

Innovation et transition énergétique

PRÉSENTÉ À



Dans le cadre de la consultation ayant lieu
du 6 novembre au 8 décembre 2017

PAR



Date du rapport: 8 décembre 2017

Table des matières

1. Note au lecteur	ii
2. Sommaire exécutif	1
3. Éléments clés de la réussite	3
4. Cycle Capital Management et Ecofuel, près de 10 ans d'expérience dans l'investissement	5
4.1 Cycle Capital Management	5
4.2 Ecofuel	7
5. Occasions, défis et chaîne d'innovation	8
5.1 Contexte mondial	8
5.2 Défis canadiens et québécois	9
5.3 L'innovation et la capacité d'innover	10
5.4 La chaîne d'innovation	12
6. Rôle du capital de risque dans le financement des entreprises technologiques et défis particuliers liés au financement de leur développement	13
6.1 Rôle du capital de risque dans le financement des entreprises technologiques	13
6.2 Les efforts canadiens pour bâtir une industrie de capital de risque performante	13
6.3 Défis particuliers liés au financement des phases de croissance d'entreprises technologiques	14
6.4 Besoins financiers	16
7. Atouts et faiblesses de la chaîne de démarrage des technologies propres au Canada	20
7.1 Capital de risque : la faiblesse du Canada dans les grands contrats	20
7.2 Taille des fonds et rôle des investisseurs de capital de risque étrangers dans les grandes rondes de financement au Canada	22
7.3 Financements par dette privée : l'importance des organismes gouvernementaux américains	27
7.4 Subventions	29
7.5 Brevets industriels : le Canada presque à égalité avec les États-Unis grâce aux multinationales	30
7.6 Publications : le Canada dans la cour des grands	30
7.7 Brevets universitaires : faible taux de conversion des publications en brevets	31
7.8 Brevets et publications : le poids croissant de la Chine	31
8. Annexes	33
8.1 Classifications – Annexe 1	33

1. Note au lecteur

Beaucoup des données proviennent du document : *BÂTIR UNE ÉCONOMIE PLUS PROPRE ET PLUS INNOVANTE AU CANADA - Les défis de la chaîne de financement pour favoriser l'innovation et la croissance dans le secteur des technologies propres.*

Étude menée par **Gilles Duruflé** en collaboration avec **Louis Carbonneau**. **Décembre 2016.**

Produite conjointement par Cycle Capital Management et Technologies du développement durable Canada, en collaboration avec Écotech Québec.

2. Sommaire exécutif

L'énergie des Québécois – Source de croissance. C'est en ces mots que le gouvernement du Québec, a confié à Transition Énergétique Québec, le mandat de coordonner l'élaboration d'un plan directeur pour le Québec et de faire progresser celui-ci dans sa transition énergétique au cours des cinq prochaines années.

Plusieurs cibles sont déjà identifiées dans la politique énergétique à l'horizon de 2030, que ce soit l'efficacité énergétique, l'utilisation des produits pétroliers, la production totale d'énergies renouvelables ou la production de bioénergie.

Considérant l'orientation déjà donnée aux consultations tant sur les cibles que les priorités, en y ajoutant les neuf thèmes ouverts à la consultation, nous espérons que le présent document permettra de compléter et proposer des solutions novatrices à ce mandat à travers le prisme du développement et du financement de l'innovation en technologies propres. Cycle Capital Management et Ecofuel considèrent que l'innovation demeure un élément-clé du Québec pour assurer la transition énergétique et le développement d'une économie verte.

L'expérience développée par Cycle Capital Management et Ecofuel au cours des dernières années nous permet de mentionner deux variables essentielles à l'essor d'une véritable industrie des technologies propres au Québec qui sont spécifiques à ce secteur: le **temps de développement** et le **financement** requis pour permettre aux entreprises d'atteindre leur maturité.

A l'aide d'exemples concrets d'entreprises ayant développé des innovations, ou en voie de les commercialiser, ou les ayant commercialisées, en plus de données extraites de différentes sources, ce document met l'emphase sur de nouvelles considérations que les étapes habituelles nécessaires à la création d'un produit (une innovation plutôt qu'une invention!).

L'innovation se fait partout sur la planète, la compétition est forte et le Canada (le Québec étant inclus) n'est pas des plus efficace avec son système d'innovation selon les dernières études¹. Le Gouvernement du Québec appuie fortement toutes les étapes de cette longue chaîne d'innovations et attend des résultats concrets de son soutien. Mais le fait-on efficacement? Sommes-nous efficaces dans les approches de développement? Il y a nécessité d'appliquer de l'intelligence dans le financement du développement d'une innovation : **du capital intelligent ou « Smart Money »!** Le développement d'une innovation, qu'elle concerne le stockage énergétique ou les réseaux intelligents, devra passer de la R&D à la commercialisation et ne doit pas se faire en vase clos selon le programme ou le ministère qui l'appuiera. Plusieurs autres partenaires publics et privés devront soutenir cette innovation par la suite et leur point de vue doit être entendu lors de l'étape de sélection. À titre d'exemple, plus de 60 M\$ d'investissement en capital ont été nécessaires pour permettre à la compagnie Agrisoma de se rendre à la phase de développement et commercialisation de la technologie et près de 45 M\$ pour la compagnie Inocucor. Or, ces compagnies figurent parmi les entreprises de technologies propres les plus prometteuses actuellement au Québec. Il faut bien plus que du capital pour développer les entreprises de demain, il faut du moins, **aux premiers stades de développement d'une compagnie, s'assurer de juxtaposer le financement public au**

¹ Source : Global Innovation Index 2017, Innovation Feeding the World

financement privé. À l'aube de 2020, la chaîne d'innovation ne se décline plus seule, il faut aussi dès maintenant, l'ajuster avec la chaîne de financement.

L'introduction de la variable financement n'est pas fortuite. Si le Québec veut faire de l'innovation en matière énergétique, **il doit se donner les moyens de pouvoir réussir.** Non pas qu'il doive le faire seul, mais le temps requis pour soutenir une innovation peut être très long et nécessiter des sommes importantes. Le présent rapport démontre le retard accumulé par le Canada et le Québec, comparativement à son voisin américain, quant au soutien à l'innovation. À l'étape des subventions, pour 0,50 \$ dépensés au Canada, les États-Unis dépensent 2,50 \$, tandis que pour l'étape de la commercialisation et de la préparation à la mise en marché, le Canada investit 3 \$, tandis que son voisin y investit 5 \$.

Le Québec n'est pas seulement dans une transition énergétique, mais est partie intégrante d'une course à l'innovation pour atteindre les cibles de réduction d'émissions des gaz à effet de serre qui minent la survie de la planète. Il ne faut pas seulement innover, mais se doter d'une capacité d'innovation qui permettra l'obtention de résultats plus rapidement et plus efficacement.



Cycle Capital Management



Ecofuel

3. Éléments clés de la réussite

Depuis près de 10 ans à soutenir et financer les entreprises en technologies propres au Québec et ailleurs dans le monde, Cycle Capital Management et Ecofuel sont bien positionnées pour mettre en évidence les éléments clés de la réussite des entreprises de technologies propres au stade d'amorçage. Les voici :

- Sélection des entreprises :
 - La sélection des meilleures entreprises innovantes doit se faire en collaboration avec des partenaires stratégiques industriels et des investisseurs spécialisés.
 - Dans un univers où le marché est rapidement au niveau planétaire, la compétition entre les entreprises est vive et il est essentiel pour les intervenants québécois d'assurer une vigie mondiale pour choisir les entreprises les plus performantes. Il faut développer une intelligence stratégique d'affaires pour optimiser les choix.
 - La détention de brevets, ou du moins la démonstration d'une réelle stratégie de protection de la propriété intellectuelle, devrait être une condition *sine qua non* à tout investissement dans ce secteur. Une protection adéquate de cette propriété intellectuelle est directement proportionnelle pour assurer une protection des efforts et des investissements auprès d'une entreprise en raison du temps nécessaire à sa performance sur les marchés mondiaux.
 - L'invention québécoise ne deviendra une innovation que lorsqu'elle aura trouvé preneur sur les marchés. Le Québec ne pourra être considéré innovant que lorsque, d'une part, nous pourrons protéger la propriété intellectuelle de nos inventions et, d'autre part, que cette propriété intellectuelle soit un des critères essentiels à tout soutien financier de la part des gouvernements.
- Soutien du secteur public :
 - Les différents paliers de gouvernements devraient être les premiers acquéreurs des technologies développées au Québec. Cela permettrait aux entreprises de trouver leurs premiers clients et utiliser des vitrines de démonstration, et donnerait du même coup aux gouvernements les premiers bénéfices environnementaux et économiques.
 - Les gouvernements se doivent d'agir en catalyseur de l'innovation au Québec en s'assurant que les lois et règlements puissent donner aux différents ministères une cohérence dans leur application. Cela permettra minimalement d'éviter de ralentir et, idéalement, de stimuler le développement d'une industrie des technologies propres au Québec.
- Financement :
 - Le Québec et le Canada accusent un retard par rapport aux États-Unis quant au financement non dilutif disponible aux entreprises. Afin de permettre aux entreprises québécoises d'être

compétitives sur la scène internationale, il faudra s'assurer que celles-ci aient accès à un soutien équivalent. Seulement pour les subventions, en se basant sur les médianes, pendant qu'une entreprise reçoit 0,50 \$, une entreprise similaire en recevra 2,50 \$ (voir section 6.4).

- Le financement gouvernemental et d'autres outils de financement non dilutifs sont essentiels pour permettre aux entreprises de technologies propres de prendre leur envol. Ces soutiens financiers sont parties prenantes d'une chaîne de financement. À cet effet, afin d'assurer un meilleur taux de réussite des entreprises sélectionnées, les subventions devraient suivre l'investissement de l'investisseur spécialisé reconnu et intéressé à soutenir l'entreprise. Une banque de grands investisseurs spécialisés pourrait être développée afin de guider la prise de décision pour une entreprise. Ces grands investisseurs spécialisés pourraient être : Fondation, Fonds de Solidarité FTQ, Cycle Capital Management, Ecofuel , Anges Québec et autres.
- Il est fondamental de s'assurer de la validité entrepreneuriale du projet d'entreprise. Dans la plupart des compagnies innovantes, l'équipe de direction est aussi importante que la technologie et les marchés.
- Les besoins en capitaux sont significatifs pour l'atteinte de la commercialisation et il est commun de former des syndicats d'investissements. Ce syndicat apporte à l'entreprise non seulement des capitaux, mais une diversité d'expertises. Afin d'assurer que les entreprises choisies puissent profiter du soutien financier tout au long de leur croissance, le Gouvernement du Québec devrait s'assurer de la présence d'un investisseur spécialisé reconnu et, idéalement, d'un partenaire stratégique avant d'investir des sommes importantes dans une entreprise.
- L'attribution de subventions devrait prendre en considération le financement d'investisseurs spécialisés selon les modalités suggérées ci-après :
 - lorsqu'une opportunité d'investissement dans une entreprise est identifiée, le Gouvernement devrait participer au montage financier jusqu'à concurrence de 33 % du montant investi et non des dépenses admissibles;
 - dans le cas où un investisseur spécialisé prévoit faire un investissement au capital d'une entreprise (en équité), le Gouvernement pourrait appuyer le financement, et idéalement dans une période ne dépassant pas 12 mois et selon ses critères, jusqu'à concurrence de 33 % du montant investi et non des dépenses admissibles;
 - le Gouvernement identifie une entreprise innovante et désire apporter sa contribution financière par un de ses différents programmes, il devrait préalablement valider avec un investisseur spécialisé le potentiel de l'entreprise suivant, bien entendu, le consentement de l'entrepreneur.
- Pour développer une économie verte dynamique et un secteur industriel fort en technologies propres, le Gouvernement du Québec devrait appuyer les investisseurs spécialisés dans leurs

démarches pour détenir une portion significative du capital des entreprises (équité) afin de garder au Québec des fleurons qui auront un impact partout sur la planète.

- Dans le cadre de ses activités d'investissements, le Fonds vert devrait participer avec d'autres investisseurs spécialisés à la mise en place de fonds dédiés au secteur des technologies propres. À titre d'exemple, depuis 2009, le Gouvernement du Québec a investi 91,5 M\$ dans les trois fonds de Cycle Capital Management qui totalisent actuellement 231 M\$. Ces 3 fonds ont à ce jour investi 110 M\$ dans le capital des entreprises québécoises (en équité) et ces investissements ont généré un effet de levier de 692 M\$. Chaque dollar investi par les fonds de Cycle Capital Management a permis d'attirer 6,50 \$ dans les entreprises du Québec.
- Pour assurer leur croissance et équilibrer le ratio entre la dette et l'équité, les entreprises doivent avoir accès à de la dette à haut risque car leur mise à l'échelle industrielle n'est souvent pas terminée. Rarement les banques vont vouloir appuyer nos entreprises à ce stade, nous invitons le Gouvernement du Québec et ses organisations à mieux utiliser cet outil financier.

Le Gouvernement du Québec devrait s'assurer qu'une somme significative du Fonds vert soit allouée pour qu'une bonne partie de l'économie verte qui se développe actuellement soit basée sur l'innovation québécoise. Les résultats de ces innovations seront bien sûr la diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES), non seulement pour 2020, mais pour 2030 et 2050. Pour obtenir les résultats voulus, le Fonds vert ne doit pas seulement prendre une image ponctuelle de la quantité de GES réduite, mais considérer que, pour parvenir à des résultats significatifs et soutenus, il faut de la recherche, du développement, de l'innovation, de la mise en marché, de l'implantation industrielle, et prendre en compte que tout cela prend un certain temps. Cette approche permettra de développer des entreprises qui seront des fleurons de l'économie verte à travers le monde et cette image rejaillira sur le Québec. Pourquoi ne pas s'inspirer des modèles norvégiens ou même chinois, qui ont pris le virage d'une économie verte et durable, et faire partie des leaders mondiaux en la matière.

4. Cycle Capital Management et Ecofuel, près de 10 ans d'expérience dans l'investissement

4.1 Cycle Capital Management

Cycle Capital Management est la plateforme d'investissement en technologies propres la plus active au Canada. Depuis sa création, Cycle Capital Management a investi 143 M\$, dont 100 M\$ au Québec seulement, dans 26 entreprises, avec un effet de levier de près de 1 milliard \$ directement au capital des entreprises (i.e. en équité).

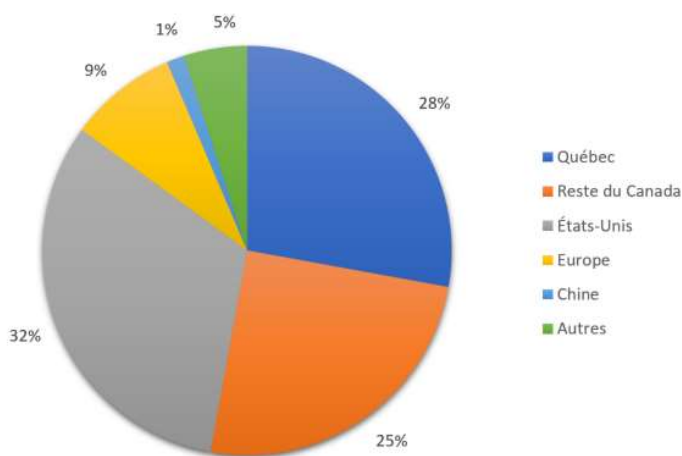
Cette plateforme, qui comprend aujourd'hui un accélérateur (l'Accélérateur Ecofuel), un fonds d'amorçage (le Fonds Ecofuel), trois fonds canadiens et, plus récemment, un fonds en Chine, totalise près de 400 M\$ sous gestion, développée grâce au soutien du Gouvernement du Québec via sa première politique sur l'économie verte. Ces investissements sont répartis tant au Québec qu'en Amérique du Nord et, depuis peu, en Chine, le plus grand marché mondial

pour les technologies propres. À ce jour, Cycle Capital Management a révisé près de 2 700 opportunités d'investissement, dont 28 % (752) provenaient du Québec, qui aujourd'hui atteint un rythme annuel de 500 dossiers révisés.

A titre d'investisseur lead, Cycle Capital Management se doit de mettre en place des syndicats financiers de co-investisseurs dans les entreprises en portefeuille. Ces investisseurs sophistiqués, glanés à travers le monde, apportent à nos entreprises québécoises cette capacité à percer les marchés mondiaux. Notons à ce sujet les TPG-ART, BASF, BMW i Ventures, Caterpillar, Pages Jaunes, Waste Management, Tsing Capital, Rho Ventures, Braemar et Lune Rouge (Cirque du Soleil) pour n'en nommer que quelques-uns. En plus, les fonds de Cycle Capital Management regroupent des partenaires stratégiques industriels dont Énergie renouvelable Brookfield, Rio Tinto, Gaz Métro (Énergir), Cascades, Group M3, Lonza, Systemex Énergies, Aluminerie Alouette et Hydro-Québec, en plus des investisseurs institutionnels tels qu'Investissement Québec, Fonds de solidarité FTQ, Fondaction, la Caisse de dépôt et de placement du Québec, Teralys Capital, Innovacorp, CSQ et Fier Partenaires. L'expérience développée par Cycle Capital Management permet d'affirmer que la présence de partenaires stratégiques industriels est importante lors du processus de mise à l'échelle de la technologie d'une entreprise. Ceux-ci collaborent de près avec Cycle Capital Management pour assurer que la technologie développée répond à un besoin concret et qu'il existe un marché réel prêt à l'accueillir. Cette relation permet ainsi d'éviter des erreurs coûteuses lors d'une mise à l'échelle, à titre d'exemple.

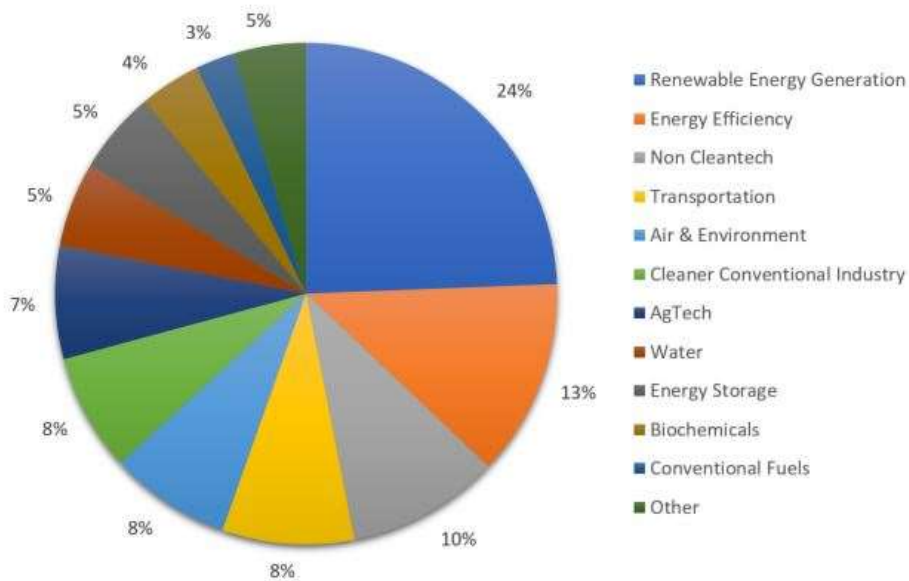
La plateforme de Cycle Capital Management comprend également le Fonds d'investissement Qingdao Chengtou Haisi Cycle, un fonds d'investissement de 600 M RMB (125 M\$ CAD) qui investit en Chine et au Canada dans les entreprises en développement d'innovations industrielles. Cette initiative permettra aux meilleures innovations chinoises et canadiennes d'avoir accès à une source supplémentaire de financement afin de permettre à leurs innovations de rejoindre le marché. Compte tenu de la complexité de l'accès au marché chinois, le fonds permettra aux entreprises canadiennes de profiter du soutien d'un partenaire de choix pour étendre leurs activités dans cet immense pays.

Figure 1 – Provenance des opportunités d'investissement



Source des données : Cycle Capital Management et Ecofuel, 2017

Figure 2 – Secteurs d'activité des opportunités d'investissement



Source des données : Cycle Capital Management et Ecofuel, 2017

4.2 Ecofuel

Cycle Capital Management est également le fondateur de l'Accélérateur Ecofuel et co-fondateur du Fonds Ecofuel. L'Accélérateur Ecofuel offre un programme de formation spécialisé et personnalisé composé d'ateliers de formation, des sessions de réseautage et du mentorat aux entreprises innovantes dans le secteur des technologies propres. Les opérations de l'Accélérateur Ecofuel sont soutenues financièrement par le Gouvernement du Québec via Transition énergétique Québec (TEQ) pour une somme de 5,5 M\$. Cet apport financier permet d'assurer la pérennité des activités de l'Accélérateur pour les 10 prochaines années. L'Accélérateur Ecofuel collabore aussi avec TEQ dans l'analyse de plusieurs dossiers que reçoit l'organisation.

Le Fonds Ecofuel, un fonds de capital de risque de 30 millions \$, est financé par les investisseurs suivants : Investissement Québec, agissant à titre de mandataire pour le Gouvernement du Québec, BDC Capital, la division d'investissement de la Banque de développement du Canada (BDC), Fondation, le Fonds de solidarité FTQ et le Centre québécois de valorisation des biotechnologies (CQVB). Il investit du capital intelligent dans les entreprises en démarrage et en amorçage qui développent et commercialisent des technologies propres. Le Fonds Ecofuel travaille avec des entrepreneurs d'envergure pour les accompagner dans le démarrage d'entreprises qui seront concurrentielles au niveau international.

En initiant Ecofuel, Cycle Capital Management avait pour objectif d’augmenter le nombre d’entreprises ayant le niveau de maturité nécessaire pour accéder à une première ronde de financement. Cycle Capital Management et Ecofuel travaillent en étroite collaboration.

5. Occasions, défis et chaîne d’innovation

5.1 Contexte mondial

Le marché mondial des technologies propres est déjà très important et connaît une croissance rapide. Selon la firme *Plunkett Research*², en utilisant la plus large définition possible des activités, produits et services de tout type se rattachant aux technologies propres, la croissance s’établissait en 2016 à 5 % du PIB global, soit approximativement 3,78 B\$.

Les principaux moteurs de cette croissance persisteront et, en fait, s’intensifieront. Le secteur de l’énergie, dans toutes ses facettes, est indubitablement le plus important en technologies propres. Selon *Bloomberg New Energy Finance (BNEF)*, déjà en 2015, plus de 600 compagnies publiques œuvraient à travers le monde dans la chaîne de valeur de l’énergie propre.

Les marchés en plus forte croissance seront les pays émergents, en particulier la Chine. Un récent rapport de la Banque mondiale démontre les besoins en technologies propres dans plusieurs régions du monde.

Figure 3 – Top 3 des technologies propres prometteuses pour les PME par région



Source des données : <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/09/24/new-report-identifies-major-clean-tech-market-opportunity-for-small-businesses-in-developing->

Les marchés les plus évolués sont ceux où la réglementation est la plus contraignante : l’Europe, la Californie, quelques autres états américains et, de plus en plus, la Chine.

² Source : <https://www.plunkettresearch.com/industries/green-technology-greentech-cleantech-market-research/>

5.2 Défis canadiens et québécois

L'économie canadienne repose dans une large mesure sur les ressources naturelles et les combustibles fossiles et elle affiche, sur le plan environnemental, une piètre performance qui lui vaut de se retrouver dans le groupe de queue des pays comparables³. Cela représente un défi particulier pour le Canada au moment où les gouvernements canadiens (fédéral et dans la plupart des provinces) ont décidé, avec de nombreux autres pays, de faire de la transition vers une économie plus verte une priorité.

Le secteur canadien des technologies propres est de taille appréciable. D'après une source, 775 entreprises ont généré des revenus de 11,6 G\$, dont 6,6 G\$ à l'exportation, et créé plus de 55 000 emplois⁴. Afin d'appuyer sur l'importance de ce secteur au Canada, la bourse de Toronto (TSX) a d'ailleurs développé un index spécifique (*Renewable Energy and Clean Technology Index*) pour le secteur des technologies propres et ce, depuis 2010. Selon la figure qui suit, l'on y remarque la croissance soutenue depuis les 7 dernières années (42,75 %), en comparaison à l'indice composite du TSX (18,24 %) sur la même période.

Figure 4 – Comparaison des indices du TSX et du Renewable Energy and Clean Technology

Charting for S&P/TSX Renewable Energy and Clean Technology Index



Source des données : https://web.tmxmoney.com/charting.php?qm_page=91108&qm_symbol=^TXCT

D'après le *Global Cleantech Innovation Index*⁵ (2017), le Canada continue de reculer depuis plusieurs années relativement à l'évaluation de sa performance globale en innovation avec le 18^e rang (53,7%) sur les 128 pays analysés (15^e rang en 2016). À titre indicatif, la performance globale du Canada en 2012 était de 56,9 %. Sa performance environnementale globale est aussi assez faible (25^e rang) relativement aux leaders mondiaux⁶ que sont la Finlande (1^{er} rang), l'Islande (2^e rang) et la Suède (3^e rang).

³ Source : « New Thinking - Canada's Roadmap to Smart Prosperity », Smart Prosperity, février 2016. Pour plus de détails, voir l'annexe 2.

⁴ Source : Analytica Advisors, « 2016 Canadian Clean Technology Industry Report ».

⁵ Source : http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2017-appendix1.pdf

⁶ Source : <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2017-report#>

Le Canada se classe au 27^e rang pour les relations liées à l'innovation (*Innovation Linkages*), au 21^e rang pour sa capacité à absorber ou à générer de la connaissance. La performance est acceptable avec un 24^e rang en ce qui a trait aux dépôts de brevets en fonction du PIB.

Globalement, de 2004 à 2014, le commerce mondial des exportations de technologies propres a doublé et enregistré un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 8 %, alors que la part de marché du Canada dans les produits environnementaux manufacturés a baissé de 41 %, passant de 2,2 % à 1,3 %. Parmi les 24 premiers exportateurs, le Canada a reculé dans le classement de la 14^e à la 19^e place⁷.

Le Québec tente aussi de faire sa part dans l'appui au secteur des technologies propres, même si globalement l'investissement pour les dépenses en R&D par rapport à son PIB a diminué au cours des dernières années. Dans son budget 2012-2013, le Gouvernement du Québec s'était fixé la cible de 3 % pour ce type de dépenses. Le ratio DIRD/PIB du Québec, qui exprime les dépenses de R&D en pourcentage du produit intérieur brut (PIB) aux prix du marché, s'établit à 2,44 % en 2014. Il s'agit du ratio le plus élevé parmi les provinces canadiennes, le second étant celui de l'Ontario (2,09 %). Dans l'ensemble du Canada, le ratio DIRD/PIB s'élève à 1,74 %. En revanche, le Québec effectue moins de dépenses de R&D par rapport à la taille de son économie comparativement à plusieurs pays du G7: le ratio DIRD/PIB est de 3,59 % au Japon, de 2,89 % en Allemagne et de 2,76 % aux États-Unis. Dans l'ensemble de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), ce ratio est un peu en deçà de celui du Québec (2,39 %) et il est également moindre au sein de l'Union européenne des Quinze (2,10 %)⁸.

5.3 L'innovation et la capacité d'innover

La fiche Diagnostic et Enjeux sur l'Innovation⁹ préparée par Transition énergétique Québec, mentionne bien la définition de l'innovation présentée en 2005 par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) soit : « Une innovation est la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé, nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures ». En technologies propres, comme d'autres secteurs dits technologiques, cette définition de l'innovation est souvent limitée à l'incrémentation que l'on peut faire sur un produit, mais des innovations de rupture peuvent aussi s'y greffer, de même que la modification des processus de production. Les téléphones intelligents, l'éolien, les panneaux solaires, les voitures électriques, les LED, sont autant d'exemples qui ont eu un impact sur nos vies et ont certes modifié le comportement de plusieurs envers l'environnement.

La connaissance, souvent issue de la recherche, est une base essentielle à l'innovation. Toutefois, la transformation de cette connaissance en innovation ne se fait pas sans heurt. À

⁷ Source : Analytica Advisors

⁸ Source : <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/science-technologie-innovation/bulletins/sti-bref-201708.pdf>

⁹ Source : <http://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/Fiche-diagnostic-Consultation-TEQ-Innovation.pdf>

son sens propre, dans la définition d'être « la mise en œuvre d'un produit », on oublie souvent la capacité requise par les entreprises à pouvoir s'accaparer, mettre en œuvre, cette connaissance et transformer celle-ci en produit. Nous devons donc être capable d'évaluer si les entreprises possèdent cette capacité. La figure suivante représente les éléments essentiels que doit posséder l'entreprise pour y arriver.

Figure 5 – *Modèle sur la capacité d'innovation d'une entreprise*



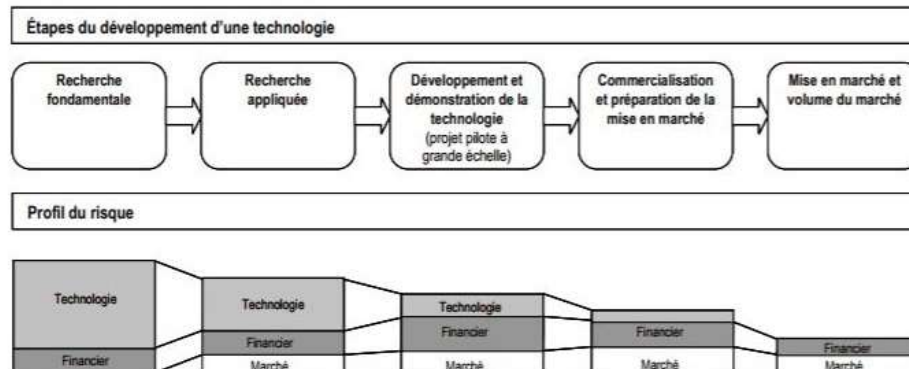
Source des données : Gaviria, Alejandro et Richard Cloutier, Réseau BioInnovation, 2013.

L'entreprise doit s'abreuer d'informations afin de connaître les ressources matérielles et immatérielles mises à sa disposition. Notons la connaissance de la réglementation, des politiques sectorielles, les programmes d'appuis et les marchés accessibles et disponibles. À cela s'ajoute le potentiel de l'organisation à structurer les étapes et planifier ses ressources pour que cette innovation se transforme en produit. Finalement, l'entreprise doit créer et développer son propre processus d'innovation, en intégrant ses informations sur les segments de marchés atteignables, sa compétition actuelle et future, ses stratégies de financement et l'exploitation de son réseau pour que le produit atteigne les clients ciblés. Après plusieurs itérations de ce processus, l'entreprise aura aussi développé sa capacité à innover. Il est donc

essentiel de ne pas se limiter à l'analyse technologique d'un projet, mais aussi à la capacité de l'entreprise à le mener à terme.

5.4 La chaîne d'innovation

Figure 6 – Modèle sur la capacité d'innovation d'une entreprise



Source des données :

<http://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/consultation/Fiche-diagnostic-Consultation-TEQ-Innovation.pdf>

En référant à la figure sur la chaîne d'innovation développée par Transition énergétique Québec, il est aussi important d'ajouter deux composantes essentielles à sa compréhension. La première, le temps requis pour passer d'une étape à l'autre, de même que le financement nécessaire pour l'accomplissement de chacune de ces étapes. Des exemples applicables au secteur des technologies propres seront présentés ultérieurement dans ce document.

Temps : directement proportionnel au risque de développement d'un produit, celui-ci peut varier en fonction de l'intensité nécessaire à son développement. En effet, le développement d'un produit de forte amplitude au niveau industriel, pourra prendre plusieurs années entre la recherche appliquée et sa mise en marché.

Financement : aussi, une fonction directement proportionnelle au risque, les sommes requises pour réaliser toutes les étapes de la chaîne d'innovation peuvent représenter des centaines de millions de dollars et demander des sources très diversifiées pour arriver à la mise en marché du produit.

6. Rôle du capital de risque dans le financement des entreprises technologiques et défis particuliers liés au financement de leur développement

6.1 Rôle du capital de risque dans le financement des entreprises technologiques

Le capital de risque (CR) est l'instrument de choix pour le financement et la croissance des jeunes entreprises technologiques parce qu'il réunit ressources financières, expertise et réseaux (« capital intelligent ») autour des entrepreneurs qu'il finance, ce qui atténue les risques particuliers associés au financement des entreprises technologiques. Les principaux facteurs de réussite des fonds de CR sont l'expérience et les compétences de leurs gestionnaires (expérience opérationnelle et compétences sectorielles), la qualité de leurs réseaux (réseaux de co-investisseurs et réseaux dans l'industrie) et leur capacité à sélectionner des entrepreneurs en série et à travailler avec eux. Ces différentes compétences doivent aussi être adaptées à l'étape de développement des entreprises. Une entreprise à l'étape de la commercialisation aura besoin d'un environnement financier et d'un réseau distinct d'une entreprise à l'étape de la recherche appliquée. De plus, ces fonds doivent être structurés selon les meilleures pratiques de l'industrie (processus décisionnels et alignement d'intérêts)¹⁰.

6.2 Les efforts canadiens pour bâtir une industrie de capital de risque performante

Depuis une décennie au moins, le Canada s'efforce de bâtir une industrie du CR performante composée de fonds privés spécialisés. En raison de leur taille et de leur expérience encore limitée, les principaux fonds canadiens de CR ont pour stratégie de nouer des relations avec les principaux fonds américains afin de les attirer dans leurs investissements pour bénéficier de leurs ressources financières, de leur expérience, de leurs réseaux et de leur accès au marché américain.

Cette stratégie contribue au succès de nombreuses entreprises canadiennes et permet au secteur canadien du CR de gagner en expérience et en performance. Il se peut aussi, cependant, qu'elle contribue au départ de ces entreprises vers les États-Unis et à leur acquisition par des entreprises étrangères.

Le défi actuel du secteur du CR, qui contribue déjà au développement de l'entrepreneuriat et au flux de transactions de jeunes entreprises technologiques, est de jouer un rôle plus important dans les rondes ultérieures, tout en continuant de soutenir le développement d'entreprises technologiques indépendantes afin de constituer une industrie canadienne des technologies propres. Ce rôle suppose des gestionnaires plus expérimentés à la tête de fonds

¹⁰ Pour un examen de ces arguments, voir Josh Lerner, « The Architecture of Innovation – The Economics of Creative Organizations », Harvard Business Review Press, 2012, chapitre 3, et Paul Gompers, Will Gornall, Steven Kaplan et Ilya Strebulaev, « How do Venture Capitalists Make Decision », juin 2016.

de taille plus importante, capables de jouer un rôle de leader dans les syndicats¹¹ de financement.

Cet objectif est maintenant largement accepté. On assiste à une augmentation progressive en taille et en expertise des fonds canadiens, et certains d'entre eux développent davantage de stratégies d'investissement au stade de croissance :

iNovia Capital : TI, Montréal, Calgary, New York, San Francisco, fonds 2015, **175 M\$**

Lumira Capital : Sciences de la vie, Toronto, Montréal, fonds II (2012), **111 M\$**

Tandem Expansion : IT, technologie, capital de croissance, Montréal, Toronto, fonds I (2009), **300 M\$**

Cycle Capital Management : Technologies propres, Montréal, Toronto, New York, Seattle, Qingdao fonds III (2012), **108 M\$**

Bien qu'elle soit en croissance, la taille de ces fonds reste limitée, surtout en comparaison des fonds américains. Pour étoffer leur connaissance du flux de transactions et du marché, diversifier leur portefeuille et gagner en crédibilité auprès de co-investisseurs étrangers dont la participation demeure nécessaire, ils doivent renforcer leur position internationale, principalement aux États-Unis. Tant que cela ne se produira pas, il restera difficile pour le secteur canadien du CR de constituer des fonds plus importants gérés par des équipes expérimentées.

6.3 Défis particuliers liés au financement des phases de croissance d'entreprises technologiques

Le secteur des technologies propres compte beaucoup de sous-secteurs et de technologies différentes (voir la classification à l'annexe 1). Du point de vue du financement, il faut souligner que ces technologies sont très différentes de par leur profil de risque, leurs besoins en capitaux et leurs perspectives de sortie.

D'une part, certaines technologies se caractérisent par des besoins en capitaux faibles ou modérés, des risques technologiques concentrés aux étapes de démarrage (validation du produit) et une sortie due principalement à l'acquisition par une grande entreprise après la validation du produit et du marché. Ces technologies reposent dans une large mesure sur des logiciels. Leurs besoins financiers et leur profil de risque ressemblent à ceux des TI, tout comme le profil de leurs investisseurs.

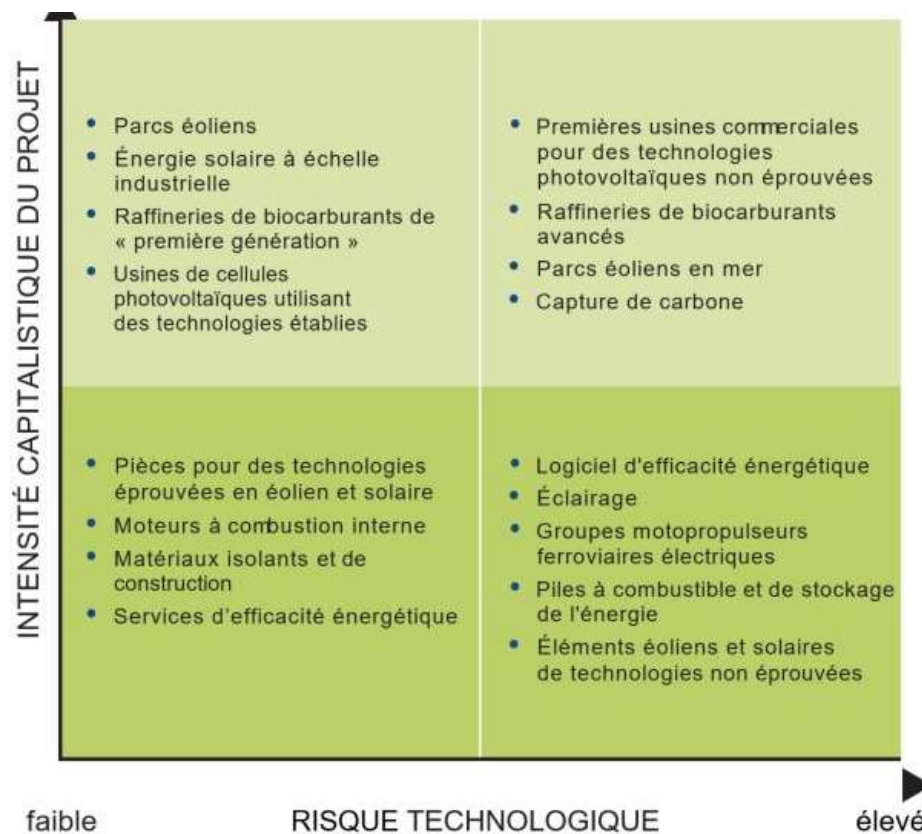
D'autre part, il existe des technologies plus industrielles : énergies renouvelables, biocarburants, chimie verte, gestion des déchets, etc. Le risque associé à ces technologies va au-delà de la validation du produit et comprend le développement industriel, ce qui inclut la construction d'une usine, donc des besoins en capitaux plus importants. De plus, dans de nombreux cas, les acquéreurs potentiels ne sont pas attirés par l'achat de ces technologies qui doivent, par conséquent, recevoir du financement plus longtemps avant que les marchés

¹¹ La plupart des financements de capital de risque se font en syndication, c'est-à-dire qu'ils sont le fait de plusieurs fonds de capital de risque qui investissent ensemble, d'où le nom de « syndicat de financement ».

publics ou d'autres types de financement puissent prendre le relais. En outre, les besoins financiers sont plus importants et les profils de risque sont différents, tout comme le type de compétences nécessaires pour le développement industriel.

Le graphique ci-dessous présente un classement des technologies du secteur des énergies propres en fonction de leurs besoins en capitaux et du niveau de risque technologique. Dans tous les pays, il est difficile de réunir la bonne combinaison d'investisseurs (fonds propres, dettes, subventions) pour financer les entreprises qui se trouvent dans le quart supérieur droit de la figure 7 (page suivante). Cependant, les États-Unis semblent plus avancés que le Canada à cet égard et celui-ci pourrait en tirer des leçons (voir Tableau 1). Nous évoquons ici un profil de risque relié au financement et non seulement comment le risque se partage entre la technologie, le secteur financier et le marché.

Figure 7: *Sous-secteurs de l'énergie propre : intensité CR vs risque technologique*



Source : Shikhar Gosh et Ramana Nanda⁸

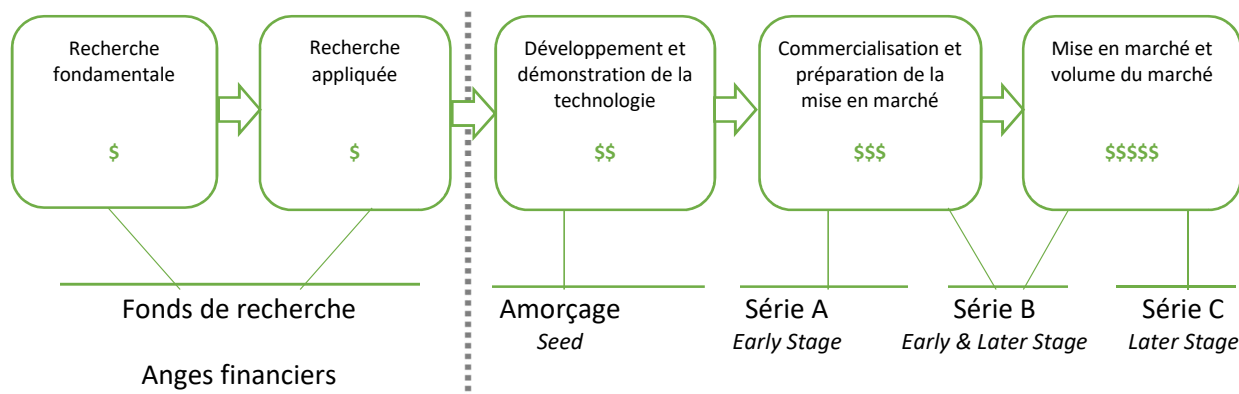
Source des données : Shikhar Ghosh et Ramana Nanda, « Venture Capital Investment in the Clean Energy Sector », Harvard Business School, Working Paper 11-020.

Il est concevable d'imaginer que les autres sous-secteurs des technologies propres pourraient être répartis selon ces deux mêmes axes.

6.4 Besoins financiers

Nous avons tenté de combiner les étapes de financement en fonction de la chaîne d'innovation présentée précédemment. Cet exercice nous permet de comprendre quels sont les outils à portée de main pour les financiers afin de soutenir le développement technologique.

Figure 8 – Financement du développement technologique selon la chaîne d'innovation



Source des données : Cycle Capital Management et Ecofuel, 2017

Cette figure démontre que le soutien aux entreprises est nécessaire jusqu'à ce qu'elles atteignent la viabilité et puissent exprimer le potentiel de leur technologie. Le Québec a bien compris l'importance de la recherche, qu'elle soit fondamentale ou appliquée, en y investissant des sommes substantielles (830 M\$ dans le dernier budget 2017-2018 pour la recherche et l'innovation¹²). Les gouvernements provinciaux et fédéral ont aussi été sensibilisés à l'importance des étapes subséquentes et des programmes de soutien, comme Transition énergétique Québec (TEQ) et Technologies du développement durable Canada (TDDC), qui sont des outils fondamentaux pour l'innovation et appuient la capacité d'innover des entreprises. Le capital de risque, quoique ayant pris plus de temps à se développer, prend peu à peu sa place dans l'accompagnement des entreprises.

Afin de démontrer le risque financier attribué au secteur des technologies propres, le tableau suivant exprime l'intensité des investissements nécessaires à la croissance d'une technologie en fonction des types de financements requis au cours du développement d'une entreprise.

¹² <http://www.aviseo.ca/assets/budget-qc-2017-2018-vf.pdf>

Tableau 1: Intensité du financement selon la croissance de l'entreprise – Comparaison Canada vs EU – Tous projets confondus.

Stage	Canada			United States			Canada/US %		
	Number	\$M	Median	Number	\$ M	Median	number	\$M	Median
Grant	75	91	0.50	443	1485	2.50	16.9%	6.1%	20.0%
Accelerator/Incubator	43	3	0.06	271	31	0.10	15.9%	9.1%	55.0%
Angel (individual)	36	31	0.53	531	1095	1.51	6.8%	2.8%	35.1%
Seed Round	17	35	1.00	232	241	1.42	7.3%	14.4%	70.4%
Early Stage VC	80	394	3.00	815	6102	5.00	9.8%	6.5%	60.0%
Later Stage VC	91	888	5.00	823	17203	11.44	11.1%	5.2%	43.7%

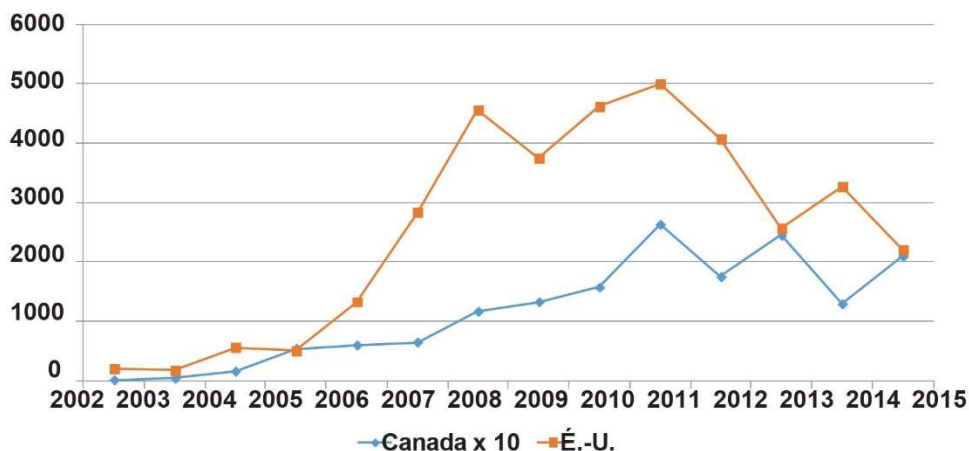
Source des données : Pitchbook 2017. Compilation Cycle Capital

Plusieurs informations sont exprimées à travers ce tableau. Suivant une lecture verticale des médianes (la valeur qui sépare en deux groupes de même effectif) pour le Canada, on remarque que chaque projet nécessite un peu plus de 2 M\$ d'investissement pour atteindre la ronde A d'un *early VC*, qui correspond approximativement à l'étape de développement et démonstration de la technologie (Voir figure 8). Ces investissements excluent les sommes nécessaires requises pour réaliser la recherche fondamentale ainsi que la recherche appliquée. Dans cette même lecture, il faut noter que les besoins financiers d'un seul projet, tout au long de son développement, dépassent les 10 M\$ considérant que les montants mentionnés sont pour tous projets confondus, donc différents en intensité technologique.

En appliquant cette même lecture verticale de la médiane aux données recueillies pour les États-Unis, on remarque rapidement qu'un même projet cumule près de 22 M\$, le total des sommes reçues de subventions jusqu'au financement *Late Stage VC*. La comparaison peut aussi s'étendre au fait que les écarts entre le Canada et les États-Unis sont très significatifs à l'étape de la subvention (*grant*) 5 X, près de 3 X pour les Anges, 1,4 X pour le *Seed* et 2,3 X à l'étape du *Late Stage VC*.

La figure suivante dresse un portrait de l'historique des niveaux d'investissements entre les États-Unis et le Canada au cours des 15 dernières années. Des écarts révélateurs qui permettent aux compagnies qui démarrent aux États-Unis de profiter d'un élan plus rapide pour amorcer leur développement par des investissements importants.

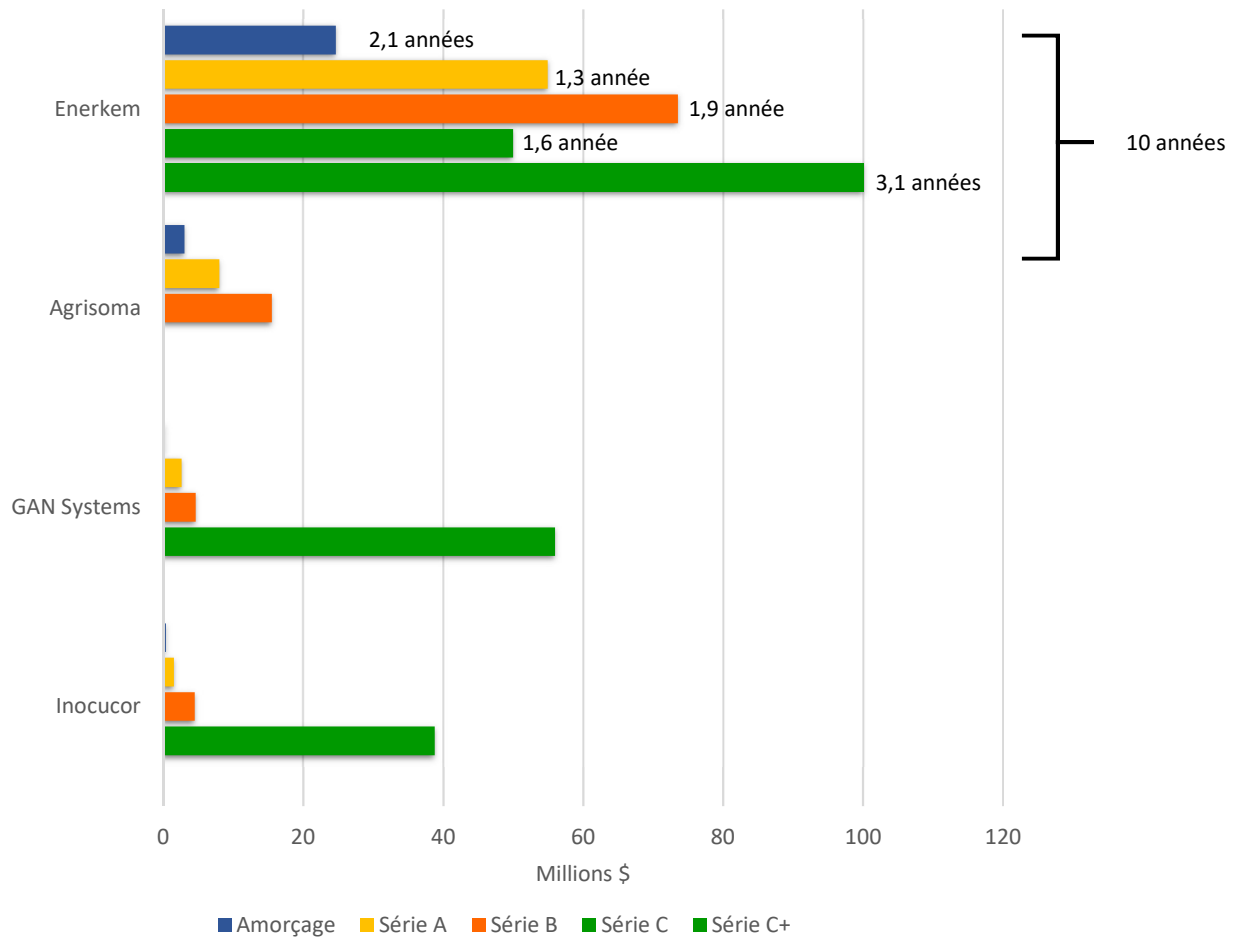
Figure 9 – Investissements de capital de risque dans les technologies propres au Canada (x10) et aux États-Unis (M\$, 2002-2015).



Source des données : Pitchbook 2015.

En appui à la compréhension des investissements nécessaires au développement technologique, les exemples qui suivent démontrent bien l’effort nécessaire qui se doit d’être continu tout au long de la chaîne d’innovation. Parmi ces exemples, on y retrouve Enerkem, société ayant mis au point une innovation touchant la production de biocarburants, de fortes intensités technologiques et de capitaux. Cette société est la plus près de la commercialisation parmi l’échantillonnage retenu. Agrisoma quant à elle peut être considérée comme d’intensité technologique moyenne utilisant des terres agricoles en friche pour la production d’un biocarburant également, tandis que Gan System et Inocucor peuvent être considérées de faible intensité technologique. Même si l’échantillon est limité, on remarque que les besoins financiers doublent à chacune des étapes préliminaires jusqu’à la série B, mais explosent pour réaliser la série C.

Figure 10 - Exemples de besoins financiers pour le développement technologique.



Source des données : Cycle Capital Management et Ecofuel. 2017.

Fait à remarquer : la durée de chacune des étapes de développement d'une innovation à forte intensité technologique rend le passage d'une invention à une innovation à plus de 10 ans.

7. Atouts et faiblesses de la chaîne de démarrage des technologies propres au Canada

Afin de mettre en évidence les atouts et les faiblesses de la chaîne de démarrage des technologies propres au Canada, nous avons analysé :

- L'investissement en capital de risque par stade, y compris les financements de dette et les subventions reçues par des entreprises financées par capital de risque;
- La taille et le profil des sources de capital de risque et de financement par dette;
- Les brevets industriels;
- Les publications scientifiques;
- Les brevets universitaires.

L'analyse a été réalisée selon les différents sous-secteurs des technologies propres, en utilisant une classification inspirée en grande partie de celle du CleanTech Group (voir annexe 1).

Le marché américain est le principal point de comparaison pour évaluer les atouts et les faiblesses du Canada, en raison des nombreuses similitudes de nos systèmes universitaires et économiques. L'économie canadienne équivaut approximativement au dixième de celle des États-Unis. et ce point devient la référence globale. Quand un ratio Canada/ États-Unis. est supérieur à 10 %, on parle de force canadienne relative; quand il est inférieur, on parle de faiblesse canadienne relative.

Pour ce qui est des publications et des brevets, nous avons élargi certaines comparaisons au monde dans son ensemble, à la Chine et à certains pays européens.

7.1 Capital de risque : la faiblesse du Canada dans les grands contrats

L'analyse suivante sur le capital de risque, la dette et les subventions dont ont bénéficié des entreprises financées par le CR a été faite en utilisant les plus récentes données de la base de données Pitchbook. La nomenclature de Pitchbook comporte une catégorie technologies propres, mais pas de sous-secteurs spécifiques. L'équipe de Cycle Capital Management a donc procédé manuellement à la répartition des entreprises par sous-secteur de technologies propres.

Le secteur des technologies propres connaît une croissance spectaculaire depuis le début du siècle.

Au Canada comme aux États-Unis, le nombre de rondes de financement de capital de risque s'est multiplié par plus de dix de 2002-2003 à 2013-2014, mais il a ensuite diminué. Il est intéressant de noter sur le graphique ci-bas que l'écart entre le Canada et les États-Unis se resserre depuis 2011.

Aux États-Unis, la taille des rondes a doublé de 2001-2003 à 2007-2012, mais elle a beaucoup diminué depuis. Cette baisse affecte particulièrement les secteurs des nouvelles énergies. D'autres secteurs (TI liés aux technologies propres, technologies environnementales) sont plus stables. Globalement, les montants de CR investis aux États-Unis dans les secteurs des

technologies propres sont passés de 206 M\$ en 2002 à 5 G\$ (25 fois plus) en 2011, avant de retomber à 2,2 G\$ en 2015, ce qui reste toutefois 11 fois plus que le niveau de 2002.

Par rapport aux États-Unis, l'investissement de CR dans les technologies propres au Canada est similaire en termes de nombre de rondes de financement, mais nettement inférieur en montants investis.

En tenant compte de la taille relative des économies, le nombre de rondes de financement en CR au Canada est comparable à celui des États-Unis (9,8 %), mais leur taille est de moitié environ (56 %), de sorte que le montant total investi est également de moitié environ (5,5 %). La différence de taille des rondes au stade de démarrage et d'amorçage est légèrement plus bas (1,3%), les montants investis de 2,3 % inférieurs et l'écart se creuse encore plus pour les stades plus avancés du CR de développement (tableau ci-bas).

Tableau 2 – Investissement en CR dans les technologies propres (2010-H1 2016) :
Comparaison entre le Canada et les É.-U.

É T A P E	CANA D A / É.-U (%)		
	Nombre de cycles	Montants investis	Taille moyenne
Tout le CR	9,8 %	5,5 %	56 %
CR d'amorçage et de démarrage	8,7 %	6,7 %	77 %
CR de développement	11,1 %	5 %	45 %

Source des données : Pitchbook.

Les secteurs forts au Canada en comparaison des États-Unis sont les secteurs des biocarburants et des produits biochimiques, des matériaux avancés et, dans une moindre mesure, de l'eau et des eaux usées et de l'efficacité énergétique. Les secteurs où le Canada est particulièrement faible en comparaison des États-Unis sont les secteurs du stockage d'énergie, des transports et, dans une moindre mesure, de l'énergie solaire.

Le Canada accuse un retard dans les rondes plus importantes.

Au Canada, on ne compte que 17 rondes de financement de CR supérieures à 15 M\$ depuis 2010, contre 406 aux États-Unis (14 fois plus); sept entreprises ont levé plus de 50 M\$ en CR contre 183 aux États-Unis (26 fois plus).

Les 20 entreprises qui ont levé le plus de CR aux États-Unis ont levé de 326 M\$ à 1,2 G\$; 90 % de leurs investisseurs de CR sont américains et le montant moyen investi par investisseur est de 28 M\$.

Au Canada, des 20 premières entreprises qui ont levé de 20 M\$ à 292 M\$, 40 % de leurs investisseurs sont étrangers et le montant moyen investi par investisseur est de 7,5 M\$. La liste des 20 premières entreprises qui ont levé le plus de CR au Canada et aux États-Unis est présentée au tableau 6.

7.2 Taille des fonds et rôle des investisseurs de capital de risque étrangers dans les grandes rondes de financement au Canada

Les principaux fonds américains qui investissent dans les technologies propres sont des fonds de taille importante.

La liste des fonds de CR américains les plus actifs dans les technologies propres se compose de grands fonds multisectoriels tels que Kleiner Perkins, Khosla Ventures, Draper Fisher Jurvetson et NEA, et d'un petit groupe de fonds spécialisés dans ces technologies comme Braemar Energy Ventures, DBL Partners, le Groupe Westly et RockPort Capital Partners.

Ces gestionnaires de fonds gèrent une série de fonds de taille moyenne allant de 200 M\$ à 1,8 G\$, la plupart dépassant largement les 300 M\$. Cela explique pourquoi ils peuvent investir dans des rondes dont la taille moyenne se situe de 15 M\$ à 64 M\$ ou dans les 20 premières entreprises américaines qui ont levé, en moyenne, 28 M\$ par investisseur.

Les fonds canadiens sont de bien plus petite taille.

Au Canada, il existe seulement un petit nombre de fonds spécialisés dans les technologies propres et ils sont de taille relativement limitée, nettement inférieure à 300 M\$, à l'exception de XPV Water qui se spécialise dans les technologies liées au traitement de l'eau. Le tableau suivant mentionne la taille des principaux fonds agissant en territoire canadien.

Tableau 3 – Fonds basés au Canada investissant dans les technologies propres (2008-2016)

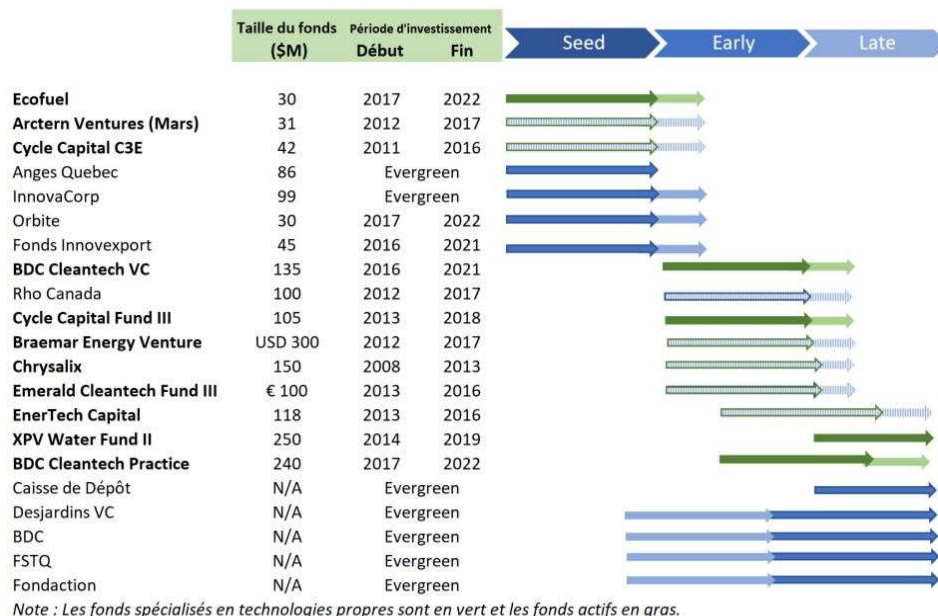
<p>Arctern Ventures, 30 M CAD (2012), totalement investi, Toronto, technologies propres</p> <p>BDC Capital, 152 M CAD (2011)</p> <p>Chrysalix Energy Ventures III, 128 M USD (2008), totalement investi, Vancouver, énergie, (fonds enregistré aux É.-U.)</p> <p>Cycle Capital Fund III, 109 M CAD (2013), Montréal, Toronto, New York, Seattle, technologies propres</p> <p>Cycle-C3E, 42 M CAD (2011), totalement investi, Montréal, Toronto, New York, Seattle, technologies propres, fonds d'amorçage</p> <p>Cycle Capital Fund I, 81 M CAD (2009), totalement investi, Montréal, Toronto, New York, Seattle, technologies propres</p> <p>Emerald Cleantech Fund III, 100 M € (2012), totalement investi, Zurich, Toronto (fonds européen)</p> <p>EnerTech Capital Partners IV, 125 M USD (2012), Philadelphie, Toronto, Montréal, Calgary, énergie (fonds américain)</p> <p>Pangaea Ventures III, 50 M USD (2012), Vancouver, matériaux nouveaux (fonds enregistré aux É.-U.)</p>

Pour ce qui est des actifs sous gestion, la plus grande équipe qui se concentre surtout sur les technologies propres est Cycle Capital Management (232 M\$ au Canada et 400 M\$ avec le nouveau fonds en Chine).

À ces fonds de capital de risque spécialisés, il faut ajouter Evok Innovations, un partenariat entre Cenovus Energy, Suncor Energy et la BC Cleantech CEO Alliance, qui a pour vocation de financer et d'accélérer le développement et la commercialisation d'innovations transformatrices en énergie (2015), des équipes plus généralistes, comme EDC, le Fonds de solidarité, Desjardins et Fondation, des groupes d'anges investisseurs, des bureaux de gestion de patrimoine.

Les tableaux suivants indiquent les fonds les plus actifs au Canada.

Tableau 4 – Fonds les plus actifs (à date Q3 2017)



Note : Les fonds spécialisés en technologies propres sont en vert et les fonds actifs en gras.

Source des données : Pitchbook, Cycle Capital Management et Ecofuel. 2017.

Tableau 5 – Fonds de capital de risque canadiens spécialisés dans les technologies propres actifs depuis 2010 – Actifs sous gestion et stades d'investissements.

FIRMES LES PLUS ACTIVES	NO DE TRANSACTIONS	MONTANT TOTAL DES RONDES EN MILLIONS DE DOLLARS CANADIENS
REAL VENTURES	45	\$396
500 STARTUPS CANADA	26	\$11
CYCLE CAPITAL MANAGEMENT (CCM)	12	\$112
INOVIA CAPITAL INC.	9	\$112
IGAN PARTNERS INC.	9	\$26
RELAY VENTURES	8	\$82
WESTCAP MGT. LTD.	7	\$2
GEORGIAN PARTNERS INC.	6	\$206
PORTAG3 VENTURES	6	\$122
LUMIRA CAPITAL INVESTMENT MANAGEMENT INC.	6	\$74
RHO CANADA VENTURES	6	\$47
YALETOWN PARTNERS INC	6	\$32

Source des données : Canadian Venture Capital and Private Equity Association (CVCA), 2017

Tableau 6- Investisseurs dans les entreprises canadiennes de technologies propres qui ont levé des rondes supérieures à 15M\$ (2010-1Q 2016) – (Bleu = investissements étrangers)

ENTREPRISE	INVESTISSEURS (équité)
Agrisoma - Québec	BDC Capital, Cycle Capital Management, Lune Rouge
Anaergia Inc. – Ontario	EDC, Global H2O Investments LLC , Macquarie Capital, Tandem Expansion Fund
BioAmber Inc. – Québec – titre public	AquaRIMCO, Avrio Capital, Lanxess, Mitsui Global Investment, NAXAMBER S.A., Naxos Capital Partners, Parametric Clifton, Samsung Venture Investment, Siclanova S.A.S., Sofinnova Partners, Unigrains
Delta-Q Technologies Corp. - Colombien Britannique	Tandem Expansion Fund
Distech Controls Inc. - Québec	Caisse de dépôt et placement du Québec, EnerTech , Fonds de solidarité FTQ, Investissements W2, Lior Investissements, Samsung Venture Investment
Ecobee Inc. – Ontario	Amazon.com , Carrier Corporation, Exportation et développement Canada, JLA Ventures, Just Energy Group , Ontario Capital Growth Corporation, Relay Ventures, Tech Capital Partners, Thomson Ventures
Enerkem Inc. -Québec	Banque Nationale, Braemar Energy Ventures , Cycle Capital Management, Fondation, Fonds de solidarité FTQ, Investissement Québec, Quince Associates, Rho Ventures, The Westly Group, Valero Energy, Waste Management
GaN Systems Inc. - Québec	BDC Capital, Chrysalix Energy Venture Capital, Cycle Capital Management, RockPort Capital, Tsing Capital
General Fusion Inc. – Colombie Britannique	BDC Capital Inc., Braemar Energy Ventures , Cenovus Energy Inc., Chrysalix Energy Venture Capital, Entrepreneurs Fund Management LLP, Explore Holdings LLC, Khazanah Nasional Berhad, Minor Capital (VCC) Ltd., investisseurs privés étrangers
Inocucor - Québec	Cycle Capital Management, Desjardins, TPG Art, Closed Loop
Mine Sens – Colombie Britannique	Argus, Carterpillar , Cycle Capital Management, Chrysalix, Prelude Ventures , EDC
Morgan Solar Inc. – Ontario	ArcTern Ventures, Enbridge, EnerTech Holding Company, Iberdrola, Kuwait Investment Authority, Nypro, PERSEO, The Frost Group, Turnstone Capital
Nexterra Systems Corp. – Colombie Britannique	ARC Financial Corp., Tandem Expansion Fund
Potentia Solar Inc. – Ontario	Conundrum Capital Corporation, MacKinnon, Bennett & Company Inc. (MKB), Victoria Square Ventures Inc.
Power Survey – Québec	Cycle Capital Management, EnerTech, Inv. Québec, Fonds de Solidarité FTQ

Comme dans d'autres secteurs, les fonds canadiens qui investissent dans les technologies propres cherchent à syndiquer leurs investissements avec des fonds américains de taille plus importante aux rondes B et suivantes afin de répondre à leurs défis particuliers. Ils s'appuient aussi sur leurs réseaux d'investisseurs industriels qui, par leurs investissements dans des fonds privés en CR ou directement à partir de leur bilan, jouent un rôle plus important dans les technologies propres que dans d'autres secteurs, surtout à l'étape du développement industriel. Étant donné l'importance des synergies avec les investisseurs industriels, beaucoup de fonds de CR qui investissent dans les technologies propres, comme Chrysalix et Cycle Capital Management, ont attiré dans leurs fonds des investisseurs industriels en tant que commanditaires. Dans certains cas, ils comptent aussi sur une aide financière publique (subventions, prêts spéciaux) pour la mise à l'échelle industrielle.

Les fonds de capital de risque d'entreprise et les entreprises elles-mêmes sont très actifs dans les grandes rondes. Au Canada, il s'agit principalement d'entreprises et de fonds étrangers.

Aux É.-U., les investisseurs industriels (entreprises ou groupes de capital de risque d'entreprise) jouent un rôle important dans 16 des 20 entreprises qui ont levé le plus de capitaux.

Au Canada, ces mêmes types d'investisseurs jouent un rôle important dans sept des neuf entreprises qui ont levé le plus de capitaux. Ils sont moins présents dans les entreprises situées du 11^e au 20^e rang :

Les fonds de capital de risque d'entreprise les plus actifs sont tous étrangers. Ils ne sont présents que dans un petit nombre d'entreprises et surtout dans les grandes rondes;

Les entreprises canadiennes de ressources naturelles, comme Enbridge et Cenovus, sont présentes aux côtés de sociétés américaines. Waste Management, Cenovus, Enbridge et Valero ont joué un rôle important dans 3 des 20 entreprises canadiennes qui ont levé le plus de capitaux, à savoir Enerkem (numéro 1), Morgan Solar (numéro 4) et General Fusion (numéro 5).

Des conditions de financement en fonds propres qui ne sont pas propices au développement d'entreprises de technologies propres indépendantes au Canada.

Les conditions de financement de fonds propres sont relativement précaires au Canada pour plusieurs raisons : le petit nombre de fonds spécialisés dans les technologies propres, leur taille inférieure à celle des fonds américains, un manque de fonds de CR d'entreprises canadiennes spécialisées en technologies propres, et un faible taux de participation des grandes entreprises canadiennes dans les rondes de technologies propres.

En conséquence, les entreprises canadiennes de technologies propres doivent compter sur des sources étrangères (fonds de CR indépendants et d'entreprises) pour les rondes plus importantes et les phases de développement. Ces investisseurs étrangers jouent un rôle important et positif, car ils apportent capitaux, compétences et réseaux pour faire croître ces entreprises.

Cependant, quand le capital de ces entreprises passe en grande partie entre des mains étrangères et que les investisseurs canadiens sont marginalisés, le développement d'entreprises indépendantes au Canada devient moins probable.

7.3 Financements par dette privée : l'importance des organismes gouvernementaux américains.

Les financements par dette privée jouent un rôle important dans les technologies propres, en particulier dans les secteurs qui ont besoin de beaucoup de fonds pour la phase de développement industriel.

Globalement, la situation de la dette privée contractée par les entreprises canadiennes de technologies propres financées par CR est assez similaire à celle du CR (tableau 7) : comparativement aux États-Unis, le nombre de rondes (8 %) est proche de la taille relative de l'économie canadienne (8 %). La taille moyenne des rondes est nettement inférieure (65 %). En conséquence, le montant total du financement par dette privée est de moitié ce qu'il est aux États-Unis (5,2 %).

Tableau 7- Financement par dette privée et investissements de capital de capital de risque dans les technologies propres (1S2010-2016) – CANADA et É.-U.

	CANADA / É.-U (%)		
	Nombre de rondes	\$ investis	Taille moyenne
Capital de risque	9,8 %	5,5 %	56,1 %
Dette privée	8 %	6,2 %	64,8 %

Source des données : Pitchbook.

Cependant, la distribution par secteur est très différente.

Aux États-Unis, la dette se concentre dans le solaire (71 %), ainsi que dans les biocarburants et les produits chimiques (17 %).

Au Canada, 88 % de la dette privée se concentre dans les biocarburants et les produits biochimiques. En pourcentage de ce qui se fait aux États-Unis, le secteur des biocarburants et des produits biochimiques est le seul secteur important dans lequel le Canada est relativement fort : 24 % de ce qui se fait aux États-Unis en nombre de rondes, 27 % en montants totaux et 112 % en taille moyenne des rondes de financement par dette privée. Au Canada, la dette est absente ou presque dans le solaire, le nucléaire ainsi que le recyclage et les déchets, alors qu'elle joue un rôle important aux États-Unis, surtout dans le solaire.

Aux États-Unis, 13 des 20 entreprises qui ont levé le plus de fonds propres ont également levé de la dette. Le montant total de la dette qu'elles ont levée (2,2 G\$) représente 22 % de

l'ensemble des fonds propres levés par les 20 premières entreprises et 36 % des capitaux levés par les seules entreprises qui ont également contracté de la dette privée.

Au Canada, selon la même source (Pitchbook), seules 2 des 20 premières entreprises ont levé de la dette privée, soit une dans les biocarburants et les produits biochimiques et l'autre dans le solaire. Les autres entreprises classées dans les 20 premières et spécialisées dans les biocarburants et les produits biochimiques, les matériaux avancés, le solaire et les carburants classiques n'ont pas recouru au financement par dette¹³.

Le financement par dette privée joue de toute évidence un rôle important dans le développement d'entreprises indépendantes et on y recourt moins au Canada qu'aux États-Unis.

Les fournisseurs de dette les plus actifs

Les dix principaux fournisseurs de dette en technologies propres aux États-Unis par montants prêtés sont les agences gouvernementales (Département de l'Énergie, Banque Fédérale de Financement, Département de l'Agriculture) et les grandes banques internationales.

Les fournisseurs de dette les plus actifs en nombre de financements sont des fonds spécialisés de dette privée (Trinity Capital, Hercules et Horizon Technology Finance), des banques et agences gouvernementales et une banque spécialisée dans le financement par dette (Silicon Valley Bank).

Les plus grands fournisseurs de dette auprès des entreprises canadiennes de technologies propres sont des organismes gouvernementaux américains (Département de l'Énergie et Département de l'Agriculture), un gestionnaire canadien d'actifs alternatifs (IAM), des fonds américains de dette privée (Hercules et Western Technology Investment) et une banque américaine (Comerica). Parmi les prêteurs canadiens de plus petite taille, on trouve un fonds de travailleurs (Fondation), des organismes gouvernementaux (Agriculture et Agroalimentaire Canada, AVAC), des groupes financiers canadiens (Groupe Kirchner et Espresso Capital Partners) et un cabinet d'avocats (Fasken Martineau). Le plus grand fonds canadien de dette privée (Wellington Partners) n'a fait aucun investissement canadien en technologies propres au cours de la période.

Pour résumer, il n'existe pas d'équivalents canadiens au Département de l'Énergie, au Département de l'Agriculture et à la Banque fédérale de financement des États-Unis qui fournissent des sommes importantes en financement par dette pour des technologies propres. Les plus grands prêteurs en la matière pour les entreprises canadiennes sont américains et la taille de leurs financements est nettement inférieure à celle des financements accordés aux États-Unis¹⁴.

¹³ De plus, le gouvernement du Canada, par l'intermédiaire de TDDC, a financé sous forme de dette 92 M\$ pour des projets de biocarburant à grande échelle, y compris 63 M\$ pour une installation industrielle financée par capital de risque. Ces chiffres ne sont pas mentionnés dans Pitchbook.

¹⁴ Cette conclusion doit être nuancée, car Pitchbook ne semble pas tenir compte dans ses statistiques de la totalité de l'activité d'EDC. Depuis le début de 2014, EDC a accordé des financements ou des garanties de dettes à 12 entreprises canadiennes financées par capital de risque. Cependant, ces financements restent de petite taille : 18 sont inférieurs à 1 M\$, sept se situent de 1 M\$ à 5 M\$, et un se situe de 5 M\$ à 15 M\$ (source : EDC). Ils ne sont pas comparables aux gros financements qui existent aux É.-U. Le Fonds des carburants ProGen de TDDC, maintenant fermé, a également été un créancier important des entreprises de biocarburants.

7.4 Subventions

Aux États-Unis, le Département de l'Énergie est le principal organisme subventionnaire pour les entreprises de technologies propres : 277 M\$ accordés à 68 entreprises, pour un montant moyen de 4,1 M\$ par entreprise.

Mais cinq autres organismes gouvernementaux américains accordent également des subventions importantes dont le montant moyen par entreprise se situe de 1 M\$ à 13,4 M\$. Il s'agit du Département de l'Agriculture (134 M\$), de la Commission de l'Énergie de la Californie (47 M\$), de la Fondation Nationale des Sciences (36 M\$), de la NASA (30 M\$) et de l'ARPA-E (13 M\$) (tableau 8).

Depuis 2010, TDDC a conclu 94 contrats de financement pour un total de 290 M\$ et une moyenne de 3,1 M\$ par financement. Parmi ces entreprises, 24 étaient financées par CR au début du projet. Compte tenu de la taille relative des économies, ces contrats ont une plus grande incidence au Canada que le Département de l'Énergie aux États-Unis. D'autres organismes fédéraux et provinciaux sont également actifs dans ces domaines. Malheureusement, les organismes canadiens ne sont pas bien représentés dans la base de données Pitchbook, ce qui rend les comparaisons difficiles.

Tableau 8 – Principaux organismes subventionnaires des entreprises de technologies propres financées par capital de risque aux É.U. (2010-1S2016)

N°	NOM DE L'INVESTISSEUR	TYPE D'INVESTISSEUR	CONTRATS	ENTREPRISES	M\$ INVESTIS	MONTANT MOYEN (M\$)
1	Département de l'Énergie	Gouv.	85	68	277,1	4,1
2	Fondation Nationale des Sciences	Gouv.	41	37	36,1	1,0
3	Département de l'Agriculture	Gouv.	12	10	134,1	13,4
4	Commission de l'Énergie de la Californie	Gouv.	11	10	46,7	4,7
5	NASA Gouv.	Gouvernement	8	8	29,9	3,7
6	Arpa-E Gouv.	Gouvernement	5	5	13,0	2,6
7	Agence Protection Environnement	Gouv.	4	4	0,7	0,2
8	Département de la Défense	Gouv.	3	3	2,3	0,8
9	Oregon BEST	Gouv.	3	3	0,3	0,1
10	Massachusetts Clean Energy Center	Gouv.	3	2	0,1	0,1

Source des données : Pitchbook.

7.5 Brevets industriels : le Canada presque à égalité avec les États-Unis grâce aux multinationales

Principales constatations :

Le nombre de brevets industriels canadiens pour la période 2000-2016 équivaut à 9 % du nombre de brevets aux États-Unis, ce qui correspond plus ou moins à la taille relative des économies. Cependant, dans la plupart des secteurs, la majorité des 15 premiers attributaires sont des multinationales non canadiennes;

Parmi les brevets industriels canadiens, 20 % se concentrent dans les matériaux avancés, 16 % sur l'efficacité énergétique, 13 % sur le stockage d'énergie, 11% sur les biocarburants et les produits biochimiques ,8% sur les piles à combustible et à hydrogène et finalement 8 % sur les transports;

La situation est assez similaire aux États-Unis. On note cependant une meilleure position dans les transports (11 %) et une position plus faible dans les piles à combustible et à hydrogène (5 %);

Le ratio Canada- États-Unis est supérieur à 10 % dans le recyclage et les déchets (15 %), l'eau et les eaux usées (13 %), l'air (14 %), les piles à combustible et à hydrogène (14 %), l'agriculture (12 %), les réseaux électriques intelligents (11 %) et l'énergie géothermique (10 %).

7.6 Publications : le Canada dans la cour des grands

Questel Consulting a recensé les publications scientifiques datant de 2000 à 2016¹⁵ en utilisant Scopus. Cette dernière est la plus grande base de données de résumés et de citations de documents revus par des pairs; elle couvre les revues scientifiques, les ouvrages et les conférences.

Les principales conclusions de l'analyse sont les suivantes :

- La recherche en technologies propres est forte au Canada : le nombre de publications scientifiques canadiennes équivaut à 15 % du nombre de publications aux États-Unis, soit une fois et demie son poids relatif;
- 72 % des publications canadiennes concernant les technologies propres se concentrent dans les transports et l'écomobilité (35 %), les matériaux avancés (16 %), le nucléaire (14 %) et l'air (7 %) – l'ordre est le même aux États-Unis;
- Le rapport Canada/ États-Unis est nettement supérieur à 10 % dans tous les secteurs, sauf le solaire.

¹⁵ Source : Questel Consulting, « Landscape & Benchmark Analysis – Phase 1 Canada's Cleantech Sectors », août 2016.

7.7 Brevets universitaires : faible taux de conversion des publications en brevets.

Nous avons utilisé la base de données Orbit pour recenser les brevets et demandes de brevets dans le monde entier pour la période 2000-2016. Orbit donne accès à l'une des plus grandes collections mondiales de brevets (plus de 80 millions de documents de brevets provenant de bureaux de brevets du monde entier) et comprend des fonctions de recherche et d'analyse poussées¹⁶.

Comme beaucoup d'universités et de centres de recherche canadiens déposent leurs brevets directement à l'étranger, notre méthodologie considère comme étant canadiens (i) les brevets de toute université ou centre de recherche d'abord déposés au Canada et (ii) les brevets de toute université, centre de recherche ou inventeur universitaire basés au Canada qui sont déposés ailleurs qu'au Canada.

Voici les principales conclusions de l'analyse :

- Le nombre de brevets universitaires par tranche de 1000 publications est, en moyenne, 2,3 fois plus petit au Canada qu'aux États-Unis. Résultat : le nombre de brevets universitaires au Canada n'équivaut qu'à 7 % de l'équivalent aux États-Unis;
- Ce taux de conversion des publications en brevets varie considérablement selon les secteurs, mais l'écart entre le Canada et les États-Unis demeure important dans tous les secteurs;
- Au Canada, les principaux secteurs pour les brevets universitaires sont les biocarburants et les produits biochimiques (30 %), les matériaux avancés (23 %), le stockage d'énergie (9 %), les piles à combustible et à hydrogène (8 %), l'efficacité énergétique (8 %) et le solaire (7 %);
- Aux États-Unis, ce sont les matériaux avancés (24 %), les biocarburants et les produits biochimiques (22 %), le stockage d'énergie (11 %), le solaire (9 %), l'efficacité énergétique (9 %) et les piles à combustible et à hydrogène (8 %).

7.8 Brevets et publications : le poids croissant de la Chine

Le tableau ci-bas présente le nombre de publications et de brevets et le taux de conversion des publications universitaires en brevets universitaires dans différents pays du monde.

Le taux de conversion en Chine (première au classement mondial avec 239 brevets universitaires pour 1000 publications universitaires) se classe dans une catégorie à part. Le taux de conversion du Canada (16) est inférieur à celui des États-Unis (37) et du Royaume-Uni (23), mais supérieur à celui de l'Allemagne (13) et de la France (6).

¹⁶ Source : Questel Consulting, « Landscape & Benchmark Analysis – Phase 1 Canada's Cleantech Sectors », août 2016.

Tableau 9 – Nombre de publication et de brevets concernant des technologies propres (2000-2015) et taux de conversion

	N O M B R E S			
	Publications	Brevets universitaires	Brevets industriels	Brevets universitaires pour 1 000 publications
Canada	140 057	2 288	20 246	16
É.-U.	907 175	33 933	226 077	37
Chine	889 507	212 813	787 848	239
Allemagne	254 624	3 283	86 532	13
France	181 026	1 173	24 304	6
R.-U.	214 705	4 876	18 149	23
Monde	4 510 100	325 787	1 818 473	72

Source des données : Questel Consulting, en se fondant sur Scopus et Orbit.

Le tableau 10 présente les rapports relatifs au nombre de publications et de brevets pour différents pays. La part de la Chine dans le monde est semblable à celle des É.-U. pour les publications (20 %) et nettement supérieure pour ce qui est des brevets universitaires (65 % c. 43 %). Cela tient peut-être à une attitude différente de celle des pays occidentaux par rapport aux publications et au dépôt de brevets, mais cela montre aussi l'importance croissante de la Chine dans les technologies propres.

En dehors de la Chine, l'Allemagne se distingue par son poids relatif dans les brevets industriels (40 % des États-Unis).

Tableau 10 – Nombre de publications et de brevets concernant des technologies propres en pourcentage mondial (2000 – 2015)

	N O M B R E S		
	Publications	Brevets universitaires	Brevets industriels
Canada	3,1 %	0,7 %	1,1 %
É.-U.	20,1 %	10,4%	12,4 %
Chine	19,7 %	65,3%	43,3 %
Allemagne	5,6 %	1 %	4,8 %
France	4 %	0,4 %	1,3 %
R.-U.	4,8 %	1,5 %	1 %
Monde	100 %	100 %	100 %

Source des données : Questel Consulting, en se fondant sur Scopus et Orbit.

8. Annexes

8.1 Classifications – Annexe 1

CATÉGORIE DE TECHNOLOGIES PROPRES	ANALYSE DU CR (RAPPORT)	ANALYSE DES PUBLICATIONS ET DES BREVETS (RAPPORT)
Matériaux avancés	Matériaux avancés	Matériaux avancés
Agriculture et alimentation	Agriculture et alimentation	Agriculture
Air	Air	Air
Biocarburants et produits biochimiques	Biocarburants et produits biochimiques	Biocarburants et produits biochimiques
Efficacité énergétique	Production d'énergie à partir de la biomasse	Efficacité énergétique
Stockage d'énergie	Carburants classiques	Stockage d'énergie
Piles à combustible et à hydrogène	Efficacité énergétique	Piles à combustible et à hydrogène
Production d'énergie à partir de la biomasse	Stockage d'énergie	Internet des objets en milieu industriel
Internet des objets	Piles à combustible et à hydrogène	Nucléaire
Nucléaire	Énergie géothermique	Recyclage et déchets
Recyclage et déchets	Énergie hydraulique et de la mer	Énergies renouvelables : solaire
Partage des ressources	Nucléaire	Énergies renouvelables : éolien
Réseau électrique intelligent	Recyclage et déchets	Énergies renouvelables : géothermique
Solaire	Production d'énergie renouvelable	Réseau électrique intelligent
Transports	Services	Transports
Véhicules aériens sans pilote	Réseau intelligent	Eau et eaux usées
Gestion de l'eau et des eaux usées	Solaire	
	Transports	
	Eau et eaux usées	
	Éolien	
	Autres technologies propres	