

Une étude sur les bourses postdoctorales pour la commercialisation



Livre blanc
2024



Profils des auteurs et des autrices

Jon Thomas

Professeur associé, école de commerce
Directeur, Esposito Family Centre for Innovation & Entrepreneurship (EFCIE)
BC Regional Innovation Chair in Canada-India Partnership Development
Université Fraser Valley

Finlay MacNab

Chercheur postdoctoral,
Office of Knowledge Mobilization and Innovation
Université Simon Fraser

Bruna Guarino Moraes

Coordinatrice de programmes
Dunin-Deshpande Queen's Innovation Centre de l'Université Queen's

Tom Goldsmith

Directeur, Politique d'innovation :
Toronto Mitacs

James McLellan

Directeur académique, Dunin-Deshpande Queen's Innovation Centre
Professeur, département de l'ingénierie chimique, superviseur titulaire en mathématiques et statistiques, et principal superviseur universitaire, Dan School of Drama and Music Queen's (Est du Canada), Invention to Innovation (i2I)
Université Queen's

Elicia Maine

Professeure VanDusen d'innovation et d'entrepreneuriat
Beedie School of Business
Vice-présidente adjointe, Mobilisation des connaissances et innovation
Université Simon Fraser

Sarah Lubik

Directrice de l'entrepreneuriat
Directrice académique nationale, Invention to Innovation (i2I)
Directrice générale et académique, Charles Chang Institute for Entrepreneurship
Université Simon Fraser

Mandat

Commandée par Mitacs Canada en 2022, cette étude vise à examiner le paysage des modèles existants de programmes postdoctoraux axés sur la commercialisation pour les chercheuses et chercheurs en science, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM). La présente étude révèle un besoin important de soutien pour la formation des chercheuses et chercheurs au postdoctorat, qui jouent un rôle clé pour aider à combler le fossé du transfert de la recherche au Canada. Elle propose la création d'un programme postdoctoral de commercialisation Invention to Innovation (i2I) axé sur les premières étapes de mobilisation et de transfert des connaissances, qui prend appui sur le programme i2I de Mitacs ainsi que sur les modèles existants sous la proposition-cadre de Mitacs au Canada.



Information clé : favoriser l'innovation scientifique dans les universités canadiennes

Il est nécessaire plus que jamais d'accélérer la recherche dans les laboratoires des universités canadiennes, en vue de produire des retombées pour la société. Les innovations scientifiques, celles qui reposent sur des découvertes techniques, scientifiques et médicales, par opposition aux innovations logicielles ou commerciales, sont essentielles pour relever les défis les plus complexes et les plus urgents auxquels le monde est confronté, notamment les changements climatiques, l'énergie durable, les pandémies, l'accès équitable aux soins de santé, ainsi que la sécurité mondiale de l'alimentation et de l'eau. Toutefois, les innovations scientifiques sont confrontées à des niveaux beaucoup plus élevés d'incertitude prolongée et à des besoins accrus en ressources, ce qui entraîne des défis considérables en matière de création et d'exploitation de la valeur. Des approches adaptées en matière de perfectionnement des compétences et de soutien à l'innovation sont donc nécessaires.

L'écosystème canadien actuel de l'innovation est plus propice aux logiciels et aux produits commerciaux qui peuvent généralement être mis sur le marché en trois à cinq ans. En revanche, il est moins adapté aux innovations scientifiques issues des universités, qui nécessitent beaucoup plus de temps, une formation axée sur la commercialisation ainsi que des soutiens financiers pour atteindre leur énorme potentiel d'impact. L'importance des premiers stades de la commercialisation de la science est souvent une question négligée. Pourtant, c'est à ce moment que sont prises bon nombre des décisions translationnelles et stratégiques clés qui auront une incidence sur la capacité à créer de la valeur à l'avenir, alors que la technologie se trouve encore dans le laboratoire universitaire.

Les recherches évaluées par les pairs au cours de la dernière décennie, ainsi que les données qualitatives recueillies pour le présent rapport, mettent en évidence le potentiel des chercheuses et des chercheurs au postdoctorat au Canada. De plus, elles suggèrent que parmi ces personnes hautement qualifiées, celles qui sont dotées d'un grand talent et d'un bon financement, en plus d'être soutenues par une formation ciblée à l'innovation et un mentorat entrepreneurial, peuvent devenir des catalyseurs clés pour libérer le potentiel d'innovation scientifique des établissements d'enseignement et des laboratoires de recherche gouvernementaux du Canada. Toutefois, le soutien accessible est limité au niveau national; il manque dans l'espace translationnel un programme postdoctoral ciblé, s'appuyant sur les solutions existantes, qui pourrait compléter d'autres offres afin de fournir les compétences en matière d'innovation, le changement de culture, l'alignement des incitatifs et la capacité nécessaires pour catalyser les premiers stades de l'écosystème d'innovation du Canada.

Solutions existantes

Plusieurs modèles de programmes postdoctoraux axés sur la commercialisation dans le domaine des STIM existent ou sont en cours d'élaboration aux États-Unis, au Royaume-Uni et au Canada. En examinant les programmes existants, cette étude propose quatre composantes principales de soutien postdoctoral qui peuvent faciliter une meilleure mobilisation des connaissances et des résultats en matière de transfert de la recherche.

- **Soutien et détermination des programmes postdoctoraux :** Les chercheurs principaux et les chercheuses principales (CP), leurs étudiants et étudiantes des cycles supérieurs ainsi que leurs chercheuses et chercheurs au postdoctorat jouent un rôle central dans le transfert de la science hors du laboratoire de recherche. La réussite du programme repose sur l'identification de scientifiques et de projets permettant de faire progresser la science transformationnelle, comme les technologies propres, les matériaux, la fabrication de pointe, l'informatique quantique, le secteur biopharmaceutique, la génomique et d'autres domaines ayant un important potentiel d'impact.
 - **Formation à l'innovation :** La recherche sur la gestion de l'innovation révèle que le développement précoce de l'esprit entrepreneurial, la stratégie de propriété intellectuelle, la hiérarchisation des marchés et l'élaboration de la stratégie constituent les fondements d'entreprises, de laboratoires et de projets sectoriels solides. Cependant, les voies les plus efficaces pour les scientifiques de transfert ne sont souvent pas connues ou pleinement évaluées lors de la prise de ces décisions.
 - **Réseautage et mentorat :** Le mentorat par des spécialistes de l'industrie détenant une expérience de la commercialisation à un stade précoce peut aider à créer des réseaux de collaboration qui favorisent la cocréation et l'amélioration de la technologie grâce à une meilleure compréhension des besoins non satisfaits du marché, des voies réglementaires et des possibilités futures.
 - **Accès aux installations et soutiens flexibles supplémentaires :** L'application des technologies scientifiques nécessite souvent un accès soutenu aux spécialistes et aux équipements qui se trouvent dans les installations gouvernementales et les laboratoires universitaires.
- Bien que les programmes existants apportent des contributions significatives dans leurs domaines respectifs, certaines lacunes ont été mises en lumière. Les modèles aux États-Unis et au Royaume-Uni sont largement axés sur les entreprises et encouragent la création d'entreprises dans un court laps de temps (souvent un à deux ans). Cette approche, qui accélère la création d'entreprises, n'est peut-être pas adaptée aux différentes incertitudes rencontrées lors de la transposition des idées scientifiques, en particulier des idées révolutionnaires susceptibles d'entraîner le plus grand potentiel de retombées pour la société à long terme.
- Les programmes actuellement offerts au Canada sont axés soit sur des projets parrainés par le secteur privé, qui sont rarement alignés sur le calendrier des avancées scientifiques radicales, soit sur des modèles axés sur l'entreprise, qui exigent un certain niveau de préparation au marché, le détachement de la propriété intellectuelle de la base scientifique et la pertinence d'un modèle d'affaires. Bien qu'il s'agisse d'éléments importants de l'écosystème canadien de l'innovation, les programmes existants ne sont actuellement pas conçus pour soutenir l'exploration d'idées expérimentales, des stratégies et des modèles de commercialisation ou de modèles translationnels appropriés à l'innovation scientifique. Au niveau du soutien, un fossé se creuse entre la recherche et les programmes existants.

Renforcement des capacités : trois façons d'accroître la capacité d'innovation du Canada

Mitacs possède des dizaines d'années d'expérience dans le soutien au perfectionnement des compétences en matière d'innovation par le biais de formations engagées avec la communauté de l'innovation. Il a également collaboré à la création du programme Invention to Innovation (i2I), qui est spécialement conçu pour l'espace translationnel. Reposant sur des recherches approfondies sur l'innovation scientifique, le programme i2I de Mitacs a été soigneusement conçu pour former des scientifiques qui possèdent un esprit entrepreneurial et une capacité de calibre mondial à repérer et à exploiter les possibilités dans l'ensemble de l'écosystème d'innovation du Canada. Notre analyse des données et notre expérience indiquent qu'il faut trois catégories interopérables de personnes scientifiques formées à l'innovation :

- Chefs de file de l'industrie :** L'industrie canadienne a toujours été à la traîne des autres pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques en ce qui concerne les dépenses de recherche et développement et les gains de productivité au fil du temps. Les spécialistes au postdoctorat sont des personnes formées à l'innovation et particulièrement qualifiées pour accroître la capacité de l'industrie, y compris des entreprises à vocation scientifique, des gouvernements et des intermédiaires de l'innovation, afin d'intégrer les nouvelles idées et technologies nécessaires pour combler ce déficit de productivité.

- Fondateurs et fondatrices d'entreprise :** Les chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le domaine des STIM détiennent une combinaison unique de formation scientifique de haut niveau, de passion pour l'innovation et de liberté par rapport aux contraintes que peut entraîner une carrière universitaire. Par exemple, la concentration sur une thèse de doctorat ou les obligations d'enseignement sont des éléments qui peuvent repousser beaucoup d'étudiantes ou d'étudiants des cycles supérieurs et de chercheurs principaux et de chercheuses principales. Ces avantages se reflètent dans les résultats observés des entreprises scientifiques fondées par des chercheuses ou des chercheurs au postdoctorat.
- Scientifiques de transfert :** Les chercheuses et chercheurs au postdoctorat ayant reçu une formation à l'innovation possèdent les compétences nécessaires pour définir, élaborer et exploiter la recherche fondamentale qui présente un potentiel important en matière de commercialisation et d'incidence sur la société. Préférant souvent les postes universitaires permanents, la plupart de ces personnes deviennent des chercheuses principales et des chercheurs principaux qui se concentrent sur la mobilisation des connaissances et le transfert de la recherche scientifique hors des laboratoires universitaires. En tant que chercheuses principales et chercheurs principaux, ces personnes jouent également un rôle important dans le mentorat des chercheurs et chercheuses de leur laboratoire, qui peuvent ensuite créer leur propre entreprise scientifique. Ces scientifiques peuvent donc avoir un impact considérable sur la société à long terme, comme l'ont révélé de récentes recherches.

Étant donné le besoin évident de flexibilité pour trouver la meilleure stratégie au cours des premières étapes essentielles de transfert et de commercialisation, ces trois catégories de scientifiques ayant reçu une formation à l'innovation peuvent fournir au Canada un ensemble complet de solutions pour répondre aux incertitudes du processus de commercialisation de la science. Le chef de file de l'industrie est la solution à court terme, les fondateurs et fondatrices d'entreprise représentent la solution à moyen terme et les scientifiques de transfert sont la solution à long terme.

Principales recommandations

L'intégration par Mitacs d'une bourse postdoctorale dans le domaine des STIM qui est axée sur la commercialisation et qui se concentre sur ce stade initial est bien alignée sur les objectifs stratégiques du Canada en matière d'innovation. La commercialisation de la science et l'adoption de nouvelles technologies par l'industrie sont au cœur de la plateforme de laboratoire au marché d'ISDE, du Fonds stratégique pour l'innovation d'ISDE de plusieurs milliards de dollars, et de la Corporation d'innovation du Canada (CIC).

Un programme de bourses postdoctorales pour la commercialisation i2I de Mitacs, axé sur l'espace translationnel mal desservi, permettra de bâtir une filière de talents postdoctorants à l'esprit entrepreneurial qui contribueront à dévoiler et mobiliser les connaissances au sein des laboratoires de recherche de notre pays, ce qui peut nous aider à atteindre nos objectifs nationaux en matière d'innovation et à enrichir les programmes existants. Nous recommandons les mesures de soutien et les composantes de programme suivantes :

- **Postdoctorat en commercialisation :** Une bourse postdoctorale de deux ans pour les chercheuses et les chercheurs dans le domaine des STIM (y compris les personnes hautement qualifiées en physique, chimie, ingénierie chimique, sciences environnementales, génomique, ingénierie des matériaux et autres disciplines favorisant l'innovation scientifique) avec une allocation concurrentielle permettant de se concentrer sur la diminution des risques de leurs inventions scientifiques.
- **Formation des compétences en matière d'innovation pour les scientifiques :** Chaque personne bénéficiaire d'une bourse recevra une formation à l'innovation qui lui permettra de perfectionner son esprit entrepreneurial et ses compétences en matière d'innovation, et sera chargée de faire progresser le transfert de ses recherches dans le cadre du programme [i2I de Mitacs](#).
- **Soutien non financier à la commercialisation :** Soutien non financier permettant aux chercheuses ou chercheurs au postdoctorat d'accéder à des installations de laboratoires de recherche universitaires ou gouvernementaux (fournies directement par l'université d'accueil) pour diminuer les risques des technologies et élaborer la propriété intellectuelle, la stratégie s'y rattachant et une stratégie de commercialisation.
- **Mentorat et facilitation du réseautage :** mentorat entrepreneurial et scientifique personnalisé et propre à l'industrie pour chaque chercheuse ou chercheur. Il s'agit d'événements réguliers en personne permettant de faciliter les rencontres entre les chercheuses et chercheurs, le secteur privé, les spécialistes en recherche, les personnes représentant le gouvernement et les investisseurs ou bailleurs de fonds.

Résultats et impact attendus

Ce programme aura des retombées directes et considérables en permettant de catalyser le transfert de la recherche scientifique transformationnelle à ce stade mal desservi, en plus de transformer la culture des laboratoires et de changer l'état d'esprit et la trajectoire professionnelle des personnes participantes.

Les conclusions de la littérature universitaire et le suivi des diplômés du programme transformationnel de l'invention à l'Innovation i2I de Mitacs et de l'Université Simon Fraser (SFU) depuis 2014 indiquent que le programme générera des niveaux accrus de connaissances et de transfert de la recherche au sein des laboratoires universitaires, et développera une capacité précieuse pour définir et exploiter les occasions d'innovation au sein des organismes gouvernementaux, des industries canadiennes de haute technologie et de la communauté de l'investissement.

Il est possible de mesurer ces indicateurs directement par le succès des subventions translationnelles, les licences de propriété intellectuelle (PI) supplémentaires, la valeur financière des licences de PI, la création d'entreprises secondaires dans les laboratoires accueillant une chercheuse ou un chercheur au postdoctorat du programme i2I pour la commercialisation, ainsi que par la réussite professionnelle des chercheurs et des chercheuses qui entrent ensuite dans un secteur privé ou occupent des postes axés sur le transfert de la science dans l'écosystème canadien de l'innovation.

Selon notre enquête sur les données secondaires axée sur les programmes existants dans d'autres administrations, nous prévoyons que le programme de bourses postdoctorales i2I pour la commercialisation générera des

avantages économiques mesurables importants surpassant le coût du programme sous forme d'investissements dans les entreprises nouvelles et en croissance, d'investissements majeurs provenant du secteur privé et de création d'emplois à temps plein au Canada. Le développement des capacités entrepreneuriales des chercheuses et des chercheurs dans les laboratoires universitaires peut créer des moteurs de recherche et de commercialisation qui génèrent des retombées importantes à long terme pour le Canada.

Table des matières

Profils des auteurs et des autrices	2
Mandat.....	3
Information clé : favoriser l'innovation scientifique dans les universités canadiennes.....	4
Solutions existantes	4
Renforcement des capacités : trois façons d'accroître la capacité d'innovation du Canada	6
Principales recommandations.....	7
Résultats et impact attendus	8
1. Introduction.....	11
2. Objectifs et méthodes	13
2.1 Objectifs de l'étude	13
2.2 Méthodes.....	13
Phase 1	14
Phase 2	14
3. L'impératif de la commercialisation de la science	15
3.1 Les défis uniques de la commercialisation de la science	15
3.1.1 Inadéquation des incitatifs entre le milieu académique et le secteur privé	16
3.1.2 L'écart de financement de l'innovation fondée sur la science	18
3.1.3 Exigences en matière de financement de contrepartie pour la collaboration avec le secteur privé	19
3.1.4 Besoins en ressources et calendrier de l'innovation scientifique	19
3.2 Le rôle des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans la science et la commercialisation de la science	21
3.3 La situation actuelle des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada.....	21
3.3.1 Explorer l'éducation et la formation des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada.....	24
3.4 Possibilités de formation postdoctorale et de financement au Canada	24
3.5 Résumé	25
4. Modèles existants de bourses postdoctorales dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation et leurs difficultés.....	27
4.1 Modèles de bourses postdoctorales dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation aux États-Unis, au Royaume-Uni et au Canada.....	27
4.1.1 Innovation Catalyst Grant (ICG)	29
4.1.2 Programme ICURe.....	29
4.1.3 Programme Runway Startups de Cornell	30
4.1.4 Cyclotron Road (CR)	31
4.1.5 Programme d'entrepreneuriat scientifique	31
4.1.6 Offre de programmes de Mitacs – Accélération Entrepreneur et Élévation	32
4.2 Principaux éléments des modèles actuels	34
4.2.1 Critères et processus de sélection	34

4.2.2 Perfectionnement et mentorat	35
4.2.3 Ressources fournies : Financement, accès aux installations et SAFE	36
4.2.4 Gestion de la propriété intellectuelle (PI)	36
4.2.5 Gouvernance du programme	38
4.2.6 Orientation et lacunes des modèles de bourses postdoctorales dans le domaine des STIM.....	38
4.3 Le programme i2I de Mitacs : Libérer la capacité d'innovation du Canada au stade initial	40
4.3.1 Création du programme i2I.....	40
4.3.2 L'évolution.....	42
4.3.3 Aperçu de la mise en œuvre du programme i2I de Mitacs	44
5. Modèle proposé : Bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation	50
5.1 Orientation : Élaboré pour le transfert, la mobilisation des connaissances et la commercialisation	50
5.2 Composantes du modèle de bourse postdoctorale proposé pour la commercialisation des STIM	58
5.3 Comparaison du modèle proposé avec les modèles existants	60
5.4 Discussion : Pourquoi ce modèle comble-t-il un écart important au Canada?	63
6. Modèle de bourse proposé : Défis potentiels liés à la mise en œuvre, atténuation des risques et mesure de l'incidence	65
6.1 Défis potentiels liés à la mise en œuvre et atténuation des risques.....	65
6.2 Mesure de l'incidence.....	67
6.2.1 Autres incidences indirectes	68
7. Conclusion	70
Références	72



1. Introduction

La récente pandémie de COVID-19 a mis en évidence l'importance de la mobilisation du savoir et de la commercialisation de la science dans le transfert rapide de la recherche postsecondaire en réponse aux défis complexes et émergents auxquels la société est confrontée (Park et coll., 2022). Dans la plupart des cas, ces solutions peuvent être attribuées à des inventions révolutionnaires réalisées par des chercheurs principaux ou des chercheuses principales, la population étudiante des cycles supérieurs, et les chercheuses ou les chercheurs au postdoctorat dans un laboratoire universitaire plusieurs années avant la formation (Thomas et coll., 2020). Le rôle central des chercheuses et les chercheurs au postdoctorat est de plus en plus reconnu dans la commercialisation de la science. Pourtant, la plupart des chercheuses et des chercheurs au postdoctorat en STIM ont un accès limité à la formation en innovation nécessaire pour convertir la science postsecondaire en produits, solutions et services innovants répondant à d'importants besoins sociaux insatisfaits (Johnson, 2018; Mitchell et coll., 2013).

Au Canada, les chercheuses et les chercheurs au postdoctorat représentent une classe de travailleurs et de travailleuses du savoir pouvant contribuer considérablement au succès de l'écosystème d'innovation national. Plusieurs programmes de haut niveau à l'échelle internationale, ainsi que quelques programmes au Canada, se concentrent sur l'exploitation du potentiel des chercheurs et des chercheuses au postdoctorat au moyen d'une formation en innovation. En examinant les composantes de formation et de financement des programmes existants, nous constatons

une lacune importante dans les premières phases de commercialisation de la science, lorsque la recherche translationnelle est encore dans le laboratoire universitaire et que les voies appropriées sont en cours d'évaluation. Ce travail met en évidence la nécessité d'un modèle de bourse postdoctorale qui complète les offres existantes et qui comble cette lacune afin d'améliorer l'innovation scientifique au Canada en tirant parti de la recherche postdoctorale, ainsi que des actifs immatériels des établissements de recherche canadiens.

Cette étude démontre que :

- Le personnel postdoctoral hautement qualifié (PHQ) du Canada possède un important potentiel d'innovation inexploité.
- Fragmenté et affecté par des niveaux d'inflation élevés, le soutien financier actuel visant à appuyer la recherche sous forme d'allocations et de salaires postdoctoraux n'a pas suivi le rythme de l'augmentation du nombre de chercheuses et de chercheurs au postdoctorat.
- La commercialisation de la recherche scientifique universitaire est confrontée à des défis uniques qui nécessitent une formation soigneusement conçue et une aide financière qui permettent d'affiner la recherche tout en faisant progresser les objectifs translationnels.
- Le corps universitaire inventeur, scientifique et fondateur d'entreprises n'est pas bien aligné sur la plupart

des programmes existants et l'accès à l'aide financière peut être limité par des exigences de financement de contrepartie bien intentionnées, mais inappropriées au Canada.

- La légitimation du transfert et de la commercialisation axés sur les répercussions de la recherche scientifique postsecondaire est une étape importante vers la création d'une solide culture d'innovation au sein du milieu académique.
- Des programmes semblables à l'étranger montrent l'importance d'une formation postdoctorale en STIM axée sur la commercialisation et d'un soutien financier offerts à l'échelle nationale, ainsi que de l'abandon des exigences de financement de contrepartie à tous les stades du processus.
- Les solutions existantes presupposent que le transfert passe par la création d'une entreprise ou d'un projet au secteur privé, alors qu'il faut s'intéresser à la phase qui précède la prise de décision à ce sujet.
- L'approche proposée permet d'obtenir des avantages allant au-delà de la création d'entreprises en reconnaissant également la nécessité d'avoir des champions et des championnes du secteur privé, ainsi que des scientifiques de transfert.
- La création d'un modèle de bourses postdoctorales combinant un programme performant de formation en innovation (comme le programme i2I de Mitacs) et un modèle de financement mieux adapté à l'innovation scientifique peut contribuer à atténuer bon nombre des tensions qui empêchent une meilleure

transposition de la recherche canadienne en retombées.

Un tel modèle peut servir de base à une innovation plus large et plus profonde dans les milieux universitaires tout en s'avérant complémentaire aux modèles existants.



2. Objectifs et méthodes

L'étude est motivée par les observations selon lesquelles il existe des lacunes importantes dans la formation et le financement des chercheuses et des chercheurs au postdoctorat en STIM dans notre pays (Comité consultatif sur l'examen du soutien fédéral à la science fondamentale [Canada], 2017; Charbonneau, 2018). Un rapport récent souligne particulièrement les défis en matière de formation et de financement auxquels sont confrontés les chercheuses et les chercheurs au postdoctorat, ainsi que les chercheurs et les chercheuses en début de carrière. Ce rapport recommande la définition d'un soutien à la formation pour aider à renforcer les compétences d'innovation de ces chercheurs et de ces chercheuses afin de transposer la recherche scientifique en incidence sociétale pour le Canada (Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2023).

2.1 Objectifs de l'étude

Ce livre blanc fait partie d'une étude financée par Mitacs visant à examiner les bourses postdoctorales en STIM axées sur la commercialisation et à suggérer un modèle de formation et de financement mieux adapté aux besoins de l'écosystème canadien d'innovation scientifique, conçu pour améliorer la capacité des chercheuses et des chercheurs au postdoctorat au Canada à transposer leur recherche scientifique en incidence sociétale.

2.2 Méthodes

Compte tenu de la nature exploratoire de l'étude, l'équipe de recherche a procédé à un examen approfondi de la littérature sur la commercialisation de la science dans le cadre universitaire en mettant l'accent sur le rôle des chercheuses et des chercheurs au postdoctorat dans le processus de transfert. L'équipe a également compilé et analysé des données secondaires sur les programmes postdoctoraux en STIM axés sur la commercialisation aux États-Unis, au Royaume-Uni et au Canada. L'équipe a mené des entrevues approfondies avec une série d'acteurs de l'écosystème de l'innovation scientifique, dont les enseignements ont été combinés à ceux tirés de la mise en œuvre du programme de formation en innovation i2I de Mitacs et de la SFU, lancé sous forme de certificat d'études supérieures en 2014 et sous forme de programme national de formation professionnelle en 2019. Un groupe de discussion et un atelier, réunissant diverses parties prenantes, ont également été organisés pour obtenir des commentaires sur la recherche initiale et affiner collectivement un modèle de bourse postdoctorale axé sur la commercialisation pour l'adapter au contexte d'innovation scientifique canadien.

Cette riche synthèse de données qualitatives et quantitatives a permis à l'équipe de découvrir les lacunes des modèles de financement postdoctoral actuels. De plus, elle a contribué à définir les défis et les occasions en matière d'innovation scientifique au sein des établissements de recherche canadiens.

Phase 1

L'étude a commencé par une analyse ciblée de la littérature ainsi qu'une analyse des formes actuelles de soutien et des programmes postdoctoraux en STIM axés sur la commercialisation. L'équipe a recueilli des données secondaires et a compilé des indicateurs sur cinq bourses postdoctorales pour la commercialisation existantes : Cyclotron Road (États-Unis), Research Runway (États-Unis), ICURé (Royaume-Uni), le Programme d'entrepreneuriat scientifique (Québec) et Innovation Catalyst Grant (Alberta). Elle a également compilé les résultats des cohortes i2I de la SFU et de Mitacs depuis 2014 et 2019 respectivement, car elle s'est concentrée particulièrement sur la phase initiale de la commercialisation de la science. Cette approche permet un examen qualitatif de la manière dont une bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation pourrait améliorer la réussite translationnelle.

Phase 2

L'équipe de recherche a également découvert les obstacles et les défis rencontrés par les parties prenantes grâce à une série de 50 entrevues avec des concepteurs et des conceptrices de programmes et des membres du personnel chargé de la mise en œuvre, des participantes et des participants aux programmes, des chercheurs principaux et des chercheuses principales, des administrateurs et des administratrices universitaires, des investisseurs et des investisseuses, ainsi que des organismes subventionnaires (tableau 1).

Enfin, l'équipe de recherche a organisé un groupe de discussion à l'échelle universitaire au Dunin-Deshpande Queen's Innovation Centre afin de réunir les principales parties prenantes dans un cadre collaboratif pour valider et étendre les résultats de la recherche ainsi que pour transmettre les recommandations relatives à une bourse postdoctorale de commercialisation pour les chercheurs et les chercheuses en STIM au Canada.

Tableau 1 : profil des parties prenantes et nombre d'entrevues

PARTIE PRENANTE	NOMBRE D'ENTREVUES
Participant·es de la formation en innovation i2I et fondateurs et fondatrices d'entreprises dérivées de l'essaimage universitaire	15
Chercheuses et chercheurs	16
Administrateurs et administratrices universitaires	6
Concepteurs et conceptrices de programmes	9
Investisseurs et investisseuses, bailleurs et balleuses de fonds	4
Total	50



3. L'impératif de la commercialisation de la science

Il est de plus en plus reconnu que la commercialisation de la science par les universités et les établissements de recherche offre des moyens de relever certains des défis les plus pressants de notre époque (Comité permanent de la science et de la recherche, 2022). Les principaux participants à la commercialisation de la science dans le cadre universitaire sont les chercheurs principaux et les chercheuses principales, la population étudiante des cycles supérieurs et les chercheuses et les chercheurs au postdoctorat (Thomas et coll., 2020).

Les chercheuses et chercheurs au postdoctorat ont obtenu leur doctorat et suivent une période de formation prolongée pendant laquelle ces universitaires travaillent en étroite collaboration, parfois pendant plusieurs années, avec leur chercheuse principale ou chercheur principal (CP) et leurs pairs. En tant que personnel hautement qualifié dans le domaine des STIM, les chercheuses et chercheurs au postdoctorat contribuent éminemment à l'effort de commercialisation de la science. En effet, bon nombre de chercheurs principaux et chercheuses principales (CP) préfèrent se concentrer sur leurs travaux en laboratoire (ce qui leur est d'ailleurs suggéré), tandis qu'on encourage les étudiantes et étudiants des cycles supérieurs à se concentrer sur leurs thèses de doctorat (Johnson, 2018). En outre, l'évaluation par les pairs, les cadres de reconduction, de titularisation et de promotion, ainsi que la culture en matière de subventions sont principalement axés sur les publications et la formation à la recherche savante du personnel hautement qualifié. Cette culture évolue lentement, à mesure que les organismes subventionnaires et le milieu universitaire mettent en œuvre la

Déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche (DORA). Alors qu'au Canada, les trois organismes ont adopté la DORA, peu d'universités canadiennes ont formellement adopté cet accord, et le changement de culture est lent au sein du milieu universitaire. Dans cette section sont abordés les défis uniques de la commercialisation de la science ainsi que le rôle essentiel des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans ce processus. La situation des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada et leurs principaux défis y sont abordés. Il s'agit donc d'examiner de façon plus approfondie le contexte dans lequel s'inscrivent les bourses postdoctorales dans les domaines des STIM axées sur la commercialisation.

3.1 Les défis uniques de la commercialisation de la science

L'innovation fondée sur la science est de plus en plus reconnue comme ayant des niveaux d'incertitudes scientifiques et commerciales nettement plus élevés et de longs délais de développement (Maine et Garnsey, 2006; Pisano, 2006; Pisano, 2010; Maine et Thomas, 2017). Les innovations fondées sur la science, notamment dans les secteurs de la biotechnologie, de la nanotechnologie ou des matériaux avancés, passent souvent plus d'une décennie à mijoter dans les laboratoires universitaires et gouvernementaux avant que leur valeur ne soit reconnue (Pisano; 2006; Maine et coll., 2014; Maine et Seegopal, 2016; Maine et Thomas, 2017; Thomas et coll., 2020; Park et coll., 2022).

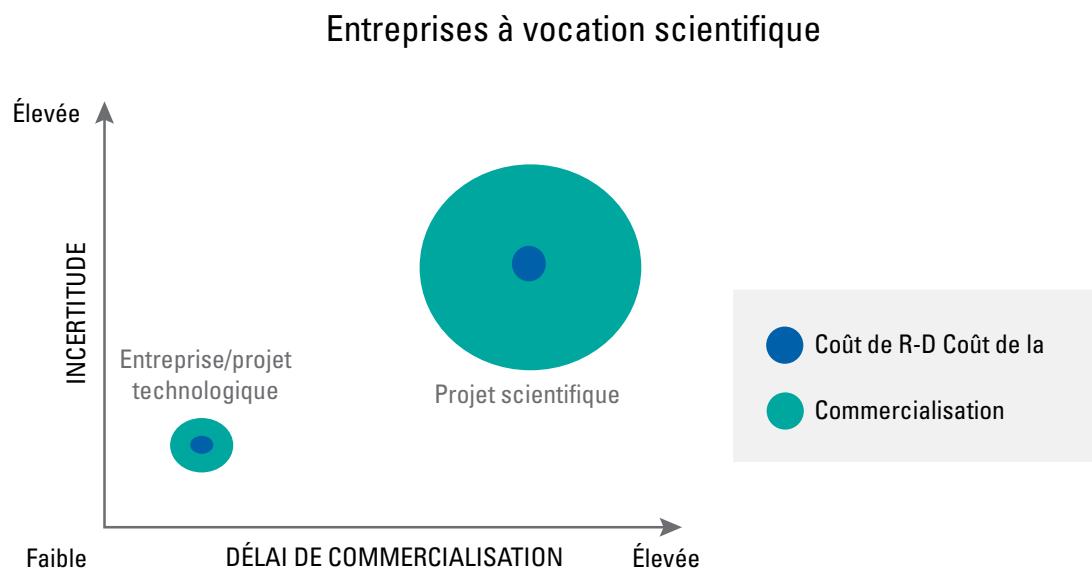


Fig. 1 : Comparaison entre les entreprises scientifiques et les entreprises technologiques (Maine, 2015)

La figure 1 illustre les niveaux plus élevés d'incertitude, les coûts de R-D et de commercialisation, ainsi que les calendriers de commercialisation des entreprises ou des projets scientifiques par rapport aux entreprises technologiques classiques. Ce délai de développement avant la création d'une entreprise n'est que partiellement attribuable aux obstacles de développement technologique. Les inventions scientifiques sont souvent de nature générique et peuvent s'appliquer à de nombreux marchés différents (Maine et Garnsey, 2006). En pareil cas, reconnaître la première application pose problème; il faut pour ce faire avoir une compréhension profonde de la technologie comme des défis que représente le lancement de produits et de services novateurs sur un marché cible.

Le processus d'adéquation entre la technologie et le marché est indispensable pour faire émerger la recherche scientifique hors du laboratoire universitaire (Freeman, 1982; Maine et Garnsey, 2006; Thomas et coll., 2020). Souvent, le manque de capacité à repérer les débouchés retarde le processus. Plusieurs chercheuses et chercheurs ont noté

que la plupart des scientifiques universitaires disposent de compétences limitées en matière d'identification des occasions de marché (Vohora et coll., 2004; Gurdon et Samsom, 2010). Néanmoins, ceux et celles ayant développé une expertise à la fois technique et commerciale ont démontré à plusieurs reprises une capacité à long terme à démarrer des entreprises scientifiques dérivées (Thomas et coll., 2020). Force est donc de constater que ces compétences peuvent être développées et affinées au fil du temps, en particulier si une formation appropriée à l'innovation est donnée en début de carrière scientifique.

3.1.1 Inadéquation des incitatifs entre le milieu académique et le secteur privé

Souvent, les incitatifs pour les chercheuses et chercheurs postsecondaires sont mal alignés sur les objectifs de commercialisation. Les règles et les conventions qui régissent le milieu de l'éducation postsecondaire, tant au niveau des chercheurs que de l'administration, peuvent entraver l'innovation (Johnson, 2018). Il s'agit

notamment des paramètres et des indicateurs de rendement clé (IRC), de l'inadéquation des cultures, des barrières administratives et de l'incapacité à communiquer efficacement la valeur des percées scientifiques au-delà du monde académique.

Les paramètres de réussite professionnelle des chercheuses et chercheurs postsecondaires dépendent fortement de la mesure des répercussions de leurs publications et de la formation du personnel hautement qualifié, et dans une moindre mesure, de l'impact économique régional et national que représentent le transfert de la recherche et les relations avec des personnes-ressources du secteur privé. Les spécialistes universitaires soulignent le fait que bon nombre de chercheuses et chercheurs poursuivent un engagement académique avec le secteur privé sous forme de recherche contractuelle ou d'expertise-conseil, tandis que peu de CP ont un engagement significatif dans la commercialisation de la science (Perkmann et coll., 2013). Dans de nombreuses universités, la recherche d'indicateurs de commercialisation, comme les brevets ou les entreprises dérivées, n'est pas prise en compte dans l'obtention d'un poste menant à la permanence ou d'une promotion, même qu'on la considère souvent comme une distraction.

Malgré le nombre pourtant limité de postes de CP à pourvoir par les étudiantes et étudiants des cycles supérieurs et les chercheuses et chercheurs au postdoctorat, faire carrière en dehors du milieu postsecondaire fait peu souvent partie de la culture pratiquée dans les laboratoires et facultés. Les carrières industrielles et entrepreneuriales sont souvent considérées comme des voies « alternatives » pour ceux qui ne peuvent pas obtenir un poste universitaire (Conseil des académies canadiennes, 2021). Dans le milieu de la recherche, on attribue souvent l'ambition entrepreneuriale à des motivations intéressées, ce qui compromet les objectifs de recherche

ouverte et d'avantages collectifs pour la société. En outre, la culture universitaire récompense davantage les contributions aux connaissances disciplinaires que l'innovation translationnelle. Toutefois, ce point de vue est peut-être quelque peu simpliste; de recherches récentes montrent que les universitaires entreprenants peuvent poursuivre la commercialisation pour répondre à d'importants besoins sociaux non satisfaits (Thomas et coll., 2020). En outre, le nombre de doctorats décernés chaque année en sciences et en ingénierie a dépassé de manière spectaculaire le nombre de postes d'enseignement à pourvoir. Shillebeeckx et coll. (2013) notent qu'entre 1982 et 2011, le nombre de doctorats décernés est passé de 11 000 à 36 000 par an, tandis que le nombre de postes d'enseignement créés est resté relativement constant à 3 000 par an.

D'autres obstacles au transfert de la recherche se situent généralement au niveau administratif, au sein des universités et des organismes subventionnaires. De nombreux bureaux de transfert de technologie adhèrent à des politiques en matière de licence et de propriété intellectuelle qui sont considérées comme une « recherche de rente » par les investisseurs et qui découragent les possibilités d'investissement, sans compter que la plupart des subventions de recherche interdisent explicitement l'utilisation de fonds pour protéger la propriété intellectuelle. En outre, bien que l'accès à des équipements spécialisés et à des installations de laboratoire soit un besoin essentiel pour le succès des innovations scientifiques à un stade précoce, de nombreux obstacles politiques peuvent entraver l'accès à ces espaces au sein des établissements.

L'engagement avec le secteur privé a souvent tendance à être axé sur le court terme, et les universitaires ont tendance à se montrer sceptiques quant à l'impact de l'industrie sur les trajectoires de recherche et les objectifs généraux de la création de nouvelles connaissances (Johnson, 2018). Les chercheuses et chercheurs

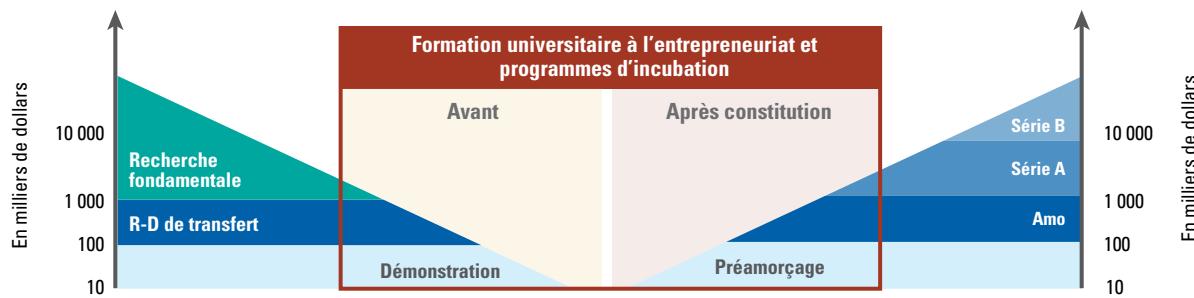


Fig. 2. Écarts de financement de l'innovation fondée sur la science (Innovosource, 2022)

postsecondaires peuvent également ne pas être en mesure d'équilibrer et de faire coïncider la culture universitaire de création et de partage de nouvelles connaissances avec la capacité de reconnaître et de s'approprier la valeur des inventions scientifiques par le biais de la protection de la propriété intellectuelle. Ces capacités entrepreneuriales, qui consistent à revendiquer et à protéger les droits sur une invention tout en assurant la production scientifique, comme les publications, ont été observées très récemment chez les grands talents scientifiques (Thomas et coll., 2020).

Nous savons déjà que la plupart des scientifiques universitaires n'ont pas la formation appropriée pour communiquer la valeur de leurs inventions scientifiques ni une compréhension adéquate des besoins du marché (Vohora et coll., 2004; Wright et coll., 2004; Gurdon et Samsom, 2010). Inversement, certains investisseurs n'ont pas les connaissances techniques nécessaires pour évaluer correctement les nouvelles découvertes scientifiques de pointe ayant un potentiel considérable d'incidence à long terme sur la société (Auerswald et Branscomb, 2003). Par conséquent, les investisseurs se tournent vers des occasions plus faciles à comprendre, avec un risque moins indéfini, au détriment d'une innovation scientifique à grande incidence. Au Canada, le manque d'accès aux capitaux patients exacerbe davantage le problème (Kronick et Bafale, 2022). L'écart de financement de l'innovation scientifique, détaillé dans la section suivante, ne cesse de se creuser.

3.1.2 L'écart de financement de l'innovation fondée sur la science

Les possibilités de financement pour le transfert de la recherche scientifique sont concentrées aux extrémités opposées du spectre de développement, un constat attribuable au désalignement des incitatifs dans le milieu postsecondaire et le secteur privé (figure 2). Les subventions de recherche, les investisseurs et les bailleurs de fonds de l'industrie sont appropriés à différents stades et pour différentes stratégies, mais créent une lacune importante dans les premiers stades cruciaux du transfert.

La plupart des aides à la recherche et des subventions accordées aux scientifiques et aux ingénieur·es, en particulier dans les universités canadiennes, sont consacrées à la recherche fondamentale, qui donne lieu à des publications dans des revues et à une formation scientifique pour le personnel hautement qualifié. Cela incite les chercheuses et chercheurs postsecondaires à donner une priorité moindre aux activités de transfert ainsi qu'à favoriser celles qui privilégient les évaluatrices et évaluateurs de demandes de subvention de recherche et les comités universitaires de titularisation et de promotion.

Inversement, les investisseurs et les acteurs déjà établis dans le secteur, ainsi que les organismes de subventions de transfert, concentrent souvent leurs dépenses de R-D dans des

domaines moins risqués et à plus court terme (Auerswald et Branscomb, 2003; Franzoni et coll., 2022). Cela se reflète dans le manque d'innovation scientifique au sein du secteur privé et dans la prédominance du financement de contrepartie dans la plupart des modèles de subventions de transfert au Canada.

3.1.3 Exigences en matière de financement de contrepartie pour la collaboration avec le secteur privé

La plupart des partenariats entre le secteur privé et le milieu postsecondaire suivent le principe selon lequel l'industrie connaît ses propres besoins et que les contributions de l'industrie créent un système de contrôle et d'équilibre assurant l'adéquation de la recherche financée avec ces besoins. Bien que ce cadre de transfert soutienne bien l'industrie existante, de nouveaux incitatifs et modèles de financement sont nécessaires pour répondre aux besoins des chercheuses novatrices et des chercheurs innovateurs durant les premières étapes du transfert de la recherche et de la commercialisation de la science. À ces stades précoces, l'intérêt du secteur et des investisseurs en capital de risque est limité (Auerswald et Branscomb, 2003) et les incitatifs existants ne sont pas adaptés aux délais prolongés que demande la commercialisation des percées scientifiques présentant des risques techniques et commerciaux élevés (Conseil consultatif pour l'examen du soutien fédéral à la recherche fondamentale [Canada], 2017).

Les exigences en matière de financement de contrepartie de la plupart des modèles de subventions de transfert peuvent malencontreusement favoriser involontairement les provinces, les régions, les universités ainsi que les chercheuses et chercheurs à un stade plus avancé qui ont accès à davantage de fonds de contrepartie, au détriment des groupes sous-représentés et des établissements de régions qui ne peuvent faire preuve d'une aussi grande largesse et qui ont peine à participer pour obtenir des fonds fédéraux (Conseil consultatif pour l'examen du soutien fédéral à la science fondamentale [Canada], 2017). Plus récemment, des spécialistes universitaires ont soulèvé l'importance et la force du rôle du gouvernement et des bailleurs de fonds gouvernementaux, qui ont souvent le pouvoir de stimuler le développement de secteurs clés à long terme et même de façonner les marchés (Lazonick et Mazzucato, 2013) au-delà de la durée des collaborations industrielles typiques.

3.1.4 Besoins en ressources et calendrier de l'innovation scientifique

La complexité qui sous-tend la plupart des innovations scientifiques entraîne des efforts de développement difficiles, car les incertitudes inhérentes à la R-D de pointe rendent les coûts et les calendriers impossibles à modéliser de manière adéquate (Auerswald et Branscomb, 2003). En règle générale, il faut 10 à 15 ans de développement et des dizaines de millions de

10 ANS ET PLUS

Découverte et transfert précommercialisation

5 À 7 ANS

Délai de liquidité attrayant pour les investisseurs

2 ANS

Fenêtre de création d'entreprises à vocation scientifique

Fig. 3. Chronologie pour l'innovation fondée sur la science

dollars d'investissement pour que les innovations scientifiques ne présentent plus de risque (Maine et Seegopaul, 2016).

Les personnes qui cherchent à commercialiser ces inventions sont confrontées à un défi de taille : rivaliser pour obtenir des investissements sur des marchés qui ne sont pas adaptés à l'incertitude et aux longs délais de l'innovation scientifique (figure 3). Même les inventions révolutionnaires dont les risques ont été considérablement réduits peuvent avoir du mal à atteindre le marché lorsqu'un investisseur retire son soutien de manière inattendue, comme dans le cas de BIND Therapeutics (Maine et Thomas, 2017).

La figure 4 illustre les décennies de recherche et de transfert à un stade précoce qui ont permis la création de l'entreprise scientifique BIND Therapeutics. Même après avoir obtenu plusieurs brevets et partenariats avec des entreprises pharmaceutiques de premier plan, BIND Therapeutics a fait faillite dix ans après sa création, lorsqu'en 2016, l'un de ses

créanciers a exigé le remboursement de son prêt plus tôt que prévu (Maine et Thomas, 2017; Ledford, 2016).

Ces défis auxquels sont confrontés les innovateurs et innovatrices scientifiques sont aggravés par le fait que la plupart des personnes œuvrant dans le domaine de la science ou de l'ingénierie possèdent les compétences techniques de pointe requises pour élaborer des inventions scientifiques, mais n'ont pas reçu de formation en matière d'innovation. Elles ne peuvent donc pas faire face aux complexités du développement précoce et de la précommercialisation, qui sont essentielles au succès de l'entreprise. Comme nous le savons, la participation des chercheuses et chercheurs au postdoctorat est essentielle lors de ces premières étapes, à la fois avant et après la création de l'entreprise (Johnson, 2018; Thomas et coll., 2020). De ce fait, leur donner une formation sur l'innovation à ces stades précoces peut les aider à mieux se préparer à gérer les incertitudes scientifiques et commerciales, ainsi que les attentes des investisseurs.

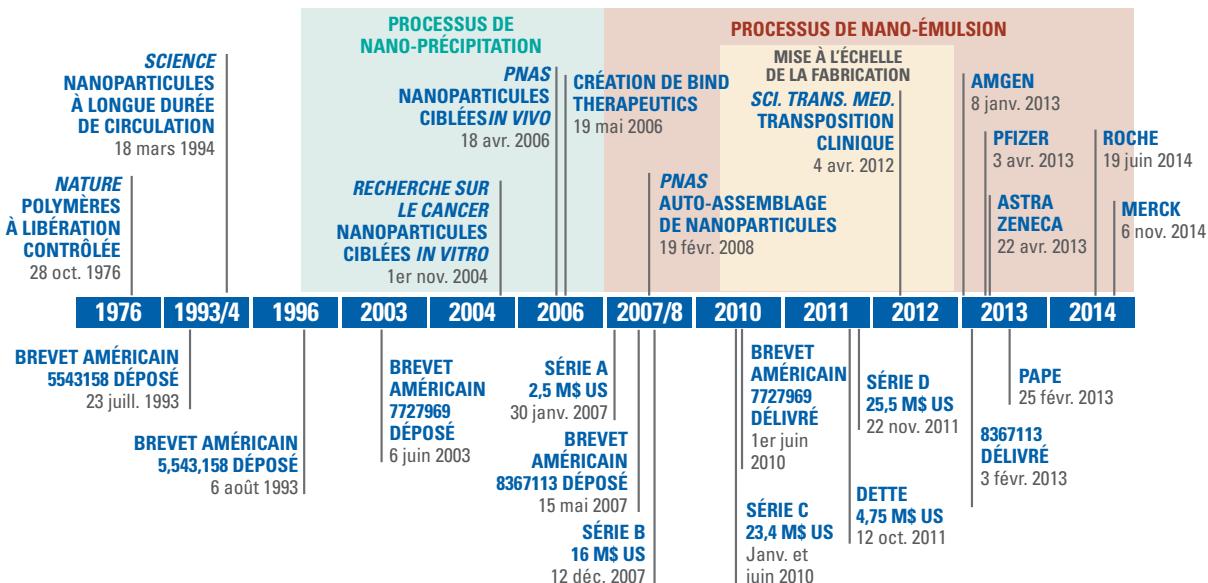


Fig. 4. Chronologie de l'innovation scientifique chez BIND Therapeutics
(Source : Maine et Thomas, 2017)

3.2 Le rôle des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans la science et la commercialisation de la science

La recherche a révélé le rôle essentiel joué par les chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans la recherche scientifique de haute qualité (Black et Stephan, 2010) et dans la commercialisation de la science à partir des laboratoires de recherche scientifique (Park et coll., 2023; Thomas et coll., 2020; Maine et Thomas, 2017; Johnson, 2018; Murray, 2004). Bien que les CP jouent un rôle clé dans le mentorat des chercheuses et chercheurs au postdoctorat (Park et coll., 2022), la plupart préfèrent travailler dans un laboratoire et se concentrer sur la publication savante. Il incombe donc aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat de jouer le rôle principal de transfert de la science académique dans les entreprises scientifiques naissantes (Maine et Thomas, 2017).

Bien que les chercheuses et chercheurs au postdoctorat possèdent une formation et des compétences scientifiques avancées, leur formation en commercialisation est généralement insuffisante (Hayter et Parker, 2019; Johnson, 2018). Aux États-Unis, des lacunes semblables ont été constatées chez les étudiantes et les étudiants au doctorat dans le domaine des STIM (Ganapati et Ritchie, 2021). Souvent, même si les chercheuses et chercheurs au postdoctorat s'intéressent à la commercialisation, le chercheur principal ou la chercheuse principale ne les y encourage pas (Hayter et Parker, 2019). La plupart des chercheuses et chercheurs au postdoctorat n'ayant qu'une autonomie limitée pour s'engager dans une telle formation, l'adhésion des CP peut être essentielle pour ouvrir la voie de la commercialisation de la science et créer une incidence sur la société.

“ La dynamique de transfert des technologies, au fond, c'est que dans la plupart des cas de transfert hors des universités, les personnes qui ont joué un rôle clé dans ce processus ou qui y ont été impliquées étaient des chercheuses et chercheurs au postdoctorat. ”

3.3 La situation actuelle des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada

Le paysage canadien des chercheuses ou chercheurs au postdoctorat présente un grand nombre de défis en matière de nombre, de perspectives, de financements et autres. Cependant, il peut également représenter une occasion substantielle de créer une capacité d'innovation beaucoup plus importante dans tout le pays.

Une grande partie des doctorats canadiens sont décernés dans les domaines des sciences et de l'ingénierie (Conseil des académies canadiennes, 2014). En outre, l'Association Canadienne des Postdoctorantes et Postdoctorants estime que plus de 9 000 chercheuses et chercheurs au postdoctorat travaillent au Canada (Mitchell et coll., 2013). Les sondages périodiques réalisés auprès des chercheuses et des chercheurs au postdoctorat du Canada indiquent que la plupart de ces travailleurs et travailleuses du savoir œuvrent dans le domaine des sciences de la vie et des sciences physiques (Fig. 5).

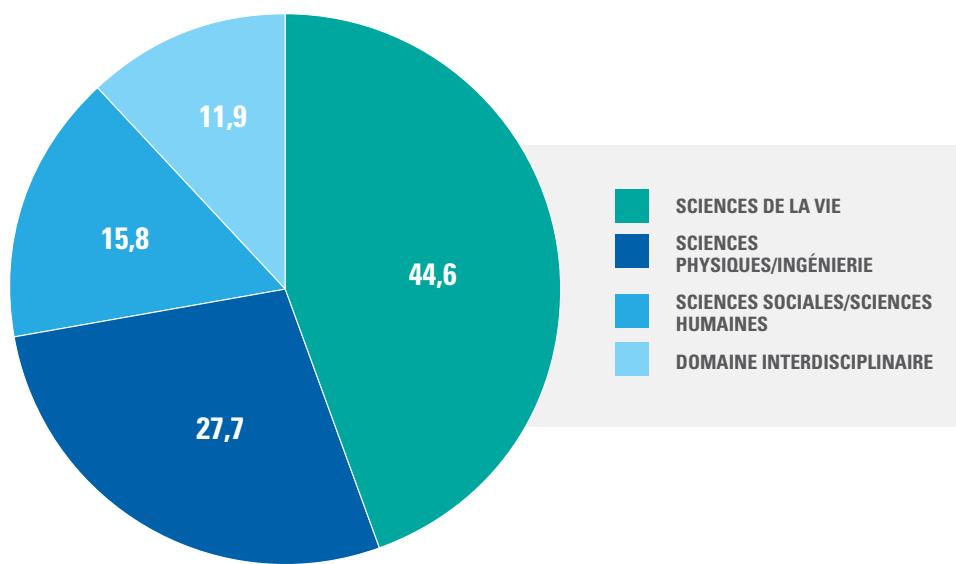


Fig. 5. Domaine de recherche des postdoctorats au Canada (Jadavji et coll., 2016)

Les sources de soutien aux chercheuses ou chercheurs au postdoctorat sont multiples, mais la majorité d'entre elles proviennent du soutien direct du superviseur ou des bourses

des IRSC, du CRSNG et du CRSH. Les bourses de Mitacs représentent environ 9 % de l'ensemble du financement des postdoctorats (Jadavji et coll., 2016).

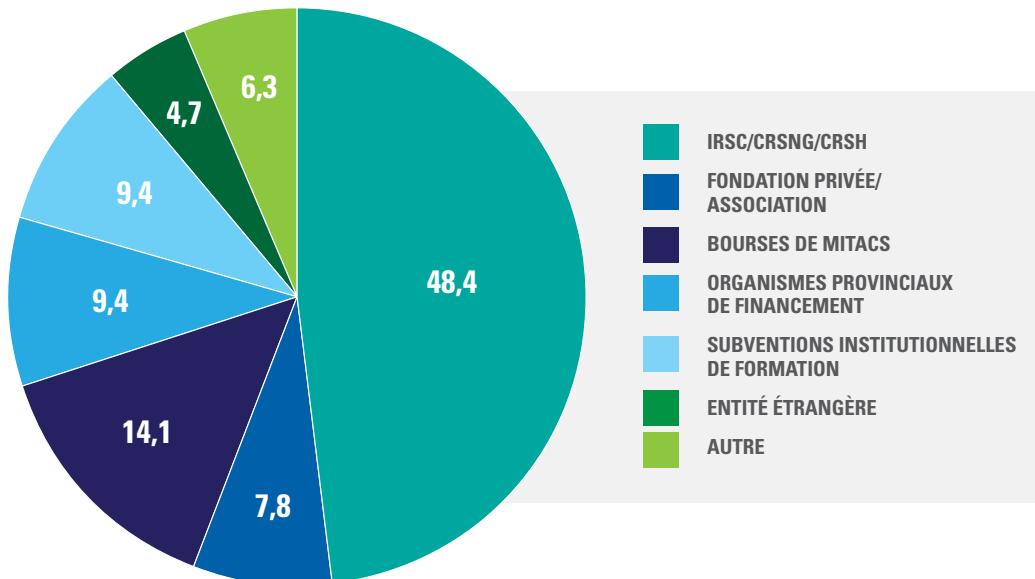


Fig. 6. Sources de financement des postdoctorats au Canada (Jadavji et coll., 2016)

Au Canada, le salaire moyen d'une chercheuse ou d'un chercheur au postdoctorat était d'environ 46 000 dollars en 2016 et l'âge moyen était de 34 ans (Jadavji et coll., 2016). En comparaison, le salaire moyen de l'ensemble des Canadiens et des Canadiens âgés de 25 à 34 ans était de 46 600 dollars et le salaire médian de 39 800 dollars (Jadavji et coll., 2016). Sans surprise, les chercheuses et chercheurs au postdoctorat démontrent une insatisfaction face à leur rémunération, qui ne correspond pas à leur niveau de talent spécialisé. De plus, le soutien financier n'a pas suivi l'augmentation du nombre de chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada. Avec l'inflation croissante et l'imposition des salaires au Canada, le soutien financier des chercheuses et chercheurs au postdoctorat peine à maintenir la parité avec les autres pays (Comité consultatif sur l'examen du soutien fédéral à la science fondamentale [Canada], 2017).

Bien qu'au Canada, les salaires des chercheuses et chercheurs au postdoctorat soient légèrement plus élevés pour ceux et celles travaillant à l'étranger (55 200 \$), cette insatisfaction est observée dans 93 pays (Woolston, 2020). Globalement, les chercheuses et chercheurs au postdoctorat déclarent que leur poste n'a pas répondu à leurs attentes dans une proportion presque trois fois supérieure à celle des chercheuses et chercheurs dont le poste a dépassé leurs attentes. De plus, 56 % des personnes interrogées ont une vision négative de leurs perspectives de carrière.

Statistiquement, cette perspective de carrière négative est justifiée. En 2016, 73 % des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada ayant participé au sondage ont indiqué que leur objectif de carrière était d'obtenir un poste menant à la permanence. Toutefois, les taux de placement sont en baisse et, aux États-Unis, où les taux sont suivis par la NSF, seuls 10 % des chercheuses et chercheurs au postdoctorat obtiennent un poste menant à

la permanence au sein d'un corps professoral dans les cinq ans (Sauermann et Roach, 2016). Au Canada, le taux de placement doit être estimé, à partir des données disponibles sur les postes à temps plein au sein d'un corps professoral et des taux de roulement estimés. Selon l'enquête du Système d'information sur le personnel enseignant des universités et collèges (SIPEUC), 38 211 postes de professeurs et professeures à temps plein sont occupés par des titulaires de doctorat au Canada (Statistique Canada, 2023). En évaluant une généreuse moyenne de rotation de 3 % par année, le taux de placement des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada est d'environ 13 %. L'insatisfaction professionnelle déclarée repose sur l'inadéquation entre les objectifs de carrière et les emplois offerts aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat pour des postes d'enseignement dans les universités, combinée à une rémunération et des avantages sociaux insuffisants. Le déclin de la situation dans la sphère postdoctorale à l'échelle mondiale a été qualifié « d'accumulation au postdoctorat » (Powell, 2015). Il reflète le déséquilibre entre les incitatifs qui stimulent la productivité de la recherche universitaire et le désir des jeunes chercheurs et chercheuses (dont le nombre diminue) d'obtenir des postes permanents en enseignement.

Les options d'emploi pour la personne hautement qualifiée dans le secteur privé sont un choix de rechange principal pour les chercheuses et chercheurs au postdoctorat qui ne trouvent pas de poste universitaire. Cependant, dans le cas du Canada, la capacité d'intégrer des talents postdoctoraux correspondant à des postes industriels axés sur l'innovation est insuffisante et de nombreuses personnes travaillant dans le domaine scientifique sont sous-employées (Bonikowska et coll., 2022). Un défi majeur pour le Canada est d'accroître la capacité nationale à employer efficacement les personnes diplômées en sciences et en ingénierie dans des professions

qui tirent parti de la capacité à renforcer le succès de l'innovation canadienne. Comme l'ont souligné CAPS-ACSP et Mitacs (Mitchell et coll., 2013), plusieurs chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada reçoivent une formation insuffisante en général, et la formation reçue est souvent adaptée à des postes universitaires difficiles à obtenir. La formation au transfert et à la commercialisation de la science, qui fait cruellement défaut, est souvent absente ou difficilement accessible. Cela suggère que, bien qu'il existe des capacités et des possibilités, une grande partie de la recherche scientifique pourrait ne pas atteindre le marché en raison du manque d'étudiants et d'étudiantes détenant la formation et la motivation pour soutenir le transfert de la recherche scientifique, du laboratoire au marché.

3.3.1 Explorer l'éducation et la formation des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada

Le personnel hautement qualifié en recherche au Canada ne dispose pas de la formation nécessaire pour transposer les résultats de la recherche à l'extérieur des laboratoires. Le rapport du Conseil des académies canadiennes, intitulé « Formés pour réussir » (CAC 2021), examine en profondeur les stratégies nationales de formation des personnes diplômées et post-diplômées, et constate que les personnes hautement qualifiées sont formées pour un paysage académique qui n'existe plus. Powell (2015) définit le phénomène de « l'accumulation au postdoctorat », mais souligne que le manque de formation aux compétences axées sur l'industrie entrave la réussite des scientifiques, ce qui entraîne un sous-emploi et un manque d'occasions de carrière. Ces personnes sont notamment incapables d'articuler leur proposition de valeur différenciée; elles ont peu ou pas de connaissances en matière de stratégie de propriété intellectuelle, de défis

réglementaires, d'établissement de priorités sur le marché ou de financement.

Une grande majorité de personnes diplômées talentueuses ne possèdent pas l'esprit d'entreprise, les compétences en matière d'innovation et la conscience des besoins non satisfaits du marché, qui sont des compétences essentielles au succès de l'innovation fondée sur la science. Bien que les capacités entrepreneuriales soient essentielles à une prise de décision efficace à un stade précoce du parcours de transfert (Thomas et coll., 2020), l'innovation translationnelle et la formation entrepreneuriale ne sont pas accessibles de la même manière dans tous les établissements et laboratoires canadiens.

3.4 Possibilités de formation postdoctorale et de financement au Canada

Il est de plus en plus reconnu que les chercheuses et chercheurs au postdoctorat sont parmi les mieux placés pour jouer un rôle clé dans la commercialisation des sciences. Bien qu'il puisse exister une grande ambiguïté quant à la situation d'emploi des chercheuses et chercheurs au postdoctorat (Mitchell et coll., 2013; Johnson, 2018), leur rôle et leur apport sont très souples. Comme la plupart des chercheuses principales et chercheurs principaux postsecondaires se concentrent sur l'avancement des sciences et que les étudiantes et étudiants au doctorat s'emploient à terminer leur thèse, les chercheuses et chercheurs au postdoctorat ayant une formation scientifique approfondie sont en excellente position pour générer de la valeur par la mobilisation du secteur privé ou par la participation à la création d'entreprises universitaires dérivées à vocation scientifique.

“ Le cheminement scolaire typique ne convient pas ni n'est accessible à tout le monde, car la formation est nécessaire. Et d'entrée de jeu, nous devrions conseiller aux personnes d'envisager un autre cheminement, et nous ne devrions même pas considérer cela comme une réorientation de carrière. Il faudrait simplement parler d'un cheminement de carrière et de la façon d'utiliser les compétences acquises ici en guise de perfectionnement.

“ Je ne peux même pas envisager de créer une entreprise en démarrage. Mes étudiantes et étudiants l'ont fait parce qu'ils sont fraîchement diplômés et qu'ils ont le temps. Il est impossible qu'une professeure ou un professeur d'université ayant une charge bien remplie puisse démarrer sa propre entreprise.

“ La recherche est effectuée puis oubliée dans le labo. Il n'y a pas assez de communication, ce qui crée du gaspillage.

Cela ouvre également d'autres cheminements possibles aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat qui n'obtiennent pas ou ne veulent pas obtenir d'emploi dans le milieu postsecondaire, ce qui aide à débloquer l'accumulation au postdoctorat tout en maintenant la capacité d'innovation du Canada.

Toutefois, ce type de création de valeur est possible seulement si les chercheuses et chercheurs au postdoctorat acquièrent les capacités entrepreneuriales nécessaires pour reconnaître ou créer de nouvelles occasions de répondre aux besoins non satisfaits du marché. Cette formation est précieuse pour les chercheuses et chercheurs au postdoctorat, car seule une fraction d'entre eux peuvent obtenir un poste permanent à temps plein dans une université de recherche.

Une formation spécialisée en commercialisation est nécessaire pour valoriser les chercheuses et chercheurs au postdoctorat hautement qualifiés et leur permettre d'appliquer les résultats de la recherche scientifique provenant du milieu postsecondaire. Cette lacune a motivé en partie l'élaboration du programme de formation axée sur les compétences i2I de Mitacs, décrit plus en détail à la section 4.3.

3.5 Résumé

Le processus de transfert des résultats et de création d'entreprises dérivées à vocation scientifique se caractérise par des niveaux élevés d'incertitude, des besoins importants en

ressources et de longs délais, souvent avec un objectif précis de résolution des besoins non satisfaits du marché et de la société, au-delà de l'horizon généralement recherché par le secteur privé. Cela nécessite un transfert actif de la recherche scientifique de pointe à ces besoins.

Cependant, le milieu postsecondaire actuel connaît d'importants déséquilibres au niveau de la culture, des mesures de la réussite et du financement, qui empêchent l'amélioration du transfert de la recherche scientifique.

Les chercheuses et chercheurs au postdoctorat hautement qualifiés représentent un potentiel important pour l'écosystème canadien de l'innovation. Ils et elles ont des connaissances scientifiques avancées, sont hautement qualifiés (mais il leur manque souvent les compétences nécessaires pour réussir dans des postes en dehors du milieu postsecondaire) et sont en excellente position pour poursuivre des activités de transfert et de commercialisation s'ils et elles reçoivent une formation et un financement appropriés en commercialisation. Une formation en commercialisation pour les chercheuses et chercheurs au postdoctorat en STIM qui ciblerait précisément les différences sectorielles importantes entre un éventail de secteurs scientifiques (Maine et Seegopaul, 2016) peut être très utile aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat, aux chercheuses principales et chercheurs principaux, aux universités et à l'économie locale. Dans la section suivante, nous explorons les modèles existants de bourses postdoctorales dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation et destinées à libérer ce potentiel latent.



4. Modèles existants de bourses postdoctorales dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation et leurs difficultés

Plusieurs modèles ont été élaborés ou sont en cours d'élaboration pour relever ce défi et saisir l'ampleur des possibilités. Nous nous concentrerons particulièrement sur les bourses postdoctorales dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation, car leur structure est essentielle au développement des capacités entrepreneuriales nécessaires à la formation et à l'expansion des entreprises universitaires dérivées à vocation scientifique. Les bourses comportant des éléments de formation qui ne font pas la distinction entre les différents échéanciers et besoins en ressources des secteurs scientifiques, ou qui ne tiennent pas compte du contexte de commercialisation unique de chaque pays ou région, peuvent ne pas être pleinement en mesure de libérer la valeur potentielle inhérente aux bourses postdoctorales dans le domaine des STIM, comme indiqué à la section 3.

4.1 Modèles de bourses postdoctorales dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation aux États-Unis, au Royaume-Uni et au Canada

Nous examinons les éléments clés de certaines bourses postdoctorales dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation, qui sont ensuite décrites plus en détail dans chaque sous-section (tableau 2).

Tableau 2 : Comparaison des bourses postdoctorales à temps plein dans le domaine des STIM axées sur la commercialisation

CARACTÉRISTIQUES	INNOVATION CATALYST GRANT (2004)	ICURE (2013)	PROGRAMME RUNWAY STARTUPS DE CORNELL (2014)	CYCLOTRON ROAD (2015)	PROGRAMME D'ENTREPREUNARIAT SCIENTIFIQUE DE CONCORDIA (2021)	MITACS ACCÉLÉRATION ENTREPRENEUR (2019)
Compétence	Alberta, Canada	R.-U.	É.-U.	É.-U.	Québec, Canada	Canada
Orientation	Technologies propres désormais fondées sur la science	Recherche au sens large	Numérique	Vocation scientifique	Vocation scientifique	Entrepreneuriat au sens large
Durée (mois)	24	3-36	24	24	24	4 à 24
Salaire annuel	60 000 \$ CA	35 000 £	100 000 \$ US	90 000 \$ US	45 000 \$ CA	15 000 \$ CA
Nb de postes	8	10 à 15/3 mois	Jusqu'à 6	10	2 à 4/6 mois	Des centaines
Total des fonds polyvalents pour la commercialisation	130 000 \$ CA	~300 000 £	325 000 \$ US	100 000 + 300 000 \$ US*	~52 000 \$ CA	^5 000 \$ CA
NMT	En phase de démarrage	2-6	En phase de démarrage	En phase de démarrage	En phase de démarrage	Constitution en personne morale◊
Accès aux installations	6 mois/négocié	Propre à l'université/autodéterminé	50 000 \$ US/an	100 000 \$ US	Accès à l'espace de travail pour les participants, accès au laboratoire au cas par cas	Autodéterminé
Perfectionnement	Rencontre individuelle	Séance de formation de 5 jours + validation commerciale	3 mois, demi-journée intensive	90 minutes par semaine	Ateliers + programmes partenaires	Offre de programmes de Mitacs (facultatifs)
Mentorat	S'appuie sur les accélérateurs/ incubateurs locaux	Mentorat intégré à l'équipe	Heures de bureau hebdomadaires	Événements trimestriels, invitées et invités hebdomadaires	Réunion individuelle bihebdomadaire + conseil consultatif + chercheuse principale/chercheur principal	Autodéterminé
Modèle	Bourse modifiée	Par étapes	Bourse modifiée	Bourse modifiée	Bourse modifiée	Par étapes (renouvelable)
Entente SAFE‡	Non	Non	Oui	Facultatif	Oui	Non
Exigence de financement de contrepartie	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui
Propriété intellectuelle	Négociation préalable avec le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil	Selon le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil	Licence globale du bureau de transfert de technologie, PI pour capital propre, SAFE	Aucune/ préexistante	SAFE/selon le bureau de transfert de technologie de l'université d'accueil	Négociation préalable avec le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil
Bailleur de fonds initial	Gouv. provincial	UK Research and Innovation	Jacobs Institute (dotation)	Philanthropie/ DOE	Dév. économique Canada pour les régions du Québec	Mitacs Canada

~ Nécessite un financement de contrepartie de 30 %.

^ Ce financement représente la portion autorisée des 15 000 \$ CA pour les fonds polyvalents.

* Le financement externe disponible auprès d'investisseurs en capital de risque partenaires s'élève à 300 000 USD.

◊ L'entreprise doit avoir été constituée en société avant l'attribution.

‡ Une entente SAFE est une forme d'investissement de départ dans une entreprise qui se transforme en capital propre lors des cycles de financement ultérieurs

4.1.1 Innovation Catalyst Grant (ICG)

Le programme Innovation Catalyst Grant (ICG) remonte au début des années 2000, avec la mise en place d'un programme appelé Mystery, l'initiative de recherche sur les technologies des microsystèmes de l'Université de l'Alberta (UA), au Canada. Cette initiative a été créée pour soutenir des projets de recherche en phase avancée dans le domaine émergent des microsystèmes et des nanotechnologies, en offrant des subventions allant de 25 000 \$ à 40 000 \$. Cependant, le programme a également commencé à financer de nouveaux diplômés qui travaillaient à leurs propres projets, une approche novatrice qui a produit des résultats étonnamment positifs. Le programme Mystery a finalement été remplacé par Nanobridge en 2010, qui a élargi les possibilités de financement et mis l'accent sur les projets de nanotechnologie. Là encore, une partie des fonds était destinée à soutenir les nouveaux diplômés, ce qui a permis de créer plusieurs entreprises couronnées de succès.

Cette tendance à soutenir les entrepreneurs diplômés s'est poursuivie lorsque le programme Nanobridge a pris fin et a été remplacé par le programme GreenSTEM. Désormais financé par les recettes tirées de la taxe carbone de l'Alberta, le programme se concentrerait exclusivement sur le soutien aux nouveaux diplômés désireux de commercialiser leurs technologies, en fournissant à chaque projet jusqu'à 250 000 \$ sur deux ans. Ce programme a été géré en collaboration avec trois universités de l'Alberta et a connu un succès important, les neuf projets de l'UA financés étant toujours opérationnels et ayant permis de recueillir collectivement plus de 80 millions de dollars en financement externe depuis 2018. Malgré les changements de gouvernement et la suppression de la taxe carbone, le succès du programme a entraîné sa prolongation pour cinq ans et le doublement du nombre

de subventions offertes, ce qui a mené à l'adoption du programme actuel Innovation Catalyst Grant. Aujourd'hui, le programme se concentre sur le soutien de toute innovation matérielle, poursuivant ainsi la tradition d'encouragement de l'esprit d'entreprise parmi les jeunes diplômé·es.

4.1.2 Programme ICURé

Le programme du Royaume-Uni Innovation-to-Commercialisation of University Research (ICURé) est une composante de la stratégie britannique visant à encourager l'innovation et l'esprit d'entreprise au sein du milieu de l'éducation postsecondaire. Crée en 2013, ICURé a été conçu pour promouvoir le transfert des meilleures idées et recherches en applications concrètes bénéfiques, en mettant l'accent sur les bourses de deux et trois ans et la formation pour la population étudiante des cycles supérieurs et les chercheuses et chercheurs au postdoctorat. Le programme offre aux équipes de chercheuses et chercheurs postsecondaires du financement et une formation intensive pour explorer et valider le potentiel commercial de leur recherche. ICURé incarne une approche proactive en matière d'innovation, encourageant les chercheuses et chercheurs à sortir de leur laboratoire et à interagir avec des clients potentiels et des parties prenantes du secteur privé afin de comprendre la viabilité commerciale de leur recherche au moyen d'une approche en deux étapes.

L'étape initiale, appelée Explore, dure trois mois et fait intervenir des équipes de chercheuses et chercheurs postsecondaires (dirigées par une chercheuse ou un chercheur en début de carrière, avec une chercheuse principale ou un chercheur principal et du mentorat intégré) qui ont la possibilité de dialoguer directement avec des parties prenantes du secteur privé, des clients

potentiels et des utilisateurs finaux. Cette étape, caractérisée par un processus de découverte approfondie du marché, vise à vérifier la viabilité commerciale et le potentiel des résultats de recherche. À la fin de la phase d'exploration, les équipes présentent leurs résultats sur le marché et leur stratégie de commercialisation à un groupe chevronné d'expert·es dans le cadre d'un « carrefour giratoire des options ». Si un marché pour l'innovation proposée est validé, les équipes peuvent passer à la phase appelée Exploit. Elles sont alors accompagnées dans l'élaboration d'un plan d'exécution pour atteindre le marché, en explorant des voies comme l'octroi de licences, la création d'une entreprise dérivée ou l'établissement de partenariats avec des entreprises existantes, et sont admissibles à un financement de suivi de 300 000 £, avec une exigence de financement de contrepartie de 30 % (Ipsos, 2020).

4.1.3 Programme Runway Startups de Cornell

Le programme de bourses Runway, conçu en 2014, est né d'une convergence opportune des ressources et des intérêts en matière de recherche. À l'époque, Cornell travaillait sur son nouveau campus à Roseville, suscitant une atmosphère d'enthousiasme et d'anticipation. Parallèlement, le Jacobs Institute, un projet de collaboration entre Cornell et le Technion, a été créé grâce à une dotation importante de la famille Jacobs. Le mandat du Jacobs Institute était d'explorer et d'expérimenter l'entrepreneuriat, ce qui constituait la toile de fond idéale pour l'élaboration du programme de bourses. Une étude réalisée par le professeur au Technion Uzi de Haan et coll. (2020), qui soulignait le rôle vital des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le transfert technologique, a servi de catalyseur à la création du programme. Les idées du

professeur de Haan ont mené au recrutement en 2014 de la première cohorte de cinq chercheuses et chercheurs au postdoctorat, qui ont été chargés de transformer leurs connaissances technologiques approfondies en entreprises commerciales exploitables, avec un échafaudage programmatique minimal et aucun programme prescrit.

Au fil de l'évolution du programme, sa structure et ses mécanismes de soutien ont été considérablement améliorés. Au départ, la bourse reposait largement sur le mentorat, en tirant parti du vaste réseau de diplômés, de professionnelles et professionnels du secteur privé et de sociétés de capital de risque connues des fondateurs. Cependant, une lacune dans l'échafaudage scolaire a été reconnue, ce qui a mené à l'introduction d'un programme d'études plus structuré en 2017. Ce programme a été conçu pour relever des défis communs en matière de commercialisation pour les chercheurs, en intégrant des modules sur la découverte de la clientèle, la prise de décision, l'autopromotion et le financement des entreprises en démarrage, entre autres. La structure du programme a évolué pour offrir une formation intensive axée sur le programme d'études pendant les premiers mois, suivie d'un virage vers le mentorat individuel et l'interaction avec les investisseurs en capital de risque et les entrepreneurs. Le programme a également reconnu la nécessité d'obtenir plus de financement philanthropique pour appuyer le programme élargi et les ressources, ce qui a mené à l'élaboration de nouvelles avenues pour attirer de tels fonds. Le programme de bourses Runway est passé d'une initiative peu structurée et axée sur le mentorat à une plateforme plus complète et axée sur le programme d'études, mieux équipée pour soutenir les chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans leur parcours de scientifiques universitaires à scientifiques entrepreneurs (Gómez-Baquero 2023).

4.1.4 Cyclotron Road (CR)

Cyclotron Road a été créé avec l'ambition de combler une importante lacune dans le transfert des sciences exactes en produits prêts à être commercialisés. Dirigé par Ilan Gur, son fondateur, le programme a d'abord été élaboré dans le cadre d'un partenariat public-privé avec le Lawrence Berkeley National Laboratory et visait à soutenir les scientifiques qui cherchaient à commercialiser leurs innovations. Grâce à Cyclotron Road, les boursiers ont bénéficié d'une résidence de deux ans au laboratoire Berkeley, ce qui leur a donné le temps et les ressources nécessaires pour réduire les risques liés à leur technologie et entamer leur parcours entrepreneurial. Toutefois, compte tenu de la nécessité d'élargir le modèle et de faciliter une plus grande portée géographique, le programme a été transformé en « Activate », une organisation indépendante ayant des sources de financement diversifiées, y compris le département de la Défense des États-Unis (DOD), des entités philanthropiques et d'autres organismes gouvernementaux.

L'évolution d'Activate a donné lieu à la mise en place de nouvelles extensions géographiques, comme Activate Boston en 2019, suivi d'Activate New York et d'Activate Anywhere. Ce dernier soutient les scientifiques entrepreneurs dans tout le pays, soulignant l'engagement d'Activate à exploiter les talents, peu importe où ils se trouvent. Cette initiative a été accueillie avec enthousiasme, les demandes ayant dépassé celles de toute autre cohorte. Le programme Activate Anywhere accueille ses boursiers une fois par trimestre, en complément des interactions virtuelles, leur offrant ainsi de précieuses occasions de réseautage.

Les stratégies de financement ont évolué parallèlement à l'expansion du programme, la National Science Foundation (NSF) devenant un partenaire clé, déterminé à promouvoir

l'orientation de la commercialisation scientifique d'Activate. Grâce à l'appui important de la NSF, Activate a été en mesure d'étendre sa présence en établissant un nouveau site à Houston.

4.1.5 Programme d'entrepreneuriat scientifique

Le Programme d'entrepreneuriat scientifique de l'Université Concordia, une initiative mise au point par V1 Studio, est une filiale à but non lucratif en propriété exclusive de Concordia et dotée d'un conseil d'administration indépendant. Il s'agit d'un modèle de bourse novateur qui s'inspire du succès du programme Runway Startups de Cornell. Le programme est soutenu par Développement économique Canada pour les régions du Québec et par Mitacs Canada, qui pilote les premières cohortes à Concordia et planifie une expansion à l'échelle de la province à partir de 2024.

La bourse, d'une durée maximale de deux ans, mobilise une cohorte de deux à quatre chercheuses et chercheurs au postdoctorat tous les six mois, la première cohorte devant terminer le programme en octobre 2023. Les boursiers se voient offrir une allocation plafonnée conditionnelle à une entente SAFE d'environ 71 000 \$ CA par année, répartie entre le salaire (45 000 \$), les fonds flexibles de réduction des risques, les services et l'accès aux installations (environ 52 000 \$), qui peuvent également être utilisés pour obtenir du financement supplémentaire, comme Mitacs. Pour passer à la deuxième année du programme, les entreprises doivent suivre un processus d'examen avec un comité et signer le formulaire SAFE initial pour le montant de la première année. Une deuxième entente SAFE de 71 000 \$ est signée à la fin de la deuxième année, pour un total de 142 000 \$ à la fin du programme. Pour financer le programme, V1 associe des fonds publics (75 %) à des fonds privés (25 %).

Afin d'instaurer une culture de l'innovation parmi les collaborateurs du corps professoral et au sein de l'écosystème universitaire en général, V1 Studio et Concordia négocient une entente de PI qui accorde habituellement aux entreprises les pleins droits sur la PI développée sur le campus, afin d'établir des bases claires relatives à la progression commerciale. La chercheuse principale ou le chercheur principal d'origine peut devenir cofondatrice ou cofondateur de ce processus.

Le Programme d'entrepreneuriat scientifique applique un processus rigoureux de sélection des candidatures, qui comprend de multiples entrevues en personne pour examiner la dynamique de l'équipe, les compétences techniques et les caractéristiques entrepreneuriales. Si la plupart des entreprises acceptées dans le cadre du programme sont déjà constituées en société, certains demandeurs à potentiel élevé sont acceptés avant la constitution en société, puis ils reçoivent de l'aide pour la constitution en société comme l'un de leurs premiers objectifs au cours des trois premiers mois du programme. De même, le programme se concentre sur la constitution d'équipes autour des entreprises, en aidant à la rencontre et à la sélection des cofondateurs, le cas échéant. La première année du programme comprend également une formation obligatoire sur l'innovation (comptabilité, leadership, résilience, etc.), le jumelage de boursier·ères avec des mentor·es, un conseil consultatif et des interactions bimensuelles avec une directrice ou un directeur de programme, ainsi que des séances mensuelles d'établissement d'objectifs et des rencontres, et des examens trimestriels avec le conseil consultatif. Une chercheuse principale ou un chercheur principal de l'Université Concordia est responsable de tous les boursier·ères, et un jumelage avec une cochercheuse principale ou un cochercheur principal scientifique se fera s'il est possible de trouver une personne qui convient. L'année

suivante, l'accent est mis sur la viabilité à long terme de l'entreprise, complétée par des activités de formation et de réseautage sur mesure. Les responsables du programme offrent également un service de conciergerie pour jumeler les boursier·ères à des activités externes appropriées et à des programmes complémentaires.

Si l'objectif premier du Programme d'entrepreneuriat scientifique est de créer des entreprises prospères, d'autres résultats sont considérés comme positifs, notamment les chercheuses et chercheurs qui suivent le processus et retournent ensuite au laboratoire en tant qu'enseignantes entrepreneures et enseignants entrepreneurs, ou les participantes et participants qui réussissent leur transition vers le secteur privé après l'expérience.

4.1.6 Offre de programmes de Mitacs – Accélération Entrepreneur et Élévation

Mitacs n'offre actuellement pas de stage postdoctoral en commercialisation scientifique, mais propose des stages destinés aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le domaine de la science et de l'entrepreneuriat, soit Mitacs Accélération Entrepreneur et Mitacs Élévation. Ces stages offrent des possibilités d'apprentissage intégré au travail (AIT) et d'évolution dans ce domaine.

En tant que fournisseur de services d'AIT, Mitacs a un mandat unique qui accorde la priorité à l'avancement de l'innovation, en s'appuyant sur l'expérience de l'AIT pour établir et renforcer des réseaux d'innovation reliant divers partenaires du secteur privé, de la société civile et du milieu postsecondaire. En revanche, d'autres organisations ont tendance à mettre davantage l'accent sur la valeur intrinsèque des possibilités d'emploi offertes aux étudiantes et étudiants de niveau postsecondaire. Autrement

dit, Mitacs ne souhaite pas simplement offrir des expériences d'AIT dans son propre intérêt, mais plutôt utiliser les expériences d'AIT comme principal outil pour atteindre un autre objectif, soit renforcer l'innovation canadienne.

La méthode de prestation de Mitacs est façonnée par ce mandat axé sur l'innovation de deux manières importantes : Premièrement, l'approche de Mitacs en matière d'AIT met l'accent sur la mobilisation des connaissances universitaires, ce qui n'est pas le cas dans de nombreux autres programmes d'AIT, notamment grâce à la participation significative de superviseuses et superviseurs universitaires et à l'exigence d'évaluation de la recherche pour la plupart de ses projets. Deuxièmement, Mitacs s'engage plus que la plupart des autres fournisseurs d'AIT dans le développement et le maintien de son propre réseau de partenaires d'AIT (par l'entremise de son réseau de développement des affaires), plutôt que de s'appuyer sur des partenaires de prestation secondaires ou sur le jumelage en ligne, comme c'est souvent le cas dans d'autres programmes de grande envergure. Cela signifie que Mitacs utilise les expériences d'AIT pour établir de nouveaux réseaux, contrairement aux approches plus typiques où les réseaux existants sont utilisés pour créer des expériences d'AIT.

Le stage Mitacs Accélération Entrepreneur, lancé au cours de l'année scolaire 2019-2020, représente une évolution stratégique du Mitacs Accélération au Canada. Reflétant l'objectif initial de favoriser les partenariats entre le secteur privé et le milieu postsecondaire grâce à un financement de contrepartie, la version Entrepreneur étend ce soutien financier aux entreprises fondées et dirigées par des étudiantes et étudiants. Mitacs appuie les étudiantes et étudiants qui font de la recherche pour leur propre entreprise en démarrage, à condition que les incubateurs et les accélérateurs qui les hébergent assurent une supervision et une interaction appropriées. Ce stage ne se limite pas non plus aux entreprises en démarrage créées par

des chercheuses et chercheurs au postdoctorat, mais est ouvert à d'autres entreprises dirigées par des étudiantes et étudiants.

Le stage Accélération Entrepreneur comble le fossé entre le secteur privé et le milieu postsecondaire, fait la promotion de la recherche et du développement au Canada, donne aux étudiantes et étudiants une expérience concrète, offre des occasions aux étudiantes et étudiants et aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat de faire de la recherche dans un environnement hors du milieu postsecondaire, en plus d'établir des liens et de promouvoir l'interaction entre le secteur privé et le milieu postsecondaire. L'objectif est d'assurer la continuité de l'accès aux ressources universitaires, comme les laboratoires et l'équipement, après la création de l'entreprise, au moyen des mécanismes Accélération existants. Les stages effectués dans le cadre de ce programme, renouvelables tous les quatre mois, durent jusqu'à deux ans, et le demandeur doit verser la moitié de la subvention de 15 000 \$ CA par session. Au cours de sa première année, 391 stages ont été mis à l'essai dans le cadre de ce programme, ce qui représente 4,6 % du total des bourses du programme Accélération.

Le programme Accélération Entrepreneur est complété par un éventail de soutiens optionnels et auxiliaires de Mitacs. Il s'agit notamment du programme de formation axée sur les compétences i2I de Mitacs, qui propose une formation holistique en innovation, du programme Mitacs Entrepreneur International (MEI), qui finance la découverte de clients internationaux et le réseautage, et d'une série de cours de perfectionnement professionnel en ligne couvrant divers domaines comme la gestion de projet et l'équité, la diversité et l'inclusion. Grâce à des partenariats stratégiques avec un éventail d'accélérateurs et d'incubateurs facilités par Mitacs, les participants au programme ont la possibilité de puiser dans les réseaux locaux pour accéder à du mentorat en entreprise et à des investisseurs potentiels.

Mitacs a également lancé des appels thématiques dans les domaines prioritaires du gouvernement du Canada pour son postdoc Élévation, ce qui a permis de faire passer à 80 000 \$ par année le financement de contrepartie du stage, habituellement de 60 000 \$ par année. Cela a été fait sur une base expérimentale, mais le financement a été rétabli au niveau standard (60 000 \$). Plutôt que de cibler des entreprises, le projet pilote visait à soutenir la recherche dans des domaines stratégiques désignés par le gouvernement canadien. Les chercheuses et chercheurs au postdoctorat de Mitacs ont généralement besoin d'une contribution du secteur privé comprise entre 33 % et 50 %, avec une certaine souplesse pour les projets pilotes, les domaines principaux ou les difficultés liées à des circonstances particulières (comme lors de la pandémie de COVID-19).

4.2 Principaux éléments des modèles actuels

Comme les universités, les bailleurs de fonds et les décideurs commencent à reconnaître le rôle des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le processus de commercialisation des sciences, ces programmes de formation et de financement axés sur la commercialisation ont été élaborés pour se concentrer expressément sur les chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le domaine des STIM. Il convient de noter que chacun de ces programmes a été développé dans son propre contexte géographique et, dans la plupart des cas, universitaire.

La comparaison des programmes fait ressortir plusieurs composants ou éléments communs, qui sont détaillés ci-dessous. Il s'agit notamment de :

- Un processus de sélection, un mécanisme fondamental visant à s'assurer que les bon·nes candidat·es reçoivent une formation à la commercialisation sur mesure et un soutien financier.
- Le type et la fréquence de la formation et du mentorat.
- Le montant du financement flexible de la commercialisation et l'accès aux installations de recherche essentielles.
- Des lignes directrices claires sur la gestion de la propriété intellectuelle.
- La gouvernance et la direction du programme pour s'assurer que les chercheuses et chercheurs au postdoctorat sélectionné·es disposent des conseils et des ressources nécessaires pour porter des idées de grande qualité jusqu'à la commercialisation en vue de produire des retombées pour la société.

Ces éléments sont examinés plus en détail dans les sous-sections suivantes, afin de dégager des approches communes ainsi que des lacunes dans l'écosystème de soutien.

4.2.1 Critères et processus de sélection

Le processus de sélection de ces programmes peut être classé en deux catégories : une approche par étapes (ICURe, MAE), ou une approche de bourse modifiée (CR, RSP, IGC, programme de capital scientifique « SVP »). Dans le modèle par étapes, la phase initiale présente un faible obstacle à la participation, ce qui permet de filtrer les personnes candidates qui progressent vers les phases ultérieures du programme¹. Cet effet de filtrage se traduit par de faibles taux de création d'entreprises dans

¹ Accélération Entrepreneur (Mitacs) n'a pas de phases de programme ultérieures.

l'ensemble (ICURe fait état d'un taux d'essaimage d'environ 11 %), mais par une participation accrue au programme.

Contrairement à une approche par étapes et par filtrage, le modèle de bourse modifiée prévoit des allocations importantes et des aides auxiliaires généreuses pour inviter un grand nombre de personnes à poser leur candidature, qui seront ensuite soumises à un processus d'évaluation intensif.

Le prestige perçu de la bourse peut également accroître l'attrait pour ces programmes. Par exemple, le programme Cyclotron Road (aujourd'hui Activation) est passé de moins de 150 personnes candidates pour 10 postes lors de sa création à environ 800 aujourd'hui. Les programmes suivant le modèle de bourse modifiée atteignent des taux d'essaimage très élevés, mais servent une sélection très restreinte de chercheuses et chercheurs au postdoctorat.

“ Le plus grand obstacle est de comprendre les applications de votre travail. Je n'avais même pas envisagé la possibilité de commercialiser notre travail. Nous faisions un travail fondamental, j'ai eu la chance de rencontrer ces grands scientifiques qui nous ont aidés à voir les possibilités, puis de compter sur des agents de brevet et des spécialistes de la commercialisation au sein d'une université qui peuvent aider avec cet aspect. ”

4.2.2 Perfectionnement et mentorat

Les programmes articulés autour du modèle de bourse modifiée se caractérisent par une formation intensive à l'entrepreneuriat, à la fois dans le cadre de cours et d'un enseignement sur mesure adapté à la science et au stade de développement de l'idée. Les directeurs de programme ont souligné la nécessité d'affiner et d'améliorer la formation afin d'améliorer les résultats, et les personnes interrogées ont également décrit le rôle important que le personnel du programme joue dans le maintien d'un niveau élevé d'engagement entre les chercheuses et chercheurs au postdoctorat et les mentors, les investisseurs, le secteur privé et les experts techniques interdisciplinaires.

Les programmes par étapes, qui comptent beaucoup plus de participant·es, présentent un niveau plus faible de mentorat et de soutien au réseautage. La phase d'exploration d'ICURe comprend une séance de formation à l'innovation de cinq jours et un·e mentor·e unique désigné·e par l'établissement d'accueil. Dans le cadre du programme Accélération Entrepreneur de Mitacs, l'incubateur ou l'accélérateur qui héberge le ou la stagiaire doit assurer sa supervision et interagir avec lui ou elle. Le programme Accélération Entrepreneur demeure également très axé sur la recherche, et la formation à l'innovation est facultative.

4.2.3 Ressources fournies : Financement, accès aux installations et SAFE

Les modèles existants prévoient également une série de ressources : salaire ou allocations et accès aux installations, qui peuvent également être assorties d'exigences supplémentaires.

Bien que la prolifération des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le domaine des STIM ait entraîné une stagnation de la rémunération par rapport à l'inflation et un mécontentement généralisé parmi les chercheuses et chercheurs, les chercheuses et chercheurs principaux·ales font état de grandes difficultés à attirer des chercheuses et chercheurs d'élite au postdoctorat (Woolston, 2020). En revanche, le ratio entre le nombre de candidat·es et les candidat·es sélectionnés pour les modèles de commercialisation de bourse modifiée révèle qu'un financement et un soutien suffisants, ainsi qu'un certain prestige, peuvent permettre de surmonter cette difficulté. Chacun des modèles ci-dessus offre un salaire annuel ou une allocation supérieure à la rémunération moyenne (environ 50 000 \$) des chercheuses et chercheurs au postdoctorat au Canada. L'augmentation de l'allocation permet également de compenser, dans une certaine mesure, l'imposition du financement postdoctoral à titre de salaire et l'inflation observée au Canada.

Un autre aspect essentiel de la commercialisation de la science est l'accès à de l'équipement, à des laboratoires et à des installations afin de développer les idées de haute qualité et de réduire les risques connexes. Les universités et les chercheuses et chercheurs principaux·ales peuvent jouer un rôle important dans la promotion et la fourniture de cet accès. Ce faisant, ils et

elles peuvent participer au processus de commercialisation de la science. Comme la chercheuse ou le chercheur au postdoctorat est la personne qui entre en contact avec les entreprises et les investisseurs, il ou elle est libre de poursuivre ses recherches tout en conservant ses liens avec l'entreprise à vocation scientifique par le biais de son rôle au sein du comité consultatif scientifique ou à titre de fondateur·trice aux côtés de la chercheuse ou du chercheur au postdoctorat.

Dans plusieurs cas, la participation au programme est assortie de l'exigence d'un modèle de financement SAFE, conçu par Y-Combinator. Ce type de modèle peut être exigé par les bailleurs de fonds du programme, en partant souvent du principe que des collectes de fonds et des sorties réussies peuvent générer des investissements supplémentaires dans le programme. Cela ne correspond pas toujours aux délais et aux défis des entreprises à vocation scientifique, car les objectifs d'investissement habituels misent sur les délais de commercialisation les plus courts et les risques technologiques les plus faibles. Cela peut s'avérer approprié dans les écosystèmes de financement dotés d'un grand appétit pour le risque ou de capitaux patients.

4.2.4 Gestion de la propriété intellectuelle (PI)

La protection du pouvoir d'exclusivité sur l'innovation universitaire par le dépôt de demandes de brevet est un aspect bien étudié de la commercialisation réussie de la recherche (Maine et Thomas, 2017). La rationalisation du rythme souvent lent des établissements de recherche universitaire en matière de brevets a été un élément important du développement du programme, dont l'importance a été soulignée au cours des entretiens.

“ Il n'y a aucune raison de ne pas y être favorable, mais j'ai trouvé que c'était l'expérience la plus frustrante de ma vie; l'ensemble du processus entourant la PI, les brevets et l'octroi de licences a été très négatif. En théorie, il s'agit d'une noble cause, mais on se heurte à tellement d'obstacles.

Il est vrai que les processus de commercialisation ont besoin de rationalisation, mais certaines chercheuses et certains chercheurs sont conscient·es du rôle important de l'université dans le soutien au transfert de la recherche scientifique.

“ Nous avons en fait étudié la possibilité de commercialiser nos produits par nos propres moyens afin de ne pas avoir à partager les bénéfices avec <université>, mais nous avons rapidement déterminé que cela ne fonctionnerait pas.

“ Je me souviens vaguement d'avoir entendu mes collègues dire à quel point le processus peut être frustrant. Les querelles avec le bureau de la PI de l'université au sujet de la part de propriété de chaque partie ont traîné pendant un certain temps et ont empêché la publication.

Les programmes Cyclotron Road et Runway Startups prennent en compte le statut de la PI au cours de la procédure d'évaluation, ce qui limite les risques liés à la PI. En outre, les programmes Runway Startups et Alberta's Innovation Catalyst Grant s'appuient sur les relations avec les universités d'accueil pour prénégocier l'accès à la PI et fournir un financement pour des dépôts de demandes de brevet rapides en dehors des voies habituelles du bureau de transfert de technologie de l'université. Bien que CR ne fournit pas de fonds pour les demandes de PI, les mécanismes de financement sans plafond assurés par SAFE dont disposent la plupart des candidates et des candidats peuvent être utilisés à cette fin. Les programmes ICURE et MAE suivent les politiques de propriété intellectuelle des établissements d'accueil. À l'instar du programme Runway du département de recherche de Cornell, il est suggéré que la gestion de la PI relève

d'une collaboration entre la chercheuse ou le chercheur postdoctoral·e et le bailleur de fonds (de Haan et coll., 2020).

4.2.5 Gouvernance du programme

Il est bien connu que les chercheuses et chercheurs principaux·ales sont incité·es à se concentrer sur les publications de recherche, les demandes de subventions et le soutien à la formation scientifique de leurs étudiantes et étudiants des cycles supérieurs. La plupart du temps, le milieu universitaire considère les activités d'innovation et d'entrepreneuriat comme périphériques à la mission de l'université (Johnson, 2018), bien que des initiatives récentes suggèrent que cette perspective est en train de changer (Carter et coll., 2021).

“ Les membres du corps professoral se soucient de la réussite des étudiantes et étudiants finissants. Ils souhaitent publier des articles. Ils sont souvent très mal récompensés pour avoir déposé des demandes de brevet ou créé des entreprises. Au contraire, ils sont pénalisés pour faire ce genre de choses si l'on en juge par les évaluations de rendement qu'ils doivent subir. ”

Conscients des nombreuses demandes qui demandent du temps aux chercheuses et chercheurs principaux, ainsi que du peu d'initiatifs académiques dont ils disposent pour se lancer directement dans des activités de commercialisation, plusieurs programmes disposent d'un soutien intégré. Ce soutien peut être assuré par des directeurs de programme ou des rôles similaires, comme des chercheurs en commercialisation, qui servent de lien entre la chercheuse principale ou le chercheur principal, la chercheuse ou le chercheur au postdoctorat et d'autres parties prenantes internes et externes. Ce rôle de soutien peut s'avérer essentiel pour faciliter la transition des idées du laboratoire universitaire vers le monde réel par le biais de différentes voies.

4.2.6 Orientation et lacunes des modèles de bourses postdoctorales dans le domaine des STIM

Nous soulignons en outre l'orientation spécifique de chacune des bourses postdoctorales dans le domaine des STIM sélectionnées et notons que celles des États-Unis et du Royaume-Uni sont exclusivement axées sur la création d'entreprises (fig. 7). Cela n'a rien de surprenant, compte tenu de l'importance que revêt l'entrepreneuriat dans la politique et la culture américaines. La présence du capital de risque aux États-Unis et de programmes comme le Small Business Innovation Research (SBIR), qui permet aux entreprises d'établir des partenariats avec des entités gouvernementales, et le programme Innovation Corps (I-Corps) de la National Science Foundation, suggèrent une préférence pour la création d'entreprises aux États-Unis. Seuls les programmes Innovation Catalyst Grant d'Alberta Innovates, SVP de

Concordia et Accélération Entrepreneur de Mitacs sont offerts au Canada, que les deux premiers l'étant actuellement dans leurs provinces respectives et le dernier à l'échelle nationale. Le modèle de capital de risque peut également être amorcé avant la création de l'entreprise, avec la formation comme activité initiale pour ceux qui ont des compétences considérables dans d'autres domaines. L'offre de Mitacs se concentre sur des projets du secteur privé, bien que le programme Accélération Entrepreneur permette à un projet entrepreneurial d'être sa propre organisation partenaire, qui prévoit un composant d'autofinancement.

Les programmes de Mitacs (Élévation et Accélération) sont principalement axés sur le partenariat avec des entreprises existantes, bien que la création d'une nouvelle entreprise universitaire dérivée à vocation scientifique soit également possible. L'accent mis sur les partenariats avec des entreprises existantes est précieux, car plusieurs rapports soulignent que les dépenses intérieures de recherche et développement des entreprises (DIRDE) des entreprises canadiennes sont insuffisantes. Toutefois, comme nous l'avons déjà mentionné, l'accent mis sur le financement de contrepartie peut continuer à freiner la recherche et, potentiellement, la recherche susceptible de provoquer les effets les plus importants sur la société (Conseil consultatif pour l'examen du soutien fédéral à la recherche fondamentale [Canada], 2017).

Si l'on se réfère à la section 3.1.2 et à l'importance du soutien dès le début du processus de commercialisation, un aspect qui semble manquant est l'accent mis sur les ***scientifiques de transfert***. Compte tenu du grand nombre de chercheuses et chercheurs au postdoctorat et du nombre relativement

limité de ces bourses de grande valeur, il serait raisonnable de supposer que les chercheuses et chercheurs au postdoctorat sélectionnés pour ce type de financement peuvent souvent avoir pour objectif d'obtenir un poste dans l'enseignement supérieur. Cela peut être le cas pour presque tous les chercheuses et chercheurs au postdoctorat. Alors que la plupart des programmes en vigueur demeurent axés sur la création d'entreprises, l'accent mis sur les scientifiques de transfert reconnaît la valeur à long terme que génèrent les entrepreneurs-scientifiques issus des laboratoires universitaires. Non seulement la chercheuse principale ou le chercheur principal a la possibilité d'affiner sa trajectoire de recherche et de lancer de multiples entreprises universitaires dérivées à vocation scientifique au cours de sa carrière, mais le mentorat fourni par ces scientifiques de transfert peut aider les étudiantes et étudiants des cycles supérieurs et les chercheuses et chercheurs au postdoctorat à créer leurs propres entreprises ou à devenir des scientifiques de transfert à mesure qu'ils et elles progressent dans leur carrière (Thomas et coll., 2020). Cette approche, bien qu'à plus long terme, a le potentiel de créer une boucle de rétroaction positive qui peut générer une valeur et un rayonnement sociétal significatifs (Thomas et coll., 2020).

Il existe un programme national complémentaire dans ce domaine, le programme Invention to Innovation (i2I) de Mitacs, qui a été conçu pour fonctionner de concert avec la formation postdoctorale existante dans le domaine des STIM afin d'équilibrer le développement de la recherche et le développement de la commercialisation.

Les modèles actuels de programmes postdoctoraux de commercialisation et leur orientation sont résumés dans la figure 7

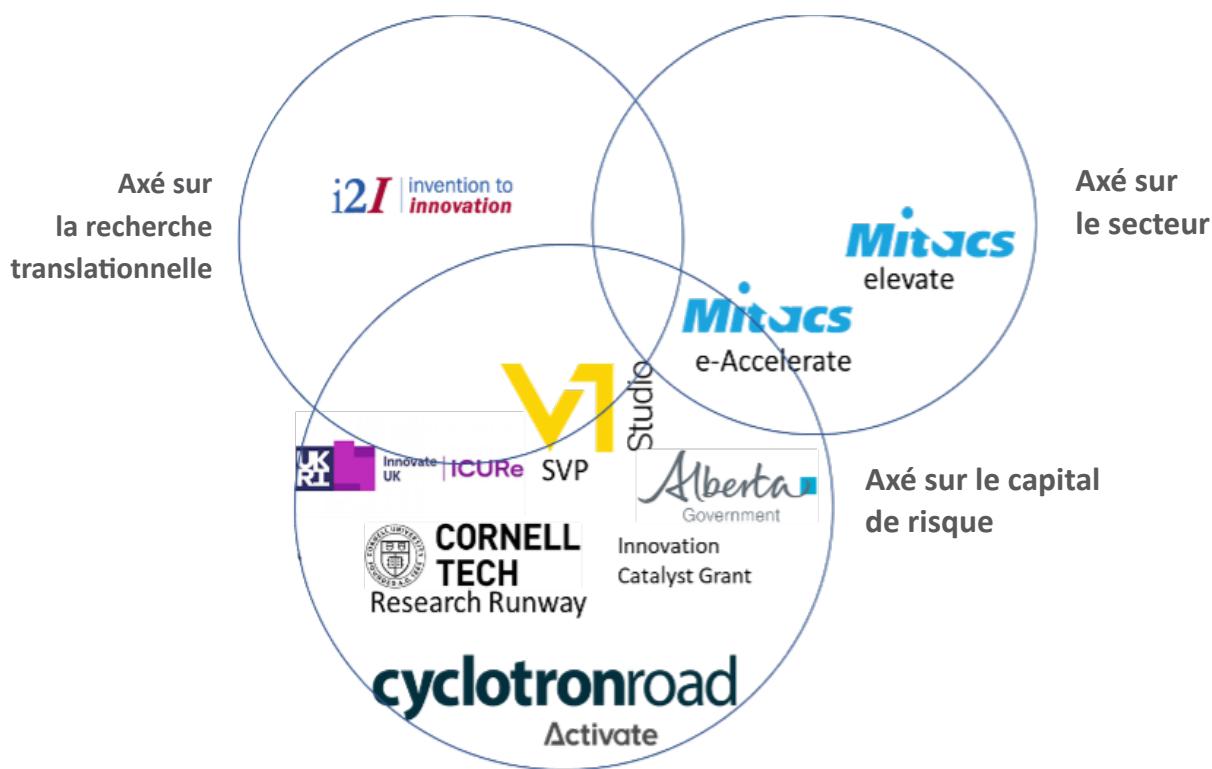


Fig. 7. Comparer l'orientation spécifizue des programmes postdoctoraux sélectionnés dans le domaine des STIM

4.3 Le programme i2I de Mitacs : Libérer la capacité d'innovation du Canada au stade initial

Le programme Invention to Innovation de Mitacs est un programme de formation rigoureux, destiné à encourager l'esprit d'entrepreneuriat au sein des communautés scientifiques. Le plan de formation de ce programme trouve son origine à la Beedie School of Business de l'Université Simon Fraser (SFU), en se fondant sur les recherches menées par Elicia Maine et son équipe. La recherche entreprise par Maine et ses collaborateurs a mis en évidence une carence en matière de formation dans le paysage de l'écosystème de l'innovation scientifique au Canada, ce qui a

permis de concevoir une structure pédagogique innovante destinée à répondre aux besoins spécifiques des chercheuses et chercheurs en STIM, en complément de la formation existante. Le déploiement de ce nouveau cadre pédagogique est un effort stratégique visant à mieux outiller notre communauté scientifique, et ainsi à renforcer l'ensemble de notre écosystème d'innovation.

4.3.1 Cr éation du programme i2I

Proposée en 2014 et lancée en 2015, la Certification en commercialisation de la science et de la technologie, plus tard appelée Invention to Innovation (i2I), a été conçue comme un programme entrepreneurial fondé sur les principes suivants :

“ Fournir aux chercheuses et chercheurs, pendant ou directement après leurs études supérieures, une socialisation et des connaissances en matière de commercialisation afin de commercialiser leurs travaux et de les préparer à travailler en tant qu’agents de commercialisation au sein du secteur privé. Étant donné qu’environ 80 % des titulaires d’un doctorat en sciences et en ingénierie ne travaillent pas dans le monde universitaire, il est d’autant plus important qu’ils et elles comprennent la pertinence de leurs recherches dans le secteur privé. Ce certificat permettra aux étudiantes et étudiants d’examiner le potentiel de commercialisation de leurs propres recherches, d’abord en apprenant les théories et les cadres pertinents, puis en explorant et en sélectionnant les marchés afin d’intégrer la valeur pour la clientèle plus tôt dans le processus de développement du produit, de diriger des équipes plus efficaces à cet effet et d’élaborer des stratégies d’évaluation de la propriété intellectuelle créée.² ”

Le programme se suit en parallèle aux travaux des chercheuses et chercheurs au postdoctorat, à raison d’un soir par semaine, en personne, pendant un an. Plutôt que de commencer par les modèles d’entrepreneuriat traditionnels qui privilégient souvent les projets numériques et les mises sur le marché rapides, avec l’initiative i2I, on a délibérément cherché à satisfaire les étudiants et étudiantes des cycles supérieurs et les autres acteurs clés, à savoir :

- 1) Sachant que les chercheuses et chercheurs principaux·ales étaient réticent·es à l’idée de laisser leurs étudiantes et étudiants s’éloigner trop longtemps de leurs recherches et n’étaient pas incités à le faire, l’initiative i2I a été conçue comme un programme à temps partiel qui leur permettait de travailler sur leur propre idée d’innovation, en conciliant le développement des compétences et la poursuite de la recherche, ce qui lui a également permis de modeler les premières idées.
- 2) Les idées pourraient être loin du marché ou avoir une application commerciale incertaine.
- 3) Conscient que de nombreux laboratoires, chercheuses et chercheurs principaux et participants ne se reconnaissent pas immédiatement dans les entreprises ou les projets, l’initiative i2I a mis l’accent sur le changement d’état d’esprit et les compétences translationnelles

2 Extrait de la présentation « Proposal for a certificate in Science and Technology Commercialization » au sénat de l’Université Simon Fraser en 2014.

nécessaires pour élargir les possibilités d'emploi dans le secteur privé, la science et l'entrepreneuriat.

- 4) L'initiative i2I a présenté aux chercheuses et chercheurs les théories, les cadres et les études de cas issus de travaux universitaires portant directement sur la commercialisation de la science.
- 5) Conscient que les universitaires attachent de l'importance aux diplômes, l'initiative i2I a été mise au point sous la forme d'un certificat que les participants pouvaient obtenir. La plupart de ces crédits sont comptabilisés pour l'obtention d'une maîtrise en administration des affaires (MBA) en gestion de la technologie.

À l'origine, le programme comprenait huit demi-cours axés sur les besoins spécifiques des scientifiques, notamment Du laboratoire au marché (innovation scientifique et prise de décision précoce), Définir et évaluer les occasions (adapter la recherche aux besoins et aux chaînes de valeur) et bien d'autres encore.

En accordant de l'importance à la phase translationnelle au cours de laquelle d'importantes décisions précommerciales sont prises, l'objectif était de faire des étudiantes et étudiants des cycles supérieurs et des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le domaine des STIM de nouveaux scientifiques-entrepreneurs et leaders de l'innovation. En outre, l'objectif était de réaliser les bénéfices associés au transfert et à l'application réussis de nouvelles technologies pour relever d'importants défis qui auront une incidence sur la société. Plutôt que de se concentrer sur une entreprise, un partenariat avec le secteur privé ou un résultat scientifique translationnel, l'initiative i2I crée les conditions permettant d'explorer ces voies, d'affiner la recherche et de faire des choix stratégiques, en formant les participants et participantes à renforcer leur capacité d'innovation et à l'appliquer lorsque c'est nécessaire et le plus approprié dans l'écosystème de l'innovation.

4.3.2 L'évolution

À mesure que de nouvelles cohortes intégraient le programme, il est devenu évident qu'un changement culturel s'était produit, en plus d'une amélioration de l'esprit entrepreneurial et des compétences en matière de transfert, des membres du corps professoral initialement sceptiques ou défavorables à la participation de leurs étudiantes et étudiants ont commencé à les inciter à participer au programme et parfois même, à suivre eux-mêmes et elles-mêmes la formation. L'initiative I2I a été considérée comme une occasion d'explorer les possibilités de la recherche transformationnelle.

“ I2i oblige à réfléchir à la recherche en prenant du recul pour voir la situation dans son ensemble. Ce programme a eu une influence permanente sur ma façon d'envisager la recherche. Aujourd'hui, chaque fois que quelqu'un me fait une suggestion ou me donne une idée, je réfléchis d'abord à la direction qu'elle va prendre. Cela contribue sans aucun doute à façonner l'esprit entrepreneurial dont nous avons parlé, ce que je trouve très utile. ”

STAGIAIRE DU PROGRAMME MITACS
ÉLÉVATION 2017-2019

En 2019, Mitacs et l'école Beedie de SFU se sont associés pour créer une version sans crédit du programme qui serait dispensée en ligne et à travers le Canada, permettant d'accéder au certificat aux cycles supérieurs d'i2I et à d'autres crédits (figure 8).

accessible aux participant·es et participants de n'importe quelle université canadienne, et à ce jour, il compte des participant·es issus de plus de 25 universités canadiennes. En 2020, dans un souci de renforcer la collaboration et le réseautage dans tout le pays, de petits groupes

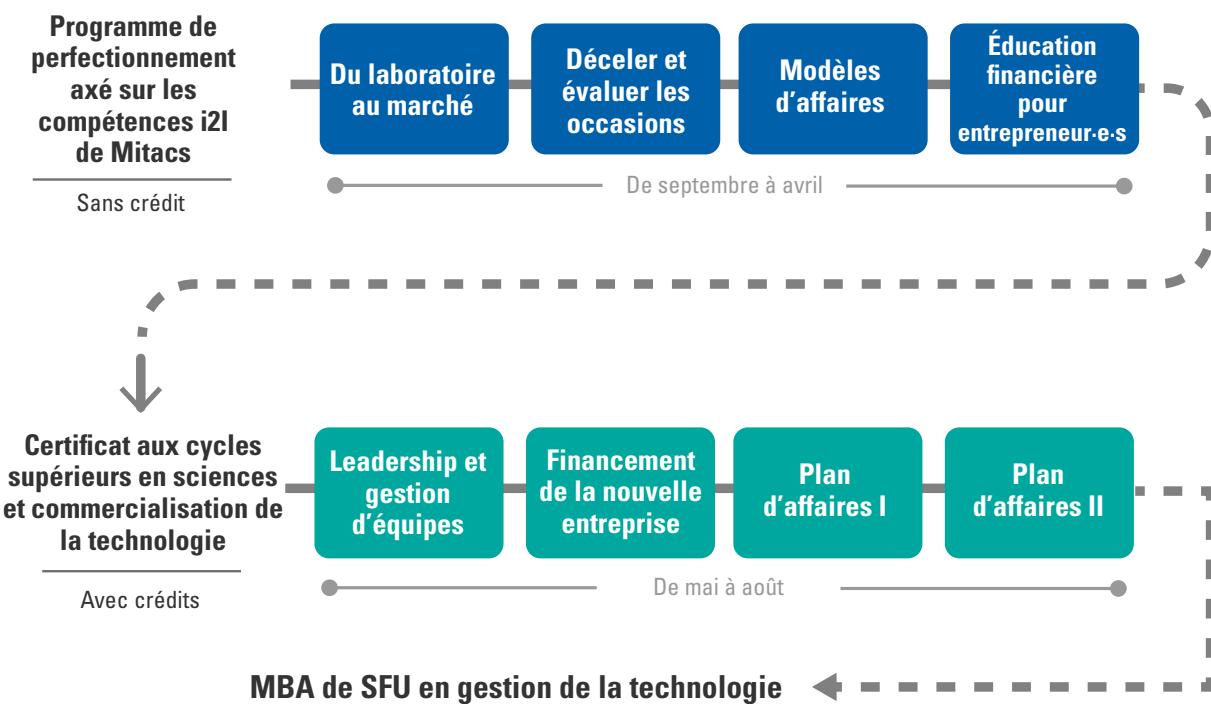


Fig. 8. Programme i2I

En 2020, en partenariat avec l'Université Queen's, une cohorte a été lancée dans l'Est, et en 2021, une cohorte atlantique supplémentaire a été lancée avec les universités Memorial et Dalhousie. Une cohorte francophone a été lancée en 2023. Chaque cohorte compte un ou deux responsables universitaires régionaux : des universitaires entrepreneuriaux avec de bons liens qui contribuent à la sensibilisation, au soutien des étudiantes et étudiants locaux et à l'établissement de liens avec l'écosystème local. Bien que les partenaires régionaux contribuent au recrutement et à la mise en œuvre, le programme a été conçu pour être

d'apprentissage nationaux ont été lancés, qui jumellent des groupes d'étudiantes et d'étudiants avec des mentors de leur secteur d'activité. Un réseau de vingt-cinq mentors universitaires et du secteur privé qui ont de très bons liens a été mis en place d'un bout à l'autre du pays, avec une variété de spécialités détaillées à la figure 9.

Afin de s'assurer que tous les étudiantes et étudiants puissent poursuivre le parcours vers le certificat aux cycles supérieurs s'ils ou elles le souhaitent, ce volet a également été publié en ligne et à l'échelle nationale en 2023.

4.3.3 Aperçu de la mise en œuvre du programme i2I de Mitacs

Nous avons régulièrement reçu des commentaires des membres du programme i2I de Mitacs. Cette rétroaction peut aider à mieux comprendre les perspectives des participant·es et des chercheuses et chercheurs principaux·ales et fournit des renseignements essentiels qui peuvent éclairer l'élaboration d'une bourse postdoctorale dans le domaine des STIM axée sur la commercialisation mieux adaptée au contexte canadien. Bien que les commentaires formulés à l'égard de l'initiative i2I sont très positifs sous sa forme d'une journée par semaine, plusieurs autres constats se dégagent :

- 1) **Le souhait d'avoir plus de temps :** Certain·es participant·es ont fait remarquer qu'il serait utile de pouvoir consacrer beaucoup plus de temps à la commercialisation et au transfert de leurs activités.
- 2) **Culture de laboratoire et changement des activités :** Les laboratoires qui n'avaient pas auparavant mené d'activités de transfert ou de commercialisation ont commencé à changer de trajectoire.
- 3) **L'apprentissage au-delà du programme :** Les participant·es ont commencé à être invités à présenter leurs apprentissages à leurs laboratoires et à leurs réseaux de recherche.
- 4) **Augmentation du nombre de participant·es pour faire évoluer davantage la culture universitaire :** Les participant·es ont commencé à rejoindre les programmes des bureaux de transfert de technologies et des installations de base afin de renforcer les capacités internes de l'université.

5) Modification des produits livrables pour réduire les tensions avec les extrants universitaires :

Les participantes et participants au programme ont également réussi à utiliser les extrants du programme dans plusieurs travaux universitaires utiles à leurs laboratoires et à leurs chercheuses et chercheurs principaux·ales, notamment des publications dans des revues sur une stratégie de commercialisation pour une technologie émergente, un chapitre sur la commercialisation dans une thèse de doctorat, ou une aide pour le volet sur la commercialisation d'une subvention translationnelle (p. ex. IRSC).

6) Résultats en matière d'équité, de diversité et d'inclusion : Les étudiantes et étudiants qui n'avaient pas été initié·es à l'entrepreneuriat et qui se considéraient auparavant comme des personnes qui n'avaient pas la fibre entrepreneuriale, mais qui n'étaient tout simplement pas susceptibles de poursuivre une vie académique, ont pris conscience de leur propre potentiel à fonder des entreprises.

Bien que l'initiative i2I ait connu un succès considérable, cette recherche a montré qu'il existe encore une demande latente importante de formation aux compétences translationnelles dans les laboratoires. Bon nombre des chercheuses principales et chercheurs principaux interrogés ont expliqué qu'ils ou elles enseignaient des notions d'entrepreneuriat, établissaient des liens ou faisaient preuve d'une incroyable souplesse en matière de financement afin que la communauté étudiante et les chercheuses et chercheurs au postdoctorat puissent acquérir ce type d'expérience. Toutefois, l'initiative portait principalement sur les chercheuses principales et chercheurs principaux et se

situait en dehors des modèles et des mesures qu'ils doivent généralement respecter.

Les participantes et participants au programme i2I ont ensuite pris part aux autres parcours et aux programmes complémentaires existants. Cette situation dénote la pertinence et la nécessité d'un programme postdoctoral translationnel et précommercial pouvant exécuter les travaux postdoctoraux existants sur la recherche et d'autres travaux postdoctoraux sur la commercialisation.

Les participantes et participants au programme i2I de Mitacs ont régulièrement fait part de leurs rétroactions. Pouvant contribuer à une meilleure compréhension de la perspective des participantes et participants et des chercheuses principales et

chercheurs principaux, ces impressions fournissent des renseignements essentiels susceptibles d'orienter la création d'une bourse postdoctorale en STIM axée sur la commercialisation mieux adaptée au contexte canadien.

L'appui des chercheuses principales et des chercheurs principaux à la formation en commercialisation

On a insisté particulièrement sur le fait que les chercheuses principales et chercheurs principaux doivent adhérer au concept de commercialisation de la science et accepter que les chercheuses et chercheurs au postdoctorat perfectionnent leurs compétences en commercialisation en suivant une formation sur mesure qui correspond à leurs idées scientifiques.

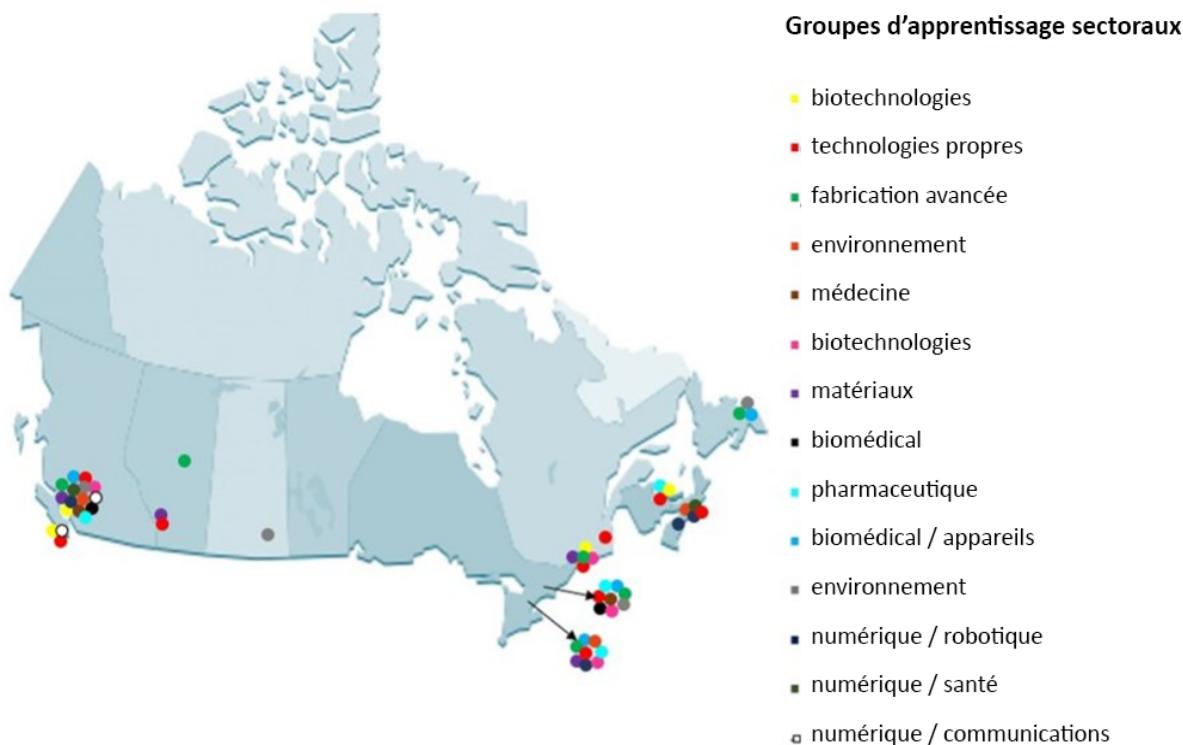


Fig. 9. Groupes d'apprentissage i2I au Canada

“ On a besoin que le corps professoral soutienne également cette démarche, parce qu'il faudra y investir du temps. Alors, oui, il peut aussi s'agir d'un défi. ”

“ Le programme i2I est formidable. Je crois que toutes les étudiantes et tous les étudiants des cycles supérieurs qui s'intéressent de près ou de loin au monde de l'entrepreneuriat devraient le suivre. J'ai connu des étudiantes et des étudiants des cycles supérieurs qui avaient des professeurs très stricts et il leur était impossible de prendre le temps de suivre ce programme. Certaines personnes n'osaient même pas en parler à leurs professeurs. ”

La recherche constante de financements supplémentaires

Comme nous l'avons mentionné précédemment, compte tenu du niveau élevé de l'inflation, de la stagnation du financement et de l'intensification de la concurrence, les chercheuses et chercheurs au postdoctorat consacrent davantage de temps à se procurer du financement supplémentaire pour survivre. L'approche consistant à occuper un emploi secondaire pour venir ajouter un financement peut parfois nuire à l'effort global de commercialisation des sciences et diluer la passion et les compétences des chercheuses et chercheurs au postdoctorat.

“ [...] Nous avons eu de bons mentors, qui ont su nous aider, mais comment obtenir une validation si personne n'a d'argent pour nous payer? ”

“ Lorsque j'ai vu le programme [i2I], j'ai cru à tort qu'il me paierait. À l'époque, je ne recevais aucun salaire de l'entreprise. J'ai ensuite commencé le programme, mais je manquais de temps, étant donné que j'avais d'autres emplois, qui me permettaient de gagner un peu d'argent afin que je puisse travailler pour mon entreprise. ”

Toutefois, des chercheuses et chercheurs au postdoctorat parviennent à tirer parti de leur formation et à obtenir ainsi des fonds supplémentaires pour leur entreprise.

“ Nous avons suivi le programme [i2I] de l'automne au printemps. Puis, à l'été, nous avons constitué l'entreprise en société. C'était donc juste après. Aussi, grâce aux compétences acquises dans le cadre du programme et à l'amplification de notre message avant la création de la société, nous avons reçu un <prix pour l'innovation>. Ce prix nous a permis de prendre de l'avance en nous procurant un laboratoire et du mentorat. Alors, je pense que ce peut être attribuable en partie à notre participation au programme. ”

Besoin d'accès à des installations de recherche spécialisées

La capacité à obtenir du financement a des conséquences directes sur la progression et le raffinement des idées au stade initial, soit du laboratoire au marché. L'accès à un équipement spécialisé est une des utilisations

les plus importantes des fonds recueillis. Souvent, il est très coûteux de se procurer de nouveaux équipements et d'aménager des installations de recherche de qualité supérieure pour atteindre des objectifs de commercialisation particuliers. Ainsi, bien des entrepreneurs-scientifiques et entrepreneurs-scientifiques cherchent un accès durable à des installations de recherche peu coûteuses, mais de grande qualité, qui sont entièrement installées et opérationnelles. Ce point importe particulièrement, car dans plusieurs cas, les processus d'achat, d'installation et d'approbation des nouveaux équipements spécialisés peuvent s'avérer extrêmement complexes et exiger beaucoup de temps.

“ C'est impossible de s'installer dans un entrepôt pour faire de la chimie; il faut du matériel. ”

“ Il y a d'autres endroits où louer un laboratoire, mais c'est tellement cher qu'il s'agit tout simplement d'un obstacle financier majeur pour cette phase. ”

“ Les gens racontent toujours des anecdotes, mais ne donnent jamais d'étapes claires sur ce stade du laboratoire. ”

“ Ce qui serait utile aussi, c'est de l'argent ou des subventions pour l'utilisation d'installations, en particulier dans les universités, mais pas forcément des laboratoires. ”

L'accès aux installations de recherche dans les universités permet aux entreprises à vocation scientifique de diminuer les coûts de la recherche et du développement, sans compter l'avantage supplémentaire de maintenir des liens avec les chercheuses principales et chercheurs principaux, les chercheuses et chercheurs au postdoctorat et la population étudiante des cycles supérieurs dans des domaines connexes³. L'accès à ces réseaux de recherche spécialisés et à ces immobilisations incorporelles peut se révéler particulièrement utile dans la phase préalable à la formation de l'émergence de l'entreprise (Thomas et coll., 2020; Park et coll., 2022; Park et coll., 2023).

Réseautage et mentorat

Bien que l'accès aux installations de laboratoire soit essentiel, les entrepreneures et entrepreneurs scientifiques émergent·es, en particulier celles et ceux du milieu universitaire, doivent rester attentif·ves aux besoins du marché et à l'évolution de ses dynamiques, par exemple, la concurrence, les annonces de financement et la réglementation. Les mentor·es possédant une vaste expérience dans l'industrie scientifique et disposant d'un bon réseau sont particulièrement précieux·ses pour ces entreprises scientifiques émergentes, car il s'agit de scientifiques qui ont généralement moins de liens avec les partenaires et les parties prenantes du secteur.

“ Dans le monde universitaire, rares sont les professeures et professeurs qui ont été jusqu'à la commercialisation; il est donc difficile de bénéficier d'un mentorat avant de trouver des programmes, comme le programme i2I, qui s'est avéré très utile. ”

“ Je dirais qu'une des choses les plus importantes que m'a apportées le programme i2I, ce sont les mentor·es. ”

“ Mon mentor nous a présentés à une personne avec qui il avait de très bons liens dans le secteur des technologies. Il s'agit d'un cadre en résidence d'une grande entreprise, et il nous a recommandés à d'autres personnes. C'était génial. ”

³ L'accès aux laboratoires et aux installations de recherche dépend souvent du passage de la propriété intellectuelle par le bureau de transfert de technologie de l'université, les politiques et la facilité d'accès aux installations variant considérablement d'une université à l'autre

À la lumière de la littérature, de l'analyse des programmes existants et des observations tirées de la mise en œuvre des programmes i2I de Mitacs, nous proposons une bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation, dont les fondements suivent dans la prochaine section.



5. Modèle proposé : Bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation

Compte tenu des défis que pose la commercialisation des sciences à un stade initial et des lacunes du soutien à la formation postdoctorale en commercialisation, la section suivante présente le modèle proposé pour le programme postdoctoral en commercialisation, lequel tient compte des éléments clés indiqués dans la comparaison des programmes existants. Il est évident que nous pouvons faire correspondre le programme i2I avec le modèle existant de recherche postdoctorale de Mitacs, tout en supprimant les contraintes de financement de contrepartie qui se sont avérées inappropriées à ce stade. Le modèle proposé peut être un complément des programmes postdoctoraux existants, élaborés pour soutenir les étapes ultérieures de la commercialisation.

5.1 Orientation : Élaboré pour le transfert, la mobilisation des connaissances et la commercialisation

Bien des chercheuses et chercheurs travaillant sur des recherches scientifiques à fort potentiel ont besoin d'aide avant que les étapes habituelles de la création d'entreprise ou de partenariat industriel soient viables, ou qu'elles soient manifestement la voie la plus appropriée. La durée standard de 24 mois pour la plupart des travaux postdoctoraux sur la commercialisation exige implicitement que la technologie et l'analyse de rentabilité soient suffisamment avancées pour susciter un certain

intérêt commercial à l'égard d'un très vaste éventail de technologies, même si elles sont à un stade précoce. Compte tenu des défis considérables que pose la commercialisation de la recherche, de telles exigences pourraient malheureusement servir à filtrer une grande partie de la recherche la plus ambitieuse, susceptible d'avoir une incidence, mais qui n'est peut-être pas prête pour le cheminement de l'entreprise et qui nécessite : l'atténuation des risques découlant de la technologie, la création d'une propriété intellectuelle, la recherche de financement, l'amélioration de la production et des approbations réglementaires propres au secteur. C'est particulièrement vrai pour la recherche translationnelle dans les domaines des matériaux de pointe, de la chimie, du génie chimique, des nouveaux traitements, de la nanotechnologie, de la physique et de l'informatique quantique, dont les délais de commercialisation sont beaucoup plus longs, mais le potentiel de création de valeur sociétale et économique est énorme (Maine et Garnsey, 2006; Pisano, 2010; Thomas et coll., 2020; Park et coll., 2022). Le modèle suivant, qui comprend la structure, la sélection des candidates et candidats, les étapes et plus encore, est particulièrement approprié à ce stade important, mais insuffisamment appuyé de la commercialisation, où l'orientation de l'entreprise vers des bourses modifiées représente un obstacle. Vu les défis importants évoqués précédemment pour la commercialisation, une période de formation et de perfectionnement de 24 mois ne suffirait peut-être pas à réduire les risques et à créer une entreprise scientifique basée sur certaines des technologies les plus efficaces.

“ Nous hésitons à aller de l'avant lorsque nous avons l'impression que les candidates et candidats recevront leur diplôme du programme de bourse au bout de deux ans et qu'ils n'auront nulle part où aller. S'il faut attendre encore 10 ans, par exemple, parce que le marché n'est pas rendu là, le parcours est si long qu'il nous faut modifier notre soutien. ”

S'ajoutant aux programmes postdoctoraux de commercialisation existants, une approche holistique nous permettrait de nous concentrer sur le transfert, la mobilisation des connaissances et le développement des premières connaissances et décisions commerciales, tout en tenant compte des écarts dans les délais pour la réduction des risques technologiques et les améliorations, sans oublier les nuances dans le financement et la réglementation propres à chaque secteur. Une telle approche contribue à la mise en place de voies solides en vue d'une commercialisation éventuelle des percées scientifiques issues du laboratoire. Elle ne part pas non plus du principe que la création d'entreprise soit l'objectif ultime de tout projet de recherche ou des chercheuses et chercheurs. En lançant le programme sans avoir de destination à l'esprit, tout en explorant et en façonnant les possibilités et le personnel, il est possible de renforcer les capacités dans l'ensemble de l'écosystème de l'innovation et de choisir des jalons appropriés au fur et à mesure que des preuves sont rassemblées et que des voies se dessinent.

En plus d'un potentiel *parcours d'entreprise*, un parcours de *chef de file du secteur privé* qui guide les chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le transfert rapide des inventions universitaires en acceptant un poste dans des entreprises établies, un gouvernement ou des intermédiaires de l'innovation, ainsi qu'un parcours de *scientifique de transfert* à plus long terme pour les scientifiques des universités qui peuvent cofonder de multiples entreprises scientifiques par l'intermédiaire de leurs laboratoires universitaires, peuvent fournir la flexibilité nécessaire pour tenir compte des incertitudes de la technologie et du marché. Ces deux parcours permettent également de renforcer les capacités d'innovation scientifique dont l'ensemble de l'écosystème canadien a grand besoin. Plus particulièrement, le parcours de chef de file du secteur peut contribuer à combler le déficit de productivité bien connu du secteur canadien par rapport aux pays pairs (OCDE, 2023).

La figure 10 montre comment la bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation proposée peut élargir le champ de la commercialisation de la science au-delà de la création d'entreprise, vers un parcours de chef de file du secteur et un parcours de scientifique de transfert. De cette manière, on ne présume pas que la création d'une entreprise est la seule option et on laisse la possibilité d'une ouverture au secteur privé ou d'un parcours à incidence élevée à long terme où la chercheuse ou le chercheur au postdoctorat se joint à un établissement de recherche en tant que chercheuse principale ou chercheur principal et peut non seulement construire des technologies de plateforme, mais aussi encadrer d'autres chercheuses et chercheurs pour développer davantage la plateforme et répondre à d'importants besoins non satisfaits. Cette approche à incidence élevée de la commercialisation de la science que prennent les universités a été récemment observée dans le cas du laboratoire Langer (Thomas et

coll., 2020). Son parcours est un témoignage convaincant du potentiel de la fusion stratégique entre les universités et les entreprises pour faire progresser la commercialisation de la science.

Les chercheuses et chercheurs au postdoctorat financés par ces bourses peuvent travailler sur des technologies ou des recherches susceptibles

d'avoir une influence sur des enjeux sociétaux urgents. Le soutien élargi aux chercheuses ou chercheurs au postdoctorat pourrait inclure le mentorat ou le réseautage auprès des utilisateurs finaux potentiels de la recherche.

En outre, la création de conditions permettant aux entrepreneures et entrepreneurs, aux

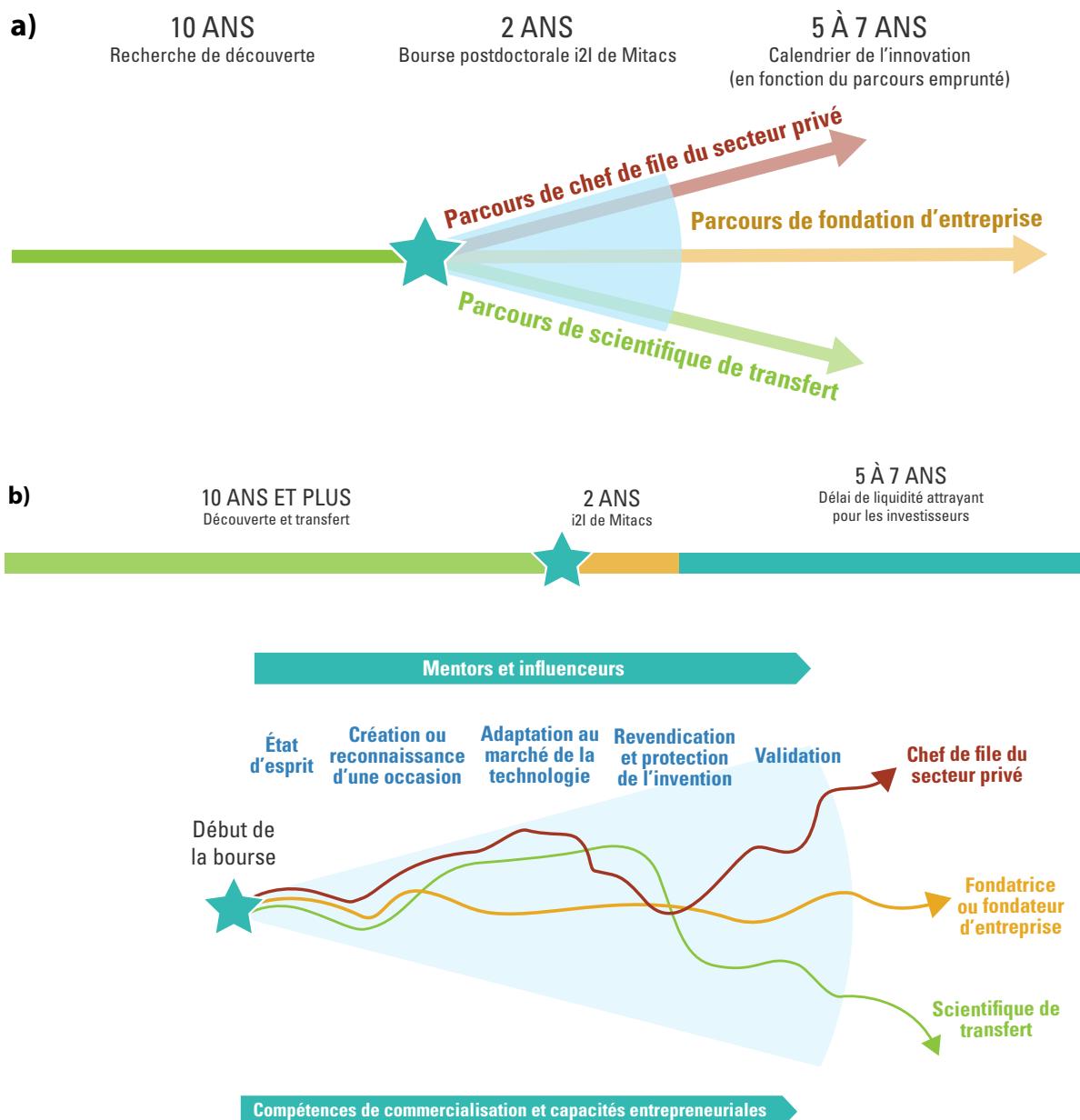


Fig. 10 : Développer les compétences de commercialisation et les capacités entrepreneuriales des chercheuses et chercheurs au postdoctorat en STIM

chefs de file du secteur et aux chercheuses et chercheurs de transfert de travailler ensemble contribue à la mise en place des réseaux nécessaires pour transformer la recherche en pratique et en portée. Les modèles 1, 2 et 3 présentent des exemples de chacun des trois parcours suivis par des scientifiques formés dans le cadre des programmes de formation i2I de l'Université Simon Fraser (SFU) et de Mitacs. Ces exemples canadiens montrent clairement que la complexité et les incertitudes inhérentes à la commercialisation de la science signifient qu'une approche uniquement axée sur l'entreprise pourrait sous-estimer l'incidence possible des parcours de chef de file du secteur et de scientifique de transfert.

iModèle 1 d'i2I : Evan MacQuarrie – Chef de file du secteur de l'informatique quantique



L'expertise d'Evan, chercheur expérimenté en début de carrière très souvent cité et jeune vedette du monde très concurrentiel à l'échelle mondiale de l'informatique quantique, suscite l'admiration de tous. Après avoir obtenu son diplôme de l'Université de Cornell et entrepris un postdoctorat avec le chercheur vedette Mark Eriksson à l'Université du Wisconsin-Madison, Dr MacQuarrie a été recruté au programme i2I de la SFU en 2018 grâce à une subvention du fonds Nouvelles frontières en recherche (FNFR) visant à soutenir le perfectionnement en innovation d'experts en quantique. La demande de subvention unique, conçue pour doter les chercheuses et chercheurs quantiques qualifiés de talents entrepreneuriaux, a été élaborée conjointement par Elicia Maine, professeure à la Beedie School of Business, et Stephanie Simmons, physicienne à la SFU et fondatrice de l'entreprise dérivée. Mesdames Maine et Simmons ont reconnu le besoin de jeunes scientifiques passionnés et motivés, dotés de compétences entrepreneuriales, dans le secteur de l'informatique quantique. Grâce

au soutien du FNFR, les cochercheuses ont pu offrir une rémunération attrayante et intégrer Evan dans le groupe Simmons, ce qui lui a permis de continuer à contribuer à la recherche quantique pendant qu'il suivait une formation en innovation.

À la suite de cette expérience, Dr MacQuarrie a acquis une capacité unique à unir les aspects scientifiques et commerciaux de l'informatique quantique. Ses réalisations sont attestées par ses idées largement reconnues dans le domaine (MacQuarrie, 2020) et, en 2021, Evan a été nommé architecte quantique principal chez Photonic Inc, une entreprise canadienne d'informatique quantique prometteuse et très connue, cofondée par Stephanie Simmons en 2016.

L'ascension de Dr MacQuarrie au sein du secteur illustre le potentiel du talent, du soutien opportun et de la formation ciblée en innovation pour favoriser des contributions remarquables dans le secteur canadien.

Modèle 2 d'i2I : Le parcours entrepreneurial de Benjamin Britton – Fondatrice ou fondateur d'entreprise



Le parcours du Dr Benjamin Britton, qui constitue une étude de cas fondamentale dans le domaine de l'entrepreneuriat postsecondaire, illustre la transformation d'un scientifique en fondateur d'entreprise. En 2015, alors qu'il était candidat au doctorat dans le groupe Holdcroft du département de chimie de la SFU à la Beedie School of Business, Dr Britton a été sélectionné pour faire partie de la cohorte inaugurale du programme i2I. S'appuyant sur des années de recherche innovante sur les polymères échangeurs d'ions, Dr Britton a cofondé Ionomr Innovations en 2016, avec son superviseur et deux collègues. Depuis, Ionomr est devenu un chef de file internationalement reconnu dans le domaine des technologies propres, en proposant des modèles économiques perturbateurs dans divers secteurs, notamment

l'hydrogène, le stockage de l'énergie, l'utilisation du carbone et divers processus industriels. Le rôle de Dr Britton en tant que directeur général de la stratégie a été déterminant pour faire d'Ionomr une entreprise qui soutient plus de 40 professionnelles et professionnels en STIM au sein de l'écosystème local de Vancouver, tout en entretenant plus de 100 partenariats dans le marché mondial de l'équipement d'origine.

Dr Britton attribue le succès de son parcours entrepreneurial au programme i2I, qui a réussi à « lever le voile entre nos disciplines et la pratique de l'entrepreneuriat. Le programme i2I forme une nouvelle cuvée de technologies qui appliquent une optique d'entreprise à la commercialisation de leurs recherches avec la même concentration qu'au laboratoire. »

Modèle 3 d'i2I : Jasneet Kaur – Scientifique de transfert à vocation scientifique



Dr Jasneet Kaur est professeure adjointe au département de physique, nommée conjointement au département d'ingénierie de l'Université Brock, à St. Catharines, en Ontario. Ses recherches portent sur les matériaux durables issus de la nano-ingénierie pour les technologies propres et sont financées par des subventions du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et de l'Université Brock. Elle est spécialisée dans la création, la fabrication et l'ingénierie de matériaux nanostructurés et nanocomposites en ajustant les propriétés physiques, chimiques et électrochimiques des matériaux pour des applications multidisciplinaires, notamment les technologies de stockage et de conversion d'énergie propre, les revêtements intelligents et les technologies de traitement de l'eau.

Avant de se joindre à l'Université Brock, Dr Kaur était chercheuse postdoctorale Mitacs Élévation à l'Université métropolitaine de Toronto. En tant

que chercheuse postdoctorale Mitacs, elle a été sélectionnée pour participer au programme de perfectionnement des compétences Invention to Innovation (i2I) de Mitacs en 2020. Elle considère le programme i2I comme une expérience qui « *m'a permis de réfléchir avec ouverture, d'explorer de nouvelles voies pour ma recherche, d'améliorer mes connaissances sur les possibilités du marché et mes connaissances financières et, surtout, de parfaire mon style de communication pour expliquer les projets scientifiques au public, ce qui est une compétence importante pour tout scientifique de transfert travaillant également dans le milieu postsecondaire, qu'il s'agisse de rédiger des demandes de subventions fructueuses ou d'expliquer des concepts complexes à des étudiants. Je suis reconnaissante de cette occasion et j'encourage vivement les chercheuses et chercheurs postdoctoraux de demain à suivre ce programme pour faire un grand pas en avant dans leur parcours entrepreneurial et postsecondaire.* »

Au-delà de ces trois modèles du programme i2I, le plein potentiel du parcours de scientifique de transfert peut être démontré par l'exemple du professeur Robert Langer du MIT qui, sur une période de plus de quarante ans, a participé à la cofondation de plus de 30 entreprises à vocation scientifique dérivées d'universités. Le professeur Langer a eu du soutien pour produire

cet effet grâce au travail qu'il a effectué au fil des décennies avec un grand nombre de chercheurs postdoctoraux, d'étudiants des cycles supérieurs et de collaborateurs du corps enseignant du MIT et d'autres établissements. Le rôle et le soutien du bureau des licences technologiques du MIT ont également été déterminants dans ce processus.

Modèle 4 : Robert Langer – Scientifique de transfert bien connu

Il est important de souligner et d'illustrer l'effet à long terme du soutien du parcours de transfert, qui est souvent sous-estimé. Le parcours et

l'incidence de l'entrepreneur et scientifique de transfert vedette Robert Langer au MIT démontrent les résultats à long terme (figure 11).

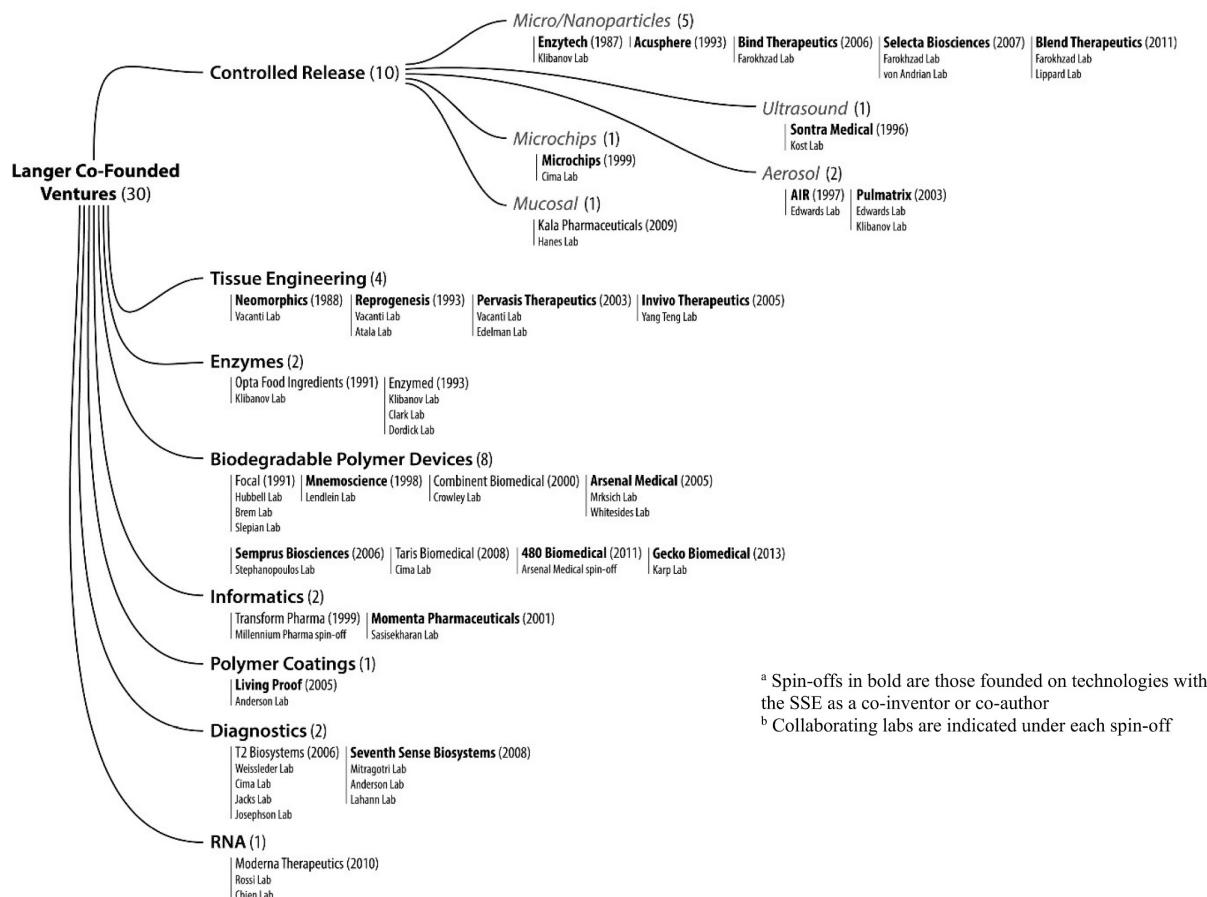


Fig. 11: Robert Langer, scientifique de transfert, et l'effet à long terme de son laboratoire
(source : Thomas et coll., 2020)

Robert Langer a cofondé 10 entreprises universitaires à vocation scientifique au cours des 30 années qui ont suivi ses premières recherches sur la technologie de plateforme des polymères à libération contrôlée en 1976. Ses collègues, ses étudiants, ses chercheurs postdoctoraux et lui ont mis au point de multiples technologies de plateforme et cofondé plus de 30 entreprises universitaires à vocation scientifique qui ont ensuite obtenu des financements importants (Thomas et coll., 2020). Plusieurs de ces technologies sont sur le marché. Au-delà des entreprises que Robert

Langer a cofondées, de nombreux étudiants des cycles supérieurs et chercheurs postdoctoraux de son laboratoire poursuivent leur parcours de commercialisation en tant que chercheurs de transfert ou cofondent leurs propres entreprises scientifiques à partir de leurs propres laboratoires universitaires. Ainsi, son incidence élargie n'est pas seulement celle des entreprises qu'il a cofondées, mais aussi celle des entreprises cofondées plusieurs années plus tard par ses anciens élèves du laboratoire, ainsi que celle du personnel hautement qualifié (PHQ) formé et employé dans le secteur.

La bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation proposée commence également à soulager certaines des tensions et des écarts identifiés dans la section 3.1, notamment :

- L'importance d'harmoniser les mesures incitatives pour le PHQ, ses superviseurs, l'université et le système canadien d'innovation scientifique en mettant en place un programme de postdoctorat destiné à faire progresser les efforts de recherche et de transfert scientifique ensemble, y compris les articles de journaux et les chapitres sur les subventions de commercialisation ou de transfert.
- L'accroissement de la légitimité des chercheurs au postdoctorat et des professeurs qui cherchent à transférer et à commercialiser leurs recherches sur les technologies profondes, ou qui souhaitent créer une entreprise à partir de leur propre invention dans le domaine des technologies profondes, en les reliant à des programmes de formation existants, reconnus et primés, fondés sur la recherche en commercialisation.
- L'écart qui existe après la recherche fondamentale, mais avant l'incorporation, lorsque d'importantes recherches

canadiennes ne parviennent pas à passer à la demande ou à la commercialisation, en fournissant une source de financement et une structure de soutien spécifiques à cet écart, ce qui favoriserait les percées des laboratoires qui se concentraient auparavant peu ou pas du tout sur les activités de commercialisation et de transfert.

5.2 Composantes du modèle de bourse postdoctorale proposé pour la commercialisation des STIM

La bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation vise à former de futurs scientifiques novateurs mondiaux dotés d'un esprit d'entreprise, de capacités entrepreneuriales et de compétences en innovation, tout en créant des possibilités d'innovation scientifique à partir des laboratoires des universités canadiennes qui ont le potentiel de créer de nouveaux secteurs ou de transformer ceux qui existent déjà. Ce programme postdoctoral, qui intègre le programme de perfectionnement des compétences en innovation i2I Formations

des compétences de Mitacs en tant que pilier national pour la formation, la supervision et la mesure des résultats, appuiera et appliquera des travaux scientifiques complexes et à fort potentiel de créer et de soutenir des entreprises et des secteurs canadiens florissants fondés sur la science. Le modèle proposé pour la bourse postdoctorale destinée à la commercialisation vise à réduire les risques liés aux idées d'inventions et d'innovation à un stade précoce dans les laboratoires universitaires (ou gouvernementaux) sur une période de deux ans. La bourse postdoctorale visant à faire progresser la science et la commercialisation sans être l'objectif de l'entreprise, mais en définissant et soutenant plutôt chacune des trois voies, se présenterait comme suit. Le tableau 3 résume les éléments clés du modèle proposé pour la bourse postdoctorale destinée à la commercialisation.

Nous proposons de rechercher des candidates et des candidats ayant un potentiel dans

les trois voies (champion ou championne de l'innovation, scientifique de transfert, scientifique entrepreneur·e) en considérant que les voies possibles changeront et en essayant d'éviter de privilégier une seule voie.

Salaire ou allocation des postdocs : Chacun des programmes existants offre un salaire supérieur au salaire moyen des postdocs. Dans le cadre d'une enquête, les CP ont souligné l'importance d'un salaire compétitif pour éviter que les chercheurs postdoctoraux et les chercheuses postdoctorales se tournent vers le secteur privé ou d'autres occasions. Un montant égal ou supérieur au précédent projet pilote de Mitacs axé sur les postdocs en technologie novatrice serait approprié pour un rôle aussi important dans l'écosystème canadien de l'innovation.

Ressources fournies : Étant donné l'exigence en matière de CP et d'un chercheur en chef ou d'une chercheuse en chef, les postdocs devraient avoir accès aux installations nécessaires pour faire progresser le niveau de

Tableau 3 – Modèle proposé pour la bourse postdoctorale i2I de Mitacs destinée à la commercialisation

Élément du programme	Recommandation
Temps plein	Oui
Durée	24 mois
Accent sur la science	Oui
Modèle	Bourse modifiée
Supervision	Supervision assurée par le chercheur principal ou la chercheuse principale et par le chercheur en chef ou la chercheuse en chef
Type de formation	Enseignement intensif de l'innovation et de l'entrepreneuriat pour les cohortes, adapté à l'idée centrale de la recherche
Mentorat	Leaders industriels et universitaires du même secteur, agent administratif pour l'établissement d'autres relations
Allocation	Financement de contrepartie non requis
Accès aux installations, coût des brevets, bons	En nature et négociés avec l'établissement d'accueil et d'autres partenaires de l'écosystème
Propriété intellectuelle	En fonction de l'établissement d'accueil

préparation technologique de leur recherche en technologie de pointe, ce qui réduirait ainsi les risques associés aux stratégies de commercialisation et de déploiement à grande échelle. Un financement additionnel serait idéalement fourni pour les expériences supplémentaires requises, et le soutien, aligné sur le volet transfert du parcours des participants et des participantes.

Vu que la bourse postdoctorale proposée est destinée au stade de la préconstitution en personne morale, la propriété intellectuelle devrait suivre les politiques de l'université d'accueil. Le mentorat servirait à clarifier et à planifier une stratégie de propriété intellectuelle continue pour le laboratoire d'accueil et les postdocs afin de garantir la clarté du processus de développement complet.

5.3 Comparaison du modèle proposé avec les modèles existants

Il semble que le phénomène des bourses postdoctorales destinées à la commercialisation de la science soutenue par la recherche se soit développé indépendamment dans de nombreuses administrations. Les programmes de subventions Cyclotron Road, Runway Startups et Innovation Catalyst Grant, qui présentent le plus de similitudes dans leurs composantes, ont notamment tous été menés par des fondateurs innovants à l'origine de leur adoption au sein d'établissements d'accueil conviviaux. Ces programmes ont été affinés pour converger vers des modèles largement similaires basés sur les résultats obtenus au fil du temps (tableau 4). En tant qu'exemples de bourses modifiées, ces trois programmes présentent des similitudes avec le modèle proposé de bourse postdoctorale i2I de Mitacs destinée à la commercialisation, car ils mettent l'accent sur le soutien global d'une

sélection très restreinte de participantes et de participants. En revanche, les programmes Accélération Entrepreneur de Mitacs et ICURE adoptent une approche plus progressive, offrant une quantité moindre de soutiens individuels à une cohorte beaucoup plus importante.

La bourse postdoctorale de commercialisation i2I que propose Mitacs s'étend sur une durée de deux ans pour s'aligner sur les complexités inhérentes au calendrier de transfert fondé sur la science. Elle permet aux participantes et participants de se joindre à l'une des trois voies d'innovation distinctes, à savoir celle des champions et des championnes du secteur privé, celle des fondateurs et fondatrices d'entreprise ou celle des scientifiques de transfert.

Une allocation généreuse donne aux postdocs la liberté financière nécessaire pour se concentrer sur leurs travaux novateurs et attire des candidatures de haut niveau, à l'instar d'autres sources de financement importantes, comme les bourses Banting et les bourses RNCAN au Canada. Le prestige associé à des bourses comme celles du programme Cyclotron Road proposées dans le cadre de l'initiative Activate de la NSF attire des centaines de candidatures chaque année, ce qui renforce la validation de l'innovation universitaire fondée sur la science, tant dans les milieux académiques que dans ceux de l'investissement.

Le transfert réussi des idées scientifiques dépend en grande partie de soutiens globaux qui vont au-delà des dispositions d'ordre financier. Ces soutiens doivent permettre la réalisation d'activités de développement à un stade précoce, comme la découverte du marché, la création de prototypes, la réduction des risques technologiques, la formulation d'une stratégie de propriété intellectuelle et les demandes de brevet. Le financement flexible, une solution viable aux investissements privés à un stade précoce, répond aux difficultés des

innovations complexes caractérisées par des délais de développement plus longs. La plupart des programmes existants soutiennent la création d'entreprises facilitée par des ententes en capital propre SAFE institutionnelles ou de capital-risque. Par exemple, la subvention Innovation Catalyst Grant fournit un financement flexible de 70 000 \$ par an sans limites en capital propre, dans le but de créer éventuellement une entreprise et un effet de levier au moyen d'autres mécanismes de subvention. Le modèle de bourse postdoctorale i2I de Mitacs envisagé pour la commercialisation vise à soutenir un plus grand éventail d'innovatrices et d'innovateurs, y compris les scientifiques de transfert, les champions et championnes du secteur privé, ainsi que les fondateurs et fondatrices d'entreprise.

L'accès aux équipements spécialisés dans les établissements et les laboratoires universitaires est essentiel pour surmonter les obstacles liés à la transformation des inventions de laboratoire en innovations significatives. Les bourses locales, comme Cyclotron Road, le programme Runway Startups et le Programme d'entrepreneuriat scientifique, négocient l'accès à ces installations dans le cadre d'accords globaux avec leurs établissements d'accueil. À l'inverse, une approche nationale nécessite une stratégie plus globale dans le cadre de laquelle l'accès aux équipements est négocié avec chacun des établissements accueillant un chercheur ou une chercheuse. Cette méthodologie, affinée au fil des partenariats, ouvrira la voie à un modèle durable qui rationalisera la prestation du programme au fil du temps.

Un volet exhaustif sur la formation en innovation est au centre du modèle de bourse modifiée. Cette caractéristique est évidente dans les modèles que nous avons examinés. Ces modèles ont connu une évolution en grande partie organique et ont été défendus par des individus plutôt que par des organismes de financement et de formation reconnus. Une

trajectoire commune à ces modèles met en évidence l'accent progressif sur la formation en innovation en tant que partie intégrante de leurs programmes évolutifs, et souligne par conséquent la convergence de leur approche empirique de l'élaboration des programmes vers l'approche pédagogique innovante fondée sur la recherche examinée à la section 4.3. La bourse postdoctorale proposée par Mitacs devrait profiter considérablement du programme de perfectionnement i2I, pour lequel une plateforme de prestation nationale solide a déjà été mise en place.

L'investissement très intense en temps et en ressources consacré à une petite cohorte de chercheuses et de chercheurs au postdoctorat et faisant preuve d'esprit entrepreneurial permet un soutien par mentorat à la fois plus important et plus souple que dans le cadre des modèles de programmes par étapes. En outre, les personnes renommées en matière de mentorat et d'investissement sont plus enclines à partager leurs contacts et à tisser des liens profonds avec les boursières et boursiers qui, à l'issue d'un processus de sélection minutieux, ont un fort potentiel d'avenir dans l'ensemble de l'écosystème canadien de l'innovation.

Les questions au sujet du financement des programmes et de la propriété intellectuelle sont au cœur des bourses axées sur l'innovation. Un certain degré de flexibilité, reflétant l'approche de la subvention Innovation Catalyst Grant, à la fois dans le décaissement et l'utilisation des fonds, ainsi que dans la négociation de la propriété intellectuelle, sans exigence de financement de contrepartie ni ententes en capital propre SAFE, et dans le cadre de dispositions institutionnelles favorables en matière de propriété intellectuelle, accorderait aux postdocs i2I de Mitacs la capacité illimitée nécessaire pour suivre la voie de l'innovation la plus appropriée alors qu'ils et elles relèvent les défis critiques de la commercialisation à un stade précoce.

Tableau 4 : Comparaison du modèle proposé avec les modèles existants

Caractéristiques	Innovation Catalyst Grant (2004)	ICURe (2013)	Programme Runway Startups de Cornell (2014)	Cyclotron Road (2015)	Programme d'entrepreneuriat scientifique de Concordia (2021)	Programme Accélération Entrepreneur de Mitacs (2019)	Bourse postdoctorale i2I de Mitacs pour la commercialisation
Accent sur la science	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui
Durée (mois)	24	3 ou plus	24	24	24	4 à 24	24
Salaire annuel	60 000 \$ CA	35 000 £	100 000 \$ US	90 000 \$ US	45 000 \$ CA	15 000 \$ CA	Respecte ou dépasse les normes canadiennes
Nombre de postes	8	10 à 15/3 mois	Jusqu'à 6	10	2 à 4/6 mois	Des centaines	Sélection
Total des fonds polyvalents pour la commercialisation	130 000 \$ CA	~300 000 £	325 000 \$ US	100 000 + 300 000 \$ US *	52 000 \$ CA	^5 000 \$ CA	Données fournies ultérieurement.
Voie ciblée	Fondateurs et fondatrices d'entreprise	Fondateurs et fondatrices d'entreprise	Fondateurs et fondatrices d'entreprise	Fondateurs et fondatrices d'entreprise	Fondateurs et fondatrices d'entreprise	Fondateurs et fondatrices d'entreprise	Plusieurs voies : entreprise, secteur privé, scientifiques de transfert
Stade	En phase de démarrage	2 à 6	En phase de démarrage	En phase de démarrage	En phase de démarrage	Constitution en personne morale◊	NMT précoce
Accès aux installations	6 mois ou négocié	Propre à l'université ou autodéterminé	50 000 \$ US/an	100 000 \$ US	Au cas par cas	Autodéterminé	Au cas par cas
Type de formation	Formation individuelle	Séance de formation de 5 jours + validation commerciale	3 mois, demi-journée intensive	90 minutes par semaine	Ateliers + programmes partenaires	Offre de programmes de Mitacs (facultatifs)	i2I de Mitacs, 11 mois, suivi du certificat d'études supérieures i2I.
Mentorat	S'appuie sur les accélérateurs et incubateurs locaux	Mentorat intégré à l'équipe	Heures de bureau hebdomadaires	Événements trimestriels, invités et invitées hebdomadaires	Rencontre individuelle chaque 2 semaines et conseil consultatif	Autodéterminé	Supervision assurée par la ou le CP et par le chercheur en chef ou la chercheuse en chef.
Modèle	Bourse modifiée	Par étapes	Bourse modifiée	Bourse modifiée	Bourse modifiée	Par étapes (renouvelable)	Bourse modifiée avec voies pour candidatures ultérieures
Entente SAFE	Non	Non	Oui	Facultatif	Oui	Non	Non
Exigence de financement de contrepartie	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non
Propriété intellectuelle	Négociation préalable avec le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil	Selon le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil	Licence globale du bureau de transfert de technologie, PI pour capital propre, SAFE	Aucune ou préexistante	SAFE/selon le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil	Négociation préalable avec le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil	Selon le bureau de transfert de technologie de l'établissement d'accueil
Bailleur de fonds initial	Gouvernement provincial ou territorial	UK Research and Innovation	Jacobs Institute (dotations)	Philanthropie/DOE	Dév. économique Canada pour les régions du Québec	Mitacs Canada	Mitacs Canada, provincial, privé

5.4 Discussion : Pourquoi ce modèle comble-t-il un écart important au Canada?

L'un des aspects les plus significatifs de cette proposition repose sur le fait que les entreprises à vocation scientifique dérivées de l'essaimage universitaire nécessitent des délais beaucoup plus longs et un financement supplémentaire pour déployer à grande échelle des technologies innovantes ayant une incidence sociétale et pour en réduire les risques (Maine et Seegopaul, 2016; Maine et Thomas, 2017; Thomas et coll., 2020; Park et coll., 2022). Même avec des niveaux élevés de perfectionnement et de soutien en matière de commercialisation, toutes les idées d'innovation scientifique ne sont pas nécessairement prêtes à être commercialisées par transfert au secteur privé ou création d'entreprise avec un financement externe supplémentaire, dans un délai de 24 mois, surtout au Canada. Entre la recherche et ces types de programmes, il existe un écart flagrant en matière de soutien. Si cet écart était comblé, il y aurait un plus grand nombre de recherches à fort potentiel et de talents pour les mener à bien, et ce, en complément aux modèles existants. Un autre point à noter est que la création d'entreprise n'est pas la seule ou la meilleure voie pour chaque projet de recherche ou chaque chercheur ou chercheuse. Toutefois, les approches de financement, comme les ententes SAFE, contraignent les participantes et les participants en matière de résultats et d'échéances. Reconnaissant ces défis, la bourse postdoctorale STIM proposée, axée sur la commercialisation, propose trois voies permettant de commercialiser la science et de faciliter l'incidence sociétale.

En ce qui concerne les idées qui se rapprochent le plus de la commercialisation, une voie dans le secteur privé est proposée aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat afin de les

mettre en contact avec des entreprises établies et d'y appliquer les résultats de la recherche scientifique. Cette voie reconnaît que les entreprises canadiennes ont généralement été plus lentes à adopter les nouvelles technologies issues du milieu universitaire et soutient les chercheuses et chercheurs au postdoctorat qui choisissent de travailler dans ces entreprises établies.

En ce qui concerne les idées dont la mise en œuvre est un peu plus longue en raison d'autres mesures d'atténuation des risques et de collectes de fonds, cette bourse postdoctorale suit l'approche standard en préconisant la création d'entreprises universitaires dérivées à vocation scientifique par l'entremise de la voie de l'entreprise, en soutenant les chercheuses et chercheurs au postdoctorat qui entreprennent la tâche importante de réduire les risques et de développer les technologies révolutionnaires.

La troisième voie reconnaît que même avec une formation sur mesure, certaines idées révolutionnaires peuvent être très précoces pour le marché. Dans de tels cas, il est nécessaire de sensibiliser davantage les parties prenantes du secteur privé et les intervenants sur la politique au potentiel de la technologie. L'hydrogène vert, qui gagne aujourd'hui de plus en plus de terrain sur le marché, en est un exemple, bien que certaines des technologies de base soient en cours de développement depuis plus de vingt ans. Dans ce cas, il peut être souhaitable que la chercheuse ou le chercheur au postdoctorat suive la voie de scientifique de transfert, qui dure plus longtemps et offre l'avantage supplémentaire à la personne scientifique entrepreneure de devenir chercheuse ou chercheur principal universitaire. Une ou un scientifique de transfert qui crée son propre groupe de recherche universitaire peut former d'autres étudiantes ou étudiants des cycles supérieurs et d'autres chercheuses et chercheurs au postdoctorat pour appuyer la commercialisation à long terme de

sa technologie. La valeur d'une telle approche a été observée dans certaines études récentes (Thomas et coll., 2020; Park et coll., 2022).

En se concentrant sur ce stade précoce de la commercialisation, sans présupposer la voie appropriée, et en intégrant plutôt un processus garantissant une prise de décision, une validation et des choix stratégiques rigoureux, il est possible de jeter des bases plus solides pour un transfert de la recherche fondé sur la science ayant une incidence élevée. Il a été clairement démontré aux chercheuses et chercheurs au postdoctorat qu'elles et qu'ils pourraient fort bien jouer un rôle clé dans la création de valeur et le déclenchement de répercussions à ce stade, notamment en bénéficiant du soutien des chercheuses et chercheurs principaux et des universités d'accueil, en étant mieux alignés sur les incitatifs existants et en étant encouragé·es par un financement concurrentiel, une formation et du mentorat. Cette approche permet donc d'harmoniser le potentiel de ces personnes hautement qualifiées avec cette importante lacune de l'écosystème de l'innovation au Canada, tout en complétant les solutions existantes.



6. Modèle de bourse proposé : Défis potentiels liés à la mise en œuvre, atténuation des risques et mesure de l'incidence

Grâce au développement des talents entrepreneuriaux, Mitacs, SFU et leurs partenaires à travers le Canada fournissent déjà un continuum de formation, de soutien financier et de mentorat pour les étudiantes ou étudiants des cycles supérieurs en sciences et en ingénierie, les chercheuses et chercheurs au postdoctorat, et les membres du corps professoral de recherche afin de soutenir les innovations scientifiques ayant une incidence potentielle à l'échelle mondiale. Ce postdoctorat en commercialisation serait un ajout crucial à ce continuum important, permettant aux chercheuses ou chercheurs les plus prometteur·euses du Canada de se concentrer sur des recherches qui pourraient changer le monde à un stade critique et insuffisamment soutenu.

On suggère que l'allocation pour la chercheuse ou le chercheur au postdoctorat soit fixée à un montant attrayant, pour dissuader les candidates et candidats très prometteurs d'opter pour des postes plus lucratifs à l'étranger. La formation peut être assurée en grande partie dans le cadre de l'infrastructure i2I existante et avec du personnel supplémentaire pour appuyer les personnes participantes au programme et l'équipe de soutien. Bien que les stages sans financement de contrepartie ne relèvent actuellement pas du mandat de Mitacs, l'idéal serait d'explorer cette approche étant donné les preuves écrasantes démontrant que d'autres pays se sont déjà éloignés des

modèles de financement de contrepartie et que les discussions actuelles sur la politique canadienne vont également dans cette direction.

On suggère que ce postdoctorat en commercialisation comprenne le financement de l'accès aux installations, des brevets et d'autres justificatifs, et que ce financement soit exigé en tant que contributions en nature par l'établissement d'accueil. Étant donné que la chercheuse ou le chercheur au postdoctorat en commercialisation sélectionné sera un membre actif de son laboratoire, la politique sur la propriété intellectuelle (PI) de l'établissement d'accueil s'appliquera et la manière de travailler dans ce cadre fera partie des livrables et de l'encadrement.

6.1 Défis potentiels liés à la mise en œuvre et atténuation des risques

Grâce à nos entretiens et au dernier atelier tenu à Kingston, nous avons pu non seulement comprendre les lacunes en matière de soutien, mais aussi en savoir plus sur les défis et possibilités que présente l'atténuation des risques selon les parties prenantes. Il s'agit notamment des défis suivants et de la manière dont ils ont été ou seront relevés (tableau 5).

Tableau 5 : Défis liés à la mise en œuvre et mesures d'atténuation connexes

Défis potentiels liés à la mise en œuvre	Mesures d'atténuation
Coordination des acteurs et des bailleurs de fonds	L'utilisation de modèles existants, la collaboration avec le corps professoral et le recours aux systèmes de Mitacs existants permettent de réduire ce risque au minimum.
Obtention de l'appui des chercheuses et chercheurs principaux	Le soutien de la commercialisation de la recherche à laquelle la chercheuse ou le chercheur principal participe, en collaboration avec les chercheuses et chercheurs en commercialisation, développe la capacité de commercialisation dans le laboratoire de la chercheuse ou du chercheur principal.
Processus des universités	Bien que l'on ait craint que les processus existants des universités ne soutiennent pas ce programme, le fait de relier deux programmes établis qui ont déjà été approuvés et mis en œuvre au pays atténue ce risque.
Les chercheuses et chercheurs au postdoctorat n'auront pas le temps de participer à la formation à l'entrepreneuriat	En veillant à ce qu'une partie de son financement soit liée à ses livrables translationnels, chaque participante ou participant devra gérer son temps et ses priorités. En outre, le fait que la chercheuse ou le chercheur principal fasse partie d'une équipe qui soutient la personne étudiante favorise l'appui et la responsabilisation.
Le programme sera-t-il valorisé compte tenu de la culture actuelle, des mentalités existantes et de la culture des établissements en innovation?	Les commentaires sur i2I montrent que les membres du corps professoral ressentent de plus en plus le besoin d'aider leurs étudiantes et étudiants à acquérir des compétences, et qu'ils et elles aimeraient que leurs recherches aient plus d'incidence, mais ignorent souvent comment s'y prendre. La mise en place d'un programme qui fait progresser l'innovation et la recherche commence à résoudre cette tension et aura des retombées positives en ce qui concerne la publicité et le recrutement.
Accessibilité	<p>La nécessité d'un financement de contrepartie pour de telles initiatives limite souvent l'accès à quelques établissements qui peuvent fournir des fonds supplémentaires ou prendre des dispositions pour en obtenir.</p> <p>Par conséquent, compte tenu des ressources limitées de la plupart des universités, un postdoctorat en commercialisation sans financement de contrepartie assorti d'un soutien en nature centralisé permettrait une participation beaucoup plus vaste en tirant parti des systèmes existants dans l'ensemble du Canada.</p>

Il a également été mentionné que la difficulté de mesurer l'incidence d'un tel programme représentait un défi. Les incidences potentielles du postdoctorat en commercialisation proposé, le décalage des incidences et la manière dont celles-ci pourraient être mesurées sont abordés ci-dessous.

6.2 Mesure de l'incidence

Le programme proposé aura une incidence directe et indirecte importante sur les chercheuses et chercheurs et les laboratoires et offrira des possibilités en matière d'innovation et de croissance économique. Les données tirées de nos entretiens révèlent à plusieurs reprises le besoin de modèles qui soutiendraient le type de transfert de la recherche susceptible de résoudre les problèmes mondiaux. Comme il a été mentionné dans les sections précédentes, cette orientation nécessite une approche à long terme.

Grâce à trois voies translationnelles, le programme i2I permet de former des leaders de l'innovation du secteur privé qui peuvent faire le lien avec les laboratoires de recherche universitaires. Il encourage la création d'entreprises dérivées bien financées qui non seulement créeront des emplois, mais qui accéderont aux laboratoires pour continuer à faire progresser la recherche et la formation. En outre, il favorise une recherche élargie ayant une incidence accrue, ainsi qu'une meilleure collaboration interdisciplinaire pour les scientifiques de transfert dans les universités.

Le programme i2I actuel a déjà eu une incidence considérable, notamment en amenant des anciennes et anciens étudiants à cofonder des entreprises et à en assurer la croissance à partir de laboratoires où aucune entreprise dérivée n'avait été cofondée auparavant, à passer à des postes de

direction clés dans des entreprises à vocation scientifique ou à changer leur façon de gérer leurs laboratoires universitaires et de saisir des occasions en tant que scientifiques de transfert. L'incidence à court terme peut être mesurée en utilisant et en améliorant les paramètres existants du programme. Il est également recommandé de recueillir des mesures de l'incidence à moyen et à long terme, ce qui permettra de perfectionner davantage le programme et d'obtenir les données nécessaires pour informer les politiques universitaires et gouvernementales. Parmi les incidences typiques à moyen terme, on compte une augmentation des activités de brevetage stratégique, des changements dans les modèles de publication dans les laboratoires de recherche, une augmentation des demandes et de l'octroi de financement translationnel et de commercialisation, l'attraction du secteur privé ou d'autres partenaires, ainsi que des changements observables dans les attitudes et la culture qui peuvent être mesurés au moyen d'enquêtes et d'entretiens.

Après avoir consolidé la recherche à un stade précoce et mobilisé les chercheurs encore en laboratoire, chaque voie entraînera une incidence considérable à long terme.

Dans le cadre de la voie des responsables du secteur privé, les participantes et participants au programme devraient occuper des postes de direction dans des entreprises existantes afin de guider le transfert de la science universitaire dans les milieux du secteur privé. Ces personnes peuvent également embaucher et diriger d'autres chercheuses ou chercheurs et établir de meilleures relations avec les laboratoires universitaires.

En ce qui concerne les idées pour lesquelles le cofinancement par une entreprise est approprié, les programmes existants montrent qu'ils peuvent générer d'importantes retombées économiques.

Par exemple, l’Innovation Catalyst Grant (sous le nom de GreenSTEM) a intégré neuf chercheuses ou chercheurs sur trois ans à l’Université de Calgary de 2018 à 2021, ce qui a entraîné un financement de suivi et un investissement dans la création d’entreprises de 80 millions de dollars canadiens, soit un rendement d’environ 40:1 sur l’investissement du gouvernement provincial.

L’analyse secondaire de la cohorte d’environ 70 chercheuses ou chercheurs de Cyclotron Road depuis 2015, menée dans le cadre de ce projet, a trouvé 37 entreprises qui sont passées d’un stade précoce à des entreprises financées par des investisseurs. L’investissement total dans ces entreprises en évolution s’élève à plus de 800 millions de dollars américains, soit un rendement économique de 10:1 par rapport aux coûts du programme. Remarquons qu’il s’agit de l’écosystème américain, qui est plus généreux.

Pour celles et ceux qui choisissent la voie de la transposition, c’est peut-être celle qui aura le plus d’incidence au fil du temps. Si l’on prend l’exemple du laboratoire Langer (voir la section 5.1), ces laboratoires peuvent, s’ils disposent des bases nécessaires, former la prochaine génération de personnes scientifiques orientées vers la commercialisation, en changeant la culture et les capacités, ainsi qu’en établissant des relations avec le secteur privé qui peuvent inciter davantage d’étudiantes et d’étudiants à opter pour la voie des responsables du secteur privé, des fondateurs et fondatrices d’entreprise ou des scientifiques de transfert. En outre, ces personnes peuvent devenir cofondatrices ou cofondateurs d’entreprises scientifiques ayant une incidence élevée à partir de leurs propres laboratoires indépendants. Comme mentionné, en 40 ans, le laboratoire Langer a créé plus de 30 entreprises et formé énormément d’étudiantes ou étudiants des cycles supérieurs et de chercheuses et chercheurs au postdoctorat, dont plusieurs ont ensuite cofondé d’autres entreprises scientifiques ayant une incidence élevée, tout en continuant à produire

fréquemment des publications qui ont influencé l’évolution de leur domaine respectif.

6.2.1 Autres incidences indirectes

D’après les recherches susmentionnées et les commentaires formulés lors d’ateliers par des parties prenantes comme des professeures et professeurs, des administrateurs universitaires, des personnes désignées chez Mitacs, des anciennes et anciens participants au programme i2I, ainsi que des étudiantes ou étudiants des cycles supérieurs et des chercheuses et chercheurs postdoctoraux actuels, d’autres changements indirects pourraient être engendrés par un tel programme, notamment :

Changement d’attitude et de culture: Un tel programme postdoctoral, qui fait progresser la recherche et son transfert lorsque la personne participante est toujours basée dans le laboratoire, peut accroître l’acceptation et l’attrait des voies au-delà du parcours universitaire habituel. Il peut mieux harmoniser les résultats et les incitatifs universitaires traditionnels, comme les articles et les subventions, tout en les réorientant pour qu’ils soient davantage axés sur le transfert. Comme le suggèrent les commentaires formulés à l’égard de l’initiative i2I actuelle, le fait que les étudiants développent leur esprit entrepreneurial a également une incidence positive sur les collègues de laboratoire et les chercheuses et chercheurs principaux, qui commencent à y voir une valeur ajoutée.

Atténuer la pression et la dépendance à l’égard des chercheuses et chercheurs principaux qui possèdent un esprit entrepreneurial : Nos recherches suggèrent que plusieurs chercheuses et chercheurs principaux mettent en place leur propre soutien entrepreneurial pour leurs laboratoires. Bien que cela soit très bénéfique pour leurs étudiantes et étudiants, cela signifie que ce type de soutien n’est pas intégré dans la structure de l’université. La mise en place d’un

système capable de soutenir (et de former) des chercheuses et chercheurs principaux qui possèdent un esprit entrepreneurial permettra de renforcer les capacités dans l'ensemble du Canada. La création d'un rôle de chercheuses et chercheurs en commercialisation permet également à ces chercheuses et chercheurs principaux dotés d'un esprit entrepreneurial de soutenir plusieurs étudiantes et étudiants, d'établir des liens interdisciplinaires et d'accéder à un réseau national et international plus vaste de mentors du secteur privé et de chercheuses et chercheurs en commercialisation.

Équité, diversité et inclusion : En exigeant une contrepartie, de nombreux programmes font obstacle aux types de chercheuses et chercheurs pouvant participer, ce qui facilite la participation de celles et ceux qui disposent de ressources plus importantes ou qui proviennent d'universités et de laboratoires dotés de bonnes ressources. L'élimination de ces obstacles aura une incidence sur les personnes qui pourront participer.

Signalement : Le fait de disposer d'un programme important axé sur des recherches d'envergure sur de longues périodes présente l'avantage supplémentaire de contribuer à attirer des talents mondiaux dans les laboratoires canadiens, ainsi qu'à retenir les chercheuses et chercheurs talentueux formés au Canada.

Le continuum de répercussions engendrées grâce à ce programme postdoctoral en commercialisation suggère que le programme i2I de Mitacs existant peut être davantage exploité en vue de générer une valeur considérable pour le Canada tout en s'attaquant aux défis sociétaux à l'échelle mondiale.



7. Conclusion

Cette étude est motivée par la reconnaissance accrue du rôle important que peuvent jouer la science et sa commercialisation pour relever des défis sociétaux majeurs, comme le changement climatique et les pandémies. Nous découvrons et mettons en lumière le rôle des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans le transfert précoce de la recherche scientifique issue des laboratoires universitaires vers des produits et services révolutionnaires. Nous procédons à un examen approfondi de la littérature sur la commercialisation de la science et le rôle méconnu des chercheuses et chercheurs au postdoctorat dans ce processus, ainsi qu'à une analyse comparative des principaux programmes postdoctoraux axés sur la commercialisation dans le domaine des STIM aux États-Unis, au Royaume-Uni et au Canada. À cette analyse s'ajoutent 50 entretiens approfondis et un atelier de discussion en groupe avec les parties prenantes.

En nous appuyant sur les résultats de cet exercice, ainsi que sur l'expérience de la gestion du programme de perfectionnement des compétences en innovation i2I de SFU et de Mitacs depuis 2015, nous trouvons les domaines d'amélioration dans les modèles existants de formation postdoctorale en commercialisation et de financement connexe. Selon nos recherches et les observations tirées de la mise en œuvre du programme i2I, les points clés les plus pertinents pour l'écosystème canadien de l'innovation scientifique sont les suivants :

- 1) Élargir l'orientation de la formation en commercialisation, qui n'est plus seulement axée sur la création d'entreprises, pour y inclure l'orientation des responsables du secteur privé et celle des scientifiques de transfert du milieu de l'éducation postsecondaire, ce qui est essentiel pour créer de la valeur à moyen et à long terme, grâce aux inventions scientifiques révolutionnaires dans les universités canadiennes.
- 2) Ne pas exiger de financement de contrepartie pour le modèle proposé de programme postdoctoral en commercialisation, car cela peut désavantager les groupes sous-représentés et freiner la commercialisation de certaines des sciences ayant la plus grande incidence. Une contrepartie en nature en ce qui concerne l'accès aux installations et à l'espace de recherche serait appropriée pour le modèle proposé.
- 3) Offrir un niveau de rémunération postdoctorale et un financement flexible de soutien à la commercialisation qui attirent les chercheuses et chercheurs au postdoctorat les plus brillant·es au Canada, tout en tenant compte de l'inflation et du taux d'imposition.

Nous notons que le modèle que nous proposons est complémentaire aux modèles existants de bourses postdoctorales de commercialisation et qu'il tire parti de la formation actuellement offerte dans le cadre du programme de perfectionnement des compétences en innovation i2I de Mitacs à travers le Canada.

Nous pensons que l'acceptation et la mise en œuvre de ce programme pilote stratégique permettront de libérer et d'exploiter l'important potentiel latent des chercheuses et chercheurs au postdoctorat du domaine des STIM au Canada grâce à une formation en commercialisation sur mesure, conçue spécifiquement pour l'écosystème canadien de l'innovation scientifique. Ce faisant, les chercheuses et chercheurs canadiens en sciences peuvent être mobilisés pour relever certains des grands défis sociaux de notre époque.

Références

Conseil consultatif pour l'examen du soutien fédéral à la recherche fondamentale (Canada) (2017). *Investir dans l'avenir du Canada : Consolider les bases de la recherche au pays*. Ottawa : Innovation, Sciences et Développement économique Canada (2017).

Auerswald, P. E. et Branscomb, L. M. (2003). Valleys of death and Darwinian seas: Financing the invention to innovation transition in the United States. *The Journal of Technology Transfer*, 28(3-4), 227-239.

Black, G. C. et Stephan, P. E. (2010). The economics of university science and the role of foreign graduate students and postdoctoral scholars. Dans *American Universities in a Global Market* (p. 129 à 161). University of Chicago Press.

Bonikowska, A., Frank, K., Frenette, M. (2022). Le profil de la profession et les tâches de travail des titulaires d'un doctorat au Canada : différences selon le sexe et le domaine d'études. *Rapports économiques et sociaux*, 12(2), 1-24. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/36-28-0001/2022012/article/00002-fra.htm>

Carter, R. G., Mundorff, K., Risien, J., Bouwma-Gearhart, J., Bratsch-Prince, D., Brown, S. A., ... & Van Egeren, L. (2021). Innovation, entrepreneurship, promotion, and tenure. *Science*, 373(6561), 1312-1314.

Charbonneau, L. (2018). Les chercheurs postdoctoraux réclament des changements dans leur traitement Affaires universitaires. 10 décembre 2018.

Conseil des académies canadiennes (2014). *Culture scientifique : qu'en est-il au Canada?* Ottawa (Ontario) : Le comité d'experts sur l'état de la culture scientifique au Canada, Conseil des académies canadiennes.

Conseil des académies canadiennes (2021). Formés pour réussir, Ottawa (Ontario). Comité d'experts sur la transition des titulaires de doctorat vers le marché du travail, Conseil des académies canadiennes.

de Haan, U., Shwartz, S. C. et Gómez-Baquero, F. (2020). A startup postdoc program as a channel for university technology transfer: the case of the Runway Startup Postdoc Program at the Jacobs Technion–Cornell Institute at Cornell Tech. *The Journal of Technology Transfer*, 45(6), 1611–1633.

Franzoni, C., Stephan, P. et Veugelers, R. (2022). Funding risky research. *Entrepreneurship and Innovation Policy and the Economy*, 1(1), 103-133.

Freeman, C. (1982). *The Economics of Industrial Innovation*. Frances Pinter Publishers Ltd, Londres (Royaume-Uni).

- Ganapati, S. et Ritchie, T. S. (2021). Professional development and career-preparedness experiences of STEM Ph. D. students: Gaps and avenues for improvement. *Plos one*, 16(12), e0260328.
- Gómez-Baquero, F. (2023). Experimentation in academic technology commercialization. Dans Intellectual Property Management for Start-ups: Enhancing Value and Leveraging the Potential (p. 263 à 279). Cham: Springer International Publishing.
- Gurdon, M. A., et Samsom, K. J. (2010). A longitudinal study of success and failure among scientist-started ventures. *Technovation*, 30(3), 207–214.
- Hayter, C. S. et Parker, M. A. (2019). Factors that influence the transition of university postdocs to non-academic scientific careers: An exploratory study. *Research Policy*, 48(3), 556–570.
- Innovosource. (2022). Rapport Mind the Gap. Minneapolis / St. Paul.
- Ipsos M.O.R.I. (2020). Evaluation of ICURé. London.
- Innovation, Sciences et Développement économique Canada (2023). Rapport du comité consultatif sur le système fédéral de soutien à la recherche. <https://ised-isde.canada.ca/site/comite-soutien-federal-recherche/fr/rapport-comite-consultatif-systeme-federal-soutien-recherche>
- Jadavji NM, Adi MN, Corkery TC, Inoue J, Van Benthem, K. (2016). Le rapport de l'Enquête nationale postdoctorale canadienne de 2016. Canadian Association of Postdoctoral Scholars-L'Association Canadienne de Stagiaires Post-doctoraux.
- Johnson, D. R. (2018). The boundary work of commercialists in academe: Implications for postdoctoral training. *The Journal of Higher Education*, 89(4), 503–526.
- Kronick, J. M. et Bafale, M. (2022). Deepening Canadian Capital Markets. Institut C.D. Howe. Intelligence Memos.
- Lazonick, W. et Mazzucato, M. (2013). The risk-reward nexus in the innovation-inequality relationship: who takes the risks? Who gets the rewards?. *Industrial and Corporate Change*, 22(4), 1093–1128.
- Ledford, H. (2016). Bankruptcy filing worries developers of nanoparticle cancer drugs. *Nature* 533, 304–305. <https://doi.org/10.1038/533304a>
- MacQuarrie, E. R., Simon, C., Simmons, S. et Maine, E. (2020). The emerging commercial landscape of quantum computing. *Nature Reviews Physics*, 2(11), 596–598.
- Maine, E. et Garnsey, E. (2006). Commercializing generic technology: The case of advanced materials ventures. *Research Policy*, 35(3), 375–393.
- Maine, E., Thomas, V. J., Bliemel, M., Murira, A., Utterback, J. (2014). The emergence of the nanobiotechnology industry. *Nature Nanotechnology*, 9(1): 2–5.

Maine, E. (juin 2015). Organizing for Radical Generic Innovation: A Model for Science-Based Ventures. Dans le document Darden & Cambridge Judge Entrepreneurship and Innovation Research Conference.

Maine, E. et Seegopaul, P. (2016). Accelerating advanced-materials commercialization. *Nature Materials*, 15(5), 487–491.

Maine, E., Thomas, V. J. (2017). Raising financing through strategic timing. *Nature Nanotechnology*, 12(2): 93–98.

Mitchell, J.S., Walker, V.E., Annan, R.B., Corkery, T.C., Goel, N., Harvey, L., Kent, D.G., Peters, J., Vilches, S.L. (2013). Le sondage 2013 des chercheurs postdoctoraux canadiens : Faire le portrait des intellectuels postdoctoraux canadiens. Association canadienne des stagiaires postdoctoraux et Mitacs.

Murray, F. (2004). The role of academic inventors in entrepreneurial firms: Sharing the laboratory life. *Research Policy*, 33(4), 643–659.

OCDE (2023), OCDE Compendium of Productivity Indicators (2023), OECD Publishing, Paris,
<https://doi.org/10.1787/74623e5b-en>

Park, A., Goudarzi, A., Yaghmaie, P., Thomas, V. J., Maine, E. (2022). Rapid response through the entrepreneurial capabilities of academic scientists. *Nature Nanotechnology*. 17, 802–807.

Park, A., Goudarzi, A., Yaghmaie, P., Thomas, V. J., Maine, E. (2023). The role of pre-formation intangible assets in the endowment of science-based university spin-offs. Numéro spécial sur : les immobilisations incorporelles et la gestion de l'innovation. *International Journal of Technology Management*. (à venir)

Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'este, P. et Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423–442.

Pisano, G. P. (2006). Science business: The promise, the reality, and the future of biotech. Harvard Business Press.

Pisano, G. P. (2010). The evolution of science-based business: innovating how we innovate. *Industrial and Corporate Change*, 19(2), 465–482.

Powell, K. (2015). The future of the postdoc. *Nature*, 520(7546), 144–148.

Sauermann, H. et Roach, M. (2016). Why pursue the postdoc path?. *Science*, 352(6286), 663–664.

Shillebeeckx, M., Maricque, M.B. et Lewis, C. (2013). The missing piece to changing the university culture. *Nature Biotech.*, 31(10), 938–940.

Comité permanent de la science et de la recherche (2022). Réussites, défis et opportunités pour la science au Canada : rapport du Comité permanent de la science et de la recherche / la présidente, l'hon. Kirsty Duncan. Ottawa : Chambre des communes. Juin 2022. <https://publications.gc.ca/site/fra/9.912025/publication.html>

Statistique Canada (2023). Enquête sur le système d'information sur le personnel enseignant des universités et collèges (Sipeuc). 25 avril 2023.

Thomas, V. J., Bliemel, M., Shippam, C., Maine, E. (2020). Endowing university spin-offs pre-formation: Entrepreneurial capabilities for scientist-entrepreneurs, Technovation, Vol. 96 et 97, août et sept. 2020, 102153. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497218307302>

Vohora, A., Wright, M. et Lockett, A. (2004). Critical junctures in the development of university high-tech spinout companies. Research Policy, 33(1), 147–175.

Woolston, Chris. (2022). « Lab Leaders Wrestle with Paucity of Postdocs. » Nature (London).

Wright, M., Vohora, A. et Lockett, A. (2004). The formation of high-tech university spinouts: the role of joint ventures and venture capital investors. The Journal of Technology Transfer, 29(3-4), 287–310.



Dunin-Deshpande
Queen's INNOVATION CENTRE

