



**Le soutien aux équipements de pointe et à l'expertise associée :
un élément déterminant de la capacité d'innovation des PME**

Mémoire présenté par le

**Pôle de recherche et d'innovation en matériaux avancés du
Québec**

Dans le cadre des consultations prébudgétaires 2019-2020
du ministère des Finances du Gouvernement du Canada

Le 24 janvier 2019

Sommaire

Les matériaux avancés jouent un rôle stratégique pour une multitude de secteurs phares de l'économie canadienne. Selon *Transparency Market Research*¹, le marché mondial des matériaux avancés devrait atteindre plus de 100 milliards \$ US d'ici 2024. De telles perspectives viennent renforcer les résultats de l'étude de McKinsey² qui a considéré les matériaux avancés parmi les 10 technologies de rupture, c.-à-d. celles qui engendreront des perturbations et des transformations économiques majeures d'ici 2025. Or, pour soutenir les PME dans le développement ou encore l'intégration de matériaux avancés dans divers produits, le recours au tandem « équipements de pointe/expertise » est crucial.

Le lecteur trouvera ci-après un résumé des observations et la recommandation contenues dans le mémoire déposé par PRIMA Québec dans le cadre des consultations prébudgétaires du ministère des Finances pour 2019-2020 du gouvernement du Canada.

RECOMMANDATION

- Considérant la contribution inestimable des plateformes technologiques en raison du rôle crucial qu'elles jouent auprès des PME grâce aux équipements, à l'expertise et à l'accompagnement qu'elles offrent;
- Considérant que l'expertise s'incarne au sein du personnel hautement qualifié qu'il faut consolider, voire augmenter, si l'on veut répondre adéquatement à la demande industrielle;
- Considérant l'importance de pérenniser et de soutenir l'embauche de nouveaux professionnels hautement qualifiés afin d'utiliser pleinement les équipements et de conserver l'avantage concurrentiel du pays dans le secteur stratégique que sont les matériaux avancés;
- Considérant la pénurie de main d'œuvre qualifiée et le rôle prépondérant des équipements de pointe pour former la relève du futur, tant académique qu'industrielle ;
- Considérant que le maintien de l'infrastructure en état opérationnel et prédictible permettra aux entreprises d'exécuter des projets dans des délais raisonnables et d'une façon prévisible, en respect des impératifs économiques des marchés;
- Considérant qu'il importe de sensibiliser davantage les PME aux impacts positifs de l'utilisation des équipements de pointe et de l'expertise s'y rattachant dans les premières phases d'un projet afin d'amplifier le transfert de connaissances et d'accélérer la commercialisation des innovations;

¹ Transparency Market Research (2017). *Advanced Materials Market*. Récupéré de <https://www.transparencymarketresearch.com/advanced-materials-market.html>.

² McKinsey Global Institute (2013). *Disruptive technologies : Advances that will transform life, business, and the global economy*.

- Considérant que PRIMA Québec coordonnera le réseau REPERE afin d’assurer une utilisation optimale des équipements ainsi qu’un accès facilité pour les PME à l’expertise des membres du réseau;
- Considérant que PRIMA Québec, en collaboration avec le réseau REPERE, répondra à un appel d’offres provenant du ministère de l’Économie et de l’Innovation (MEI) dans la foulée de la mise en œuvre de la Stratégie québécoise de recherche et d’innovation dans le but d’obtenir des fonds additionnels pour consolider le personnel hautement qualifié en poste, voire accroître le nombre de professionnels, afin de répondre adéquatement à la demande industrielle du secteur des matériaux avancés. Le montant initial alloué par le MEI serait de 5 M\$ pour 3 ans.

PRIMA Québec demande au gouvernement du Canada d’allouer une somme équivalente à la contribution provinciale afin de soutenir les plateformes technologiques dans des secteurs stratégiques et en émergence adéquatement.

- **Les équipements de pointe et l’expertise associées sont déterminants dans la capacité d’innovation des PME. PRIMA Québec demande au gouvernement du Canada de bonifier l’enveloppe budgétaire provinciale indiquée dans la Stratégie qui appuiera le développement de plateformes de recherche technologique d’envergure dans des secteurs stratégiques et en émergence, par un soutien au fonctionnement, à l’entretien et à l’exploitation. Ce financement permettra de consolider le personnel hautement qualifié en poste, d’accroître le nombre de professionnels impliqués, afin de répondre adéquatement à la demande industrielle du secteur des matériaux avancés.**

Table des matières

Sommaire	2
Avant-propos	5
Introduction.....	6
Les matériaux avancés.....	7
Un secteur stratégique en pleine expansion.....	7
Stimuler l'investissement et la croissance des PME.....	8
Les équipements et l'expertise : un tandem déterminant.....	9
Le développement des talents, des compétences et de la relève : renforcer les capacités internes des PME.....	10
Faciliter l'accès aux infrastructures de pointe et à l'expertise associée	11
REPERE : un réseau provincial qui facilite l'accès aux équipements de pointe et à l'expertise associée	12
RECOMMANDATION	14
Conclusion	15
Annexe 1	16
Annexe 2	17
Annexe 3	19

Avant-propos

PRIMA Québec anime et soutient l'écosystème des matériaux avancés, un moteur d'innovation et de croissance pour le Québec. Il est l'interface privilégiée entre les milieux industriel et de la recherche. Par son accompagnement et le financement offert, il contribue à la réalisation de projets collaboratifs unissant des entreprises et des centres de recherche publics. Il favorise la formation de personnel hautement qualifié et le transfert de connaissances, et accroît la compétitivité des entreprises québécoises. Il est reconnu comme l'acteur incontournable en matériaux avancés pour sa connaissance de l'écosystème et son expertise dans l'accompagnement des entreprises.

PRIMA Québec compte 127 membres industriels et 18 membres du milieu de la recherche. Entre 2015 et 2018, il a soutenu financièrement 52 projets de recherche collaborative d'une valeur totale de 46,3 M\$. Plusieurs de ces projets ont fait appel aux plateformes technologiques et à leur personnel hautement qualifié dans le but de réaliser des tests de caractérisation, de synthèse de matériaux, de traitement de surface, de dispersion, etc.

En mai 2017, le ministère québécois de l'Économie, de la Science et de l'Innovation a lancé la Stratégie québécoise de recherche et d'innovation (SQRI), en mettant en perspective³ le caractère primordial que revêtent les plateformes technologiques dans le soutien à la recherche et il met en relief le fait suivant :

« La réalisation de travaux de recherche (fondamentale, appliquée, libre ou orientée) et d'innovation passe par l'utilisation de plateformes technologiques constituées d'équipements spécialisés afin d'offrir des services de pointe. Il est nécessaire d'optimiser le fonctionnement du parc d'équipements technologique afin d'exploiter pleinement ses capacités. Il est également nécessaire d'arrimer les plateformes à des normes de pratique qui offrent aux chercheurs le potentiel d'élargir leurs projets à des collaborations internationales »⁴.

De manière à consolider l'excellence en recherche et à stimuler la culture de l'innovation en misant sur les collaborations et les synergies, le gouvernement du Québec a annoncé l'injection de cinq millions de dollars additionnels (pour trois ans) afin de financer un nombre accru de plateformes technologiques. « Ce financement appuiera le développement de plateformes de recherche technologique d'envergure dans des secteurs stratégiques et en émergence, par un soutien au fonctionnement, à l'entretien et à l'exploitation ».⁵ PRIMA a fait des recommandations pour bonifier ce montant.

Suivant les discussions récentes avec le ministère de l'Économie et de l'Innovation, ce financement serait octroyé par l'entremise d'un appel de projets lancé en 2019. Alors que « l'on se livre une course mondiale à l'innovation pour être au premier rang des nouvelles technologies et des industries et capacités haut de gamme »⁶, le gouvernement du Canada pourrait concevoir à l'appariement de sommes additionnelles de sources fédérales qui viendraient bonifier les montants consentis par le gouvernement du Québec pour soutenir les

³ Gouvernement du Québec (2017). *Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation (2017-2022)*, Québec, p. 15

⁴ *Idem*, p. 53

⁵ *Idem*, p. 54

⁶ Gouvernement du Canada, *Innover pour un meilleur Canada*, 2018 (page consultée en janvier 2019) [En ligne] https://www.ic.gc.ca/eic/site/062.nsf/fra/h_00051.html

équipements de pointe. De tels investissements contribueraient à assurer la croissance des entreprises et « d'établir la prochaine génération de compagnies mondiales créatrices d'emplois »⁷.

Introduction

L'innovation, l'un des principaux moteurs du développement économique, est indispensable au succès des entreprises. Pour innover, l'accès aux équipements de pointe et à l'expertise développée de plusieurs plateformes technologiques est un ingrédient particulièrement essentiel pour les PME en matériaux avancés. Ces plateformes, qui regroupent des équipements de pointe de haut calibre, ont su acquérir une expertise inestimable qui permet aux entreprises québécoises de résoudre des problèmes technologiques et de mettre au point de nouveaux produits et procédés en les positionnant avantageusement sur l'échiquier mondial.

Le mémoire présenté par PRIMA Québec au ministre des Finances propose de mettre en perspective des éléments pouvant être privilégiés afin d'améliorer la performance des plateformes technologiques en matière d'innovation, et ce, tout en accélérant l'investissement privé en recherche et développement (R-D) dans le secteur des matériaux avancés.

Il illustre l'importance des matériaux avancés dans la majorité des sphères industrielles québécoises et canadiennes et expose le rôle crucial des équipements de pointe et de l'expertise qui y est associée dans la croissance d'un secteur stratégique.

De plus, il démontre comment la création de REPERE⁸, le réseau provincial de plateformes délocalisées coordonné par PRIMA Québec, peut contribuer à l'accroissement de la capacité d'innovation du Québec ainsi qu'au développement des talents, des compétences et de la relève pour l'ensemble du Canada. En effet, les constituantes de ce Réseau sont à la fois une solution à la pénurie de main-d'œuvre, et une source de main-d'œuvre pour les entreprises du pays. Plus encore, ses constituantes ont une clientèle industrielle à l'échelle canadienne.

Enfin, pour bâtir une expertise mondiale accessible aux entreprises, selon un modèle d'affaires dynamique et performant proposant une valeur ajoutée et propulsant ces entreprises, des sommes additionnelles doivent être consacrées à l'enveloppe budgétaire initiale de 5 M\$ de la SQRI (Stratégie québécoise de recherche et d'innovation) pour appuyer le développement de plateformes, dont le réseau provincial REPERE. À ce titre, le gouvernement du Canada est invité à allouer une somme équivalente au montant de l'enveloppe budgétaire qui sera déterminée.

⁷ *Idem*

⁸ Réseau d'équipements de pointe publics et d'expertises en recherche pour les entreprises (REPERE).

Les matériaux avancés

Un secteur stratégique en pleine expansion

Par matériau avancé, on entend tout nouveau matériau ou matériau significativement amélioré qui permet d'obtenir un avantage marqué du point de vue de la performance (physique ou fonctionnelle), comparativement aux matériaux conventionnels couramment utilisés et auxquels ils se substituent. Ils peuvent être distingués selon les catégories suivantes :

- Matériaux de base – Matériaux peu ou pas transformés qui se retrouvent en amont de la chaîne de fabrication (p. ex. : fibre).
- Produits finis et semi-finis – Solution destinée à un utilisateur intermédiaire ou final, qui intègre des matériaux avancés dans sa fabrication (p. ex. : capteurs).
- Procédés et instrumentation – Procédés innovants impliquant des matériaux avancés (p. ex. : fabrication additive).

D'impact transversal par définition, ils contribuent tout autant à l'avancement d'industries traditionnelles qu'aux nouvelles technologies, en offrant des solutions novatrices qui permettent de répondre aux grands défis du 21^e siècle. Le marché mondial des matériaux avancés devrait atteindre plus de 100 milliards \$ US d'ici 2024. De telles perspectives viennent renforcer les résultats de l'étude de McKinsey⁹ qui a considéré les matériaux avancés parmi les 10 technologies de rupture, c.-à-d. celles qui engendreront des perturbations et des transformations économiques majeures d'ici 2025. Les matériaux innovants sont au cœur du développement des 40 technologies clés d'avenir (Annexe 1) définies par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et interviennent de façon prééminente dans 10 technologies du futur¹⁰. Les matériaux avancés auront des répercussions multiples dans des domaines d'application variés.

L'industrie québécoise des matériaux avancés se compose de plus de 340 entreprises (majoritairement des PME), génère quelque 33 000 emplois et totalise plus de 10 milliards de dollars en chiffres d'affaires annuels¹¹. La majorité de ces entreprises (85 %) exportent leurs produits et services, et plus du tiers d'entre elles ont été créées il y a moins de 10 ans, suggérant ainsi la présence d'un dynamisme entrepreneurial. Ce sont des entreprises très actives en R-D. En effet, la quasi-totalité des entreprises effectuerait autant de la recherche à l'interne (98 %) qu'à l'externe (99 %), en partenariat avec des centres de recherche universitaires, des centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT) ou encore des laboratoires publics et privés.

⁹ McKinsey Global Institute (2013). *Op. Cit.*.

¹⁰ Internet des objets, analyse de grandes bases de données, intelligence artificielle, neurotechnologies, nano/microsatellites, nanomatériaux, fabrication additive, technologies de stockage d'énergie de pointe, biologie de synthèse et chaîne de blocs.

¹¹ PRIMA Québec (2018). *Les matériaux avancés : un secteur stratégique pour le Québec*. p. 34.

<http://www.prima.ca/fr/nouvelles/materiaux-avances-secteur-strategique-pour-quebec>

Figure 2
Secteurs d'application¹²



À l'évidence, l'industrie québécoise dispose d'atouts dans certains secteurs phares de l'économie canadienne (figure 2). La demande dans ces domaines se reflète dans les efforts massifs en recherche industrielle qu'y consacrent les entreprises. Les secteurs de l'énergie, du transport, de l'environnement et de la fabrication avancée offrent un potentiel indéniable de demande structurante au Québec et au Canada. Enfin, ajoutons que les projets d'innovation soutenus par PRIMA Québec ne cessent de se multiplier dans ces secteurs.

Le Québec a ciblé spécifiquement les matériaux avancés comme secteur d'innovation stratégique et s'est doté d'un organisme public dédié au soutien de ses acteurs, à l'instar de l'Alberta et la Colombie-Britannique qui comptent aussi des organismes publics ayant le mandat de promouvoir l'innovation en sciences naturelles et en génie, le Québec se démarque comme étant la seule province dotée d'un organisme public dédié au soutien du secteur des matériaux avancés : PRIMA Québec.

La section suivante met de l'avant une particularité du secteur : le rôle des équipements de pointe et de l'expertise qui s'y rattache dans la capacité d'innovation des PME.

Stimuler l'investissement et la croissance des PME

Le secteur québécois des matériaux avancés est principalement constitué de PME innovantes qui, bien qu'actives en recherche et développement (R-D), ne disposent pas toujours des ressources internes nécessaires pour effectuer des tests de caractérisation, de synthèse de matériaux, de traitement de surface ou encore de mise à l'échelle. De ce fait, l'accès aux équipements et à l'expertise associée est essentiel pour valider le passage de la technologie à l'innovation et ainsi aider les entreprises à accéder à différents marchés. Il y a fort à parier que cette même dynamique prévaut à l'échelle canadienne.

¹² *Idem.*

Les équipements et l'expertise : un tandem déterminant

Avec l'aide de plateformes d'équipements de pointe, PRIMA Québec¹³ a sondé un échantillon de clients industriels faisant appel à ces plateformes dédiées aux matériaux avancés. En général, le sondage indique que sans ces équipements – et sans l'expertise et l'accompagnement associés –, il serait beaucoup plus difficile, voire impossible pour les PME de développer leurs innovations.

Plus précisément, les PME sondées ont dû recourir aux équipements de pointe d'infrastructures publiques pour les raisons suivantes :

- absence de laboratoire interne (38 %),
- manque de ressources financières pour l'achat d'équipements (44 %),
- nécessité de recourir à un équipement précis (71 %),
- besoin d'une expertise ciblée (56 %).

Grâce à l'accès à ces équipements, la clientèle industrielle a pu résoudre un problème (73 %), ou développer un nouveau produit (71 %). Parmi les retombées indiquées par ce sondage, on remarque que l'utilisation des équipements de pointe a eu un impact décisif sur la capacité d'innovation des PME puisqu'elle a permis :

- d'obtenir une meilleure compréhension de leur produit ou procédé (68 %),
- d'accélérer le développement de leur produit (53 %) et de leur procédé (32 %),
- d'accélérer la mise en marché de leur produit (21 %).

Surtout, il apparaît que le recours aux équipements de pointe et à l'expertise associée a permis à la moitié des répondants de réaliser un projet qui autrement aurait été impossible.

L'accompagnement offert par les opérateurs est déterminant, d'autant qu'il permet de bénéficier d'une expertise et d'un savoir-faire en lien avec les équipements. À titre d'exemple, le développement de recettes ou de procédés permettant d'intégrer une matière première à un matériau formulé est essentiel. Sans les recettes ou procédés que développent les opérateurs, une entreprise qui intègre de nouveaux matériaux dans ses produits peut échouer dans son processus d'innovation et perdre un temps et un investissement précieux. Les plateformes possèdent une quantité importante de savoir-faire et d'expérience sur une grande variété de techniques, ce qui accélère la réalisation des travaux scientifiques. Ainsi, chaque matériau requiert un cahier des charges (nature, fonction, propriétés, modélisation, structure, fonctionnalisation, design, mise en forme, intégration, prototypage, comportement en environnement réel) bien précis et des équipements d'une grande variété. Mais surtout, « *il ne faut pas oublier que derrière chaque matériau, il y a des personnes qui ont fait un cahier des charges pour concevoir un procédé* ». ¹⁴

« Ce n'est pas parce que je vous donne un four que vous saurez cuisiner. L'important, c'est le cuistot et ses recettes ».

Mohamed Chaker, directeur de l'INF à l'INRS – journal *Les Affaires*, 29 septembre 2018

¹³ PRIMA Québec a réalisé, entre le 24 et le 31 mars 2017, un sondage auprès d'un échantillon de 165 entreprises utilisant les équipements de pointe afin de connaître leur satisfaction et les retombées de leur utilisation.

¹⁴ Gilles L'Espérance, professeur et directeur du Centre de caractérisation microscopique des matériaux à Polytechnique Montréal, extrait du Journal *Les Affaires*, 29 septembre 2018.

Or, les plateformes ont besoin d'une équipe stable pour opérer efficacement les équipements et assurer le transfert de connaissances et la formation des utilisateurs (étudiants et industriels). Plus encore, il faut maintenir l'expertise développée à l'avant-garde des innovations au sein des plateformes afin de rendre possibles la mise à jour et l'entretien des équipements pour des applications spécifiques. Sans cette main-d'œuvre qui possède une expertise pointue, il devient difficile de réhabiliter des équipements de haut calibre immobilisés, voire non utilisés.

Autrement dit, il devient nécessaire de mieux valoriser ces équipements de pointe et l'expertise qui y est rattachée dans le secteur des matériaux avancés, de les soutenir adéquatement, et d'en assurer la disponibilité afin d'en faire profiter l'ensemble du tissu industriel associé.

AEPONYX, une jeune pousse qui développe et fabrique des puces semi-conductrices vouées à l'infonuagique, a pu développer sa technologie grâce à une collaboration étroite avec de nombreuses universités québécoises. Durant cette période, AEPONYX a déboursé plus de 90 k\$ en frais d'utilisation des laboratoires universitaires et plus de 250 k\$ pour la consultation de ressources humaines universitaires. L'accès à des équipements et expertises de pointe est une composante essentielle à ses activités de R-D. Or, des problèmes d'accès découlant de bris d'équipements subséquents au sein de certaines universités ont prolongé la mise en œuvre de son plan d'affaires de 6 mois et occasionné des pertes de 1 M\$.

Le développement des talents, des compétences et de la relève : renforcer les capacités internes des PME

Le portrait sur les matériaux avancés réalisé par PRIMA Québec, *Les matériaux avancés : un secteur stratégique pour le Québec*¹⁵, a permis de constater que près de 38 % des entreprises estiment que le recrutement de personnel de production constitue un frein à leur croissance. Les lacunes en fait de compétences du personnel de production (31 %) sont également considérées comme un obstacle important. Ces difficultés, liées au recrutement et aux aptitudes du personnel de production, représenteraient des freins notables à la croissance des entreprises. Un accès simplifié aux plateformes d'équipements de pointe, et surtout la concertation avec des opérateurs expérimentés, pourrait concourir à combler les lacunes internes rencontrées par les entreprises.

Au-delà de leur rôle déterminant dans la capacité d'innovation des PME, il est important de mentionner que les plateformes technologiques (opérant les équipements de pointe et disposant d'expertises variées) contribuent fortement à :

- pallier le manque de ressources internes des PME,
- rendre concurrentielles les PME sur les marchés,
- former une main-d'œuvre sur mesure pour les emplois de demain.

¹⁵ PRIMA Québec (2018). *Op. Cit.*

Sans ces équipements et l'expertise et l'accompagnement qui y sont associés, il serait beaucoup plus difficile, voire impossible pour les PME de développer leurs innovations. Mais surtout, s'il manque de personnel hautement qualifié au sein des plateformes technologiques, plusieurs projets pourraient ne pas être réalisés. Malgré les subventions provenant du Fonds d'exploitation des infrastructures (FEI) pour les coûts d'opération sur 5 ans, un budget par concours indépendant devrait être disponible pour soutenir, améliorer des équipements encore utiles et valorisables après 5 ans.

À l'instar des conclusions du CSPN, il est nécessaire de valoriser et reconnaître les professionnels et les scientifiques des plateformes d'équipements de pointe et soutenir des salaires concurrentiels pour maintenir l'expertise qu'ils ont développée. Sans ce personnel hautement qualifié, il est difficile d'offrir un soutien au milieu de la recherche et de l'industrie.¹⁶

Faciliter l'accès aux infrastructures de pointe et à l'expertise associée

La preuve n'est plus à faire que les équipements de pointe jouent un rôle déterminant dans la capacité d'innovation des PME. Or, l'accès du secteur privé aux infrastructures publiques de recherche demeure difficile. En effet, une récente étude du CIRANO abonde dans le même sens et conclut également que des efforts doivent être consentis pour faciliter l'accès aux équipements de pointe, puisque 26 %¹⁷ des entreprises considèrent la difficulté d'accès aux infrastructures de recherche et aux équipements de pointe comme une barrière majeure à l'innovation.

PRIMA Québec souhaite étendre la portée de son action et aider davantage les entreprises de ce secteur clé à accéder aux équipements de pointe. En effet, PRIMA entend déployer davantage d'efforts pour guider les PME du secteur des matériaux avancés vers les plateformes technologiques. Cet accompagnement a pour but de mieux cerner leurs besoins et ainsi de les aiguiller. Ce faisant, elles auront accès plus rapidement à l'équipement et à l'expertise appropriée.

Lors d'un sondage récent mené par le Canadian Network of Scientific Platforms (CNSP) (plus de 109 plateformes scientifiques sondées), seulement 15% des répondants indiquent que leur plateforme scientifique est utilisée à pleine capacité. Plusieurs raisons peuvent être invoquées comme le manque de sensibilisation des partenaires industriels sur les besoins en équipements de pointe, un manque de moyens financiers pour conserver le personnel hautement qualifié et faire les mises à jour nécessaires pour le rendement optimal des infrastructures, la déficience des fonds d'opération (fonds institutionnels, Fondation canadienne pour l'innovation, Fonds d'exploitation des infrastructures). Ainsi, le sondage pancanadien réalisé par le CNSP révèle que près de la moitié des équipements de pointe ne sont pas couverts par une garantie ou un contrat de service.

¹⁶ CNSP-RCPS (2018) *CNSP response-Conversation on the future of research and research infrastructure in Canada : Role of the Canada Foundation for innovation : A discussion paper, December*.

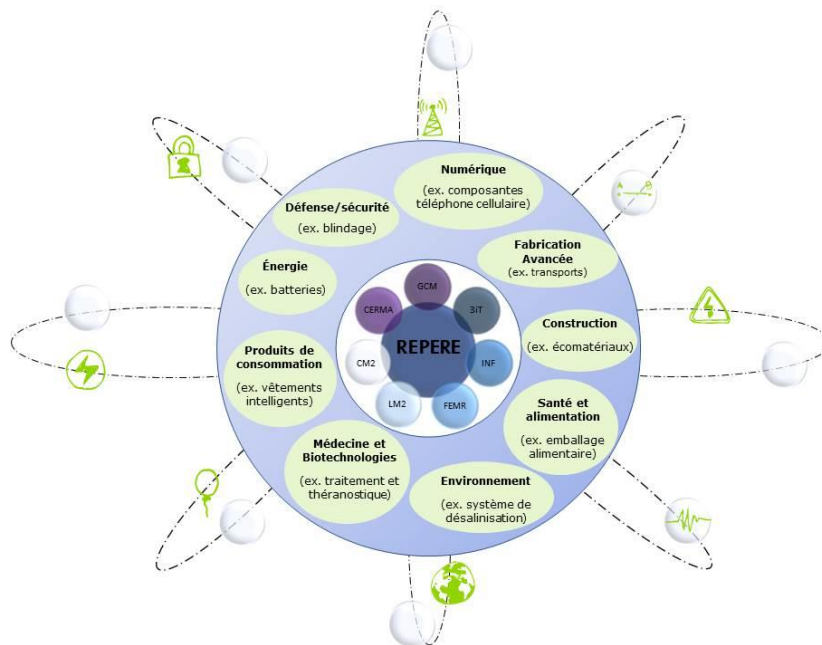
¹⁷ Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (2018). *Les enjeux reliés à l'innovation dans les entreprises au Québec*, septembre 2018.

REPERE : un réseau provincial qui facilite l'accès aux équipements de pointe et à l'expertise associée

Le réseau REPERE est formé de sept plateformes délocalisées (Annexe 2) affiliées à six grandes institutions universitaires québécoises. À elles seules, ces sept plateformes technologiques combinent l'équivalent de plus de 245 M\$ d'équipements de pointe et regroupent plus de 200 chercheurs et professeurs. En 2017 seulement, elles ont contribué à la formation de plus de 1 000 ressources hautement qualifiées¹⁸, en plus d'avoir publié quelque 2 000 articles scientifiques au cours des trois dernières années.

La force de ce réseau s'illustre également par les expertises qui ont contribué à générer plus de 160 brevets et licences. Plus de 400 contrats industriels pour l'utilisation des équipements du REPERE, représentant plus de 20 % des revenus des plateformes technologiques, reflètent également sa consonance industrielle et son caractère indispensable pour le développement entrepreneurial. Grâce à ces expertises de pointe, les chercheurs aident nos PME à bâtir des solutions. Ils sont au service du talent industriel et, en mettant à profit leurs connaissances complémentaires liées aux équipements de pointe, répondent aux besoins d'innovation de nos entreprises. En rendant les industries plus performantes, on crée une richesse qui s'appuie sur la synergie développée entre plusieurs acteurs.

Figure 2
Les expertises du réseau REPERE



Le réseau REPERE se présente donc comme la pierre angulaire pour assurer, maintenir et favoriser l'excellence du savoir dans les matériaux avancés et accroître l'accès à cette expertise de pointe pour le tissu industriel canadien.

¹⁸ Des étudiants à la maîtrise et au doctorat et des postdoctorants – Personnel hautement qualifié (PHQ).

L'enseignement supérieur au sein des sept plateformes contribue parallèlement au développement des compétences en repoussant les frontières du savoir tout en incitant leurs étudiants de cycles supérieurs à embrasser une carrière en recherche ou en milieu industriel. Les professeurs-chercheurs impliqués intègrent le personnel hautement qualifié dans leurs projets de recherche par l'accès à leur plateforme d'équipements technologiques, propre à leurs thématiques de recherche et à leurs partenariats industriels. L'entretien des équipements et la formation spécialisée dispensée ne sont possibles que grâce à la contribution des professionnels de recherche, une main-d'œuvre qualifiée essentielle au rayonnement de ces plateformes. Finalement, ces professionnels de recherche forment, concrètement et de manière délocalisée, la main-d'œuvre qualifiée de demain qui sera à même d'occuper les emplois du futur, particulièrement au sein du tissu industriel.

Sans une implication ferme à l'égard de ces plateformes, le Canada pourrait constater la délocalisation de ce savoir scientifique, voire perdre son avantage concurrentiel par rapport aux économies mondiales. N'oublions pas que cette perspective est aussi présageable pour la Colombie-Britannique et l'Ontario qui détiennent également de nombreux centres de recherche dédiés aux matériaux avancés.

Le réseau REPERE permettra non seulement aux entreprises d'accéder aux équipements de pointe, mais il favorisera également le développement de nouvelles expertises issues des interactions entre les chercheurs de ces plateformes. Cette coordination optimale aura pour conséquences de diminuer les délais d'accès et d'accroître la productivité des entreprises en bonifiant le prorata des contributions industrielles au budget de fonctionnement des infrastructures du réseau.

En 2017, l'examen du soutien fédéral aux sciences révélait que « bien que les subventions de fonctionnement de la recherche permettent l'acquisition d'équipements et de fournitures à une petite échelle, les coûts liés à une infrastructure plus importante dépassent habituellement l'étendue des subventions individuelles et de soutien direct au projet ».¹⁹

En promouvant le prorata des contributions industrielles, un nouvel équilibre entre des frais d'utilisateurs suffisamment bas pour des recherches payées par des fonds limités de recherche et des frais suffisamment élevés pour recouvrer les coûts d'opération des plateformes pourrait être atteint .

¹⁹ L'examen du soutien fédéral aux sciences (2017). *Investir dans l'avenir du Canada-Consolider les bases de la recherche au pays*, p. 145.

RECOMMANDATION

- Considérant la contribution inestimable des plateformes technologiques en raison du rôle crucial qu’elles jouent auprès des PME grâce aux équipements, à l’expertise et à l’accompagnement qu’elles offrent;
- Considérant que l’expertise s’incarne au sein du personnel hautement qualifié qu’il faut consolider, voire augmenter, si l’on veut répondre adéquatement à la demande industrielle;
- Considérant l’importance de pérenniser et de soutenir l’embauche de nouveaux professionnels hautement qualifiés afin d’utiliser pleinement les équipements et de conserver l’avantage concurrentiel du pays dans le secteur stratégique que sont les matériaux avancés;
- Considérant la pénurie de main d’œuvre qualifiée et le rôle prépondérant des équipements de pointe pour former la relève du futur, tant académique qu’industrielle ;
- Considérant que le maintien de l’infrastructure en état opérationnel et prédictible permettra aux entreprises d’exécuter des projets dans des délais raisonnables et d’une façon prévisible, en respect des impératifs économiques des marchés;
- Considérant qu’il importe de sensibiliser davantage les PME aux impacts positifs de l’utilisation des équipements de pointe et de l’expertise s’y rattachant dans les premières phases d’un projet afin d’amplifier le transfert de connaissances et d’accélérer la commercialisation des innovations;
- Considérant que PRIMA Québec coordonnera le réseau REPERE afin d’assurer une utilisation optimale des équipements ainsi qu’un accès facilité pour les PME à l’expertise des membres du réseau;
- Considérant que PRIMA Québec, en collaboration avec le réseau REPERE, répondra à un appel d’offres provenant du ministère de l’Économie et de l’Innovation (MEI) dans la foulée de la mise en œuvre de la Stratégie québécoise de recherche et d’innovation dans le but d’obtenir des fonds additionnels pour consolider le personnel hautement qualifié en poste, voire accroître le nombre de professionnels, afin de répondre adéquatement à la demande industrielle du secteur des matériaux avancés. Le montant initial alloué par le MEI serait de 5 M\$ pour 3 ans.

PRIMA Québec demande au gouvernement du Canada d'allouer une somme équivalente à la contribution provinciale afin de soutenir les plateformes technologiques dans des secteurs stratégiques et en émergence adéquatement.

- **Les équipements de pointe et l'expertise associées sont déterminants dans la capacité d'innovation des PME. PRIMA Québec demande au gouvernement du Canada de bonifier l'enveloppe budgétaire provinciale indiquée dans la Stratégie qui appuiera le développement de plateformes de recherche technologique d'envergure dans des secteurs stratégiques et en émergence, par un soutien au fonctionnement, à l'entretien et à l'exploitation. Ce financement permettra de consolider le personnel hautement qualifié en poste, d'accroître le nombre de professionnels impliqués, afin de répondre adéquatement à la demande industrielle du secteur des matériaux avancés.**

Conclusion

L'établissement d'un réseau d'expertises reconnu pour ses liens industriels dans le domaine des matériaux avancés accélérera les transferts technologiques et la commercialisation des innovations, notamment dans les domaines de l'électrification des transports, des énergies renouvelables, de l'environnement et de la fabrication avancée. Pour ces secteurs parmi tant d'autres, le développement des matériaux avancés et des procédés innovants contribuera à l'atteinte des objectifs gouvernementaux et à l'accroissement des retombées économiques. L'arrimage entre le tissu industriel et le réseau d'infrastructures REPERE apparaît comme une solution évidente pour alimenter la roue de l'innovation au Canada.

En s'engageant auprès des plateformes technologiques, le ministère des Finances appuiera des projets porteurs et structurants qui généreront des retombées économiques, qui répondront aux grands défis des PME tout en pérennisant le financement des infrastructures et à la formation de main d'œuvre qualifiée.

Enfin, pour bâtir une expertise mondiale accessible aux entreprises, selon un modèle d'affaires dynamique et performant proposant une valeur ajoutée et propulsant ces entreprises, des sommes additionnelles doivent être consacrées à l'enveloppe budgétaire initiale de 5 M\$ du ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec pour appuyer le développement de plateformes, dont le réseau provincial REPERE. L'appariement de sommes additionnelles de sources fédérales viendrait bonifier une enveloppe budgétaire initialement limitée.

Annexe 1.

40 technologies clés d'avenir et en émergence définies par l'OCDE²⁰



²⁰ OCDE (2016). *Science, technologie et innovation : Perspectives de l'OCDE 2016*, Paris : OCDE.

Annexe 2

Les 7 plateformes retenues du réseau REPERE²¹

Université de Sherbrooke – Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT)

Le 3IT est une installation partagée d'innovation scientifique et de maturation technologique qui comprend 4 plateformes techniques et un parc d'équipements à la fine pointe de la technologie. De l'idée à la commercialisation, du dispositif à la preuve-de-concept et leur validation, notre installation offre des possibilités uniques de collaborations entre industriels et universitaires tout en intégrant les disciplines des nano et micro-technologies, du génie biomédical, des télécommunications, des systèmes d'information, de la robotique et de l'éthique du développement technologique.

Université de Laval- Centre de Recherche sur les Matériaux Avancés (CERMA)

Le CERMA est un centre de recherche multi facultaire (Sciences et Génie, Foresterie, Géographie et Géomatique et Pharmacie) qui s'intéresse à la conception, la synthèse, la caractérisation et l'utilisation de matériaux avancés tels les polymères, les nanomatériaux et les biomatériaux. Bien que les membres du CERMA (18 membres réguliers, 130 étudiants gradués, 18 chercheurs postdoctoraux et 27 professionnels de recherche et techniciens) s'intéressent à une large variété de matériaux, la grande majorité des projets de recherche et de l'offre de services s'articule autour de la matière molle, ou matériaux organiques, ce qui en fait une plateforme unique au Québec. Finalement, le CERMA est responsable de la plus grande plateforme de synthèse et de caractérisation des matériaux de l'est de la province. Le CERMA est un pôle d'innovation majeur pour les entreprises de la région de Québec et des environs comme en fait foi la quantité très importante d'interactions que les chercheurs de la plateforme entretiennent avec les partenaires industriels œuvrant dans le domaine des matériaux avancés.

Institut National de la Recherche Scientifique – Énergie, Matériaux et Télécommunication - Infrastructure de Nanostructures et de Femtoscience (INF)

Depuis 2002, l'INRS a mis sur pied sur son site de Varennes, l'Infrastructure de Nanostructures et de Femtoscience (INF) représentant un investissement de plus de 60 M\$ provenant en grande partie de 3 subventions majeures octroyées par la Fondation canadienne pour l'Innovation (FCI) et le gouvernement du Québec. L'INF regroupe deux installations complémentaires, uniques au Canada, occupant plus de 2000 m² de laboratoire dont 250 m² sont des salles blanches de classe 10 à 1000 construites en 2004. L'INF est d'abord constitué du LMN (Laboratoire de Micro- et Nanofabrication), conçu comme un laboratoire intégré de micro- et nanofabrication représentant un investissement de plus de 33 M\$. La seconde composante de l'INF est le laboratoire connu sous le nom de ALLS (Advanced Laser Light Source) qui a été l'un des trois seuls projets canadiens subventionnés dans le cadre du fonds de projets internationaux de la FCI (21 M\$) en 2002.

²¹À la suite d'un appel de candidatures et d'une analyse par un jury international externe à PRIMA, ces 7 plateformes ont été retenues.

Université McGill - Facilities for Electron Microscopy Research (FEMR)

Le "Facility for Electron Microscopy Research" (FEMR) est une unité d'imagerie de classe mondiale pour l'imagerie et l'analyse des procédés non biologiques et biologiques, en particulier des matériaux hydratés et sensibles à faisceau matériels, qui sont essentiels pour la recherche sur la nano médecine et des sciences biomédicales, de la bio ingénierie, et nanotechnologie régénérative avec un accent sur la médecine, l'ingénierie cellulaire et tissulaire, l'administration de médicaments, de programmation moléculaire et biologie des systèmes.

Polytechnique Montréal – Centre de Caractérisation Microscopique des Matériaux, le (CM)²

Le (CM)² est un laboratoire polyfonctionnel et pluridisciplinaire qui dispose de techniques expérimentales de caractérisation nano/microscopique des matériaux. Les appareils disponibles, basés principalement sur des faisceaux électroniques ou ioniques, permettent une caractérisation complète et détaillée de la chimie, de la cristallographie et des paramètres stéréologiques de constituants structuraux allant du nanomètre au millimètre. Ces résultats servent de base au développement de nouveaux matériaux et de procédés pour élaborer ces matériaux et/ou des pièces finies.

Polytechnique Montréal / Université de Montréal- Groupe de recherche en physique et technologie des couches minces (GCM)

Infrastructure scientifique ouverte, basée sur un régime utilisateurs-payeurs, pour usagers universitaires et industriels. Principalement dédiés à la microélectronique et à l'analyse des matériaux, les laboratoires sont situés à L'École Polytechnique et l'Université de Montréal. L'infrastructure opère avec du personnel dédié, offrant un service complet pour les clients universitaires et industriels. Nous formons aussi un grand nombre d'utilisateurs afin qu'ils puissent développer des compétences techniques et accélérer leurs recherches.

Polytechnique Montréal – Installations du LM2

Le laboratoire de mécanique multi-échelles (LM2) héberge une infrastructure de fabrication additive et des équipements d'essais mécaniques d'une valeur combinée de plus de 6 M\$. De plus, un nouveau financement de la Fondation canadienne pour l'Innovation (FCI) permet actuellement des mises à niveau et la mise en place de nouveaux équipements d'une valeur de plus de 5 M\$. Le laboratoire de microsystèmes et matériaux avancés et le laboratoire de caractérisation mécanique de matériaux avancés ont une superficie de 140 m² et 107 m² respectivement. Le LM2 a une longue tradition d'ouverture et de collaboration industrielle dans le domaine des matériaux avancés et est de plus en plus engagé dans les initiatives de gestion du partage des ressources technologiques.

Annexe 3

Impact des plateformes de recherche sur les différents modes d'innovation: quelques exemples.

Création de Brilliant Matters

Brilliant Matters est une compagnie fondée en 2016 par deux anciens étudiants du groupe du professeur Mario Leclerc. Née de l'obtention d'un brevet en 2012 sur la polymérisation par hétéroarylation directe et d'une subvention IDI, la compagnie a pris rapidement de l'expansion en investissant massivement dans la recherche et le développement afin d'offrir des produits pour l'électronique organique de grande qualité. Cette start-up a pu bénéficier des différentes installations présentes au sein du **CERMA** et de l'université Laval. Leurs laboratoires sont situés dans le pavillon Alexandre-Vachon et ils ont accès à une multitude d'équipements de pointe pour la synthèse et la caractérisation de matériaux. Cette entreprise a débuté en 2016 avec les deux fondateurs, mais a rapidement pris de l'expansion pour atteindre trois actionnaires et trois employés. Elle est présentement en mode recrutement, comptant engager au moins trois autres employés d'ici la fin de l'année 2018.

En plus de bénéficier des installations de l'université, Brilliant Matters recrute une grande partie de ses employés dans les différents laboratoires du CERMA. Ce faisant, ils engagent du personnel hautement qualifié qui possède une grande connaissance des appareils et des expertises du centre.

From Hitachi High Tech President & General Manager

In 2010, Prof. Gauvin acquired the Hitachi SU8000 Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) from Hitachi High-Technologies Canada, Inc., (HTC). In 2014, Prof. Gauvin acquired the subsequent generation FE-SEM, model SU8230, with incrementally improved resolution and contrast for materials characterization. The acquisition of these microscopes allowed Prof. Gauvin to leverage his expertise and core capabilities to characterize the full potential of low voltage FE-SEM at unprecedented spatial resolution. Additionally, Prof Gauvin and his research team have successfully demonstrated that scanning transmission electron microscopy (STEM) in the FE-SEM affords sub-nanometer resolution as an alternative to the conventional transmission electron microscope (TEM). Given the demonstrated results, our affiliation with Prof. Gauvin has evolved into an ongoing NSERC Collaborative Research Development (CRD) Agreement. As part of this mutually beneficially relationship, Prof. Gauvin recently acquired the next generation SU9000EA with a substantial cost sharing component from Hitachi. This particular SU9000EA installation is the world's first field-emission scanning electron microscope to have EELS capabilities at 30 keV, and the microscope offers a spatial resolution of 0.2nm in bright field (BF) mode; lattice fringes of Carbon multi-wall nanotubes are easily observed. Additionally, the SU9000EA has a new, unique x-ray detector that enables characteristic detection of Lithium. The unparalleled combination of x-ray and EELS analytical capabilities make this microscope ideally suited for lithium characterization.

With only two SU9000EA systems installed world-wide, FEMR offers one of the most advanced scanning electron microscopy research centers in the world.

CELLUFORCE: Technology and Product Development

In the last two years, capitalizing on the access to the Infrastructure of Nanostructures and Femtoscience of INRS, which includes atmospheric pressure plasma reactors and various material characterization tools, we have collaborated on cellulose nanocrystals functionalization using non-thermal atmospheric-pressure plasmas in the context of a project funded by PRIMA Québec. This new approach is very promising for CelluForce and for the incorporation of the material that we manufacture into hydrophobic environments and particularly into polyolefins which are the polymer group used in the highest volume by industry.

Access to **INF** has been essential for this work. We believe that it is imperative to maintain and fund such infrastructure for the well-being of the industrial community of Quebec engaged in collaborative research with academia. We thus strongly support the efforts of PRIMA Québec to support state-of-the-art equipment for advanced materials research in Quebec.