taille	Shrives (1978)	indirecte
	Adams et Dirlam (1966)	indirecte
	Baumann (1973)	indirecte
	Hamberg (1966)	indirecte
	Wiches (1979)	indirecte
	Globerman (1975)	directe

TABLEAU 2 (suite) Résumé des principaux facteurs de diffusion du changement technologique (source: Julien, 1985)

Facteurs étudiés	Auteurs	Relation directement (directe) ou indirectement (indirecte) proportionnelle entre le facteur et la diffusion du changement technologique.
<u>Caractéristiques de l'entreprise (suite)</u>		
- taille (suite)	Davies (1979) Rosenberg (1974)	directe directe
- profitabilité	Nasbitt et Ray (1974) Mansfield (1969a)	directe directe
- disponibilité d'informations technologiques	Nasbitt (1973) Nasbitt et Ray (1974)	directe directe
<u>Caractéristiques du management de l'entreprise</u>		
- âge du président de l'entreprise	Mansfield (1969 b) Mansfield et al. (1971) Globerman (1975) Chicha et Julien (1980)	indirecte indirecte indirecte indirecte
- scolarité du président de l'entreprise	Chicha et Julien (1980) Globerman (1975) Mansfield et al. (1971) Mansfield (1969 b)	directe directe directe directe
- Attitude positive du management	Nasbitt (1973) Nasbitt et Ray (1974)	directe directe

que des facteurs à l'échelle de l'entreprise et de ses dirigeants sont importants dans l'introduction de la technologie tels, par exemple, la scolarité de l'entrepreneur, l'âge du président ou l'efficacité du management.

L'étude de Julien et Hébert, quoique générale, s'inscrit dans la lignée des études sur les variables débattues actuellement dans la littérature. Ainsi, la profitabilité perçue de l'innovation et la taille de l'investissement nécessaire, seraient pour ces auteurs des facteurs qui influencent le niveau de R.D. ou la motivation à prendre part au processus d'innovation.

L'analyse du comportement des PME en regard de l'initiative techn-industrielle indique une préférence pour ce qui concerne l'adoption et la diffusion de l'innovation: il semble en effet que les petites entreprises ont une plus grande propension à breveter que les grandes entreprises (Freeman, 1974). Par ailleurs, Bonin et Lacroix (1985) croient qu'il est raisonnable "de postuler que les petites firmes ont un avantage comparatif pour les premiers stades de l'activité inventive, de même que pour les inventions moins coûteuses, tandis que les grandes entreprises possèdent un avantage comparatif pour les derniers stades du processus d'innovation de même que pour l'extension et l'amélioration des premières percées technologiques. L'inaptitude des PME à poursuivre les dernières étapes du processus d'innovation s'explique par le fait que les dépenses en recherche sont appréciables dans les premières phases du processus d'innovation et que les fonds se tarissent rapidement, laissant les entreprises aux prises avec un problème d'investissement et financier présentant de sérieux risques.

La profitabilité de la firme est un autre facteur qui a été introduit comme une variable déterminante du niveau de R.D. Bien que certaines études montrent une relation positive entre ce facteur et la R.D. (Howe et McPetridge, 1967), d'autres études empiriques ne font pas ressortir de relations significatives (Palda et Pazderka, 1982; Proulx, 1985). L'ambiguïté de cette relation est encore plus grande lorsque l'on considère que Globerman (1975) a montré qu'elle

pouvait être négative: en effet, avec des profits élevés, les entreprises pourraient être incitées à faire beaucoup de R.D. afin de diminuer les profits rapportés pour fins fiscales, renversant ainsi la relation entre la profitabilité et le niveau de recherche.

Un troisième facteur qui semble affecter très nettement le niveau de R.D. est la propriété étrangère. Selon le Conseil économique du Canada (1983), les filiales étrangères ont tendance à faire moins de recherche puisque les installations nécessaires sont généralement centralisées dans le pays où est situé le siège social de l'entreprise. De plus, les filiales ne font souvent qu'adopter une technologie développée par la société-mère et s'intéressent peu à opérer elles-mêmes des initiatives technologiques. En effet, selon une enquête annuelle sur les intentions de dépenses en R.D. des entreprises privées canadiennes, conduites par le Conference Board of Canada (1985), les entreprises à propriété étrangère planifient moins de dépenses en R.D. que les entreprises à propriété canadienne. D'ailleurs, l'auteur de cette enquête a déjà imputé aux sociétés étrangères le niveau assez faible de la performance en R.D. du Canada par rapport aux autres pays industrialisés (Chand, 1982).

La réglementation peut avoir une influence sur la R.D. Le Conseil économique du Canada (1985) note que l'introduction en 1962 aux États-Unis d'une réglementation restreignant la production de certains produits pharmaceutiques a eu pour effet de réduire le R.D. dans les domaines de recherche correspondants. Dans d'autres cas, comme le soulignent Bollinger et al. (1985), la réglementation peut avoir un effet positif sur la R.D. en forçant les ingénieurs, par exemple, à trouver des solutions: "Government regulation demands innovation. An engineer may fail to see the issue of clean air or water as a critical dimension in his problem space until regulation establishes its priorities" (p. 27).

Dans le domaine de la biotechnologie, la réglementation s'applique surtout à la lutte contre la pollution de l'environnement; "the

extent to which these general laws will apply to genetically modified organisms used in the environment is uncertain in all of the countries except the United States" (Office of Technology Assessment, 1983). Dans l'ensemble, c'est la réglementation existant sur les produits, l'environnement et la santé qui touche effectivement la biotechnologie. Le plus important facteur de la réglementation est la loi sur les produits toxiques (aux États-Unis, au Japon et au sein de la C.E.E.). Ainsi, les lois liées à l'environnement peuvent s'avérer un frein ou un stimulant pour le processus de R.D.

Les comportements des gouvernements et des institutions publiques peuvent aussi avoir un impact sur le processus d'innovation. Par exemple, la politification des problèmes majeurs d'une économie peut engendrer des stimulants importants à la recherche d'alternatives comme le montre bien l'établissement du Programme énergétique national suite au choc pétrolier des années 73, programme destiné à trouver des solutions aux problèmes de dépendance énergétique; c'est ainsi qu'on en est venu à s'intéresser de très près à des sources d'énergie alternatives (méthanol, éthanol, etc.).

Les politiques gouvernementales et scientifiques de soutien à l'innovation ne sont pas toutes gouvernée par les nécessités issues des grands problèmes économiques. Landry (1985) signale que les politiques des gouvernements semblent obéir à une volonté de maximiser la rentabilité publique des investissements et d'orienter vers cet objectif la R.D; de fait, il appert que sa rentabilité sociale de la R.D. serait supérieure à la rentabilité privée (Proulx, 1985).

Les longs délais impliqués dans l'adoption et la diffusion de la technologie, aussi bien que dans la publication des résultats de la R.D., et le fait qu'il y ait beaucoup d'incertitudes et de risques au niveau de l'entreprise, sont autant de facteurs qui justifient et déterminent l'intervention publique via les laboratoires gouvernementaux et universitaires. Ces institutions publiques constituent une source d'information technique très importante pour le

secteur privé en réalisant des recherches qui ne sont pas à la portée des entreprises en raison de leurs coûts élevés: cependant, elles favorisent généralement une recherche dont les bénéfices peuvent être inappropriables pour l'entreprise.

Enfin, à ce domaine, selon Kotowitz (1983), il serait souhaitable que les politiques gouvernementales orientent une partie des fonds publics vers l'innovation imitative pour rencontrer les besoins locaux. L'aide publique devrait être dépensée de façon efficace en évitant, par exemple, de distribuer les fonds uniformément dans tous les secteurs technologiques, étant donné que les bénéfices découlant de la R.D. et de l'innovation sont, dans certains cas, perdus complètement au pays qui subventionne, et que, dans d'autres cas, le coût d'appropriation de licences peut s'avérer bien inférieur à son coût réel de développement.

Bien que la problématique de la répartition des subventions en matière de R.D. diffère fondamentalement des enjeux rattachés à la création d'organisations publiques de recherche et développement, les recherches qu'elles effectuent en collaboration avec des firmes peuvent toutefois être orientées selon l'argumentation de Kotowitz.

1.2 L'ADOPTION ET LA DIFFUSION DES TECHNOLOGIES

En 1983, des 283 innovations déclarées par les entreprises, 111 étaient des imitations, c'est à dire qu'elles avaient d'abord été commercialisées par d'autres entreprises qui, dans 92% des cas, étaient situées à l'étranger, principalement aux États-Unis, établissant ainsi à environ 36% le niveau de la contribution de l'appropriation (de l'adoption) de capacités techniques développées à l'extérieur du pays (Conseil économique du Canada, 1983). McFetridge et Corvari (1985) ont estimé que le nombre moyen de transferts initiaux de nouvelles technologies et de produits provenant des États-Unis vers le Canada a augmenté de façon continue depuis les années '50. Selon De Melto et al. (1985), l'augmentation du rythme d'adoption de la technologie aurait un impact au

niveau des dépenses de démarrage pour les innovations dans les procédés de la fabrication, ainsi que sur les stratégies de marketing pour les innovations de produits et de services commerciaux.

Une fois une nouvelle technologie implantée dans un marché, si elle s'avère avantageuse, elle aura tendance à être adoptée par la compétition. Plusieurs facteurs influencent son rythme de diffusion. Par exemple, **une marge d'autofinancement** accrue pour un type particulier d'entreprise entraîne des investissements accrus, favorisant ainsi une diffusion plus rapide des innovations dans ce marché. La structure de l'industrie aurait aussi une influence appréciable dans la diffusion de l'innovation. Dans les secteurs où prédominent les petites entreprises, le processus de diffusion est restreint en raison de la difficulté qu'elles éprouvent dans l'obtention de l'information et dans son usage. Lorsque, dans un secteur, les entreprises plus grandes et plus spécialisées prédominent, la diffusion est rapide parce que ces dernières ont tendance à adopter les innovations aussitôt que sont démontrés leurs avantages économiques (accès rendu possible par les économies d'échelle et les connaissances acquises par la pratique); ces facteurs interviennent peu, cependant, si les grandes entreprises ne subissent aucune pression qui les incite à innover (Nasbitt et Ray, 1984).

Les entreprises sous contrôle étranger constituent un pôle de transfert technologique important qui peut s'avérer l'un des moyens les plus efficaces pour importer au Canada de nouvelles connaissances techniques complexes et coûteuses à développer. Bien que l'utilisation d'un tel moyen puisse signifier une répartition différente de la recherche appliquée au Canada dans les secteurs stratégiques, les avantages techniques retirés pourraient dépasser largement les coûts d'option. D'ailleurs les entreprises sous contrôle canadien ont aussi une forte propension à acquérir indirectement des technologies développées ailleurs. Voici comment le Conseil Economique du Canada (1983) explique ce phénomène:

"Les données de l'enquête sur l'innovation menée par le CEC montrent que la portée et la nature des transferts de technologie diffèrent considérablement selon qu'il s'agit d'entreprises sous contrôle canadien ou sous contrôle étranger. D'après les résultats de l'enquête, la proportion de la technologie qui est acquise auprès des sources extérieures est beaucoup plus forte dans les entreprises sous contrôle étranger que dans les entreprises sous contrôle canadien. Les sociétés sous contrôle étranger font principalement des transferts intra-firmes, bien qu'elles s'adressent parfois également à des sociétés indépendantes. En revanche, les entreprises sous contrôle canadien ont presque exclusivement recours à des sociétés indépendantes pour acquérir des technologies à l'extérieur, principalement des fournisseurs, des établissements de recherche, des clients ou des firmes d'expert-conseil".

Le délai entre la création intra-murale et l'adoption d'une nouvelle technologie, explique la préférence pour son appropriation. Selon Terleckyj's (1980), aux États-Unis, le taux de rendement de la R.D. des fournisseurs serait trois fois plus élevé que le taux de rendement de la R.D. effectuée par l'entreprise elle-même. En outre, au Canada, on constate qu'il y a une indication statistiquement significative que la R.D. indirecte incorporée dans les produits de l'industrie manufacturière a un impact significatif sur la R.D. des clients (DeMelto et al., 1980). Autrement dit, la croissance de la productivité dans une entreprise sera stimulée par ses achats et par la consommation de biens intermédiaires et de capital physique, lesquels incorporent de la recherche intramurale faite par les fournisseurs. De son côté, Proulx (1985) note: "Quoiqu'il soit des plus important d'être les premiers à occuper certains créneaux particuliers dans le monde concurrentiel de nos jours, le fait que le cycle du produit se raccourcisse de plus en plus indique (...) qu'il est très important d'être un imitateur rapide" (p. 59). Enfin, Longo (1984) estime que les achats externes de

technologies et la R.D. effectuée par l'entreprise sont complémentaires. Suivant cette perspective, il apparaît que les achats de machines et d'équipements sont des déterminants importants de la productivité de l'innovation.

Les gestionnaires privés et publics du processus d'innovation devraient donc porter une attention particulière à tout ce qui peut promouvoir cette imitation, adaptation et diffusion rapides, en constituant par exemple des capitaux de démarrage lorsqu'il s'agit d'un nouveau processus, et par des investissements dans les dépenses de marketing lorsqu'il s'agit d'un nouveau produit. L'analyse de la réaction des gestionnaires a par ailleurs fait ressortir l'importance de l'attitude à l'égard du risque et le rôle moteur de la recherche active de l'information (Conseil Economique du Canada, 1983). Les résultats de l'analyse ont aussi révélé que les dirigeants des entreprises qui adoptaient rapidement les innovations étaient plus jeunes, plus progressistes, plus scolarisés et plus disposés à prendre des risques.

1.3 DÉTERMINANTS SPÉCIFIQUES À L'ENTREPRISE

Dans cette section, on analyse certains facteurs importants qui ont un impact sur le dynamisme de la firme et sur son processus d'innovation.

1.3.1 L'accessibilité au marché des capitaux

Les possibilités d'accès au marché des capitaux et la situation financière de la firme sont des facteurs déterminants du niveau de R.D. et de l'adoption d'innovation. Généralement, une partie importante de l'effort de recherche serait financée à même les profits de l'entreprise, puisque les risques associés à la recherche appliquée sont généralement plus élevés que ceux que comporteraient d'autres modes d'utilisation des fonds et peuvent ainsi empêcher le financement par l'intermédiaire d'emprunts ou d'émissions d'actions. Selon Bernstein (1984), les entreprises canadiennes ne

financent que 5% de leurs dépenses en R.D. par des obligations, alors qu'elles dépensent et financent 40% de leurs dépenses en capital physique par des obligations; en fait, les activités de recherche représentent un investissement qui entre en concurrence avec d'autres catégories de dépenses.

Par ailleurs, les PME sous contrôle canadien ont plus souvent recours au financement externe et ont fait preuve d'une plus grande versatilité en obtenant des fonds de plusieurs sources. Ces entreprises sont, en outre, celles qui ont le plus fréquemment signalé des difficultés d'ordre financier parmi les principaux obstacles rencontrés dans leurs efforts d'innovation (Conseil économique du Canada, 1983).

Au Royaume-Uni, les PME et, plus spécialement les petites firmes de haute technologie, ont beaucoup de difficultés à obtenir du financement externe. À partir d'une analyse sur un échantillon de 114 firmes en Angleterre et en Écosse, Odkey et Rothwell (1984) ont montré que la pénurie de capital d'investissement était le facteur inhibiteur le plus important dans leur tentative d'innovation. L'offre de fonds pour la R.D. serait ainsi incapable de satisfaire la demande. Cependant, aux États-Unis, les institutions de capital de risque ont connu une progression foudroyante et ont permis un financement accru de firmes nouvelles dans le secteur des biotechnologies (Office of Technology Assessment, 1983).

Au Canada, il n'existe pas de pareilles institutions. En leur absence, la difficulté d'obtenir du financement externe de la part des PME et des firmes de haute technologie se résume à deux facteurs: le risque perçu élevé de la R.D. par les PME et le risque perçu élevé par les institutions financières envers les PME. Aussi, comme nous l'avons déjà souligné, il est normal de constater que les étapes de recherche font que les ressources disponibles pour le processus d'innovation se tarissent assez rapidement. Les nouvelles entreprises payent plus cher le capital obtenu par émission d'actions car le coût est fixé par un taux d'intérêt de base

et une prime de risque, laquelle est plus élevée pour les PME. Certains mécanismes fiscaux, comme le régime d'épargne action au Québec, diminuent le coût du capital. Il serait intéressant d'analyser la nationalité des entreprises qui ont recours à ce marché (par exemple, Petrosun fait appel à ce type de financement).

Enfin, on s'est aperçu également que l'impact sur l'investissement en R.D. est plus fort lorsqu'il y a une facilité d'accès au capital ou une diminution des coûts de la R.D. (Bernstein, 1984).

1.3.2 Les incitatifs fiscaux et les subventions

Le fardeau fiscal a une incidence sur la situation de trésorerie des entreprises et, par le fait même, sur les ressources internes qu'elles peuvent affecter aux activités de recherche appliquée et au développement de produits et de procédés. L'allègement fiscal aurait ainsi un impact sur la R.D., l'adoption et la diffusion de l'innovation. De plus, certaines études constatent empiriquement que l'aide financière (les subventions), lorsque significative, fait croître plus que proportionnellement les investissements en R.D. (Howe et McFetridge, 1976; Nadiri, 1979). Il convient donc d'analyser ces deux facteurs.

a) Les incitatifs fiscaux:

Comme on l'a souligné déjà, les achats en machinerie et équipement ont un effet sur le processus d'innovation. Les mesures fiscales affectant l'investissement physique ont ainsi des impacts sur la R.D. Aussi est-il nécessaire d'évaluer le contexte fiscal autant que les mesures directes visant la R.D. pour mettre en évidence les déterminants.

Mansfield et Switzer (1985) ont réalisé une enquête auprès de 55 entreprises (parmi les plus dépendantes de la R.D.) effectuant 30% de la R.D. privée canadienne. Ils ont procédé par questionnaire et entrevues afin de déterminer les effets du crédit d'impôt à la R.D.

sur les dépenses privées de ces entreprises entre 1980-1983. Le crédit d'impôt s'applique aux dépenses courantes et aux dépenses de capital en R.D. effectuées après le 31 mars 1977. Il appert que l'impact sur la R.D. d'un tel crédit d'impôt est relativement minime pour les années examinées et que celui de l'allocation spéciale (pour l'augmentation de la dépense en R.D. au-delà de la moyenne des trois années précédentes) est aussi très faible. En effet, selon les auteurs, le crédit d'impôt à la R.D. augmenterait les dépenses en R.D. d'environ 1.5% dans les grandes entreprises et de 4% dans les petites entreprises, alors que l'allocation spéciale, aujourd'hui abandonnée, les aurait augmentées d'environ 1%.

Bernstein (1984) a étudié la question des impacts des incitations fiscales sur la R.D. (crédit d'impôt à l'investissement à la R.D. et changements dans les taux permis pour la dépréciation des équipements et de la machinerie, etc.). Il conclut que:

- les dépenses en investissement physique et les dépenses en R.D. sont complémentaires, alors que toutes deux sont des substituts pour l'utilisation de la main-d'oeuvre;
- l'augmentation de crédits d'impôt à l'investissement augmente les dépenses en investissement physique et en R.D., alors qu'ils font diminuer les dépenses pour la main-d'oeuvre et ce, pour les entreprises canadiennes, les succursales et les maisons-mères;
- l'augmentation dans le crédit d'impôt pour la R.D. affecte le prix de la R.D. et l'augmentation de 1% dans le crédit d'impôt à la R.D. fait diminuer le prix de la R.D. de 0.56% et de 0.6% respectivement pour les entreprises canadiennes et les succursales respectivement;
- l'augmentation dans les crédits d'impôts à l'investissement physique a un effet plus grand à long terme sur les dépenses en R.D. qu'une augmentation dans le taux d'exonération d'impôt à la R.D.

Ce dernier résultat suggère que les mesures affectant les dépenses d'investissement physique, et donc indirectement des dépenses en R.D., sont plus importantes pour la dépense en R.D. que les mesures visant à modifier le taux de crédit à l'impôt pour fins d'investissement en R.D. La décision d'investissement basée sur des éléments fiscaux est ainsi fort importante pour l'innovation.

b) Subvention et aide financière de l'état:

Il est beaucoup moins certain que les subventions destinées à soutenir directement les activités de recherche et de développement dans les entreprises aient pour effet d'accroître l'effort global à ce chapitre, puisque les entreprises peuvent tout simplement substituer les fonds gouvernementaux aux capitaux qu'elles avaient prévu d'y consacrer. (McFetridge et Warda, 1983).

Utilisant un modèle économétrique en forme réduite dans lequel les dépenses en R.D. d'un échantillon d'entreprises sont déterminées par des variables exogènes, Longo (1984) estime que les subventions gouvernementales ont un effet positif sur la R.D. des entreprises canadiennes, alors que le résultat n'est pas significatif sur les entreprises étrangères. Ses résultats indiquent que les entreprises canadiennes augmentent leurs dépenses privées de \$1,00 lorsqu'elles obtiennent une subvention de \$1,00.

Par contre, Longo estime que les contrats gouvernementaux ont un effet négatif, résultat similaire aux conclusions de Bernstein (1984). Par ailleurs, le Conseil économique du Canada (1983) n'a constaté aucun gain notable dans le volume de recherche appliquée confiée par le gouvernement fédéral au secteur privé.

1.4 LE SYSTÈME DE BREVETS

Le système de brevets peut à la fois promouvoir et inhiber la création et la croissance de nouvelles firmes de haute technologie ou d'autres firmes qui investissent dans un domaine qui implique la

réalisation de nouveaux produits ou procédés. D'une part, les brevets peuvent offrir la sécurité aux inventeurs indépendants et aider les entreprises à attirer du capital. D'autre part, cependant, ces brevets peuvent diminuer les retombées indirectes quand un employeur jouit d'un droit sur toute invention développée par ses employés, diminuant ainsi l'entrepreneurship de ces derniers. A ce chapitre, en Allemagne, il existe une loi spéciale sur les brevets qui encourage les retombées indirectes de l'innovation.

En ce qui concerne l'adoption et la diffusion d'innovations, le système de brevets, dans des pays comme le Japon, l'Autriche, la Suède et l'Allemagne fédérale, s'inscrit dans une mission éducative et d'information; la commercialisation des renseignements techniques contenus dans les brevets y est favorisée par un système intégré de diffusion.

Le Canada possède une loi qui favorise la diffusion des informations technologiques brevetées, mais sa structure trop vague la rend inefficace pour la diffusion des techniques. La commercialisation des renseignements sur les brevets a été laissée à l'initiative du secteur privé. Les services privés oeuvrant dans ce domaine ont une envergure limitée, puisque seule la spécialisation dans des sujets très précis, qui intéressent directement certaines grandes sociétés, permet de réaliser des projets. De plus, l'aspect confidentiel de la recherche demeure important, particulièrement dans les domaines d'application des biotechnologies. On constate ainsi que ces services ne répondent pas convenablement aux besoins des PME du secteur manufacturier (Conseil économique du Canada, 1983).

1.5 CONCLUSION

Dans cette première partie, nous avons mis en évidence la structure d'ensemble des principaux déterminants dans le processus d'innovation et établi le contexte dans lequel évoluent les entreprises désireuses de prendre part au processus d'innovation: le contexte

fiscal et financier, le système de brevets, la structure de l'industrie, la propriété de l'entreprise et certains facteurs d'ordre général (taille de l'investissement, profitabilité, variables socio-démographiques) semblent déterminer le niveau de l'activité en R.D. et le taux d'adoption et de diffusion de l'innovation. C'est dans cette réalité que l'intervention dans le processus d'innovation d'un organisme publique se structure.

2. LES DÉTERMINANTS À L'INITIATIVE DE VALORISATION TECHNOLOGIQUE DE LA BIOMASSE: LE CAS DES ENTREPRISES DE VALORISATION

Ce deuxième chapitre traite du comportement microéconomique de l'entreprise en regard de son contexte et des problèmes divers auxquels elle doit faire face dans les initiatives de valorisation de la biomasse. Plus spécifiquement, ces comportements seront mis en évidence suivant la perspective des freins et des stimulants à l'investissement, facteurs sur lesquels les entreprises ne peuvent exercer un contrôle direct.

Les freins et stimulants à la valorisation technologique peuvent être caractérisés selon la nature de la biomasse, la technologie de transformation et l'environnement socio-économique et culturel dans lequel évoluent les entreprises. De plus, ces déterminants sont fonction du genre d'entreprise qui désire exploiter une filière biomasse (chimique, agro-alimentaire, etc.). Cependant, nous ne distinguerons pas le développement effectif d'une filière d'utilisation de la biomasse suivant le secteur économique auquel appartient une industrie. Dans cette section, il est plutôt question de formuler des raisonnements permettant de comprendre le mode d'action des freins et stimulants sur le démarrage d'initiative de valorisation technologique de la biomasse. Pour ce faire, dans ce chapitre, on se place du point de vue de la rentabilité privée d'une filière de valorisation dont le développement effectif est essentiellement fonction des trois critères suivants: la **disponibilité de la biomasse**; la **disponibilité de la technologie**, et sa **faisabilité économique** compte tenu des besoins exprimés sur le marché.

2.1 DISPONIBILITÉ DE LA BIOMASSE

Ce premier critère englobe le degré d'accessibilité à la ressource (collecte, ramassage, coût d'opportunité). Les résidus organiques fréquemment rencontrés sont, par ordre d'importance, les déjections animales, les déchets de cultures agricoles, les déchets forestiers

de l'industrie du bois, les déchets des industries agro-alimentaires, les boues d'épuration des eaux. Au niveau de la disponibilité de la biomasse, on peut exprimer les freins et les stimulants à l'initiative de valorisation technologique suivant les difficultés techniques associées aux procédés de valorisation, la compétitivité des produits de la valorisation, la régularité de l'approvisionnement et la disponibilité de la main d'oeuvre.

Ainsi, par exemple, suivant le type de biomasse, on pourrait avoir les stimulants suivants:

- la biomasse agricole contient une proportion élevée d'oxygène et constitue de ce fait une matière adaptée à la fabrication de composés chimiques oxygénés (éthanol, acides, ...);
- le coût d'opportunité est quasi nul pour l'appropriation des déjections animales et des déchets organiques industriels;
- la qualité nutritive des sous-produits agricoles est généralement élevée;
- la récolte périodique de la végétation naturelle peut avoir un effet bénéfique sur les terres;
- le coût en main-d'oeuvre est peu élevé pour certaines opérations telle le ramassage de la biomasse;
- la biomasse est une ressource renouvelable.

De même, certaines difficultés techniques engendrent des coûts de production accrus qui pourraient constituer des dissuasifs importants:

- la teneur en eau est très élevée (50%); il en découle un coût de transport élevé, des difficultés de conversion (par hydrogène, fermentation, etc.) et une forte dilution des produits d'intérêt;
- la biomasse est composée de macromolécules bâties autour de chaînes carbonées; dans le cas des produits végétaux, les macromolécules sont accompagnées de produits ligno-cellulosiques difficiles à valoriser et constituent des sous-produits ou des déchets qu'il faut éliminer à moindre coût;

- les productions agricoles et végétales varient quantitativement et qualitativement de façon irrégulière d'une année à l'autre;
- le coût d'accès peut être élevé en fonction des méthodes de collecte, de la localisation des ressources;
- la biomasse marine nécessite un type de récolte dont les coûts sont élevés.

2.2 DISPONIBILITÉ DE LA TECHNOLOGIE

Les critères de choix d'une technologie sont de deux types: les bénéfices divers escomptables de son utilisation et son niveau de disponibilité. On retrouve ceci exprimé dans les travaux FAST (1982) de la façon suivante:

"The technical development of a process to plant status, as opposed to the definition of a method in a laboratory, demands the evolution of know-how, experience and equipment for the unit operations involved to standards appropriate for the scale of the operation... [T]he cost and time involved is seldom sustainable. Consequently only operations applicable to a range of processes develop to a stage where the information on their characteristics and the equipment they require is widely available. Conversely the applications must be sufficiently numerous to justify economically the efforts of process developers and equipment makers which are necessary to the establishment of a unit operation of wide application" (p. 47).

L'investissement dans le développement d'une technologie se ferait donc dans des conditions économiques et techniques déterminées (capacité, type de matériaux, coût du procédé, coût de recouvrement du produit, etc.), et serait ainsi orienté vers la mise au point d'une technologie dont l'utilité peut être évaluée en termes de diminution des coûts de production, d'augmentation de productivité et de facilité et de flexibilité d'usage.

Pour mettre en évidence les raisonnements conduisant à l'identification de freins ou de stimulants à l'initiative de valorisation suivant la perspective de la "disponibilité de la technologie", on doit ainsi aborder la production ou la collecte de la biomasse, sa transformation et son utilisation finale. À ces niveaux ou stades, le développement de la technologie est déjà conditionné par une appréciation économique sur le type d'équipement, le niveau d'automatisation et le rendement; cette appréciation détermine les facteurs économiques clés tel que les revenus, le montant de l'investissement et les coûts de la main-d'oeuvre.

2.2.1 La production ou la collecte de la biomasse

Au niveau des résidus organiques, seule la question de la collecte est pertinente. Des résidus tels que les déjections animales, la tourbe, la paille, les eaux usées industrielles ne présentent aucun problème: leur collecte est, soit automatique, soit parfaitement réalisable au moyen des techniques conventionnelles déjà en application.

Pour la biomasse forestière, les résidus de bois laissés en forêt voient leur exploitation soumise au développement de techniques appropriées, c'est-à-dire suffisamment mécanisées pour rendre l'opération économiquement intéressante. La tendance observée du développement d'une technique de récolte complète des grumes aura dès lors une incidence particulière.

Pour la biomasse marine, les techniques spécifiques de production et de récolte d'algues sont en plein développement. Les coûts de production et de récolte de cette biomasse sont importants.

2.2.2 Transformation de la biomasse

Le procédé utilisé pour transformer la biomasse dépend du produit que l'on vise. Les techniques de conversion sont physiques, chimiques et biologiques et la biotechnologie entre comme moyen pouvant améliorer les procédés biotechniques ou enzymatiques.

A ce niveau d'utilisation de la biomasse, les freins et stimulants rencontrés sont majoritairement les connaissances scientifiques d'assise, le niveau de développement de procédés et les coûts impliqués. Analysons-les pour chacun des procédés de transformation.

Les procédés thermo-chimiques

La gazéification ou technique de dégradation du substrat en vue de l'obtention d'un produit valorisable (comme les huiles épurées et de l'électricité) est un procédé bien connu. La biomasse appropriée est dite sèche (dont le taux d'humidité ne dépasse pas 50%) comme la paille et le bois. Le type d'investissement requis est relativement complexe. Les gazogènes sont capables de traiter des déchets à forte granulométrie, comme des morceaux de bois, et coûtent relativement peu; le reste de l'installation (traitement du gaz, moteurs et générateurs les utilisant) est plus cher. Dans le cas où le gaz produit est destiné à alimenter les moteurs, l'installation d'un système de distilleur du biogaz entraîne des coûts supplémentaires, tout en engendrant des économies d'énergie. De plus, il reste à disposer ou à valoriser l'effluent.

La production de méthanol par la prolongation de la gazéification et la carbonisation-pyrolise de la biomasse ligneuse donnant du charbon de bois, du gaz pauvre et du jus pyroligneux n'ont pas encore atteint un stade satisfaisant de développement. Cependant, une entreprise comme Petrosun a développé des systèmes de brûleurs et de décomposition thermique très efficaces. Néanmoins, la transformation de la biomasse en un produit valorisable au moyen de cette technique doit tenir compte des valeurs de produits alternatifs qui peuvent être obtenus (comme les huiles pyroligneuses) et le prix du pétrole.

En négligeant l'aspect énergétique, les installations industrielles peuvent procéder à une distillation des jus pyroligneux permettant de récupérer toute une série de produits chimiques (acide acétique,

méthanol, phénols, etc.) dont la valorisation économique peut être très intéressante. Cependant la distillation est coûteuse et ce type de technologie nécessite le plus souvent des quantités importantes de matière première entraînant des coûts appréciables de transport, de collecte, etc. De plus, pour la vente de tels produits à l'industrie chimique, il faut satisfaire des standards de qualité et de fiabilité nécessitant de longues périodes de mise au point.

Les procédés bio-chimiques

La fermentation est un procédé qui a été longuement utilisé dans les industries chimiques et alimentaires. Elle utilise la biomasse agricole et forestière comme matière première riche en hydrates de carbone (sucres, amidons et lignocellulose). On peut également appliquer cette technique à la biomasse marine afin de produire certaines protéines ou produits destinés à l'industrie pharmaceutique (OCDE, 1984; Busche et al., 1983).

Les sucres et les amidons constituent les produits de base pour la production d'alcools, la lignocellulose constitue la matière première de l'industrie de la cellulose et de ses dérivés et les huiles végétales sont une matière première importante pour certaines industries chimiques. Dans ce secteur, l'orientation de la R.D. est surtout axée vers le pré-traitement (étape initiale de séparation et de concentration) et le post-traitement. On est à mettre au point des modes de conversion comme l'hydrolyse enzymatique ou acide de certains matériaux. L'importance des investissements à mettre en oeuvre nécessite que l'on transforme de grandes quantités riches en sucre ou en amidon; ces coûts supplémentaires constituent un frein à la R.D. dans ce domaine.

Ce qui rend difficile la décision d'investir dans le développement de la technologie de la fermentation, c'est la problématique entourant la récupération du produit: après transformation dans un milieu aqueux, la technique de récupération du produit, encore peu

maîtrisée (immobilisation des enzymes, par exemple), entraîne des coûts élevés. En fait, l'un des principaux inconvénients de la catalyse enzymatique et microbienne est qu'il faut travailler en milieu aqueux. Dans la plupart des cas, les concentrations des catalyseurs et des réactifs que l'on peut utiliser et les concentrations de produits que l'on peut obtenir sont soumises à certaines restrictions, ce qui influence fortement les difficultés d'exploitation et la rentabilité des procédés biologiques (OCDE, 1982).

De plus, les procédés de fermentation ne donnent pas lieu à des processus très énergétiques, comparativement à beaucoup de réactifs chimiques, et ce pour plusieurs raisons: la concentration faible du catalyseur microbien, le produit inhibiteur de sa propre production et la nécessité de concentrations élevées de réactifs peuvent empêcher la formation du produit. Cependant, les techniques de l'immobilisation du catalyseur et le développement du génie enzymatique et des biotechnologies peuvent permettre non seulement de rentabiliser l'enzyme (qui est généralement très difficile à récupérer à partir d'un milieu aqueux), mais aussi d'atteindre des intensités de réaction beaucoup plus grandes.

Enfin, d'autres coûts associés aux procédés de fermentation peuvent limiter son utilisation ou empêcher une entreprise d'investir dans ce domaine: il s'agit des coûts de l'équipement, de maintien d'une bonne asepsie, d'aération, de matériel utile (centrifugeuses, pompes, dessicateur etc.), et du substrat (Von Brunt, 1986).

Dans la suite de ce raisonnement, on peut maintenant énumérer les problèmes critiques auxquels font face les entreprises et les chercheurs dans ce domaine:

. l'élimination de l'eau est très coûteuse; la part que représente ce coût est importante dans les procédés à valeur faible dont la production requiert des installations et une main-d'oeuvre peu sophistiquées, ou dans les procédés à valeur intermédiaire comme la production de protéines d'organismes unicellulaires et de levures de boulanger;

- . les coûts initiaux de séparation et de concentration ont une forte incidence sur le coût total des produits;
- . l'efficacité de la conversion peut être limitée.

Cependant, dans le cas des produits de haute valeur ajoutée, comme les produits pharmaceutiques, les coûts de R.D., d'essai initial, de contrôle de la qualité et de commercialisation sont beaucoup plus élevés et tendent à constituer l'élément prépondérant du coût total. En fait, ce n'est pas un désavantage puisque cette industrie, en relative position monopolistique face au consommateur, peut refiler ces coûts en hausses de prix.

Si on compare la fermentation avec la synthèse chimique, seuls quelques produits demeurent concurrentiels dans la catégorie grand volume et valeur faible: les solvants, les acides organiques et les protéines d'organismes unicellulaires. Parmi 100 produits de chimie organique, la synthèse microbiologique est connue pour l'éthanol, le n-butanol, l'iso-propanol, l'acétone, le glycérol et l'acide acétique. L'éthanol de fermentation, par exemple, avec lequel plusieurs produits chimiques peuvent être dérivés pour l'industrie, semble être très compétitif selon certaines études.

Les procédés biotechnologiques développés à partir des connaissances en biologie moléculaire, en fermentation, en bioingénierie, etc., apparaissent souvent dans l'amélioration du processus de fermentation. Ces techniques peuvent permettre de mieux récupérer le produit du fermenteur ou intensifier la fermentation. L'intérêt actuel pour la biotechnologie, et son expansion possible au secteur de la transformation de la biomasse, est stimulé par trois nouveaux facteurs:

- 1) les matériaux bruts sont une ressource renouvelable et peuvent être économiquement compétitifs;
- 2) les procédés de biotechnologie apparaissant vraisemblablement avantageux en regard des procédés chimiques, surtout dans les matériaux végétaux;

3) une gamme assez importante de produits intéressants définie par les développements traditionnels (biologiques) peut être réalisée par la biotechnologie en rendant ces produits très compétitifs.

A cet effet, beaucoup d'applications réalisées dans l'industrie agro-alimentaire montrent les avantages escomptables de la fermentation améliorée via la biologie moléculaire.

Les déterminants à l'utilisation "biotechnologique" de la biomasse par l'industrie chimique ou agro-alimentaire se résument à deux groupes de facteurs:

- (a) la compétitivité entre les industries de fermentation et les industries traditionnelles;
- (b) la compétitivité entre les substrats de fermentation.

La compétition entre les industries se manifeste surtout sur les marchés de produits de synthèse (acides organiques, alcools, solvants, acides aminés, peptides) et sur les marchés où s'affrontent des produits traditionnels avec des produits de substitution comme le fructose et l'aspartame. Dans un contexte de compétitivité, le succès de nouveaux procédés biotechnologiques dépend de leur capacité à surpasser en performances techniques et économiques les procédés mieux connus et culturellement assimilés. Ceci entraîne un ensemble d'exigences au niveau des ressources techniques et humaines. Lorsque les ressources sont disponibles, l'aptitude à satisfaire les exigences peut s'avérer un avantage comparatif important qui agit comme stimulant à l'initiative de valorisation. Inversement, en l'absence des capacités techniques satisfaisantes, les exigences diverses pour élaborer des technologies compétitives s'avèrent des obstacles à la mise en marche du processus d'innovation.

Ainsi, par exemple, les méthodes de production biotechnologiques doivent permettre la préservation du produit sans laquelle des facteurs tels les coûts de récupération du produit et la toxicité des

produits de fermentation rendraient la technologie non commercialisable. De plus, dans ce même esprit, ces méthodes doivent permettre une utilisation des sous-produits et un traitement avantageux des résidus.

Par ailleurs, une bonne compréhension des problèmes critiques dans l'amélioration des procédés de fermentation peut faciliter grandement la décision d'initier des recherches de base capables de développer l'expertise qui, à son tour, s'avèrera un moteur puissant à l'initiative de valorisation. A ce chapitre, certains domaines de connaissance sont encore insuffisants pour favoriser le développement de technologies très compétitives; mentionnons, à titre d'exemple, 1) l'application des biotechnologies aux relations structuro-fonctionnelles des matériaux, 2) les études physiologiques et biochimiques des matériaux bruts agricoles 3) l'amélioration des processus enzymatiques et 4) l'amélioration des micro-organismes de travail (Caldwell, 1983).

Quant au second groupe de facteurs affectant la compétition pour les substrats de fermentation, ils interviendront comme freins ou stimulants par l'intermédiaire du prix de la matière première, lui-même dépendant d'un ensemble de facteurs économiques, techniques et biogéographiques. Ainsi, par exemple, le coût d'accès à l'amidon fermentescible est particulièrement dépendant de la valorisation des co-produits (protéines et lipides). Ceci entraîne que le développement de l'utilisation du maïs comme substrat de fermentation pour fabriquer des produits chimiques oxygénés passe non seulement par le développement des procédés de fermentation, mais également par un effort de R.D. pour donner la plus grande valeur ajoutée possible aux co-produits non glucidiques. On voit, suivant ce raisonnement, que des activités parallèles visant à la valorisation d'un co-produit de la matière première pourraient s'avérer des stimulants importants à la mise en marche d'initiatives de valorisation d'un certain type de substrat. On pourrait de cette manière établir une liste impressionnante de facteurs contribuant (comme frein ou comme stimulant) à l'initiative de valorisation technologique.

2.2.3 L'utilisation des produits dérivés de la biomasse

La structure et le mode d'utilisation d'un produit dérivé de la biomasse peut conduire à l'établissement de conditions favorables au développement de procédés technologiques nouveaux, particulièrement quand la structure de la consommation est stable et le mode d'utilisation bien implanté. Dans un tel cas, lorsque le coût de production s'élève, il augmente d'autant l'intérêt de substituer aux modes de production traditionnels des procédés plus performants.

Par exemple, considérons l'antigel pour auto. Présentement, l'antigel prédominant est l'éthylène glycol produit à partir de l'éthylène, lui-même fabriqué à partir du gaz naturel liquide ou du pétrole. Le prix de ces ressources de base s'étaient accru de façon rapide et à un taux très élevé de 1973 à 1981. A cette époque, quatre choix s'étaient présentés dans l'ajustement du marché:

- 1) continuer de produire de l'éthylène glycol à partir de l'éthylène, mais celui-ci étant dérivé de la biomasse ou du charbon;
- 2) continuer d'utiliser l'éthylène glycol, mais l'obtenir du charbon via un gaz synthétique;
- 3) remplacer l'éthylène glycol par un antigel entièrement différent qui serait fait à partir de la biomasse (tel que l'acide levulinique salée ou la glycérine);
- 4) ou redessiner le moteur afin d'éliminer le besoin d'antigel.

Les deux premiers choix parmi ces quatre impliqueraient une substitution directe de produits chimiques, tandis que les autres impliqueraient une modification initiale dans le processus de transformation ou de l'utilisation finale du produit chimique.

2.3 FAISABILITÉ ÉCONOMIQUE ET ADEQUATION DES BESOINS

Outre les conditions économiques favorables au succès d'une initiative de valorisation technologique que nous avons traitées auparavant, la mise en marche d'un projet de valorisation dépend d'un

ensemble d'autres facteurs critiques sur lesquels on ne peut exercer que peu d'influence: le coût du capital (exigences des investisseurs qui se traduisent par un taux minimal de rentabilité), les mentalités, surtout dans les milieux agricoles, et les caractéristiques de l'investissement sont des exemples de facteurs qui ont une emprise directe sur les initiatives de valorisation. Analysons ici le cas de la fermentation, celui de la gazéification pouvant être analysé de la même façon, suivant les facteurs qui structurent leur faisabilité économique.

(1) Le type de biomasse:

Les types de biomasse susceptibles d'entrer dans ce processus sont: biomasse forestière, marine, agricole, urbaine et tourbeuse. Les rendements des variétés de produits et leur développement ou leur substitution à différents stades varient avec le type et la nature du substrat utilisé et les coûts d'acquisition.

La production de dérivés de la biomasse agricole va dépendre des méthodes de stabulation et donc de la mentalité des agriculteurs dans la gestion des troupeaux.

(2) Taille de l'installation

Plus l'installation est grande, plus il est possible de réaliser des économies d'échelle. En effet, le niveau de production requis par ces installations implique un coût de stockage, le coût unitaire de stockage étant d'autant plus faible que les quantités stockées sont grandes et que les stocks sont maintenus à proximité du site de production. Les demandes de marché à fournir ont un impact sur la taille des installations et peuvent ainsi s'avérer un frein ou un stimulant selon la taille de l'entreprise et sa capacité de s'adapter à son environnement économique en se dotant des immobilisations les plus adéquates.

(3) Valorisation des produits

La production de dérivés de la biomasse sera aussi fonction des exigences de l'industrie agro-alimentaire. Le contexte dans lequel évolue l'industrie agro-alimentaire exige des produits de qualité équivalente à ceux issus de procédés traditionnels et implantés sur le marché, c'est à dire qu'ils soient éprouvés et fiables en tout temps. En effet, l'industrie agro-alimentaire repose sur le goût et le comportement du consommateur et ces facteurs sont déterminants dans la création de marchés. Par exemple, l'avènement des protéines d'organismes unicellulaires n'a pas donné lieu à une révolution importante malgré que les coûts de développement des technologies afférentes aient été importants. Cependant, plusieurs escomptent que le développement des biotechnologies va permettre à l'industrie de fermentation de mieux compétitionner les autres industries en améliorant la qualité des produits et, éventuellement, en réduisant leurs coûts de production.

(4) Niveau des investissements

Le coût des investissements en fermentation est généralement important et limite l'entrée des biotechnologies (Caldwell, 1983). L'exigence des investisseurs devant l'importance des capitaux requis et des difficultés techniques qui se posent dans le développement des procédés amène l'établissement d'une prime de risque qui augmente le coût du capital. Les principaux déterminants de la décision d'investir dans l'implantation d'installations de fermentation sont les conditions favorables du marché pour le type de produit envisagé, la valeur ajoutée, et les capacités techniques de l'entrepreneur en R.D.

3. LES FREINS ET LES STIMULANTS À L'INITIATIVE DE VALORISATION TECHNOLOGIQUE

La question de l'investissement dans la mise au point et dans l'adaptation de technologies de valorisation industrielle de la biomasse est beaucoup plus complexe qu'elle n'apparaît au premier abord: elle fait intervenir divers acteurs (investisseurs de capitaux de risques, promoteurs, ministères, décisionnaires politiques, institutions financières, universités et organisations de recherche, décisionnaires industriels, institutions de soutien à la R.D., corporations d'intérêt comme l'U.P.A., entrepreneurs privés, chercheurs industriels et universitaires, etc...) évoluant dans des environnements économiques et socio-culturels différents et possédant des capacités et des intérêts qui leur sont propres. L'attitude et l'action de chaque intervenant en regard d'une opportunité de capitaliser sur un effort de recherche et développement sont conditionnées par un ensemble de facteurs constituant l'environnement de développement de la technologie et de son éventuelle adoption pour des fins de production industrielle. L'initiative de valorisation est ainsi le résultat de la combinaison des décisions de plusieurs acteurs, chacun attribuant une importance différente aux déterminants dans l'environnement économique et socio-culturel du projet de valorisation: certains attacheront une importance particulière à la nature de la biomasse ou aux choix technologiques alors que d'autres considéreront comme crucial les produits envisagés ou la capacité technique et financière de l'entrepreneur de l'initiative.

Cependant, la réussite de l'investissement dépend avant tout de la détermination des choix de l'entrepreneur-promoteur de l'initiative de valorisation: sa démarche permettra aux divers intervenants d'ajuster leur rationalité en regard de l'initiative et de choisir à leur tour, selon les opportunités, leur mode de participation suivant une formule la plus conforme possible à leurs capacités et qui engendre pour eux des retombées positives.

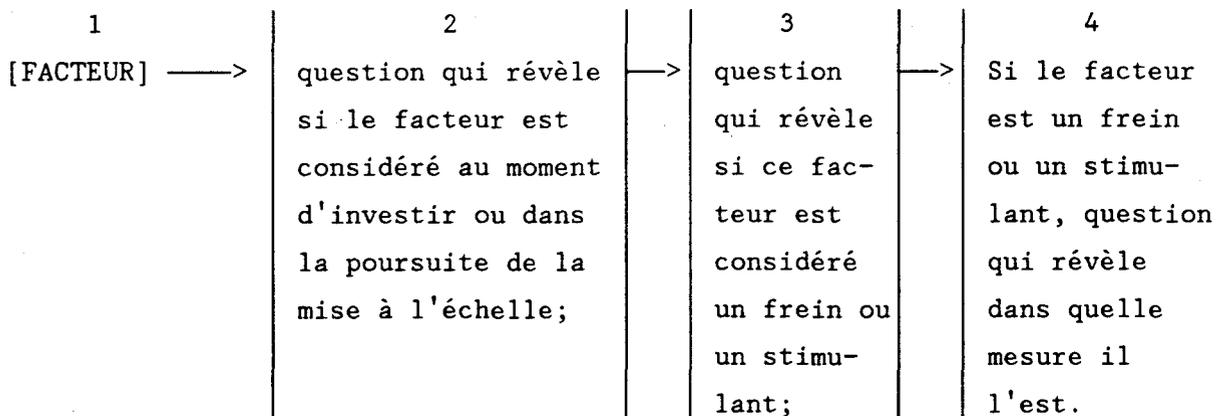
Ainsi, c'est la démarche de l'entrepreneur (initiateur et promoteur, voire réalisateur) de l'initiative de valorisation technologique qui est la plus critique et qu'il convient d'utiliser comme vecteur principal de l'innovation technologique dans notre analyse.

Ce chapitre tente de mettre en évidence certains des éléments (les stimulants et les freins, les facteurs de succès et d'échec) qui conditionnent cette démarche, que l'entrepreneur de l'initiative soit une entreprise industrielle intéressée par les avantages que lui confèrera des développements technologiques ou une institution de recherche et développement qui souhaite augmenter son utilité économique. On y présente d'abord le questionnaire utilisé auprès d'informateurs-clés et ensuite, les résultats principaux de l'enquête.

3.1 CONDUITE DES ENTREVUES

Le questionnaire détaillé est présenté à l'Annexe 1 de ce rapport; il a été conçu pour révéler les freins et stimulants et les facteurs d'échecs et de succès. Les freins et stimulants sont définis ici comme des facteurs sur lesquels l'acteur ne peut exercer un contrôle mais qui agissent positivement ou négativement sur cet acteur, alors que les facteurs d'échecs et de succès sont des facteurs sur lesquels un contrôle peut être exercé.

La méthodologie suivie dans le questionnaire pour faire ressortir les facteurs et évaluer leur importance comporte quatre étapes de mise en situation:



À l'étape 4, la cotation se fait selon quatre niveaux d'importance: critique, important, pas important et ne s'applique pas, à l'intérieur desquels une pondération faible (-), moyen (o) ou fort (+) est effectuée. Par exemple, si le risque financier est un facteur important, mais qui ne remet pas en cause l'investissement selon que celui-ci apporte beaucoup pour l'entreprise (expertise, expérience, positivement, etc.), alors nous attribuons le niveau "important" à ce facteur. Puis, à ce niveau, le facteur peut être soit très important (+) ou moins important (-) selon l'importance accordée par l'acteur à ce niveau. Nous avons prévu une case au questionnaire pour toutes les remarques indiquées par l'acteur. Il faut noter que l'acteur ne voit pas les questions et c'est plutôt l'interrogateur qui écrit et cote les réponses.

On a interrogé 7 "acteurs entrepreneurs" (Agropur, Biosyn, Domtar, Lallemand, Paquet Dutil et Ass., Petrosun et SNC) et 2 "acteurs-chercheurs" institutionnels (de l'École Polytechnique et de l'Institut Armand Frappier). Les acteurs ont été choisis à partir d'un tableau d'inventaire des procédés et du personnel travaillant dans la valorisation de la biomasse qui nous a été fourni par le Centre québécois de valorisation de la biomasse.

Les acteurs ont été contactés deux fois. Premièrement, par la poste avec une lettre d'introduction expliquant la nature du projet (voir Annexe 1). Cette lettre était accompagnée d'un questionnaire (voir Annexe 2) sur les informations de base; il devait être rempli et retourné par la poste au moyen d'une enveloppe jointe et préaffranchie. Deuxièmement, par téléphone pour fixer un rendez-vous afin de dégager les freins et stimulants et les facteurs d'échecs et de succès.

Comme beaucoup de facteurs ont été identifiés théoriquement et utilisés comme base dans l'interview, leur signification pouvait être différents suivant l'informateur-clé; l'information recueillie au cours de l'interview doit ainsi être traitée par catégorie générale de facteurs freins et stimulants, de façon à faire ressortir les

points communs de ces diverses perspectives. Seuls les frein (tableau 3) et stimulants (tableau 4) ont été catégorisés de cette façon, car les facteurs d'échecs et de succès n'étaient pas nombreux; en fait, lorsqu'on pose des questions sur les facteurs d'échecs et de succès, l'acteur est moins dirigé et peut s'exprimer plus librement. Le traitement de l'information est alors plus facile.

La présentation des résultats et leur interprétation comporte trois étapes: 1) la réponse aux questionnaires d'entrevue pour chaque organisation consultée, 2) le compte-rendu détaillé de l'entrevue (ces deux étapes apparaissent dans Leith, 1987) et 3) l'analyse des résultats que nous abordons dans la section suivante.

3.2 LA SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les résultats de l'enquête menée auprès d'une dizaine d'acteurs impliqués dans le développement technologique ne permettent évidemment pas d'établir statistiquement les perceptions (ou les influences) des déterminants à l'initiative de valorisation. Cependant, malgré un échantillon petit, sa dimension est représentative de l'effort québécois dans ce domaine: l'information permet de faire ressortir des tendances mettant en évidence les éléments structurels de l'environnement de développement des initiatives de valorisation.

3.2.1 Les freins à l'initiative industrielle de valorisation technologique

Les résultats touchant les freins à l'initiative industrielle à la valorisation technologique de la biomasse sont synthétisés au Tableau 5.

Tableau 3. Catégorisation et grille de pondération pour fins d'interprétation des freins tel que perçus par l'entrepreneur d'une initiative de valorisation technologique de la biomasse.

Les facteurs "freins"	Critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas
<p>(1) Financiers</p> <ul style="list-style-type: none"> .le risque financier .le coût du capital .le risque stratégique .la taille de l'investissement <p>(2) Nature de la biomasse</p> <ul style="list-style-type: none"> .le marché .la disponibilité de l'information .le risque du produit .la non-valorisation des sous-produits <p>(3) Exigences de la production et RD</p> <ul style="list-style-type: none"> .le coût de production .le coût de la matière brute .l'insécurité de l'approvisionnement <p>(4) Environnement institutionnel</p> <ul style="list-style-type: none"> .la réglementation .l'intervention publique .le système de brevets <p>(5) Autres</p>				

Tableau 4. Catégorisation et grille d'interprétation des stimulants pour fins d'interprétation, tels que perçus par l'entrepreneur d'une initiative de valorisation technologique de la biomasse.

Les facteurs "stimulants"	Essentiel	Effet positif	Pas d'effet	
<p>(1) Financier</p> <ul style="list-style-type: none"> .les subventions .le crédit d'impôt .la profitabilité <p>(2) Nature de la biomasse</p> <ul style="list-style-type: none"> .la valorisation des sources produits .le marché .la facilité technique <p>(3) Liens avec d'autres organismes</p> <ul style="list-style-type: none"> .les joint-ventures .les comités .les plate-formes d'essai <p>(4) Accessibilité à l'information</p> <ul style="list-style-type: none"> .le brevet .la licence <p>5) Autres</p>				

Tableau 5. Synthèse des résultats montrant l'effet des freins à l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse.

Facteurs "freins"	Critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas
1) Financier .risque financier .coût du capital .risque stratégique .taille de l'investissement	-			
2) Nature de la biomasse .marché .disponibilité d'information .risque du produit .non-valorisation des sous-produits		+		
3) Exigences de la production et R.D. .coût de production .coût de la matière brute .insécurité de l'approvisionnement .problèmes de recrutement		+		
4) Environnement public .réglementation .intervention publique .système de brevets		0		

Les freins d'ordre financier

Le risque financier, le coût du capital, le coût d'opportunité du projet et la taille de l'investissement sont des constituants de l'environnement de développement du projet exerçant une influence négative sur la capacité de réunir les capitaux nécessaires à l'initiative de valorisation. Ils peuvent remettre en cause l'intérêt à poursuivre à la mise à l'échelle pour les PME. Cependant, des entreprises de grand gabarit telles Domtar, SNC et Lallemand, bien qu'elles considèrent très importants voire critiques les freins financiers, évalueront ce que les projets peuvent rapporter en termes d'expérience, d'expertise et d'opportunités nouvelles. Pour des entreprises comme Petrosun, dès que l'on dépasse l'étape de l'usine pilote ou de l'usine démonstration, les risques diminuent et l'effet des freins financiers s'atténue. Toutefois, pour des compagnies comme Agropur qui sont très près du "payback" et de la productivité de la R.D. et qui ne croient pas aux avantages apportés par la R.D., les facteurs financiers seront des freins critiques. Pour Biosyn, dont l'activité de R.D. ne dépend que des subventions, il est normal que les exigences financières des initiatives soient des déterminants critiques.

Dans l'ensemble, les freins financiers sont critiques pour toutes les entreprises, mais certaines considèrent d'autres facteurs qui peuvent atténuer leurs effets négatifs sur la R.D. De plus, l'effet des freins financiers dépend du stade du financement et doivent s'interpréter suivant la perspective de l'entreprise en regard du risque stratégique ¹.

Les freins issus des caractéristiques de la biomasse

Les facteurs de disponibilité de marché pour les produits ou procédés, de disponibilité d'information technique, de risque du produit et de non-valorisation des sous-produits sont des éléments qui

¹ Le risque stratégique: risque de perdre ou de gagner des avantages associés au choix d'une initiative particulière.

interviennent dans l'investissement. Encore ici, c'est une catégorie de facteurs qui doit être nuancée selon les acteurs rencontrés. Pour l'ensemble des entreprises, la maîtrise de la technique et la disponibilité d'information sont considérées comme des facteurs importants, mais dont l'importance est amortie soit par leur expérience dans le domaine, soit par la technique utilisée (la gazéification est bien connue alors que la fermentation en plus de coûts élevés, peut comporter beaucoup plus de difficultés technologiques). Pour l'ensemble des entreprises, le marché se doit aussi d'être satisfaisant, sinon la motivation pour la R.D. s'estompe graduellement. Par exemple, pour Domtar et SNC où l'investissement peut être considérable après les phases de l'usine pilote, les débouchés doivent être importants pour cristalliser l'investissement. Pour des entreprises "market driven" comme Petrosun, ce facteur est aussi très important.

Enfin, pour des entreprises comme Lallemand, Paquet-Dutil et Domtar, le risque de rejet du produit par le marché est aussi important. Les deux premières ont cependant des projets dans l'agro-alimentaire, où le risque est associé à des attitudes culturelles des consommateurs, tandis que pour Domtar, ce risque se pose en termes de qualité du produit, surtout dans les secteurs des pâtes et papiers et de la chimie où la concurrence est féroce. Le marché est donc un frein dont l'emprise diminue lorsque les conditions favorables augmentent.

Donc, cette catégorie de freins liés à la biomasse n'est pas critique dans l'ensemble, mais importante: l'effet de ces déterminants dépend de la technologie envisagée, de l'amplitude du marché et de l'agressivité de la commercialisation manifestée par l'entreprise.

Les freins associés aux exigences de la production et de la R.D.

Cette catégorie de freins comprend les coûts de la production et de la matière brute, les problèmes de recrutement de main-d'oeuvre et l'insécurité de l'approvisionnement. Ces difficultés sont perçues comme étant très importantes. Les coûts de production associés aux

procédés seront comparés et serviront à établir le rendement de la R.D. (Lallemand, Agropur et Domtar) qui fera l'objet de contrôle serré (Petrosun). Dans l'ensemble, ces coûts de production peuvent modifier le rapport main-d'oeuvre/capital impliqué par la R.D. Les coûts des matières brutes peuvent poser des difficultés pour des entreprises comme SNC et Petrosun qui utilisent des matières pour tester l'équipement visé comme procédé à commercialiser. Domtar considère l'approvisionnement en biomasse comme un frein à long terme qui pourrait avoir un effet appréciable; SNC choisit plutôt ses domaines de valorisation en fonction de la disponibilité en biomasse. Quant au problème de recrutement de main-d'oeuvre, il se pose de façon saillante pour Lallemand qui a un besoin immédiat de chercheurs, alors que pour SNC, c'est plutôt la compétence de ses partenaires qui est ici importante.

Donc, dans l'ensemble, ces freins peuvent devenir importants, mais ne remettront pas en cause l'investissement comme tel; ils pourraient cependant affecter son volume. Généralement, les entreprises tiendront compte du coût de la R.D. en fonction de son rendement.

Les freins associés à l'environnement institutionnel

Cette catégorie de freins comprend la réglementation, l'intervention du gouvernement, les procédures administratives et le système de brevet. Il est intéressant de constater que pour la plupart des entreprises, les stratégies gouvernementales permettent de faire davantage de R.D. et de diminuer le risque pour les premières étapes de la R.D. (le laboratoire et l'usine pilote). Toutefois, l'intervention du gouvernement est perçue comme inadéquate en termes de programmes d'aide et de procédures administratives, cette inadéquation pouvant diminuer le taux d'investissement, surtout pour les PME.

En général, la réglementation sur la santé et la sécurité n'est pas apparue comme un frein critique mais plutôt comme un irritant. De

son côté, la réglementation de la pollution peut s'avérer un stimulant pour des compagnies comme Pétrosun car elle suscite la production d'équipements de valorisation.

Enfin, le système de brevets offre une protection relative au chercheur et le système est apparu adéquat. Les procédures liées à la demande de brevet est cependant un irritant. Pour Domtar et Lallemand, la demande de brevet est une mesure de productivité des chercheurs. Certaines entreprises comme Agropur ne considèrent cependant pas que le brevet est un moyen intéressant pour la R.D. ou comme source d'information technique.

Donc, dans l'ensemble, il ne s'agit pas ici d'une catégorie de freins critiques mais plutôt d'un ensemble d'irritants qui augmentent les difficultés de réalisation et diminuent ainsi les gains escomptables.

3.2.2 Les stimulants à l'initiative industrielle de valorisation technologique

Le tableau 6 résume l'effet des divers types de stimulants sur l'initiative industrielle de valorisation de la biomasse. Les stimulants financiers comprennent les subventions, les crédits d'impôt et la profitabilité de l'entreprise: ils sont perçus dans l'ensemble comme des facteurs qui sont presque essentiels pour l'investissement et tous reconnaissent que leurs effets sont positifs. Pour des entreprises comme Petrosun, Biosyn et SNC qui financent leur R.D. intensivement à partir des fonds du gouvernement, ces incitatifs financiers sont perçus comme essentiels, alors que pour des entreprises comme Lallemand, Domtar, Paquet Dutil et Agropur, les subventions, bien que permettant d'en faire plus, ne sont pas cruciales pour le démarrage d'une initiative de valorisation; cependant, l'accroissement de la profitabilité de l'entreprise a un effet plus que positif pour l'ensemble des entreprises.

Tableau 6. Synthèse des résultats montrant l'effet des principaux stimulants sur l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse.

Facteurs stimulants	Essentiel	Effet positif	Pas d'effet
<p>(1) Financiers .subventions .crédits d'impôt profitabilité</p>		+	
<p>(2) Nature de la biomasse .valorisation des sources produits .marché .facilité technique</p>		0	
<p>(3) Liens avec d'autres organismes .joint venture .comité .plate-forme d'essai</p>		+	
<p>(4) Accessibilité à l'information .brevet .licence</p>		0	

Notons que c'est le crédit d'impôt sur l'investissement qui semble être le stimulant le plus efficace, ceci s'explique facilement par le fait que les équipements constituent la majeure partie de l'investissement et qui sont ainsi l'élément le plus critique de l'initiative de valorisation.

Les conditions propices associées à la nature de la biomasse

La valorisation des sous-produits, la facilité technique et le marché sont des stimulants importants. Dans un procédé, la possibilité de valoriser les sous-produits n'est pas considérée au départ. Cependant, pour une entreprise qui veut valoriser un sous-produit de biomasse il est essentiel qu'il existe un marché, l'importance du marché stimulant d'autant l'initiative de valorisation. Enfin, la facilité technique ou l'adaptation de la technique utilisée face au marché, sans être essentielle, a un effet incitatif sur les entrepreneurs. Malgré que l'on ne conçoive pas des technologies avec des intentions de maximiser leur adaptabilité, des entreprises peuvent trouver stimulant d'avoir un niveau élevé de flexibilité: par exemple, Biosyn a survécu grâce à la flexibilité de leur gazogène et de leur expertise.

Dans l'ensemble, pour cette catégorie de stimulant, bien que leur présence ne soit pas essentielle pour l'initiative de valorisation, leur action sur l'entreprise peut accroître appréciablement le taux d'investissement en R.D.

Les incitatifs associés aux liens entretenus avec la communauté

Les "joint-ventures", les comités, les plates-formes d'essais, etc. sont apparus comme étant de loin les facteurs les plus stimulants. Pour Petrosun, SNC et Lallemand, ce soutien est essentiel car il fournit le support informationnel ou technologique et permet de répartir les risques d'un projet. Pour la R.D., le développement des liens avec des organismes est essentiel, car la recherche est très risquée, surtout pour passer du modèle de laboratoire à l'usine pilote.

La facilité d'accès à l'information

L'accès à des brevets ne s'est pas avéré un stimulant très actif. En fait, le brevet est surtout perçu comme un outil de protection relative. Cependant, l'accès à des licences pour des produits rapidement commercialisables est apparu comme un incitatif d'importance pour l'amorce d'initiative de valorisation technologique.

3.2.3 Les facteurs d'échec et de succès à l'initiative industrielle de valorisation technologique

Les facteurs d'échec (voir tableau 7) sont des situations ou facteurs qui, lorsqu'ils se manifestent peuvent compromettre la réussite de l'initiative de valorisation. Les facteurs d'échec qui ont été identifiés comme des éléments très importants par les entreprises consultées sont: un nombre inadéquat d'intervenants (surtout un nombre trop élevé), la difficulté de réaction du management et l'incapacité d'identifier les utilisateurs.

Pour SNC, Domtar et Petrosun, l'incapacité d'identifier les utilisateurs est un facteur qui peut causer l'échec de la mise à l'échelle; en fait, le créneau de marché doit faire l'objet d'une analyse approfondie. Pour Domtar, Lallemand, Agropur, Biosyn et Paquet-Dutil, la difficulté (la lenteur) de réaction du management peut également causer l'échec: ce sont, dans l'ensemble, des entreprises qui nécessitent que les liens soient très étroits entre le management, la R.D. et la production, parce qu'elles doivent compter sur un ajustement rapide du management. Dans d'autres cas, la R.D. n'est pas une préoccupation particulière de la direction qui néglige de créer des conditions favorables à son succès.

Par ailleurs, il est important de constater que, pour certains, le nombre trop élevé d'intervenants peut causer un l'échec: c'est la perception des informateurs clés chez Agropur, Lallemand et SNC. Enfin, notons que le problème de diversification des fonds pour Biosyn, Pétrosun et Paquet-Dutil peut devenir un facteur d'échec.

Tableau 7. Facteurs favorisant l'échec de l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse

Facteur d'échec	Critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas
(1) Niveau de contrôle des coûts de la R.D.		-		
(2) Incapacité d'identifier les utilisateurs		+		
(3) Difficultés de réaction du management		+		
(4) Problème de diversification des fonds		-		
(5) Durée et échéances trop serrées		-		
(6) Nombre d'intervenants		+		
(7) Manque d'information		-		

Pour le reste des facteurs d'échec apparaissant au Tableau 7, ils ne sont pas considérés comme des éléments qui compromettent le succès de l'initiative.

Les facteurs qui ont été identifiés comme essentiels ou très importants au succès de l'initiative de valorisation sont l'effort de marketing, la confidentialité de la recherche, la compréhension rapide de la demande et la comptabilité des objectifs entre les départements (voir Tableau 8). Un bon contrôle de ces variables permet de créer des conditions favorables à la réussite de l'initiative.

3.2.4 Les freins et stimulants à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique.

Deux institutions de recherche ont été visitées; il s'agit de l'Institut Armand Frappier (IAF) et l'École Polytechnique. Ce sont deux institutions qui, par leur recherche appliquée ou théorique dans ce secteur, peuvent donner de bonnes indications quant aux conditions qui favorisent l'initiative de valorisation technologique de la biomasse.

Les questions posées en entrevue aux informateurs clés (en l'occurrence, le directeur d'un Centre de recherche et un chercheur engagé dans la R.D.) sont évidemment différentes de celles posées aux acteurs-entrepreneurs, les buts poursuivis dans leur recherche n'étant pas les mêmes et les moyens de mise en oeuvre étant fondamentalement différents. Il a donc fallu bâtir un questionnaire tenant compte de ces particularités, tant au niveau des facteurs dits financiers que ceux liés à la biomasse.

L'entrevue réalisée avec le Docteur Marcel Gagnon (directeur du CRESALA, IAF), bien qu'ayant touchée la majorité des points, ne s'est pas tenue au cheminement du questionnaire: l'entrevue, tant sur les freins que sur les stimulants s'est plutôt transformée en

Tableau 8. Facteurs favorisant le succès de l'initiative industrielle de valorisation technologique de la biomasse

Facteur de succès	Essentiel	Effet positif	Pas d'effet	Ne s'applique pas
(1) Compatibilité avec les objectifs des départements		+		
(2) Effort de promotion et de vente	+			
(3) Nouveauté du produit		-		
(4) Compréhension rapide de la demande		+		
(5) Confidentialité de la recherche	+			
(6) Localisation de l'entreprise		-		

une discussion informelle qui, loin de ne pas être informative, s'est avérée très enrichissante. L'entrevue réalisée avec le professeur Rouleau de l'École Polytechnique a été faite à l'aide du questionnaire guide et s'est déroulée selon l'ordre prévu.

L'entrevue avec le Dr. Gagnon du CRESALA (IAF) sera présentée ici sous forme d'un résumé. Pour l'entrevue avec le Professeur Rouleau de l'École Polytechnique, une analyse suivant les perspectives du questionnaire sera faite.

a) Institut Armand Frappier

Le Docteur M. Gagnon est directeur du Centre de recherche en sciences appliquées à l'alimentation (CRESALA), créé le 19 avril 1972. Les types d'interventions en agro-alimentaire qui y sont réalisées sont: la recherche scientifique, la formation du personnel spécialisé et les services aux entreprises.

Les réalisations en recherche ont permis de nombreuses et importantes applications avec des entreprises et des institutions, particulièrement au domaine de:

- . la stabilisation de la production de cidre de pomme;
- . la production d'appétitif de qualité supérieure dérivé de sous-produits de la pomme;
- . l'invention du catalasimètre;
- . l'utilisation accrue de l'ozone comme désinfectant pour l'eau.

Comme de nombreux projets peuvent être soumis au CRESALA, celui-ci a adopté une méthode d'analyse de projet (projets de recherche ou projet soumis par des entreprises) destinée à produire un protocole au niveau des coûts globaux. Voici les trois étapes de l'analyse (O-P-S):

- Détermination des objectifs (O)
- Etablissement des priorités (P)
- Etablissement des stratégies (S)

À la dernière étape, on retrouve l'acceptation du protocole et des fonds à investir: il s'agit en fait d'une analyse coût/bénéfice. Le CRESALA peut réaliser lui-même cette étude de faisabilité ou la confier à une firme privée.

La taille des fonds ne préoccupe pas vraiment le CRESALA car il s'implique généralement avec d'autres ou fournit des laboratoires à des entreprises que la taille des fonds peut préoccuper davantage. Pour pallier à cette difficulté, le CRESALA fait des prétests pour démontrer si le projet est viable. Dans le cas où le projet n'est pas mis de l'avant, les résultats servent à faire une publication scientifique.

Dès les débuts de l'O-P-S, il faut que l'information réduise de beaucoup l'incertitude sur la valeur du projet, sinon le projet est remis en cause. L'O-P-S permet donc de discriminer entre les projets, ce qui pour tout projet définit leurs risques stratégiques.

Résumons ici les freins et stimulants identifiés par M. A. Gagnon:

Financement: pour les PME voulant participer à des initiatives de valorisation, le système bancaire serait inadéquat.

Liens université-industrie: Les liens que le CRESALA entretient avec l'industrie sont excellents et essentiels. Cependant, les universitaires craindraient la recherche appliquée car elle porte atteinte à la crédibilité des chercheurs lorsque le projet échoue avec l'industrie; c'est un frein important au développement des relations université-industries. De plus, la recherche appliquée exigerait une attitude et un savoir-faire que les universitaires n'auraient pas en général; ils auraient plus à coeur leurs publications scientifiques, ce qui n'avantagerait pas l'industrie qui a recours à leur collaboration.

Modalité d'entente et dispositions légales: Ce sont des facteurs critiques. Le CRESALA exige 50-50 avec ses partenaires comme Lavalin. Ce principe important est à la base de la création de la firme BIOPRESERV.

Manque de chercheurs: La formation des chercheurs n'encouragerait pas la recherche appliquée et ne développerait généralement pas le savoir-faire en cette matière.

Coût de la R.D.: Le développement, coûtant cher, s'avèrerait un frein important pour les PME.

Crédits d'impôts: Les crédits d'impôts seraient essentiels pour les PME. Mais pour des raisons d'équité sociale, ce seraient les crédits à la R.D. pour des projets spécifiques qui devraient être mis sur pied.

Fonds: Les fonds publics et privés seraient très stimulants pour la R.D.

Facteurs techniques: Les équipements de qualité seraient nécessaires et pourraient être un stimulant essentiel à la R.D.

Les idées seraient elles-aussi essentielles, mais il serait impossible de les réaliser sans des conditions favorables.

Rentabilité sociale: Un stimulant extrêmement positif serait l'apport de nouvelles technologies au Québec de portée internationale. Cela aurait aussi pour effet de créer des emplois et d'amener des fonds.

Facteurs touchant le CQVB: En s'associant avec des partenaires, le CQVB doit veiller à ne pas se faire abuser par des investisseurs qui ne viseraient que la stricte rentabilité à court terme, que le stade de publication de travaux (université), qu'à s'informer ou qu'à

profiter de fonds gratuitement. La réussite des projets déterminés par le CQVB serait presque assurée, si ces projets exploitaient les conditions favorables du contexte économique et technique pour les élaborer.

b) L'école Polytechnique

Le Professeur Rouleau oeuvre dans le domaine de la biomasse depuis les débuts de l'industrie de la biotechnologie. La politique scientifique du gouvernement l'a fortement influencé, de même que la possibilité d'obtenir des brevets. La solution des problèmes de pollution par le traitement de l'effluent est un de ses domaines d'intérêt.

Le projet sur lequel il oeuvre actuellement est la transformation par fermentation d'eaux de lavage et des boues de fromageries de chez Agropur. Ce projet est développé conjointement avec SNC.

On présente maintenant le résumé de l'analyse des facteurs déterminants.

a) Les freins à l'initiative institutionnelle de valorisation de la biomasse (Tableau 9)

Les freins financiers

Les freins d'origine financière englobent le risque financier, la taille des fonds nécessaire, le risque stratégique et les règles d'affectation des fonds de l'université. Cette catégorie de freins est considérée comme critique à un projet dans la mesure où il existe des possibilités de manque de fonds, qu'un autre projet peut engendrer plus de fonds ou de publications et que les fonds impliqués sont trop importants. L'attitude négative de l'industrie envers la R.D. fait que les fonds à la recherche provenant de ces secteurs peuvent se tarir.

Tableau 9. Les freins à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique, tels que perçus par un chercheur.

Freins	Critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas
<p>(1) Financiers</p> <ul style="list-style-type: none"> .risque financier .taille des fonds .risque stratégique .règle d'affectation 	+			
<p>(2) Nature de la biomasse</p> <ul style="list-style-type: none"> .risque du produit .risque d'information .sous-produits .difficultés techniques .manque de chercheurs 	+			
<p>(3) Lien université-industrie</p> <ul style="list-style-type: none"> .contraintes de publication .dispositions légales .modalités d'entente .durée .motivation et niveau en R.D. .brevet .localisation 		+		

La nature de la biomasse

Cette catégorie de freins comprend le risque du produit, le risque d'information, les sous-produits, les difficultés techniques et le manque de chercheurs. Pour le professeur Rouleau, le risque que le produit ou la recherche soit rejeté tant par l'université que par la société est un facteur critique en génie alimentaire. Aussi, une information incertaine sur l'intérêt du projet au niveau du "bench-scale" devient un facteur de détérioration. Enfin, les difficultés liées à l'inadéquation de l'équipement et à une participation insuffisante de l'industrie dans ce domaine sont des facteurs critiques pour le succès du projet.

La relation université-industrie

Bien que ce type de facteur peut être davantage un stimulant qu'un frein, la nature du lien université-industrie peut s'avérer un frein à l'initiative de valorisation. Cette catégorie comprend les contraintes de publication, les dispositions légales, les modalités d'entente, la durée du contrat, le manque de motivation et de dépenses R.D., les brevets et la localisation.

Notons que dans l'ensemble, ce sont plutôt des freins importants que des facteurs critiques. Les fonds du gouvernement qui sont plus importants que ceux du secteur privé leur permettent une certaine indépendance, bien que remplir des formulaires soit considéré comme un irritant important.

Le conflit existant entre l'université et l'industrie sur la nature des travaux est un frein important à la R.D. L'industrie ne veut pas de recherche fondamentale, et désire une usine pilote très rapidement. Le manque de motivation à la R.D. des entreprises et le fait qu'elles dépensent peu dans ce domaine (par rapport à d'autres pays) constituent un frein très important.

Les autres facteurs ne constituent pas des freins sérieux selon l'expérience du professeur Rouleau, mais pourraient le devenir. Enfin, notons que le professeur Rouleau considère le système de brevet comme peu adéquat.

b) Les stimulants à l'initiative institutionnelle de valorisation
Tableau 10)

Les stimulants financiers

Cette catégorie comprend les contrats gouvernementaux et privés et les droits (honoraires) de consultants. Les contrats gouvernementaux sont des stimulants essentiels alors que ceux du privé ont un effet positif; ces derniers n'investissent en général que pour l'obtention d'une usine pilote. Enfin, la possibilité de facturer des frais de consultants a un effet très positif bien que non essentiel.

La nature de la biomasse

Les stimulants essentiels dans cette catégorie sont la nature du problème de production et la qualité des équipements, en l'occurrence du fermenteur. Ainsi, si le projet est associé à un problème de production ou si les équipements sont de qualité supérieure et en nombre adéquat, l'élaboration de projets de recherche sera fortement incitée. Enfin, notons que la possibilité de valoriser les sous-produits est un stimulant très positif; par exemple, l'intérêt sera plus grand si, dans la conversion, il y a un problème de pollution à l'effluent.

Les liens université-industrie

L'établissement de contrats personnels a un effet très positif sur la recherche, particulièrement quand ils augmentent les possibilités d'échanges techniques et financiers; dans certains cas les liens université-industrie sont essentiels. Enfin, notons que la possibilité de brevet accroît l'intérêt du chercheur et de l'entreprise dans la coopération.

Tableau 10. Les stimulants à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique de la biomasse, tels que perçus par un chercheur.

Stimulants	Essentiel	Effet positif	Pas d'effet	Ne s'applique pas
<p>(1) Financier</p> <ul style="list-style-type: none"> .contrats privés .contrats gouvernementaux .droits de consultants 	+			
<p>(2) Nature de la biomasse</p> <ul style="list-style-type: none"> .problème de fond .problème de production des entreprises .équipements techniques .valorisation des sous-produits 		-		
<p>(3) Lien université industrie</p> <ul style="list-style-type: none"> .contact personnel .échange .adéquation enseignement/recherche .brevet, licence 		+		

Les facteurs d'échec (Tableau 11) et de succès (Tableau 12)

Les facteurs d'échecs qui ont retenu l'attention du chercheurs ont été la difficulté de réaction des chercheurs, un nombre trop élevé d'intervenants et un échéancier trop serré. Seuls les deux premiers peuvent vraiment être considérés comme des éléments importants pouvant conduire à l'échec.

Les facteurs de succès, sont: l'harmonisation de l'équipe de chercheur, la nouveauté du produit (ou de la recherche), les contacts qui ont été établis. Les éléments qui ont eu des effets très positifs sont: le bon réseau de contacts des chercheurs, la qualité de l'information que les chercheurs ont établie et la confidentialité de la recherche. Enfin, notons que la compréhension du besoin de la demande (de l'entreprise...) a un effet positif sur le succès du projet.

Tableau 11. Les facteurs d'échec de l'initiative institutionnelle de valorisation de la biomasse, tels que vus par un chercheur.

Facteurs d'échecs	Critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas
(1) Mauvais contrôle des coûts de la R.D.				X
(2) Difficulté à la matière utilisée				X
(3) Incapacité à identifier les applications possibles				X
(4) Difficulté de réaction des chercheurs	+			
(5) Problèmes de diversification des fonds				X
(6) Problèmes d'interprétation de la problématique				X
(7) Nombre d'intervenants		+		
(8) Echéancier trop serré		-		

Tableau 12. Les facteurs de succès à l'initiative institutionnelle de valorisation technologique, tels que perçus par un chercheur.

Facteur de succès	Essentiel	Effet positif	Pas d'effet	Ne s'applique pas
(1) Harmonie de l'équipe de chercheurs	+			
(2) Bon réseau d'information		+		
(3) Expertise à acquérir				X
(4) Nouveauté du produit ou du procédé	+			
(5) Contrat avec le privé ou le public	+			
(6) Compréhension du besoin de la demande				Possiblement
(7) Confidentialité		+		
(8) Autres: .participation du gouvernement	+			

4. DISCUSSION

L'analyse des déterminants du démarrage (stimulants et freins) et de la réussite (facteurs de succès et d'échec) de l'initiative de valorisation technologique de la biomasse permet de mettre en évidence les constituants actifs de l'environnement du processus d'innovation qui établissent, en partie, le niveau d'entraînement de la R.D.

L'identification de ces déterminants (une quarantaine, regroupés au tableau 13) est le résultat d'une revue de littérature couplée à une amorce d'analyse des comportements plausibles des acteurs en regard des réalités objectives. L'importance de chaque déterminant a été établie par le biais d'une entrevue auprès d'informateurs-clés appartenant à des firmes ou institutions typiques dans le secteur de la biomasse. Cette appréciation qualitative de l'importance des déterminants révèle, d'une façon indicative, le climat associé au processus d'innovation technologique, climat engendré par l'interprétation des facteurs par les divers intervenants.

Cette approche à la mise en évidence des facteurs sur lesquels il est possible d'intervenir pour minimiser l'effet des facteurs délétères ou pour maximiser l'effet d'entraînement des opportunités exploitables, possède plusieurs limites intrinsèques. Tout d'abord, on connaît peu de choses sur l'effet de ces facteurs sur le comportement micro-économique des investisseurs. De plus, plusieurs de ces facteurs sont des constituants de la réalité économique et technologique sur lesquels il est difficile d'agir ou de prévoir les effets résultants sur le taux d'investissement. Par ailleurs, là où l'action gouvernementale (fiscalité, subventions) ou institutionnelle (recherche coopérative, partage des risques technologiques...) est possible, des difficultés d'agir relevant de l'équité, du droit public et des mentalités surgissent. Enfin, ces facteurs, bien qu'ayant une influence certaine sur les comportements économiques des entrepreneurs, ne permettent pas d'expliquer le niveau d'investissement ou de prédire l'orientation du processus d'innovation.

Tableau 13. Déterminants du démarrage et de la réussite de l'initiative de valorisation technologique de la biomasse.

Facteurs "stimulants"	Facteurs "freins"	Facteurs de succès	Facteurs d'échec
<p>1) Financiers .subventions .crédits d'im-pôt .profitabilité</p> <p>2) Nature de la biomasse .valorisation des sources .produits .marché .facilité technique</p> <p>3) Liens avec d'autres organismes .joint-ventures .comité .plate-forme d'essai</p> <p>4) Accessibilité à l'information .brevet .licence</p>	<p>1) Financiers .risque financier .coûts du capital .risque stratégique .taille de l'investissement</p> <p>2) Nature de la biomasse .marché .disponibilité d'information .risque du produit .non-valorisation des sous-produits</p> <p>3) Exigences de la production et R.D. .coût de production .coût de la matière brute .insécurité de l'approvisionnement .problème de recrutement</p> <p>4) Environnement institutionnel .réglementation .intervention publique .système de brevets</p>	<p>1) Compatibilité avec les objectifs des départements</p> <p>2) Effort de promotion et de vente</p> <p>3) Nouveauté du produit</p> <p>4) Compréhension rapide de la demande</p> <p>5) Confidentialité de la recherche</p> <p>6) Localisation de l'entreprise</p>	<p>1) Niveau de contrôle des coûts de la R.D.</p> <p>2) Incapacité d'identifier les utilisateurs</p> <p>3) Difficultés de réaction du management</p> <p>4) Problème de diversification des fonds</p> <p>5) Durée et échéanciers trop serrés</p> <p>6) Nombre d'intervenants</p> <p>7) Manque d'information</p>

Cependant, nous croyons important d'expliquer comment des facteurs freins et stimulants interviennent dans le processus d'investissement. Traduire ces facteurs dans un cadre conceptuel "risque-rendement" apporterait des éclaircissements sur le comportement décisionnel de la firme à l'égard de ces éléments. C'est ce que nous développons ci-après. Ce cadre est surtout applicable au risques financiers et stratégiques. Néanmoins, l'élargissement de ce cadre au facteur de disponibilité de la biomasse se conçoit dans la mesure où ce facteur peut modifier les probabilités de réussite d'un projet.

Généralement, l'investissement dans différents projets offre des rendements incertains. Pour un projet d'investissement donné, l'entreprise établira un rendement particulier (valeur anticipée) auquel elle associera une certaine variabilité du rendement (le risque). Par exemple, des investissements sécurés offrent un rendement moyen assez faible qui est associé à une variabilité réduite de ce rendement; c'est le cas des projets dont le niveau de R & D est faible et qui sont accessibles à plusieurs firmes se partageant le marché, réduisant ainsi le rendement moyen. Des investissements plus spéculatifs peuvent par contre offrir un rendement anticipé plus élevé mais ayant une variabilité de rendement également plus élevée; il s'agit ici de projets d'investissement dont le niveau de R & D à effectuer est élevé, et qui, par conséquent, ne sont pas accessibles à toutes les firmes: ceci est source de rendement plus élevé en donnant une position privilégiée sur le marché aux firmes impliquées.

On peut supposer que, toutes autres choses étant égales, la firme préférera un rendement élevé, mais désapprouvera des variabilités élevées de rendement. Pour illustrer ce comportement, on établit des courbes de risque-rendement (RR) à la Figure 1¹.

¹ Ces courbes sont discutées dans Nicholson, W. (1978) Micro-economic theory. Editions HRW. Les hypothèses sur ces courbes sont: il existe une multitude de courbes RR dans l'espace défini par les axes R et V et les courbes ne se coupent pas.

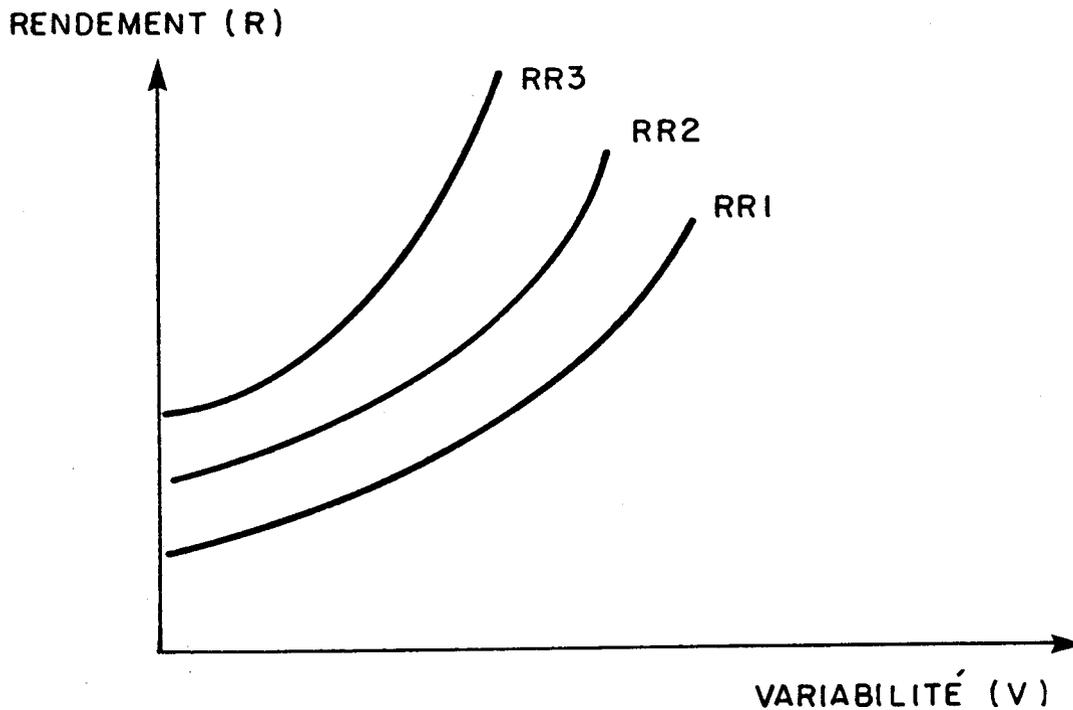


Figure 1. Les courbes de risque rendement.

Ces courbes représentent un niveau de "satisfaction" donné par rapport à des projets donnés et l'attitude des firmes à l'égard du risque et du rendement.

Les projets qui sont situés dans la régions Nord-Nord-Ouest procurent un maximum de satisfaction; la courbe RR3 donne un niveau de "satisfaction" supérieur à RR2 et RR1. La pente des courbes est positive et souligne que la firme acceptera une plus grande variabilité seulement si celle-ci est compensée par un rendement moyen élevé.

En fait, il est clair que si une firme a une aversion au risque, le projet risqué devra comporter un rendement élevé pour qu'il soit accepté. De façon générale, l'investisseur est riscophobe.

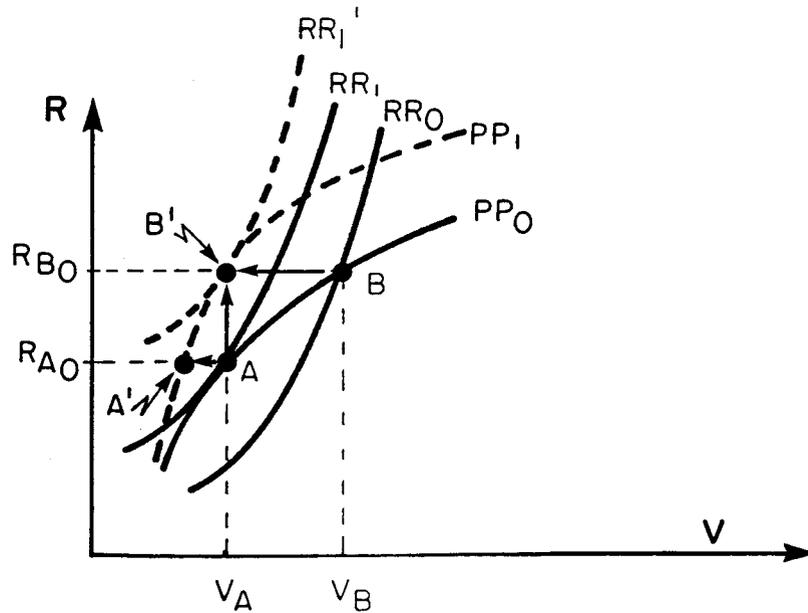


Figure 2. La courbe des possibilités de projets.

A la figure 1, nous pouvons ajouter la courbe des possibilités de projets PP_0 (figure 2); celle-ci a une pente positive¹ pour les mêmes raisons que les courbes de risque-rendement. Selon le principe de maximiser la "satisfaction", c'est le projet A qui sera choisi parmi ceux sur la courbe des possibilités de projets PP_0 (la courbe RR_1 procure une satisfaction plus grande que RR_0). Le projet A comporte un niveau plus faible de R & D que celui du projet B, mais il a aussi un rendement et une variabilité plus faible ($RA_0 < RB_0$ et $V_A < V_B$), conséquence d'une attitude riscophobe.

Si pour les besoins du CQVB, le projet B doit être privilégié, la courbe PP_0 doit alors être modifiée par des changements tant au

¹ La pente est égale à $\frac{1}{1+r_i}$, où r_i est un taux de rendement associé au projet i .

niveau du risque inhérent au projet qu'au niveau du projet lui-même (modifications dans le niveau de R & D à effectuer par la firme, par exemple). Si ces modifications sont effectuées, la courbe PP_0 se déplace à PP_1 (Figure 2), i.e. pour des rendements RA_0 et RB_0 constants les variabilités associées ont été réduites, la firme peut alors maximiser sa satisfaction anticipée en choisissant B (devenu B') présentant le même rendement mais de variabilité égale à V_A .

La firme peut également choisir le projet A', dont la variabilité a également été réduite. Toutefois, comme l'illustre la figure 3, le fait d'avoir apporté des modifications qui ont déplacé PP_0 vers PP_1 dans le but de favoriser le projet B implique que PP_1 ne se poursuit pas à droite du point B', le projet A' est ainsi exclu du domaine de projets possibles. On peut alors qualifier de conditionnelle la réduction de la variabilité du rendement.

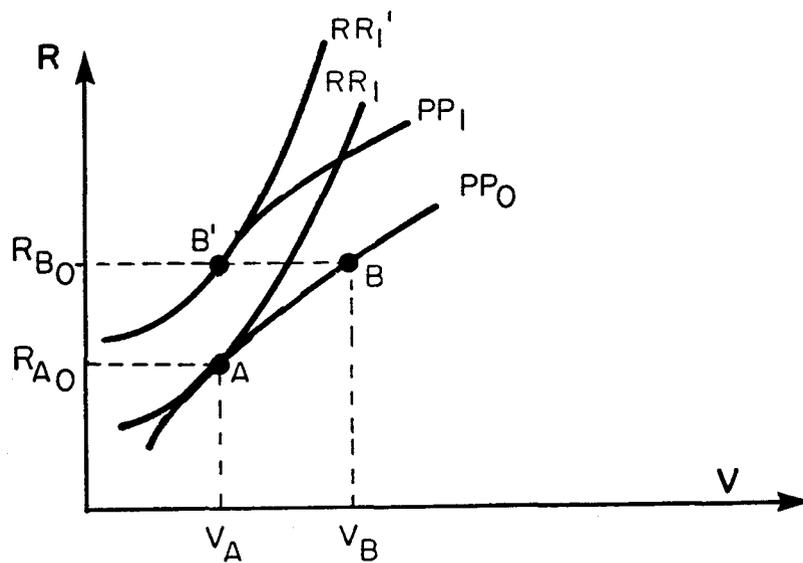


Figure 3. Réduction conditionnelle de la variabilité du rendement.

La diminution du risque d'un niveau V_b vers V_a peut être attribuable à: une optimisation de l'information technologique ou financière, une amélioration des liens université-industrie, une nouvelle évaluation des potentialités de marché d'un certain projet ou une baisse appréciable du risque financier suite au support d'autres acteurs (institutionnels ou entrepreneurs).

Les facteurs freins et stimulants jugés importants, critiques ou essentiels l'ont tous été parce qu'ils influencent les risques (variabilité) associés à différents types de projet. Une intervention conditionnelle externe pour favoriser un certain projet doit modifier la variabilité du rendement. Toutefois, rien n'est moins évident que d'établir les balises de l'intervention, car quelles pondérations donner aux facteurs financiers par rapport aux facteurs reliés à la nature de la biomasse? Un certain nombre de firmes ont d'ailleurs indiqué en entrevue qu'un projet de valorisation industrielle de la biomasse pouvant comporter un risque financier élevé serait quand même accepté si ce projet permettait d'acquérir une expertise extrêmement pertinente (surtout face aux concurrents).

Cependant, l'approche établie par l'étude a le mérite d'être pragmatique et d'ouvrir de nombreuses voies à des mesures efficaces de soutien institutionnel. Sachant à quel point le partage des risques est critique, on peut imaginer, en plus d'une politique institutionnelle de recherche et développement du risque financier qui soit conditionnelle, une intervention de recherche et développement destinée, par exemple, à diminuer les risques d'échecs en augmentant les connaissances scientifiques, économiques et managériales qui établissent le cadre conceptuel d'un processus d'innovation réussi.



RÉFÉRENCES

ADAMS, W. et J. DIRLAM (1966). "Big steel invention and innovation". The Quarterly Journal of Economics, 80(2): 167-189.

BAUMANN, H.G. (1973) The diffusion of the basic oxygen process in the U.S. and canadian steel industry. University of Western Ontario.

BERNSTEIN, J. (1984). Corporate Ownership, Production, Tax Policy and Research and Development. Document non publié, Ministère d'Expansion Industrielle Régionale, Ottawa.

BOLLINGER L., K. HOPE et J.M. UTTERBACK (1983). "A Review of litterature and hypotheses on new technology Based Forms". Research Policy, 12(1): 1-14.

BONIN, L. et R. LACROIX (1985). Sciences Economique et Technologie. Département de Sciences Economiques, Université de Montréal.

BUSCHE, M., T.K. NG, C.C. MACDONALD et R.W.F. HARDY (1983). "Production of feed-stock chemicals". Science: 219 p. 733-739.

COLWELL, R.R. (1983). "Biotechnology in the Sciences", Science, 222: 19-23.

CHAND, R.K. (1982). "Characteristics of Research and Development Performing Firms in Canadian manufacturing". Research policy, 11(3): 143-203.

CHICHA, J. et JULIEN, P.A. (1978). La stratégie des PME et leur adaptation au changement. Compilation préliminaire de certaines données recueillies à la suite d'une enquête en avril 1978. Université du Québec à Trois-Rivières.

Conference Board of Canada (1985). R.D. in the Canadian Corporate Sectors: A Survey of Attitudes and Spending Intentions. Ottawa.

Conseil Economique du Canada (1983). Les enjeux du progrès. Ottawa.

DAVIES, S.W. (1971). "The clay brick industry and the tunnel of kiln". National Institute Economic Review, novembre, pp. 54-71.

DAVIES, S.W. (1979). The Diffusion of Process Innovation, Cambridge, University Press, Londres.

DE MELTO, D.P., K.E. McMULLEN et R.M. WILLIAS (1985). Preliminary Report: Innovation and Technological Change in Five Canadian Industries. Conseil économique du Canada, Discussion Paper no. 176, Ottawa.

Forecasting and Assesment of Science and Technology (FAST), (1982). Technological Forecasting for Downstream Processing in Biotechnology. Series FAST 6, Bruxelles.

FREEMAN, C. (1974). The Economics of Industrial Innovation. In: H.Townsond (éd.), Industrial Economics. Penguin books.

GLOBERMAN S. (1973). "Market Structure and R & D in Canadian manufacturing industries". Quarterly Review of Economics and Business, 13(2): 59-68.

GLOBERMAN, S. (1975). Technological diffusion in canadian manufacturing industries. Ministère d'Expansion Industrielle Régionale, Ottawa, 126 pages.

GOLD, B., W. PIERCE et S. ROSSEGER (1970). "Diffusion of major technological innovations in U.S. iron and steel manufacturing". Journal of Industrial Economics, 18(3): 218-241.

GRUBER, W.H. et D.G. MARQUIS (éd.) (1969). Factors in the Transfer of Technology. The MIT Press, Cambridge.

HAMBERG, D. (1963). "Invention in the industrial research laboratory". Journal of Political Economy, avril, pp. 95-115.

HOWE, J.D. et D.G. McFETRIDGE (1982). "The Determinants of R & D Expenditures". Canadian Journal of Economics, pp. 57-71, février.

JULIEN, P.A. et L. HEBERT (1985). "Le rythme de pénétration des nouvelles technologies dans les PME manufacturières québécoises". Cahier de recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, septembre.

KAMIN, B. et HORESUN (1982). "Some Determinants of Cost Distribution in the Process of Technological Innovation" Research Policy, 11 (2): 83-94.

KOTOWITZ, Y. (1983). Positive Industrial Policy: the implications for R & D. Ontario Economic Council, Toronto.

LANDRY, R. (1985). Sciences politiques et politiques technologiques. Département de science politique, Université Laval, Décembre.

LEITH, S. (1987). Les freins et stimulants à l'initiative de valorisation technologique de la biomasse: compte-rendu de l'enquête auprès de certaines entreprises québécoises. INRS-Eau, Rapport interne No 106, version préliminaire, Ste-Foy.

LONGO, F. (1984). Industrial R & D and Productivity in Canada. A manuscript Report Prepared for the Science Council of Canada.

MADDALA, G.S. et P.T. KNIGHT (1967). "International diffusion of technical change: a case study of the oxygen steel-making process". The Economic Journal, 77 (307): 531-558.

MANSFIELD, E. (1961). "Technical change and the rate of imitation". Econometrica, 29(4): 741-766.

MANSFIELD, E. (1969a). "The rate of imitation". In Industrial Research and Technological Innovation. W.W. Norton and Co., éditeurs, N.Y.

MANSFIELD, E. (1969b). "The speed of response of individual firms". In Industrial Research and Technological Innovation. W.W. Norton and Co., éditeurs, New York.

MANSFIELD, E. et L. SWITZER (1985). The Effects of R & D Tax Credits and Allowances in Canada. Document non publié, printemps.

McFETRIDGE, B. et R. CORVARI (1985). Technology Diffusion: A Survey of Canadian Evidence in Public Policy Issues. Document soumis à la Commission MacDonald sur l'unité canadienne, Ottawa.

McFETRIDGE, D.G. et WARDA, J.P. (1983). Canadian R & D Incentives: their Adequacy and their Impact. Toronto, Association canadienne d'études fiscales.

NADIRI, K.I. (1979). Contributions and Determinants of Research and Development Expenditures in the U.S. Manufacturing Industrie. National Bureau of Economic Research, Working Paper no. 360.

NASBITT, L. (1973). "The diffusion of innovations in Swedish industry". In: B.R. WILLIAMS (éd.) Science and Technology in Economic Growth, Mac Millan Press, Londres.

NASBITT, L. et G.F. RAY, (1984). The Diffusion of New Industrial Processes. Cambridge University Press.

OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) (1982). Biotechnologie, Perspective et tendance. Paris.

ODKEY, P.P. et R. ROTHWELL (1984). "High Technology, Small Forms and Regional Industrial Growth". SSRC/CURDS Workshop on Technological Change, Industrial restructuring and regional development". Center for Regional and Urban Studies. University of Newcastle, p. 28-30.

Office of Technology Assessment (1983). Commercial Biotechnology. chap. 17. Congress of the United States. Washington, D.C.

PALDA, K et B. PAZDERKA (1982). Approaches to an International Comparison of canadian R & D Expenditures. Conseil économique du Canada, Ottawa.

PETERSON, R.A., W. RUDELIUS et G.L. WOOD (1972). "Spread of marketing innovations in a service industry". Journal of business, octobre, pp. 485-496.

POSNER, H. et L. WESA, (1983). Canadian Productivity Growth. Conseil économique du Canada, Ottawa.

PROULX, P.P. (1985). Un examen des effets du budget provincial 1985-1986 et du budget fédéral du 23 mai 1985 sur la recherche et le développement au Québec. Rapport transmis au Président du Conseil de la science et de la technologie, 17 septembre, 100 p.

ROSENBERG, N. (1972). "Factors affecting the diffusion of technology". Explorations in economic history, 10(1): 3-33.

SCHMOOKLER, J. (1966). Invention and Economic Growth. Harvard University Press, Cambridge.

SHRIVES, R.E. (1978). "Market structure and innovations: a new perspective". Journal of Business, septembre, pp. 112-117.

SUTHERLAND, A. (1959). "The diffusion of an innovation in cotton spinning". Journal of Industrial Economics, mars, pp. 118-135.

TERLECKYJ'S, M. (1980). "Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth of Industries" In: G.W. KENDRICK et B.N. VACARA, (éds.), New Developments in Productivity Measurements and Analysis. University of Chicago Press, Chicago.

TILTON, J.E. (1971). International Diffusion of Technology: the Case of Semi-Conductors. The Brookings Institute, Washington.

VILLARD, H.H. (1958). "Competition, oligopoly and research". Journal of Political Economy, décembre, pp. 483-497.

VON BRUNT, J. (1986). "Fermentations Economics". Bio/Technology, May pp. 395-401.

WICHES, J.B. (1979). L'innovation technologique et la petite entreprise. Ministère de l'Industrie et du Commerce, Ottawa.

ANNEXE 1

LETTRE AUX PARTICIPANTS A
L'ENQUETE ET QUESTIONNAIRE SUR
LES DONNEES GÉNÉRALES PROPRES
AU RÉPONDANT



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique

Complexe scientifique, 2700 rue Einstein
Case postale 7500
Sainte-Foy, Québec, Canada
G1V 4C7
Téléphone: (418) 654-2524

INRS-Eau

le 18 août 1986

Objet: Analyse des freins et stimulants à l'initiative technologique de valorisation industrielle de la biomasse

Le Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB) est une corporation du gouvernement québécois dont la mission est de promouvoir la recherche et le développement dans le domaine de la valorisation de la biomasse, une priorité étant d'accorder la mise à l'échelle de procédés.

Il y a quelques mois le Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB) a demandé aux services du département de Développement Technique du Groupe SNC, d'inventorier, d'une part, les procédés d'intérêt, la capacité des industries existantes (plate-formes expérimentales, installations pilotes et usines de démonstration) de même que les personnes et les structures spécialisées dans la mise à l'échelle de procédés de transformation de la biomasse à partir du laboratoire jusqu'à l'échelle industrielle et, d'autre part, d'établir une politique d'intervention appropriée dans ce domaine.

Dans la poursuite de cette réflexion, le CQVB désire connaître et comprendre les freins et stimulants ainsi que les facteurs de succès et d'échecs et les irritants dans le domaine de la valorisation industrielle de la biomasse. Cette analyse des freins et stimulants de la biomasse permettra de susciter un plus grand nombre d'investissements dans ce secteur.

.../2



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

Complexe scientifique, 2700 rue Einstein
Case postale 7500
Sainte-Foy, Québec, Canada
G1V 4C7
Téléphone: (418) 654-2524

INRS-Eau

-2-

le 18 août 1986

pour s'acquitter de cette tâche, le CQVB a mandaté une équipe de chercheurs-consultants associée à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), section Eau. L'équipe vise actuellement à contacter et à interviewer différents acteurs oeuvrant dans les activités de valorisation industrielle de la biomasse. L'entretien sera effectué suivant un questionnaire-entrevue portant principalement sur les freins et stimulants à l'investissement ou à la poursuite de la mise à l'échelle de la valorisation industrielle de la biomasse.

Nous vous téléphonerons très prochainement pour fixer le moment de cette rencontre et nous vous remercions à l'avance de votre collaboration.

L'entrevue devra pouvoir se réaliser à l'intérieur d'une heure. Afin de pouvoir mieux nous préparer, nous vous serions reconnaissants si vous pouviez nous faire parvenir des informations sur vos activités dans le domaine de la biomasse et vous pouviez aussi compléter et nous retourner le questionnaire-information que nous avons annexées à cette lettre.

Selon votre demande, il sera possible de signer une entente de confidentialité conjointe avec le CQVB pour les informations que vous nous communiquerez.

Espérant pouvoir compter sur votre collaboration dans ce domaine, veuillez agréer nos sentiments distingués.

Sylvain Leith
Economiste-consultant
associé à l'INRS-Eau
5767 chemin Hudson, app.10
Montréal (Québec)
H3S 2G4
tél. (514) 739 5217

c.c. Jean-Maurice Plourde
Directeur de la planification
et de l'administration
Centre québécois de valorisation
de la biomasse

QUESTIONNAIRE SUR LES DONNEES
GENERALES DE L'ENTREPRISE

IDENTIFICATION DE L'ENTREPRISE ET DONNEES
SOMMAIRES SUR SES ACTIVITES ECONOMIQUES DE RECHERCHE

I/ Données économiques

(1) Combien d'employés l'entreprise compte-t-elle? -----

(2) Quel est votre chiffre d'affaires? -----

(3) Dans lequel des secteurs d'activité économique suivants l'entreprise se retrouve-t-elle?

- Pâtes et papiers -----

- Aliments et boissons -----

- Chimie -----

- Bois -----

- Textile -----

- Communications -----

- Autre (spécifiez) -----

(4) Depuis combien de temps l'entreprise est-elle en opération dans ce secteur d'activité économique? -----

(5) Utilisez-vous des matières de type biomasse dans vos opérations commerciales courantes? (Voir tableau pour types de biomasse) OUI NON
----- -----

Si OUI, nommez-les: -----

(6)	Avez-vous des problèmes de disposition de sous-produits dans votre production industrielle et commerciale?	OUI	NON		
		-----	-----		
	Si OUI: a) Nommez ces sous-produits et dites	-----	-----		
	s'ils sont présents en quantité	-----	-----		
	importante	-----	-----		
		OUI	NON		
	b) Est-ce que ces produits sont valorisables?	-----	-----		
(7)	Formation des cadres et professionnels (en nombre)	Ph.D.	M.Sc.	Bacc.	DEC
	- Chercheurs	-----	-----	-----	-----
	- Management	-----	-----	-----	-----

II/ Données sur l'activité de recherche et de développement de la biomasse

(1)	Faites-vous de la recherche et du développement avec utilisation de la biomasse? (Voir tableau ci-joint pour les types de biomasse)	OUI	NON
		-----	-----
	a) Comme matière brute?	-----	-----
	b) Comme ingrédient? (Donnez son importance relative en % des autres ingrédients)	-----	% -----
(2)	Adoptez-vous des technologies étrangères?	OUI	NON
		-----	-----
	Si OUI, d'où originent-elles généralement?	-----	-----
		-----	-----
		-----	-----

- (3) Combien de projets avez-vous en cours dans le domaine de la valorisation de la biomasse? -----
- (4) Type de recherche effectuée:
- | | Projet | | |
|--|--------|------|------|
| | 1er | 2e | 3e |
| - Biomasse utilisée | ---- | ---- | ---- |
| - Autres matériaux utilisés | ---- | ---- | ---- |
| - Procédé de transformation utilisé | ---- | ---- | ---- |
| - Sous-produit et son poids approximatif par rapport au produit (en %) | ---- | ---- | ---- |
- (5) À quelle étape du processus de recherche et de développement en êtes-vous rendus?
- | | Projet | | |
|--|--------|------|------|
| | 1er | 2e | 3e |
| - Modèle de laboratoire (Bench Scale) | ---- | ---- | ---- |
| - Unité de développement | ---- | ---- | ---- |
| - Usine pilote et unité de démonstration | ---- | ---- | ---- |
| - Diffusion industrielle et commerciale | ---- | ---- | ---- |
- (6) Dans quelle proportion faites-vous de la recherche INTRA ou EXTRA murale?
- | | |
|-------|---------|
| INTRA | ----- |
| EXTRA | ----- |
| | 1 0 0 % |
- (7) Quel est le produit ou le procédé visé? -----
- (8) Quel est le marché visé?
- | | Projet | | |
|-----------------|--------|------|------|
| | 1er | 2e | 3e |
| - Local | ---- | ---- | ---- |
| - National | ---- | ---- | ---- |
| - International | ---- | ---- | ---- |

(9) Comment financez-vous votre recherche (en %) ou numérotez par ordre d'importance 1 à 6)

- A même vos profits ----- (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 - Fonds des gouvernement ----- (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 - Emission d'actions ou d'obligations ----- (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 - Capital de risque ----- (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 - Prêts bancaires ----- (1) (2) (3) (4) (5) (6)
- 100%

(10) Quel est le lien avec les laboratoires externes:

- Gouvernements -----
- Universités -----
- Centres publics de recherche -----
- Autres (spécifiez) -----

(11) Quel est le lien avec d'autres entreprises?

- Joint Venture -----
- Autres (spécifiez) -----

III/ Données sur la rentabilité d'une filière d'utilisation de la biomasse

(1) Voici trois facteurs importants dans l'évaluation d'une filière d'utilisation de la biomasse. Indiquez, par ordre d'importance, les paramètres à maîtriser afin d'effectuer une évaluation satisfaisante de chacun de ces facteurs.

a) **Premier facteur:** disponibilité de la biomasse

(Exemples de paramètres):

- Coût d'opportunité -----
- Coût du transport -----
- Coût de collecte -----
- Autres (spécifiez) -----

b) **Deuxième facteur:** disponibilité de la technologie

(Exemples de paramètres):

- Technologie de production de la biomasse -----
- Technologie de collecte et de ramassage -----
- Technologie de conversion ou de transformation de la biomasse -----
- Autres (spécifiez) -----

c) **Troisième facteur:** faisabilité économique et adéquation des besoins de la demande pour le produit ou le procédé visé

- Conditions économiques générales:

- . prix de l'output et de substituts -----
- . exigences des investissements -----
- . types de biomasse -----
- . taille de l'installation -----
- . niveau et caractéristiques de l'investissement -----
- . autres (spécifiez) -----



ANNEXE 2

EXEMPLAIRE DU QUESTIONNAIRE D'INTRODUCTION
À L'ENTREVUE ET DU QUESTIONNAIRE SUR LES FREINS,
LES STIMULANTS, LES FACTEURS D'ÉCHEC ET LES FACTEURS DE SUCCÈS



QUESTIONNAIRE D'INTRODUCTION A L'ENTREVUE

- 1) Quels sont les raisons ou les acquis qui vous ont amenés à opérer?
 - a) dans cette activité économique de la valorisation de la biomasse?

 - b) dans cette activité de recherche?

- 2) Lorsque vous êtes entrés dans cette activité de recherche, comment vous êtes-vous pris pour déterminer vos dépenses dans l'activité de recherche en biomasse?
 - . en % des ventes

 - . activité faisant partie d'un processus de planification stratégique

 - . sur une base d'analyse de projet

 - . selon les dépenses des concurrents

 - . autres:

3) Comment avez-vous fait pour choisir ce projet précis de R-D?

. selon les problèmes auxquels font face; la production

. le taux de rendement, valeur présente nette, etc...

. selon ce que vous anticipez dans l'avenir

. autres:

4) Si vous n'avez pas de programme précis pour le choix de projets, quelles en sont les raisons?

TABLEAU SUR LES FACTEURS FREINS

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas	
<p>1) Risques financiers:</p> <p>Cas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si autosuffisance de fonds, est-ce que le risque que le projet n'aboutisse pas, peut altérer son financement interne? Si oui, c'est donc que c'est un facteur important et dans quelle mesure? - Si les fonds proviennent de l'extérieur, la possibilité que vous ne puissiez obtenir la proportion voulue de financement est considérée comme un frein: <ul style="list-style-type: none"> a) au moment d'investir? (dans quelle mesure) ou b) lorsque le processus de mise à l'échelle est déjà entamé? (dans quelle mesure) - Est-ce que la nature du produit ou le type de recherche peut avoir un impact sur le financement? <ul style="list-style-type: none"> a) Si oui, quel type d'impact? Si impact négatif, dans quelle mesure est-ce un frein à l'investissement? b) Si non, est-ce que ça dépend des sources de fonds? 					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION			REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	
<p>2) Coût du capital:</p> <p>Est-ce que le coût du capital est considéré comme un frein à l'investissement?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure?</p>				
<p>3) Risques stratégiques:</p> <p>Est-ce que vous regardez plusieurs possibilités avant d'investir?</p> <p>Si oui, est-ce que vous discriminez seulement sur le taux de rendement?</p> <p>a) Si oui, le coût d'opportunité est alors un frein? Dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, quels autres facteurs sont importants dans la discrimination de projets? Sont-ils importants?</p>				

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas	
<p>4) Risque d'information:</p> <p>- Faites-vous une étude de marché?</p> <p>a) Si oui, y regardez-vous la disponibilité d'un marché national?</p> <p>Si oui, la difficulté d'obtenir un marché satisfaisant est-il un frein? Dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, la disponibilité d'un marché n'est pas un facteur considéré?</p> <p>- Faites-vous une étude de faisabilité technique (faisabilité technologique)?</p> <p>a) Si oui, la difficulté technologique est-elle considérée comme un frein?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p> <p>-Est-ce que vous considérez la disponibilité d'information technique comme un facteur?</p> <p>Si oui, si difficulté, dans quelle mesure est-ce un frein?</p>					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION			REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	
<p>5) Risque du produit:</p> <p>Est-ce que vous faites une étude sur les rejets possibles du produit par le marché?</p> <p>a) Si oui, c'est donc que la possibilité d'un rejet est un facteur considéré? S'il y a rejet possible, ce facteur est-il un frein? Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, c'est donc que ce facteur n'est pas important.</p>				
<p>6) Sous-produits:</p> <p>Est-ce que les sous-produits issus des procédés de conversion sont des facteurs considérés?</p> <p>a) Si oui, comment? -La possibilité que les sous-produits ne soient pas valorisés est-elle un frein? Dans quelle mesure? -Y-a-t-il des coûts d'entreposage ou d'épuration? Dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p>				

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas	
<p>7) Taille de l'investissement:</p> <p>Est-ce que la taille de l'investissement est un facteur considéré?</p> <p>a) Si oui, est-ce que la possibilité que l'investissement soit important peut être un frein?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure? Si non, pourquoi?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p>					
<p>8) Coût de production:</p> <p>Au moment d'investir ou dans le processus de mise à échelle, considérez-vous les coûts de production comme un facteur de décision?</p> <p>a) Si oui, est-ce qu'un coût élevé peut être un frein?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure? Si non, pourquoi?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p>					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION			REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	
<p>9) Coût des matières brutes:</p> <p>Au moment d'investir ou dans le processus de mise à l'échelle, considérez-vous les coûts des matières brutes comme un facteur de décision?</p> <p>a) Si oui, est-ce qu'un coût élevé peut être un frein?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>Si non, pourquoi?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p>				
<p>10) Insécurité de l'approvisionnement</p> <p>En matière d'approvisionnement en matière brute, faites-vous des études sur la sécurité d'approvisionnement?</p> <p>a) Si oui, la possibilité que l'approvisionnement soit coûteux est-il un frein?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p>				

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION			REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	
<p>11) Problème de recrutement de la main-d'oeuvre qualifiée:</p> <p>Etudiez-vous les niveaux de recrutement de la main-d'oeuvre qualifiée?</p> <p>a) Si oui, la possibilité que l'approvisionnement soit coûteux est-il un frein?</p> <p>Si non, dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p>				
<p>12) Système de brevets:</p> <p>- Avez-vous tenté de breveter un produit ou un procédé?</p> <p>Si oui, le système est-il adéquat:</p> <p>a) En terme de protection?</p> <p>Si non, peut-il être un frein?</p> <p>b) En terme de diffusion de l'information technique?</p> <p>Si non, peut-il être un frein?</p> <p>Si non, pourquoi?</p>				

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas	
<p>13) Réglementation:</p> <p>-Est-ce que vous considérez la réglementation sur la santé et la sécurité de l'activité de recherche au ou commerciale comme un facteur de décision?</p> <p>a) Si oui, est-elle un frein?</p> <p> Si oui, dans quelle mesure?</p> <p> Si non, pourquoi?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p> <p>-Considérez-vous d'autres réglementations relatives à l'activité de R.D.?</p> <p> Si oui, lesquelles?</p> <p> Sont-elles des freins?</p>					
<p>14) L'intervention publique:</p> <p>L'intervention publique est-elle adéquate?</p> <p>a) En terme de programme d'aide?</p> <p> Si non, peut-elle être un frein?</p> <p> Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>b) En terme de procédure administrative?</p> <p> Si non, est-elle trop contraignante? Si oui, est-elle un frein et dans quelle mesure?</p>					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	Ne s'applique pas	
<p>15) Autres:</p> <p>Labo externe à l'entreprise est-il un frein?</p> <p>recrutement de la main-d'œuvre qualifiée?</p>					

TABLEAU SUR LES FACTEURS STIMULANTS

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur essentiel	Effet positif	Pas d'effet désirable	Ne s'appli- que pas	
<p>1) Fonds de support du gou- vernement (tout dépend de la réponse à la question 8, partie II)</p> <p>cas:-Si vous utilisez des fonds du gouvernement, la disponibilité de fond vous stimule-t-elle à investir ou à pousser la mise à l'échelle?</p> <p>-Si vous n'utilisez pas le fonds, la possibilité d'en obtenir pourrait-il stimuler votre investissement? Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>Si non, pourquoi?</p>					
<p>2) Crédits d'impôt:</p> <p>a) Crédit d'impôt à la R.D.: Est-ce que les crédits d'im- pôt sont considérés comme facteurs de décision (à in- vestir ou à poursuivre la mi- se à l'échelle)?</p> <p>Si oui, sont-ils des stimu- lants à investir ou poursui- vre la mise à l'échelle et dans quelle mesure?</p> <p>Si non, pourquoi? frein?</p>					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur essentiel	Effet positif	Pas d'effet désirable	Ne s'appli- que pas	
<p>2) Crédits d'impôt (suite):</p> <p>b) Crédit d'impôt à l'investissement: Est-ce que les crédits à l'investissement sont considérés comme facteurs de décision (à investir ou à poursuivre la mise à l'échelle)?</p> <p>Si oui, sont-ils des stimulants à l'investissement ou à la mise à l'échelle et dans quelle mesure?</p> <p>b) Si non, pourquoi?</p>					
<p>3) Valorisation des sous-produits:</p> <p>- Avez-vous tenté de breveter un produit ou un procédé?</p> <p>Si oui, la possibilité de les valoriser est-elle un stimulant?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>Si non, pourquoi?</p> <p>- Si non, pourquoi l'information technique?</p>					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur essentiel	Effet positif	Pas d'effet désirable	Ne s'appli- que pas	
<p>4) Liens possibles avec: d'autres organismes: (cf. question 9, partie II).</p> <p>- Si aucun lien,</p> <p>est-ce que la possibilité d'avoir des liens avec d'au- tres organismes est considé- rée au moment d'investir ou dans le processus de mise à l'échelle?</p> <p>Si oui, la possibilité de lien serait-elle un stimulant et dans quelle mesure?</p> <p>Si non, pourquoi?</p>					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur essentiel	Effet positif	Pas d'effet désirable	Ne s'applique pas	
<p>5) Bon accès à des produits brevetés:</p> <p>Est-ce que vous considérez le facteur "accès à des produits brevetés" comme un stimulant à la R.D. en biomasse?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>Si non, pourquoi?</p>					
<p>6) Facilité d'adaptation des techniques nouvelles face au marché:</p> <p>Dans la commercialisation, considérez-vous le facteur "adaptation des techniques nouvelles face au marché" comme stimulant?</p> <p>Si oui, dans quelle mesure?</p> <p>Si non, pourquoi?</p>					

TABLEAU (suite)

FACTEURS	PONDERATION			REMARQUES
	Facteur essentiel	Effet positif	Pas d'effet désirable	
<p>7) -Considérez-vous la disponibilité joint venture, de plate-forme, d'essai externe, d'incubateur, etc., dans la décision d'investir ou de la poursuite de la mise à l'échelle?</p> <p>.Si oui, cette disponibilité peut-elle être un stimulant si elle est accessible? Dans quelle mesure?</p> <p>.Si non, pourquoi?</p>				
8) Autres				

TABLEAU SUR LES FACTEURS DE SUCCES

FACTEURS	PONDERATION				REMARQUES
	Facteur essentiel	Effet positif	Pas d'effet	Ne s'appli- que pas	
Voici une liste de facteurs de succès. Je vous les énumère et dites-moi ce qui ressort le plus et donnez-en un poids:					
1) Souplesse d'une unité de laboratoire.					
2) Compatibilité entre objectifs des départements (production et R.D. .					
3) Effort de marketing et de vente.					
4) Nouveauté du produit.					
5) Compréhension rapide des besoins de la demande.					
6) Confidentialité de la recherche.					
7) Localisation de l'entreprise.					

TABLEAU SUR LES FACTERS D'ECHEC

FACTEURS	PONDERATION			REMARQUES
	Facteur critique	Important	Pas important	
Voici une liste de facteurs d'échecs. Je vous les énumère et dites-moi ce qui ressort le plus et donnez-en un poids.				
1) Mauvais contrôle des coûts de la R.D. .				
2) Incapacité d'identifier les utilisateurs du produit.				
3) Difficulté de réaction du management.				
4) Problème de diversification des fonds.				
5) Durée et échéance trop serrée.				
6) Nombre d'intervenants.				
7) Le manque d'information.				

