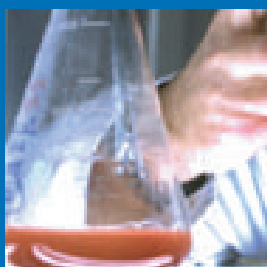


Rapport final

Évaluation des retombées de Partenariat technologique Canada

Rédigé pour la
Direction générale de la vérification et
de l'évaluation d'Industrie Canada

Le 16 septembre 2005



Réf. HAL: 7553

**HICKLING
ARTHURS
LOW**
TECHNOLOGY MANAGEMENT,
STRATEGY, AND ECONOMICS

Rapport final

Évaluation des retombées de Partenariat technologique Canada

Rédigé pour la

**Direction générale de la vérification et
de l'évaluation d'Industrie Canada**

Rédigé par



Le 16 septembre 2005

Réf. HAL : 7553

Résumé

Partenariat technologique Canada (PTC) est un organisme de service spécial d'Industrie Canada dont le mandat consiste à fournir une aide financière à la recherche-développement stratégique et à mettre sur pied des projets de démonstration dont profiteront les Canadiens sur les plans économique, social et environnemental. Le programme vise avant tout des champs technologiques d'importance vitale tels que les technologies environnementales, l'aérospatiale et la défense et les technologies habilitantes, ces dernières englobant la biotechnologie, les nouveaux matériaux et la fabrication de pointe ainsi que les technologies de l'information et des communications.

PTC compte deux mécanismes de prestation principaux : PTC—R-D, dont se charge directement PTC et qui cible les grandes entreprises, et PTC—PARI, soit le Programme d'aide à la recherche industrielle, qui relève du Conseil national de recherches du Canada et qui vient en aide aux petites et moyennes entreprises (PME) pour des projets d'une valeur inférieure à 3 millions \$. La présente étude porte sur quelque 693 projets, dont 420 ont été réalisés par des PME sous l'égide de PTC—PARI.

La présente étude a pour but d'évaluer les retombées économiques et non économiques des projets de PTC et utilise à cette fin un modèle socioéconomique. Le modèle d'évaluation de PTC est axé sur les entreprises recevant du financement du Programme qui réalisent du développement de technologie ou de produit et, en bout de ligne, des activités de production et de marketing. Ces entreprises reçoivent donc des investissements de PTC, mais elles peuvent être influencées ou aidées par d'autres activités gouvernementales, notamment par la fourniture de biens et services, les travaux de laboratoires gouvernementaux ainsi que d'autres programmes gouvernementaux. Les entreprises recevant du financement de PTC, à leur tour, influencent le reste de l'industrie canadienne en diffusant, intentionnellement ou non, des compétences et un savoir-faire dans d'autres entreprises. Les entreprises recevant du financement de PTC ont également une incidence économique et non économique auprès des utilisateurs canadiens de leurs biens et services. En fin de compte, les activités des entreprises recevant du financement de PTC de même que le gouvernement, l'industrie et les utilisateurs du Canada amènent dans l'économie canadienne des améliorations d'infrastructure, la création de richesses et des avantages pour le bien public.

Afin d'évaluer l'ampleur des retombées économiques, il faut prendre en compte un certain nombre de facteurs, notamment les suivants :

- Les **ventes** correspondent à la valeur des ventes directes effectuées par des entreprises canadiennes recevant du financement de PTC, aux ventes indirectes effectuées par

d'autres entreprises recevant du financement de PTC et aux ventes résultant d'une diffusion auprès d'autres entreprises canadiennes.

- Les **ventes attribuées** correspondent à la valeur des ventes ajustée en fonction d'un apport différentiel et d'une impartition pour tenir compte du fait qu'une certaine partie des retombées peut avoir été réalisée sans l'aide de PTC et que ce programme n'est pas le seul facteur à l'origine des ventes et, donc, que l'on ne peut accorder à PTC le crédit de la valeur entière de ces retombées.
- Les **ventes attribuées actualisées** correspondent aux ventes attribuées, mais ajustées de manière à tenir compte de la valeur actuelle de l'argent – la préférence étant accordée aux retombées précoces plutôt que tardives. Ainsi des retombées indirectes et de retombées de diffusion peuvent survenir de nombreuses années après l'année de référence. L'actualisation sert à réduire l'importance de ces retombées selon un certain coefficient.
- Les **retombées actualisées** correspondent aux ventes attribuées, mais actualisées de manière à tenir compte des fuites économiques et du déplacement de ventes sur le marché intérieur. Une fuite économique survient lorsqu'une partie de la valeur des produits vendus nécessite l'importation de matières constitutives, ce qui occasionne une perte pour l'économie canadienne. Les ventes intérieures qui ne font que déplacer des ventes qui auraient été imputées à d'autres entreprises canadiennes (ne recevant pas de financement de PTC) ne procurent pas un gain net à l'économie et ne sont donc pas comptées. Par conséquent, les ventes considérées comme ayant des retombées sont celles qui sont réalisées à l'exportation ou qui augmentent les ventes intérieures.

Les retombées économiques totales de Partenariat technologique Canada sont présentées au Tableau A. Les valeurs actualisées le sont en fonction de l'année de référence 2005 et d'un taux d'actualisation de 10 p. 100.

Tableau A : Retombées économiques totales*

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	2 797 845 062 \$		3 741 166 880 \$	1 909 781 416 \$
Dépenses des entreprises	8 644 407 620 \$		11 508 389 309 \$	5 852 158 379 \$
Dépenses totales	11 442 252 682 \$		15 249 556 189 \$	7 761 939 794 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	281 351 575 336 \$	84 405 472 601 \$	40 376 262 087 \$	14 300 588 608 \$
Ventes indirectes	72 550 148 095 \$	21 599 348 749 \$	11 811 043 559 \$	4 138 198 907 \$
Ventes de diffusion	152 078 979 821 \$	4 223 230 959 \$	942 876 970 \$	352 850 660 \$
Valeur pour les utilisateurs nationaux				5 697 375 629 \$
TOTAL	517 422 955 934 \$	110 228 052 309 \$	68 379 738 804 \$	32 250 953 598 \$

* En date de juin 2005

Si l'on compare les retombées économiques de ce programme avec celles d'autres programmes, il faut bien veiller à comparer des données semblables. **Les ventes totales sont souvent les données retenues pour d'autres programmes, dans des études de ce genre; cependant, les retombées actualisées sont une donnée plus prudente et plus raisonnable, et elle est adoptée dans la présente analyse.**

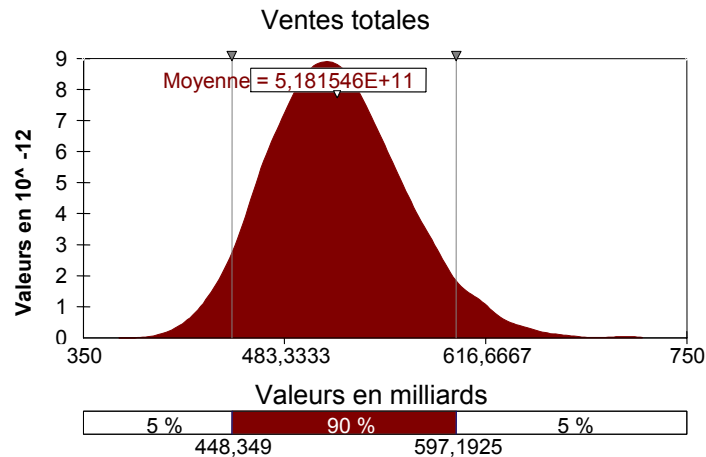
En résumé, on prévoit que les dépenses combinées du Programme par les mécanismes que constituent PTC—R-D et PTC—PARI, d'un montant de 2,8 milliards \$, et les dépenses des entreprises d'un montant de 8,6 milliards \$ donneront lieu à des dépenses totales de 11,4 milliards \$. Ces dépenses devraient entraîner des ventes directes de 281,2 milliards \$. De plus, l'expérience et les compétences ainsi acquises au Canada devraient se traduire dans l'avenir en ventes indirectes de 72,6 milliards \$ par des entreprises recevant un financement de PTC et en ventes de 152,1 milliards \$ de diffusion par d'autres entreprises canadiennes. Il convient d'observer que la plus grande partie de cette valeur résulte de l'estimation de ventes directes, qui sont les retombées les plus probables et qui ne dépendent pas du modèle d'évaluation de PTC.

Si l'on tient compte de l'attribution, de l'actualisation, des fuites économiques et du déplacement, les retombées s'établissent comme suit. On prévoit que le coût du programme, actualisé à 3,7 milliards \$ en fonction de 2005, devrait se traduire par des dépenses de 15,2 milliards \$ de la part d'entreprises canadiennes. Ces dépenses auront des retombées nettes de 7,8 milliards \$ sur l'économie canadienne et se traduiront par des ventes directes, indirectes et de diffusion d'une valeur de 18,8 milliards \$ additionnels en retombées nettes. Enfin, on prévoit que ces produits dérivés de PTC procureront aux utilisateurs canadiens un avantage économique de 5,7 milliards \$. Tous comptes faits, on évalue les retombées nettes sur l'économie canadienne à 32,3 milliards \$, soit 8,6 fois les dépenses du Programme.

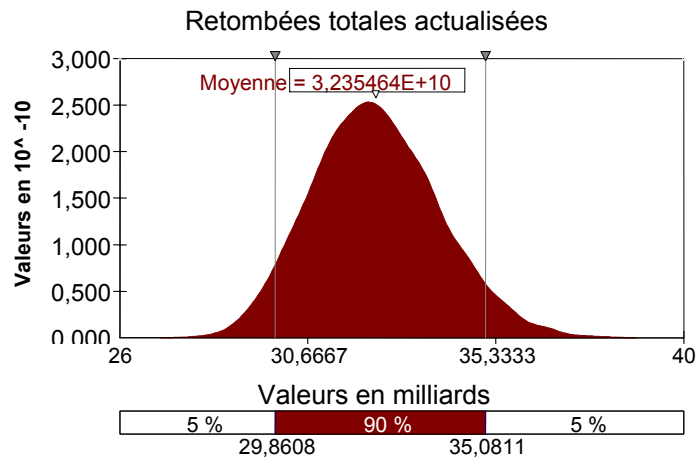
Toutes les prévisions sont aléatoires par leur nature même. On a tenu compte de cette incertitude en attribuant à certains paramètres d'entrée une valeur déterminée par distribution théorique et en générant des paramètres de distribution de sortie selon les techniques d'analyse Monte-Carlo.

La Figure A représente la distribution des ventes totales. La moyenne¹ s'établit à 518 milliards \$ pour un intervalle théorique de 90 p. 100 allant de 448 à 597 milliards \$.

¹ Les résultats de la simulation selon les techniques Monte-Carlo et ceux du tableau 4-1 ne concordent pas parfaitement en raison du nombre limité de simulations effectuées (10 000). Les résultats Monte-Carlo convergeront vers ceux du tableau 4-1 lorsque le nombre de simulations confinera à l'infini.

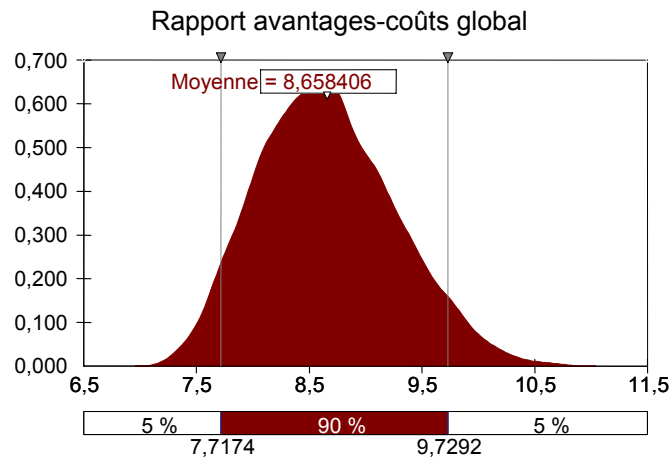
Figure A : Distribution théorique des ventes totales

La Figure B représente la distribution des retombées totales actualisées. La moyenne s'établit à 32 milliards \$ pour un intervalle théorique de 90 p. 100 allant de 30 à 35 milliards \$.

Figure B : Distribution théorique des retombées totales actualisées

La Figure C représente la distribution du rapport entre les retombées actualisées et les dépenses actualisées du Programme. La moyenne s'établit à 8,7 pour un intervalle de confiance de 90 p. 100 allant de 7,7 à 9,7.

Figure C : Distribution théorique du rapport entre les retombées actualisées et les dépenses actualisées du Programme



L'utilisation d'une technologie bénéficiant d'un financement de la part de PTC se traduit, certes, par des retombées économiques, mais aussi par d'autres retombées qui ne sont pas d'ordre économique, notamment sur la santé publique, la souveraineté et la sécurité, l'environnement, la société, les biens matériels et le progrès des connaissances. Certaines de ces retombées profitent aux utilisateurs de la technologie concernée, mais beaucoup d'autres profitent à l'ensemble de la société.

Les retombées intérieures profitent au Canada. Les retombées extérieures profitent au Canada uniquement dans la mesure où des Canadiens profitent des retombées dans d'autres pays. À titre d'exemple, des Canadiens peuvent profiter du progrès des connaissances et de contributions favorables à l'environnement dans d'autres pays; cependant, il est peu probable qu'ils profitent de contributions à l'économie, à la souveraineté et à la sécurité ainsi qu'à la politique publique d'autres pays. Dans la présente analyse, nous n'avons tenu compte que des retombées intérieures non économiques.

L'ampleur des retombées dépend de leur intensité dans un cas particulier et aussi de l'intensité générale de son utilisation. La Figure D représente la distribution des retombées non économiques au fil du temps. Il convient d'interpréter ces données avec prudence :

- Les données n'ont pas de signification absolue², bien que des comparaisons entre divers moments procurent une indication relative des retombées.
- Des comparaisons entre types de retombées ne sont pas valables, parce que ces types diffèrent entre eux de façon fondamentale et ne se prêtent pas à une comparaison directe.

² Les données sont le produit de la valeur des ventes (qui représente l'intensité d'utilisation) et des retombées qualitatives relatives.

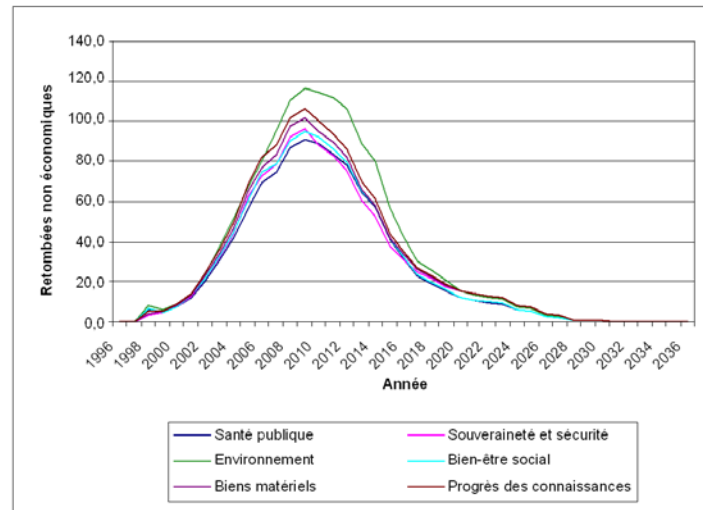
Figure D : Profil temporel des retombées non économiques

Table des matières

1. Introduction.....	1
1.1 Contexte.....	1
1.2 Objectif de l'étude	1
1.3 Structure du rapport	2
2. Le modèle d'évaluation de PTC.....	3
2.1 Structure.....	3
2.1.1 Le gouvernement canadien.....	4
2.1.2 Entreprises recevant du financement de PTC.....	5
2.1.3 Industrie canadienne.....	5
2.1.4 Utilisateurs canadiens.....	6
2.1.5 Retombées au Canada.....	7
2.2 Considérations.....	7
2.2.1 Effet différentiel.....	7
2.2.2 Attribution.....	8
2.2.3 Temps.....	8
3. Application du modèle d'évaluation de PTC.....	9
3.1 Vue d'ensemble.....	9
3.2 Sources de données.....	9
3.3 Données de PTC-R-D.....	10
3.3.1 Dépenses de programme.....	10
3.3.2 Modalités de remboursement.....	12
3.3.3 Estimation des remboursements.....	16
3.3.4 Estimation des ventes.....	19
3.3.5 Retombées non économiques.....	20
3.4 Données de PTC-PARI.....	21
3.4.1 Dépenses de programme.....	21
3.4.2 Modalités de remboursement.....	23
3.4.3 Estimation des remboursements.....	25
3.4.4 Estimation des ventes.....	26
3.4.5 Retombées non économiques.....	27
3.5 Autres paramètres.....	28
3.5.1 Paramètres généraux.....	28
3.5.2 Paramètres propres à chaque domaine technologique.....	28
3.5.3 Avantages pour les utilisateurs.....	31

4. Résultats du modèle d'évaluation de PTC.....	32
4.1 Retombées économiques	32
4.1.1 Retombées totales	32
4.1.2 Retombées selon le domaine technologique.....	38
4.2 Retombées régionales	47
4.3 Répercussions sur l'emploi.....	48
4.4 Retombées non économiques	49
4.5 Sensibilité	51
4.6 Validité	52
4.6.1 Études sur la diffusion	52
4.6.2 L'Advanced Technology Program des États-Unis	53
A. Description du modèle d'évaluation de PTC.....	56
A.1 Introduction	56
A.1.1 Paramètres de modélisation.....	56
A.1.2 Catégories de retombées : activité subventionnée, ventes indirectes et diffusion	56
A.2 Concepts du modèle.....	58
A.2.1 Processus d'adoption des innovations	58
A.2.2 Effet différentiel et attribution	61
A.2.3 Générateurs et récepteurs.....	62
A.2.4 Facteurs conditionnant les activités dérivées et la diffusion.....	63
A.3 La composante des activités dérivées	64
A.3.1 Forme de base du modèle	64
A.3.2 Ventes indirectes.....	65
A.3.3 Facteur d'adoption de l'innovation.....	66
A.3.4 Ventes de diffusion de technologies.....	67
A.4 La composante temps	67
A.4.1 Distribution des dépenses subventionnées.....	68
A.4.2 Distribution des ventes indirectes.....	68
A.4.3 Distribution des ventes de diffusion	71
A.4.4 Valeur actuelle des ventes totales	72
A.5 Analyse de l'incertitude.....	73
B. Résultats détaillés du modèle	74

Figures

Figure 1 : La structure du modèle d'évaluation de PTC.....	4
Figure 2 : Utilisation de la technologie.....	6
Figure 3 : Versement présumé de l'aide autorisée	11

Figure 4 : Profil des remboursements selon les contrats et selon les estimations révisées.....	17
Figure 5: Profil des remboursements selon les contrats.....	18
Figure 6: Profil des remboursements selon les estimations révisées	19
Figure 7 : Estimation des ventes	20
Figure 8 : Versement de l'aide autorisée.....	22
Figure 9 : Profil des remboursements	26
Figure 10 : Estimation des ventes	27
Figure 11 : Distribution des probabilités à l'égard des ventes totales	36
Figure 12 : Distribution des probabilités à l'égard des retombées totales actualisées.....	37
Figure 13 : Rapport entre les distributions des probabilités à l'égard des retombées actualisées et des dépenses de programme actualisées	37
Figure 14 : Distribution des probabilités à l'égard des ventes, des retombées actualisées et du rapport avantages-coûts respectivement de PTC-R-D et PTC-PARI	38
Figure 15 : R-D – aérospatiale et défense.....	39
Figure 16 : R-D – technologies habilitantes	40
Figure 17 : R-D – technologies environnementales.....	41
Figure 18 : PARI – fabrication de pointe	42
Figure 19 : PARI – matériaux de pointe	43
Figure 20 : PARI – aérospatiale	44
Figure 21 : PARI – biotechnologie	45
Figure 22 : PARI – environnement	46
Figure 23 : PARI – technologies de l'information et des communications	47
Figure 24 : Répartition des avantages non économiques dans le temps.....	51
Figure 25 : Sensibilité à l'égard des retombées totales actualisées	52
Figure 26 : Activité subventionnée, activités dérivées et activité de diffusion.....	57
Figure 27 : Modèle simplifié de processus d'innovation à quatre stades.....	59
Figure 28 : Générateurs et récepteurs dans les activités dérivées et la diffusion	62
Figure 29 : Distribution des ventes indirectes.....	69

Tableaux

Tableau 1 : Données nécessaires et sources.....	10
Tableau 2 : Aide autorisée.....	11
Tableau 3 : Contribution des entreprises et dépenses totales	12
Tableau 4 : Valeur des types de contrats	13
Tableau 5 : Fréquence des types de contrats.....	14
Tableau 6 : Applicabilité des types de contrats au calcul des ventes	15
Tableau 7 : Taux de redevances des contrats des types B1 et B2	15

Tableau 8 : Total des remboursements estimés selon les contrats et selon les estimations révisées	16
Tableau 9 : Taux de redevances implicites.....	20
Tableau 10 : Cotes des retombées non économiques.....	21
Tableau 11 : Aide autorisée.....	22
Tableau 12 : Contribution des entreprises et dépenses totales.....	23
Tableau 13 : Valeur des types de contrats.....	24
Tableau 14 : Fréquence des types de contrats.....	24
Tableau 15 : Taux de redevances.....	25
Tableau 16 : Total des remboursements estimés selon les contrats.....	25
Tableau 17 : Taux de redevances implicites.....	27
Tableau 18 : Cotes des retombées non économiques.....	28
Tableau 19 : Répartition selon le stade de développement, par domaine technologique.....	29
Tableau 20 : Nombre d'entreprises et taille des entreprises, selon le domaine technologique.....	30
Tableau 21 : Contenu importé, exportations et remplacement des importations, selon le domaine technologique.....	31
Tableau 22 : Retombées économiques totales.....	33
Tableau 23 : Retombées économiques de PTC-R-D.....	33
Tableau 24 : Retombées économiques de PTC-PARI.....	34
Tableau 25 : R-D – aérospatiale et défense.....	39
Tableau 26 : R-D – technologies habilitantes.....	40
Tableau 27 : R-D – technologies environnementales.....	41
Tableau 28 : PARI – fabrication de pointe.....	42
Tableau 29 : PARI – matériaux de pointe.....	43
Tableau 30 : PARI – aérospatiale.....	44
Tableau 31 : PARI – biotechnologie.....	45
Tableau 32 : PARI – environnement.....	46
Tableau 33 : PARI – technologies de l'information et des communications.....	47
Tableau 34 : Distribution régionale des retombées actualisées de PTC-R-D.....	48
Tableau 35 : Distribution régionale des retombées actualisées de PTC-PARI.....	48
Tableau 36 : Distribution régionale des années-personnes d'emploi de PTC-R-D.....	49
Tableau 37 : Distribution régionale des années-personnes d'emploi de PTC-PARI.....	49
Tableau 38 : Retombées non économiques, PTC-R-D.....	50
Tableau 39 : Retombées non économiques, PTC-PARI.....	50
Tableau 40 : Comparaison de PTC et de l'ATP selon des indicateurs choisis.....	54
Tableau 41 : Modèle de processus d'innovation à quatre stades, avec probabilités et coûts.....	60

1. Introduction

1.1 Contexte

Partenariat technologique Canada (PTC) est un organisme de service spécial d'Industrie Canada dont le mandat consiste à fournir une aide financière à la recherche-développement (R-D) stratégique et à mettre sur pied des projets de démonstration dont profiteront les Canadiens sur les plans économique, social et environnemental. Le programme vise avant tout à investir dans des projets risqués qui ne sont pas viables d'un point de vue strictement financier mais qui sont dans l'intérêt du Canada. PTC vise des champs technologiques d'importance vitale tels que les technologies environnementales, l'aérospatiale et la défense et les technologies habilitantes, ces dernières englobant la biotechnologie, les nouveaux matériaux et la fabrication de pointe ainsi que les technologies de l'information et des communications. En plus des remboursements, le programme vise à assurer des retombées, y compris une augmentation des capacités technologiques, la création et le maintien d'emplois de qualité et l'amélioration de l'environnement.

PTC compte deux mécanismes de prestation principaux : PTC-R-D, dont se charge directement PTC et qui cible les grandes entreprises; et PTC-PARI, soit le Programme d'aide à la recherche industrielle, qui relève du Conseil national de recherches du Canada et qui vient en aide aux petites et moyennes entreprises (PME) pour des projets d'une valeur inférieure à 3 millions de dollars. La présente étude porte sur quelque 693 projets, dont 420 ont été réalisés par des PME sous l'égide de PTC-PARI.

1.2 Objectif de l'étude

La présente étude a pour but d'évaluer les retombées économiques et non économiques des projets de PTC.

La valeur des projets de PTC provient aussi bien de la mise au point de technologies que de leur utilisation ultérieure. Les retombées possibles sont de trois ordres : économique, qualité de vie et infrastructure. La mise au point de technologies peut entraîner des retombées économiques (comme des revenus et des emplois). L'utilisation de technologies peut engendrer des retombées économiques (comme des économies et des améliorations de la qualité) et des retombées au plan de la qualité de vie (comme des améliorations du point de vue de la santé, un apport à la souveraineté et à la sécurité, des avantages environnementaux, des améliorations sociales et le

progrès des connaissances). L'infrastructure englobe par exemple des biens matériels, des compétences améliorées et de nouvelles techniques qui produiront des retombées futures au plan économique et en termes de qualité de vie.

Des retombées découlent directement des technologies qui sont mises au point, de produits et services qui en sont dérivés au sein de l'entreprise sous contrat, de la diffusion de ces éléments à d'autres entreprises dans l'économie canadienne et enfin de l'utilisation de produits et services qui les intègrent par des acteurs ou consommateurs au sein de l'économie.

À l'exception de retombées limitées au plan de l'infrastructure, les projets produisent des retombées dans la mesure où les technologies mises au point sont achetées et utilisées. En conséquence, les ventes de l'entreprise sous contrat sont un indicateur important de l'ensemble des retombées en aval.

1.3 Structure du rapport

Le modèle utilisé pour évaluer les retombées de PTC est présenté au chapitre 2 et décrit en plus ample détail à l'annexe A.

L'application du modèle et les valeurs des paramètres utilisés dans l'analyse sont décrites au chapitre 3.

Les résultats du modèle sont résumés au chapitre 4; les détails se trouvent à l'annexe B.

2. Le modèle d'évaluation de PTC

Ce chapitre présente un modèle socioéconomique de l'évaluation des retombées de PTC. Une description technique du modèle figure à l'annexe A. Des modèles semblables ont été utilisés pour jauger les répercussions de nombreux programmes, de sorte que le présent modèle a été calibré et validé. Il tient compte des facteurs suivants :

- les différents stades du processus de R-D, depuis la recherche de base jusqu'à la prospection des marchés et à la commercialisation;
- l'évaluation de l'augmentation de l'activité en R-D induite par l'activité subventionnée (effet d'amplification du budget);
- l'évaluation de l'effet différentiel, pour exclure des retombées ce qui se serait produit sans le programme;
- l'analyse de l'attribution, les différents apports au succès de la R-D étant explicitement reconnus pour éviter d'attribuer toutes les retombées au programme à l'étude;
- les ventes indirectes ou activités dérivées (application des résultats de la R-D, au sens large), dans les organisations qui se livrent à une activité de R-D bénéficiant d'un appui;
- la diffusion de technologies, d'innovations et d'information qui projettent les retombées des résultats de la R-D au-delà des organisations participant au programme;
- la répartition dans le temps de la mise en application ou des ventes commerciales par rapport aux divers stades d'activité de R-D et d'ingénierie;
- l'évaluation des retombées tant non économiques qu'économiques.

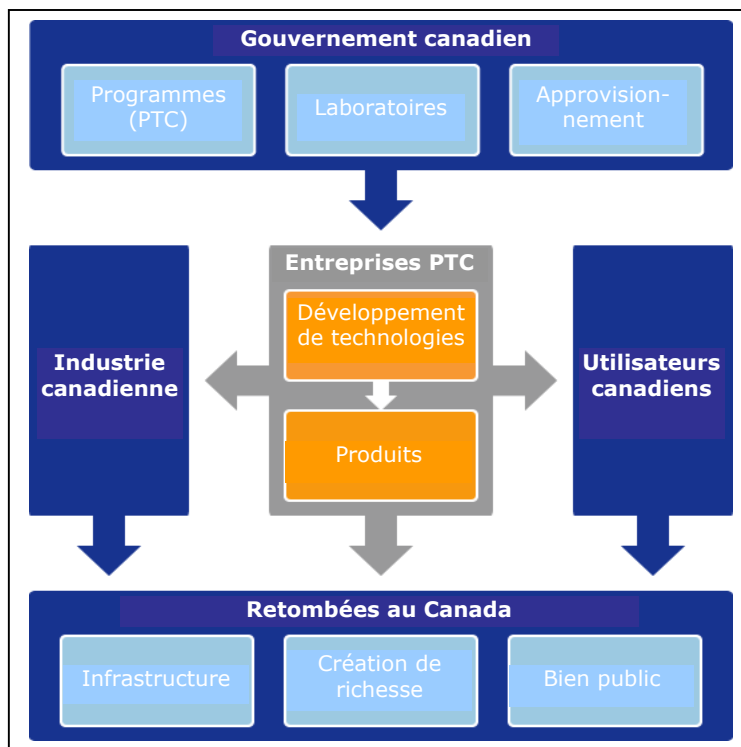
2.1 Structure

Le modèle d'évaluation de PTC peut être vu comme un cadre doté de cinq composantes principales (figure 1). Au centre du cadre se trouvent les entreprises ayant reçu du financement de PTC qui entreprennent des activités de développement de la technologie, de développement de produits, de production et de commercialisation. Les entreprises subventionnées par PTC reçoivent des fonds par l'entremise de PTC et peuvent être influencées ou obtenir des appuis par l'entremise d'autres activités gouvernementales comme l'approvisionnement en biens et services, les travaux de laboratoires gouvernementaux et d'autres programmes

gouvernementaux. Les entreprises subventionnées par PTC influencent à leur tour le reste de l'industrie canadienne par la diffusion intentionnelle ou non de compétences et connaissances à d'autres entreprises. Les entreprises subventionnées par PTC produisent aussi des retombées économiques et non économiques par l'entremise des utilisateurs canadiens de leurs biens et services. En fin de compte, les activités des entreprises subventionnées par PTC, du gouvernement canadien, de l'industrie canadienne et des utilisateurs canadiens produisent des retombées dans l'économie canadienne sous forme d'améliorations de l'infrastructure, de création de richesse et d'avantages relevant de l'intérêt public.

Les sections suivantes examinent ces cinq composantes du modèle d'évaluation de PTC.

Figure 1 : La structure du modèle d'évaluation de PTC



2.1.1 Le gouvernement canadien

Le gouvernement peut appuyer le développement et la commercialisation de technologies par divers mécanismes, par exemple l'approvisionnement, les travaux de ses laboratoires et des programmes (comme PTC). Aux premiers stades du cycle de développement d'une technologie, l'aide gouvernementale joue souvent un rôle primordial. Une telle aide se justifie sur deux plans :

- Le secteur privé investit habituellement trop peu dans la R-D parce que l'entreprise ne peut pas s'approprier adéquatement les avantages de ce genre d'activité (une compréhension améliorée ne peut pas aisément être commercialisée ou brevetée). En outre, le niveau de risque et d'incertitude quant aux coûts de l'activité et aux résultats probables est tel que souvent, une entreprise ne peut pas se permettre de l'assumer.

- Il peut y avoir des obstacles à la création d'un marché à l'égard d'un nouveau produit ou système majeur lorsque la fiabilité, le rendement et le coût ne sont pas suffisamment connus ou pas encore démontrés. L'aide ou la participation du gouvernement dans les projets de démonstration peut être efficace pour surmonter ces obstacles dans l'intérêt de toutes les entreprises de l'industrie et de tous les segments de marché en cause.

La justification d'une aide gouvernementale est que les retombées économiques et sociales accrues (ou accélérées) qui découlent de l'intervention du gouvernement surpassent ses coûts économiques et sociaux.

Dans les stades plus avancés du cycle de développement, l'aide gouvernementale vise souvent le développement d'entreprise de façon plus générale. Ici, la justification d'une intervention du gouvernement est en général le développement industriel, le développement régional, la création d'emplois et autres effets qui cadrent avec les priorités et objectifs sociaux du gouvernement.

2.1.2 *Entreprises recevant du financement de PTC*

Les dépenses de PTC consacrées au développement technologique produisent certaines retombées immédiates, mais le rendement économique de la technologie découle surtout de la commercialisation et de la mise en application de la technologie plutôt que de sa mise au point. Pour évaluer la rentabilité du développement technologique, c'est souvent ces retombées en aval qui doivent être reconnues et estimées.

Les retombées en aval sont de deux types : la vente de nouveaux biens et services résultant directement des projets subventionnés par PTC; et les effets dérivés qui découlent à plus long terme de l'accroissement de l'expertise et de l'expérience qu'acquièrent les entreprises subventionnées par PTC en réalisant les travaux subventionnés. Le fait de posséder des employés compétents et expérimentés, des installations de production, de l'expertise en matière de technologie et de gestion de projet, entre autres, apportera une importante contribution à la compétitivité future des entreprises subventionnées par PTC.

La relation entre activité subventionnée, ventes directes et ventes indirectes est caractérisée entre autres par les facteurs suivants :

- la capacité des entreprises d'entreprendre l'activité subventionnée en vue d'une commercialisation;
- une longue liste de facteurs liés au développement de produits et au développement commercial (délais de l'homologation, de l'enregistrement, du brevetage; concurrence de sources étrangères; conditions du marché; conjoncture économique; etc.) qui conditionnent la possibilité que le produit en cause donne lieu à un projet rentable.

2.1.3 *Industrie canadienne*

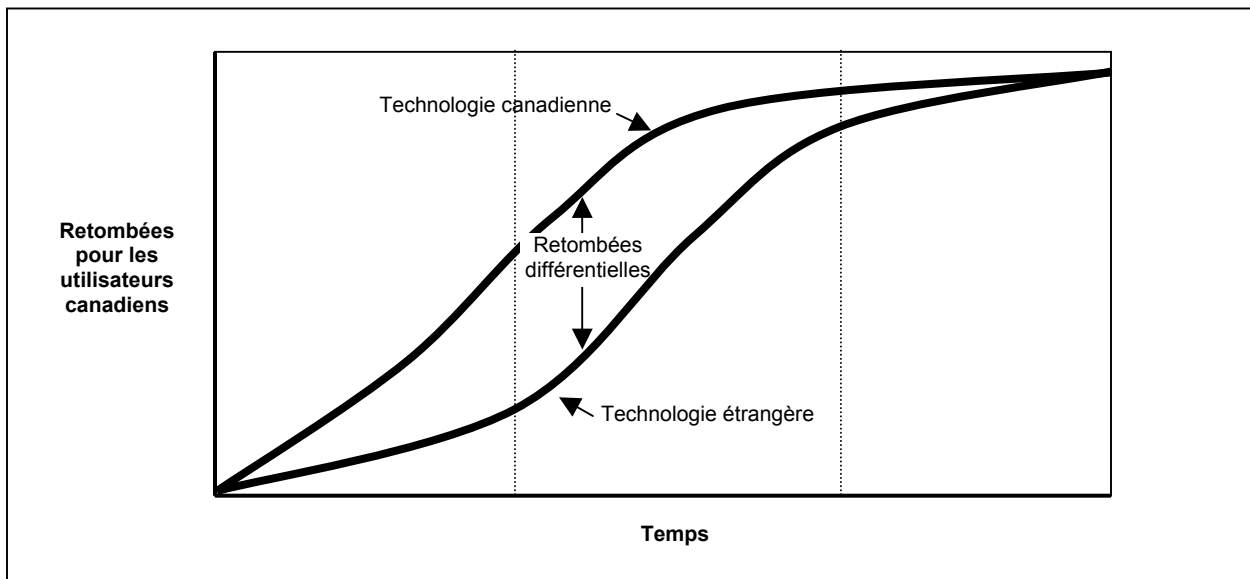
Grâce à la diffusion, d'autres entreprises qui n'ont pas de relation avec PTC peuvent obtenir d'entreprises subventionnées par PTC des ressources humaines, des technologies ou des concepts

qui rehausseront leurs propres capacités de mettre au point et commercialiser des technologies. La diffusion se produit par des mécanismes comme les partenariats stratégiques, le brevetage, les études publiées, la mobilité du personnel et la rétroingénierie.

2.1.4 Utilisateurs canadiens

Il y a également des retombées économiques découlant de la mise en application de la technologie de PTC par des utilisateurs : amélioration de la qualité des produits ou réduction des coûts de production rehaussant la compétitivité des entreprises. On reconnaît toutefois qu'avec le temps, les nouvelles technologies en question seraient en toute vraisemblance souvent disponibles à l'extérieur du Canada. En conséquence, les retombées différentielles viennent surtout du temps gagné dans la mise au point de la technologie ou sa mise en application d'une façon particulièrement adaptée aux conditions canadiennes, permettant une adoption plus rapide et une plus grande pénétration parmi les utilisateurs canadiens, comme l'indique la figure 2.

Figure 2 : Utilisation de la technologie



Cependant, certains des avantages économiques obtenus par les utilisateurs sont annulés par le prix qu'ils doivent payer pour les produits et services. L'avantage pertinent ici est le surplus du consommateur – c'est-à-dire la différence positive entre la valeur du produit et son coût.

En calculant l'avantage économique de l'utilisation de la technologie de PTC, on a supposé qu'en moyenne, les utilisateurs achètent une technologie à un prix selon lequel le rendement du capital investi (RCI) à l'égard des biens ou services équivaut au RCI minimum qui lui est acceptable. Par conséquent, l'avantage économique pour les utilisateurs canadiens est au moins le RCI prévu des investissements dans l'industrie utilisatrice.

Par ailleurs, au contraire de la production et de la vente de produits, l'utilisation d'une technologie peut aussi produire des retombées non économiques pour l'environnement, la souveraineté et la sécurité, le bien-être social, la santé et le progrès des connaissances. Comme

ces éléments sont par nature non économiques, il n'est pas aisé de les réduire à des quantités monétaires. Nous avons plutôt estimé l'ampleur de ces retombées en affectant une pondération qualitative à l'importance relative des retombées et en la multipliant par la valeur des ventes (comme approximation de la quantité d'utilisation).

2.1.5 Retombées au Canada

En résumé, les retombées des projets de PTC proviennent de trois sources :

1. la R-D visant une technologie;
2. la production et la vente de produits et services intégrant cette technologie;
3. l'utilisation de la technologie (intégrée à des biens et services).

Bien que cela puisse paraître évident, il importe de souligner le fait que les retombées de la production et de l'utilisation d'une technologie sont directement proportionnelles au degré d'utilisation : si les utilisateurs finaux n'achètent pas et n'utilisent pas une technologie, il n'y aura pas de retombées.

Dans la mesure où les dépenses consacrées au développement d'une technologie et à la production sont effectuées au Canada, il y aura des retombées pour le Canada. Fait moins évident, une certaine portion du travail effectué au Canada « fuira » à l'étranger sous forme de paiements pour des composantes – pièces et services – qui ne sont pas disponibles au Canada.

Dans le passé, les répercussions ont été considérées sous l'angle de la création directe de richesse – stimulant l'économie par la production et la vente de biens et services tangibles dans l'économie, habituellement par le secteur privé. En outre, nous savons que la technologie peut rehausser le bien-être social d'un pays (le bien public) et améliorer son infrastructure. Les améliorations à l'infrastructure, comme des réseaux de communication plus rapides ou des méthodes et codes améliorés, contribuent avec le temps à la productivité, à la création de richesse et au bien public.

2.2 Considérations

En analysant les résultats d'un programme, les considérations suivantes devraient être prises en compte.

2.2.1 Effet différentiel

Les retombées et effets à prendre en compte sont ceux qui sont directement dus à l'action gouvernementale en cause – PTC. Ces retombées et effets sont différentiels en ce sens où il y a une différence entre ce qui s'est produit à la suite de l'action gouvernementale (le programme

PTC) et ce qui se serait produit sans cette action. Si rien ne change par suite d'une action, les retombées et effets sont les mêmes avec ou sans l'action et l'effet différentiel est nul.

2.2.2 Attribution

Un concept connexe à celui de l'effet différentiel est celui de l'attribution. Même si PTC produit des différences dans les retombées, une partie des retombées peut logiquement être attribuée à d'autres programmes, sources de financement, organisations ou stimulants. Les retombées et effets peuvent découler de plus d'un programme ou plus d'une politique du gouvernement. Ces activités supplémentaires peuvent donner lieu à des retombées et effets qui ne sont pas entièrement (ou équitablement) attribuables à PTC. Dans ces cas, pour reconnaître le rôle des autres programmes ou activités, les retombées doivent être réparties entre les divers programmes en cause. Dans la mesure où ces autres sources peuvent être reconnues, elles devraient toutes participer à l'attribution des retombées et effets associés à PTC.

2.2.3 Temps

Le cadre temporel est important dans l'évaluation des retombées. Les principales retombées attribuables à la R-D et au transfert de technologie sont réalisées par la société longtemps après la fin d'activités gouvernementales particulières et pendant de nombreuses années futures.

Ce fait complique la reconnaissance et la mesure des retombées et leur attribution à l'activité qui en est la source. Les difficultés découlent des facteurs suivants :

- l'incertitude quant à l'éventualité qu'un développement ayant bénéficié d'une aide du programme sera réellement commercialisé pour réaliser les retombées possibles;
- l'incertitude quant à savoir si une fois mise en application, la technologie produira les résultats prévus d'après le prototype ou la démonstration;
- le manque de connaissances sur les effets non recherchés ou non prévus de l'introduction de nouvelles technologies ou de la modification de procédés existants;
- l'incertitude quant au niveau des avantages et des coûts associés à une application particulière d'une technologie.

En outre, il est préférable de réaliser des avantages précoces plutôt que tardifs, de sorte que les retombées futures ont moins de valeur que les retombées présentes et doivent être escomptées en conséquence.

3. Application du modèle d'évaluation de PTC

3.1 Vue d'ensemble

Le modèle d'évaluation de PTC qui est décrit dans ses grandes lignes au chapitre 2 et en détail à l'annexe A a été appliqué sous forme de programme informatique dans un chiffrier Excel, en utilisant le logiciel d'analyse @Risk. Ce logiciel permet de définir des paramètres d'entrée comme des distributions de probabilités. Au moyen d'une technique connue sous le nom d'analyse de Monte-Carlo, le modèle est itéré des milliers de fois pour de nombreuses valeurs des paramètres, créant des variables de sortie qui sont des distributions de probabilités.

Le contenu du chiffrier Excel figure à l'annexe B. On y trouve 14 feuilles de calcul, chacune visant un différent aspect du modèle.

Les choix des paramètres d'entrée du modèle sont décrits dans les sections suivantes.

3.2 Sources de données

Le tableau 1 présente une vue d'ensemble des données nécessaires au modèle d'évaluation de PTC et de leurs sources. Les sources sont les bases de données des projets tenues par PTC-R-D et PTC-PARI, des statistiques économiques de Statistiques Canada et d'autres sources ainsi que des entrevues avec des entreprises choisies. Dans certains cas, les valeurs des paramètres proviennent de multiples sources d'information. Dans la mesure du possible, les exigences en matière de rapports exigés des entreprises ont été minimisées en obtenant des données d'autres sources.

Tableau 1 : Données nécessaires et sources

Données nécessaires	Bases de données de PTC-R-D et PTC-PARI	Statistiques économiques	Entrevues auprès des entreprises
Domaine technologique	▲		
Stade du projet	▲		
Contribution de PTC	▲		
Contribution de l'entreprise	▲		
Autres contributions	▲		
Probabilité de succès	▲		
Effet différentiel			▲
Attribution	▲		▲
Nombre d'entreprises dans le secteur		▲	
Taille des entreprises dans le secteur		▲	
Liens sectoriels			▲
Ventes du projet	▲		▲
Décalage des ventes	▲		
Période de vente	▲		
Exportations		▲	▲
Remplacement des importations		▲	
Emplois	▲		
Remboursement de la contribution	▲		
RCI attendu		▲	
Facteur d'actualisation		▲	

3.3 *Données de PTC-R-D*

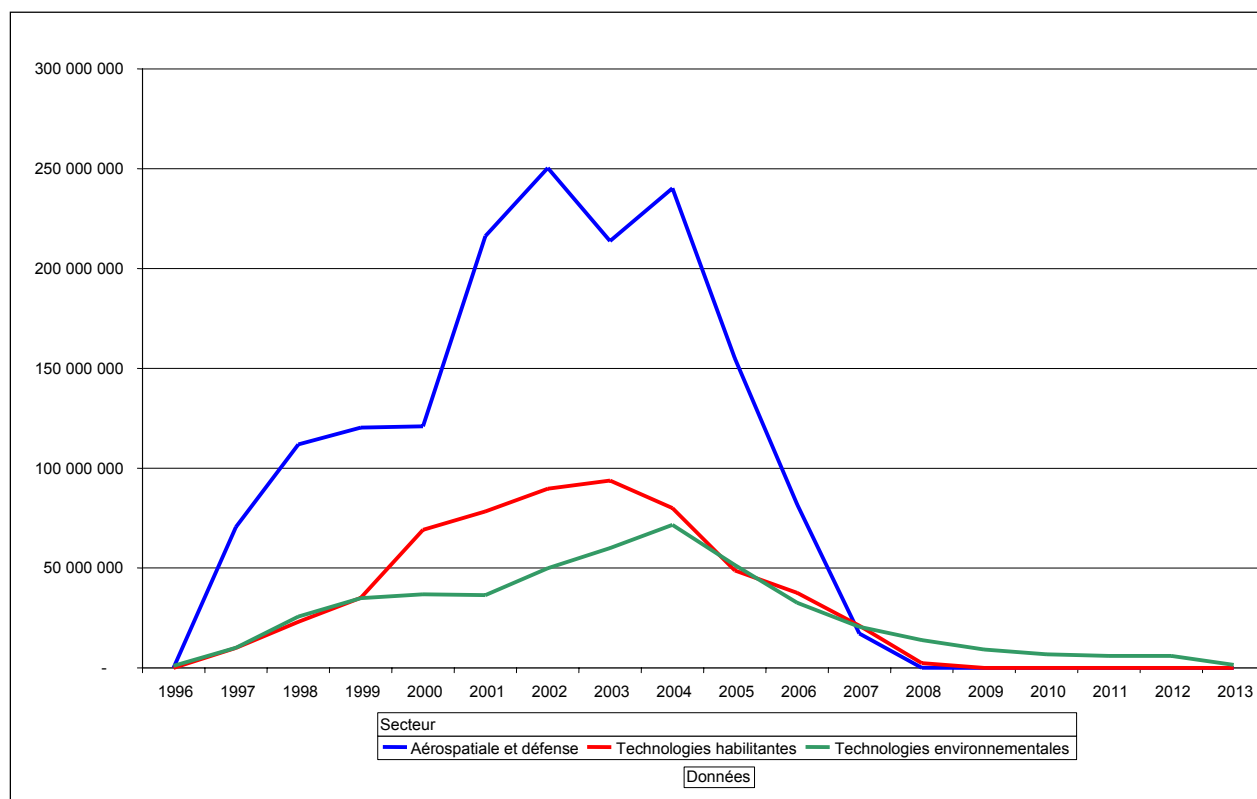
3.3.1 *Dépenses de programme*

L'analyse du programme PTC-R-D a porté sur 273 projets représentant au total une aide autorisée de 2 641 108 284 \$. La répartition de ces projets entre les trois domaines technologiques (aérospatiale et défense; technologies habilitantes; technologies environnementales) est indiquée dans le tableau 2. Le domaine des adhérents pionniers H2, qui compte cinq projets valant 18 410 868 \$, a été omis de l'analyse en raison des données limitées disponibles. Il faut noter que l'aide autorisée n'est pas nécessairement versée au complet aux entreprises; dans la présente analyse toutefois, on suppose qu'elle le sera.

Tableau 2 : Aide autorisée

Domaine technologique	Nombre de projets	Aide autorisée	Aide moyenne
Aérospatiale et défense	161	1 577 873 748 \$	9 800 458 \$
Technologies habilitantes	63	588 868 270 \$	9 347 115 \$
Technologies environnementales	49	474 366 266 \$	9 680 944 \$
Total	273	2 641 108 284 \$	9 674 389 \$

Les dates de début et de fin du contrat étaient disponibles dans la base de données de PTC-RD, mais pas le montant précis des versements monétaires au long de cette période. Par conséquent, il a été supposé que l'argent a été versé à intervalles réguliers. Le profil des dépenses qui en résulte est indiqué dans la figure 3.

Figure 3 : Versement présumé de l'aide autorisée

L'information sur la contribution de chaque entreprise était aussi disponible; il a été supposé qu'elle avait été déboursée suivant le même profil que les fonds du programme. Le multiplicateur moyen de la contribution de l'entreprise (le montant apporté par l'entreprise exprimé en multiple de l'aide autorisée du programme), la contribution des entreprises et les dépenses totales dans les trois domaines technologiques sont indiqués dans le tableau 3.

Tableau 3 : Contribution des entreprises et dépenses totales

Domaine technologique	Multiplicateur	Contribution des entreprises	Dépenses totales
Aérospatiale et défense	2,17	4 604 199 211 \$	6 202 848 930 \$
Technologies habilitantes	3,25	2 313 006 109 \$	2 902 012 774 \$
Technologies environnementales	2,66	1 425 375 279 \$	1 899 563 784 \$
Total	2,51	8 342 580 599 \$	11 004 425 489 \$

3.3.2 Modalités de remboursement

Les contributions de PTC-R-D sont remboursables selon les conditions négociées avec chaque entreprise. Les documents contractuels de chaque projet ont été examinés pour déterminer ces conditions. Les contrats comportent des variations, mais ils peuvent en général être classés dans six catégories :

- type A : remboursement conditionnel;
- type B1 : remboursement en fonction de la valeur des ventes de produits;
- type B2 : remboursement en fonction de la valeur des ventes de l'entreprise;
- type C : remboursement en fonction de la quantité vendue;
- type D : remboursement inconditionnel;
- type X : contrat annulé;
- type ND : information non disponible.

La description des conditions de remboursement de chaque catégorie figure ci-dessous.

Type A : remboursement conditionnel – Une part de 15 p. 100 de la contribution versée est remboursée chaque année de la période de remboursement pourvu que deux conditions soient réunies : 1) l'entreprise a réalisé une augmentation des revenus bruts supérieure à 10 p. 100 par rapport à l'année précédente; et 2) les revenus bruts de l'entreprise sont plus élevés que le « montant de base » défini comme étant les revenus de l'année précédant la première année de remboursement. Ces versements continuent jusqu'à ce que 115 p. 100 de la contribution versée ait été remboursée ou que 10 ans se soient écoulés, selon la première éventualité. Ces modalités de remboursement s'appliquent uniquement à l'Initiative de développement du réseau de fournisseurs (IDRF), qui fait partie du programme Aérospatiale et Défense de PTC.

Type B1 : remboursement en fonction de la valeur des ventes de produits – Un pourcentage des revenus bruts *du projet* est versé chaque année de la période de remboursement. Si au terme de la période de remboursement, le total des versements égale ou dépasse un multiple de la contribution, aucun versement supplémentaire n'est exigé. Cependant, si le montant n'a pas été remboursé, les versements continuent pendant une période supplémentaire limitée ou jusqu'à ce que le total des versements égale le multiple de la contribution.

Type B2 : remboursement en fonction de la valeur des ventes de l'entreprise – Un pourcentage des revenus bruts *de l'entreprise* est versé chaque année de la période de remboursement. Si au terme de la période de remboursement, le total des versements égale ou dépasse un multiple de la

contribution, aucun versement supplémentaire n'est exigé. Cependant, si le montant n'a pas été remboursé, les versements continuent pendant une période supplémentaire limitée ou jusqu'à ce que le total des versements égale le multiple de la contribution.

Type C : autre – Les modalités de remboursement ne correspondent à aucune des autres catégories. Les contrats de ce type prévoient souvent des modalités de remboursement en fonction de la quantité (plutôt que de la valeur) des produits vendus.

Type ND : information non disponible

Type U : remboursement inconditionnel – Le montant de la contribution est remboursé en 7 à 15 versements annuels égaux et consécutifs. Le premier versement survient deux ans après la fin des travaux.

Type X : contrat annulé – Le contrat a été annulé et aucun remboursement supplémentaire n'est attendu. Dans certains cas, un certain montant a été remboursé, souvent en un versement forfaitaire.

La distribution, la valeur totale et la valeur moyenne des différents types de contrats sont indiquées dans le tableau 4. L'incidence des types de contrats dans les trois domaines technologiques est indiquée dans le tableau 5.

Tableau 4 : Valeur des types de contrats

Type de contrat	Nombre	Total des contributions	Contribution moyenne
A – Remboursement conditionnel	31	18 605 667 \$	600 183 \$
B1 – Ventes de produits	124	1 545 447 380 \$	12 463 285 \$
B2 – Ventes de l'entreprise	56	435 639 317 \$	7 779 274 \$
C – Autre	15	350 672 980 \$	23 378 199 \$
ND – Information non disponible	14	246 704 061 \$	17 621 719 \$
U – Remboursement inconditionnel	22	19 156 989 \$	870 772 \$
X – Contrat annulé	11	24 881 890 \$	2 261 990 \$
Total	273	2 641 108 284 \$	9 674 389 \$

Tableau 5 : Fréquence des types de contrats

Type de contrat	Aérospatiale et défense	Technologies habilitantes	Technologies environnementales	Nombre
A – Remboursement conditionnel	31	0	0	31
B1 – Ventes de produits	72	35	17	124
B2 – Ventes de l'entreprise	22	19	15	56
C – Autre	8	1	6	15
ND – Information non disponible	2	5	7	14
U – Remboursement inconditionnel	22	0	0	22
X – Contrat annulé	4	3	4	11
Total	161	63	49	273

Aux fins de la présente étude, nous devons déterminer les ventes prévues et réelles des produits bénéficiant de R-D financée par PTC. Certains des types de contrats permettent de calculer les données voulues d'après les versements prévus et réels des entreprises. Le tableau 6 indique l'applicabilité des types de contrats aux fins de ce calcul ainsi que les hypothèses qui ont été formulées.

Tableau 6 : Applicabilité des types de contrats au calcul des ventes

Type de contrat	Applicabilité	Hypothèses
A – Remboursement conditionnel	Ces modalités de remboursement ne donnent aucune information sur les ventes.	On suppose que les ventes ne sont pas en proportion des remboursements comme c'est le cas dans la moyenne des types B1 et B2.
B1 – Ventes de produits	Ces modalités de remboursement donnent de l'information sur les ventes. Les ventes sont égales au remboursement, divisé par le taux de redevances.	On suppose que le montant maximum ne sera pas atteint à la fin de la période de remboursement, de sorte que le montant des remboursements ne sous-estime pas les ventes.
B2 – Ventes de l'entreprise	Ces modalités de remboursement donnent de l'information sur les ventes. Les ventes sont égales au remboursement, divisé par le taux de redevances.	On suppose que la plus grande partie des ventes de l'entreprise sont liées au projet de PTC. En outre, on suppose que le montant maximum ne sera pas atteint à la fin de la période de remboursement, de sorte que le montant des remboursements ne sous-estime pas les ventes.
C – Autre	Ces modalités de remboursement ne donnent aucune information sur les ventes.	On suppose que les ventes ne sont pas en proportion des remboursements comme c'est le cas dans la moyenne des types B1 et B2.
ND – Information non disponible	Aucune information.	On suppose que les ventes ne sont pas en proportion des remboursements comme c'est le cas dans la moyenne des types B1 et B2.
U – Remboursement inconditionnel	Ces modalités de remboursement ne donnent aucune information sur les ventes.	On suppose que les ventes ne sont pas en proportion des remboursements comme c'est le cas dans la moyenne des types B1 et B2.
X – Contrat annulé	Les modalités de remboursement ne sont plus pertinentes.	On suppose qu'il n'y aura pas de ventes supplémentaires.

Comme l'indique le tableau, seuls les contrats des types B1 et B2 permettent de calculer les ventes à partir de l'information sur les remboursements. Heureusement, ces contrats constituent la majorité : 66 p. 100 du nombre de contrats et 74 p. 100 de la valeur des contrats.

Les contrats des types B1 et B2 sont assortis de taux de redevances. Le tableau 7 indique le taux moyen prévu par les contrats de chacun des trois domaines technologiques.

Tableau 7 : Taux de redevances des contrats des types B1 et B2

Domaine technologique	Nombre	Taux de redevances moyen
Aérospatiale et défense	94	2,30 %
Technologies habilitantes	54	2,58 %
Technologies environnementales	32	2,21 %
Total	180	2,37 %

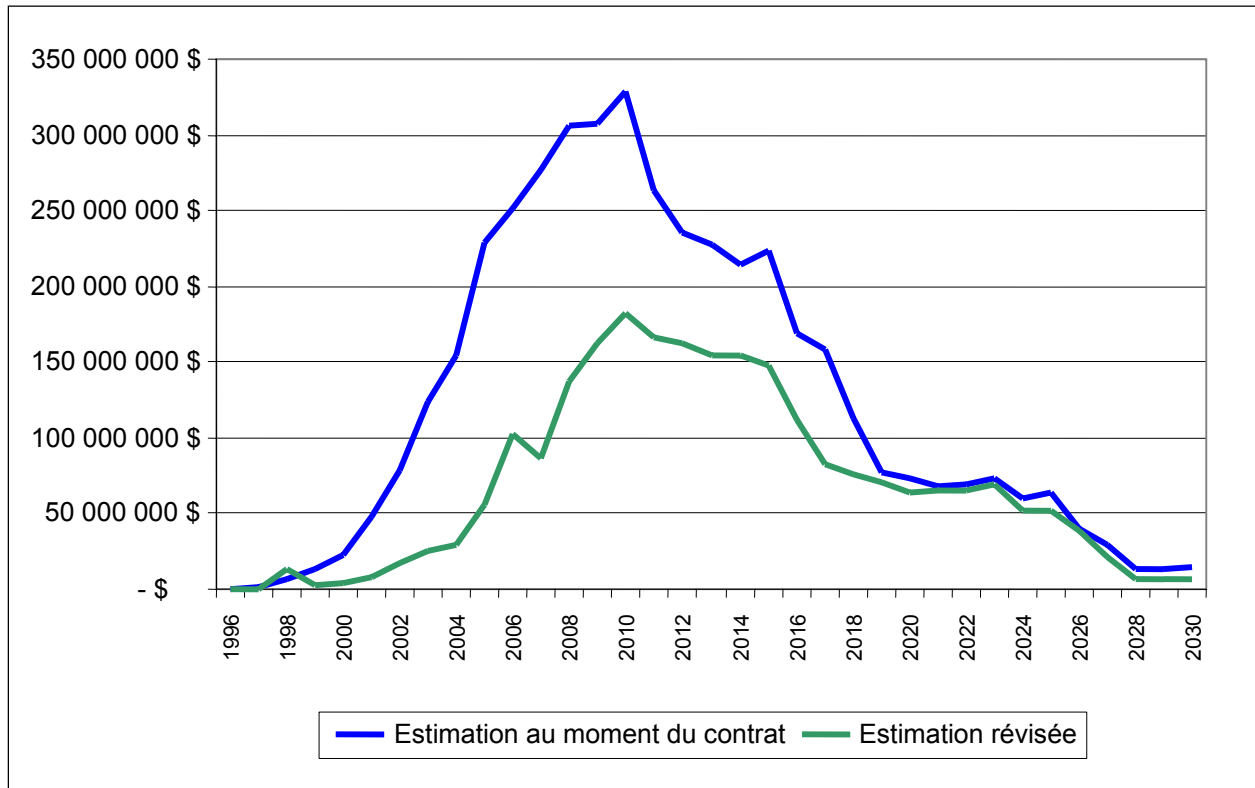
Dans le cas des contrats des types U, ND, C et A, on a utilisé le taux de redevances moyen du secteur correspondant. On a supposé qu'il n'y aurait pas de ventes supplémentaires dans le cas des contrats de type X.

3.3.3 *Estimation des remboursements*

Lors de l'établissement des contrats, les remboursements prévus sont estimés. Le tableau 8 présente le montant total de ces estimations et la figure 4, le profil des remboursements. Pour diverses raisons, les remboursements sont habituellement inférieurs à ce qui était initialement prévu. Chaque année, PTC ajuste ses prévisions des montants remboursés à la lumière des résultats des projets et des entreprises. Le tableau 8 et la figure 4 présentent aussi ces estimations et le profil des remboursements correspondants. Les remboursements totaux selon l'évaluation faite au moment de la conclusion des contrats s'élèvent à environ 4,3 milliards de dollars; les estimations actuelles sont d'environ 2,4 milliards de dollars, soit 55 p. 100 des estimations initiales. La figure 4 permet de constater la différence entre les estimations et les profils des remboursements. Les figures 5 et 6 présentent les profils des remboursements dans chaque domaine technologique, respectivement selon l'estimation à la conclusion des contrats et selon les estimations révisées.

Tableau 8 : Total des remboursements estimés selon les contrats et selon les estimations révisées

Domaine technologique	Total des remboursements estimés selon les contrats	Total des remboursements selon les estimations révisées	Pourcentage
Aérospatiale et défense	2 384 578 011 \$	1 569 378 414 \$	66 %
Technologies habilitantes	1 109 059 854 \$	292 483 974 \$	26 %
Technologies environnementales	856 058 907 \$	533 712 956 \$	62 %
Total	4 349 696 772 \$	2 395 575 344 \$	55 %

Figure 4 : Profil des remboursements selon les contrats et selon les estimations révisées

Comme l'illustre la figure 4, les estimations révisées prévoient que les remboursements seront à la fois réduits et retardés, bien que les données aient tendance à demeurer constantes dans le futur lointain.

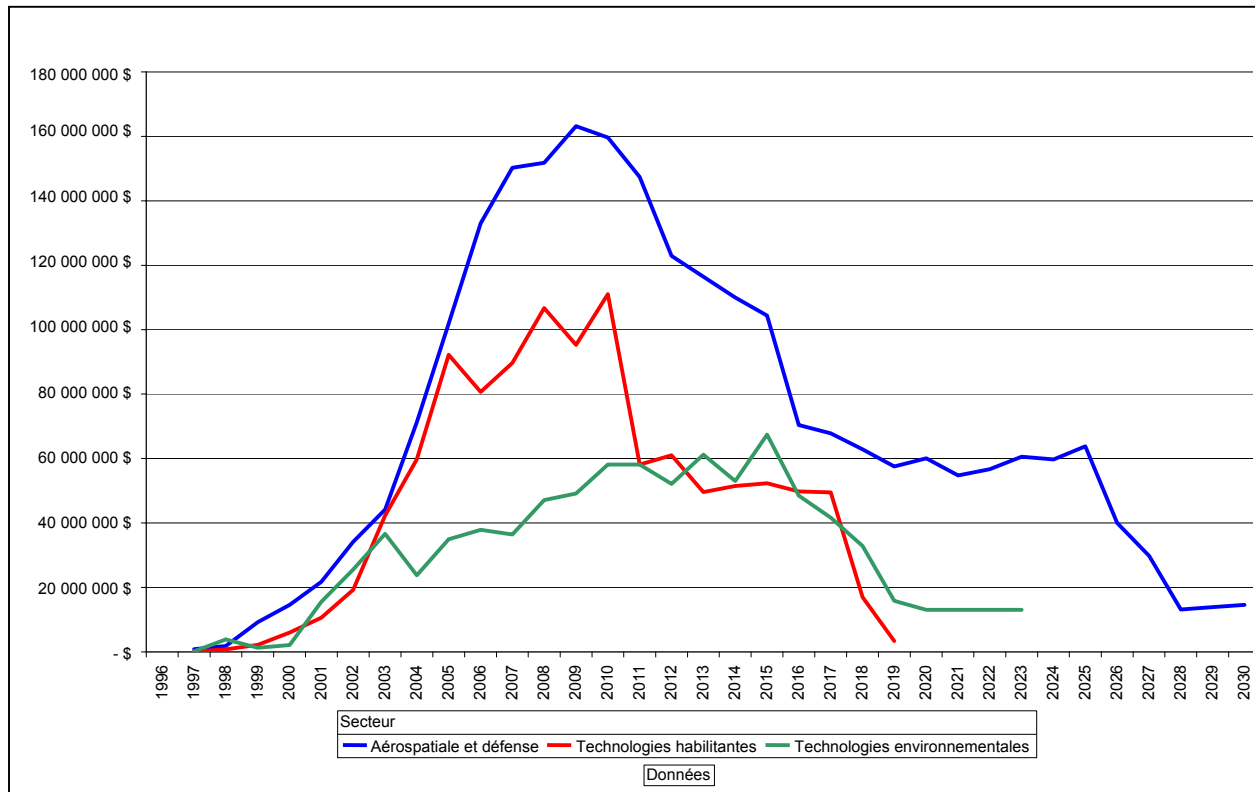
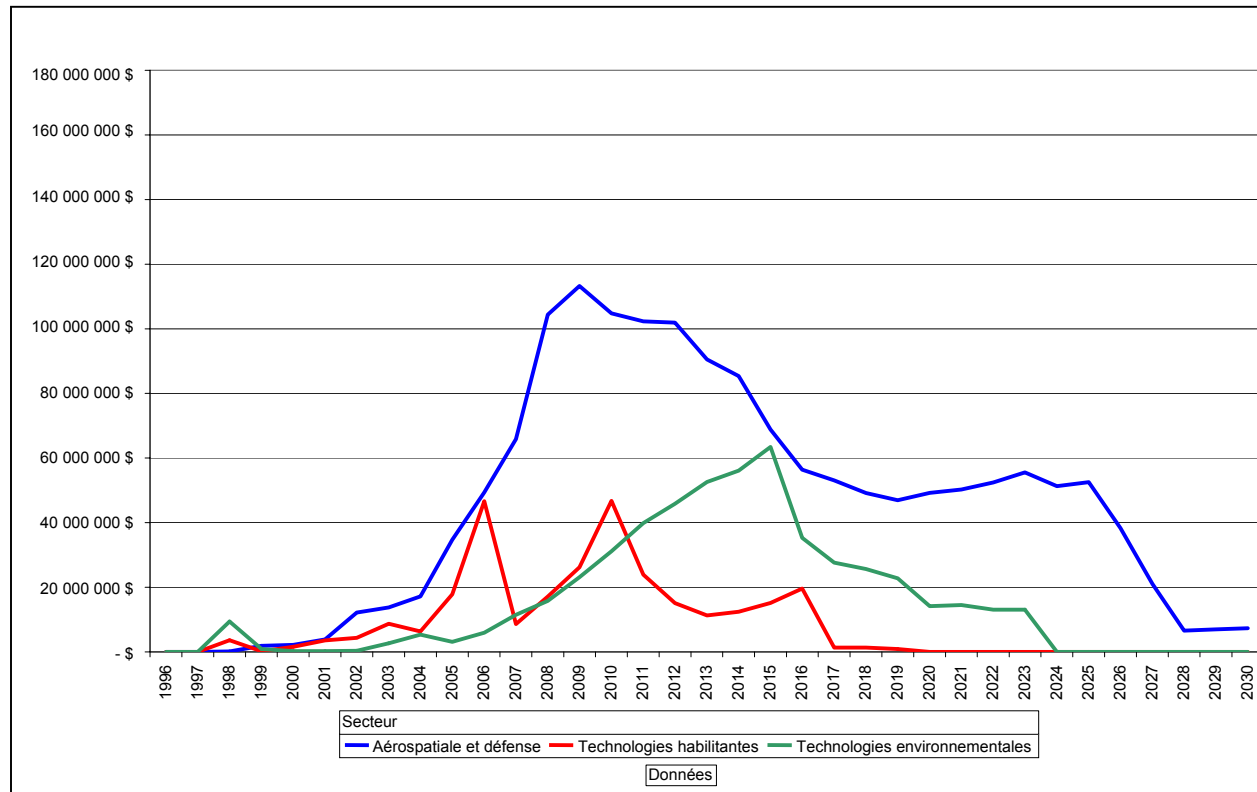
Figure 5: Profil des remboursements selon les contrats

Figure 6: Profil des remboursements selon les estimations révisées

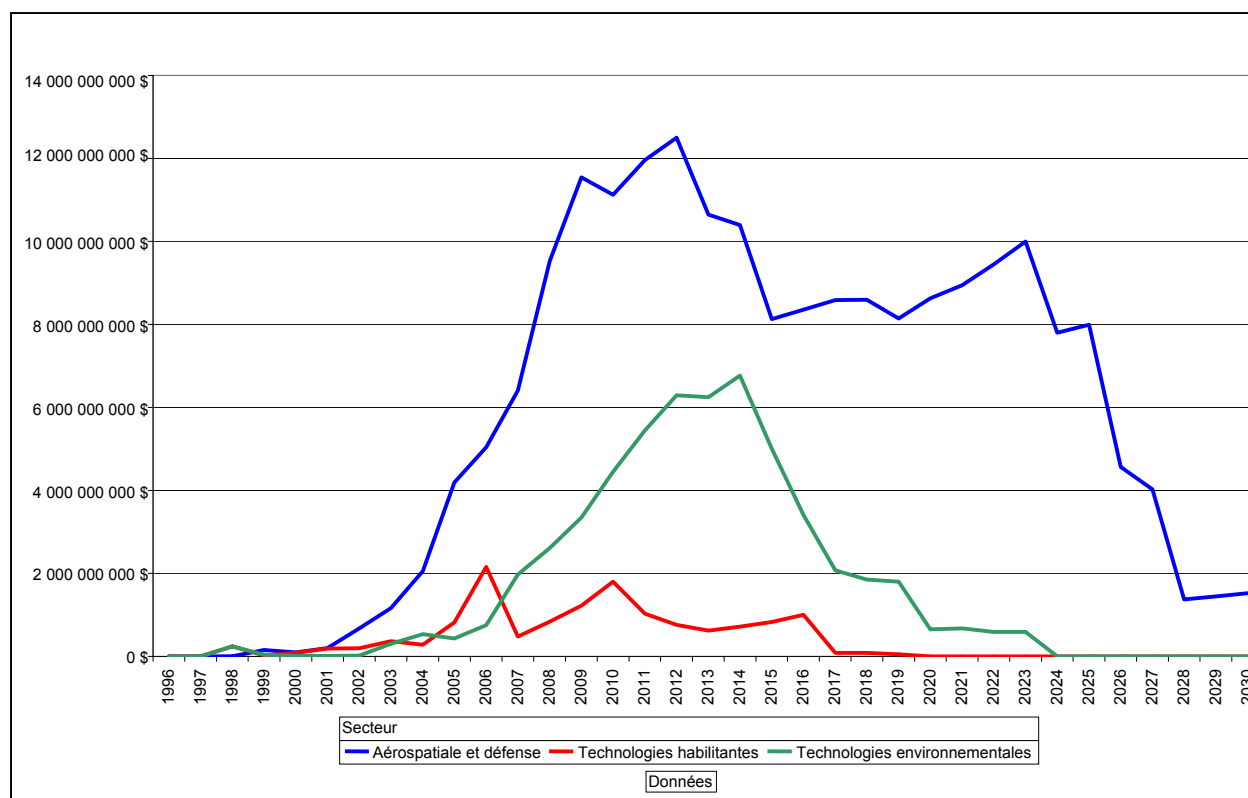
3.3.4 Estimation des ventes

L'indicateur intéressant est le montant des ventes qui découlent de la recherche financée par PTC-R-D. Cependant, les données sur les ventes ne sont pas directement disponibles; le programme suit plutôt les estimations des remboursements. Dans le cas des types de contrats où les remboursements sont fonction des ventes et que le taux de redevances est connu, les ventes peuvent être calculées d'après les versements (réels et prévus). Pour une minorité des autres types de contrats, nous avons adopté l'hypothèse qu'en moyenne, les modalités des contrats sont analogues à celles des contrats où le remboursement est fonction des ventes; nous avons donc calculé les ventes en utilisant le taux de redevances moyen de chaque domaine technologique.

Le tableau 9 compare les estimations révisées des remboursements aux ventes induites pour calculer le taux de redevances implicite moyen. La figure 7 indique le profil des ventes dans les trois domaines technologiques.

Tableau 9 : Taux de redevances implicites

Domaine technologique	Estimation révisée des remboursements	Ventes induites	Taux implicite
Aérospatiale et défense	1 569 378 414	205 230 421 334	2,3 %
Technologies habilitantes	292 483 974	13 876 328 319	2,6 %
Technologies environnementales	533 712 956	56 303 474 945	1,8 %
Total	2 395 575 344	275 410 224 597	2,3 %

Figure 7 : Estimation des ventes

3.3.5 *Retombées non économiques*

Chacun des projets a été examiné et coté selon son effet en termes de six types de retombées non économiques³ : santé publique; souveraineté et sécurité; environnement; bien-être social; biens

³ Dans le passé, PTC a examiné cinq types de retombées : 1. retombées propres aux entreprises récipiendaires; 2. retombées propres à l'industrie et au réseau canadien de l'innovation; 3. avantages pour l'environnement; 4. connectivité et accès à l'univers électronique; et 5. avantages pour les Canadiens. Le premier englobe un certain nombre de retombées d'infrastructure qui entraîneront des activités dérivées. Le second englobe aussi des avantages d'infrastructure qui entraîneront aussi de la diffusion. Le troisième est identique à un de nos quatre types de retombées non économiques, les retombées au plan de l'environnement. Le quatrième est une

matériels; et progrès des connaissances. La cote initiale prévoyait trois niveaux : aucune retombée; retombées mineures; et retombées importantes. Elle a ensuite été transformée en échelle à cinq points (1 pour peu de retombées, à 5 pour des retombées importantes), appliquée globalement à chacun des domaines technologiques comme l'indique le tableau 10.

Tableau 10 : Cotes des retombées non économiques

Types de retombées non économiques	Aérospatiale et défense	Technologies habilitantes	Technologies environnementales
Santé publique	1,19	2,87	2,34
Souveraineté et sécurité	1,74	1,09	1,20
Environnement	1,46	4,88	1,27
Social	1,25	2,67	2,93
Biens matériels	1,72	1,70	1,51
Progrès des connaissances	1,71	1,97	2,13

3.4 *Données de PTC-PARI*

3.4.1 *Dépenses de programme*

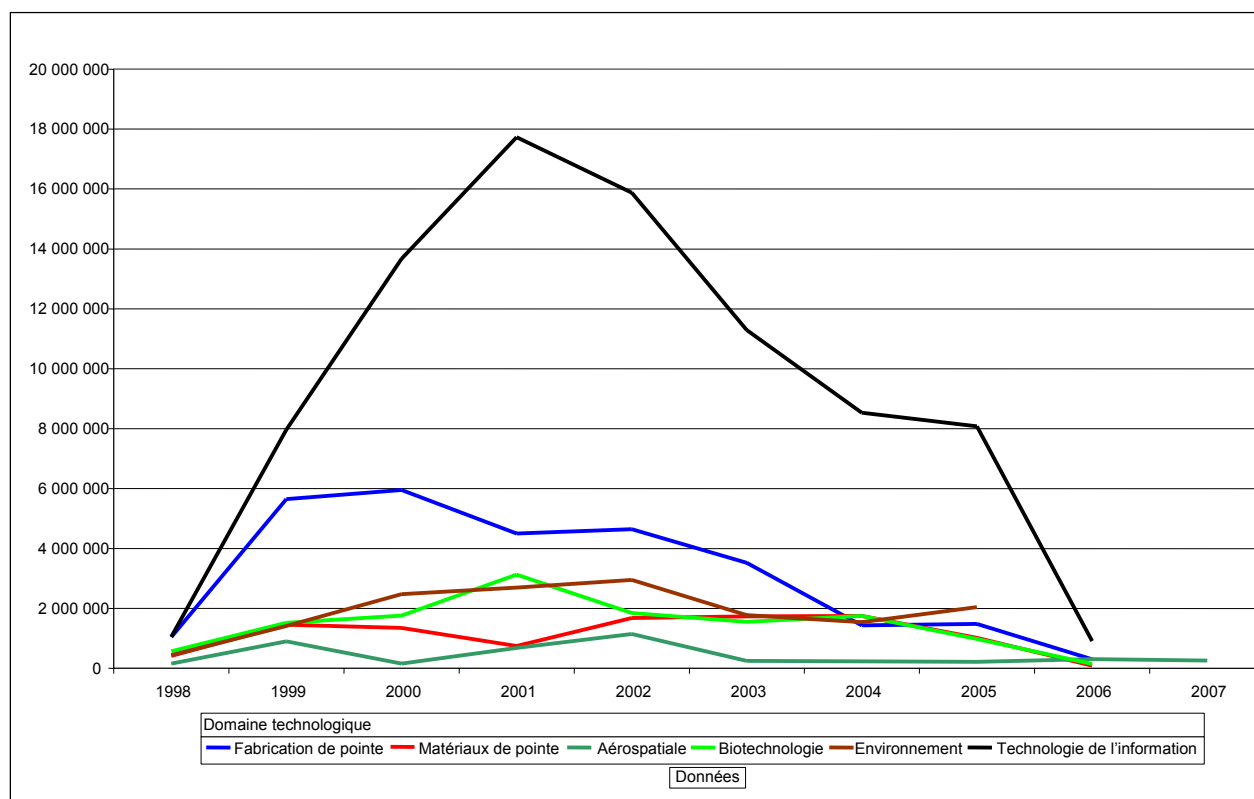
L'analyse du programme PTC-PARI a porté sur 420 projets représentant au total une aide autorisée de 156 736 778 \$. La répartition de ces projets entre les trois domaines technologiques est indiquée dans le tableau 11. La majorité des projets (55 p. 100) portent sur la technologie de l'information et des communications. Il faut noter que l'aide autorisée n'est pas nécessairement versée au complet aux entreprises; dans la présente analyse toutefois, on suppose qu'elle le sera.

composante d'un de nos types de retombées non économiques, celui concernant les biens matériels. Le cinquième regroupe les autres retombées non économiques dont nous tenons compte explicitement.

Tableau 11 : Aide autorisée

Domaine technologique	Nombre de projets	Aide autorisée	Aide moyenne
Fabrication de pointe	78	28 537 197 \$	365 862 \$
Matériaux de pointe	23	10 225 002 \$	444 565 \$
Aérospatiale et défense	11	4 290 944 \$	390 086 \$
Biotechnologie	34	13 240 466 \$	389 425 \$
Technologies environnementales	44	15 329 292 \$	348 393 \$
Technologie de l'information	230	85 113 877 \$	370 060 \$
Total	420	156 736 778 \$	373 183 \$

Le profil des dépenses dans les différents domaines technologiques de PTC-PARI était disponible; il est indiqué dans la figure 8.

Figure 8 : Versement de l'aide autorisée

L'information sur la contribution de chaque entreprise était aussi disponible; il a été supposé qu'elle avait été déboursée suivant le même profil que les fonds du programme. Le multiplicateur moyen de la contribution de l'entreprise (le montant apporté par l'entreprise exprimé en multiple de l'aide autorisée du programme), la contribution des entreprises et les dépenses totales dans les six domaines technologiques sont indiqués dans le tableau 12.

Tableau 12 : Contribution des entreprises et dépenses totales

Domaine technologique	Multiplicateur	Contribution des entreprises	Dépenses totales
Fabrication de pointe	2,67	63 593 067 \$	92 130 264 \$
Matériaux de pointe	2,24	22 225 521 \$	32 450 523 \$
Aérospatiale et défense	2,10	8 932 061 \$	13 223 005 \$
Biotechnologie	2,23	29 227 608 \$	42 468 074 \$
Technologies environnementales	3,50	35 985 851 \$	51 315 143 \$
Technologie de l'information	2,55	191 106 789 \$	276 220 666 \$
Total	2,62	351 070 897 \$	507 807 675 \$

3.4.2 Modalités de remboursement

Les contributions de PTC–R-D sont remboursables selon les conditions négociées avec chaque entreprise. Les contrats comportent des variations, mais ils peuvent en général être classés dans quatre catégories :

- revenus bruts au-dessus d'un montant de référence;
- revenus bruts;
- versements fixes sous réserve d'une condition de succès;
- autre.

La description des conditions de remboursement de chaque catégorie figure ci-dessous.

Revenus bruts au-dessus d'un montant de référence – Le montant de ventes de référence est négocié avec chaque entreprise et tient compte de ses ventes antérieures. Le montant dépassant le montant de référence est présumé correspondre aux ventes supplémentaires dues à l'investissement de PTC. Le pourcentage est habituellement plus élevé pour les projets de cette catégorie, variant de 8 p. 100 à 12 p. 100. La période fixe commence habituellement deux à quatre ans après la première contribution de PTC et ne dépasse pas 10 ans même si aucun versement n'a été effectué. Le remboursement total est habituellement plafonné à 150 p. 100 de la contribution de PTC.

Revenus bruts – Le remboursement est fonction des revenus bruts totaux de l'entreprise et non seulement des ventes supplémentaires attribuables à PTC. Cependant, ces entreprises ne vendent souvent que le produit bénéficiant de l'appui de PTC, de sorte que les revenus totaux des entreprises sont surtout attribuables à PTC. Le pourcentage est souvent de 1 p. 100. La période fixe est la même que ci-dessus. Le remboursement total est habituellement plafonné à 150 p. 100 de la contribution de PTC.

Versements fixes sous réserve d'une condition de succès – Le remboursement est d'un montant fixe pourvu qu'une condition de succès soit réalisée.

Autre – Les modalités sont négociées avec chaque entreprise. Elles prévoient parfois un versement fixe lié à des plages de résultats de ventes.

La distribution, la valeur totale et la valeur moyenne des différents types de contrats sont indiquées dans le tableau 13. Comme on peut le voir, la majorité des contrats (90 p. 100 du nombre de contrats et 91 p. 100 de la valeur) appartiennent à la catégorie revenus bruts. L'incidence des types de contrats dans les six domaines technologiques est indiquée dans le tableau 14.

Tableau 13 : Valeur des types de contrats

Type de contrat	Nombre	Total des contributions	Contribution moyenne
Versement fixe sous réserve d'une condition de succès	5	2 203 275 \$	440 655 \$
Autre	8	3 042 037 \$	380 255 \$
Revenus bruts au-dessus d'un montant de référence	29	9 362 830 \$	322 856 \$
Revenus bruts	378	142 128 637 \$	376 002 \$
Total	420	156 736 778 \$	373 183 \$

Tableau 14 : Fréquence des types de contrats

Type de contrat	Versement fixe sous réserve d'une condition de succès	Autre	Revenus bruts au-dessus d'un montant de référence	Revenus bruts	Total
Fabrication de pointe	1	1	2	74	78
Matériaux de pointe	0	1	2	20	23
Aérospatiale et défense	0	0	2	9	11
Biotechnologie	1	2	4	27	34
Technologies environnementales	1	2	6	35	44
Technologie de l'information	2	2	13	213	230
Total	5	8	29	378	420

Les contrats sont assortis de taux de redevances. Le tableau 15 indique les taux de redevances moyens selon le domaine technologique, dans la mesure où on les connaît.

Tableau 15 : Taux de redevances

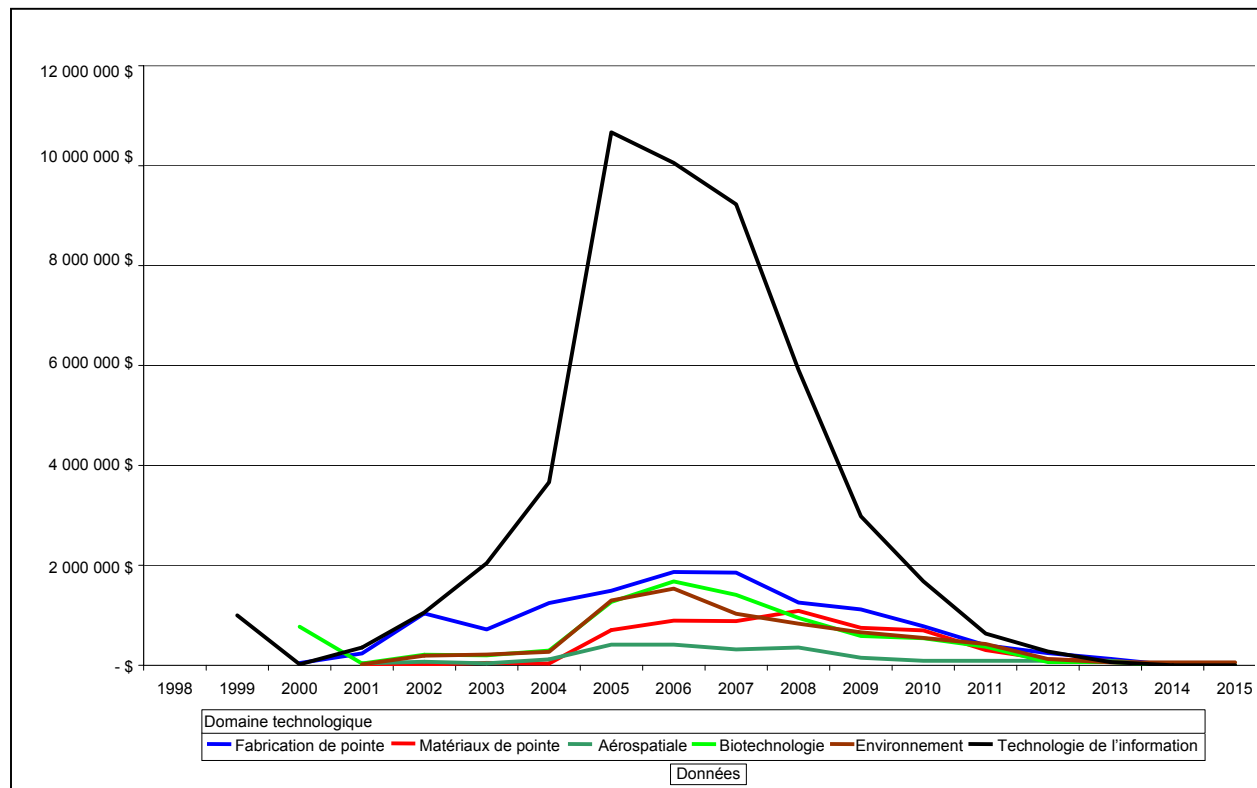
Domaine technologique	Nombre	Taux de redevances moyen
Fabrication de pointe	76	3,12 %
Matériaux de pointe	23	3,20 %
Aérospatiale et défense	11	1,87 %
Biotechnologie	34	6,20 %
Technologies environnementales	43	4,09 %
Technologie de l'information	229	2,84 %
Total	416	3,29 %

3.4.3 Estimation des remboursements

Lors de l'établissement des contrats, les remboursements prévus sont estimés. Le tableau 16 présente le montant total de ces estimations. Pour diverses raisons, les remboursements sont habituellement inférieurs aux prévisions. Les responsables de PARI ne tiennent pas des estimations révisées des remboursements prévus. Par conséquent, les estimations de PTC-PARI faites au moment de la conclusion du contrat ont été réduites par le même facteur qui a été estimé pour les petites et moyennes entreprises (PME) des projets de PTC-R-D. Comme la majorité (87 p. 100) des projets de PTC-PARI relèvent du domaine des technologies habilitantes, le facteur des PME de PTC-R-D dans le domaine des technologies habilitantes a été utilisé (0,4) pour estimer les remboursements futurs. Les versements réels ont été utilisés jusqu'à présent. Le total des remboursements après application du facteur est de 85,7 millions de dollars, soit 37 p. 100 de l'estimation de 228,9 millions de dollars établie au moment de la conclusion des contrats. La figure 9 indique le profil des remboursements pour les six domaines technologiques.

Tableau 16 : Total des remboursements estimés selon les contrats

Domaine technologique	Remboursement selon les contrats	Remboursement estimé	Rapport
Fabrication de pointe	37 514 323 \$	12 406 767 \$	0,33
Matériaux de pointe	14 698 750 \$	5 627 219 \$	0,38
Aérospatiale et défense	5 373 815 \$	2 253 644 \$	0,42
Biotechnologie	18 807 671 \$	8 437 811 \$	0,45
Technologies environnementales	20 603 633 \$	7 322 320 \$	0,36
Technologie de l'information	131 945 712 \$	49 637 807 \$	0,38
Total	228 943 904 \$	85 685 569 \$	0,37

Figure 9 : Profil des remboursements

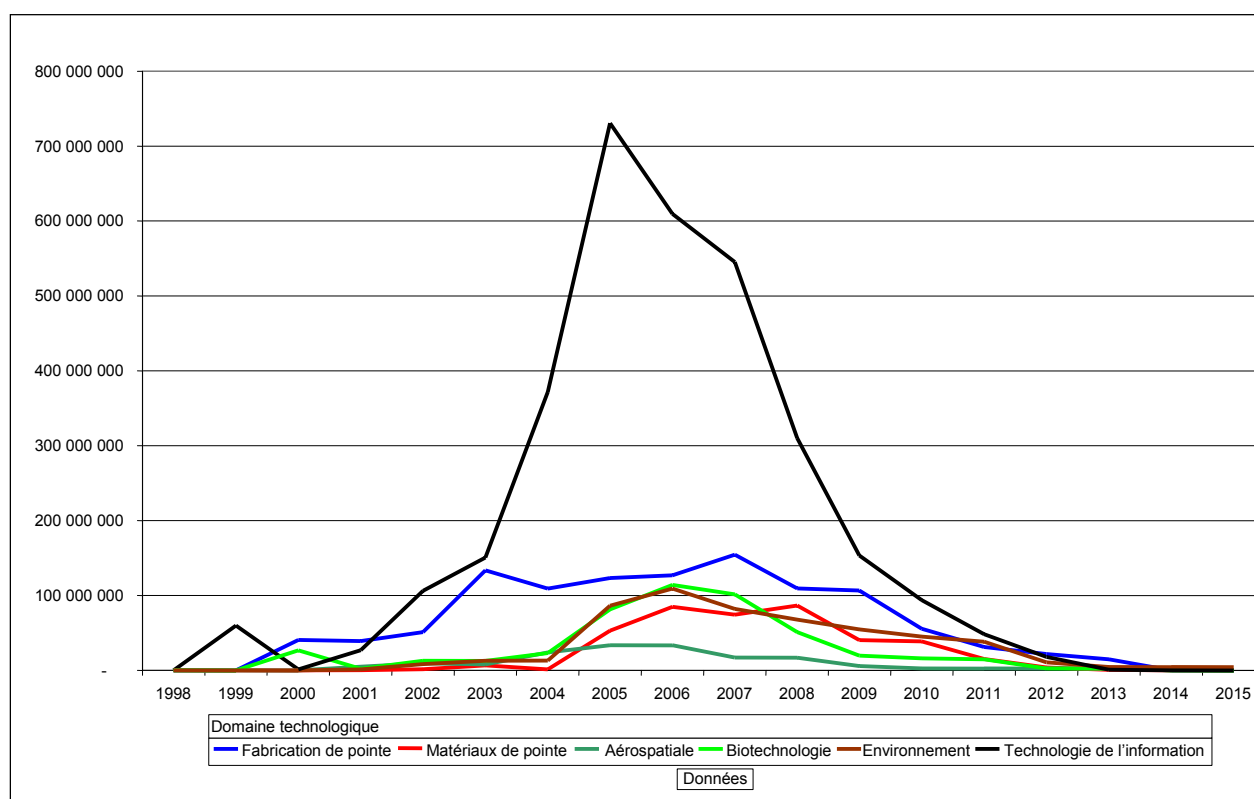
3.4.4 Estimation des ventes

L'indicateur intéressant est le montant des ventes qui découlent de la recherche financée par PTC. Lors de la conclusion des contrats, PTC-PARI estime les ventes futures liées au projet. Ces estimations ont servi à calculer un taux de redevances implicite, qui a ensuite été utilisé de concert avec les estimations révisées des remboursements pour déterminer les estimations révisées des ventes.

Le tableau 17 compare les estimations révisées des remboursements aux ventes induites pour calculer le taux de redevances implicite moyen. La figure 10 indique le profil des ventes dans les six domaines technologiques.

Tableau 17 : Taux de redevances implicites

Domaine technologique	Estimation révisée des remboursements	Ventes induites	Taux implicite
Fabrication de pointe	12 406 767	1 117 958 101	1,11 %
Matériaux de pointe	5 627 219	407 608 553	1,38 %
Aérospatiale et défense	2 253 644	164 249 853	1,37 %
Biotechnologie	8 437 811	481 374 166	1,75 %
Technologies environnementales	7 322 320	543 201 045	1,35 %
Technologie de l'information	49 637 807	3 226 959 021	1,54 %
Total	85 685 569	5 941 350 739	1,44 %

Figure 10 : Estimation des ventes

3.4.5 Retombées non économiques

À la lumière d'un examen des projets de PTC-R-D, les projets de PTC-PARI ont été cotés à l'égard de six types de retombées non économiques : santé publique; souveraineté et sécurité; environnement; bien-être social; biens matériels; et progrès des connaissances. Le tableau 18 indique les cotes.

Tableau 18 : Cotes des retombées non économiques

Types de retombées non économiques	Fabrication de pointe	Matériaux de pointe	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	Technologie de l'information
Santé publique	2,33	1,00	1,19	4,60	2,87	1,17
Souveraineté et sécurité	1,00	1,00	1,74	1,53	1,09	1,06
Environnement	1,67	2,33	1,46	1,42	4,88	1,06
Social	1,67	1,00	1,25	4,50	2,67	2,31
Biens matériels	1,00	2,33	1,72	2,05	1,70	1,18
Progrès des connaissances	2,33	1,83	1,71	2,35	1,97	2,01

3.5 *Autres paramètres*

3.5.1 *Paramètres généraux*

Une grande part des retombées économiques de PTC se réalisent dans un avenir lointain. Pour tenir compte de la préférence pour les retombées précoces plutôt que tardives, un facteur d'actualisation a été utilisé pour calculer la valeur actuelle nette (VAN) des retombées. Le choix d'un facteur d'actualisation adéquat peut être litigieux. Nous avons choisi un taux de 10 p. 100, suivant les recommandations du Conseil du Trésor⁴.

Pour calculer la distribution des retombées au fil du temps, le modèle d'évaluation de PTC permet de répartir les projets selon quatre stades de développement désignés respectivement recherche, développement, ingénierie et commercialisation. Chaque stade est assorti d'un décalage différent par rapport au début des retombées. Le décalage qui a été utilisé se présente comme suit : recherche, 6,5 ans; développement, 4,5 ans; ingénierie, 2,5 ans; et commercialisation, 1 an.

3.5.2 *Paramètres propres à chaque domaine technologique*

Les projets de PTC ont été classés selon le stade de développement en fonction du décalage prévu entre la fin du contrat et le début des remboursements. Le tableau 19 indique la répartition, en pourcentage, dans chacune des catégories.

⁴ Voir, par exemple, Secrétariat du Conseil du Trésor, *Guide de l'analyse avantages*, projet, juillet 1998, http://www.tbs-sct.gc.ca/fin/sigs/Revolving_Funds/bcag/BCA2_F.asp. En revanche, le rapport de 2001 « Research at DOE: Was it Worth it? » du National Research Council des États-Unis suggère d'utiliser un taux de 0 p. 100 et l'Office of Management and Budget des États-Unis prescrit un taux de 7 p. 100.

Tableau 19 : Répartition selon le stade de développement, par domaine technologique

Domaine technologique	Stade de développement			Recherche
	Commercialisation	Ingénierie	Développement	
PTC-R-D				
Aérospatiale et défense	0,14	0,38	0,29	0,19
Technologies habilitantes	0,21	0,40	0,32	0,07
Technologies environnementales	0,17	0,26	0,38	0,19
PTC-PARI				
Fabrication de pointe	0,30	0,67	0,03	0,00
Matériaux de pointe	0,45	0,50	0,05	0,00
Aérospatiale et défense	0,36	0,64	0,00	0,00
Biotechnologie	0,24	0,67	0,09	0,00
Technologies environnementales	0,28	0,65	0,08	0,00
Technologie de l'information	0,43	0,54	0,04	0,00

Le nombre d'entreprises et la taille des entreprises participant à des projets de PTC et parmi l'ensemble des entreprises canadiennes sont indiqués dans le tableau 20, par domaine technologique.

Tableau 20 : Nombre d'entreprises et taille des entreprises, selon le domaine technologique

Domaine technologique	Dans les projets de PTC		Au Canada	
	Nombre d'entreprises	Taille des entreprises*	Nombre d'entreprises	Taille des entreprises*
PTC-R-D				
Aérospatiale et défense	161	3,16	300	0,40
Technologies habilitantes	63	1,09	3 147	0,09
Technologies environnementales	49	1,13	7 474	0,02
PTC-PARI				
Fabrication de pointe	78	0,09	25 592	0,11
Matériaux de pointe	23	0,13	2 402	0,15
Aérospatiale et défense	11	0,18	300	0,40
Biotechnologie	34	0,07	417	0,09
Technologies environnementales	44	0,01	7 474	0,02
Technologie de l'information	230	0,07	2 232	0,09

* La taille des entreprises est exprimée en multiples de 100 000 000 \$ de ventes.

Le contenu importé des produits de chaque domaine technologique, la proportion des produits exportés et le montant des ventes intérieures dont on suppose qu'elles représentent du remplacement d'importations sont indiqués au tableau 21, selon le domaine technologique⁵.

⁵ Les données ont été dérivées des tableaux d'entrée-sortie de l'OCDE. Voir http://www.oecd.org/document/1/0,2340,fr_2825_495684_34070557_1_1_1_1,00.html.

Tableau 21 : Contenu importé, exportations et remplacement des importations, selon le domaine technologique

Domaine technologique	Contenu importé*	Exportations**	Remplacement des importations***
PTC-R-D			
Aérospatiale et défense	0,51	0,73	0,1
Technologies habilitantes	0,55	0,31	0,1
Technologies environnementales	0,30	0,30	0,1
PTC-PARI			
Fabrication de pointe	0,51	0,49	0,1
Matériaux de pointe	0,36	0,61	0,1
Aérospatiale et défense	0,51	0,73	0,1
Biotechnologie	0,23	0,07	0,1
Technologies environnementales	0,30	0,30	0,1
Technologie de l'information	0,75	0,40	0,1

* Le « contenu importé » est la portion des intrants des produits qui ont été importés au Canada.

** Les « exportations » sont la portion des biens et services qui ont été exportés du Canada.

*** Le « remplacement des importations » est la portion des biens et services qui ont été vendus au pays et qui ont déplacé des biens et services qui auraient été importés. À défaut, les ventes au pays déplacent les ventes intérieures d'autres entreprises canadiennes.

3.5.3 *Avantages pour les utilisateurs*

On a supposé que le rendement du capital investi (RCI) de toutes les industries utilisatrices est de 20 p. 100⁶.

⁶ Voir, par exemple, M.C. Moor, D.J. Arent et D. Norland (2005), « R&D Advancement, Technology Diffusion, and Impact on Evaluation of Public R&D », p. 5.

4. Résultats du modèle d'évaluation de PTC

Les résultats socioéconomiques présentés dans ce chapitre sont fondés sur la théorie du modèle exposée au chapitre 2 et l'application du modèle décrite au chapitre 3. Les estimations quantitatives des retombées économiques sont présentées dans les sections 4.1 à 4.3 et les estimations des retombées non économiques (santé publique, environnement, souveraineté et sécurité, bien-être social, biens matériels et progrès des connaissances), dans la section 4.4. La section 4.5 présente une brève discussion de la validité des résultats.

4.1 Retombées économiques

4.1.1 Retombées totales

Les retombées économiques totales de PTC sont résumées dans le tableau 22. Les résultats sont ventilés selon les programmes PTC-R-D et PTC-PARI dans les tableaux 23 et 24. Les valeurs qui ont été actualisées l'ont été en fonction de l'année de référence 2005, en fonction d'un taux d'actualisation de 10 p. 100.

Tableau 22 : Retombées économiques totales

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	2 797 845 062 \$		3 741 166 880 \$	1 909 781 416 \$
Dépenses des entreprises	8 644 407 620 \$		11 508 389 309 \$	5 852 158 379 \$
Dépenses totales	11 442 252 682 \$		15 249 556 189 \$	7 761 939 794 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	281 351 575 336 \$	84 405 472 601 \$	40 376 262 087 \$	14 300 588 608 \$
Ventes indirectes	72 550 148 095 \$	21 599 348 749 \$	11 811 043 559 \$	4 138 198 907 \$
Ventes de diffusion	152 078 979 821 \$	4 223 230 959 \$	942 876 970 \$	352 850 660 \$
Valeur pour les utilisateurs nationaux				5 697 375 629 \$
TOTAL	517 422 955 934 \$	110 228 052 309 \$	68 379 738 804 \$	32 250 953 598 \$

Tableau 23 : Retombées économiques de PTC-R-D

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	2 641 108 284 \$		3 523 551 701 \$	1 819 470 645 \$
Dépenses des entreprises	8 293 336 724 \$		11 021 279 554 \$	5 649 522 409 \$
Dépenses totales	10 934 445 007 \$		14 544 831 256 \$	7 468 993 054 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	275 410 224 597 \$	82 623 067 379 \$	38 727 078 294 \$	13 974 370 532 \$
Ventes indirectes	68 985 374 440 \$	20 590 568 792 \$	11 159 345 077 \$	3 993 218 893 \$
Ventes de diffusion	133 535 842 605 \$	3 890 006 929 \$	855 578 397 \$	328 932 886 \$
Valeur pour les utilisateurs nationaux				5 331 106 929 \$
TOTAL	488 865 886 649 \$	107 103 643 100 \$	65 286 833 023 \$	31 096 622 294 \$

Tableau 24 : Retombées économiques de PTC-PARI

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	156 736 778 \$		217 615 179 \$	90 310 771 \$
Dépenses des entreprises	351 070 897 \$		487 109 755 \$	202 635 969 \$
Dépenses totales	507 807 675 \$		704 724 933 \$	292 946 741 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	5 941 350 739 \$	1 782 405 222 \$	1 649 183 793 \$	326 218 076 \$
Ventes indirectes	3 564 773 656 \$	1 008 779 957 \$	651 698 482 \$	144 980 014 \$
Ventes de diffusion	18 543 137 216 \$	333 224 030 \$	87 298 573 \$	23 917 774 \$
Valeur pour les utilisateurs nationaux				366 268 700 \$
TOTAL	28 557 069 285 \$	3 124 409 209 \$	3 092 905 781 \$	1 154 331 305 \$

Les retombées économiques proviennent de cinq sources : les dépenses de programme; les ventes directes; les ventes indirectes; les ventes de diffusion; et l'utilisation de la technologie au pays. Elles sont décrites brièvement ci-dessous.

- **Les dépenses de programme** produisent des retombées si on suppose que les dépenses du gouvernement et les dépenses supplémentaires qu'elles suscitent de la part de l'industrie constituent un apport supplémentaire à l'économie. Bien que ce soit rarement le cas, il est d'usage de compter les dépenses de programme comme une retombée.
- **Les ventes directes** sont l'activité économique nette découlant de la vente de produits issus directement des projets financés par PTC.
- **Les ventes indirectes** sont l'activité économique nette que les entreprises canadiennes participant au programme PTC assurent en conséquence directe des connaissances et compétences qu'elles ont acquises par leur participation.
- **Les ventes de diffusion** sont l'activité économique nette que les entreprises canadiennes ne participant pas au programme assurent en conséquence directe des connaissances et des compétences qui se diffusent dans l'économie canadienne grâce au programme. La diffusion se produit par des mécanismes comme des études publiées, la mobilité du personnel et la rétroingénierie.
- **La valeur pour les utilisateurs nationaux** est la valeur économique nette, pour les utilisateurs canadiens, de la technologie financée par PTC. On peut soutenir que les utilisateurs continueront d'acheter la technologie jusqu'à ce que le coût marginal de son

utilisation⁷ soit égal à sa valeur marginale. En d'autres termes, la valeur marginale nette est nulle et il n'y a pas de valeur supplémentaire pour l'économie. Cependant, l'utilisation de la technologie avant d'en arriver à ce point produira des retombées en termes de surplus du consommateur; celles-ci ont été considérées comme étant égales au rendement du capital investi (RCI) attendu par l'industrie utilisatrice à l'égard de ses investissements dans la technologie (dont on a supposé qu'il est de 20 p. 100).

Un certain nombre de facteurs peuvent être pris en compte en évaluant l'ampleur des retombées économiques.

- **Les ventes** sont la valeur des ventes qui seront réalisées par des entreprises canadiennes grâce à chacune des trois sources décrites ci-dessus.
- **Les ventes attribuées** sont la valeur des ventes rajustée pour l'effet différentiel et l'attribution – c'est-à-dire en tenant compte du fait qu'une portion des retombées aurait pu être réalisée sans PTC et que PTC n'est pas le seul intrant dans la réalisation des ventes et donc ne devrait pas se voir attribuer la pleine valeur des retombées.
- **Les ventes attribuées actualisées** sont la valeur des ventes attribuées rajustée pour tenir compte de la préférence pour les retombées précoces plutôt que tardives. Par exemple, les retombées des ventes indirectes et des ventes de diffusion peuvent se produire de nombreuses années après l'année de référence.
- **Les retombées actualisées** sont les ventes attribuées rajustées pour tenir compte des fuites de l'économie et du déplacement de ventes nationales. Les fuites se produisent parce qu'une partie de la valeur des produits vendus exige l'importation de composantes, ce qui occasionne une perte pour l'économie canadienne. Les ventes nationales qui ne font que déplacer des ventes qui auraient été réalisées par d'autres entreprises canadiennes (ne participant pas à PTC) ne procurent pas un gain net à l'économie et ne sont pas comptées.

En comparant les retombées économiques de ce programme à celles d'autres programmes, il importe de veiller à comparer des mesures semblables. **Les ventes totales sont souvent la mesure évoquée pour d'autres programmes dans des études de ce type, mais les retombées actualisées sont une mesure plus conservatrice et plus raisonnable; cette dernière mesure est celle qui a été retenue pour la présente analyse.**

Lorsqu'on évalue les retombées économiques d'un programme, il est courant d'évoquer des rapports entre retombées et coût du programme. De tels rapports sont donnés ici pour chacun des niveaux de retombées. Le rapport à l'égard des ventes a été calculé en utilisant le montant des dépenses de programme en dollars courants. Le rapport à l'égard des retombées actualisées a été calculé en utilisant le montant actualisé des dépenses de programme.

⁷ Le coût d'utilisation d'une technologie peut être sensiblement supérieur au coût de l'achat de la technologie. Une organisation doit assumer d'importants coûts pour apprendre à utiliser la technologie et l'intégrer à son processus opérationnel.

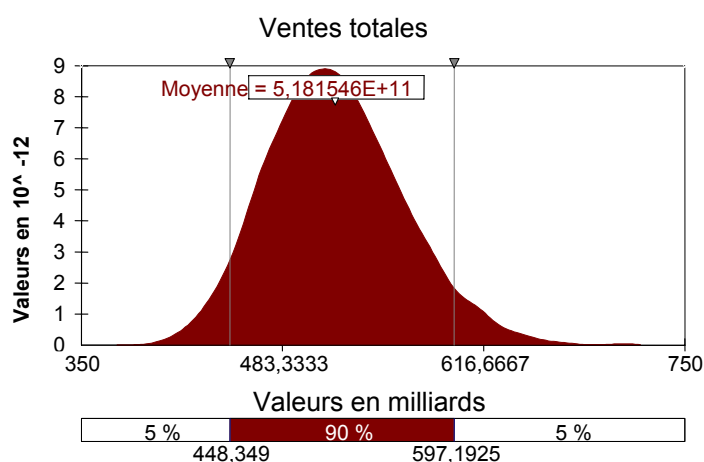
En somme, selon les prévisions, les dépenses de programme totales de PTC–R-D et PTC–PARI de 2,8 milliards de dollars plus les dépenses des entreprises de 8,6 milliards de dollars donneront des dépenses totales de 11,4 milliards de dollars. On prévoit qu'il en résultera des ventes directes de 281,2 milliards de dollars. En outre, il y aura développement de l'expérience et des compétences canadiennes valant 72,6 milliards de dollars en ventes futures pour les entreprises financées par PTC (ventes indirectes) et 152,1 milliards en ventes futures d'autres entreprises canadiennes (ventes de diffusion). Il faut noter que la plus grande partie de cette valeur provient d'estimations des ventes directes, qui sont les retombées les plus assurées et qui ne dépendent pas du modèle d'évaluation de PTC.

Lorsque l'attribution, l'actualisation, les fuites et le déplacement sont pris en compte, les retombées se présentent comme suit. Le coût actualisé (en 2005) du programme est de 3,7 milliards de dollars et on prévoit qu'il entraînera des dépenses de 15,2 milliards de dollars de la part d'entreprises canadiennes. Ces dépenses produiront des retombées nettes de 7,8 milliards de dollars dans l'économie canadienne et produiront des ventes directes, des ventes indirectes et des ventes de diffusion représentant des retombées nettes supplémentaires de 18,8 milliards de dollars. Enfin, on estime que les produits issus du programme PTC apporteront aux utilisateurs canadiens une valeur économique de 5,7 milliards de dollars. Dans l'ensemble, les retombées nettes pour l'économie canadienne sont estimées à 32,3 milliards de dollars, soit 8,6 fois les dépenses de programme.

Toutes les prévisions visant l'avenir sont foncièrement incertaines. Cette incertitude a été palliée en affectant des distributions de probabilités à certains des paramètres d'entrée (voir chapitre 3).

La figure 11 indique la distribution des ventes totales. La moyenne⁸ est de 518 milliards de dollars, avec un intervalle de confiance de 90 p. 100 entre 448 et 597 milliards de dollars.

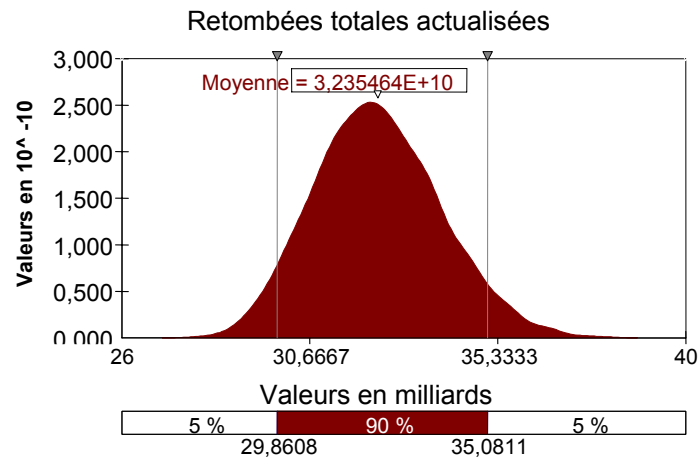
Figure 11 : Distribution des probabilités à l'égard des ventes totales



⁸ Les résultats de la simulation selon la méthode de Monte-Carlo et ceux du tableau 22 ne concordent pas parfaitement en raison du nombre limité de simulations effectuées (10 000). Les résultats de la méthode Monte-Carlo convergeront vers ceux du tableau 22 lorsque le nombre de simulations confnera à l'infini.

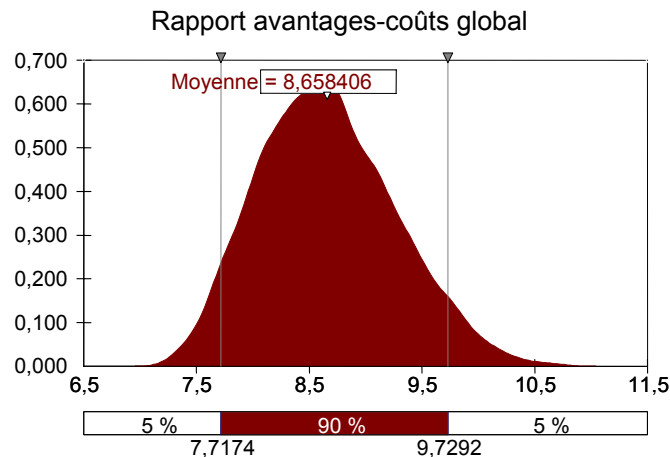
La figure 12 indique la distribution à l'égard des retombées totales actualisées. La moyenne est de 32 milliards de dollars avec un intervalle de confiance de 90 p. 100 entre 30 et 35 milliards de dollars.

Figure 12 : Distribution des probabilités à l'égard des retombées totales actualisées



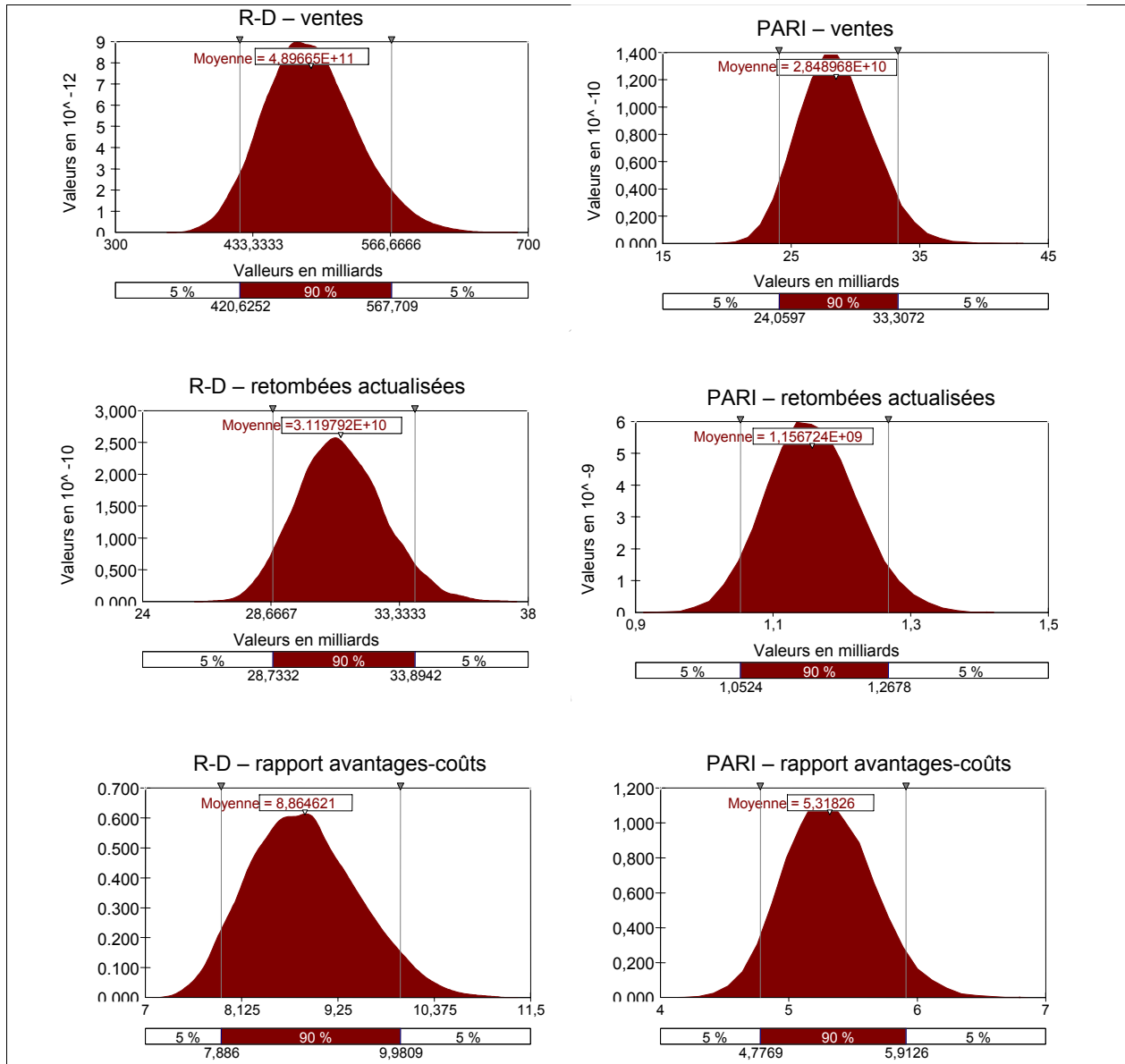
La figure 13 indique la distribution à l'égard du rapport entre retombées actualisées et dépenses de programme actualisées. La moyenne est de 8,7 avec un intervalle de confiance de 90 p. 100 entre 7,7 et 9,7.

Figure 13 : Rapport entre les distributions des probabilités à l'égard des retombées actualisées et des dépenses de programme actualisées



La figure 14 répartit les résultats totaux entre les composantes PTC-R-D et PTC-PARI.

Figure 14 : Distribution des probabilités à l'égard des ventes, des retombées actualisées et du rapport avantages-coûts respectivement de PTC-R-D et PTC-PARI



4.1.2 Retombées selon le domaine technologique

Les tableaux 25 à 33 et les figures 15 à 23 indiquent les résultats selon le domaine technologique.

Tableau 25 : R-D – aérospatiale et défense

Dépenses	Dépenses	Dépenses actualisées	Retombées actualisées	
Dépenses du Programme	1 577 873 748 \$	2 160 168 237 \$	1 058 482 436 \$	
Dépenses des entreprises	4 554 225 014 \$	6 093 483 533 \$	2 985 806 931 \$	
Dépenses totales	6 132 098 762 \$	8 253 651 769 \$	4 044 289 367 \$	
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	205 230 421 334 \$	61 569 126 400 \$	26 980 034 425 \$	10 972 780 001 \$
Ventes indirectes	46 574 025 273 \$	14 903 688 087 \$	8 110 239 332 \$	3 298 434 337 \$
Ventes de diffusion	113 281 983 112 \$	3 398 459 493 \$	747 695 785 \$	304 087 876 \$
TOTAL	371 218 528 480 \$	79 871 273 981 \$	44 091 621 312 \$	18 619 591 580 \$

Figure 15 : R-D – aérospatiale et défense

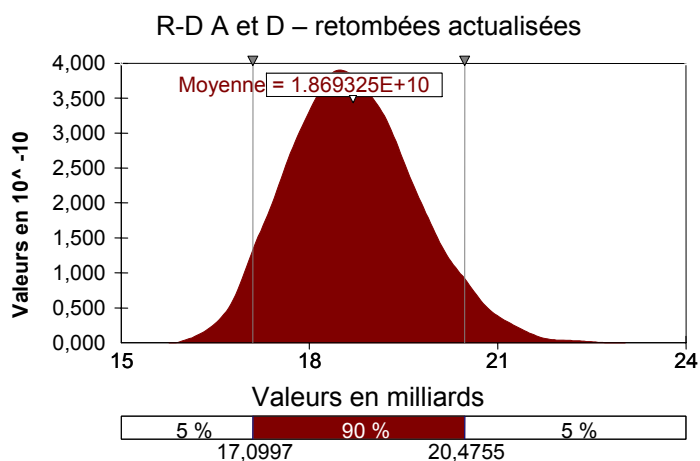


Tableau 26 : R-D – technologies habilitantes

Dépenses	Dépenses	Dépenses actualisées	Retombées actualisées	
Dépenses du Programme	588 868 270 \$	773 520 865 \$	348 084 389 \$	
Dépenses des entreprises	2 313 218 094 \$	3 142 966 949 \$	1 414 335 127 \$	
Dépenses totales	2 902 086 364 \$	3 916 487 814 \$	1 762 419 516 \$	
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	13 876 328 319 \$	4 162 898 496 \$	3 011 327 243 \$	555 589 876 \$
Ventes indirectes	12 139 452 340 \$	2 913 468 562 \$	1 664 555 519 \$	307 110 493 \$
Ventes de diffusion	11 606 834 910 \$	232 136 698 \$	56 147 866 \$	10 359 281 \$
TOTAL	40 524 701 933 \$	7 308 503 755 \$	8 648 518 442 \$	2 635 479 167 \$

Figure 16 : R-D – technologies habilitantes

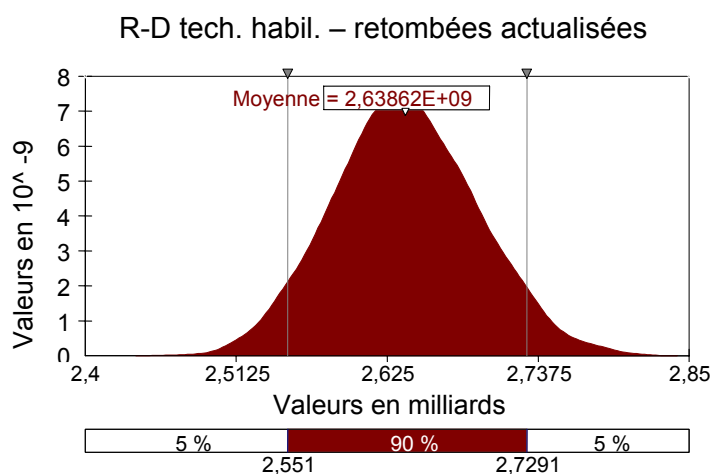


Tableau 27 : R-D – technologies environnementales

Dépenses	Dépenses	Dépenses actualisées	Retombées actualisées	
Dépenses du Programme	474 366 266 \$	589 862 599 \$	412 903 819 \$	
Dépenses des entreprises	1 425 893 616 \$	1 784 829 073 \$	1 249 380 351 \$	
Dépenses totales	1 900 259 882 \$	2 374 691 672 \$	1 662 284 171 \$	
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	56 303 474 945 \$	16 891 042 483 \$	8 735 716 625 \$	2 446 000 655 \$
Ventes indirectes	10 271 896 827 \$	2 773 412 143 \$	1 384 550 226 \$	387 674 063 \$
Ventes de diffusion	8 647 024 583 \$	259 410 737 \$	51 734 746 \$	14 485 729 \$
TOTAL	77 122 656 236 \$	19 923 865 364 \$	12 546 693 270 \$	4 510 444 618 \$

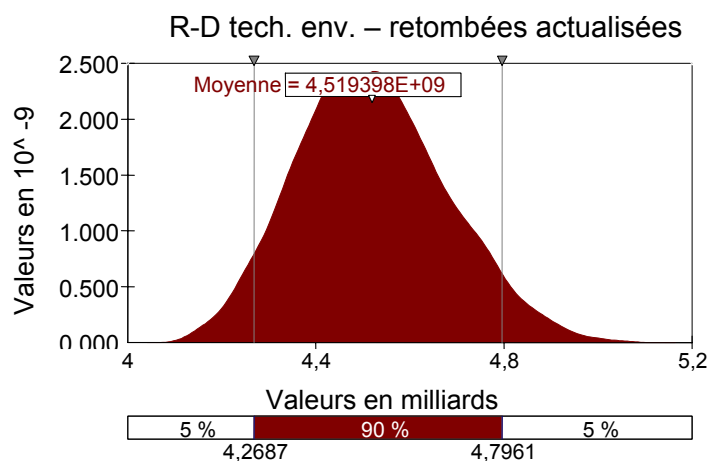
Figure 17 : R-D – technologies environnementales

Tableau 28 : PARI – fabrication de pointe

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	28 537 197 \$		41 738 806 \$	20 452 015 \$
Dépenses des entreprises	63 593 067 \$		93 201 028 \$	45 668 504 \$
Dépenses totales	92 130 264 \$		134 939 834 \$	66 120 518 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	1 117 958 101 \$	335 387 430 \$	319 349 199 \$	92 323 854 \$
Ventes indirectes	810 475 254 \$	218 828 319 \$	147 778 050 \$	42 722 634 \$
Ventes de diffusion	3 677 177 218 \$	110 315 317 \$	29 760 642 \$	8 603 802 \$
TOTAL	5 697 740 837 \$	664 531 065 \$	631 827 725 \$	209 770 808 \$

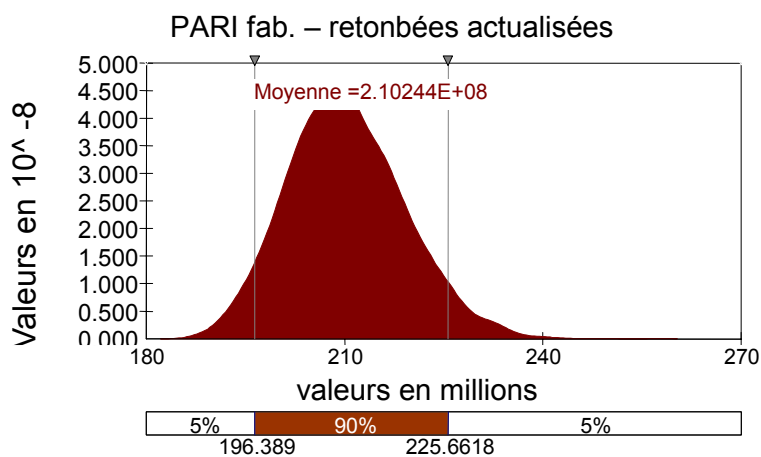
Figure 18 : PARI – fabrication de pointe

Tableau 29 : PARI – matériaux de pointe

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	10 225 002 \$		13 917 109 \$	8 906 950 \$
Dépenses des entreprises	22 225 521 \$		29 929 787 \$	19 155 063 \$
Dépenses totales	32 450 523 \$		43 846 896 \$	28 062 013 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	407 608 553 \$	122 282 566 \$	99 684 564 \$	45 296 666 \$
Ventes indirectes	388 367 821 \$	120 394 024 \$	76 392 374 \$	34 712 695 \$
Ventes de diffusion	1 827 508 993 \$	54 825 270 \$	14 727 443 \$	6 692 150 \$
TOTAL	2 655 935 890 \$	297 501 860 \$	234 651 277 \$	114 763 524 \$

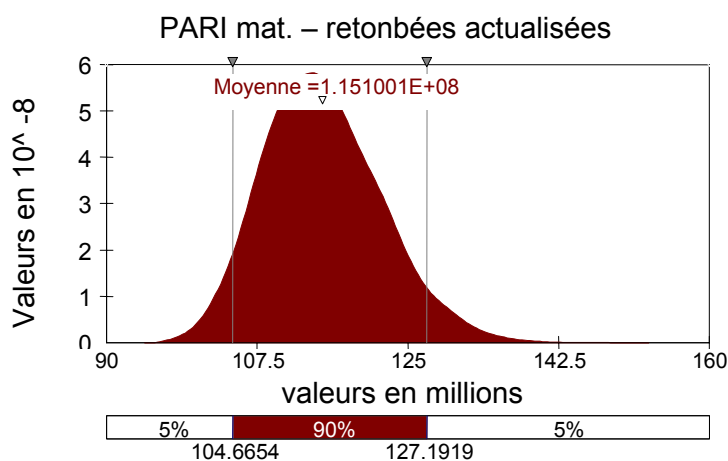
Figure 19 : PARI – matériaux de pointe

Tableau 30 : PARI – aérospatiale

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	4 290 944 \$		5 892 616 \$	2 887 382 \$
Dépenses des entreprises	8 932 061 \$		11 967 594 \$	5 864 121 \$
Dépenses totales	13 223 005 \$		17 860 210 \$	8 751 503 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	164 249 853 \$	49 274 956 \$	47 093 907 \$	19 153 092 \$
Ventes indirectes	169 353 820 \$	54 193 222 \$	34 210 283 \$	13 913 322 \$
Ventes de diffusion	1 085 785 546 \$	32 573 566 \$	8 313 424 \$	3 381 069 \$
TOTAL	1 432 612 224 \$	136 041 745 \$	107 477 823 \$	45 198 986 \$

Figure 20 : PARI – aérospatiale

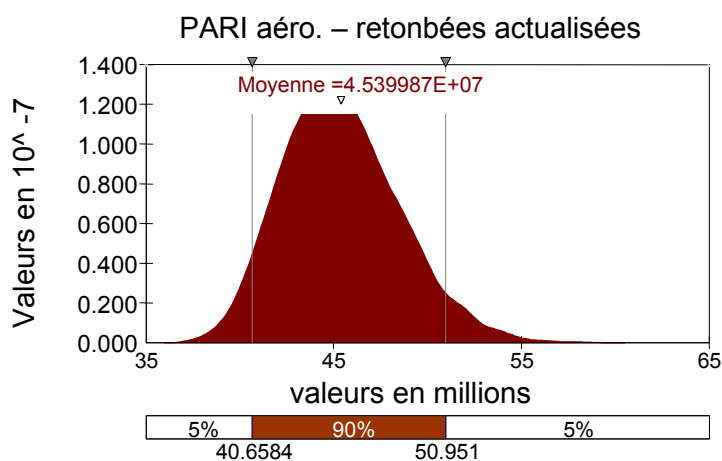


Tableau 31 : PARI – biotechnologie

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	13 240 466 \$		18 467 765 \$	14 220 179 \$
Dépenses des entreprises	29 227 608 \$		41 226 575 \$	31 744 463 \$
Dépenses totales	42 468 074 \$		59 694 340 \$	45 964 642 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	481 374 166 \$	144 412 250 \$	133 849 524 \$	17 520 903 \$
Ventes indirectes	384 399 509 \$	119 163 848 \$	75 794 651 \$	9 921 520 \$
Ventes de diffusion	1 845 624 806 \$	55 368 744 \$	14 068 856 \$	1 841 613 \$
TOTAL	2 753 866 555 \$	318 944 842 \$	283 407 371 \$	75 248 678 \$

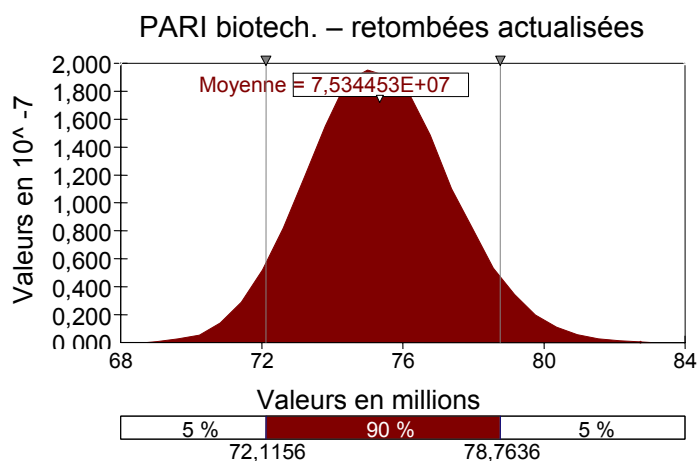
Figure 21 : PARI – biotechnologie

Tableau 32 : PARI – environnement

Dépenses	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées
Dépenses du Programme	15 329 292 \$		20 987 833 \$	14 691 483 \$
Dépenses des entreprises	35 985 851 \$		50 016 946 \$	35 011 862 \$
Dépenses totales	51 315 143 \$		71 004 779 \$	49 703 345 \$
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	543 201 045 \$	162 960 313 \$	134 017 656 \$	37 524 944 \$
Ventes indirectes	186 818 112 \$	41 099 985 \$	25 931 951 \$	7 260 946 \$
Ventes de diffusion	3 607 410 972 \$	21 644 466 \$	5 455 574 \$	1 527 561 \$
TOTAL	4 388 745 272 \$	225 704 764 \$	236 409 961 \$	96 016 796 \$

Figure 22 : PARI – environnement

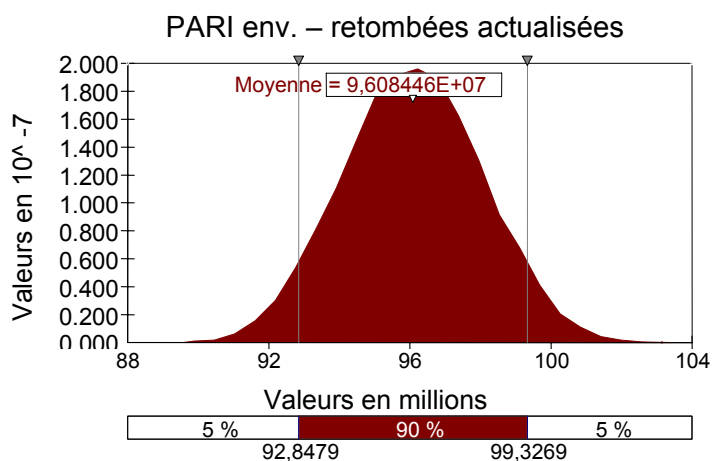
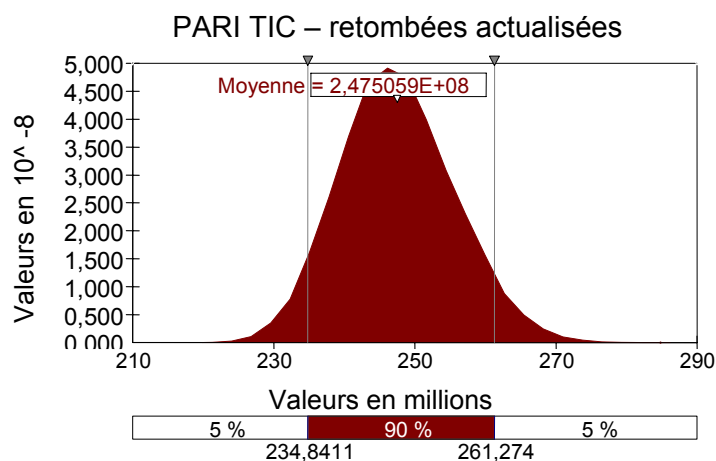


Tableau 33 : PARI – technologies de l'information et des communications

Dépenses	Dépenses	Dépenses actualisées	Retombées actualisées	
Dépenses du Programme	85 113 877 \$	116 611 050 \$	29 152 763 \$	
Dépenses des entreprises	191 106 789 \$	260 767 825 \$	65 191 956 \$	
Dépenses totales	276 220 666 \$	377 378 875 \$	94 344 719 \$	
Retombées	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées
Ventes directes	3 226 959 021 \$	968 087 706 \$	915 188 943 \$	114 398 618 \$
Ventes indirectes	1 625 359 141 \$	455 100 559 \$	291 591 173 \$	36 448 897 \$
Ventes de diffusion	6 499 629 681 \$	58 496 667 \$	14 972 634 \$	1 871 579 \$
TOTAL	11 628 168 508 \$	1 481 684 933 \$	1 599 131 625 \$	247 063 812 \$

Figure 23 : PARI – technologies de l'information et des communications

4.2 Retombées régionales

Les retombées régionales ont été calculées selon l'hypothèse qu'elles seront proportionnelles aux dépenses de programme régionales. Les tableaux 34 et 35 indiquent la distribution régionale prévue des retombées actualisées respectivement des programmes PTC-R-D et PTC-PARI.

Tableau 34 : Distribution régionale des retombées actualisées de PTC–R-D

		Aérospatiale et défense	Technologies habilitantes	Technologies environnementales
Total	1,00	18 619 591 580 \$	2 635 479 167 \$	4 510 444 618 \$
C.-B.	0,12	25 220 151 \$	13 797 694 \$	5 434 146 \$
Prairies	0,03	6 408 725 \$	3 506 150 \$	1 380 878 \$
Ontario	0,42	88 511 339 \$	48 423 674 \$	19 071 399 \$
Québec	0,39	82 406 048 \$	45 083 530 \$	17 755 902 \$
Est	0,03	7 224 545 \$	3 952 477 \$	1 556 661 \$

Tableau 35 : Distribution régionale des retombées actualisées de PTC–PARI

		Fabrication de pointe	Matériaux de Aérospatiale		Biotechnologie	Environnement	TIC
Total	1,00	209 770 808 \$	114 763 524 \$	45 198 986 \$	75 248 678 \$	96 016 796 \$	247 063 812 \$
C.-B.	0,19	39 987 938 \$	21 877 004 \$	8 616 138 \$	14 344 415 \$	18 303 375 \$	47 096 984 \$
Prairies	0,21	43 710 834 \$	23 913 763 \$	9 418 305 \$	15 679 887 \$	20 007 428 \$	51 481 736 \$
Ontario	0,31	65 896 041 \$	36 051 069 \$	14 198 516 \$	23 638 132 \$	30 162 094 \$	77 611 024 \$
Québec	0,20	41 737 219 \$	22 834 018 \$	8 993 053 \$	14 971 914 \$	19 104 060 \$	49 157 252 \$
Est	0,09	18 438 775 \$	10 087 670 \$	3 972 974 \$	6 614 330 \$	8 439 840 \$	21 716 816 \$

4.3 Répercussions sur l'emploi

Les répercussions sur l'emploi ont été calculées selon l'hypothèse qu'elles seront proportionnelles aux ventes. Les tableaux 36 et 37 indiquent la distribution régionale prévue des répercussions sur l'emploi, en nombre total d'années-personnes respectivement pour les programmes PTC–R-D et PTC–PARI.

Tableau 36 : Distribution régionale des années-personnes d'emploi de PTC–R-D

		Aérospatiale et défense	Technologies habilitantes	Technologies environnementales
Total	1,00	67 708	17 570	30 070
C.-B.	0,12	8 140	2 112	3 615
Prairies	0,03	2 069	537	919
Ontario	0,42	28 569	7 413	12 688
Québec	0,39	26 598	6 902	11 813
Est	0,03	2 332	605	1 036

Tableau 37 : Distribution régionale des années-personnes d'emploi de PTC–PARI

		Fabrication de pointe	Matériaux de Aérospatiale		Biotechnologie	Environnement	TIC
Total	1,00	1 049	574	164	502	640	1,647
C.-B.	0,19	200	109	31	96	122	314
Prairies	0,21	219	120	34	105	133	343
Ontario	0,31	329	180	52	158	201	517
Québec	0,20	209	114	33	100	127	328
Est	0,09	92	50	14	44	56	145

4.4 *Retombées non économiques*

L'utilisation de la technologie de PTC apporte des retombées économiques, mais aussi d'autres retombées qui ne peuvent pas être exprimées en termes économiques, par exemple en matière de santé publique, de souveraineté et de sécurité, d'environnement, de bien-être social, de biens matériels et de progrès des connaissances. Une partie de ces retombées bénéficient aux utilisateurs de l'information; bon nombre d'entre elles profitent aussi à la société en général.

Les retombées intérieures profitent toutes au Canada. Les retombées à l'étranger profitent au Canada seulement dans la mesure où des Canadiens en profitent dans d'autres pays. Par exemple, les Canadiens peuvent profiter du progrès des connaissances et d'apports à l'environnement dans d'autres pays, mais probablement pas d'apports à l'économie, à la souveraineté et à la sécurité ou à la politique publique d'autres pays. Dans la présente analyse, nous avons seulement pris en compte les retombées non économiques intérieures.

L'ampleur des retombées dépend de l'intensité des avantages procurés dans un cas donné et de leur incidence globale. Les tableaux 38 et 39 donnent un aperçu qualitatif des retombées relatives de la technologie de PTC selon le type de retombées et le domaine technologique. Ces données doivent être interprétées prudemment :

- les nombres n'ont pas de sens dans l'absolu⁹, mais les comparaisons entre eux donnent une indication des retombées relatives;
- les comparaisons peuvent se faire entre domaines technologiques pour un type de retombées donné (c.-à-d. par rangée). Les comparaisons entre types de retombées (c.-à-d. par colonne) ne sont pas valides parce que les types de retombées sont foncièrement différents et ne peuvent pas être directement comparés entre eux.

Tableau 38 : Retombées non économiques, PTC–R-D

	Aérospatiale et défense	Technologies habilitantes	Technologies environnementales
Santé publique	14,18	25,14	13,99
Souveraineté et sécurité	20,79	9,52	7,16
Environnement	17,46	42,71	7,56
Social	14,92	23,35	17,51
Biens matériels	20,54	14,85	9,00
Progrès des connaissances	20,42	17,22	12,72

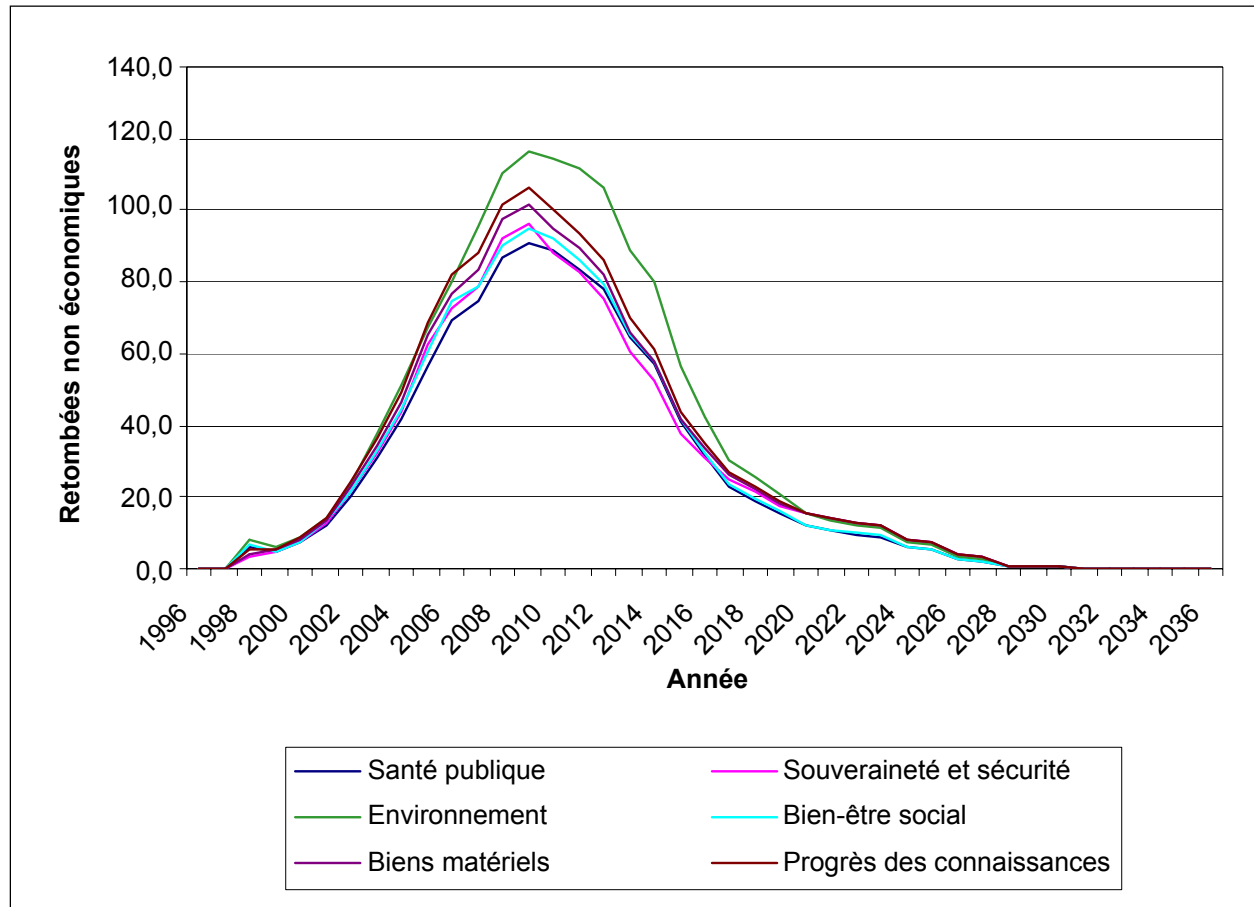
Le domaine aérospatiale et défense obtient dans tous les cas une cote très élevée. La raison en est le montant dépensé dans ce secteur plutôt que l'importance des avantages procurés aux utilisateurs individuels.

Tableau 39 : Retombées non économiques, PTC–PARI

	Fabrication de pointe	Matériaux de pointe	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	Technologie de l'information
Santé publique	0,75	0,09	0,03	1,21	0,48	1,12
Souveraineté et sécurité	0,32	0,09	0,05	0,40	0,18	1,01
Environnement	0,54	0,21	0,04	0,37	0,81	1,01
Social	0,54	0,09	0,04	1,19	0,44	2,22
Biens matériels	0,32	0,21	0,05	0,54	0,28	1,13
Progrès des connaissances	0,75	0,17	0,05	0,62	0,33	1,93

La figure 24 indique la répartition des avantages non économiques dans le temps.

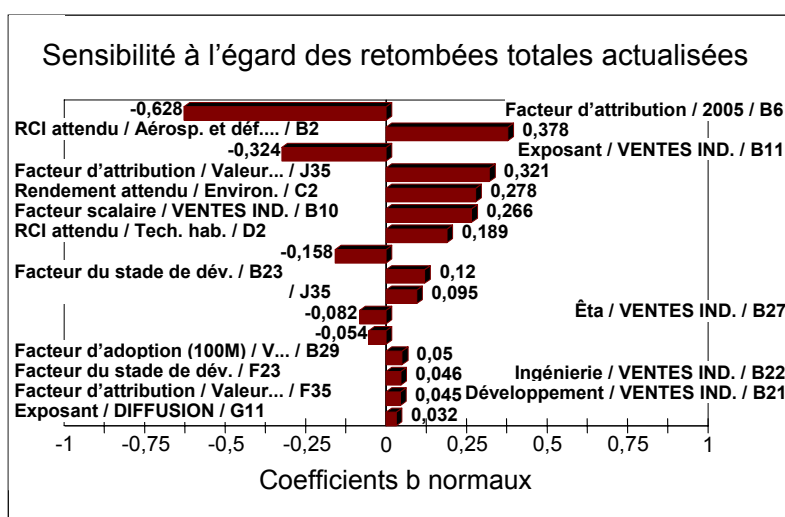
⁹ Les nombres sont le produit de la valeur des ventes (comme approximation quantitative de l'utilisation) et des retombées qualitatives relatives.

Figure 24 : Répartition des avantages non économiques dans le temps

4.5 Sensibilité

La figure 25 présente un graphique en tornade des principales sources de sensibilité aux paramètres d'entrée du modèle auxquelles des distributions de probabilités ont été assignées. Les deux paramètres qui ont le plus d'effet sont tous deux des taux d'actualisation : 1) le facteur d'actualisation des calculs de la valeur nette actuelle; et 2) le RCI prévu des utilisateurs de technologies. Dans le cas du facteur d'actualisation, une valeur plus élevée réduit les retombées et est donc plus conservatrice (une distribution triangulaire ayant un sommet de 10 p. 100, un minimum de 8 p. 100 et un maximum de 12 p. 100 a été utilisée). Dans le cas du RCI prévu, une valeur plus élevée augmente les retombées et est donc moins conservatrice (une distribution normale ayant une valeur moyenne de 20 p. 100 et un écart type de 5 p. 100 a été utilisée pour tous les domaines technologiques).

Figure 25 : Sensibilité à l'égard des retombées totales actualisées



4.6 Validité

Ayant produit des estimations du rendement, il importe de se demander si celles-ci sont en fait raisonnables. Par exemple, peut-on dire qu'elles sous-estiment ou surestiment les retombées? Il s'agit évidemment d'une question difficile au plan empirique compte tenu de l'incertitude inhérente à l'innovation technologique.

Une façon d'aborder la question consiste à évaluer la validité des estimations en les comparant à celles d'autres études des retombées de la technologie. Dans les sections suivantes, les retombées sont comparées aux estimations que l'on trouve dans d'autres études du rendement socioéconomique d'investissements en R-D et aux rapports globaux avantages-coûts des études d'évaluation de l'Advanced Technology Program (ATP) des États-Unis – programme dont les objectifs et le principe sont semblables à ceux de PTC au Canada.

4.6.1 Études sur la diffusion

La diffusion de connaissances et de compétences fait que les activités de PTC profitent à des entreprises autres que celles recevant du financement de PTC. Parmi les premières tentatives de quantifier la diffusion figurent les travaux de Terleckyj (1974), qui examinaient la diffusion intégrée dans des produits intermédiaires tels que des biens d'équipement. Il a estimé que les améliorations issues de la R-D de la productivité dans les industries en aval supposaient un surcroît de rendement par rapport à la R-D de l'industrie de 20 p. 100 à 50 p. 100¹⁰. Des résultats semblables ont été obtenus par Mansfield et coll. (1977), qui ont étudié 17 innovations précises en tentant d'estimer dans chaque cas le coût réel et l'ensemble des retombées sociales. Pour ces technologies, le rendement privé médian était d'environ 25 p. 100 et le rendement social médian,

¹⁰ Cette section s'appuie sur un sommaire d'études sur les retombées des connaissances réalisé par A. Jaffe (1996), « Economic Analysis Of Research Spillovers Implications For The Advanced Technology Program », Economic Assessment Office, Advanced Technology Program. <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr708.htm#II.B>

d'environ 50 p. 100¹¹. Ces données se comparent au rendement supplémentaire de 30 p. 100 calculé dans la présente étude pour les ventes de diffusion de PTC.

4.6.2 L'Advanced Technology Program des États-Unis

La comparaison des estimations de HAL à celles des études sur l'ATP est utile en raison de la ressemblance des programmes ainsi que de la qualité et de la quantité de données quantitatives du programme ATP. L'ATP a débuté en 1990 avec comme but de financer les premiers stades de mise au point de technologies innovatrices laissant entrevoir d'importantes retombées commerciales et des avantages largement répartis à l'échelle nationale. Entre 1990 et septembre 2004, l'ATP a octroyé 2,3 milliards de dollars par suite de concours, finançant plus de 750 projets; l'industrie a apporté 2,1 milliards de dollars de plus.

Le tableau 40 résume les données des programmes ATP et PTC ainsi que les données sur les retombées économiques provenant respectivement d'études existantes et du modèle HAL. Bien que des évaluations approfondies aient été effectuées pour l'ATP, il y a eu peu d'études d'évaluation quantitative comme la présente étude de PTC. Néanmoins, les études donnent une certaine indication du genre de rendement que peuvent engendrer les programmes de technologie. Une étude du programme ATP axé sur les composantes logicielles a jugé que le rapport avantages-coûts était de 10,5 et que la valeur nette actualisée de l'investissement était de 840 millions de dollars. Selon les auteurs, cette estimation était conservatrice parce que les avantages avaient été calculés en regard de seulement huit des projets tandis que les coûts de tous les 24 projets en cause avaient été pris en compte. En outre, les auteurs faisaient remarquer que les mesures supposaient pour les produits en cause une durée de vie très courte par rapport à leur potentiel probable. Dans les données préparées par l'ATP Economic Assessment Office, des retombées économiques totales de 17 milliards de dollars ont été calculées à partir de l'analyse de 41 projets, bien que l'étude n'indique pas clairement si ce montant est entièrement attribuable à l'ATP. Enfin, dans une troisième étude visant cette fois un seul projet de l'ATP, le projet en coentreprise visant la télévision haute définition, un rapport avantages-coûts plus conservateur de 4,2 a été obtenu, pour une valeur actuelle nette des avantages s'élevant à 166 millions de dollars américains. Ces résultats sont raisonnablement conformes à ceux de la présente étude qui indiquent un rapport avantages-coûts de 8,6 pour PTC.

¹¹ Ibid.

Tableau 40 : Comparaison de PTC et de l'ATP selon des indicateurs choisis

	PTC-R-D	PTC-PARI	ATP
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appuyer des projets dans des domaines technologiques qui produiront des retombées économiques, sociales et environnementales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appuyer les PME ayant des projets de moins de 3 millions de dollars 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Développement à hauts risques de technologies habilitantes
Secteurs soutenus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aérospatiale et défense 59 % ▪ Technologies habilitantes (TI, biotechnologie) 22 % ▪ Technologies environnementales 18 % ▪ Adhérents pionniers H2 1 % 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fabrication de pointe 18 % ▪ Matériaux de pointe 7 % ▪ Aérospatiale 3 % ▪ Biotechnologie 8 % ▪ Environnement 10 % ▪ TIC 54 % 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matériaux et chimie de pointe 21 % ▪ Biotechnologie 20 % ▪ Électronique et photonique 25 % ▪ TI 23 % ▪ Fabrication 11 %
Partage des coûts des projets	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 40 % 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 38 % 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coentreprises 50 % ▪ Grandes entreprises 60 % ▪ PME : coûts indirects
Retombées économiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avantages-coûts 8,8 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avantages-coûts 5,3 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avantages-coûts 10,5 (White et coll. 2002¹²) pour des composantes logicielles ▪ 17 milliards de dollars en retombées économiques nettes de 41 projets (rapport annuel 2004 de l'ATP¹³) ▪ Avantages-coûts 4,2 (White et coll. 2004) pour la coentreprise d'ATP visant la TVHD, avec un rendement social estimé de 28,6 %¹⁴
Projets	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 278 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 420 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 768

¹² W. J. White et M. Gallaher (2002), « Benefits and Costs of ATP Investments In Component-Based Software, Economic Assessment Office Advanced Technology Program, National Institute of Standards and Technology », Gaithersburg MD 20899-4710. <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr02-834/gcr02-834.pdf>

¹³ ATP Economic Assessment Office, Measuring ATP Impact, 2004 Report on Economic Progress. <http://www.atp.nist.gov/eao/2004annual/2004annual.pdf>

¹⁴ W. J. White et A. O'Connor (2004), « Economic Impact of the Advanced Technology Program's HDTV Joint Venture », ATP Economic Assessment Office, NIST GCR 03-859. <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr03-859/contents.htm>

Contributions du programme	▪ 2 641 millions \$	▪ 157 millions \$	▪ 2 269 millions \$US
Contributions de l'industrie	▪ 8 343 millions \$	▪ 351 millions \$	▪ 2 102 millions \$US

A. Description du modèle d'évaluation de PTC

A.1 Introduction

A.1.1 Paramètres de modélisation

Les éléments suivants sont les intrants du modèle :

- dépenses : total des dépenses de l'activité qui engendrent des retombées, y compris l'investissement du secteur public et l'investissement du secteur privé;
- type d'activité : nature de l'activité financée. Une activité spéculative ayant une forte composante de recherche produira davantage de retombées qu'un contrat visant un produit livrable (p. ex., du matériel) qui n'exige que peu ou pas de développement de nouvelles technologies;
- effet différentiel et attribution : l'effet différentiel est la différence dans les retombées et autres effets au Canada entre ce qui se serait produit sans l'activité subventionnée et ce qui s'est produit (ou se produira) grâce à l'activité. Un facteur d'attribution détermine la proportion de l'activité économique totale que l'on peut justifier comme étant attribuable à l'activité subventionnée (en tenant compte d'autres facteurs qui y ont contribué);
- autres paramètres du modèle : y compris contenu importé, nombre et taille des entreprises du secteur ainsi que parrainage.

A.1.2 Catégories de retombées : activité subventionnée, ventes indirectes et diffusion

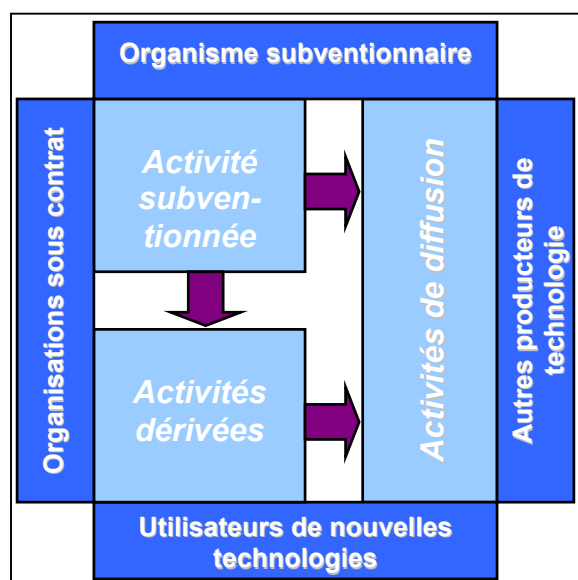
Le rendement économique de la technologie provient de la commercialisation et de l'application d'une technologie plutôt que de sa mise au point. L'activité économique découlant d'un investissement de 1 million de dollars dans le développement d'une technologie est essentiellement la même que celle découlant de travaux de construction routière (ou toute autre activité) valant 1 million de dollars. Le développement d'une technologie crée des rendements de

l'investissement qui sont supérieurs en raison de son potentiel en matière de commercialisation et d'application. En évaluant la rentabilité potentielle du développement d'une technologie, ces retombées en aval doivent être reconnues et évaluées. Le présent travail veut évaluer ces retombées en aval (ventes indirectes et diffusion) de l'appui public accordé à la R-D et au développement de la technologie.

Dans le modèle, nous définissons l'appui public accordé à la R-D et au développement de la technologie comme étant l'activité subventionnée. Le premier défi à relever dans cette étude est d'évaluer les retombées en aval connexes cumulatives prévues par suite d'une activité précise subventionnée par le programme.

Les catégories de retombées relevant de la technologie soutenue, de la technologie dérivée et de la technologie diffusée sont illustrées dans la figure 26. L'extrait direct du programme de développement de la technologie est l'activité subventionnée, qui comprend des produits livrables au secteur public et les ventes directes de produits mis au point en vertu d'un contrat.

Figure 26 : Activité subventionnée, activités dérivées et activité de diffusion



L'activité subventionnée entraîne des activités dérivées au sein des mêmes entreprises ou autres organisations ayant conclu un contrat avec l'organisme subventionnaire. Cette activité indirecte découle de l'expertise et des compétences acquises grâce à l'activité subventionnée. Le fait de posséder une main-d'œuvre spécialisée et expérimentée, des installations de production, une expertise technologique et une expertise de gestion de projets, par exemple, rehaussera sensiblement la compétitivité de l'équipe industrielle dans d'autres marchés de produits, tant au Canada que sur les marchés mondiaux.

La technologie qui est développée sous contrat sera diffusée dans les divers secteurs industriels du Canada. Ainsi, l'activité de diffusion de technologies engendre des produits chez des entreprises productrices de technologie autres que les entreprises qui ont entrepris une activité subventionnée.

Les retombées de l'utilisation et de la mise en application au Canada de technologies dérivées et diffusées, outre les retombées dont profitent les entreprises qui produisent et vendent ces technologies, sont très difficiles à évaluer. Elles prennent souvent la forme d'une meilleure qualité des produits ou de coûts de production réduits dans le domaine en cause. De telles améliorations rehausseront la compétitivité des entreprises canadiennes et produisent des avantages au plan du développement économique. Il y a également des retombées qualitatives qui doivent être prises en compte, par exemple aux plans de l'environnement, de la souveraineté et de la sécurité, du bien-être social, de la santé et du progrès des connaissances. On reconnaît toutefois

que nombreuses sont les nouvelles technologies qui seraient sans doute mises au point même sans programme de développement de la technologie, sans qu'on puisse dire dans quels délais et dans quels pays elles le seraient. Les seuls avantages qui peuvent légitimement être pris en compte ici sont ceux dont profitent les entreprises canadiennes grâce au devancement de ces travaux, lequel assure le développement au Canada de technologies dérivées.

A.2 Concepts du modèle

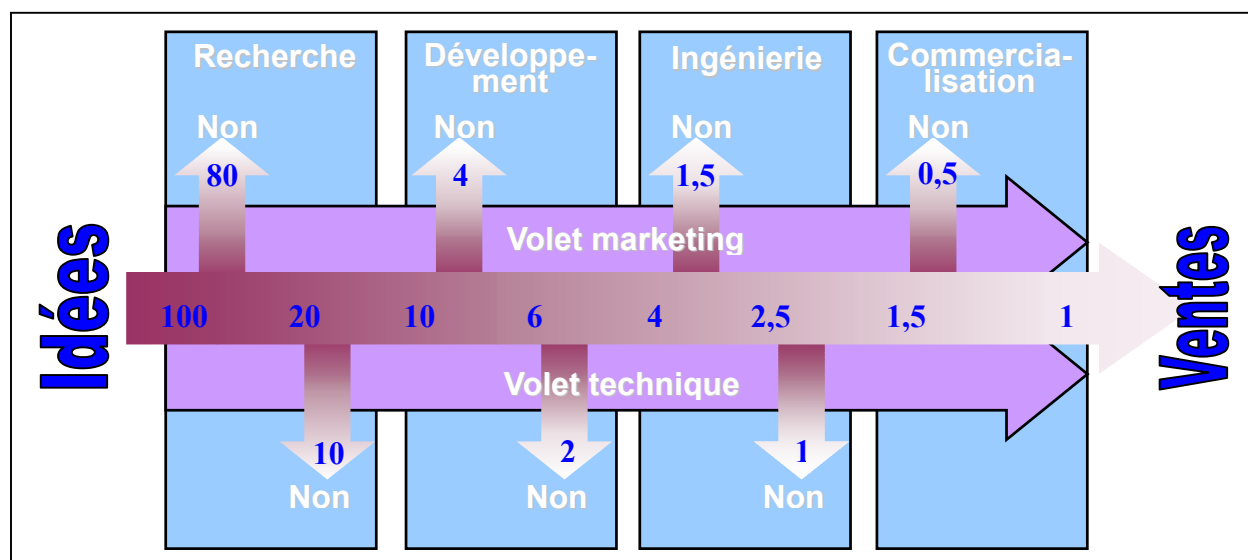
Le modèle évalue les ventes indirectes et les ventes de diffusion des technologies mises au point grâce à des initiatives du secteur public. Les concepts sous-jacents de ce modèle proviennent d'une compréhension du processus d'adoption des innovations (section A.2.1), de l'effet différentiel et de l'attribution (section A.2.2). La Section A.2.3 illustre la façon dont l'activité subventionnée conduit à des ventes indirectes et de diffusion.

A.2.1 Processus d'adoption des innovations

Lors de travaux antérieurs, HAL a mis au point un modèle descriptif du processus d'innovation, depuis la recherche de base jusqu'à la commercialisation. Nous l'avons utilisé pour définir le stade de développement de l'activité associé aux ventes indirectes et à la diffusion. Ce stade est ensuite utilisé pour définir la probabilité d'un succès commercial d'une activité donnée de ventes indirectes ou de diffusion ainsi que pour déterminer les coûts « en aval » ou futurs à prévoir pour la commercialisation. Ce modèle sert aussi à prévoir le décalage et l'évolution dans le temps d'une activité commerciale prévue par suite d'une activité de R-D.

Le processus d'innovation peut être décrit comme comprenant quatre stades d'activité (recherche, développement, ingénierie et commercialisation) et trois grands points de décision (décision de poursuivre ou non une activité après chacun des trois premiers stades). La figure 27 illustre ce processus à quatre stades.

Figure 27 : Modèle simplifié de processus d'innovation à quatre stades



Comme on le voit, le processus typique de R-D et d'innovation débute avec de nombreuses « idées », dont seulement quelques-unes survivent aux inévitables évaluations durant l'examen, la recherche et le développement. Le processus typique voit 20 « projets » à la sortie du stade de la recherche, pour chaque projet qui réussit à traverser le développement jusqu'au stade de la commercialisation.

Le nombre typique de projets passant par chaque stade du processus pour chaque projet mené à bien peut être interprété en termes probabilistes comme définissant la probabilité du succès. D'après le nombre moyen de projets à chaque stade, la probabilité qu'une idée donnée parvienne à la commercialisation réussie est de 1 sur 100. Après avoir réussi le stade de la recherche, la probabilité d'un succès commercial augmente à 1 sur 20, ou 5 p. 100.

En supposant qu'un projet réussi engendre des ventes de 1 million de dollars, les ventes à prévoir d'un projet quelconque à un stade donné du processus serait le produit de la probabilité cumulative et des ventes de 1 000 000 \$. À la sortie du stade de la recherche, les ventes prévues seraient de 0,01 fois 1 000 000 \$, ou 10 000 \$ par projet.

Les coûts de la recherche, du développement, de l'ingénierie et de la commercialisation varient grandement selon le produit, l'innovation, la technologie, l'entreprise, le secteur, etc. Des sondages et des analyses ont été réalisés et il existe des valeurs moyennes globales dans les études pertinentes¹⁵. En ce qui concerne le secteur de la haute technologie, les dépenses typiques selon le stade de développement (en pourcentage des revenus ou des ventes) sont de l'ordre de 10 p. 100 pour la R-D, 10 p. 100 pour l'ingénierie et 15 p. 100 pour la commercialisation. Ces valeurs comprennent des montants moyens pour les dépenses générales et d'administration et les bénéfices – c'est-à-dire que les estimations typiques des dépenses générales et d'administration

¹⁵ Nous avons fondé nos estimations sur les données présentées dans « L'établissement d'entreprises de technologie au Canada : guide de commercialisation des réalisations de la recherche financée par le gouvernement fédéral dans votre localité » rédigé pour le ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie par Denzil Doyle, 1986.

et des bénéfices ont été affectées proportionnellement à l'ingénierie, à la commercialisation et aux coûts de production.

Ces estimations des coûts moyens ont été appliquées au modèle de processus d'innovation à quatre stades comme l'indique le tableau 41. Ce tableau indique aussi les probabilités pertinentes de succès à chaque stade, les probabilités qu'un projet survive au processus décisionnel et les probabilités cumulatives de succès à partir de chaque stade, dans tous les stades ultérieurs jusqu'à la commercialisation réussie.

Tableau 41 : Modèle de processus d'innovation à quatre stades, avec probabilités et coûts

	Recherche		Développement		Ingénierie		Commercialisation	
Coût total du stade	50 000 \$		50 000 \$		100 000 \$		150 000 \$	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Nombre de projets	100	20	10	6	4	2,5	1,5	1
Probabilité cumulative des ventes	0,01	0,05	0,1	0,167	0,25	0,4	0,667	1,0
Coût par projet	500 \$	2 500 \$	5 000 \$	8 333 \$	25 000 \$	40 000 \$	100 000 \$	150 000 \$
<u>Ventes</u> Coût du projet	2 000	400	200	120	40	25	10	6,7
<u>Prob. x ventes</u> Coût du projet	20	20	20	20	10	10	6,7	6,7
Facteur du stade de développement	2,9		3,3		4,0		6,7	

Comme l'illustre le tableau 41, les coûts de 10 p. 100 pour la R-D ont été répartis également entre le stade de la recherche et le stade du développement. Le tableau indique le coût moyen par projet à chaque stade et le rapport entre les ventes et ce coût moyen par projet. Le rapport des ventes et du coût d'un projet réussi précis à un stade quelconque peut être très élevé : les ventes engendrées par un projet réussi peuvent atteindre 2000 ou 400 à 1 au stade de la recherche. (Évidemment, tout le problème consiste à reconnaître aux stades précoces les projets qui réussiront.) Ces rapports élevés entre ventes et coûts de mise au point sont typiques et sont quelquefois évoqués d'une façon trompeuse.

Un rapport plus révélateur est celui entre ventes prévues (ventes multipliées par la probabilité de réaliser les ventes) et coût du projet à chaque stade. Ce rapport est aussi indiqué au tableau 41 et il est du niveau plus typique de 20 à 1 aux stades de recherche et développement, de 10 à 1 pour le stade de l'ingénierie et de 6,7 à 1 pour la commercialisation.

Un rapport plus utile entre les ventes et les coûts unitaires tient compte des coûts des stades de développement « en aval ». Ce rapport est défini en répartissant les ventes prévues entre un stade

donné et tous les stades en aval en proportion des coûts prévus de chaque stade. Ces ventes prévues réparties sont ensuite divisées par le coût moyen du projet au stade en cause pour donner un rapport entre les ventes réparties et les coûts unitaires du projet. Ce rapport reconnaît le fait que pour réaliser des ventes, des coûts futurs devront être engagés et que les stades futurs doivent être rapprochés des ventes prévues pour justifier leurs coûts.

Nous appelons ce rapport le **ratio normal de ventes indirectes**. Il s'agit essentiellement du rapport des ventes indirectes, c'est-à-dire une mesure des ventes prévues par suite d'une activité de R-D. Les valeurs plus faibles des stades précoces justifient l'opportunité d'un appui gouvernemental à ces stades.

A.2.2 Effet différentiel et attribution

Une activité économique peut être associée de diverses façons à l'activité subventionnée. Dans le présent modèle, nous désignons plusieurs facteurs pour aider à déterminer quelle fraction de l'activité économique connexe peut raisonnablement être attribuée à l'activité subventionnée. Seule l'activité différentielle et l'activité attribuable peuvent logiquement servir à l'évaluation des retombées économiques de l'activité subventionnée. L'interprétation des répercussions économiques est ainsi plus limitée et a donc tendance à donner des évaluations plus faibles des retombées que dans le cas de nombreuses analyses économiques. Par conséquent, les comparaisons avec les résultats d'autres analyses devraient comprendre une comparaison des définitions de l'activité économique connexe.

L'effet différentiel est la différence dans les retombées et autres effets au Canada, et ailleurs s'il y a lieu, entre ce qui se serait produit sans l'activité subventionnée et ce qui s'est produit (ou se produira) par suite de l'activité. Si rien ne change par suite de l'activité, les retombées et effets sont les mêmes avec ou sans elle et on conclut que l'activité subventionnée n'a aucun effet différentiel.

Même si l'activité subventionnée produit un effet différentiel en termes de retombées, une partie des retombées peut logiquement être attribuée à d'autres activités, sources de financement, organisation ou stimulants. Dans la mesure où ces autres sources peuvent être reconnues, elles devraient participer à la répartition des retombées et effets associés à l'activité subventionnée.

Les sources de financement pour les activités associées à l'activité subventionnée autres que la source à l'étude exigent une attention particulière. Ce financement supplémentaire produit deux effets : il augmente l'activité, mais les retombées de l'activité doivent être réparties entre les différentes sources de financement.

Pour les activités dérivées, l'effet différentiel est défini de la même façon que pour l'activité subventionnée. On reconnaît toutefois qu'il peut y avoir d'autres facteurs contribuant au succès des activités dérivées, et ces facteurs sont évalués comme un facteur d'attribution distinct.

L'activité de diffusion de la technologie est stimulée à la fois par l'activité subventionnée et par les activités dérivées. L'ampleur de l'activité de diffusion de la technologie est liée à l'activité subventionnée et aux activités dérivées différentielles et attribuées. Ainsi, les évaluations de

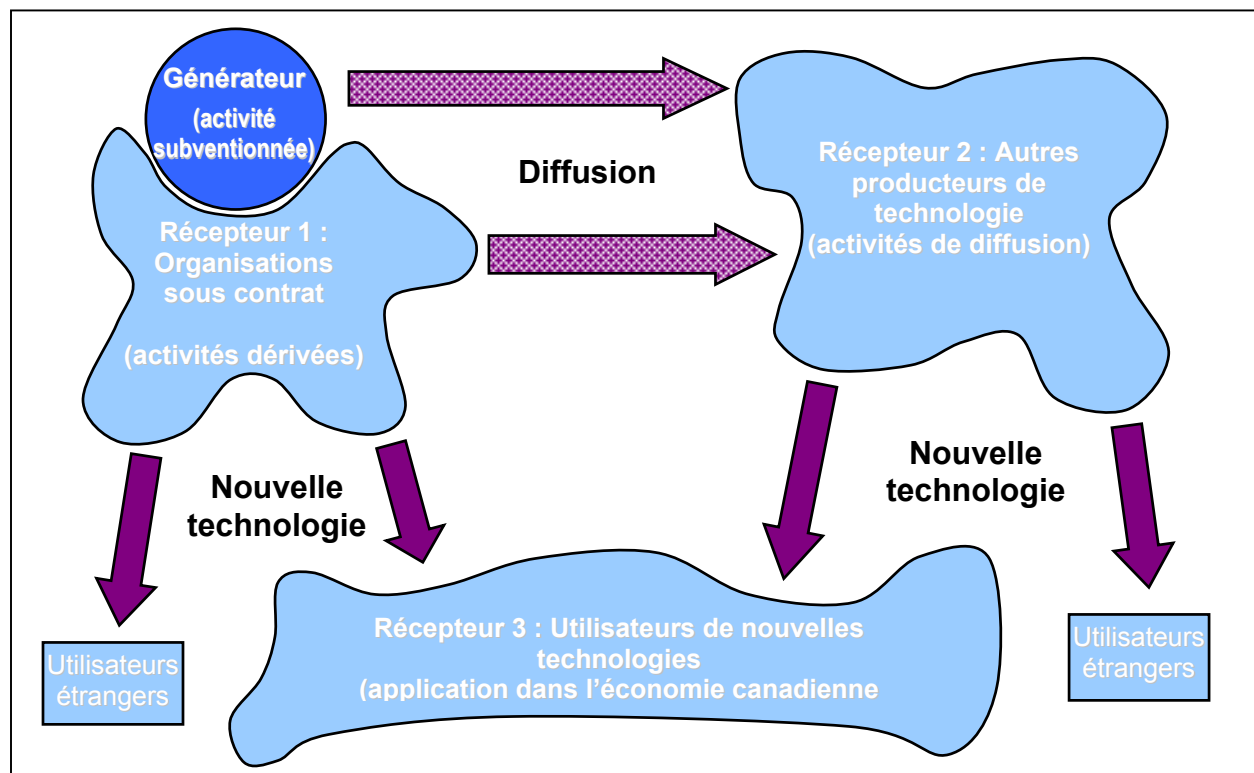
l'effet différentiel et l'attribution à l'égard de l'activité subventionnée et des activités dérivées sont déjà prises en compte dans l'évaluation de l'activité de diffusion de la technologie. Une attribution supplémentaire à d'autres sources de l'activité de diffusion de la technologie est déterminée selon la nature prévue de l'activité, la façon dont elle est liée à l'activité subventionnée et les autres influences qui peuvent s'exercer sur l'activité de diffusion de la technologie.

Les évaluations de l'effet différentiel et l'attribution sont prises en compte dans le modèle au moyen de facteurs multiplicateurs se situant entre 0 et 1.

A.2.3 Générateurs et récepteurs

La figure 28 illustre la façon dont l'activité subventionnée entraîne des activités dérivées et dont ces deux activités mènent à la diffusion de la technologie. Dans cette figure, le générateur initial est désigné comme étant l'activité subventionnée, qui est étroitement liée au récepteur 1 où sont produites les activités dérivées. Le récepteur 1 est une collection d'entreprises (ou autres organisations selon le cas) qui participent à l'activité subventionnée. Selon notre définition, les activités dérivées se produisent uniquement dans ces organisations.

Figure 28 : Générateurs et récepteurs dans les activités dérivées et la diffusion



Une fois que l'activité subventionnée et les activités dérivées sont en cours, le processus de diffusion transmet certaines idées, informations, licences ou autres à un plus vaste ensemble d'entreprises et organisations qui constituent le récepteur 2 dans cette figure. Ces organisations sont encore des **producteurs** de technologie, mais elles sont distinctes des entreprises qui participent à l'activité subventionnée. Ce groupe (récepteur 2) reçoit des stimuli à la fois de l'activité subventionnée et des activités dérivées.

Le **lien** entre le générateur (activité subventionnée) et le récepteur 1 est très intime – habituellement sous forme de contrat. Les liens entre ces activités et le récepteur 2 est nettement plus ténu.

Un autre ensemble d'organisations, appelé récepteur 3, est constitué des utilisateurs de la nouvelle technologie dans l'économie canadienne. C'est parmi ces entreprises que les nouvelles technologies seront mises en œuvre pour réduire les coûts de production, augmenter la qualité des produits ou créer de nouveaux produits.

A.2.4 Facteurs conditionnant les activités dérivées et la diffusion

Il n'est pas simple d'évaluer les activités dérivées et le degré de diffusion de la technologie. Même pour les activités dérivées connues et les périodes passées, il est souvent problématique de reconnaître le lien direct entre une activité subventionnée et des activités dérivées.

Les facteurs suivants, entre autres, caractérisent le lien entre une activité subventionnée et des activités dérivées ou l'adoption d'innovations :

- la capacité des entreprises qui entreprennent l'activité subventionnée de se consacrer à des activités dérivées et des innovations en même temps qu'elles exécutent l'activité subventionnée;
- la capacité et le souhait des entreprises privées d'examiner et d'évaluer de nouvelles technologies;
- le nombre d'entreprises ou d'entrepreneurs qui ont accès à une nouvelle technologie donnée;
- l'importance des liens entre des entreprises qui ont un intérêt et un souhait pertinents, et des entreprises qui ont un accès direct aux nouvelles technologies (habituellement par l'entremise de l'activité subventionnée);
- une longue liste de facteurs liés au développement de produits et au développement commercial (délais dus par exemple à l'homologation, l'enregistrement ou le brevetage, concurrence de sources étrangères, conditions du marché, conjoncture économique, etc.).

Ces facteurs servent à définir la forme fonctionnelle du modèle, comme on le voit dans la section A.3.

A.3 *La composante des activités dérivées*

A.3.1 *Forme de base du modèle*

Une façon simple de calculer les activités dérivées ou ventes indirectes consiste à établir une fonction linéaire par rapport à la R-D ou à l'activité subventionnée. Dans cette optique, des paramètres scalaires se situant entre moins de 5 et jusqu'à 20 ont été utilisés et justifiés à partir d'exemples précis.

Dans le modèle, nous avons projeté ce modèle linéaire simple reliant les activités dérivées à l'activité subventionnée pour rendre compte de certains des facteurs discutés dans la section A.2. Le modèle est motivé par les observations suivantes :

- une quantité donnée d'activité subventionnée mènera probablement à davantage d'activités dérivées ou de diffusion de technologies si un plus grand nombre d'entreprises (ou de personnes) y participent;
- pour une entreprise donnée ou un ensemble donné d'entreprises entreprenant une activité subventionnée commune, il est improbable que le fait de doubler les dépenses consacrées à l'activité subventionnée doublera les activités dérivées ou la diffusion de technologies en résultant.

L'examen de quelques exemples hypothétiques conduit à la forme fonctionnelle du modèle décrite ci-dessous. Il semble raisonnable de prévoir que le fait de doubler le niveau de l'activité subventionnée tout en doublant le nombre d'entreprises y participant doublerait le niveau prévu des activités dérivées. Ce serait comme une situation où on aurait deux programmes distincts parrainant une activité dans deux domaines technologiques distincts. Pour que le modèle traduise les deux observations notées ci-dessus en termes opérationnels et préserve les rendements constants selon l'échelle illustrés dans l'exemple évoqué ici, la forme suivante est suggérée :

$$\text{Ventes indirectes} = \text{Constante} \times (\text{Niveau de l'activité subventionnée})^a \times (\text{Nombre d'entreprises})^{1-a}$$

Dans cette forme, le fait de doubler à la fois les dépenses consacrées à l'activité subventionnée et le nombre d'entreprises y participant doublera les activités dérivées prévues. L'importance relative du niveau de l'activité subventionnée et du nombre d'entreprises pour déterminer les ventes indirectes peut être ajustée en donnant différentes valeurs entre 0 et 1 à l'exposant. Évidemment, une valeur égale à 1 aurait pour effet de transformer le modèle en simple relation linéaire entre activités dérivées et activité subventionnée.

Ces observations ont motivé la mise au point du modèle décrit ci-dessous.

$$\begin{bmatrix} \text{Réaction chez} \\ \text{le récepteur} \\ \text{(ventes)} \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} \text{Ratio normal} \\ \text{des ventes} \\ \text{indirectes} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{Stimulus} \\ \text{de l'activité} \\ \text{génératrice} \end{bmatrix}^a \times \begin{bmatrix} \text{Facteur} \\ \text{d'adoption} \\ \text{de l'innovation} \end{bmatrix}^{1-a}$$

Selon la forme d'un modèle proposée ci-dessus, nous avons élaboré un modèle descriptif et quantitatif du processus des activités dérivées et de la diffusion de technologies.

Dans cette formulation, les termes sont définis comme suit :

- la **réaction du récepteur** se manifeste dans les activités dérivées ou la diffusion de technologies en termes de ventes (en dollars constants) cumulatives (y compris à l'avenir). Cette réaction se produit parmi le groupe d'entreprises qui forment le récepteur associé à la force motrice (stimulus);
- le **facteur M** est un ensemble de facteurs multiplicateurs rendant compte de l'effet différentiel, de l'attribution et d'un facteur scalaire;
- le **ratio normal de ventes indirectes** caractérise la réponse typique à un stimulus (p. ex., une activité de R-D) dans le processus d'innovation;
- le **stimulus de l'activité génératrice** est la force motrice des activités dérivées ou de la diffusion de technologies. Cette force se mesure en termes de dépenses cumulatives (en dollars constants). Pour les activités dérivées, l'activité génératrice est la portion spéculative (définie au point A.3.2) de l'activité subventionnée; pour la diffusion de technologies, il s'agit de la somme de l'activité subventionnée et des activités dérivées;
- le **facteur d'adoption des innovations** est un prolongement du facteur « nombre d'entreprises » présenté plus haut.

Ces paramètres et variables sont décrits en plus amples détails ci-dessous.

A.3.2 *Ventes indirectes*

Le modèle reconnaît deux catégories d'activité subventionnée : activité spéculative et activité visant des produits livrables.

L'activité subventionnée spéculative est la véritable activité de développement technologique ou de R-D, qui suppose un certain degré de risque associé à la R-D. L'activité subventionnée visant des produits livrables correspond à l'acquisition de technologies par le gouvernement dans un but précis ou en vue d'une application précise. Une telle activité produit des activités dérivées et de la diffusion, mais d'une façon différente de l'activité subventionnée en R-D.

Chaque catégorie d'activité subventionnée engendre des activités dérivées, mais dans des circonstances différentes et en fonction de multiplicateurs différents. Notre façon de considérer les activités dérivées en fonction du processus d'innovation s'applique uniquement à la catégorie spéculative de l'activité subventionnée. Pour la catégorie de l'activité visant des produits livrables, nous appliquons un modèle des activités dérivées fondé sur un simple multiplicateur. Une telle approche tient adéquatement compte des processus sous-jacents présumés qui relient des activités dérivées à ce genre d'activité subventionnée – où des activités dérivées découlent de la capacité accrue grâce à la maîtrise de nouvelles techniques elles-mêmes issues de la

participation à des travaux de développement technologique ainsi que d'une notoriété accrue et d'une image rehaussée associées au produit livrable.

La réaction en termes d'activités dérivées est évaluée séparément pour chacune de ces catégories. Ce sont les activités dérivées découlant de la catégorie spéculative de l'activité subventionnée qui sont habituellement les plus importantes (dans leur ampleur) et les plus complexes à modéliser. La catégorie spéculative est celle à laquelle les modèles décrits plus hauts sont appliqués.

Compte tenu des considérations décrites ci-dessus et du modèle du processus d'innovation, la composante activités dérivées du modèle prend la forme suivante :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ventes} \\ \text{indirectes} \\ \text{cumulatives} \end{array} \right] = K \left[\begin{array}{c} \text{Facteurs} \\ \text{différentiels} \\ \text{et d'attribution} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Ratio normal} \\ \text{des ventes} \\ \text{indirectes} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Activité spéc.} \\ \text{subventionnée} \\ \text{totale} \end{array} \right]^a \times \left[\begin{array}{c} \text{Facteur} \\ \text{d'adoption} \\ \text{de l'innovation} \end{array} \right]^{1-a}$$

où K est une constante scalaire; les facteurs effet différentiel et attribution rendent compte de tous les aspects de l'effet différentiel et de l'attribution des activités dérivées liées à l'activité subventionnée; le ratio normal de ventes indirectes est tel que défini plus haut; l'activité subventionnée spéculative totale comprend le montant du financement d'appui obtenu d'autres sources que celles à l'étude; et le facteur d'adoption de l'innovation est tel que défini ci-dessous.

A.3.3 *Facteur d'adoption de l'innovation*

Le facteur d'adoption de l'innovation est défini comme suit :

$$\left[\begin{array}{c} \text{Facteur} \\ \text{d'adoption} \\ \text{de l'innovation} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Nombre} \\ \text{d'entreprises} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Taille des} \\ \text{entreprises} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Degré du} \\ \text{lien à} \\ \text{l'activité} \end{array} \right]$$

En multipliant le « nombre d'entreprises » par la « taille des entreprises », on mesure l'envergure globale du récepteur des activités dérivées ou de la diffusion de technologies. Le facteur « taille des entreprises » est fonction des ventes ou des revenus moyens des entreprises en cause. Ces facteurs de taille tiennent compte du fait que les innovations ou les débouchés qui ont été repérés sont plus susceptibles de traverser tous les stades de développement et de commercialisation et de se rendre sur le marché dans une plus grande entreprise que dans une plus petite. Ce facteur vise à prendre en considération uniquement les risques d'entreprise et de gestion en cause; les risques techniques associés à l'adoption d'innovations et au développement commercial sont pris en compte séparément dans le ratio normal de ventes indirectes décrit plus haut. La prise en compte de la taille en termes de montant des ventes assure l'avantage recherché de garantir l'exactitude dimensionnelle de l'équation : (dollars)^a X (dollars)^{1-a} = dollars.

Le facteur « degré du lien à l'activité » rend compte de la séparation entre l'activité motrice ou principale dans l'application à la situation de l'adoption de technologies diffusées. Dans cette situation, l'activité subventionnée et les activités dérivées constituent ensemble l'activité

principale ou motrice de la diffusion de technologies. Dans le cas des liens entre les activités dérivées et l'activité subventionnée, le lien est très intime parce qu'on suppose que les activités dérivées se déroulent dans les mêmes entreprises que l'activité subventionnée. Dans le cas de la diffusion de technologies, les entreprises adoptant les nouvelles technologies n'ont qu'un lien lointain avec l'activité principale menée au sein des entreprises participant à l'activité subventionnée.

Le facteur des liens est défini en termes relatifs, une valeur égale à l'unité représentant un lien parfait entre l'activité subventionnée et un récepteur d'activités dérivées. Ce facteur est d'un ordre de grandeur réduit lorsqu'il s'agit du lien entre des activités dérivées et des activités de diffusion de technologies.

A.3.4 Ventes de diffusion de technologies

Le calcul des ventes cumulatives de diffusion de technologies est le même que celui des ventes indirectes sauf que la force motrice de l'activité de diffusion de technologies comprend à la fois l'activité subventionnée et les activités dérivées.

$$\left[\begin{array}{c} \text{Ventes de} \\ \text{diffusion} \\ \text{cumulatives} \end{array} \right] = K \left[\begin{array}{c} \text{Facteurs des} \\ \text{effets différentiels} \\ \text{et d'attribution} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Ratio normal} \\ \text{des ventes} \\ \text{indirectes} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Activités} \\ \text{subventionnées} \\ \text{et dérivées} \end{array} \right]^a \times \left[\begin{array}{c} \text{Facteur} \\ \text{d'adoption} \\ \text{de l'innovation} \end{array} \right]^{1-a}$$

A.4 La composante temps

La composante activités dérivées du modèle, dont il est question dans la section A.3, détermine le total des ventes indirectes et des ventes de diffusion découlant des dépenses subventionnées totales. Elle ne fait pas de distinctions selon le moment où se produisent soit les dépenses, soit les ventes. La distribution des retombées dans le temps est toutefois importante puisqu'une retombée précoce est préférable à une retombée tardive. La composante temps du modèle traduit la suite de dépenses subventionnées en une suite de ventes indirectes et de ventes de diffusion de sorte que la valeur des retombées survenant plus tard puisse être adéquatement actualisée. La présente section élabore la formule de calcul de la valeur actuelle des suites de dépenses subventionnées, de ventes indirectes et de ventes de diffusion.

La caractéristique essentielle de la composante temps est le concept d'une séquence d'activités propres aux stades de développement que traverse un processus d'innovation depuis les premiers stades de R-D jusqu'à la commercialisation. Le temps moyen nécessaire pour passer d'un stade au suivant ou de tout stade à la commercialisation a été étudié et quantifié au moyen de ce modèle. En outre, le risque technique à l'égard du développement réussi d'innovations jusqu'à la commercialisation a été déterminé en utilisant le modèle.

A.4.1 *Distribution des dépenses subventionnées*

La distribution des dépenses subventionnées est un paramètre d'entrée de la composante temps. Les montants sont donnés en dollars courants d'année en année. La valeur actuelle de cette suite de dépenses par rapport à l'année de référence, VARS, est calculée au moyen de la formule suivante :

$$VAR_S = \sum_A \frac{S(A)}{(1+i)^{(A-R)}}$$

Où :

A – année

R – année de référence

S(A) – dépenses subventionnées de l'année A

i – taux d'actualisation

(1)

À noter, le fait de calculer les valeurs actuelles réduit les dépenses effectuées après l'année de référence mais augmente celles effectuées avant l'année de référence.

A.4.2 *Distribution des ventes indirectes*

Les ventes indirectes sont attribuées à une année donnée dans la même proportion que les dépenses subventionnées effectuées la même année. Par exemple, si 10 p. 100 des dépenses subventionnées sont effectuées en 1999, 10 p. 100 des ventes indirectes sont attribuées à 1999. Ces ventes sont ensuite réparties dans le temps à partir de cette année.

Le moment où les ventes surviennent dépend du stade de développement du programme. Le modèle tient compte de quatre stades de développement : recherche, développement, ingénierie et commercialisation. D'habitude, un programme subventionné produit des technologies à plus d'un de ces stades. La répartition de l'activité dans le temps est modélisée séparément, et la proportion du programme propre à chaque stade est utilisée comme paramètre d'entrée.

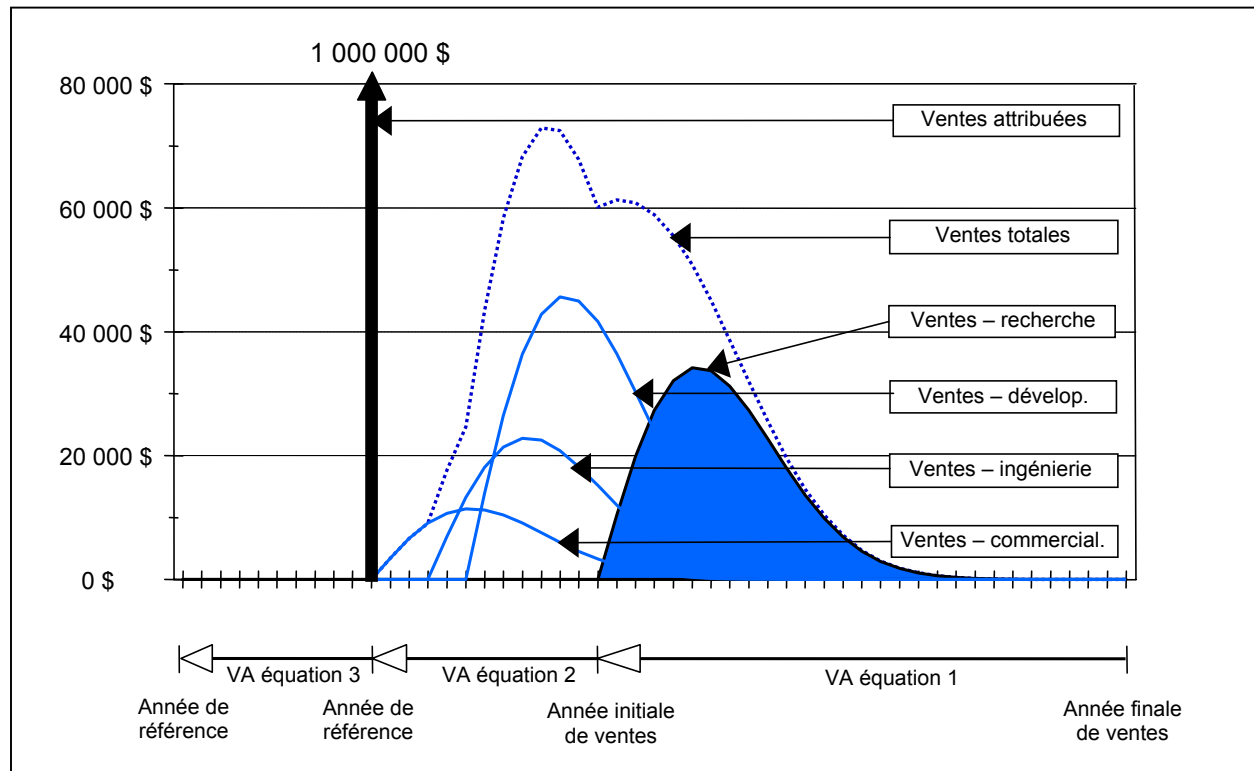
Les ventes peuvent seulement se produire une fois qu'une technologie est lancée sur le marché. Chaque stade de développement comporte un délai dans lequel il n'y a pas de ventes, après lequel les ventes se répartissent dans le temps. Le délai est le plus grand au stade de la recherche et le plus faible au stade de la commercialisation. Le délai de chaque stade est un paramètre d'entrée.

Une fois que les ventes débutent, il est supposé qu'elles augmentent rapidement, atteignent un sommet, puis baissent graduellement. Ce comportement est modélisé au moyen d'une distribution de Weibull. La forme de la distribution est définie par deux paramètres qui sont des valeurs d'entrée de la composante temps. Elles sont déterminées empiriquement et sont les mêmes pour tous les stades de développement.

La distribution totale des ventes indirectes effectuées au fil du temps et attribuées aux dépenses subventionnées d'une année donnée est calculée en faisant la somme de ces quatre distributions décalées et échelonnées, une pour chaque stade de développement.

La figure 29 illustre la composante temps du modèle. Dans cet exemple, l'année de référence est considérée comme étant l'an 0. Des ventes indirectes de 1 million de dollars sont attribuées à l'an 10.

Figure 29 : Distribution des ventes indirectes



Le portefeuille de projets à l'origine de ces ventes est distribué entre les stades de développement comme suit : recherche 0,3; développement 0,4; ingénierie 0,2; commercialisation 0,1. Les ventes des projets au stade de la commercialisation débutent immédiatement. Les ventes des projets au stade de l'ingénierie sont décalées de trois ans, celles des projets au stade du développement, de cinq ans, et celles des projets au stade de la recherche, de 12 ans.

Dans chaque cas, les ventes sont réparties dans le temps selon la distribution de Weibull avec les paramètres 2,0 et 7,5. Les ventes totales au fil du temps sont indiquées par la ligne pointillée.

En prenant comme exemple les ventes au stade la recherche, la distribution de Weibull est actualisée par rapport à l'année initiale des ventes en utilisant l'équation 2 (décrite ci-dessous). Ce montant est ensuite actualisé par rapport à l'année d'attribution en utilisant l'équation 3. Le montant de l'année d'attribution est à son tour actualisé par rapport à l'année de référence en utilisant l'équation 4.

L'équation suivante calcule VAI_V , la valeur actuelle d'une distribution de Weibull par rapport à l'année initiale de distribution :

$$VAI_V = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\varpi_{\beta\eta}(t)}{(1+i)^t}$$

Où :

$\varpi_{\beta\eta}$ – fonction de Weibull (2)

β – paramètre de la forme de Weibull

η – paramètre de la position de Weibull

i – taux d'actualisation

t – période

L'équation suivante calcule $VAAV$, la valeur actuelle de VAI_V par rapport à l'année d'attribution (l'année des dépenses subventionnées), échelonnée selon la proportion du programme propre à chaque stade de développement :

$$VAAV_V = \left[\frac{P_R}{(1+i)^{T_R}} + \frac{P_D}{(1+i)^{T_D}} + \frac{P_E}{(1+i)^{T_E}} + \frac{P_C}{(1+i)^{T_C}} \right] VAI_V$$

Where :

P_R – proportion de la recherche T_R – décalage de la recherche

P_D – proportion de la recherche T_D – décalage de la recherche (3)

P_E – proportion de la recherche T_E – décalage de la recherche

P_C – proportion de la recherche T_C – décalage de la recherche

$P_R + P_D + P_E + P_C = 1$

i – taux d'actualisation

L'équation suivante calcule $VARV$, la valeur actuelle de $VAAV$ par rapport à l'année de référence :

$$VAR_V = \sum_A \frac{S(Y) VAA_V}{(1+i)^{(A-R)}}$$

Où :

A – année

R – année de référence

i – taux d'actualisation

$V(A)$ – ventes indirectes attribuées de l'année A

$$V(A) = \frac{V S(A)}{\sum_A S(A)}$$

Où :

$S(A)$ – dépenses subventionnées de l'année A

V – ventes indirectes totales

(4)

A.4.3 *Distribution des ventes de diffusion*

La distribution des ventes de diffusion est calculée d'une façon semblable aux ventes indirectes. Comme les ventes indirectes, les ventes de diffusion sont attribuées à une année donnée dans la même proportion que les dépenses subventionnées effectuées la même année. Et comme les ventes indirectes, les ventes de diffusion sont présumées respecter une distribution de Weibull, décalée et échelonnée dans la proportion des projets à chaque stade de développement. La différence est que les ventes de diffusion sont considérées comme étant issues des ventes indirectes, qui suivent elles-mêmes une distribution complexe dans le temps comme on l'a vu dans la section précédente.

L'équation suivante calcule VAID, la valeur a actuelle d'une distribution de Weibull par rapport à l'année initiale de distribution. Elle est analogue à VAIV des ventes indirectes.

$$VAID = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\varpi_{\beta\eta}(t)}{(1+i)^t}$$

Où :

$\varpi_{\beta\eta}$ – fonction de Weibull

β – paramètre de la forme de Weibull

η – paramètre de la position de Weibull

i – taux d'actualisation

t – temps

(5)

L'équation suivante calcule VAAD, la valeur actuelle de VAID pour chaque stade de développement par rapport à l'année des ventes indirectes qui les stimulent, échelonnée selon la proportion du programme à chaque stade de développement. Elle est analogue à VAAV des ventes indirectes sauf que l'année d'attribution est l'année des ventes indirectes plutôt que l'année des dépenses subventionnées.

$$VAA_D = \left[\frac{P_R}{(1+i)^{T_R}} + \frac{P_D}{(1+i)^{T_D}} + \frac{P_E}{(1+i)^{T_E}} + \frac{P_C}{(1+i)^{T_C}} \right] VAI_V$$

Where :

$$\begin{aligned}
 P_R & - \text{proportion de la recherche} & T_R & - \text{décalage de la recherche} \\
 P_D & - \text{proportion de la recherche} & T_D & - \text{décalage de la recherche} \\
 P_E & - \text{proportion de la recherche} & T_E & - \text{décalage de la recherche} \\
 P_C & - \text{proportion de la recherche} & T_C & - \text{décalage de la recherche} \\
 P_R + P_D + P_E + P_C & = 1 \\
 i & - \text{taux d'actualisation}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

L'équation suivante calcule VASD, la valeur actuelle de VAAD par rapport à l'année des dépenses subventionnées. Ce calcul s'ajoute à ceux requis pour les ventes indirectes.

$$VAS_D = VAA_D \times VAA_V \tag{7}$$

Où :

VAA_V – a été calculé précédemment pour les ventes indirectes

L'équation suivante calcule VAR_D, la valeur actuelle de VAAD par rapport à l'année de référence :

$$VAR_D = \sum_Y \frac{S(A) VAR_D}{(1+i)^{(A-R)}$$

Où :

A – année

R – année de référence

i – taux d'actualisation

$D(A)$ – ventes de diffusion attribuées à l'an A

$$D(A) = \frac{D S(A)}{\sum_A S(A)} \tag{8}$$

$$D(A) = \frac{D S(A)}{\sum_A S(A)}$$

Où :

$S(A)$ – dépenses subventionnées de l'an A

D – ventes de diffusion totales

A.4.4 Valeur actuelle des ventes totales

La valeur actuelle des ventes totales par rapport à l'année de référence est alors calculée comme suit :

$$VA = VAR_S + VAR_V + VAR_D \tag{9}$$

A.5 Analyse de l'incertitude

Un aspect important de cette analyse est la nécessité de préciser le degré de confiance à l'égard des résultats. Ayant examiné de nombreuses études, nous avons constaté que le degré de confiance ou l'intervalle de confiance des résultats n'est que trop rarement indiqué dans la documentation.

La démarche adoptée dans le cas présent non seulement précise le degré de confiance à l'égard des résultats, mais en outre intègre l'analyse de l'incertitude de facteurs clés. Cette démarche comprend les éléments suivants :

- désignation des facteurs clés comportant une incertitude;
- quantification de cette incertitude en utilisant l'apport d'experts;
- combinaison de ces évaluations de l'incertitude dans un cadre rigoureux de théorie des probabilités appliquée.

Le processus de l'analyse de l'incertitude comporte quatre étapes.

1. **Élaboration de la structure et des modèles logiques.** Cette étape sert à déterminer l'approche, la méthode et les modèles ainsi qu'à préciser quelles variables et hypothèses doivent être assujetties à une analyse détaillée dans l'étude.
2. **Évaluation des valeurs initiales et des intervalles des paramètres.** Dans cette étape, les valeurs et les intervalles sont estimés pour chaque variable et hypothèse désignée à l'étape 1. Ces estimations effectuées par l'équipe de l'étude sont fondées sur l'analyse statistique des données recueillies et d'autres données ainsi que sur le jugement subjectif découlant de l'expérience sur le terrain.
3. **Examen par des experts.** Le but de l'examen par des experts consiste à repérer des facteurs et enjeux qui pourraient avoir été négligés à l'étape 2. Les experts sont les mieux en mesure de donner l'information quantitative et qualitative nécessaire au parachèvement de l'analyse. Leur expérience, leur formation, leur jugement pratique et leur connaissance des faits et enjeux pertinents fournissent une base de données et un processus analytique qu'il serait impossible de modéliser. Leurs opinions sur les estimations et intervalles initiaux permettent d'évaluer les probabilités associées aux résultats prévus en s'appuyant sur une vaste base de connaissances.
4. **Simulation.** Une fois que les experts ont terminé leur travail, les intervalles de chaque hypothèse sont transformés dans le modèle informatique en distributions des probabilités d'entrée. Une fois que les distributions définitives sont générées pour toutes les hypothèses et toutes les variables, elles sont combinées en s'appuyant sur la théorie des probabilités pour donner une distribution des probabilités pour chaque variable de sortie pertinente.

B. Résultats détaillés du modèle

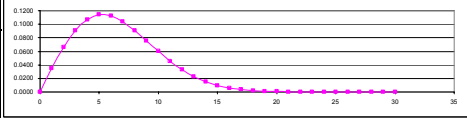
Les pages suivantes contiennent les paramètres et les résultats du modèle d'évaluation de PTC.

PARAMETRES GÉNÉRAUX

	Valeur	Melleurs	Minimum	Maximum		Valeur	Melleurs	Minimum	Maximum	
Année de référence	2005									
Facteur d'actualisation	0.10	0.10	0.08	0.12						
Multiplicateur des produits livrables	1.00	1.00	1.00	1.00						
	VENTES INDIRECTES					DIFFUSION				
Facteur scalaire	1.00	1.0	0.8	1.2		1.00	1.0	0.8	1.2	
Exposant	0.50	0.5	0.4	0.6		0.50	0.5	0.4	0.6	
Facteur du stade de développement										
Recherche	2.90	2.9	2.4	3.4		2.90	2.9	2.4	3.4	
Développement	3.30	3.3	2.8	3.8		3.30	3.3	2.8	3.8	
Ingenierie	4.00	4.0	3.5	4.5		4.00	4.0	3.5	4.5	
Commercialisation	6.73	6.7	6.2	7.3		6.73	6.7	6.2	7.3	
Décalage du stade de développement					VAN					VAN
Recherche	6.50	6.5	5.0	8.0	0.30	6.50	6.5	5.0	8.0	0.30
Développement	4.50	4.5	3.0	6.0	0.37	4.50	4.5	3.0	6.0	0.37
Ingenierie	2.50	2.5	1.8	4.0	0.44	2.50	2.5	1.8	4.0	0.44
Commercialisation	1.00	1.0	0.0	2.0	0.51	1.00	1.0	0.0	2.0	0.51
Répartition de l'activité dans le temps										
Résu	2.00	2.0	1.5	2.5		2.00	2.0	1.5	2.5	
Éta	7.50	7.5	6.0	9.0		7.50	7.5	6.0	9.0	

RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ DANS LE TEMPS

Année	VENTES INDIRECTES		DIFFUSION		VAN
	Facteur	Weibul	Facteur	Weibul	
0	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.9105	0.0340	0.0318	0.0349	0.0318
2	0.8299	0.0662	0.0549	0.0662	0.0549
3	0.7547	0.0909	0.0899	0.0909	0.0899
4	0.6872	0.1070	0.0739	0.1070	0.0739
5	0.6259	0.1140	0.0713	0.1140	0.0713
6	0.5699	0.1125	0.0641	0.1125	0.0641
7	0.5188	0.1042	0.0549	0.1042	0.0549
8	0.4722	0.0912	0.0431	0.0912	0.0431
9	0.4299	0.0768	0.0329	0.0758	0.0329
10	0.3914	0.0601	0.0235	0.0601	0.0235
11	0.3564	0.0455	0.0162	0.0455	0.0162
12	0.3245	0.0330	0.0107	0.0330	0.0107
13	0.2959	0.0229	0.0069	0.0229	0.0069
14	0.2699	0.0153	0.0041	0.0153	0.0041
15	0.2448	0.0098	0.0024	0.0098	0.0024
16	0.2223	0.0060	0.0013	0.0060	0.0013
17	0.2030	0.0035	0.0007	0.0035	0.0007
18	0.1848	0.0020	0.0004	0.0020	0.0004
19	0.1683	0.0011	0.0002	0.0011	0.0002
20	0.1532	0.0006	0.0001	0.0006	0.0001
21	0.1399	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000
22	0.1270	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000
23	0.1154	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000
24	0.1053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0959	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0872	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0795	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0724	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0659	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.9970	0.5604	0.9970	0.5604



Utilisation des données	Aérospatiale et défense		Technologies habilitantes		Fabrication	Matériaux	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	Technologie info-com	Valeur pour l'utilisateur
	20%	20%	20%	20%							

RCI attendu											
Ventes intérieures attribuées :	\$11.904.737,754	\$8.782.685,289	\$5.967.477,725	\$322.232,140	\$91.513,998	\$20.019,012	\$263.568,855	\$165.486,972	\$959.478,975	\$5.697.375,629	\$5.311.026,929
										PTC R+D	PTC PARI
											\$366.268,700

Retombées relatives	Aérospatiale et défense		Technologies habilitantes		Fabrication	Matériaux	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	Technologie info-com	Valeur pour l'utilisateur
	20%	20%	20%	20%							

Santé publique	1.19	2.87	2.34	2.33	1.00	1.19	4.60	2.87	1.17	1.17	1.17
Souveraineté et sécurité	1.74	1.09	1.20	1.00	1.00	1.74	1.53	1.09	1.06	1.06	1.06
Environnement	1.46	4.88	1.27	1.67	2.33	1.46	1.42	4.88	1.06	1.06	1.06
Social	1.25	2.67	1.67	1.67	1.67	1.25	1.60	2.67	2.39	2.39	2.39
Biens matériels	1.72	1.70	1.00	2.33	1.72	2.06	1.70	1.70	1.18	1.18	1.18
Progrès des connaissances	1.71	1.97	2.13	2.33	1.83	1.71	2.35	1.97	2.01	2.01	2.01

Retombées	Aérospatiale et défense		Technologies habilitantes		Fabrication	Matériaux	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	Technologie info-com	Total
	20%	20%	20%	20%							

Santé publique	14.14	25.22	13.99	0.75	0.09	0.03	1.21	0.48	1.12	1.12	57.0
Souveraineté et sécurité	20.74	9.55	7.16	0.32	0.09	0.05	0.40	0.18	1.01	1.01	39.5
Environnement	17.42	42.84	7.56	0.54	0.21	0.04	0.37	0.81	1.01	1.01	70.8
Social	14.88	23.42	17.51	0.54	0.09	0.04	1.19	0.44	2.22	2.22	60.3
Biens matériels	20.49	14.90	9.00	0.32	0.21	0.05	0.54	0.28	1.13	1.13	46.9
Progrès des connaissances	20.37	17.28	12.72	0.75	0.17	0.05	0.62	0.33	1.93	1.93	54.2

Santé publique	Aérospatiale et défense		Technologies habilitantes		Fabrication	Matériaux	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	Technologie info-com	Total
	20%	20%	20%	20%							

1996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1997	0.001	0.027	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1998	0.566	3.667	2.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.3
1999	2.911	1.259	0.453	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.47	4.7
2000	4.233	1.346	0.917	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.005	7.2
2001	6.937	2.461	2.801	0.020	0.000	0.000	0.005	0.001	0.025	0.123	12.3
2002	12.299	3.496	3.944	0.026	0.000	0.000	0.013	0.003	0.072	0.199	19.9
2003	17.853	7.099	6.005	0.052	0.001	0.000	0.016	0.005	0.101	0.311	31.1
2004	24.922	9.896	8.706	0.047	0.001	0.000	0.023	0.006	0.192	0.418	41.8
2005	36.460	9.955	9.906	0.050	0.002	0.001	0.046	0.017	0.313	0.567	56.7
2006	40.649	12.717	15.410	0.050	0.003	0.001	0.056	0.019	0.262	0.692	69.2
2007	45.004	15.951	18.552	0.052	0.003	0.000	0.049	0.015	0.231	0.750	75.0
2008	53.005	23.160	10.037	0.041	0.003	0.001	0.031	0.012	0.155	0.864	86.4
2009	54.996	25.443	10.446	0.036	0.002	0.000	0.021	0.010	0.106	0.911	91.1
2010	48.790	28.592	10.920	0.024	0.002	0.000	0.017	0.008	0.082	0.828	82.8
2011	45.536	32.326	7.772	0.018	0.001	0.000	0.015	0.006	0.061	0.612	61.2
2012	41.285	30.561	6.030	0.013	0.001	0.000	0.010	0.003	0.045	0.779	77.9
2013	32.293	27.259	4.707	0.010	0.001	0.000	0.008	0.002	0.033	0.643	64.3
2014	27.355	25.981	3.945	0.006	0.000	0.000	0.005	0.002	0.024	0.723	72.3
2015	19.693	17.951	3.316	0.004	0.000	0.000	0.004	0.001	0.017	0.410	41.0
2016	17.041	11.590	2.894	0.003	0.000	0.000	0.003	0.001	0.012	0.315	31.5
2017	14.838	6.876	1.079	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.008	0.228	22.8
2018	12.710	5.490	0.749	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.900	9.0
2019	10.569	4.580	0.469	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	15.8	15.8
2020	9.750	1.842	0.257	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	11.9	11.9
2021	8.931	1.558	0.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	10.6	10.6
2022	8.498	1.187	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.7	9.7
2023	7.988	1.005	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.0	9.0
2024	5.650	0.111	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.8	5.8
2025	5.239	0.068	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.3	5.3
2026	2.723	0.040	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.8	2.8
2027	2.180	0.023	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.2	2.2
2028	0.679	0.013	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.7	0.7
2029	0.949	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.6	0.6
2030	0.621	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0
2031	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0
2032	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0
	622.862	316.191	120.739	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1059.8	1059.8

Souveraineté et sécurité	Aérospatiale et défense		Technologies habilitantes		Fabrication	Matériaux	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	Technologie info-com	Total
	20%	20%	20%	20%							

1996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1997	0.001	0.010	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1998	0.830	1.388	1.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.3
1999	4.269	0.477	2.232	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	5.0	5.0
2000	6.207	0.689	0.987	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	7.5	7.5
2001	10.172	0.931	1.434	0.008	0.000	0.000	0.002	0.000	0.023	12.6	12.6
2002	18.034	1.323	2.019	0.011	0.001	0.000	0.004	0.001	0.065	21.5	21.5
2003	26.178	2.657	3.074	0.022	0.001	0.000	0.005	0.002	0.092	32.1	32.1
2004	36.943	3.745	3.433	0.011	0.000	0.000	0.001	0.002	0.174	43.9	43.9
2005	53.462	3.768	5.071	0.022	0.002	0.001	0.015	0.006	0.283	62.6	62.6
2006	59.605	4.813	7.889	0.021	0.003	0.001	0.018	0.007	0.237	72.6	72.6
2007	66.049	7.760	4.885	0.022	0.003	0.001	0.016	0.006	0.208	78.7	78.7
2008	77.723	8.766	5.138	0.017	0.003	0.000	0.010	0.005	0.140	91.8	91.8
2009	80.643	9.630	5.348	0.015	0.002	0.000	0.007	0.004	0.096	95.7	95.7
2010	71.542	10.822	5.590	0.010	0.002	0.000	0.006	0.003	0.074	88.0	88.0
2011	66.771	11.444	3.979	0.008	0.001	0.000	0.005	0.002	0.052	82.3	82.3
2012	60.538	11.567	3.087	0.006	0.001	0.000	0.003	0.001	0.041	75.2	75.2
2013	47.353	10.317	2.410	0.004	0.001	0.000	0.003	0.001	0.030	60.1	60.1
2014	40.111	9.833	2.019	0.002	0.000	0.000	0.002	0.001	0.022	50.0	50.0
2015	28.876	6.794	1.697	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.016	37.4	37.4
2016	24.988	1.482	0.801	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.011	30.9	30.9
2017	21.757	2.603	0.553	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	24.9	24.9
2018	18.725	2.058	0.383	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	21.2	21.2
2019	15.498	1.733	0.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	17.5	17.5
2020	14.297	0.697									

2033	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
Social	767.043	537.040	65.263	0.339	0.050	0.005	0.106	0.191	1.620	1371.856	Total
1996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1997	0.001	0.025	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1998	0.595	3.406	2.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.6
1999	3.953	1.169	0.567	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.9
2000	4.454	1.472	1.685	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	7.6
2001	7.299	2.285	3.507	0.014	0.000	0.000	0.005	0.001	0.000	0.050	13.2
2002	12.940	3.246	4.337	0.019	0.000	0.000	0.013	0.003	0.000	0.143	21.3
2003	18.785	6.593	7.517	0.037	0.001	0.000	0.016	0.005	0.000	0.200	33.2
2004	26.222	9.190	8.394	0.034	0.001	0.000	0.022	0.005	0.000	0.380	44.2
2005	38.363	9.244	12.400	0.036	0.002	0.001	0.045	0.015	0.000	0.618	60.7
2006	42.771	11.809	19.288	0.036	0.003	0.001	0.054	0.018	0.000	0.518	74.5
2007	47.395	19.039	11.454	0.037	0.003	0.000	0.048	0.014	0.000	0.456	78.4
2008	55.771	21.507	12.563	0.029	0.003	0.000	0.031	0.011	0.000	0.307	90.2
2009	57.896	23.827	13.075	0.026	0.002	0.000	0.020	0.009	0.000	0.210	94.8
2010	51.336	26.551	13.668	0.018	0.002	0.000	0.017	0.007	0.000	0.162	91.8
2011	47.912	28.078	9.729	0.013	0.001	0.000	0.014	0.006	0.000	0.121	85.9
2012	43.440	28.379	7.548	0.009	0.001	0.000	0.010	0.003	0.000	0.089	79.5
2013	33.979	25.314	5.892	0.007	0.001	0.000	0.007	0.002	0.000	0.065	65.3
2014	28.782	24.126	4.938	0.004	0.000	0.000	0.005	0.002	0.000	0.048	57.9
2015	20.720	16.670	4.150	0.003	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.034	41.6
2016	17.930	10.763	3.622	0.002	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.024	32.3
2017	15.912	6.396	1.951	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.017	23.4
2018	13.436	5.050	0.937	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.010	19.4
2019	11.121	4.253	0.588	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	16.0
2020	10.269	1.710	0.321	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	12.3
2021	9.397	1.447	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	11.0
2022	8.845	1.102	0.113	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	10.1
2023	8.405	0.933	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	9.4
2024	5.944	0.103	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	6.1
2025	5.512	0.063	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.6
2026	2.865	0.037	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.9
2027	2.294	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.3
2028	0.715	0.012	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.7
2029	0.683	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.7
2030	0.654	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.7
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2032	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
Biens matériels	655.368	293.622	151.130	0.339	0.021	0.004	0.336	0.104	3.546	1104.470	Total
1996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1997	0.001	0.016	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1998	0.520	2.166	1.310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.3
1999	4.217	0.744	0.291	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.3
2000	6.132	0.936	0.866	0.007	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.005	8.0
2001	10.049	1.453	1.802	0.008	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.025	13.3
2002	17.916	2.064	2.537	0.011	0.000	0.000	0.006	0.002	0.000	0.073	26.4
2003	25.863	4.192	3.863	0.022	0.002	0.000	0.007	0.003	0.000	0.102	34.1
2004	36.103	5.844	4.314	0.020	0.002	0.001	0.010	0.003	0.000	0.193	46.5
2005	52.818	5.879	6.373	0.022	0.006	0.001	0.020	0.010	0.000	0.314	65.4
2006	58.927	7.510	9.914	0.021	0.008	0.001	0.025	0.011	0.000	0.263	76.6
2007	65.253	12.107	5.887	0.022	0.007	0.001	0.022	0.009	0.000	0.231	83.5
2008	76.796	13.676	6.457	0.017	0.007	0.000	0.014	0.007	0.000	0.156	97.1
2009	79.671	15.025	6.720	0.015	0.009	0.000	0.010	0.007	0.000	0.107	101.6
2010	70.679	16.885	7.025	0.010	0.004	0.000	0.008	0.005	0.000	0.082	94.7
2011	65.966	17.855	5.000	0.008	0.003	0.000	0.006	0.004	0.000	0.062	88.9
2012	59.908	18.047	3.880	0.006	0.002	0.000	0.004	0.002	0.000	0.045	81.8
2013	46.782	16.098	3.028	0.004	0.001	0.000	0.003	0.001	0.000	0.033	69.0
2014	39.627	15.342	2.538	0.002	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.024	57.5
2015	28.528	10.601	2.133	0.002	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.017	41.3
2016	24.686	6.544	1.862	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.012	35.4
2017	21.495	4.061	0.694	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.008	26.3
2018	18.499	3.211	0.482	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	22.2
2019	15.311	2.705	0.302	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	18.3
2020	14.126	1.066	0.165	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	15.4
2021	12.938	0.920	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	14.0
2022	12.178	0.701	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	12.9
2023	11.572	0.593	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	12.2
2024	9.194	0.066	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.3
2025	7.589	0.040	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.6
2026	3.945	0.024	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.0
2027	3.158	0.014	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.2
2028	0.984	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
2029	0.941	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.9
2030	0.900	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.9
2031	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2032	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
Progrès des connaissances	902.311	186.720	77.677	0.203	0.050	0.005	0.153	0.066	1.802	1168.988	Total
1996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1997	0.001	0.019	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
1998	0.815	2.512	1.852	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.2
1999	4.193	0.862	0.412	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062	5.5
2000	6.096	1.085	1.223	0.017	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.008	8.4
2001	9.991	1.685	2.547	0.020	0.001	0.000	0.003	0.001	0.000	0.044	14.3
2002	17.713	2.394	3.586	0.026	0.001	0.000	0.007	0.002	0.000	0.125	23.9
2003	25.712	4.862	5.459	0.052	0.002	0.000	0.008	0.003	0.000	0.174	36.3
2004	35.893	6.778	6.096	0.047	0.002	0.001	0.012	0.004	0.000	0.331	49.2
2005	52.511	6.818	9.006	0.050	0.004	0.001	0.023	0.011	0.000	0.538	

Retombées régionales

PARI	Retombées actualisées		Fabrication de pointe					TIC
	Distribution				Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	
Canada	1.00	\$209,770,808	\$114,763,524	\$45,198,986	\$75,248,678	\$96,016,796	\$247,063,812	
C.-B.	0.19	\$39,987,938	\$21,877,004	\$8,616,138	\$14,344,415	\$18,303,375	\$47,096,984	
Prairies	0.21	\$43,710,834	\$23,913,763	\$9,418,305	\$15,679,887	\$20,007,428	\$51,481,736	
Ontario	0.31	\$65,896,041	\$36,051,069	\$14,198,516	\$23,638,132	\$30,162,094	\$77,611,024	
Québec	0.20	\$41,737,219	\$22,834,018	\$8,993,053	\$14,971,914	\$19,104,060	\$49,157,252	
Est	0.09	\$18,438,775	\$10,087,670	\$3,972,974	\$6,614,330	\$8,439,840	\$21,716,816	

R-D	Retombées actualisées		Fabrication de pointe				TIC
	Distribution		Aéro. et déf.	Tech. habil.	Environnement		
Canada	1.00	\$18,619,591,580	\$2,635,479,167	\$4,510,444,618			
C.-B.	0.12	\$25,220,151	\$13,797,694	\$5,434,146		C.-B.	0.12
Prairies	0.03	\$6,408,725	\$3,506,150	\$1,380,878		Prairies	0.03
Ontario	0.42	\$88,511,339	\$48,423,674	\$19,071,399		Ontario	0.42
Québec	0.39	\$82,406,048	\$45,083,530	\$17,755,902		Québec	0.39
Est	0.03	\$7,224,545	\$3,952,477	\$1,556,661		Atlantique	0.03

1

Emplois régionaux

PARI	Retombées actualisées		200000		275000		150000		150000	
	Distribution		Fabrication de pointe	Matériaux de pointe	Aérospatiale	Biotechnologie	Environnement	TIC		
Canada	1.00		1,049	574	164	502	640			1,647
C.-B.	0.19		200	109	31	96	122			314
Prairies	0.21		219	120	34	105	133			343
Ontario	0.31		329	180	52	158	201			517
Québec	0.20		209	114	33	100	127			328
Est	0.09		92	50	14	44	56			145

R-D	Retombées actualisées		275000		150000		150000	
	Distribution		Aéro. et déf.	Tech. habil.	Environnement			
Canada	1.00		67,708	17,570	30,070			
C.-B.	0.12		8,140	2,112	3,615			
Prairies	0.03		2,069	537	919			
Ontario	0.42		28,569	7,413	12,688			
Québec	0.39		26,598	6,902	11,813			
Est	0.03		2,332	605	1,036			

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	493	3796	5960	6018	23269	46389	77213	96399	7329	0	0	0	0	0	0
	0	222	1266	2627	2246	12246	27482	43482	23267	4231	0	0	0	0	0	0
	0	97	722	1368	1487	6203	17765	23266	19242	2353	0	0	0	0	0	0
	0	41	213	418	698	3226	8262	13220	12775	414	0	0	0	0	0	0
	0	2	12	29	21	1421	2367	6366	9479	793	0	0	0	0	0	0
	0	0	13	13	18	643	1099	1623	1975	419	0	0	0	0	0	0
	0	1	21	46	58	200	618	1405	1354	211	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	118	269	663	836	103	0	0	0	0	0	0
	0	1	3	7	9	48	113	289	288	48	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	1	3	2	1	7	18	49	53	10	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	3	7	19	21	4	0	0	0	0	0	0
	0	1	3	2	1	3	2	7	8	2	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	1	3	2	1	3	2	7	8	2	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	1	3	2	1	3	2	7	8	2	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	1	3	2	1	3	2	7	8	2	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

PARI universitat		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	A Adms	Directes	Total
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	100.128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.128	0
1990	0	189.858	485.194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	675.052	0
2001	0	290.361	919.991	89.033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.280.384	2.719.127
2002	0	326.762	1.062.624	197.026	361.713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.585.505	3.780.369
2003	0	326.762	1.062.624	197.026	361.713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.585.505	3.780.369
2004	0	326.762	1.062.624	197.026	361.713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.585.505	3.780.369
2005	0	326.762	1.062.624	197.026	361.713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.585.505	3.780.369
2006	0	326.762	1.062.624	197.026	361.713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.585.505	3.780.369
2007	0	217.337	1.268.473	202.663	1.944.898	1.891.247	403.992	288.464	153.336	108.264	0	0	0	0	0	0	0	0	4.309.289	10.154.938
2008	0	153.244	1.001.922	229.963	1.078.610	1.747.205	263.747	317.344	211.364	199.853	49.793	0	0	0	0	0	0	0	3.262.764	8.453.746
2009	0	136.432	834.752	191.214	944.137	1.770.721	43.487	337.022	248.726	274.805	153.565	0	0	0	0	0	0	0	2.341.739	1.919.550
2010	0	94.706	621.462	159.269	789.133	1.488.728	239.232	151.894	204.937	322.901	219.953	0	0	0	0	0	0	0	1.676.176	1.488.064
2011	0	66.876	468.427	114.773	622.309	1.237.976	334.305	308.777	261.454	343.617	260.266	0	0	0	0	0	0	0	1.407.540	1.445.853
2012	0	43.706	312.946	83.166	471.818	887.209	239.232	270.267	243.967	329.009	269.209	0	0	0	0	0	0	0	1.252.942	1.458.254
2013	0	28.002	212.075	57.362	341.564	740.072	208.265	224.963	211.910	313.981	263.420	0	0	0	0	0	0	0	1.252.942	1.458.254
2014	0	20.991	127.202	35.235	265.609	568.601	176.262	176.262	219.462	249.901	219.953	0	0	0	0	0	0	0	1.027.111	1.212.111
2015	0	16.172	24.036	10.110	374.086	154.518	134.510	139.873	228.951	213.574	164.254	0	0	0	0	0	0	0	1.493.375	1.493.375
2016	0	10.233	15.101	6.101	249.201	109.263	109.263	109.263	109.263	109.263	109.263	0	0	0	0	0	0	0	1.092.407	1.092.407
2017	0	3.161	26.014	8.200	62.185	105.502	57.637	60.520	75.652	137.183	140.254	0	0	0	0	0	0	0	741.937	741.937
2018	0	453	42.423	14.423	103.423	103.423	103.423	103.423	103.423	103.423	103.423	0	0	0	0	0	0	0	488.423	488.423
2019	0	943	6.050	2.781	20.084	57.942	22.670	26.269	35.485	69.064	77.238	0	0	0	0	0	0	0	323.607	323.607
2020	0	943	6.050	2.781	20.084	57.942	22.670	26.269	35.485	69.064	77.238	0	0	0	0	0	0	0	323.607	323.607
2021	0	109	1.992	741	6.008	16.005	7.613	10.320	13.867	20.647	26.762	0	0	0	0	0	0	0	124.228	124.228
2022	0	87	908	362	3.044	6.475	4.163	5.979	8.249	18.102	22.875	0	0	0	0	0	0	0	73.289	73.289
2023	0	89	923	370	4.485	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	0	0	0	0	0	0	0	12.341	12.341
2024	0	16	186	77	697	2.341	1.170	2.363	6.079	8.310	10.300	0	0	0	0	0	0	0	23.088	23.088
2025	0	8	98	34	316	1.100	581	1.349	3.234	4.722	6.104	0	0	0	0	0	0	0	12.341	12.341
2026	0	3	31	14	138	498	294	425	683	1.749	2.562	0	0	0	0	0	0	0	6.377	6.377
2027	0	1	12	6	88	277	6	88	277	866	1.300	0	0	0	0	0	0	0	3.186	3.186
2028	0	0	2	2	3	11	90	90	197	432	688	0	0	0	0	0	0	0	1.339	1.339
2029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	778	778
2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326	326
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	143
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	83
2033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	29
2034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15
2035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
2036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8

PARI biblioteques		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	A Adms	Directes	Total
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	389.264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	389.264	0
2000	0	798.172	624.278	0	0															

SOMMAIRE

Total

	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées	Ratio
Dépenses de programme	\$2,797,845,062		\$3,741,166,880	\$1,909,781,416	7.10
Dépenses des entreprises	\$8,644,407,620		\$11,508,389,309	\$5,852,158,379	
Dépenses totales	\$11,442,252,682		\$15,249,556,189	\$7,761,939,794	
	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées	
Ventes directes	\$281,351,575,336	\$84,405,472,601	\$40,376,262,087	\$14,300,588,608	
Ventes indirectes	\$72,550,148,095	\$21,599,348,749	\$11,811,043,559	\$4,138,198,907	
Ventes de diffusion	\$152,078,979,821	\$4,223,230,959	\$942,876,970	\$352,850,660	
Valeur pour les utilisateurs canadiens				\$5,697,375,629	
TOTAL	\$517,422,955,934	\$110,228,052,309	\$68,379,738,804	\$32,250,953,598	8.62

PTC R-D

	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées	Ratio
Dépenses de programme	\$2,641,108,284		\$3,523,551,701	\$1,819,470,645	7.31
Dépenses des entreprises	\$8,293,336,724		\$11,021,279,554	\$5,649,522,409	
Dépenses totales	\$10,934,445,007		\$14,544,831,256	\$7,468,993,054	
	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées	
Ventes directes	\$275,410,224,597	\$82,623,067,379	\$38,727,078,294	\$13,974,370,532	
Ventes indirectes	\$68,985,374,440	\$20,590,568,792	\$11,159,345,077	\$3,993,218,893	
Ventes de diffusion	\$133,535,842,605	\$3,890,006,929	\$855,578,397	\$328,932,886	
Valeur pour les utilisateurs canadiens				\$5,331,106,929	
TOTAL	\$488,865,886,649	\$107,103,643,100	\$65,286,833,023	\$31,096,622,294	8.83

PTC PARI

	Dépenses		Dépenses actualisées	Retombées actualisées	Ratio
Dépenses de programme	\$156,736,778		\$217,615,179	\$90,310,771	3.62
Dépenses des entreprises	\$351,070,897		\$487,109,755	\$202,635,969	
Dépenses totales	\$507,807,675		\$704,724,933	\$292,946,741	
	Ventes	Ventes attribuées	Ventes attribuées actualisées	Retombées actualisées	
Ventes directes	\$5,941,350,739	\$1,782,405,222	\$1,649,183,793	\$326,218,076	
Ventes indirectes	\$3,564,773,656	\$1,008,779,957	\$651,698,482	\$144,980,014	
Ventes de diffusion	\$18,543,137,216	\$333,224,030	\$87,298,573	\$23,917,774	
Valeur pour les utilisateurs canadiens				\$366,268,700	
TOTAL	\$28,557,069,285	\$3,124,409,209	\$3,092,905,781	\$1,154,331,305	5.30



**HICKLING·ARTHURS·LOW
CORPORATION**

150 Isabella Street
Penthouse Floor
Ottawa, ON
K1S 1V7

Phone: (613) 237-2220
Fax: (613) 237-7347
Email: hal@hal.ca