

Éric N. Duhaime, Ph.D.

L'économie numérique : portrait et enjeux au Québec

Février 2022

© Institut de recherche en économie contemporaine
ISBN: 978-2-924927-75-5

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2022
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Canada, 2022

IRÉC, 10555, Avenue de Bois-de-Boulogne,
CP 2006, Montréal (Québec) H4N 1L4

Notice biographique

Éric N. Duhaime est chercheur à l'IRÉC et chargé de cours à l'UQAM. Détenteur d'un doctorat en sociologie et en philosophie réalisé en cotutelle (UQAM et Université de Strasbourg), il est spécialisé en sociologie économique et s'intéresse au rôle de la science et de la technologie dans le cadre de la dynamique économique contemporaine : propriété intellectuelle, actifs intangibles, grandes corporations, économie numérique, etc.

Table des matières

Faits saillants	4
Liste des acronymes	5
Liste des graphiques, illustrations et tableaux	7
Introduction	8
CHAPITRE I	
Les prémisses de l'économie numérique : la nouvelle économie	12
1.1. Les caractéristiques générales de la nouvelle économie.....	12
1.2. Historique de la nouvelle économie au Québec.....	14
1.3. Les stratégies d'innovation.....	18
1.4. Statistiques sur l'évolution de la nouvelle économie.....	20
1.5. Conclusion	26
CHAPITRE II	
L'économie numérique et son implantation au Québec.....	27
2.1. Technologies et infrastructures de l'économie numérique.....	27
2.2. Les entreprises de plateforme : un nouveau modèle d'affaires.....	31
2.3. Le virage numérique au Québec.....	38
2.4. Le cœur de l'économie numérique : l'intelligence artificielle	41
2.5. La concentration des ressources.....	48
2.5. Conclusion	51
CHAPITRE III	
Enjeux et défis de l'économie numérique	52
3.1. Le contrôle technologique	52
3.2. La polarisation du travail	60
3.3. Des voies à explorer	64
3.4. Conclusion	72
Conclusion	74
Bibliographie	75

Faits saillants

- La stratégie entourant le développement de l'économie numérique au Québec s'inspire des dispositifs qui caractérisaient la nouvelle économie implantée au cours des années 1980 et 1990. Trois types de mesures sont privilégiées : 1) la stimulation des investissements en R-D par l'entremise de crédits d'impôt ; 2) l'encouragement du transfert technologique par des subventions conditionnelles aux partenariats et la mise sur pied d'organismes d'intermédiation ; 3) la consolidation du secteur de financement par capital de risque pour favoriser la création d'entreprises émergentes.
- Si les mesures visant à encourager le développement scientifique et technologique au Québec ont permis d'accroître les investissements et le personnel affecté à la R-D dans le secteur des entreprises au cours des années 1990, ceux-ci stagnent et même déclinent légèrement depuis le tournant des années 2000. De fait, le financement de la R-D repose de façon croissante sur les institutions et les fonds publics.
- L'économie numérique est fondée sur des technologies et des infrastructures dont l'empreinte environnementale se révèle de plus en plus préoccupante, aussi bien en ce qui concerne la consommation énergétique, l'extraction de minerais que l'émission de gaz à effet de serre.
- Les géants du numérique marquent l'avènement d'un nouveau modèle d'affaires : l'entreprise de plateforme. Cette dernière assure l'intégration d'activités inédites ou informelles aux grands circuits du capital, tire ses principaux revenus de la collecte et de la valorisation des données, cherche à imposer sa plateforme comme intermédiaire exclusif dont elle contrôle les règles de fonctionnement et tend à nier les différentes formes d'activités qu'elle encadre en tant que travail.
- Les ressources consacrées au développement de l'économie numérique au Québec sont colossales, en particulier en ce qui concerne l'« écosystème » en intelligence artificielle, où elles se retrouvent concentrées à un double titre : d'une part, en comparaison aux autres secteurs de recherche et, d'autre part, en ce qui concerne le petit réseau de personnes qui administrent les organismes qui en sont névralgiques.
- Deux enjeux fondamentaux se dégagent du développement de l'économie numérique et de la stratégie adoptée au Québec : la tendance à la fuite des technologies et de la propriété intellectuelle ainsi que la polarisation du travail entre des emplois qualifiés aux conditions enviables et de nouvelles formes de travail atypiques et précaires.
- Différentes voies devraient être explorées afin que les ressources et les efforts consacrés à l'économie numérique bénéficient davantage à l'ensemble de la société, de façon durable et équitable : 1) mettre en place une politique d'encadrement de la propriété intellectuelle issue des recherches financées par des fonds publics ; 2) explorer les possibilités offertes par le logiciel libre et faciliter son utilisation par les PME, les organismes publics et sans but lucratif ; 3) encourager et soutenir l'application de plateformes numériques dans la sphère de l'économie sociale.

Liste des acronymes

ACPPU	Association canadienne des professeures et professeurs d'université
BC	Banque du Canada
BLEU	Bureaux de liaison entreprises-universités
CCTT	Centre collégial de transfert de technologie
CDL	Creative Destruction LAB
CDPQ	Caisse de dépôt et placement du Québec
CEFARIO	Centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations
CGU	Conditions générales d'utilisation
CIFAR	Canadian Institute for Advance Research
CIM	Center for Intelligent Machines
CIRRELT	Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport
CIRST	Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie
CLT	Centres de liaison et de transfert
COGIA	Comité d'orientation de la grappe en IA
CRDM	Centre de recherche en données massives de l'Université Laval
CRIM	Centre de recherche informatique de Montréal
CSCE	Canadian Survey of Consumer Expectations
CVCA	Canadian Venture Capital Association
DIRD	Dépenses intra-muros de R-D
DIRDE	Dépenses intra-muros de R-D du secteur des entreprises
F&A	Fusions et acquisitions
FDT	Fonds de développement technologique
FQPPU	Fédération québécoise des professeures et professeurs d'université
FRQNT	Fonds de recherche du Québec – Nature et technologie
FSF	Free Software Foundation
GAFAM	Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft
GERAD	Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions
IA	Intelligence artificielle
IGM	Innovatech du Grand Montréal
IQ	Investissement Québec
IQCA	Innovatech Québec et Chaudière-Appalaches
ISQ	Innovatech du Sud-du-Québec
ISQ	Institut de la statistique du Québec
IVADO	Institut de valorisation des données
LiLiQ	Licence Libre du Québec
MESI	Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation
MFE	Ministère des Finances et de l'Économie
MRST	Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie
MST	Ministère de la Science et de la Technologie

OSBL	Organisme sans but lucratif
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OSI	Open Source Initiative
PAPE	Premier appel public à l'épargne
PME	Petites et moyennes entreprises
R-D	Recherche et développement
RCE	Réseaux de centres d'excellence
RDIC	Enquête annuelle sur la R-D dans l'industrie canadienne
SDI	Société de développement industriel
SGF	Société générale de financement
SQRI	Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation
TIC	Technologies de l'information et des communications
USPTO	Bureau américain des brevets et des marques de commerce

Liste des graphiques, illustrations et tableaux

Graphique 1	Dépenses intra-muros de R-D (DIRD) en pourcentage du PIB	21
Graphique 2	Part des dépenses de R-D intra-muros du secteur des entreprises (DIRDE) dans le total de la DIRD au Québec	21
Graphique 3	Dépenses intérieures brutes en R-D (M\$), selon le secteur de financement et le secteur d'exécution au Québec, 2018	22
Graphique 4	Dépenses en R-D financées et exécutées par des entreprises en M\$ constants au Québec (2018 = 100)	23
Graphique 5	Aide fiscale du gouvernement du Québec pour la R-D industrielle en M\$ constants au Québec (2018 = 100)	23
Graphique 6	Personnel en R-D dans le secteur des entreprises au Québec	24
Graphique 7	Dépenses en R-D financées par des entreprises et exécutées par des universités en M\$ constants au Québec (2018 = 100)	25
Graphique 8	Investissements en capital de risque en M\$ constants au Québec (2018 = 100)	25
Graphique 9	Brevets américains inventés et détenus au Canada, 1998-2017	54
Graphique 10	Nombre de sorties en capital de risque au Canada : fusions et acquisitions (F&A) et premier appel public à l'épargne (PAPE)	57
Graphique 11	Participation à des activités informelles au Canada, T2-T4 2018	63
Illustration 1	Les paramètres organisationnels et institutionnels de la nouvelle économie	14
Illustration 2	L'écosystème de l'intelligence artificielle au Québec	50
Tableau 1	Empreinte environnementale des infrastructures numériques	30
Tableau 2	Mesures budgétaires visant la mise en place d'une économie numérique au Québec	40
Tableau 3	Crédits d'impôt et congés fiscaux pour la R-D au Québec (M\$)	44
Tableau 4	Principales sorties de capital de risque au Québec, 2017-2021	59

Introduction

Par un après-midi de septembre 2015, Yoshua Bengio, figure montante de l'intelligence artificielle, rencontra quelques collègues dans une résidence de Montréal. Cette réunion devait porter sur l'orientation stratégique d'un organisme de transfert technologique fondé quelques années plus tôt, mais la conversation bifurqua vers d'autres préoccupations qui l'occupaient depuis un certain temps. Professeur au département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal, il s'inquiétait pour son champ de recherche qui était, en quelque sorte, victime de son succès. Il peinait à retenir les étudiants en formation et en recherche qui étaient parfois recrutés par de grandes entreprises américaines avant même de compléter leurs études, drainant ainsi l'expertise développée à Montréal. Il se demanda alors s'il était possible d'utiliser les armes de ces grandes entreprises pour rivaliser avec elles, c'est-à-dire de mettre en place une entreprise qui permettrait de retenir l'expertise développée à Montréal et de participer à la consolidation d'un écosystème local en intelligence artificielle. Au terme de cette rencontre, Jean-François Gagné, un entrepreneur en série qui était en résidence au fonds d'investissement Real Ventures, s'engagea à élaborer un plan d'affaires¹.

En octobre 2016, l'entreprise Element AI fut créée par cinq cofondateurs : Yoshua Bengio, Jean-François Gagné, Anne Martel (auparavant cheffe des opérations chez Génie Audio), Jean-Sébastien Cournoyer (cofondateur de Real Ventures) et Nicolas Chapados (ancien doctorant de Bengio et cofondateur de quatre entreprises, dont Imagia). On souhaitait que la nouvelle société serve d'incubateur à des entreprises émergentes qui mettraient en valeur les résultats de recherches universitaires, qu'elle rende plus accessibles des produits sur mesure d'intelligence artificielle pour des entreprises qui n'avaient pas les moyens de les développer elles-mêmes et qu'elle favorise la rétention de la main-d'œuvre qui était formée à Montréal. Pour ce faire, on entendait miser sur les compétences formées dans le milieu universitaire montréalais, notamment sur les étudiants supervisés par Bengio, qui pourraient travailler à temps partiel tout en complétant leurs études².

Le modèle d'affaires qui fut arrêté préconisait une stratégie dynamique (« aggressive », selon l'anglicisme répandu) s'inspirant de l'idée de « supercrédibilité » promue par un entrepreneur et auteur reconnu de la Silicon Valley, Peter Diamandis. L'une des idées centrales de cette philosophie entrepreneuriale est la suivante : « *start at the top, then work your way up* »³. Autrement dit, il s'agit de parvenir à présenter une vision et une stratégie entrepreneuriales qui sauront susciter l'adhésion naturelle, voire l'enthousiasme du milieu des affaires et des investisseurs en mettant l'accent sur les perspectives bien davantage que sur des résultats tangibles. Dans cet ordre d'idée, les cofondateurs d'Element AI décidèrent de miser sur leur notoriété, tant dans le milieu de la recherche que dans celui du financement par capital de risque, de consacrer d'importantes ressources aux communications et d'embaucher rapidement les meilleurs talents pour confirmer le leadership de leur entreprise en intelligence artificielle.

¹ Vauhini Vara, « Can this startup break big tech's hold on A.I. ? », *Fortune*, 25 juin 2018.

² *Idem.* ; Sean Silcoff, « Canada's AI dream : Montreal-based innovator Element AI has impressive backers and a hefty bankroll, but can it deliver what it promises ? », *The Globe and Mail*, 20 juillet 2019.

³ Cité dans Sean Silcoff, « Canada's AI dream », *loc cit.* Sur la notion de supercrédibilité et le modèle d'affaires d'Element AI, voir également l'entrevue offerte par certains de ses cofondateurs dans le cadre du Startupfest de 2017, en ligne : <https://www.youtube.com/watch?v=-qxAjhr3XkQ&t=7s>.

La stratégie sembla fonctionner. En 2017, Element AI procéda à une première collecte de fonds privés permettant d'amasser la somme exceptionnelle de 141 M\$, avec l'implication de Real Ventures et des investisseurs importants comme BDC Capital, la Banque Nationale du Canada, Data Collective, Intel Capital, Microsoft Ventures, etc⁴. En 2019, une seconde collecte de fonds permit d'amasser cette fois 200 M\$, avec la participation de la Caisse de dépôt et placement du Québec (CDPQ), Investissement Québec (IQ) et la firme McKinsey & Company⁵.

L'entreprise prit rapidement de l'essor. Elle ouvrit des antennes au Canada et à l'international (Toronto, Londres, Singapour, Séoul). Elle recourra à des lobbyistes pour inciter le gouvernement du Québec à encourager l'avènement d'un écosystème en intelligence artificielle et recruta à grande vitesse, comptant quelque 500 employés en 2019. L'ambition était grande, comme le disait Bengio : « *The dream was, "The next Google is going to be Canadian"* »⁶.

Or, ce qui avait toutes les apparences d'une histoire à succès cachait tout de même certaines faiblesses. En juillet 2019, Sean Silcoff, un journaliste du *Globe and Mail*, attirait l'attention sur un ensemble d'éléments problématiques, comme le fait d'opter pour des solutions sur mesure, une approche souvent moins profitable que de miser sur la commercialisation à plus grande échelle d'un produit solide et de moduler la croissance en fonction des ventes. Aussi, certains choix quant à l'allocation des ressources apparaissaient étranges pour une entreprise émergente, comme l'importance des fonds consacrés aux communications, au lobbying ainsi qu'à une équipe de 71 personnes en recherche fondamentale. Enfin, bien qu'il soit normal pour une entreprise émergente d'avoir des dépenses plus élevées que les revenus, l'écart était prononcé chez Element AI. Toujours selon Silcoff, certains observateurs extérieurs estimaient que le rythme de dépenses devait avoisiner les 5 M\$ par mois, alors que, d'après une autre source, les revenus annuels de 2018 ne dépassaient pas 10 M\$⁷.

Au cours de l'année 2019, Element AI chercha à resserrer sa stratégie autour de certains produits clés. Toutefois, l'entreprise peinait à atteindre le stade de commercialisation, plusieurs partenariats vacillaient et elle semblait difficilement en mesure d'atteindre les objectifs qui lui avaient été fixés pour accéder à la deuxième tranche de capitaux amassés lors de la seconde collecte de fonds. Aussi, les liquidités commençaient à tarir⁸.

On connaît la suite. Element AI fut acquise par ServiceNow, une entreprise américaine dont le siège social se situe à Santa Clara, en Californie, qui possédait alors une capitalisation boursière de 103 G\$ US et qui en était à sa quatrième acquisition en 2020⁹. Le gouvernement du Québec aurait certainement pu intervenir pour maintenir l'entreprise sous contrôle québécois, notamment par l'intermédiaire d'IQ, mais préféra s'abstenir, ne

⁴ CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement 2017, 2018*, p. 14.

⁵ CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement 2019, 2020*, p. 15.

⁶ Cité dans Sean Silcoff, « Canada's AI dream », *loc. cit.*

⁷ *Idem*.

⁸ Sean Silcoff, « Once touted as a technology world-beater, Montreal's Element AI sells out to Silicon Valley giant », *The Globe and Mail* (Online), 30 novembre 2020.

⁹ Denis Lalonde, « Element AI vendue à la société américaine ServiceNow », *Les affaires*, 30 novembre 2020.

voyant pas de rendement à court terme¹⁰. De même, la CDPQ, qui avait déjà consacré beaucoup de temps et d'énergie à l'accompagnement de cette entreprise, préféra également s'abstenir, prétextant agir en fonction des intérêts de ses déposants¹¹. À l'aune des éléments mentionnés précédemment, on comprend ce qui a pu motiver de telles décisions. Mentionnons toutefois que la CDPQ et IQ parvinrent tous deux à récupérer leur mise, si bien que les fonds investis furent épargnés dans l'aventure¹².

Pour ServiceNow, cette acquisition visait à mettre la main sur l'expertise qu'était parvenue à rassembler Element AI – tout de même réduite à quelque 300 employés au moment de la transaction – et la propriété intellectuelle qu'elle avait développée – plus de 80 brevets, mais dont la plupart n'étaient qu'au stade de la demande¹³.

La courte histoire d'Element AI ne manque pas d'ironie : la stratégie de croissance préconisée aura finalement facilité la tâche à une entreprise américaine pour mettre la main sur l'expertise et les technologies qu'elle voulait faire croître au Québec. À cet égard, il n'est pas inutile de souligner que la stratégie menée par Element AI n'était pas sans entraîner des pressions, compte tenu de la rareté de l'expertise, sur d'autres entreprises du secteur, elles aussi enracinées au Québec¹⁴. Si d'aucuns peuvent se réjouir du fait que ServiceNow ait converti Element AI en centre d'innovation basé à Montréal, la réjouissance pourrait être éphémère puisque rien ne garantit le maintien local de cette expertise à long terme, et encore moins les retombées entourant la propriété intellectuelle développée.

Outre la perte d'un soi-disant « fleuron » québécois de l'intelligence artificielle, cette histoire soulève de sérieuses questions. Le Québec possède-t-il les moyens de rivaliser avec les géants américains du numérique ou peut-il, à tout le moins, tirer son épingle du jeu ? Quels moyens déploie-t-il à cet effet ? La stratégie adoptée est-elle optimale ? Enfin, quels sont les enjeux soulevés par le déploiement du modèle d'affaires qui prévaut dans ce secteur de l'économie ? Voilà un ensemble de questions que nous chercherons à éclairer dans le présent rapport.

Afin de bien comprendre la stratégie ainsi que les dispositifs organisationnels et institutionnels qui encadrent l'économie numérique au Québec depuis le milieu des années 2010, nous nous permettrons un léger détour historique. En effet, si l'économie numérique revêt des caractéristiques inédites, les mesures qui sont mises en place pour encourager son développement sont toutefois plus anciennes. Ces dernières remontent aux années 1980 et 1990, c'est-à-dire à ce que l'on désignait alors sous la notion de « nouvelle économie ». Ce petit détour nous permettra non seulement de mieux comprendre les origines, les paramètres et les politiques adoptées pour favoriser la croissance de l'économie numérique, il nous permettra aussi d'apprécier les retombées d'une telle stratégie sur une plus longue période.

¹⁰ Robert Dutrisac, « Intelligence artificielle - Contre mauvaise fortune », *Le Devoir*, 3 décembre 2020 ; Karim Benessaieh, « Le ministre Fitzgibbon veut un « wake-up call », *La Presse +*, 7 décembre 2020.

¹¹ Francis Halin et Sylvain Larocque, « Une mine d'or de savoirs cédée aux américains », *Le Journal de Montréal*, 1 décembre 2020 ; Julien Arsenault, « Element AI a demandé beaucoup de temps à la CDPQ depuis deux ans », *Le Nouvelliste*, 2 décembre 2020.

¹² Stéphane Bordeleau, « La firme montréalaise Element AI vendue à l'américaine ServiceNow », *Radio-Canada*, 30 novembre 2020.

¹³ Sean Silcoff, « Once touted as a technology world-beater », *loc. cit.*

¹⁴ Voir par exemple la réaction de Louis Têtu, fondateur et président de COVEO et vice-président du conseil d'administration du Conseil canadien des innovateurs, dans Karim Benessaieh, « Element AI acquise par une firme californienne », *La Presse +*, 1^{er} décembre 2020.

Notre démarche s'appuie sur les études existantes et les données disponibles afin d'en réaliser une analyse et une synthèse originale. Il existe déjà de nombreux ouvrages et analyses critiques portant de façon générale sur l'émergence de l'économie numérique et les enjeux qui s'y rattachent. Cependant, lorsqu'il est question du Québec, il existe certes quelques études éclairantes, mais elles se font rares et se perdent souvent dans un environnement documentaire et médiatique largement occupé par une multitude d'organismes et de groupes d'intérêts qui ne ménagent aucun effort promotionnel. Au surplus, les données sont souvent manquantes, parfois inaccessibles, et la plupart du temps incomplètes pour bien cerner les contours de l'économie numérique et bien rendre compte de ses impacts et de ses retombées au Québec.

Pour contourner un tant soit peu ces difficultés, nous avons privilégié un traitement utilisant les sources documentaires les plus éclairantes, même si cela nous a parfois constraint, au fil des sections, à passer du niveau national au niveau fédéral ou international en fonction des études et des données disponibles. À chaque fois, nous en précisons toutefois la portée et les limites, avec en tête le souci de contextualiser des développements qui se déploient à l'échelle du monde et à une vitesse fulgurante.

Le rapport se divise en trois chapitres :

1. Le premier chapitre se penche sur les origines de la stratégie adoptée en matière d'économie numérique et qui renvoie aux mesures types de la stratégie plus ancienne visant la mise en place d'une nouvelle économie au Québec, soit du début des années 1980 au tournant des années 2000. Ce chapitre se termine par une section qui vise à rendre compte de l'évolution des indicateurs qui se rattachent aux mesures adoptées dans le cadre de cette nouvelle économie et qui furent maintenues, par le biais des Stratégies québécoises de la recherche et de l'innovation, jusqu'à l'actuelle économie numérique.
2. Le deuxième chapitre entend cerner les caractéristiques spécifiques de l'économie numérique. Nous portons d'abord notre regard sur les technologies numériques, en nous intéressant à la fois à leurs dimensions immatérielles et matérielles, pour ensuite délimiter les contours du nouveau modèle d'affaires qui est propre aux entreprises de plateforme. En insistant sur l'écosystème de l'intelligence artificielle, nous cherchons enfin à rendre compte des différents paramètres institutionnels et organisationnels qui encadrent l'économie numérique au Québec.
3. Dans le dernier chapitre, nous abordons deux enjeux centraux de l'économie numérique qui découlent du nouveau modèle d'affaires adopté par les entreprises de plateforme, à savoir le contrôle technologique et la polarisation des formes de travail qu'il génère. Ces enjeux sont abordés aussi bien à l'échelle du modèle global qu'à celle de leurs caractéristiques spécifiques dans le contexte québécois. La dernière section propose des voies à explorer afin de tirer le meilleur parti des efforts et ressources que le Québec consacre à l'économie numérique. Trois avenues sont identifiées pour les orienter vers un développement plus équitable, durable et à visage humain.

CHAPITRE I

Les prémisses de l'économie numérique : la nouvelle économie

L'économie numérique qui se met en place au Québec comporte de multiples caractéristiques inédites, au point où certaines personnes conçoivent celle-ci comme une 4^{ème} révolution industrielle¹⁵. Or, si cette économie comporte de nouvelles caractéristiques, à commencer par les technologies sur lesquelles elle repose et le nouveau modèle d'affaires des entreprises de plateforme, les politiques et stratégies qui encadrent son déploiement se révèlent toutefois déjà connues. En effet, les dispositifs organisationnels et institutionnels qui favorisent la mise en place de l'économie numérique au Québec sont les mêmes qui, à une époque pas si lointaine, visaient le développement de ce que l'on appelait alors la « nouvelle économie ».

C'est dans cet ordre d'idées que ce premier chapitre entend faire état de la stratégie et des politiques publiques qui encadraient le déploiement de la nouvelle économie au Québec du début des années 1980 au début des années 2000. Cela nous permettra de mettre en perspective et de mieux comprendre les modalités organisationnelles et institutionnelles qui encadrent actuellement le déploiement de l'économie numérique. Pour ce faire, nous offrirons d'abord une définition conceptuelle et une description générale des traits caractéristiques de la nouvelle économie. Nous porterons ensuite notre regard sur l'histoire de sa mise en place. Enfin, nous rendrons compte de l'évolution longitudinale de certains indicateurs clés de cette dernière.

1.1. Les caractéristiques générales de la nouvelle économie

La nouvelle économie se caractérise, certes, par l'apparition et le développement de nouvelles technologies au cours des années 1990, comme les technologies de l'information et des communications (TIC), les biotechnologies ou encore certaines technologies de pointe comme l'aérospatial. Cela dit, la « nouvelle économie » constitue, d'un point de vue technologique, une expression « fourre-tout » dans la mesure où elle tend à inclure de plus en plus de « nouvelles » technologies au fur et à mesure que celles-ci se développent. D'ailleurs, l'expression est parfois employée, aujourd'hui encore, pour désigner les technologies numériques qui ont été développées dans le prolongement des TIC.

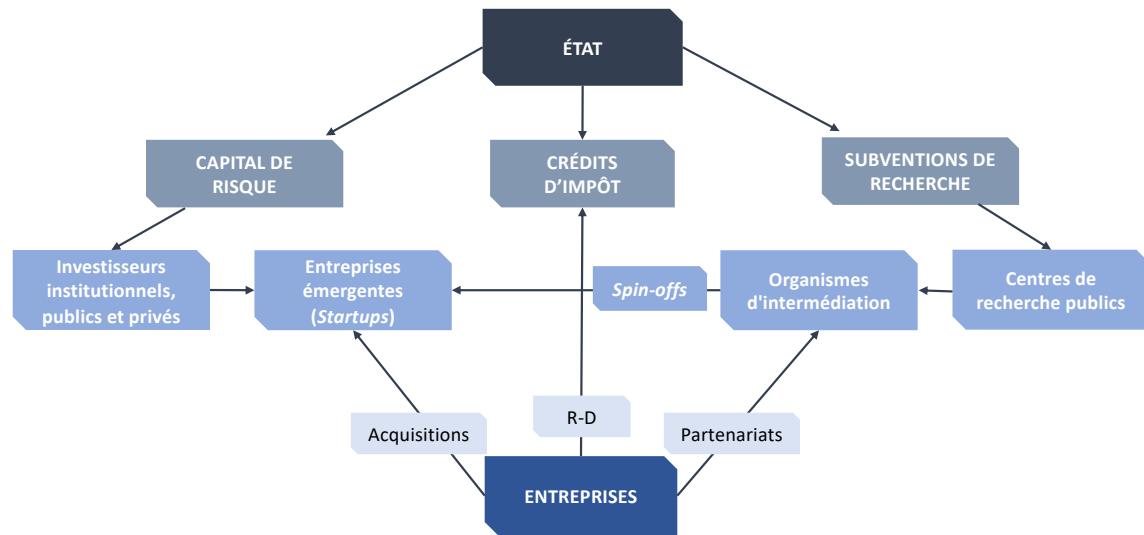
Ainsi, par-delà les technologies elles-mêmes, c'est plutôt la place centrale qui est accordée à l'innovation technologique dans le cadre des stratégies économiques qui est déterminante en ce qui concerne la nouvelle économie, et cela aussi bien du point de vue des stratégies d'affaires adoptées par les entreprises à l'égard de leurs concurrentes que du point de vue des stratégies économiques adoptées par plusieurs États dans le contexte de la globalisation. En ce sens, la nouvelle économie se caractérise aussi bien par l'émergence de nouvelles pratiques d'affaires que par la mise en place concomitante de politiques publiques entourant l'innovation technologique.

¹⁵ C'est le cas de Dominique Anglade lors de la présentation du Plan d'action en économie numérique de 2016, alors ministre de l'Économie, de la Science et de l'Innovation dans le gouvernement libéral de Philippe Couillard : MEI, *Plan d'action en économie numérique : pour l'excellence numérique des entreprises et des organisations québécoises*, Québec, Gouvernement du Québec, 2016, p. 4.

Pour les entreprises, la nouvelle économie se caractérise par une accentuation des pratiques liées à l'innovation technologique. Cela implique un accroissement des dépenses en recherche et développement (R-D), mais aussi une tendance à externaliser une partie des activités liées au développement de nouvelles technologies, et cela de deux manières. D'abord, les entreprises s'engagent de plus en plus dans des projets de recherche réalisés en collaboration avec des laboratoires de recherche publics, qu'ils relèvent d'établissements universitaires, collégiaux ou gouvernementaux. Ces partenariats permettent de partager les coûts importants qui sont liés aux activités de R-D, mais aussi les résultats qui en découlent par le biais d'ententes portant sur la propriété intellectuelle. Ensuite, les entreprises consacrent de plus en plus d'efforts et de ressources à la prospection et à l'acquisition d'entreprises émergentes (*startups*) qui sont financées par le capital de risque. L'acquisition d'entreprises émergentes par de grandes entreprises constitue en effet, par opposition à l'entrée en bourse, la stratégie de sortie privilégiée du capital de risque, ce qui permet aux grandes entreprises de s'approprier des technologies névralgiques sans encourir elles-mêmes les risques liés à leur développement.

Cela étant dit, ces nouvelles stratégies d'affaires qui sont caractéristiques de la nouvelle économie ne relèvent pas seulement des initiatives éparses qui ont été prises par les entreprises elles-mêmes. De fait, elles sont le pendant de politiques publiques et de mesures stratégiques qui ont été mises en place par les gouvernements (illustration 1). En effet, l'augmentation des dépenses en R-D réalisées par les entreprises a été stimulée par l'adoption d'une panoplie de crédits d'impôt. Il en va de même en ce qui concerne l'innovation réalisée à l'externe. D'abord, plusieurs mesures visaient à encourager les collaborations de recherche entre les entreprises privées et les laboratoires publics au moyen de programmes de financement conditionnels à l'établissement de partenariats ou encore à favoriser le transfert et la valorisation de technologies développées au sein de centres de recherche publics par la mise sur pied d'un ensemble d'organismes d'intermédiation : bureaux de liaison, sociétés de valorisation, incubateurs, pôles technologiques, etc. Ensuite, plusieurs mesures visaient à faciliter le financement par capital de risque afin de favoriser la création et le développement d'entreprises émergentes, en cherchant à augmenter les ressources disponibles et à consolider le secteur.

Illustration 1 – Les paramètres organisationnels et institutionnels de la nouvelle économie



1.2. Historique de la nouvelle économie au Québec

Les politiques publiques qui furent adoptées au Québec pour favoriser la mise en place d'une nouvelle économie s'inspiraient grandement de la réorganisation du système national d'innovation des États-Unis. De fait, ce pays constitue le lieu d'origine et l'exemple type des dispositifs organisationnels et institutionnels caractéristiques de la nouvelle économie, et dont les succès de certaines régions comme la Silicon Valley ou la Route 128 à Boston créèrent des émules dans de nombreuses régions du monde. Dès le début des années 1980, une série de politiques publiques furent mises en place afin de favoriser l'avènement d'un nouveau système d'innovation.

Le Québec n'a pas tardé à emboîter le pas. La mise en place de la nouvelle économie s'y est échelonnée sur une période de vingt ans, du début des années 1980 au début des années 2000. Cette période est marquée par le déplacement du centre d'intérêt des politiques québécoises de recherche qui passa de la science, à la technologie, et enfin à l'innovation. Alors que les politiques centrées sur la science visaient à doter le Québec de bases institutionnelles solides en formation et en recherche de haut niveau, les politiques technologiques adoptées à partir du début des années 1980 ciblaient quant à elles des secteurs technologiques stratégiques afin que la recherche puisse contribuer au développement économique. Enfin, les politiques et stratégies d'innovation adoptées à partir du début des années 2000 placèrent les entreprises au cœur du système d'innovation, les objectifs de recherche devant désormais être déterminés en étroite collaboration avec elles et dans le cadre de projets réalisés en partenariats¹⁶.

¹⁶ Yves Gingras, « Des politiques scientifiques aux stratégies d'innovation », Magazine ACFAS, 2012 (en ligne : <https://www.acfas.ca/publications/magazine/2012/09/politiques-scientifiques-aux-strategies-innovation>) ; Yves Gingras et al., « La place des universités dans les politiques scientifiques et technologiques canadiennes et québécoises », dans Denis Bertrand et Paul Beaulieu (dir.), *L'État québécois et les universités : état et enjeux*, Sainte-Foy, PUQ, 1999, p. 69-99.

En 1980, un premier document publié sous le gouvernement du Parti québécois, *Un projet collectif : énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique*, visait à assurer un rééquilibrage entre les intérêts de la communauté scientifique et les besoins de la société en général. Tout en insistant sur l'importance de mettre en place des bases solides pour la formation et la recherche, le gouvernement entendait déterminer des secteurs de recherche prioritaires en fonction de leur potentiel économique. De plus, on s'intéressait à l'établissement de collaborations entre universités et entreprises et on confirmait la volonté de mettre en place des centres collégiaux de recherche afin d'offrir une aide technique aux entreprises et de développer avec elles des projets de recherche appliquée¹⁷.

Dans le contexte de la récession mondiale du début des années 1980, les nouvelles technologies firent l'objet d'une attention et d'un intérêt de plus en plus soutenus. En 1982, elles devinrent un élément névralgique de la stratégie de relance économique du Québec dans un document intitulé *Le virage technologique : bâtir le Québec – Phase 2*, qui ciblait notamment l'électronique, l'informatique et les biotechnologies¹⁸. En 1983, la Loi favorisant le développement scientifique et technologique du Québec (loi 19) institua le ministère de la Science et de la Technologie (MST). La même année, un document intitulé *Le point sur le virage technologique* consolida la perspective et les mesures proposées dans les documents des années antérieures¹⁹. Tout en réitérant l'intérêt pour des secteurs prioritaires comme l'informatique et les biotechnologies, différents moyens étaient mis de l'avant comme l'utilisation de crédits d'impôt pour encourager la R-D, la création de centres de transfert technologique, le soutien à la création d'entreprises de haute technologie, etc²⁰.

Au cours des années suivantes, les orientations générales des politiques technologiques furent maintenues malgré l'arrivée des libéraux au pouvoir en 1985, et elles se matérialisèrent sous un ensemble de mesures concrètes. Toutefois, ce n'est qu'après le retour du Parti québécois au pouvoir, en 1994, que ces mesures firent l'objet d'un encadrement plus formel avec la nouvelle politique d'innovation que fut chargé de mettre en place le tout nouveau ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MRST) créé en 1999. Intitulée *Savoir changer le monde : politique québécoise de la science et de l'innovation*, cette politique adoptée en 2001 mettait désormais l'accent sur l'innovation, définie dans un sens très particulier. À la différence des simples résultats de recherche : l'« innovation n'est en effet réalisée qu'au moment où elle est achetée, mise en œuvre, utilisée ou consommée »²¹. Cette définition marquait ainsi une rupture à l'égard de la représentation linéaire du processus de recherche qui prédominait jusque-là. Il n'était plus suffisant de présupposer que le financement de la recherche entraînerait d'éventuelles applications. Les objectifs de recherche devaient désormais être définis, dès le départ, en fonction des intérêts stratégiques des entreprises ou de milieux

¹⁷ MRST, *Un projet collectif : énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique*, Chicoutimi, Les classiques des sciences sociales, édition numérique, 2014 [1980].

¹⁸ Ministre d'État au développement économique, *Le virage technologique : bâtir le Québec – phase 2 : programme d'action économique 1982-1986*, Québec, Gouvernement du Québec, 1982.

¹⁹ André Lemelin, *Le Conseil de la science et de la technologie : 30 ans d'histoire*, Québec, CST/Gouvernement du Québec, 2002, p. 55.

²⁰ MST, *Le point sur le virage technologique*, Québec, Gouvernement du Québec, 1983, p. 6-7.

²¹ MRST, *Savoir changer le monde : politique québécoise de la science et de l'innovation*, Chicoutimi, Les classiques des sciences sociales, édition numérique, 2014 [2001], p. 32.

utilisateurs²². De plus, la politique insistait sur l'importance de miser sur les réseaux de recherche et de faciliter les partenariats. Enfin, elle proposait également un ensemble de mesures plus concrètes : stimuler la R-D au moyen de crédits d'impôt²³, favoriser le transfert technologique avec la création de sociétés de valorisation et l'augmentation du financement des centres collégiaux de recherche²⁴, encourager le développement d'entreprises émergentes avec la création de nouveaux incubateurs, etc²⁵. Cette nouvelle politique vint ainsi consolider l'approche et les paramètres organisationnels et institutionnels de la nouvelle économie.

Comme on le voit, cette approche repose sur la notion d'innovation, c'est-à-dire que l'on considère que les objectifs de recherche doivent être déterminés, *a priori*, en fonction des intérêts stratégiques des entreprises et du potentiel commercial de leurs résultats. C'est pourquoi on tend à identifier des secteurs technologiques névralgiques, dont on espère et on attend un fort potentiel de croissance et qui seront donc financés de façon prioritaire. Par ailleurs, on vise à assurer la formation d'une main-d'œuvre hautement qualifiée qui possédera l'expertise nécessaire afin de réaliser des recherches de pointe. Enfin, les mesures privilégiées renvoient aux trois types de mesures caractéristiques de la nouvelle économie que nous avons identifiés dans la section précédente :

1. Stimuler la R-D des entreprises au moyen de crédits d'impôt.
2. Favoriser les partenariats de recherche et le transfert technologique.
3. Encourager la création d'entreprises émergentes.

Premièrement, les crédits d'impôt offerts pour encourager la R-D devinrent de plus en plus substantiels au cours des années 1980. En 1982, le crédit d'impôt pour les salaires des chercheurs s'élevait à 10 % et fut augmenté à 20 % en 1987, au moment même où on introduisait un crédit de 40 % pour la recherche effectuée en collaboration avec des universités. Au cours des années suivantes, certains de ces crédits furent bonifiés et on étendit à d'autres organismes publics les crédits obtenus pour les projets réalisés en partenariat²⁶. Depuis plusieurs années, en plus des crédits d'impôt du fédéral qui s'élèvent à 35 % pour les PME et à 15 % pour les grandes entreprises, les crédits d'impôt pour la R-D au Québec s'élèvent à 30 % pour les PME et à 14 % pour les grandes entreprises, et ils peuvent être obtenus pour différents motifs comme les salaires consacrés aux chercheurs ou les contrats de recherche conclus avec des centres de recherche publics²⁷.

Deuxièmement, des mesures furent adoptées pour favoriser le transfert technologique et la recherche en partenariat. D'un côté, plusieurs centres de recherches furent créés pour réaliser des recherches en étroite collaboration avec des milieux utilisateurs, particulièrement avec des entreprises privées. Au milieu des années 1980, six centres de

²² *Idem*.

²³ *Ibid.*, p. 172-177.

²⁴ *Ibid.*, p. 132 et 153.

²⁵ *Ibid.*, p. 161-162.

²⁶ Benoît Godin et Michel Trépanier, « La politique scientifique et technologique québécoise : la mise en place d'un nouveau système national d'innovation », *Recherches sociographiques*, vol. 36, no 3, 1995, p. 450-451.

²⁷ Voir le site Internet de Revenu Québec : <https://www.revenuquebec.ca/fr/entreprises/impots/impot-des-societes/credits-dimpot-des-societes/credits-auxquels-une-societe-peut-avoir-droit/credit-dimpot-relatif-aux-salaires-r-d/>.

liaison et de transfert (CLT) furent créés, dont le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM) et le Centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations (CEFARIO) – ce dernier ayant récemment cessé ses activités²⁸. Au même moment, 10 centres spécialisés de recherche de niveau collégial furent créés dans le but d'apporter une aide technique aux entreprises et de développer avec elles des projets de recherche appliquée. En 1993, ces derniers furent renommés centres collégiaux de transfert de technologies (CCTT) et leur nombre n'a cessé d'augmenter, le réseau comptant aujourd'hui 59 CCTT répartis dans 15 régions du Québec²⁹. D'un autre côté, différents programmes de financement dont les subventions étaient conditionnelles à l'établissement de partenariats furent mis sur pied afin d'encourager le rapprochement entre les universités et les entreprises. C'est le cas, au niveau fédéral, du Programme de réseaux de centres d'excellence (RCE) implanté en 1989, et qui visait à favoriser la création de réseaux de recherche et les projets réalisés en partenariats. Disposant d'une enveloppe de 240 M\$ pour ses quatre premières années³⁰, ce programme visait explicitement à transformer la culture de la recherche en amenant les chercheurs à sortir de l'université et à se consacrer davantage à la résolution de problèmes appliqués en collaboration avec le milieu utilisateur³¹. Également créé en 1989, le Fonds de développement technologique (FDT) du Québec était doté d'une enveloppe de 350 M\$ et, à l'instar du RCE, son programme Synergie visait également le financement de projets réalisés en partenariats³².

Troisièmement, le secteur du financement par capital de risque prit également son essor au cours de cette période, en particulier avec la création des trois sociétés Innovatech dans les années 1990 : celle du Grand Montréal (IGM) créée en 1992 et dotée d'une enveloppe de 300 M\$ sur 5 ans, celle de Québec et Chaudière-Appalaches (IQCA) créée en 1994 et celle du Sud-du-Québec (ISQ) créée en 1996. L'aide au financement par capital de risque passa également par les crédits d'impôt accordés pour les contributions à des fonds de travailleurs, soit le Fonds de solidarité FTQ et Fondaction CSN, de même que par les investissements et l'aide à la croissance de la Société de développement industriel (SDI), la Société générale de financement (SGF) – toutes deux absorbées depuis par Investissement Québec (IQ) – et la Caisse de dépôt et placement du Québec (CDPQ)³³. Toutefois, ce n'est que plus tardivement, dans la foulée du Rapport Brunet de 2004, que l'on assista à la consolidation du secteur de financement par capital de risque au Québec. Par le réaménagement des opérations d'IQ, de la SGF et des sociétés Innovatech – sur lequel s'alignèrent également la CDPQ et le Fonds de solidarité FTQ, on souhaitait réduire la part du financement public dans les investissements en capital de risque et maximiser l'effet de levier, c'est-à-dire rendre le financement public conditionnel à l'apport d'investissements

²⁸ André Lemelin, *Le CST : 30 ans d'histoire*, op. cit., p. 59 ; Yves Gingras et al., « La place des universités dans les politiques scientifiques et technologiques », loc. cit., p. 82.

²⁹ Éric N. Duhaime, *Portrait et retombées de la recherche au niveau collégial*, Rapport de recherche de l'IREC, 2019.

³⁰ Frédéric Lesemann, « La société des savoirs et la gouvernance : la transformation des conditions de production de la recherche universitaire », *Lien social et politiques*, n° 50, 2003, p. 35.

³¹ Donald Fisher et al., « Changes in Academy/Industry/State Relations in Canada : The Creation and Development of the Networks of Centres of Excellence », *Minerva*, n° 39, 2001, p. 322.

³² Yves Gingras et al., « La place des universités dans les politiques scientifiques et technologiques », loc. cit., p. 83 ; Benoît Godin et Michel Trépanier, « La politique scientifique et technologique québécoise », loc. cit., p. 450.

³³ CST, *Pour une politique québécoise de l'innovation*, Rapport de conjoncture, Sainte-Foy, Gouvernement du Québec, 1997.

privés. De même, on souhaitait combler certaines failles observées quant au financement d'entreprises émergentes à certains stades de leur développement.

Enfin, soulignons que la mise en place de ces politiques fut largement encouragée et soutenue par un discours présentant la nouvelle économie comme une transformation inéluctable, et qui allait départager les gagnants et les perdants de l'économie de demain³⁴. Par ailleurs, plusieurs organismes internationaux, comme la Banque mondiale ou l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) reprirent à leur compte ce genre de discours. D'ailleurs, à travers les différentes éditions de son *Manuel de Frascati*, l'OCDE a développé une méthodologie internationale qui a pour but de standardiser la collecte, la présentation et la diffusion des informations au sujet des activités de recherche scientifique et technologique réalisées par les pays membres, en particulier en ce qui concerne la R-D. Les données répertoriées constituent, certes, une source d'informations précieuse, mais elles constituent également un puissant vecteur de comparaison et d'émulation qui encourage les États à bonifier leurs performances afin de se hisser aux positions dominantes de ce palmarès. À cet égard, la Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation de 2017-2022, en se référant à des indicateurs particuliers et en mesurant l'écart à combler en lien avec des cibles précises, visait justement à « classer le Québec parmi les dix leaders de l'OCDE en matière de recherche et d'innovation »³⁵.

1.3. Les stratégies d'innovation

Depuis l'adoption de la politique québécoise de l'innovation en 2001, les paramètres organisationnels et institutionnels qui encadrent le développement technologique sont demeurés essentiellement les mêmes. En effet, les trois Stratégies québécoises de la recherche et de l'innovation (SQRI) adoptées sous les gouvernements libéraux (2006, 2010 et 2017), de même que la Politique nationale de la recherche et de l'innovation adoptée sous le Parti québécois (2013), soutiennent toutes une vision similaire du développement technologique compris comme « innovation »³⁶. De plus, elles identifient toutes des secteurs technologiques jugés prioritaires ou prometteurs et, bien qu'elles comportent toujours des propositions spécifiques et originales, les mesures préconisées se rattachent la plupart du temps aux trois types de mesures caractéristiques de la nouvelle économie que nous avons identifiés.

Cependant, si les politiques antérieures demeuraient assez générales quant aux orientations et aux mesures proposées, les SQRI se déploient sur un horizon temporel restreint, de trois ou cinq années, et comportent non seulement des objectifs généraux, mais aussi des mesures précises et chiffrées. Par ailleurs, ces mesures et les sommes

³⁴ Voir par exemple : Michael Gibbons et al., *The New Production of Knowledge : The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Los Angeles/California/London/New Delhi, Sage Publications, 1994.

³⁵ MESI, *Oser innover : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2017-2022*, Québec, Gouvernement du Québec, 2017, p. 102 et 112-113.

³⁶ MDEIE, *Un Québec innovant et prospère : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation*, Québec, Gouvernement du Québec, 2006 ; MDEIE, *Mobiliser, innover, prospérer : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2010-2013*, Québec, Gouvernement du Québec, 2010 ; MFE, *Priorité emploi : politique nationale de la recherche et de l'innovation 2014-2019*, Québec, Gouvernement du Québec, 2013 ; MESI, *Oser innover : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2017-2022*, op. cit.

qui s'y rattachent sont mises en relation avec les dépenses budgétaires déjà prévues et les aspects complémentaires des autres stratégies adoptées.

Des consultations ont récemment été organisées afin d'élaborer une nouvelle SQRI dont l'entrée en vigueur est prévue pour 2022. La SQRI précédente, intitulée *Oser innover*, couvrait la période 2017-2022. Cette dernière réitère la conception de la recherche et du développement technologique en tant qu'innovation, c'est-à-dire réduite à son potentiel économique : « L'innovation valorise les résultats des activités de recherche et les transforme en activité économique et en emplois »³⁷. Elle propose également la poursuite de trois objectifs généraux : 1) développer les talents et la relève ; 2) accroître la capacité de recherche et soutenir l'innovation au Québec ; 3) améliorer le transfert et la commercialisation des innovations³⁸.

Pour y parvenir, les mesures proposées dans cette SQRI s'élèvent à 585 M\$ répartis sur cinq années. Ces dernières s'ajoutent aux mesures connexes qui étaient déjà contenues dans d'autres stratégies (249 M\$), à celles définies dans les budgets précédents (1 420 M\$), aux investissements prévus dans les infrastructures de recherche (490 M\$), à l'aide fiscale offerte (2 600 M\$) incluant les crédits d'impôt pour la R-D, etc. Au total, le gouvernement annonçait par le biais de cette SQRI des dépenses de 5,4 G\$ pour la recherche et l'innovation sur une période de cinq années³⁹.

Outre les crédits d'impôt pour la R-D, dont on souligne l'existence et l'intérêt dans le document, plusieurs des mesures proposées se rattachent aux mesures identifiées de la nouvelle économie, concentrées au sein des objectifs 2 et 3, dont les enveloppes s'élèvent respectivement à 267 et 185 M\$.

Le second objectif, qui consiste à accroître les capacités de recherche au Québec, comporte des mesures qui visent à soutenir les chercheurs, dont l'augmentation des ressources consacrées aux regroupements stratégiques (61,7 M\$), la création du programme Innovation (62 M\$) ainsi qu'une bonification des enveloppes octroyées à des organismes d'intermédiation comme l'Institut national d'optique (25 M\$) et le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM) (25 M\$). En outre, cet objectif comporte des mesures visant à faciliter la recherche collaborative, dont un financement additionnel confié au Fonds de recherche du Québec pour la création d'un programme de recherche intersectorielle portant sur les grands défis d'aujourd'hui (45 M\$) et l'augmentation du financement de Génome Québec (40 M\$)⁴⁰.

Le troisième objectif, qui consiste à faciliter le transfert technologique, comporte des mesures qui visent à soutenir l'écosystème assurant la commercialisation des innovations, dont l'augmentation du financement des organismes d'intermédiation et des sociétés de valorisation (4,8 M\$) et la création d'une super-grappe en intelligence artificielle consacrée à la recherche et au transfert technologique et visant à maximiser l'effet de levier tiré des fonds publics en encourageant les partenariats de recherche (100 M\$). Cet objectif comporte également des mesures qui visent à favoriser la création et la croissance d'entreprises émergentes, dont la bonification du programme Startup

³⁷ MESI, *Oser innover : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2017-2022*, op. cit., p. 10. Voir aussi les distinctions établies avec les diverses formes de recherche : *Ibid.*, p. 12.

³⁸ *Ibid.*, p. 17.

³⁹ *Ibid.*, p. 108.

⁴⁰ *Ibid.*, p. 69.

Québec (5,6 M\$), l'appui à l'entrepreneuriat innovant chez les jeunes avec le programme Startup jeunesse (2,5 M\$) et la multiplication des *hubs* d'innovation à la grandeur du Québec (3,5 M\$)⁴¹.

Les SQRI s'inscrivent ainsi dans la lignée des principes et des grandes orientations de la politique d'innovation de 2001. Elles préconisent une vision de la recherche et du développement technologique reposant sur l'« innovation », c'est-à-dire en priorisant d'emblée les besoins des utilisateurs et, plus particulièrement, les objectifs stratégiques des entreprises. Ces dernières se trouvent donc placées au cœur de la stratégie, en cherchant à créer un environnement qui leur sera le plus favorable possible, et cela en instaurant un partage du risque qui est à l'avantage du privé, en utilisant les crédits d'impôt comme incitatif, en encourageant la réalisation de projets de recherche en partenariat et en consolidant l'aide publique apportée à la croissance d'entreprises émergentes.

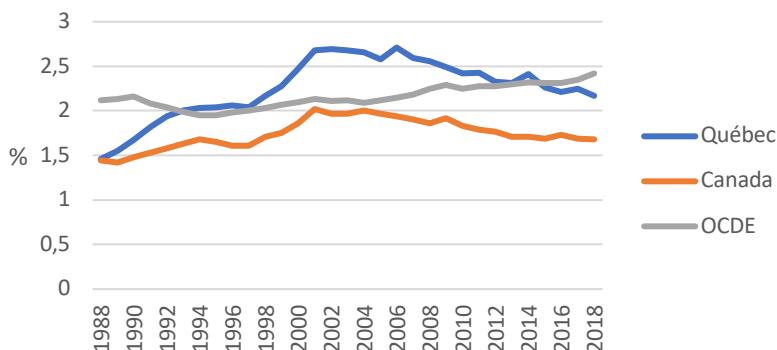
1.4. Statistiques sur l'évolution de la nouvelle économie

Si l'adoption d'une politique de l'innovation en 2001 est venue consacrer le modèle institutionnel et organisationnel qui encadrait et favorisait la mise en place d'une nouvelle économie au Québec, elle en marqua en fait l'apogée. En effet, un regard porté sur les données longitudinales montre que si les activités qui se rattachent à la nouvelle économie, en particulier la R-D, sont en croissance au cours des années 1990, elles stagnent ensuite, voire déclinent à partir du tournant des années 2000, et cela jusqu'à la fin des années 2010. Ainsi, il semble que les différentes SQRI des deux dernières décennies n'aient pas permis d'assurer la croissance des activités caractéristiques de la nouvelle économie, pas plus que l'économie numérique dont on cherche à assurer le développement depuis le milieu des années 2010.

Comme on peut le voir au graphique suivant, les dépenses réalisées au Québec en matière de R-D, d'origine publique ou privée, ont augmenté en pourcentage du PIB au Québec de 1988 à 2001, mais elles ont ensuite stagné jusqu'en 2006 avant de diminuer progressivement jusqu'en 2018. Il s'agit d'une trajectoire similaire à celle du Canada, bien qu'avec des pourcentages plus élevés, mais assez éloignée de la moyenne des pays de l'OCDE, dont le pourcentage a augmenté tranquillement, mais de façon constante depuis 1995.

⁴¹ *Ibid.*, p. 99.

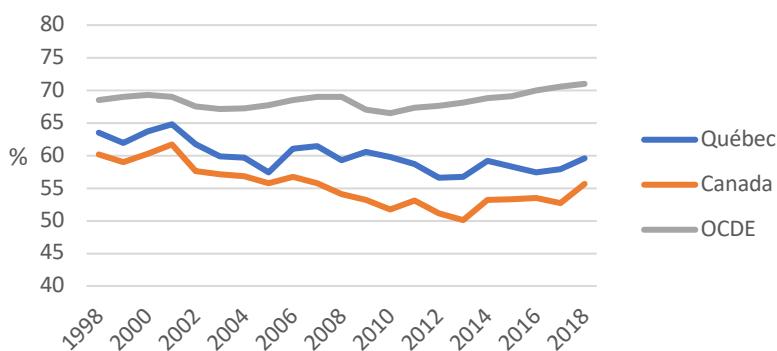
Graphique 1 – Dépenses intra-muros de R-D (DIRD) en pourcentage du PIB



Source : Institut de la statistique du Québec, données adaptées de Statistique Canada (Tableau 27-10-0273-01 et 36-10-0222-01) et de l'OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, vol. 2020/2, en ligne : <https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/depenses-intra-muros-de-r-d-dird-en-pourcentage-du-pib-quebec-autres-provinces-territoires-et-canada>.

Cette diminution des dépenses totales en R-D rapportées au PIB semble en grande partie tributaire de la diminution de la part des dépenses financées par les entreprises sur le total des dépenses en R-D, passant de 63,5 % à 59,6 %, cette fois de 1998 à 2018 (période disponible sur 20 ans seulement). Si on compare à la moyenne des pays de l'OCDE, non seulement cette dernière est plus élevée, elle tend aussi à augmenter sur la même période, passant de 68,5 % à 71 %. Cela signifie que, en proportion, les efforts consacrés à la R-D au Québec reposent de plus en sur les institutions et les fonds publics et de moins en moins sur les entreprises elles-mêmes.

Graphique 2 – Part des dépenses de R-D intra-muros du secteur des entreprises (DIRDE) dans le total de la DIRD au Québec

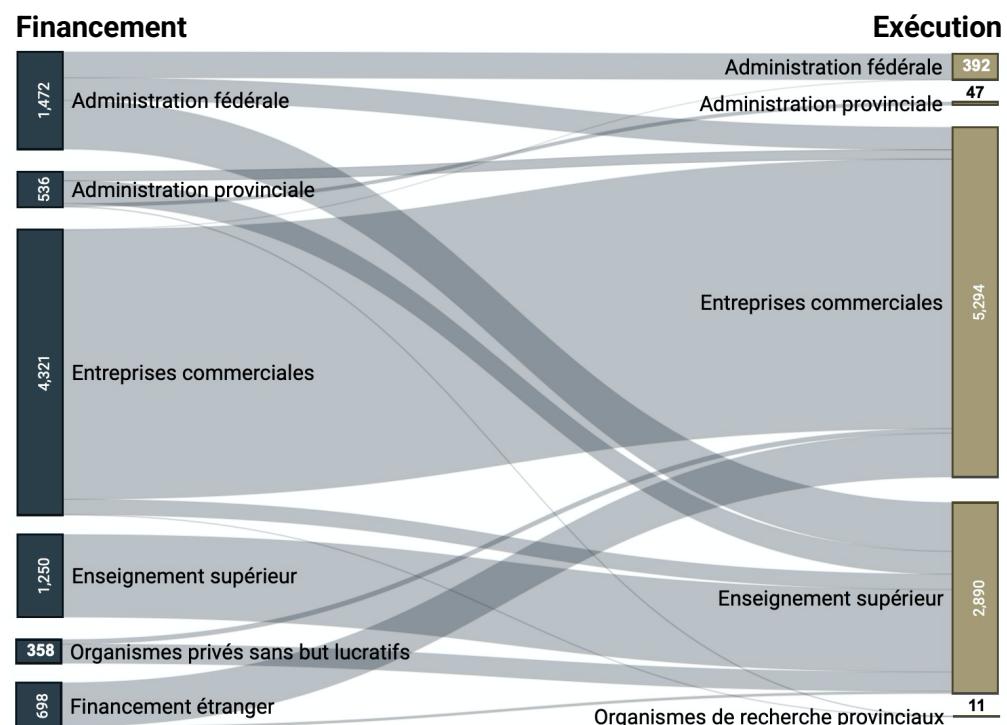


Source : Institut de la statistique du Québec, données adaptées de Statistique Canada (Tableau 358-0161 et 358-0001) et de l'OCDE, *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, vol. 2020/2, en ligne : <https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/depenses-intra-muros-de-r-d-dird-en-pourcentage-du-pib-quebec-autres-provinces-territoires-et-canada>.

Malgré tout, le secteur des entreprises commerciales demeure l'acteur central de la R-D en 2018, celui-ci étant responsable d'une grande partie aussi bien du financement que de l'exécution des dépenses en R-D, respectivement à hauteur de 4,3 et 5,3 G\$, canalisant une partie du financement en provenance des administrations fédérale et provinciale et la quasi-totalité du financement en provenance des entreprises étrangères. L'enseignement

supérieur constitue également un secteur très important de l'exécution des dépenses en R-D, à hauteur de 2,9 G\$, canalisant une large part du financement en provenance des administrations fédérale et provinciale, la quasi-totalité de celui des organismes sans but lucratif (OSBL) et une partie de celui des entreprises commerciales.

Graphique 3 – Dépenses intérieures brutes en R-D (M\$), selon le secteur de financement et le secteur d'exécution au Québec en 2018



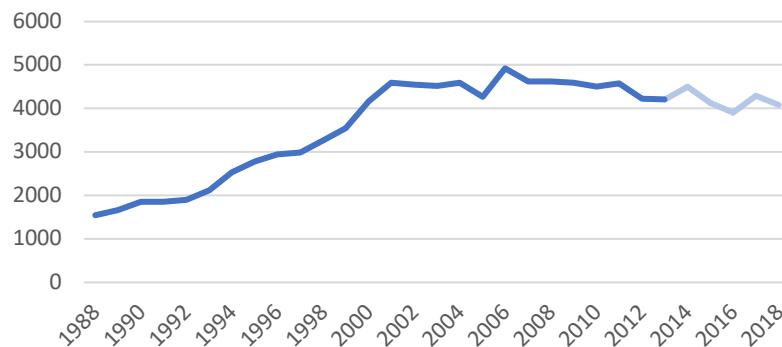
Source : Statistique Canada, Tableau 27-10-0273-01. R-D relevant des sciences naturelles et du génie. Les données représentent des estimations réalisées à partir d'un échantillon et d'unités pondérées.

Certaines données longitudinales nous permettent de rendre compte, de façon plus détaillée, de l'efficacité des mesures types de la nouvelle économie, qu'il s'agisse d'intensifier les dépenses en R-D au moyen de crédits d'impôt, de favoriser les partenariats de recherche au moyen de subventions conditionnelles ou d'encourager la création d'entreprises émergentes en consolidant le secteur d'investissement en capital de risque. En dollars constants, on observe alors une tendance similaire à celle qui se dégage du ratio des dépenses en R-D rapportées au PIB (graphique 1), soit une croissance importante jusqu'au début des années 2000, suivie d'une stagnation et d'une diminution les deux décennies suivantes. Trois grands constats peuvent être dressés.

Premièrement, en ce qui concerne les dépenses en R-D exécutées et financées par les entreprises, sur une période de 30 ans, la tendance est très claire. On observe une croissance soutenue de 1988 à 2001, suivie d'une stagnation de 2001 à 2012 et ensuite un déclin jusqu'en 2018. Ainsi, la diminution de la part des dépenses des entreprises dans le total des dépenses en R-D apparaît en bonne partie imputable à cette stagnation. Si on découpe la période en décennies, les dépenses qui s'élevaient en dollars constants à

1 545 M\$ en 1988 augmentèrent à 2 991 M\$ en 1998 (+93,6 %), puis à 4 616 M\$ en 2008 (+54,3 %), et diminuèrent enfin à 4 083 M\$ en 2018 (-11,5 %).

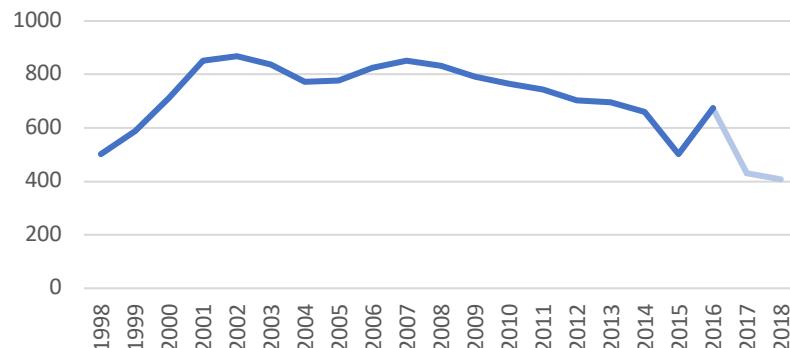
Graphique 4 – Dépenses en R-D financées et exécutées par des entreprises en M\$ constants au Québec (2018 = 100)



Source : Statistique Canada, Tableau 27-10-0273-01. R-D relevant des sciences naturelles et du génie. Données adaptées par l'IREC. Les données proviennent de l'Enquête annuelle sur la recherche et le développement dans l'industrie canadienne (RDIC), qui a fait l'objet d'un réaménagement en 2014, de telle sorte que la série de données qui précèdent cette date ne peuvent être parfaitement comparées aux années suivantes. Les données représentent des estimations réalisées à partir d'un échantillon et d'unités pondérées.

En parallèle, les crédits d'impôt suivent une tendance similaire, cette fois de 1998 à 2018 (période disponible sur 20 ans seulement). Ils augmentèrent rapidement de 1998 à 2001, stagnèrent jusqu'en 2007 et diminuèrent ensuite jusqu'en 2018. Si on découpe la période en décennies, les crédits d'impôt pour la R-D, toujours en dollars constants, s'élevaient à 502 M\$ en 1998, augmentèrent à 832 M\$ en 2008 (+65,7 %), et plongèrent à 408 M\$ en 2018 (-51,0 %). Notons toutefois que les données de 2017 et 2018, très faibles, sont provisoires et risquent d'être révisées à la hausse. En 2016, les crédits d'impôt pour la R-D au Québec s'élevaient à 674 M\$ en dollars constants, ce qui correspondait à 17,3 % des dépenses en R-D exécutées et financées par les entreprises qui s'élevaient à 3 907 M\$.

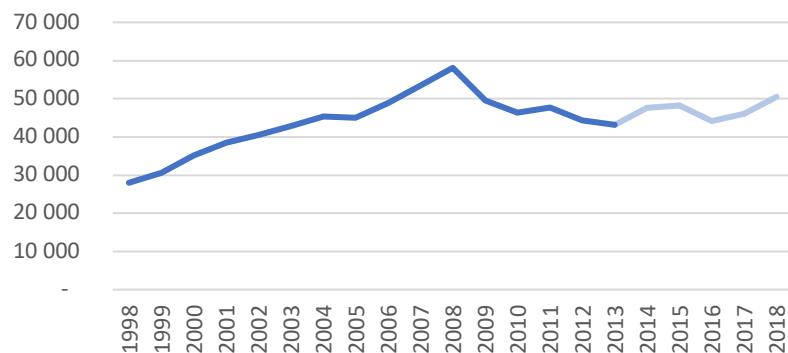
Graphique 5 – Aide fiscale du gouvernement du Québec pour la R-D industrielle en M\$ constants au Québec (2018 = 100)



Source : Institut de la statistique du Québec, données administratives fournies par Revenu Québec. Données adaptées par l'IREC. Données provisoires pour les années 2017 et 2018.

Sans grande surprise, le personnel en R-D dans les entreprises a suivi une tendance similaire à celle des dépenses en la matière, quoiqu'avec un certain décalage. Le nombre de personnes affectées à des tâches qui se rattachent à la R-D dans les entreprises au Québec s'élevait à 30 513 en 1998, augmenta jusqu'à 58 086 en 2008 (+90,4 %), puis diminua à 50 490 en 2018 (-13,1 %).

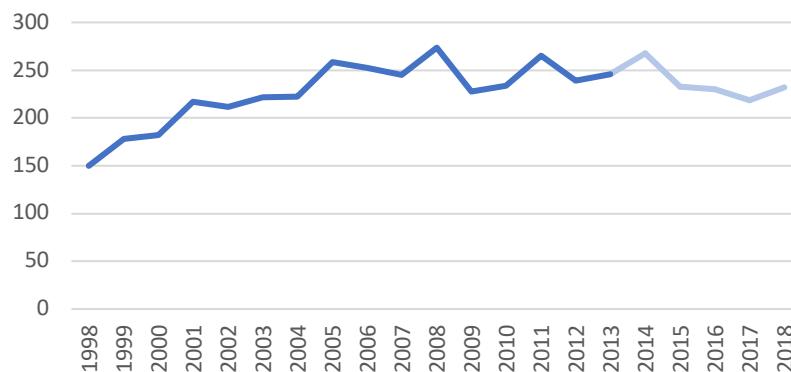
Graphique 6 – Personnel en R-D dans le secteur des entreprises au Québec



Source : Institut de la statistique du Québec, données tirées de Statistique Canada (Tableau 358-0024 et Tableau 27-10-0337-01). Les données proviennent de l'Enquête annuelle sur la recherche et le développement dans l'industrie canadienne (RDIC), qui a fait l'objet d'un réaménagement en 2014, de telle sorte que la série de données qui précèdent cette date ne peuvent être parfaitement comparées aux années suivantes. Les données représentent des estimations réalisées à partir d'un échantillon et d'unités pondérées.

Deuxièmement, en ce qui concerne les partenariats établis par des entreprises avec des centres de recherche publics, on peut voir que les dépenses en R-D financées par des entreprises commerciales, mais exécutées par des établissements relevant de l'enseignement supérieur suivent une tendance similaire. Ces dernières augmentèrent de 1998 jusqu'à 2008, puis stagnèrent, quoique de façon erratique, jusqu'en 2014, avant de redescendre jusqu'en 2018. En dollars constants, ces dépenses s'élevaient à 150 M\$ en 1998, augmentèrent à 274 M\$ en 2008 (+82,7 %), puis diminuèrent à 232 M\$ en 2018 (-15,3 %). Bien que la tendance soit similaire, remarquons que ces dépenses demeurent limitées, ne représentant que 5,9 % des dépenses exécutées et financées par les entreprises elles-mêmes en 2008 et 5,6 % en 2018.

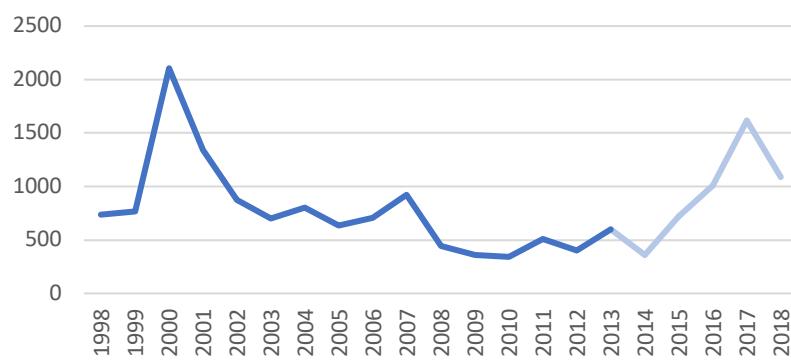
Graphique 7 – Dépenses en R-D financées par des entreprises et exécutées par des universités en M\$ constants au Québec (2018 = 100)



Source : Statistique Canada, Tableau 27-10-0273-01. R-D relevant des sciences naturelles et du génie. Données adaptées par l'IREC. Les données proviennent de l'Enquête annuelle sur la recherche et le développement dans l'industrie canadienne (RDIC), qui a fait l'objet d'un réaménagement en 2014, de telle sorte que la série de données qui précèdent cette date ne peuvent être parfaitement comparées aux années suivantes. Les données représentent des estimations réalisées à partir d'un échantillon et d'unités pondérées.

Troisièmement, la tendance des investissements en capital de risque se révèle assez différente et beaucoup plus volatile. Ces investissements explosèrent de 1998 à 2000, passant en dollars constants de 737 à 2 106 M\$ (+185,8 %), mais plongèrent ensuite abruptement, ce qui correspond à l'éclatement de la bulle Internet. La descente se poursuivit avec une seconde diminution brusque en 2008 pour atteindre 443 M\$, sans doute un contre-coup de la crise financière de 2007-2008. Les investissements ne remontèrent ensuite qu'à partir de 2014, passant de 360 M\$ à 1 088 M\$ en 2018 (+202,2 %).

Graphique 8 – Investissements en capital de risque en M\$ constants au Québec (2018 = 100)



Source : Données de 1998 à 2013, Institut de la statistique du Québec, extraits de Thomson One. Données de 2014 à 2018, CVCA, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement*, 2018. Données adaptées par l'IREC.

1.5. Conclusion

La mise en place de la nouvelle économie renvoie à l'adoption de nouvelles stratégies par les entreprises, et cela aussi bien à l'interne, avec l'accentuation des activités de R-D, qu'à l'externe, avec les collaborations établies avec des centres de recherche publics et l'acquisition d'entreprises émergentes. Or, ces nouvelles stratégies entrepreneuriales sont elles-mêmes concomitantes à l'adoption d'un ensemble de politiques publiques : crédits d'impôt pour la R-D, financement de subventions conditionnelles aux partenariats et mise sur pied d'organismes d'intermédiation, puis consolidation du secteur de financement par capital de risque.

Adoptées à partir des années 1980, les mesures propres à la nouvelle économie ont atteint leur point culminant en 2001 avec l'adoption de la Politique québécoise de la science et de l'innovation. Le développement technologique fut alors compris comme « innovation », c'est-à-dire que les résultats des recherches devaient désormais être directement orientés en fonction des besoins stratégiques et commerciaux des entreprises. Dans cette perspective, si le gouvernement se permet d'identifier des domaines de recherche prioritaires, il tend toutefois à délaisser les initiatives de recherche aux entreprises elles-mêmes, se contentant de créer un climat favorable à l'innovation dans le cadre d'un partage de risque qui est à l'avantage du privé.

Les différentes stratégies québécoises de la recherche et de l'innovation adoptées depuis les années 2000 ont reconduit ce modèle, sur des horizons temporels déterminés et avec des mesures précises et chiffrées. Cela dit, elles ne semblent être parvenues qu'à maintenir ce qui était déjà en place, sans générer de nouveaux cycles de croissance. L'analyse des données longitudinales montre en effet que la croissance des activités de R-D s'est estompée à partir du tournant des années 2000. Les dépenses des entreprises en R-D, à l'interne comme auprès des établissements d'enseignement supérieur, tendent à stagner, de même que le niveau du personnel affecté à la R-D dans les entreprises. De fait, il semble que le fardeau de la R-D repose de plus en plus sur les institutions et les fonds publics.

CHAPITRE II

L'économie numérique et son implantation au Québec

Si les dispositifs institutionnels et organisationnels qui visent à favoriser la mise en place d'une économie numérique au Québec ne sont pas nouveaux, il n'en demeure pas moins qu'elle comporte son lot de caractéristiques inédites. C'est le cas notamment des technologies sur lesquelles elle repose et qui, tout en ayant été développées dans le prolongement des TIC, revêtent un caractère novateur. Cela dit, la grande nouveauté de l'économie numérique renvoie à l'apparition d'un nouveau modèle d'affaires entrepreneurial, soit l'entreprise de plateforme. Si ce nouveau modèle d'affaires fut élaboré sur la base des possibilités ouvertes par les technologies numériques, il n'en constitue pas pour autant un résultat nécessaire, ces technologies pouvant être employées de façon alternative, c'est-à-dire à d'autres usages et pour d'autres fins.

Le présent chapitre vise à offrir un portrait de l'économie numérique et des caractéristiques inédites qui lui sont propres. Nous porterons d'abord notre regard sur les nouvelles technologies sur lesquelles elle repose ainsi que sur les infrastructures qui lui sont nécessaires et les enjeux écologiques qui s'y rattachent. Ensuite, nous rendrons compte du nouveau modèle d'affaires qui est caractéristique des entreprises de plateforme. Enfin, nous tracerons un portrait de l'écosystème du numérique tel qu'il se déploie à l'heure actuelle au Québec, en nous concentrant sur le développement de l'intelligence artificielle.

2.1. Technologies et infrastructures de l'économie numérique

Depuis l'avènement d'Internet et, surtout, l'adoption rapide du Web par le grand public à partir des années 1990, on entretient souvent à son égard l'idée du surgissement d'un nouveau continent « virtuel ». Plusieurs auteurs ont ainsi cherché à problématiser l'apparition de ce Nouveau Monde et l'impact des TIC sur l'économie comme l'avènement d'une nouvelle forme de production dite « immatérielle »⁴². Par ailleurs, notre expérience quotidienne tend à confirmer cette vue des choses, l'écran de notre ordinateur agissant à la manière d'un portail qui, à partir du confort de notre maison, nous donne accès à un monde quasiment infini d'informations, de connaissances, de textes, de photos, de films, de jeux, mais aussi d'échanges, de partages et d'interactions. Or, cette expérience quotidienne, rehaussée par la mobilité accrue des téléphones intelligents, cache toutefois une infrastructure matérielle colossale.

Les technologies numériques sont multiples. Comme le suggère la SQRI 2017-2022, elles comptent notamment : l'infonuagique, les chaînes de blocs, la robotique, l'informatique quantique, la modélisation, la simulation, les jeux vidéo, l'analyse de données massives, l'intelligence artificielle, l'Internet des objets, la photonique et les technologies optiques⁴³.

⁴² Michael Hardt et Antonio Negri, *Empire*, Paris, Exils, 2000 ; Yann Moulier Boutang, *Le capitalisme cognitif : la nouvelle grande transformation*, Paris, Éditions Amsterdam, 2007 ; André Gorz, *L'immatériel : connaissance, valeur et capital*, Paris, Galilée, 2003.

⁴³ MESI, *Oser innover : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2017-2022*, op. cit., p. 57. Ces technologies sont elles-mêmes reprises d'un document produit par l'OCDE : *Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, Paris, France, 2016.

À celles-ci, on peut aussi ajouter la réalité virtuelle et augmentée, les voitures autonomes, voire l'impression 3D, mais aussi et surtout les applications mobiles et les applications web qui prennent la forme de plateformes numériques.

L'ensemble de ces technologies ont comme point commun de générer, de transmettre ou de traiter des données dans des quantités massives et sans précédent, ce à quoi renvoie précisément le qualificatif « numérique », compris comme expression et traitement de signaux ou d'informations sous forme de nombres, et qui a d'ailleurs tendance à être substantivé depuis l'apparition des technologies *du* « numérique »⁴⁴. Or, conformément à la distinction classique établie entre logiciel (*software*) et appareil (*hardware*), ces technologies revêtent un double visage, comportant une dimension « immatérielle » et une dimension « matérielle ».

En premier lieu, la dimension « immatérielle » renvoie à l'ensemble des contenus dont les informations ont été numérisées (fichiers textes, images, audios, vidéos, etc.), de même que les logiciels et les applications qui relèvent de la programmation, tous facilement reproductibles, transférables ou téléchargeables. Parmi les applications, les plateformes numériques constituent une technologie absolument déterminante en ce qui concerne l'avènement et le développement de l'économie numérique. Cette technologie fut en effet une des conditions de possibilité de l'émergence du nouveau modèle d'affaires qui est caractéristique des entreprises géantes du numérique.

Une plateforme numérique est un logiciel qui peut prendre la forme d'une application mobile, installée sur un appareil comme un ordinateur, une tablette ou un téléphone intelligent, ou d'une application web, installée sur un serveur et à laquelle on accède par l'entremise d'un navigateur web. Administrée et gérée par une instance centrale, la plateforme numérique vise la mise en relation et la coordination d'activités réalisées entre deux ou plusieurs groupes d'usagers.

La particularité des plateformes est non seulement d'optimiser la coordination d'activités, mais aussi d'extraire une quantité massive de données sur les caractéristiques, les comportements, les habitudes et les préférences des usagers. Cela permet d'optimiser la mise en relation et la coordination des activités, mais aussi d'ouvrir de nouvelles possibilités quant à l'éventail des activités coordonnées par la plateforme. Pour ce faire, ces données doivent être nettoyées, standardisées et analysées, d'où le développement d'un ensemble de techniques comme l'ingénierie des données, l'analyse de données massives (*big data*) ou encore les algorithmes d'intelligence artificielle.

En second lieu, la dimension « matérielle » des technologies numériques renvoie à leur support tangible et concret, soit à l'ensemble des composantes inhérentes à l'infrastructure qui assure l'exécution des logiciels et la lecture des fichiers, la transmission ainsi que l'entreposage des données. On divise très souvent cette infrastructure en trois grandes composantes qui, en 2019, étaient estimées au niveau mondial dans les proportions suivantes :

- **Les terminaux** : environ 34 milliards d'appareils (ordinateurs, écrans, tablettes, téléphones intelligents ou non, consoles de jeux, télévisions, objets connectés, etc.) employés par quelque 4,1 milliards d'utilisateurs. De ce nombre, on compte

⁴⁴ Alexandre Moatti, « Le numérique, adjectif substantivé », *Le Débat*, n° 170, 2012, p. 133-137.

environ 3,5 milliards de téléphones intelligents et 19 milliards d'objets connectés, le nombre de ces derniers ayant explosé au cours des dernières années.

- **Les réseaux de télécommunications** : câbles terrestres et sous-marins, antennes et satellites, modems et routeurs, réseaux étendus et locaux, etc. En ce qui concerne le dernier kilomètre avant l'utilisateur, on compte environ 1,1 milliard de modems et routeurs, 10 millions d'antennes relais et quelque 200 millions d'équipements pour les réseaux étendus et locaux.
- **Les centres informatiques ou de données** : formés de nombreux ordinateurs interconnectés, de serveurs et de baies de stockage, ils permettent de préserver des quantités massives de données et de fichiers, mais disposent également de logiciels et d'énormes capacités de calculs qui facilitent l'analyse des données. On compte quelques milliers de centres à travers le monde qui hébergent environ 67 millions de serveurs⁴⁵.

Si nous mettons des guillemets afin d'opérer une distinction, essentiellement analytique, entre les dimensions « immatérielle » et « matérielle » des technologies numériques, c'est que la première ne saurait fonctionner ou exister sans la seconde. Qui plus est, leur développement s'opère de façon complémentaire, dans le cadre d'un processus de renforcement réciproque. Par exemple, si l'utilisation des plateformes numériques suppose l'adoption à grande échelle des téléphones intelligents, l'utilisation de plus en plus répandue des plateformes génère en retour des quantités massives de données qui nécessitent une augmentation de la capacité des réseaux de télécommunication et des centres informatiques, et ainsi de suite.

L'utilisation d'applications et la lecture de fichiers audios et vidéos supposent donc une infrastructure numérique colossale, dont la fabrication et l'utilisation mobilisent à la fois des matériaux et de l'énergie en quantité massive. Ainsi, dans une étude récente réalisée par l'organisme GreenIT.fr qui repose sur une méthode d'analyse de cycles de vie à partir de quatre indicateurs environnementaux (en plus de la consommation d'électricité) et sur trois modèles de quantification des impacts environnementaux (utilisateurs, réseaux et centres informatiques), on estime en 2019 que l'électricité mobilisée par les technologies numériques au niveau mondial s'élevait à 1 300 TWh, soit 5,5 % de la consommation mondiale, et l'émission de GES découlant de la fabrication et de l'utilisation des technologies numériques à 1 400 millions de tonnes d'éq. CO₂, soit 3,8 % de l'empreinte humaine au niveau mondial.

⁴⁵ Les données présentées, très changeantes d'une étude à l'autre, sont tirées de Frédéric Bordage et al., *Empreinte environnementale du numérique mondial*, GreenIT.fr, 2019 ; voir aussi Anne-Cécile Orgerie et Laurent Lefèvre, « Le vrai coût énergétique du numérique », *Pour la science*, n° 518, 2020, p. 48-59.

Tableau 1 – Empreinte environnementale des infrastructures numériques

Empreinte mondiale en 2019	Électricité	GES	Énergie primaire	Eau
Numérique	1 300 TWh	1 400 Mt éq. CO ₂	6 800 TWh	7,8 M m ³
Part dans l'ensemble des secteurs	5,5 %	3,8 %	4,2 %	0,2 %
Répartition des GES liés au numérique en 2019				
Utilisateurs (appareils)	40 %	26 %	66 %	
Réseau (dernier km)	3 %	16 %	19 %	
Centres informatiques	1 %	14 %	15 %	
	44 %	56 %	100 %	
Évolution	2010	2015	2020	2025
Utilisateurs (milliards)	2,02	3,19	4,7	5,5
Équipements classiques (milliards)	13,53	18,41	19,04	20,28
Équipements par utilisateur	7	6	4	4
Objets connectés (milliards)	1,00	9,61	20,32	48,27
Équipements classiques et objets connectés (milliards)	14,53	28,01	39,36	68,55
Masse des équipements (millions de tonnes)	128	164	236	317

Source : Frédéric Bordage *et al.*, *Empreinte environnementale du numérique mondial*, GreenIT.fr, 2019.

Toujours d'après cette étude, c'est la fabrication et l'utilisation des appareils détenus par les utilisateurs qui ont le plus d'impacts sur l'environnement, peu importe l'indicateur considéré. C'est le cas des émissions de GES qui sont tributaires à 40 % de la fabrication des appareils et à 26 % de leur utilisation, pour un total de 66 %, et cela contre 19 % pour la fabrication et l'utilisation du dernier kilomètre des réseaux de communication et 15 % pour la fabrication et l'utilisation des centres informatiques.

Bien que les procédés de production et les modalités d'utilisation des équipements numériques soient de plus en plus efficaces et performants d'un point de vue environnemental et énergétique, l'ampleur de leur augmentation au cours des prochaines années risque d'accroître leur impact. De 2010 à 2025, l'électricité mobilisée par les technologies du numérique est en voie d'être multipliée par 2,7 et l'émission de GES par 3,1. Au cours des prochaines années, on estime que la plus grande part de l'augmentation de la consommation énergétique découlera de la croissance importante des objets connectés et de la largeur des écrans des appareils.

Si les technologies numériques constituent une part non négligeable de l'empreinte environnementale au niveau mondial, elles revêtent néanmoins un potentiel permettant de mitiger l'impact environnemental des activités humaines. En facilitant et en optimisant la mise en relation et la coordination des pratiques entre des personnes et entre celles-ci et des dispositifs techniques, elles permettent dans certains secteurs d'augmenter l'efficience énergétique et le bilan environnemental et, dans d'autres secteurs, de mutualiser l'utilisation de certains biens qui permettrait d'en réduire la production.

D'un côté, elles peuvent contribuer à un meilleur usage des énergies, par exemple en fluidifiant la circulation sur les routes ou en modérant et rééquilibrant l'utilisation d'électricité lors de périodes de pointe, à commencer par l'énergie que consomment les serveurs des centres informatiques eux-mêmes qui n'est pas optimisée à l'heure actuelle. De l'autre, elles peuvent faciliter l'utilisation en commun d'un ensemble de biens et services, notamment dans le secteur des transports afin de remédier aux problèmes générés par l'utilisation de la voiture en solo, en optimisant la coordination du transport en commun ou en facilitant les pratiques de covoiturage et en simplifiant l'autopartage⁴⁶.

Par ailleurs, mentionnons que le Québec a la chance de disposer d'une électricité qui est presque totalement produite à partir d'énergies renouvelables et qui génère de très faibles quantités de GES. Ainsi, plutôt que d'exporter cette énergie à notre voisin du sud comme le suggère les autorités gouvernementales et Hydro-Québec pour faire du Québec la « batterie verte » du nord-est de l'Amérique, cette énergie pourrait être employée de façon plus avantageuse et perspicace afin d'assurer le développement du secteur des technologies numériques au Québec.

Il s'agit pour cela de sortir de la vision étroite d'une économie de « commodités » (*staples*) depuis longtemps dépassée, consistant à exporter une ressource brute sans qu'elle ne subisse de transformations, et chercher inversement à tirer le meilleur parti de cette dernière localement, en étirant au maximum les étapes de transformation qu'elle subit et la chaîne de valeur qu'elle est en mesure de générer, et cela jusqu'aux produits et services les plus complexes. Cependant, il faut en assurer un développement judicieux et pertinent, c'est-à-dire, d'une part, en évitant l'obsolescence programmée et en optimisant la consommation énergétique des technologies numériques employées et, d'autre part, en privilégiant les projets qui permettent de réduire notre impact environnemental ou qui visent le développement des PME et de l'économie sociale au Québec, et non pas simplement celui des géants du numérique qui ne sont très souvent que de passage⁴⁷.

2.2. Les entreprises de plateforme : un nouveau modèle d'affaires

Les entreprises de plateforme sont apparues avant tout aux États-Unis, et cela en deux vagues successives. La première vague se déploie de la fin des années 1990 au début des années 2000, avec l'apparition de nouvelles compagnies comme Amazon (1994), Google (1998) et Facebook (2004), mais aussi avec la mise en place de plateformes par des compagnies informatiques plus anciennes comme Microsoft avec Windows Marketplace (2004) ou encore Apple avec App store (2008). En bref, il s'agit des compagnies que l'on désigne sous l'acronyme GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft).

La seconde vague prend son essor de la fin des années 2000 au milieu des années 2010, avec l'émergence des entreprises relevant de l'économie dite du « partage » ou « collaborative » ou encore, plus judicieusement nommée, de l'économie « à la demande »

⁴⁶ Iddri, FING, WWF France, GreenIT.fr, *Livre blanc, numérique et environnement : faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique*, 2018, p. 7-8.

⁴⁷ Pierre Godin, *Hydro-Québec 2020 : les défis du siècle de la transition énergétique*, Note de recherche, IREC, 2019 ; Gilles L. Bourque et Éric N. Duhaime, *La révolution numérique au service du bien commun : la technologie des chaînes de blocs*, Note de recherche, IREC, 2020.

(*gig economy*). Il s'agit des entreprises comme Airbnb (2008), Taskrabbit (2008), Uber (2009), mais aussi Foodora (2014), Uber Eats (2015), Doordash (2018), etc.

D'un point de vue technologique, une plateforme numérique permet, comme nous l'avons vu, de faciliter la mise en relation et la coordination des activités réalisées par différents groupes d'usagers, et les données qu'elle parvient à collecter au cours de ce processus lui permettent de raffiner et d'optimiser cette coordination de manière cumulative. En soi, cette technologie n'est donc pas fatallement destinée à un usage strictement commercial et lucratif. Cela dit, les entreprises de plateforme fondent néanmoins leur modèle d'affaires sur les possibilités ouvertes par cette technologie, mais à travers une utilisation stratégique tout à fait particulière que nous décrirons ici sous cinq grandes caractéristiques.

2.2.1. L'intégration de nouvelles pratiques à la dynamique économique

En agissant comme intermédiaires entre différents groupes d'usagers, les entreprises de plateforme cherchent à tirer profit de cette position stratégique⁴⁸. Dans le cas des plateformes qui assurent la mise en relation et la coordination des activités d'utilisateurs qui offrent et demandent des biens et services, comme les plateformes de vente en ligne ou de travail à la demande, les revenus dégagés proviennent des commissions imposées de part et d'autre lors de transactions. Dans le cas des plateformes qui offrent des services gratuits aux usagers, comme les moteurs de recherche ou les médias sociaux, les revenus proviennent de la vente d'espaces publicitaires ciblés auprès d'annonceurs ou d'études de comportements et de marketing.

D'un côté, ces utilisations particulières des plateformes numériques permettent à des pratiques sociales relativement marginales, inédites ou qui relevaient de l'économie domestique ou informelle, de prendre une expansion soudaine et sans précédent. D'un autre côté, elles permettent, dans le même temps, d'intégrer ces pratiques à l'intérieur des grands circuits du commerce, de la valorisation du capital et de la financiarisation⁴⁹.

Ainsi, des activités aussi simples et élémentaires que la recherche d'informations ou de contenus audiovisuels, le partage de réflexions et les interactions sociales, l'achat ou la vente de biens usagers, la sous-location de chambres ou d'appartements, l'offre ou la demande de petits boulots en tout genre, le covoiturage et le transport de personnes, etc., se trouvent inscrites dans un circuit commercial inédit. Coordonnées par des entreprises de plateforme, elles prennent désormais un essor considérable tout en se retrouvant soumises aux finalités lucratives des grands circuits du capital.

Afin d'intégrer ces pratiques au sein de la dynamique économique et d'en tirer profit, les entreprises de plateforme ont recours à la politique du « fait accompli ». Elles s'appuient sur le caractère novateur de leurs technologies et de leurs effets déstabilisants ou perturbateurs (*disruptives*) pour prendre le législateur de vitesse ou contester l'application de règles existantes à l'égard des nouveaux usages que permettent leurs technologies. Ainsi, les réglementations adoptées ou révisées *a posteriori* tendent à composer avec l'existence déjà bien établie de ces nouvelles technologies et des pratiques qu'elles

⁴⁸ Nick Srnicek, *Capitalisme de plateforme : l'hégémonie de l'économie numérique*, Montréal, Lux, 2018, p. 48.

⁴⁹ Trebor Scholz, *Platform Cooperativism : Challenging the Corporate Sharing Economy*, New York, Rosa Luxemburg Stiftung, 2016, p. 2-3.

coordonnent⁵⁰. Très souvent, les nouvelles réglementations se contentent d'interdire les pires pratiques ou les cas d'abus, tout en normalisant le reste, sans véritablement remettre en cause les modèles commerciaux et les pratiques d'affaires déjà lancés.

D'après l'analyse de Shoshana Zuboff, réalisée à partir du cas Google, cette stratégie se déploie en quatre temps :

1. **L'incursion** : consiste à investir une nouvelle sphère de la pratique sociale non protégée avec l'utilisation d'une nouvelle technologie.
2. **L'accoutumance** : implique le maintien des activités litigieuses qui deviennent de plus en plus familières et répandues alors même qu'elles font l'objet d'enquêtes et de délibérations au niveau des autorités gouvernementales.
3. **L'adaptation** : consiste à opérer quelques ajustements superficiels pour remédier aux inquiétudes et aux préoccupations immédiates de la population et des autorités gouvernementales.
4. **La redirection** : vise à élaborer une rhétorique et de nouvelles méthodes permettant de rassurer à long terme la population et les autorités gouvernementales tout en détournant l'attention des enjeux les plus fondamentaux⁵¹.

Ce genre de stratégie a été privilégiée par Google, comme le montre Zuboff en ce qui concerne Google Street View, mais elle est aussi valable pour rendre compte des pratiques d'implantation d'entreprises comme Airbnb ou Uber.

2.2.2. Une nouvelle « matière première » : les données

L'élément névralgique autour duquel se consolident les stratégies d'affaires des entreprises de plateforme renvoie aux données dont elles permettent l'extraction. En jouant le rôle d'intermédiaire entre différents groupes, ces entreprises doivent assurer le traitement d'une quantité massive de données afin de coordonner les activités d'une multitude d'utilisateurs. Or, en s'imposant de la sorte comme un espace numérique incontournable pour leurs utilisateurs, ces entreprises accèdent à une masse considérable de données qu'elles peuvent collecter et qu'elles transforment en actif : profil démographique, situation socioéconomique, comportements, déplacements, habitudes quotidiennes, goûts, préférences, etc⁵². L'extraction de ces données au-delà de ce qui est nécessaire à l'amélioration des performances des plateformes numériques et dans le but de les exploiter de façon lucrative renvoie à ce que Zuboff désigne sous le concept de « surplus comportemental »⁵³.

De fait, comme le montre Nick Srnicek, plusieurs entreprises de plateforme sont nées des occasions ouvertes par ce qui apparaissait au départ comme un problème entourant la gestion et l'analyse de données. C'est le cas par exemple de *Search*, le moteur de

⁵⁰ *Ibid.*, p. 7.

⁵¹ Shoshana Zuboff, *L'âge du capitalisme de surveillance : le combat pour un avenir humain face aux nouvelles frontières du pouvoir*, Paris, Éditions Zulma, 2019, p. 193-215.

⁵² Nick Srnicek, *Capitalisme de plateforme*, op. cit., p. 53.

⁵³ Shoshana Zuboff, *L'âge du capitalisme de surveillance*, op. cit., p. 110.

recherche de Google, dont les données extraites à partir des requêtes des utilisateurs visaient au départ à en améliorer les performances avant d'être employées, par la suite, dans le cadre d'études de marketing et de publicités ciblées. C'est le cas aussi d'Amazon dont la plateforme de vente en ligne générait des quantités massives de données, dont le traitement nécessita la construction de grands centres de données. Or, elle en vint à louer des espaces numériques à des utilisateurs externes, dont elle tire aujourd'hui ses plus grandes marges de profit⁵⁴.

La capacité des entreprises de plateforme à générer des revenus dépend de plus en plus de l'accès, de la collecte et de l'analyse de ces données. De fait, l'extraction des données forme la base à partir de laquelle se déploient ensuite les autres techniques propres à l'économie numérique, notamment la science des données (*big data*) et les algorithmes d'intelligence artificielle. L'analyse de ces données permet aux entreprises d'améliorer les capacités et les performances de leurs plateformes, et donc d'attirer de nouveaux utilisateurs, ce qui permet en retour de collecter davantage de données, et ainsi de suite, entraînant un mouvement de spirale ascendante.

L'accumulation et l'analyse des données permettent, en définitive, d'augmenter les transactions effectuées sur les plateformes ou encore de raffiner le placement de publicités ciblées, permettant ainsi de maximiser les revenus découlant des commissions sur les transactions ou des tarifs publicitaires. Les données peuvent aussi être accumulées sur le long terme afin de rendre possible le développement de technologies ou de pratiques commerciales ultérieures. Par exemple, les données de déplacements accumulées dans le cadre des activités d'Uber pourraient être utilisées pour la mise au point et le déploiement de flottes de véhicules autonomes⁵⁵.

Les données constituent ainsi une nouvelle forme de « matière première » que s'efforcent de contrôler les entreprises de plateforme. Ce contrôle des données est alors conjugué au contrôle technologique que rend possible la propriété intellectuelle en ce qui concerne la programmation et les appareils nécessaires au fonctionnement des plateformes⁵⁶.

2.2.3. La position d'intermédiaire exclusif comme monopole

Les entreprises de plateforme opèrent un brouillage entre ce qui est intérieur et extérieur au périmètre de l'entreprise, soit entre les opérations de programmation et de valorisation de la plateforme et, par exemple, les prestations de services qui découlent de son utilisation par un ensemble d'usagers dans le cadre de l'économie à la demande. Plus encore, on pourrait parler d'un brouillage entre les entreprises et le marché lui-même⁵⁷. En effet, il s'agit là d'une caractéristique tout à fait particulière des entreprises de plateforme : d'une part, elles constituent en elles-mêmes des entreprises qui réalisent un ensemble d'opérations qui portent sur le développement, l'entretien et l'exploitation de plateformes et, d'autre part, puisqu'elles s'interposent par leurs plateformes entre différents groupes d'utilisateurs qui offrent ou demandent des biens et des services, elles s'érigent elles-mêmes comme un lieu de transactions, empruntant alors la forme d'un marché pour ces biens et services.

⁵⁴ Nick Srnicek, *Capitalisme de plateforme*, op. cit., p. 57-58 et p. 66-67.

⁵⁵ Antonio A. Casilli, *En attendant les robots : enquête sur le travail du clic*, Paris, Seuil, 2019, p. 115.

⁵⁶ Nick Srnicek, *Capitalisme de plateforme*, op. cit., p. 53.

⁵⁷ Antonio A. Casilli, *En attendant les robots*, op. cit., p. 65.

En ce sens, la dynamique de concurrence qui caractérise les entreprises de plateforme ne relève pas de la concurrence *de marché*, il s'agit plutôt d'une concurrence *entre marchés*. Ces entreprises cherchent respectivement à s'imposer comme intermédiaire unique, comme marché unique où leurs utilisateurs peuvent échanger des biens et services, qu'il s'agisse de petits boulots, du transport de personnes, de sous-locations de chambres ou d'appartements, du placement de publicités, etc. Dans cette forme de concurrence, la vitesse d'expansion constitue le facteur déterminant. Il faut rapidement occuper le terrain et s'imposer comme intermédiaire unique, coordonnant un maximum d'utilisateurs et d'activités, en ne laissant aucune place à une plateforme concurrente. L'ampleur et la concentration du nombre d'utilisateurs et des activités coordonnées sur une plateforme donnée jouent ainsi, pour les entreprises de plateforme, le rôle de barrière à l'entrée, l'entreprise la plus rapide remportant ainsi toute la mise, d'après la logique du *winner-takes-all*⁵⁸.

Les liens que nous avons évoqués entre le nombre d'utilisateurs, la quantité de données extraites et analysées et l'amélioration des performances de la plateforme se conjuguent à l'effet d'émulation qu'elles génèrent. C'est ce qu'on appelle l'« effet de réseau » : plus une plateforme comporte d'utilisateurs, plus elle tend à en attirer d'autres dans la mesure où elle devient plus visible et concentre davantage d'activités⁵⁹. Couplée à la stratégie visant à prendre de vitesse les autorités gouvernementales, la volonté de s'imposer comme intermédiaire unique en exploitant cet effet d'émulation et en garantissant un contrôle exclusif sur les données d'un secteur de la pratique sociale permet d'expliquer la croissance ultra-rapide des entreprises de plateforme. C'est pourquoi les bilans financiers de ces entreprises sont très souvent négatifs pendant plusieurs années, investissant tous les capitaux auxquels elles ont accès en R-D et en fusions et acquisitions stratégiques afin d'assurer une croissance soutenue qui leur permettra de s'imposer comme intermédiaire unique.

Dès le tournant du 20^e siècle, Thorstein Veblen faisait remarquer que l'objectif premier d'une corporation est de mettre la main sur des « avantages différenciels », soit le contrôle d'éléments stratégiques du système industriel de production qui, d'une part, lui permettent d'obtenir un contrôle sur le marché et sur le prix des biens qu'elle produit et, d'autre part, se trouvent valorisés sur les marchés financiers en tant qu'actifs intangibles. Veblen identifiait alors trois avantages différenciels : le contrôle de ressources naturelles, l'image de marque et le contrôle technologique au moyen de brevets⁶⁰. Dans la mesure où ces avantages différenciels permettent de court-circuiter la concurrence par les prix et donc de maintenir ceux-ci à un niveau artificiellement surélevé, les corporations parviennent à tirer de ceux-ci une forme de rente économique.

Or, cette tendance se trouve radicalisée avec l'avènement des entreprises de plateforme, dont les stratégies d'affaires reposent sur une croissance accélérée dans des proportions inédites. Elles misent sur l'effet combiné d'une rente technologique et d'une rente numérique, soit un contrôle de la technologie au moyen de la propriété intellectuelle et un contrôle des données en imposant leur plateforme comme intermédiaire unique. Leurs stratégies se révèlent ainsi fondamentalement monopolistiques⁶¹.

⁵⁸ Joëlle Gélinas, Lisiiane Lomazzi et Myriam Moore, *Financer l'intelligence artificielle, quelles retombées économiques et sociales pour le Québec ?*, IRIS, 2019, p. 7.

⁵⁹ Nick Srnicek, *Capitalisme de plateforme*, op. cit., p. 49-50.

⁶⁰ Thorstein Veblen, *The Theory of Business Enterprise*, Clifton (N-J), Augustus M. Kelley Publishers, 1973, p. 55 et p. 138-143.

⁶¹ Cédric Durand, *Techno-féodalisme : critique de l'économie numérique*, Paris, La Découverte, 2020, p. 163-173.

2.2.4. Le contrôle des règles et de l'arbitrage des conflits

En se constituant comme intermédiaire unique, non seulement les entreprises de plateforme sont en mesure d'imposer librement leurs tarifs sur les activités qu'elles coordonnent, elles acquièrent aussi un contrôle absolu sur les règles de fonctionnement du marché qu'elles ont constitué. En effet, comme il s'agit de leur propre plateforme, elles disposent d'un pouvoir quasi absolu, voire arbitraire, aussi bien en ce qui concerne la détermination des règles qui encadrent les interactions de leurs usagers qu'en ce qui concerne l'arbitrage des litiges qui peuvent surger⁶².

Les règles qui encadrent les activités sur les plateformes sont contenues dans les conditions générales d'utilisation (CGU) qu'acceptent d'endosser les utilisateurs, le plus souvent sans trop y porter attention, lors de leur inscription ou du téléchargement d'une application. Les CGU encadrent étroitement les activités réalisées non seulement sur la plateforme, mais également, par exemple, les prestations de services qui peuvent en découler, et cela sans pour autant constituer un contrat de travail. Ainsi, on y trouve explicités les fonctions et statuts que peuvent occuper les usagers, les critères de qualité des biens ou des services offerts ou encore la nature des contenus pouvant être partagés ou interdits sur les médias sociaux. De plus, les CGU contiennent des précisions sur la propriété des données collectées et sur les possibilités de rémunération qui peuvent découler des activités réalisées⁶³.

En ce qui concerne l'encadrement des relations entre les utilisateurs, on recourt très souvent aux systèmes d'évaluation mutuelle – le degré de satisfaction sur une échelle allant d'un à cinq avec la possibilité de laisser des commentaires – qui permettent en quelque sorte de déplacer le problème vers les utilisateurs eux-mêmes. Inventé par la plateforme de vente en ligne eBay, ce système visait à remédier aux asymétries d'informations entre les usagers qui vendent et achètent des biens sur la plateforme par l'entremise d'un système de réputation sur le long terme, dont le but était de créer un sentiment de confiance entre les usagers⁶⁴. Ce système fut ensuite adopté par de nombreuses plateformes de l'économie à la demande afin d'évaluer les biens et services faisant l'objet de transactions.

Bien que ces systèmes relèvent des entreprises de plateforme et soient administrés par elles, les évaluations entre utilisateurs déplacent le fardeau de l'encadrement vers les utilisateurs eux-mêmes. Il génère chez ceux-ci et entre eux une forme d'autodiscipline, ce qui permet inversement aux plateformes de se présenter comme des figures neutres qui, lors de litiges, se contentent d'appliquer les règles acceptées par les utilisateurs au moment de leur inscription. Or, lorsqu'il s'agit de conflits entourant les prestations de services, les entreprises de plateforme parviennent par ces systèmes à nier toute forme de responsabilité quant au travail effectué, voire à occulter la conflictualité même entourant le travail⁶⁵. Elles tendent ainsi à réduire le problème à une question de satisfaction entre usagers, et cela même si la tendance des plateformes à se constituer comme intermédiaire unique et les dispositions des CGU tendent à maintenir les usagers

⁶² Nick Srnicek, *Capitalisme de plateforme*, op. cit., p. 51-53.

⁶³ Antonio A. Casilli, *En attendant les robots*, op. cit., p. 263-266.

⁶⁴ Cédric Durand, *Techno-féodalisme*, op. cit., p. 138-147.

⁶⁵ Antonio A. Casilli, *En attendant les robots*, op. cit., p. 178-183.

dans une situation de subordination qui, dans bien des cas, possède toutes les apparences d'une relation de travail.

2.2.5. La négation du travail

Enfin, un élément central du modèle d'affaires des entreprises de plateforme renvoie à la question du travail, soit à l'ensemble des nouvelles formes de travail qu'elles génèrent. Dans son ouvrage, *En attendant les robots*, Anotnio Casilli relève trois nouvelles formes de travail qui se rattachent au développement des géants du numérique :

- **Le travail à la demande** : renvoie aux plateformes comme Taskrabbit, Uber, Doordash, etc. Il prend la forme de petits boulots (*gigs*) réalisés de façon occasionnelle et ponctuelle et qui requièrent un niveau modéré de qualifications et se déploient sur un horizon géographique circonscrit. Pour attirer les usagers, les entreprises de plateforme font valoir qu'il s'agit d'occupations très flexibles et qu'elles peuvent constituer un complément de revenu, et cela bien qu'elles puissent devenir de plus en plus indispensables pour plusieurs, notamment afin de pallier la perte de revenus ou la stagnation des salaires⁶⁶.
- **Le microtravail** : renvoie aux plateformes comme Amazon Mechanical Turk ou Clickworker qui visent à mettre en relation des usagers qui commandent un travail d'une certaine ampleur et qui se trouve fractionné sous une multitude de microtâches ensuite exécutées par une multitude d'usagers en ligne. Rémunéré à la tâche, ce travail requiert un très faible niveau de qualification. Il consiste par exemple à annoter des vidéos, classer des informations, valider des transcriptions automatiques, vérifier des bases de données, établir des liens entre des produits offerts par des plateformes en ligne, etc. On l'appelle également « travail du clic », ce à quoi se résume la plupart du temps l'opération à réaliser, mais qui se révèle absolument essentiel pour l'intelligence artificielle dans la mesure où il permet de valider les décisions établies par les algorithmes, ce qui, en retour, permet de les entraîner pour en accroître la performance⁶⁷.
- **Le travail en réseau** : renvoie aux plateformes de médias sociaux comme Facebook, Twitter ou Instagram. Les activités réalisées sur ces plateformes sont le plus souvent conçues comme une forme de loisir. À cet égard, on évoque parfois la règle du 90/9/1 : 90 % des utilisateurs sont des spectateurs relativement passifs, 9 % commentent et partagent assez régulièrement les contenus qu'on y retrouve et seulement 1 % des utilisateurs produisent et partagent régulièrement de nouveaux contenus⁶⁸. Or, l'activité des utilisateurs les plus actifs est indispensable à ces plateformes et s'apparente pour plusieurs à une forme de travail. D'un côté, les contenus qu'ils produisent assurent la vitalité et, en définitive, la viabilité des plateformes de médias sociaux. De l'autre, plusieurs de ces utilisateurs se servent de ces plateformes dans le cadre de leur travail, comme salariés ou pigistes, afin d'acquérir une visibilité, voire une employabilité⁶⁹.

⁶⁶ *Ibid.*, p. 95-118.

⁶⁷ *Ibid.*, p. 119-161.

⁶⁸ *Ibid.*, p. 175.

⁶⁹ *Ibid.*, p. 163 et suivantes.

La question de savoir si ces activités constituent effectivement ou non de nouvelles formes de travail se pose avec intérêt. De fait, elle suscite tout un débat, à propos duquel la réponse de Casilli nous semble des plus pertinentes : ce qu'il y a de commun entre le travail à la demande, le microtravail et le travail en réseau, c'est que les entreprises de plateforme nient obstinément le fait qu'il s'agisse de travail. C'est pourquoi, mis à part le personnel qui œuvre à l'intérieur des entreprises elles-mêmes, par exemple au développement et à l'entretien des plateformes, ces dernières évitent de faire référence aux activités des utilisateurs de leur plateforme comme étant du travail, désignant alors ces derniers de diverses façons : usagers, participants, contributeurs, consommateurs, etc⁷⁰.

Le travail numérique (*digital labor*) qui regroupe ces trois formes de travail peut donc être considéré comme un « continuum » allant des services mieux reconnus et rémunérés aux services les moins reconnus et rémunérés⁷¹. Pourtant, les données qui sont à la base des revenus dégagés par les entreprises de plateforme sont générées par les activités des utilisateurs, et très souvent à leur insu. Qui plus est, les utilisateurs participent aussi très souvent, encore là à leur insu, à un travail de discrimination et de qualification des données, notamment en confirmant la nature, la valeur ou l'intérêt d'une information, en évaluant les prestations des autres usagers ou encore les performances mêmes de la plateforme.

C'est là un aspect central de la transformation impulsée par les entreprises de plateforme, et auquel fait référence le titre évocateur de l'ouvrage de Casilli. Au-delà des espoirs et des craintes que suscite le développement de l'intelligence artificielle, par exemple en ce qui concerne le problème de l'émancipation à l'égard du travail par son automatisation ou l'obsolescence du travail et le chômage de masse qui pourrait en découler, la transformation essentielle qu'opèrent les entreprises de plateforme renvoie à la « dissimulation » et au « déplacement » du travail⁷².

D'un côté, le développement de l'intelligence artificielle suppose le déploiement dans l'ombre d'une armée de travailleurs du « clic » qui est indispensable afin d'entraîner et de valider les décisions toujours perfectibles des algorithmes. De l'autre, le développement des entreprises de plateforme accélère la précarisation du travail, générant de nouvelles formes d'activités productives qui ne sont pas reconnues comme travail, mais qui deviennent pour plusieurs de plus en plus indispensables afin d'assurer leur subsistance.

2.3. Le virage numérique au Québec

Le « virage » entrepris au Québec afin de favoriser le développement d'une économie numérique s'inscrit dans le prolongement des différentes SQRI qui ont été mises en place depuis le milieu des années 2000. À cet égard, le budget de mars 2016 du gouvernement libéral de Philippe Couillard constitue un jalon. En effet, ce dernier annonçait une enveloppe de 161,9 M\$⁷³ consacrée sur cinq ans au déploiement d'une « stratégie numérique d'avant-garde », ensuite haussée à 187,9 M\$ dans le cadre du Plan d'action en

⁷⁰ *Ibid.*, p. 222.

⁷¹ *Ibid.*, p. 50.

⁷² *Ibid.*, p. 25-26.

⁷³ Ministère des Finances, *Le plan économique du Québec : budget 2016-2017*, Québec, Gouvernement du Québec, 2016, p. B.107.

économie numérique de mai 2016, et dont la responsabilité fut confiée à Dominique Anglade, alors ministre de l'Économie, de la Science et de l'Innovation⁷⁴. Ce plan d'action qui comprenait cinq axes d'intervention et 28 mesures préconisait une approche en « partenariat collaboratif public-privé », misant sur des « créneaux à fort potentiel de croissance » et en privilégiant la « souplesse » quant aux interventions gouvernementales, conformément à la perspective générale et aux mesures types de la nouvelle économie⁷⁵.

Le premier axe de ce plan portait sur la stimulation des innovations par les technologies et les données (16 M\$), avec l'appui à un projet de recherche portant sur les mégadonnées et le soutien à des projets de transfert technologique, de valorisation et d'innovation réalisés par de petites et moyennes entreprises (PME) par le biais de QuébecInnove. Le second axe visait à accélérer la transformation numérique des entreprises (71 M\$), notamment par des crédits d'impôt offerts pour l'intégration des technologies d'information ainsi que par du soutien pour l'acquisition d'équipements ou de logiciels. Le troisième axe portait sur le renforcement du secteur des technologies de l'information et des communications aux Québec (79,2 M\$), avec des mesures visant à favoriser la création et la croissance d'entreprises émergentes au moyen d'organismes d'intermédiation, d'un nouveau fonds consacré à l'amorçage et au démarrage d'entreprises, ainsi qu'un appui à la création de centres d'excellence. Enfin, les quatrième et cinquième axe visaient respectivement le développement de compétences numériques (4,6 M\$) et l'établissement d'un climat d'affaires favorable au numérique (11,9 M\$)⁷⁶.

Les efforts et les ressources consacrés au « virage numérique » ont augmenté au cours des années suivantes. Si l'on s'en tient, à titre indicatif, aux différentes mesures annoncées dans les budgets du gouvernement Couillard dans le but d'accroître les capacités des centres de recherches publics et l'innovation des entreprises en matière de technologies numériques et d'intelligence artificielle, celles-ci s'élèvaient à un montant total de 807,0 M\$ de 2016 à 2018 (tableau 2). Plusieurs de ces mesures s'étendaient sur une période de cinq années, et elles ont donc pu faire l'objet de révisions ou d'interruptions avec l'arrivée du gouvernement caquiste de François Legault en octobre 2018. Ce dernier maintint toutefois les efforts dans le but d'encourager l'avènement d'une économie numérique. En effet, les mesures annoncées dans les budgets de 2019 à 2021 s'élevaient quant à elles à 1 062,2 M\$.

⁷⁴ MESI, *Plan d'action en économie numérique*, op. cit. L'écart de 26 M\$ renvoie à l'ajout de quelques mesures : 9,5 M\$ pour la mesure MACH-FAB 4.0, 1,5 M\$ pour une étude de faisabilité pour le déploiement d'un réseau de télécommunications au Nunavik et 15 M\$ pour le fonds InnovExport (*ibid.*, p. 19).

⁷⁵ *Ibid.*, p. 16.

⁷⁶ Pour les différentes mesures chiffrées, voir *Ibid.*, p. 71-73.

Tableau 2 – Mesures budgétaires visant la mise en place d'une économie numérique au Québec, 2016 à 2021

Année	Mesures	Bénéficiaires	M\$	Durée (années)
GOUVERNEMENT LIBÉRAL				
2016	Les premières initiatives de la stratégie numérique	Entreprises, centres de recherche et organismes d'intermédiation	78,5	5
	Favoriser l'intégration des technologies de l'information dans les PME	Entreprises	33,5	5
	Appui aux grands projets visant la transformation numérique	Entreprises	49,9	5
2017	25 M\$ pour une intensification des activités de l'Institut national d'optique	Institut national d'optique	25	1
	25 M\$ additionnels au Centre de recherche informatique de Montréal	CRIM	25	1
	100 M\$ pour la création d'une super-grappe en intelligence artificielle	Mila	100	5
	15 M\$ pour la capitalisation du fonds RV Orbite Montréal	RV Orbite Montréal	15	1
	Déduction additionnelle de 35 % pour amortissement afin d'encourager le virage numérique des entreprises	Entreprises	165	5
2018	24 M\$ pour la transformation numérique de la presse d'information écrite	Entreprises	24	5
	Échange de startups numériques Québec-France	Entreprises	2,4	5
	Programmes d'accompagnement d'entreprises à HEC Montréal	Creative Destruction Lab NextIA	5 5	5
	Bonification de l'appui à la création de centres d'excellence dans les secteurs des TIC et du numérique	Centres de recherche	2,4	3
	Appui au virage numérique de l'industrie touristique	Entreprises	15	4
	Développement de projets de chaînes d'approvisionnement optimisées par l'intelligence artificielle	SCALE IA	60	3
	Refonte du modèle d'affaires du CRIQ - Industrie 4.0	CRIQ	48,5	5
	Appui à la création de l'Organisation mondiale de l'intelligence artificielle à Montréal	Forum mondial IA	5	1
	Appui au projet de Chaîne d'innovation intégrée pour la prospérité numérique	U. de Sherbrooke	20,5	1
	Appuyer le virage numérique du secteur de la construction	Entreprises	11	5
	Déployer la culture québécoise dans l'espace numérique, notamment avec un crédit d'impôt	Entreprises	116,3	5
				TOTAL 807,0
GOUVERNEMENT DE LA CAQ				
2019	Bonification du programme Audit industrie 4.0	Entreprises	11,5	5
	Développement du Réseau des centres d'expertise industrielle 4.0	Centres de recherche	5	5
	Élargissement de l'offre de formation en intelligence artificielle	Établissements d'enseignement	12,5	5
	Attraction au Québec des chercheurs en intelligence artificielle	Centres de recherche	38	5
	Adoption de l'intelligence artificielle en entreprise	Entreprises	65	5
	Augmentation de la puissance de calcul du Québec	Centres de recherche	34,5	5
	Soutien aux technologies en appui à l'intelligence artificielle	Centres de recherche	79,3	5
	Soutien aux activités de recherche en intelligence artificielle	IVADO Labs Scale AI Mila PROMPT-QUÉBEC	35 15 32,5 17,5	1 1 1 1
	Appuyer l'industrie de la musique à l'ère du numérique	Industrie	15	5
2020	Créer des créneaux d'expertise en enseignement supérieur*	Établissements d'enseignement	150	5
	Appuyer les sciences de la vie – Favoriser une utilisation accrue de l'intelligence artificielle	Centres de recherche	12	5
2021	Accélérer l'acquisition des nouvelles technologies par les entreprises*	Entreprises	289,5	5
	Favoriser l'investissement par la bonification du congé fiscal pour grands projets d'investissement*	Entreprises	116,5	5
	Investir dans les infrastructures de recherche et d'innovation au Qc*	Centres de recherche	38,4	5
	Renouveler le soutien financier à l'Institut national d'optique	Institut national d'optique	75	1
	Appuyer le Centre de recherche informatique de Montréal	CRIM	20	1
				TOTAL 1062,2

Source : *Plans économiques* et *Plans budgétaires* du gouvernement du Québec de 2016 à 2021. Nous avons retenu les mesures visant l'augmentation des capacités des centres de recherches et de l'innovation des entreprises en matière de technologies numériques et d'intelligence artificielle. D'autres mesures importantes visent à accélérer le « virage numérique » dans des domaines comme l'enseignement, la santé ou l'administration publique.

(*) Ne visent pas seulement les technologies numériques ou l'IA, mais insistent grandement sur ces secteurs.

2.4. Le cœur de l'économie numérique : l'intelligence artificielle

Le déploiement de l'économie numérique au Québec repose en grande partie sur l'intérêt grandissant et les espoirs nourris à l'égard de l'intelligence artificielle. Ainsi, dans cette section, nous porterons notre attention sur ce qui est désigné comme l'« écosystème » de l'intelligence artificielle afin de rendre compte des paramètres institutionnels et organisationnels qui encadrent le développement de l'économie numérique au Québec.

L'intelligence artificielle n'est pas une idée nouvelle, les réflexions d'Alain Turing à ce sujet, souvent considéré comme l'un de ses plus importants précurseurs, ayant été publiées dès 1950, dans un article intitulé « Computing Machinery and Intelligence »⁷⁷. Quelques années plus tard, en 1956, le concept d'intelligence artificielle acquit le statut d'un domaine de recherche plus formel avec l'organisation dans une université américaine, le Dartmouth College, d'un atelier scientifique d'envergure internationale par les mathématiciens Marvin Lee Minsky et John McCarthy, intitulé Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence.

Durant les années 1960, ce domaine connut un essor rapide aux États-Unis, aussi bien dans le monde académique, notamment au MIT, qu'au niveau entrepreneurial, par exemple chez IBM, avec la multiplication de recherches principalement financées dans le cadre du complexe militaro-industriel américain. Cela dit, les promesses très souvent exagérées qui étaient cultivées autour du développement de l'intelligence artificielle entraînèrent celle-ci, à plus d'une reprise, dans des périodes léthargiques que l'on désigna comme les « hivers » de l'intelligence artificielle, les résultats se faisant attendre et le financement se tarissant⁷⁸.

Depuis les années 2010, le regain d'intérêt pour l'intelligence artificielle vient des avancées en matière d'apprentissage automatique, plus particulièrement en ce qui concerne les réseaux de neurones artificiels. L'apprentissage automatique consiste à soumettre à un algorithme une quantité massive de cas répertoriés dont certaines caractéristiques ont déjà été établies et validées, avec pour résultat que ce dernier en vient à discerner et reconnaître les occurrences et les similitudes entre les différents cas qui lui sont présentés, lui permettant ainsi de raffiner ses analyses et ses prédictions. Cette technique, pourtant théorisée depuis un certain temps, est devenue opérationnelle avec la disponibilité grandissante de données massives, accumulées notamment par les plateformes numériques, et avec l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs et des centres informatiques⁷⁹.

Un des pionniers de cette technique est Yoshua Bengio, figure centrale du milieu de l'intelligence artificielle à Montréal, et qui a grandement contribué ici à la nouvelle vague d'intérêt pour elle. Tout en complétant un doctorat en informatique à McGill en 1991 et un postdoctorat au MIT les deux années suivantes, il a participé avec des collègues au développement d'un algorithme permettant de reconnaître l'écriture manuscrite, employé depuis pour la reconnaissance automatique de l'écriture inscrite sur les chèques déposés dans les guichets de plusieurs banques en Amérique du Nord.

⁷⁷ Antonio A. Casilli, *En attendant les robots*, op. cit., p. 31.

⁷⁸ Colleret, Maxime et Mahdi Khelfaoui, « D'une révolution avortée à une autre ? Les politiques québécoises en nanotechnologies et en IA au prisme de l'économie de la promesse », *Recherches sociographiques*, vol. 61, n° 1, p. 173.

⁷⁹ TECHNOCCompétences, *La petite histoire de l'IA à Montréal*, 2018.

Les articles qu'il publia sur les réseaux de neurones au cours de cette période s'imposèrent à partir des années 2000 comme des incontournables, alors qu'il devint lui-même une figure publique conférant crédibilité et légitimité aux recherches effectuées en intelligence artificielle à Montréal, facilitant ainsi la mise en place de dispositifs et le dégagement de ressources pour en assurer le développement⁸⁰. Professeur au département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal depuis 1993, il cumule désormais de multiples postes auprès d'organisations névralgiques de l'écosystème en intelligence artificielle et du numérique au Québec, agissant notamment comme directeur scientifique de l'Institut de valorisation des données (IVADO) et de Mila – Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal.

Ce n'est toutefois qu'à partir du milieu des années 2010 que Montréal fit sa marque dans ce domaine au niveau international, avec l'implantation rapide d'un ensemble de filiales et de laboratoires de firmes géantes du numérique en territoire québécois. Ainsi, en novembre 2016, Google annonçait l'installation d'un laboratoire de recherche sur l'apprentissage profond, une antenne montréalaise de Google Brain dirigée par Hugo Larochelle, un ancien étudiant de Yoshua Bengio. En janvier 2017, Microsoft acquit Maluuba, une entreprise émergente spécialisée dans la reconnaissance du langage, dont elle annonçait vouloir doubler les effectifs à son laboratoire de R-D à Montréal. En avril 2017, l'entreprise IBM annonçait l'ouverture d'un laboratoire afin de resserrer ses liens avec les recherches effectuées en intelligence artificielle au Mila, un exemple suivi quelques mois plus tard par Samsung et son Institut des technologies avancées ainsi que par l'entreprise française Thalès et son Centre de recherche et technologie spécialisé en intelligence artificielle. En septembre 2017, Facebook annonçait l'ouverture d'un laboratoire dirigé par Joëlle Pineau, professeure en informatique à McGill, suivie quelques semaines plus tard par l'entreprise DeepMind, acquise par Google en 2014, annonçant l'implantation d'un laboratoire dirigé par Doina Precup, également professeure à McGill⁸¹.

Compte tenu de la diversité des organismes publics dont proviennent les fonds, il n'est pas aisés de répertorier et calculer l'ensemble des ressources d'origine publique qui ont été consacrées au cours des dernières années au développement de l'écosystème de l'intelligence artificielle au Québec. Cependant, l'étude la plus récente et la plus exhaustive en la matière évalue à 1,17 G\$ la totalité des ressources, en provenance du fédéral et du gouvernement du Québec, consacrées au développement de l'intelligence artificielle au Québec de 2016 à 2020⁸².

Conformément aux mesures types de la nouvelle économie et de l'économie numérique, les initiatives encourageant la mise en place d'un écosystème en intelligence artificielle visent : 1) à stimuler la R-D des entreprises au moyen de crédits d'impôt ; 2) à favoriser les partenariats de recherche et le transfert technologique ; 3) à encourager la création d'entreprises émergentes par l'entremise du capital de risque.

⁸⁰ Maxime Colleret et Yves Gingras, *L'intelligence artificielle au Québec : un réseau tricoté serré*, Note de recherche, CIRST, 2020, p. 27-28.

⁸¹ David Doloreux et Geneviève Savoie-Dansereau, « L'émergence de la grappe industrielle de l'intelligence artificielle (IA) à Montréal », *Le Géographe canadien*, vol. 63, n° 3, 2019, p. 449.

⁸² Ana Brandusescu, *Politique et financement de l'intelligence artificielle au Canada : investissements publics, intérêts privés*, Centre de recherches interdisciplinaires en études montréalaises, Université McGill, 2021, p. 57-60.

2.4.1. Crédits d'impôt

En 2020, le taux d'imposition des sociétés au Québec se situait à 15 % au niveau fédéral et à 11,5 % au niveau provincial, pour un taux combiné de 26,5 %, soit légèrement au-dessus de la moyenne des pays de l'OCDE qui se situait à 23,5 %⁸³. Cela dit, les deux ordres de gouvernements offrent d'importants crédits d'impôt afin d'encourager l'innovation technologique et les dépenses en R-D. Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, cette aide fiscale s'élève à 35 % pour les PME et à 15 % pour les grandes entreprises au niveau fédéral, puis à 30 % pour les PME et à 14 % pour les grandes entreprises au niveau québécois. Pour le Québec, plusieurs motifs peuvent donner accès à ce crédit d'impôt :

- Les salaires versés aux chercheurs pour la R-D.
- Les contrats de recherche avec une université, un centre de recherche public admissible ou un consortium de recherche.
- La recherche précompétitive réalisée en partenariat privé.
- Les droits et cotisations versées à un consortium de recherche.

Qui plus est, les entreprises qui œuvrent dans le secteur du numérique et des technologies de l'information ou qui cherchent à intégrer ces technologies peuvent bénéficier de crédits d'impôt spécifiques :

- Le crédit d'impôt pour le développement des affaires électroniques, s'élevant à 24 % des salaires admissibles (maximum annuel de 83 333 \$ par employé).
- Le crédit d'impôt relatif à la production de titres multimédias, de 26,25 à 37,5 % des salaires admissibles par année.
- Le crédit d'impôt relatif aux grands projets de transformation numérique, s'élevant à 24 % des salaires admissibles (maximum annuel de 20 000 \$ par employé).
- Jusqu'à récemment, le crédit d'impôt relatif à l'intégration des technologies de l'information, soit 25 % de 80 % des frais relatifs à un contrat d'intégration de technologies de l'information (maximum de 62 500 \$ par contrat). Ce dernier a toutefois été aboli en 2020, puisque ses dispositions recoupaient le nouveau crédit d'impôt à l'investissement et à l'innovation (C3i), qui fluctue pour sa part entre 10 et 20 % selon la région d'attache de l'entreprise.

⁸³ Tommy Gagné-Dubé, Luc Godbout et Suzie St-Cerny, *Bilan de la fiscalité au Québec – Édition 2021*, Chaire de recherche en fiscalité et en finances publiques, 2021, p. 45-46.

Enfin, à ces crédits d'impôt applicables aux sociétés s'ajoutent des congés d'impôts pour les chercheurs recrutés à l'étranger et dont le travail est consacré à la R-D :

- Congé d'impôt pour les chercheurs, experts ou stagiaires postdoctoraux étrangers, s'élevant à 100 % du salaire les deux premières années, puis à 75 %, 50 % et 25 % respectivement les années suivantes⁸⁴.

L'ensemble de ces crédits et congés d'impôts constituent autant d'incitatifs visant à favoriser et intensifier les efforts consacrés en R-D par les entreprises. Bien que ceux-ci débordent l'écosystème unique de l'intelligence artificielle, ils permettent tout de même d'avoir une idée des avantages fiscaux dont peuvent jouir les entreprises qui œuvrent dans cet écosystème.

Tableau 3 – Crédits d'impôt et congés fiscaux pour la R-D au Québec (M\$)

	2015	2016	2017	2018
SOCIÉTÉS				
Recherche scientifique et développement expérimental :				
• Salaire des chercheurs	462,9	423,6	440,6	453,8
• Recherche universitaire	4	5,2	3,7	3,9
• Autres	23,2	11,8	12,7	13,1
Production de titres multimédias	151,8	188,7	207,3	225,1
Développement des affaires électroniques :				
• Crédit d'impôt remboursable	335,7	354,1	373,8	390,7
• Crédit d'impôt non remboursable	24,4	50,7	59,7	65,8
Grands projets de transformation numérique	-	f	f	f
Intégration des technologies de l'information dans les PME (secteurs primaire, manufacturier, commerce de gros et détail)	f	1,2	2,8	4
PARTICULIERS				
Chercheurs étrangers	4	3,4	3,1	4,5
Experts étrangers	1,4	1,4	2,1	1,4
Stagiaires postdoctoraux étrangers	0,8	1	1,5	1,7

Source : Gouvernement du Québec, *Dépenses fiscales : édition 2020*, Éditeur officiel du Québec, 2021. Les montants correspondent à des estimations réalisées par le gouvernement.

f : coût fiscal inférieur à 0,5 M\$.

2.4.2. Centres de recherche publics, organismes d'intermédiation et financement de partenariats

Le cœur de la stratégie entourant le développement de l'intelligence artificielle au Québec repose sur le généreux financement d'instituts et de centres de recherche publics, mais aussi sur la mise en place d'organismes d'intermédiation favorisant le transfert technologique et l'offre de subventions pour encourager les projets de recherche réalisés en partenariat.

⁸⁴ Voir les descriptions détaillées dans : Gouvernement du Québec, *Dépenses fiscales : édition 2020*, Éditeur officiel du Québec, 2021.

L'essor rapide de la recherche en intelligence artificielle à Montréal s'amorce avec l'obtention en 2016 d'une subvention de 93,6 M\$ de la part du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada pour la mise en place de l'Institut de valorisation des données (IVADO). Né d'une collaboration entre HEC Montréal, Polytechnique Montréal et l'Université de Montréal, la mission d'IVADO vise le développement de l'« intelligence numérique » sur la base de « quatre piliers » : 1) le développement de talents par l'offre de formation ; 2) l'avancement des connaissances avec l'intensification des recherches ; 3) le transfert technologique vers l'industrie et l'entrepreneuriat ; 4) la formation d'un réseau d'envergure internationale. Cet institut de recherche revêt donc une forme hybride, misant non seulement sur l'excellence de la recherche, mais aussi sur les collaborations avec le milieu privé. En 2020, IVADO affirmait s'appuyer sur l'expertise de 13 conseillers et conseillères en partenariat et annonçait chapeauter 273 projets de collaboration, réunissant 135 entreprises et 169 chercheurs et chercheuses provenant de 13 universités, totalisant des investissements de 48 M\$⁸⁵.

L'autre institut de recherche central à l'écosystème de l'intelligence artificielle est le Mila – Institut des algorithmes d'apprentissage de Montréal. Fondé en 1993 par Yoshua Bengio à l'Université de Montréal, il acquit le statut d'OSBL en 2017 alors qu'il prit un nouvel essor et devint une instance de collaboration incluant l'Université McGill, Polytechnique Montréal et HEC Montréal. Le gouvernement Couillard annonça alors une enveloppe de 100 M\$ pour le financement de Mila sur cinq ans, ce que le gouvernement Legault affirma maintenir après son arrivée au pouvoir⁸⁶. Mila reçut également 44 M\$ du gouvernement fédéral dans le cadre de la Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle qui fut annoncée en 2017 et administrée par le Canadian Institute for Advance Research (CIFAR). Les quatre « piliers stratégiques » de Mila visent : 1) l'attraction et la formation de talents en intelligence artificielle ; 2) l'accélération de l'adoption de cette technologie ; 3) la réalisation de recherches de pointe dans le domaine ; 4) la réflexion sur le potentiel et les enjeux liés à l'utilisation de l'intelligence artificielle. Le Mila constitue en outre un organisme tourné à la fois vers le milieu académique et le monde industriel, regroupant 84 partenaires industriels et ayant réalisé plus de 112 projets de recherche appliquée au cours des dernières années⁸⁷.

À ces deux instituts névralgiques s'ajoutent le Center for Intelligent Machines (CIM) de l'Université McGill, le Centre de recherche en données massives de l'Université Laval (CRDM), le Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT) ou encore le Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD).

D'autres centres de recherche sont encore plus directement orientés vers les besoins techniques et les objectifs appliqués du monde des entreprises. C'est le cas du Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), spécialisé en technologies de l'information et, de plus en plus, en intelligence artificielle. Fondé en 1985, sa mission vise à créer de la « valeur socioéconomique » par l'entremise du développement et du transfert de technologies⁸⁸. De même, le Centre d'intelligence artificielle appliquée JACOBB est un centre collégial de transfert de technologie (CCTT) né d'une collaboration entre le Collège

⁸⁵ IVADO, *À fonds l'excellence ! : Rapport de mi-mandat 2016-2020*, 2020.

⁸⁶ Presse Canadienne, « L'intelligence artificielle a désormais son quartier général à Montréal », *Radio-Canada*, 28 janvier 2019.

⁸⁷ Mila, *Rapport d'impact 2020-2021*, en ligne : <https://mila.quebec/impact/#croissance>.

⁸⁸ Voir le site Internet du CRIM : <https://www.crim.ca/fr/a-propos/>.

de Bois-de-Boulogne et le Collège John Abbott. Il vise à apporter une aide technique, à réaliser des projets de recherche appliquée en partenariat et la diffusion d'informations dans le domaine de l'intelligence artificielle⁸⁹. En fait, parmi les 59 CCTT que compte le réseau, 20 d'entre eux affirment posséder une expertise en intelligence artificielle⁹⁰.

En plus de ces instituts et centres de recherche déjà fortement orientés vers le milieu entrepreneurial, des organismes d'intermédiation furent mis sur pied afin de faciliter le transfert technologique en matière d'intelligence artificielle. C'est le cas d'IVADO Labs, rattaché à l'institut du même nom, qui a été fondé en 2017 en recevant une contribution importante du gouvernement Couillard en plus des contributions d'IVADO et des institutions académiques qui en sont à la base. Le gouvernement Legault lui apporta également son appui en lui octroyant une enveloppe de 35 M\$ dans le cadre du budget de 2019. IVADO Labs vise le transfert de technologies en privilégiant une « approche collaborative »⁹¹.

De même, Scale AI est un centre d'innovation privilégiant un modèle de co-investissement, financé par les deux paliers gouvernementaux et exigeant des contributions importantes du secteur privé pour la réalisation de projets déterminés. Il fut créé dans le cadre de l'Initiative des supergrappes d'innovation du gouvernement fédéral, visant à favoriser les collaborations de type « université-entreprise-État », à la suite d'une demande pilotée par le Groupe Optel, une multinationale spécialisée dans les technologies de traçabilité⁹². Scale AI reçut 230 M\$ du gouvernement fédéral, auxquels s'ajoutèrent 53,4 M\$ de la part du gouvernement du Québec⁹³. Enfin, mentionnons les deux organismes Creative Destruction LAB (CDL) et NextAI, tous deux rattachés à HEC Montréal, qui se spécialisent dans le mentorat et l'accompagnement d'entreprises émergentes associées à des laboratoires universitaires (*spin-offs*). En 2018, le gouvernement Couillard annonça 5 M\$ sur cinq années pour chacun de ces organismes.

Pour finir, au-delà du financement public de centres de recherche et d'organismes d'intermédiation, le gouvernement du Québec offre également des subventions de recherche importantes par le biais d'organismes subventionnaires et de ministères. Comme pour les autres domaines de recherche, les projets en technologie de l'information et des communications, portant notamment sur les algorithmes d'intelligence artificielle, peuvent bénéficier de financement par l'entremise des différents programmes du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologie (FRQNT).

De même, certains programmes du ministère de l'Économie et de l'Innovation visent spécifiquement le financement de projets en intelligence artificielle, en encourageant très souvent une approche collaborative réunissant entreprises et centres de recherche publics, comme c'est le cas pour une enveloppe de 25 M\$ annoncée en 2020 dans le cadre d'un « appel de projets d'innovation en intelligence artificielle : recherche industrielle en collaboration et soutien à l'entrepreneuriat innovant »⁹⁴. De même, PROMPT, un

⁸⁹ Voir le site Internet de JACOBB : <https://www.jacobb.ai>.

⁹⁰ Voir le site du réseau de CCTT Synchronex : <https://synchronex.ca>.

⁹¹ Voir le site Internet d'IVADO Labs : <https://ivadolabs.com/fr/a-propos-de-nous/>.

⁹² Maxime Colleret et Yves Gingras, *L'intelligence artificielle au Québec : un réseau tricoté serré*, op. cit., p. 8-9.

⁹³ Scale AI, *Propulsez votre potentiel avec la supergrappe d'IA du Canada*, Rapport annuel 2020-2021, p. 15.

⁹⁴ MEI, « Appels de projets en intelligence artificielle - Québec investit plus de 25 M\$ pour accélérer l'adoption de l'intelligence artificielle dans les entreprises », 7 décembre 2020, en ligne :

regroupement sectoriel de recherche industrielle créé en 2002 et spécialisé dans les TIC, la microélectronique et l'intelligence artificielle, constitue à la fois un organisme d'intermédiation et de financement, développant et finançant des projets qui unissent entreprises, centres de recherche publics et organismes de transfert technologique. Portant spécifiquement sur l'intelligence artificielle, le programme PARTENAR-IA (volet entreprise) a assuré le financement de 48 innovations au cours de l'année 2019-2020, dans le cadre de collaborations s'étendant à 73 entreprises et 22 centres de recherche publics, et dont le financement offert par PROMPT s'élevait à 13,3 M\$⁹⁵.

2.4.3. Capital de risque

Le réaménagement du secteur de financement par capital de risque qui fut réalisé dans la foulée du Rapport Brunet de 2004 – mentionné au chapitre précédent – culmina en 2009 avec la mise sur pied de Teralys Capital. Né d'une collaboration entre IQ, le Fonds de solidarité FTQ et la CDPQ qui investirent chacun 200 M\$ dans l'aventure, ce fonds de fonds disposa donc au départ de 600 M\$ à investir dans des fonds de capital de risque, auxquels s'ajoutèrent les portefeuilles qui lui furent confiés sous gestion de la part du Fonds de solidarité FTQ et de la CDPQ, d'une valeur combinée additionnelle de 600 M\$⁹⁶. Le capital sous gestion de Teralys s'élève aujourd'hui à 2 G\$, dont une proportion de 55 % est investie dans des fonds spécialisés dans les TIC, notamment en intelligence artificielle. C'est le cas par exemple de Real Ventures dont les fonds s'élèvent à 180 M\$, et dans lequel Teralys a investi aux côtés d'IQ et de la CDPQ.

De même, si la stratégie d'investissement en capital de risque de la CDPQ reposait durant plusieurs années presque exclusivement dans sa participation à Teralys, celle-ci a recommencé plus récemment à mettre en place des fonds de capital de risque dont elle assure la gestion. C'est le cas du Fonds CDPQ-IA, doté d'une enveloppe de 250 M\$ entièrement consacrée au financement d'entreprises québécoises émergentes œuvrant dans le domaine de l'intelligence artificielle⁹⁷.

D'autres investisseurs publics ou institutionnels, comme IQ ou le Fonds de solidarité FTQ, investissent également des sommes importantes en le capital de risque, incluant les TIC et l'intelligence artificielle, de façon directe et indirecte, c'est-à-dire en investissant directement dans des entreprises émergentes ou dans des fonds privés. Ainsi, les investissements totaux d'IQ dans le capital de risque s'élèvent à près de 1,15 G\$, dont 41 % en investissements directs, 51 % indirects et 8 % par l'entremise de IQ-FIER inc⁹⁸. De même, au cours des 10 dernières années, le Fonds de solidarité FTQ a investi 2,2 G\$ en capital de risque, dont 64 % en investissements directs et 36 % indirects⁹⁹.

<https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/appels-de-projets-en-intelligence-artificielle-quebec-investit-plus-de-25-m-pour-accelerer-ladoption-de-lintelligence-artificielle-dans-les-entreprises>.

⁹⁵ Voir le site Internet de PROMPT : <https://promptinnov.com/prompt/qui-sommes-nous-missions-objectifs-histoire-et-equipe/>.

⁹⁶ Éric N. Duhaime, « La stratégie d'investissement en capital de risque de la Caisse », dans Frédéric Hanin (dir.), *La Caisse de dépôt et placement du Québec à l'épreuve de la financiarisation*, Québec, PUL, 2016, p. 206-211.

⁹⁷ CDPQ, « La Caisse bonifie son offre en intelligence artificielle », communiqué, 18 mars 2019, en ligne : <https://www.cdpq.com/fr/actualites/communiques/la-caisse-bonifie-son-offre-en-intelligence-artificielle>.

⁹⁸ Investissement Québec, *Rapport annuel d'activités et de développement durable, 2020-2021*, p. 117.

⁹⁹ Fonds FTQ, *États financiers consolidés au 31 mai 2021*, p. 20.

2.5. La concentration des ressources

Qu'il s'agisse des crédits d'impôt offerts aux entreprises qui œuvrent dans le secteur du numérique, du financement public des centres de recherche, des organismes d'intermédiation et des subventions offertes pour encourager les partenariats ou encore de la participation des investisseurs publics et institutionnels au financement d'entreprises émergentes par le capital de risque, les ressources consacrées à la mise en place de l'économie numérique sont colossales. C'est le cas des sommes consacrées au développement de l'écosystème en intelligence artificielle, en particulier des fonds offerts aux organismes névralgiques dont il se compose, et qui se révèlent fortement concentrées, d'une double façon.

Premièrement, cette concentration des ressources se matérialise dans la disparité frappante des fonds publics consacrés à l'intelligence artificielle en comparaison à ceux qui sont consacrés à l'ensemble des autres domaines qui relèvent du génie et des sciences naturelles. On tend ici à mettre beaucoup d'œufs dans le même panier. Par exemple, le budget de 2019 prévoyait à lui seul 100 M\$ consacrés en une seule année à quatre organismes en intelligence artificielle (IVADO Labs, SCALE AI, Mila et PROMPT). Or, comme cela fut signalé par d'autres auteurs, il s'agit d'une somme considérable si on la compare au montant dont disposait le FRQNT pour l'ensemble de ses programmes, et qui se limitait pour la même année à 64,6 M\$¹⁰⁰. S'il règne aujourd'hui un engouement certain quant aux applications et aux retombées potentielles de l'intelligence artificielle, il ne faut pas oublier que son développement s'est fait par l'entremise de recherches fondamentales qui ont longtemps été financées, aux côtés d'une multitude d'autres domaines de recherche, sans parvenir à de grandes percées jusqu'à récemment. Malgré les promesses souvent irréalistes qui sont mises de l'avant pour justifier le financement de certains domaines de recherche, il est dans les faits toujours difficile de prévoir les domaines dans lesquels des percées majeures et déterminantes seront réalisées, avec des retombées non seulement économiques, mais aussi scientifiques et sociales. En ce sens, il serait certainement plus judicieux, sur le long terme, de maintenir ici une saine diversité quant au financement des différents domaines de recherche, et d'éviter de tout miser sur le même cheval.

Deuxièmement, les ressources sont également concentrées dans la mesure où elles sont administrées, en définitive, par une communauté relativement restreinte et aux intérêts étroitement liés. Une étude de Maxime Colleret et Yves Gingras, publiée en 2020 par le Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST), montre que les acteurs de l'intelligence artificielle au Québec forment un « réseau tricoté serré ». À partir des données accessibles en ligne en ce qui concerne les conseils consultatifs et les conseils d'administration des centres de recherches et de transfert technologique les plus importants en intelligence artificielle, deux types d'analyse de réseau ont été réalisées : la première analyse fait état de la force des liens entre les organismes à partir des sièges qui sont occupés sur des conseils différents par les mêmes personnes ; la seconde fait état de la force des liens entre les personnes elles-mêmes lorsqu'elles siègent sur les mêmes conseils d'administration¹⁰¹. Dans les deux cas, les liens se révèlent très étroits.

¹⁰⁰ Maxime Colleret et Mahdi Khelfaoui, « D'une révolution avortée à une autre ? », *loc. cit.*, p. 177 ; voir le site Internet du FRQNT : <https://frq.gouv.qc.ca/nature-et-technologies/faits-et-chiffres-2019-2020/>.

¹⁰¹ Maxime Colleret et Yves Gingras, *L'intelligence artificielle au Québec : un réseau tricoté serré*, *op. cit.*, p. 17.

En ce qui concerne les organismes névralgiques de l'intelligence artificielle à Montréal, la densité des liens est très étroite, plusieurs personnes administrant simultanément au moins deux organismes : IVADO, Mila, Scale AI et CDL. Aussi, plusieurs de ces personnes font également partie du Comité d'orientation de la grappe en IA (COGIA) qui conseille le gouvernement du Québec : six membres proviennent du Mila, cinq du CDL, quatre d'IVADO, trois de Scale AI, etc¹⁰². De même, la densité des liens est également très étroite entre les personnes elles-mêmes qui siègent très souvent sur les mêmes conseils d'administration de différents organismes. Par exemple, sur un réseau comprenant 88 individus, Yoshua Bengio est directement lié à 77 personnes. Aussi, au moins une dizaine de personnes sont respectivement liées à plus de trente personnes de ce réseau¹⁰³.

Comme le soulignent les auteurs, il n'est donc pas surprenant que le rapport produit en 2018 par le COGIA, intitulé *Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en intelligence artificielle*, définit trois impératifs qui avantagent notamment les organismes dont sont également membres plusieurs des personnes qui siègent sur ce comité : 1) « garantir la montée en puissance du Mila » qui est considéré comme « l'épicentre de l'apprentissage automatique » ; 2) aider l'ensemble du Québec à contribuer à l'essor de l'intelligence artificielle et le système d'éducation à former l'expertise nécessaire ; et 3) poursuivre le soutien offert à IVADO et Scale AI¹⁰⁴.

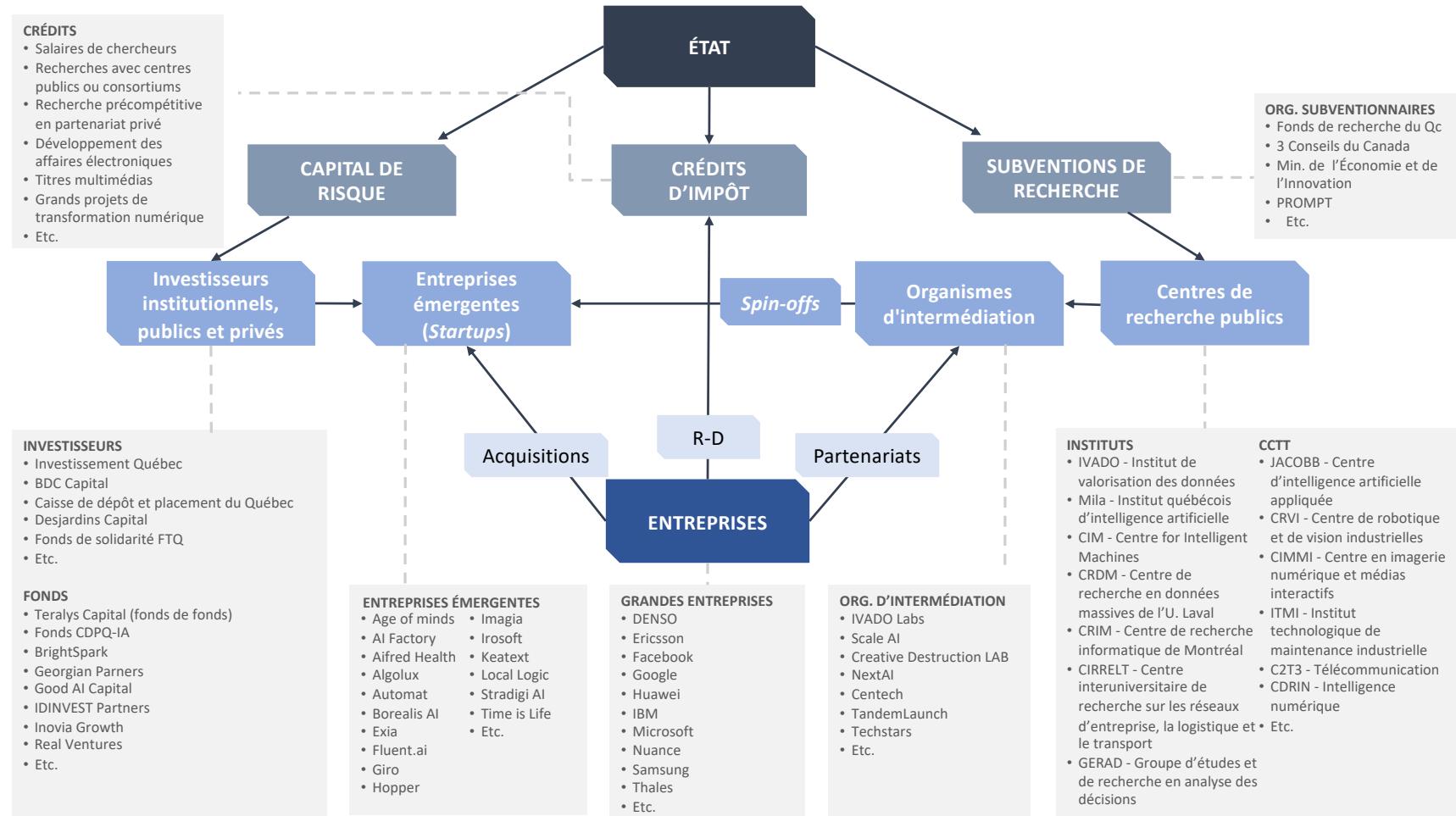
Au fur et à mesure que les frontières s'estompent entre les mondes universitaire, économique et politique, la question se pose quant à la neutralité des analyses, des projections et des recommandations produites au sujet du développement de l'intelligence artificielle dans un cercle aussi restreint. Les règles de saine prudence dans l'administration publique n'imposent-elles pas de plus rigoureux mécanismes de mise à distance ?

¹⁰² *Ibid.*, p. 18-19.

¹⁰³ *Ibid.*, p. 21.

¹⁰⁴ *Ibid.*, p. 25 ; COGIA, *Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en intelligence artificielle*, MESI, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2018, p. 15.

Illustration 2 – L'écosystème de l'intelligence artificielle au Québec



2.5. Conclusion

Le déploiement de l'économie numérique repose sur de nouvelles technologies qui comportent une dimension « immatérielle », mais qui reposent également sur des infrastructures « matérielles » importantes, dont l'empreinte environnementale est loin d'être négligeable. Leur utilisation de plus en plus massive implique ainsi des choix de société que l'on ne saurait abandonner à la seule logique des marchés, et cela à plus forte raison si l'on considère la puissance des entreprises qui les mobilisent et les investissements massifs de fonds publics dans ce secteur de l'économie.

Bien que les technologies numériques possèdent un potentiel d'optimisation de la consommation et de l'utilisation de ressources et un potentiel tout aussi grand de réduction de la production à travers la mutualisation de biens, leur déploiement massif représente une menace actuellement sous-estimée. L'augmentation exponentielle du traitement et du transfert de données, la multiplication des appareils et des objets connectés, l'agrandissement constant des écrans – sans compter la production de tous ces objets en fonction des principes de l'obsolescence programmée – pourraient très bien entraîner une catastrophe écologique en raison du bilan carbone ainsi que de la consommation d'énergie et de minéraux stratégiques.

En favorisant l'expansion et l'intensification de pratiques économiques relativement marginales ou relevant de l'économie informelle, les entreprises de plateforme intègrent ces dernières à l'intérieur des grands circuits du capital. En misant sur le contrôle technologique et le contrôle numérique dans le cadre de stratégies monopolistiques, elles génèrent un ensemble de nouvelles formes de travail précaires et atypiques. Il s'agit là d'enjeux qui dépassent largement la seule sphère du commerce et des affaires.

Ainsi, en tenant compte des dimensions environnementales et socioéconomiques qui se rattachent à son développement, il apparaît légitime de remettre en question l'utilisation massive de fonds publics et les objectifs poursuivis afin d'accélérer et de renforcer la mise en place de l'économie numérique au Québec. Sommes-nous en train de cultiver trop d'espoirs et de consacrer trop de ressources à un secteur exclusif ? Une saine diversification des champs de recherche ne serait-elle pas préférable ?

CHAPITRE III

Enjeux et défis de l'économie numérique

La stratégie de développement de l'économie numérique au Québec s'inscrit dans le prolongement des mesures caractéristiques de la nouvelle économie. Comme on a pu le constater au premier chapitre, si ces mesures ont effectivement permis d'accroître les dépenses des entreprises en R-D et d'augmenter le personnel affecté à ces activités au cours des années 1990, cette croissance s'est ensuite estompée à partir du début des années 2000. Les différentes SQRI adoptées au cours des années 2000 et 2010, reprenant à leur compte les mesures types de la nouvelle économie, semblent tout au plus être parvenues à maintenir péniblement ces activités à leur niveau.

Cependant, l'intérêt et le succès d'une stratégie misant sur l'innovation technologique ne se limitent pas à la croissance des activités de R-D elles-mêmes. L'ensemble des incitatifs visant à stimuler l'innovation technologique, qu'il s'agisse des crédits d'impôt pour la R-D, des subventions de recherche réalisée en partenariat ou du financement d'entreprises émergentes par capital de risque, visent en fait la création de nouveaux produits et services qui seront commercialisés par de nouvelles entreprises en générant de nouveaux emplois. Du moins, c'est l'argument qui est souvent mis de l'avant pour justifier ces mesures et les investissements qu'elles impliquent.

Or, voilà la question que nous chercherons à éclairer dans le présent chapitre : est-ce que les mesures visant le développement de la nouvelle économie et de l'économie numérique portent leurs fruits ? Est-ce qu'elles se traduisent effectivement par la création d'entreprises durables et d'emplois de qualité ? Si l'on tient compte des traits caractéristiques des entreprises de plateforme, en particulier leur croissance externe accélérée et la négation des activités qu'elles coordonnent en tant que travail, la question apparaît d'autant plus cruciale.

Nous porterons ainsi notre regard sur deux problématiques centrales : celle des enjeux relatifs au contrôle technologique entourant les brevets et le financement d'entreprises émergentes et celle de la polarisation du travail liée à l'émergence des entreprises de plateforme, générant à la fois des emplois de qualité et de nouvelles formes de travail atypiques et précaires. Les études et les données permettant d'éclairer ces problématiques demeurent assez limitées, si bien que le présent chapitre revêt un caractère exploratoire. Comme nous le verrons, certains indicateurs sèment toutefois le doute sur notre capacité à tirer pleinement parti des ressources et des efforts consacrés à l'innovation technologique au Québec.

3.1. Le contrôle technologique

Nous avons vu dans le second chapitre que les entreprises de plateforme radicalisent les traits caractéristiques de certaines stratégies de grandes corporations qui misent sur l'acquisition d'avantages différenciels comme le contrôle technologique au moyen de brevets. D'un côté, cette forme de contrôle leur permet de maintenir une emprise sur les prix des biens et des services qu'elles offrent sur les marchés, bénéficiant ainsi d'une rente technologique. De l'autre, cette forme de contrôle se trouve par ailleurs valorisée en tant qu'actif intangible sur les marchés financiers, ce qui accroît l'accès au crédit ou la

capacité à obtenir des capitaux, favorisant ainsi des exercices de fusions et acquisitions stratégiques pour affermir davantage le contrôle technologique.

L'enjeu du contrôle technologique est donc central en rapport aux stratégies de développement économique qui misent sur l'innovation technologique, comme ce fut le cas de la nouvelle économie et comme c'est le cas actuellement de l'économie numérique au Québec. À cet égard, le danger qui guette des économies ouvertes et d'envergure relativement limitée comme celles du Québec et du Canada, c'est de voir les résultats de l'innovation technologique généreusement financée par des fonds publics être accaparés par des entreprises étrangères, devenant alors une sorte de sous-traitant en R-D. Or, au regard de ce qu'il advient des brevets et des compagnies émergentes développés ici, il s'agit d'un scénario plausible qu'il faut prendre en considération très sérieusement.

3.1.1. Le déficit de brevets

Une étude récente réalisée par Nancy Gallini et Aidan Hollis, professeurs en économie respectivement à l'Université de Colombie-Britannique et à l'Université de Calgary, offre un éclairage sur ce qu'il advient des brevets issus des recherches effectuées au Canada – l'étude ne ventile malheureusement pas les résultats par province. Publiée par l'Institut de recherche en politiques publiques, cette étude vise à clarifier un certain « paradoxe ». D'un côté, le Canada semble réunir tous les éléments nécessaires pour favoriser l'innovation technologique – main-d'œuvre qualifiée, centres de recherche renommés, crédits d'impôt pour la R-D, disponibilité de financement par capital de risque, etc. De l'autre, les résultats demeurent toutefois mitigés, en comparaison à d'autres pays, au chapitre des brevets octroyés à l'issue des recherches. Pour cause, les auteurs soutiennent que les personnes qui effectuent des recherches au Canada tendent à vendre ou octroyer à une tierce organisation, souvent étrangère, les brevets issus de leurs recherches, renonçant ainsi à s'engager dans les démarches nécessaires afin d'assurer le développement d'une nouvelle entreprise misant sur les brevets obtenus¹⁰⁵.

Pour établir ce constat, les auteurs se sont intéressés aux demandes déposées auprès du Bureau américain des brevets et des marques de commerce (USPTO). Dans la mesure où les États-Unis représentent un marché incontournable au niveau mondial, tout nouveau produit ou procédé qui vise le marché international implique d'y déposer une demande de brevet. S'intéressant au marché international, les auteurs ont donc retenu la base de données du USPTO, vers laquelle se tournent de toute façon très souvent les inventeurs du Canada eux-mêmes¹⁰⁶. Par ailleurs, cette base de données se révèle très utile dans la mesure où elle distingue les inventeurs et les titulaires auxquels se trouvent assignés les brevets tout en indiquant leurs pays de résidence respectifs. Il est donc possible d'établir une distinction et de ventiler les données en fonction du pays d'origine des inventeurs et des titulaires, soit les propriétaires qui, très souvent, sont des organisations comme des universités ou, encore plus fréquemment, des entreprises, en particulier lorsqu'il s'agit de recherches réalisées en partenariat¹⁰⁷.

¹⁰⁵ Nancy Gallini et Aidan Hollis, *To Sell or Scale Up : Canada's Patent Strategy in a Knowledge Economy*, Étude n° 72, Institute for Research on Public Policy, Montréal, 2019, p. 4.

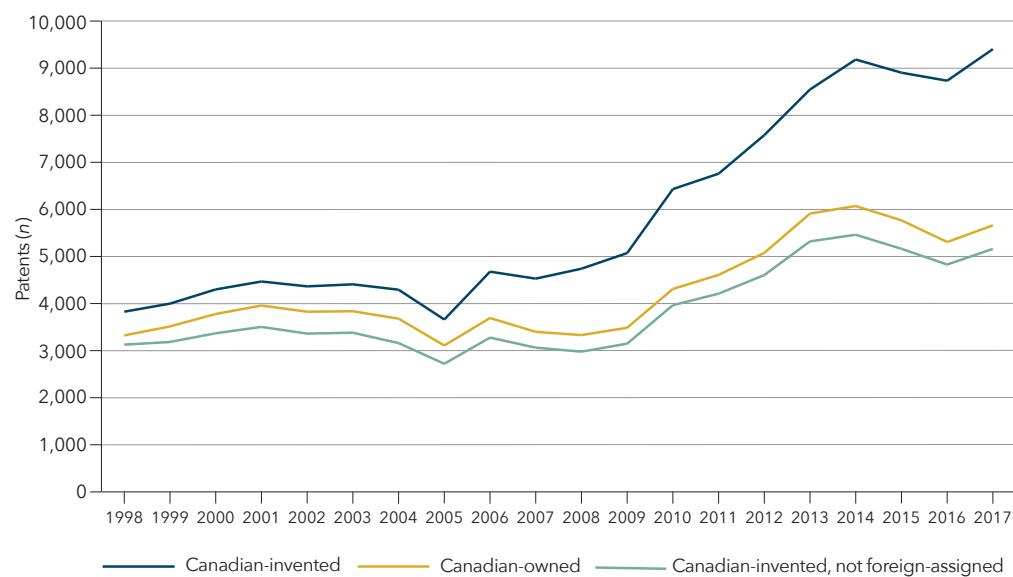
¹⁰⁶ *Ibid.*, p. 17.

¹⁰⁷ *Ibid.*, p. 20.

Gallini et Hollis ont compilé les brevets émis sur une période de vingt ans (1998 à 2017) par le USPTO, dont au moins un des inventeurs possédaient une adresse au Canada, désignés comme « brevets d'invention canadienne » (*Canadian-invented*). Ils ont ensuite compilé les « brevets d'invention canadienne » dont les titulaires possédaient également une adresse au Canada, soit les « brevets d'invention canadienne non assignés à une firme étrangère » (*Canadian-invented, not foreign assigned*). Enfin, ils ajoutèrent à ce dernier groupe les brevets dont les inventeurs possédaient une adresse étrangère, mais dont les titulaires possédaient une adresse canadienne, formant ainsi un troisième groupe de brevets désignés comme « brevets de propriété canadienne » (*Canadian-owned*).

Tout en constatant une augmentation importante des brevets compilés – plus du double en 20 ans dans le cas des brevets d'invention canadienne –, le fossé entre les brevets d'invention canadienne (ligne supérieure) et les brevets de propriété canadienne (ligne médiane) permet selon les auteurs de constater l'existence d'un « déficit » de propriété intellectuelle entourant les brevets. Autrement dit, un nombre important de brevets résultant du travail de recherche réalisé par au moins un inventeur canadien est assigné à un titulaire étranger, soit près de 4 000 brevets sur près de 9 500 brevets en 2017.

Graphique 9 – Brevets américains inventés et détenus au Canada, 1998-2017



Source : Graphique tiré de Nancy Gallini et Aidan Hollis, *To Sell or Scale Up : Canada's Patent Strategy in a Knowledge Economy*, *op. cit.*, p. 21. Les données ont été compilées à partir de la base de données du USPTO.

D'après les calculs effectués par les auteurs, la part des brevets qui ne sont pas assignés et dont les inventeurs demeurent titulaires est en diminution au Canada, passant de 32 à 13 % de 1998 à 2017¹⁰⁸. Inversement, il y a augmentation de la tendance à assigner les brevets à de tierces entités, que celles-ci soient nationales ou étrangères. Cela dit, cette tendance est clairement à l'avantage d'entités étrangères. Ainsi, la part de brevets assignés à des entités étrangères est passée de 18 à 45 % pour la même période¹⁰⁹. En

¹⁰⁸ *Ibid.*, p. 22.

¹⁰⁹ *Ibid.*, p. 22.

ce qui concerne le secteur des TIC, 43 % des brevets reliés aux télécommunications et 48 % des brevets reliés aux ordinateurs ont été assignés à des entités étrangères en 2017¹¹⁰. De même, 43 % des brevets reliés à l'intelligence artificielle ont été assignés à des entités étrangères en 2017¹¹¹.

Remarquons que ces données renvoient aux brevets assignés à des titulaires étrangers au moment de l'émission du brevet, si bien qu'elles ne permettent pas de rendre compte des transferts de propriété intellectuelle qui peuvent survenir après la date d'émission. Les auteurs se sont donc intéressés à un sous-groupe de 200 brevets sélectionnés de façon aléatoire parmi les brevets d'invention canadienne non assignés à des entités étrangères en 2007, en relevant toute réassignation de ces brevets sur une période de 10 ans. Or, 47 % de ces brevets furent réassignés au cours de cette période. Parmi les brevets réassignés, 44 % le furent à des entités étrangères et 56 % à des entités nationales. Ainsi, sur les 200 brevets sélectionnés, 21 % furent réassignés à des entités étrangères, contre 26 % à des entités nationales, tandis que 53 % demeurèrent auprès des mêmes titulaires¹¹².

Ainsi, non seulement les brevets d'invention canadienne émis par le USPTO sont très souvent assignés à des entités étrangères (45 % en 2017), plusieurs brevets détenus par des entités canadiennes sont ensuite réassignés à des entités étrangères au cours des années suivant leur émission (21 % sur une période de 10 ans pour l'échantillon retenu). Ces chiffres indiquent ainsi une tendance importante à l'abandon de la propriété intellectuelle des brevets issus des efforts de recherche au Canada, qui se trouvent transférés à des entités étrangères, au détriment de la possibilité de développer de nouvelles entreprises canadiennes autour du potentiel commercial de ces brevets.

Plusieurs facteurs sont mis de l'avant par les auteurs pour expliquer ce phénomène, qu'il s'agisse des coûts importants et des risques liés à la commercialisation d'inventions, des frais prohibitifs en redevances que peut nécessiter le développement et la commercialisation d'une nouvelle technologie qui requiert d'utiliser d'autres technologies brevetées ou encore des litiges devant les tribunaux reliés à l'utilisation de technologies brevetées¹¹³.

Un élément déterminant sur lequel insistent les auteurs renvoie aux difficultés à concurrencer les grandes entreprises américaines sur le terrain du contrôle technologique, les différents secteurs des hautes technologies étant marqués par l'intensité des fusions et acquisitions et par un très haut niveau d'intégration. La comparaison des compagnies dominantes, aux États-Unis et au Canada, qui œuvrent dans les mêmes secteurs des hautes technologies montre que leurs capitalisations boursières sont sans commune mesure. Comme le soulignent les auteurs, par exemple dans le secteur de la vente et de la publicité sur Internet, la compagnie dominante au

¹¹⁰ *Ibid.*, p. 26. Remarquons que les logiciels sont le plus souvent protégés par le droit d'auteur (*copyright*), mais il arrive aussi souvent, à certaines conditions, que des brevets soient accordés pour des logiciels intégrés à des appareils, depuis 1970 aux États-Unis.

¹¹¹ *Ibid.*, p. 27-28. Si le fait de retenir comme brevet d'invention canadienne tout brevet indiquant au moins un inventeur dont l'adresse est au Canada risque de gonfler les résultats, cette méthode de compilation offre néanmoins une idée de l'ensemble de la capacité d'innovation canadienne qui se trouve accaparée par des titulaires étrangers, et cela même lorsqu'un chercheur est rattaché à une équipe internationale composée de multiples chercheurs étrangers (*Ibid.*, p. 20).

¹¹² *Ibid.*, p. 29.

¹¹³ *Ibid.*, p. 10-15.

Canada est Shopify avec une capitalisation boursière de 21 G\$ en 2018, contre 978 G\$ pour Alphabet aux États-Unis¹¹⁴.

Comme le reconnaissent les auteurs, les conséquences d'un tel déficit de brevets sont, d'une part, que les innovations développées bénéficieront principalement à l'économie des pays où se situent les titulaires des brevets – principalement les États-Unis – plutôt que de permettre la création de nouvelles entreprises en sol canadien, et aussi, d'autre part, que les chercheurs du Canada alimentent eux-mêmes les barrières auxquelles ils devront faire face ultérieurement pour réaliser des recherches et commercialiser les technologies qui nécessiteront l'utilisation de technologies brevetées.

Étonnamment, les auteurs affirment que cette situation n'est peut-être pas si problématique, dans la mesure où ce déficit de brevets suppose néanmoins que des compagnies étrangères participent et investissent dans des projets de recherche au Canada, ce qui permet de mettre à l'ouvrage un bassin de main-d'œuvre hautement qualifiée et de développer différents champs d'expertise. Or, voilà précisément l'enjeu central. Est-ce véritablement ce à quoi le Canada et le Québec aspirent en matière d'innovation technologique, c'est-à-dire de se contenter d'être des sous-traitants en R-D pour des firmes étrangères ? Des pourvoeurs de main-d'œuvre qualifiée ? Compte tenu de l'importance des investissements publics nécessaires au système d'innovation, ne serait-il pas mieux avisé de chercher des solutions pour remédier à ce déficit de brevets et mitiger sinon inverser les tendances à la sous-traitance ?

3.1.2. La fuite des entreprises émergentes

Nous avons vu au premier chapitre que les investissements en capital de risque au Québec furent très volatiles de 1998 à 2018 (graphique 8). Après une explosion et une chute tout aussi brutale correspondant à la bulle Internet du début des années 2000 et une seconde diminution abrupte dans le sillage de la crise financière de 2007-2008, les investissements en capital de risque n'augmentèrent qu'à partir de 2014, atteignant 1 088 M\$ en 2018. La tendance fut par la suite erratique, augmentant à 1 580 M\$ en 2019, diminuant à 1 012 M\$ en 2020 et augmentant enfin de façon fulgurante en 2021, atteignant 2,5 G\$ au troisième trimestre. Aussi bien en nombre qu'en volume, ces investissements se concentrent historiquement dans le secteur des TIC ainsi que dans les phases intermédiaires et avancées du développement des entreprises émergentes (démarrage et postdémarrage)¹¹⁵.

Compte tenu de la tendance des entreprises de hautes technologies, particulièrement les entreprises géantes du numérique, à préconiser une croissance externe soutenue en misant sur les fusions et acquisitions stratégiques, on peut toutefois se demander si le financement par capital de risque assure la création d'entreprises durables au Québec. La question est d'autant plus pertinente si l'on considère la principale stratégie de sortie du capital de risque (*exit*), soit le moment où les investisseurs ou les gestionnaires de fonds qui ont financé une entreprise émergente se déparent de leur participation en cherchant à rentabiliser leur investissement. Deux options s'offrent alors à eux : ou bien l'entreprise émergente fait l'objet d'un exercice de fusion et acquisition par une autre

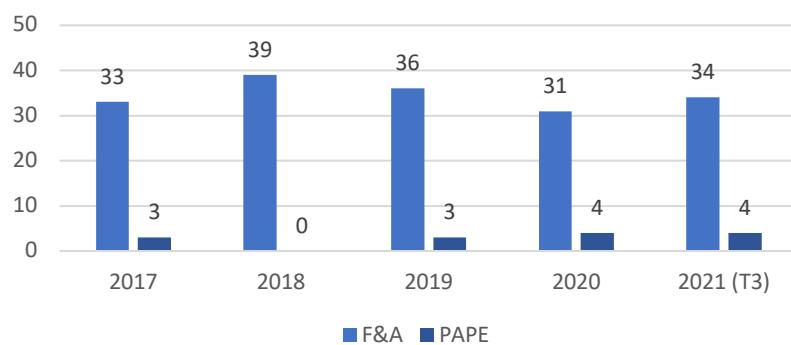
¹¹⁴ *Ibid.*, p. 31.

¹¹⁵ CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – T3 2021*, 2021.

entreprise (F&A), ou bien elle fait son entrée en bourse avec un premier appel public à l'épargne (PAPE). Or, entre ces deux stratégies de sortie, bien que les entrées en bourse impliquent généralement des montants plus importants, c'est très souvent la voie des fusions et acquisitions qui est privilégiée.

C'est ce que montrent les données du Canadian Venture Capital Association (CVCA) qui, en collaboration avec les nombreuses firmes d'investissement et partenaires qui en sont membres, répertorie l'ensemble des investissements et des sorties en capital de risque au Canada. Or, au cours des cinq dernières années, de 2017 au 3^{ème} trimestre de 2021, 93 % des sorties réalisées au Canada relèvent de fusions et acquisitions alors que seulement 7 % relèvent d'une entrée en bourse (173 F&A contre 14 PAPE sur un total de 187 sorties).

Graphique 10 – Nombre de sorties en capital de risque au Canada : fusions et acquisitions (F&A) et premier appel public à l'épargne (PAPE)



Source : CVCA, *Q3 2021 Canadian Venture Capital Market Overview*, 2021.

Dans ce contexte, il devient crucial de savoir si les entreprises émergentes qui font l'objet de fusions et acquisitions au Québec demeurent sous le contrôle québécois ou si elles passent sous contrôle étranger ?

En partenariat avec Réseau capital, son équivalent québécois, CVCA publie des portraits trimestriels du capital de risque au Québec. Ces rapports font état du nombre total de sorties en capital de risque répertoriées au Québec, en précisant, dans le cas des principales sorties, les entreprises, les investisseurs et les montants impliqués dans les transactions. Malheureusement, plusieurs transactions ne sont présentées que de façon agrégée, sans plus de détails¹¹⁶. Malgré tout, un regard porté sur les principales transactions – non exhaustives, mais qui constituent néanmoins les transactions les plus importantes –, permet de se faire une idée de ce qu'il advient des entreprises émergentes du Québec lors des transactions de sortie du capital de risque (tableau 4).

¹¹⁶ CVCA dispose à cet égard d'une base de données. Malheureusement, faisant l'objet d'une mutation et d'une réorganisation, elle n'était pas accessible au moment de la réalisation de ce rapport.

Parmi les 68 sorties en capital de risque répertoriées du début de 2017 au 3^{ème} trimestre de 2021, 52 transactions sont demeurées non déclarées – fort probablement des F&A¹¹⁷ – et 16 « transactions principales » furent déclarées, dont six qui se rattachent au secteur des sciences de la vie et dix au secteur des TIC. Aussi, parmi ces 16 transactions, cinq d'entre elles constituent des PAPE, des entrées en bourse sur le NASDAQ ou le NYSE, et 11 transactions renvoient à des exercices de F&A – comme les PAPE sont publics et impliquent des montants plus élevés, ils sont surreprésentés dans les cas déclarés.

Parmi les 11 transactions déclarées relevant de F&A, trois d'entre elles (*) renvoient à de nouvelles rondes de financement par capital de risque qui ont entraîné l'arrivée de nouveaux investisseurs, mais aussi de départ de certains investisseurs dont les parts ont été rachetées. Il s'agit donc de sorties « partielles ». Enfin, au regard des 8 transactions déclarées restantes qui relèvent de F&A, une seule renvoie à l'acquisition par une entreprise canadienne, mais située en Colombie-Britannique. Il s'agit de l'acquisition de Moka financial technologies par l'entreprise Mogo. Les 7 autres sorties par F&A déclarées renvoient toutes au rachat d'entreprises émergentes québécoises par des entreprises américaines, dont l'acquisition de Element AI par ServiceNow, mais aussi Mobeewave et Vrvana par Apple ou encore Luxury Retreats International par Airbnb.

Comme nous l'avons mentionné, les principales transactions de sortie qui sont déclarées dans les différents portraits du capital de risque au Québec par CVCA et Réseau capital ne sont pas exhaustives, mais représentent néanmoins les transactions les plus importantes. Une étude plus approfondie serait ici nécessaire, mais les données présentées ont déjà de quoi inquiéter. Si l'on remarque tout de même quelques entrées importantes en bourse (PAPE), comme la compagnie Lightspeed en 2019 dans le secteur des TIC, le fait que la quasi-totalité des transactions déclarées relevant de F&A au cours des cinq dernières années renvoie à une prise de contrôle par des entreprises américaines soulève de très sérieuses questions quant à la capacité et l'efficacité de ce mode de financement, dans son état actuel, à assurer la création durable d'entreprises et d'emplois au Québec. Ces acquisitions par des entreprises américaines n'impliquent pas nécessairement le départ ou l'abolition des emplois, mais rien ne garantit leur pérennité. Aussi, la propriété intellectuelle et les technologies qui s'y rattachent se retrouvent sous contrôle étranger tout comme les retombées et les bénéfices qui peuvent en découler.

¹¹⁷ Dans les documents en version anglaise, il est parfois précisé que les transactions présentées de façon agrégée sont des F&A, mais ce n'est pas le cas de tous les documents. Cependant, tout porte à croire qu'il s'agit effectivement de F&A.

Tableau 4 – Principales sorties de capital de risque au Québec, 2017-2021

ANNÉE	STARTUP	SECTEUR	VENDEURS	SORTE	ACHETEUR / BOURSE	SIÈGE SOCIAL (ACHETEUR)	M\$
2021	DIALOGUE HEALTH TECHNOLOGIES	SC. VIE	WHITE STAR CAPITAL, PORTAG3 VENTURES, CAISSE DE DÉPÔT ET PLACEMENT DU QUÉBEC, FIRST ASCENT VENTURES, BDC CAPITAL, HV HOLTZBRINK VENTURES, DIAGRAM VENTURES, HACKING HEALTH ACCELERATOR	PAPE	TSX		779
	ELEMENT AI	TIC	NAVENTURES, REAL VENTURES	F&A	SERVICENOW	ÉTATS-UNIS	294
	FLINKS	TIC	INOVIA CAPITAL INC., LUGE CAPITAL	F&A*	BANQUE NATIONALE DU CANADA	CANADA	103
	MOKA FINANCIAL TECHNOLOGIES	TIC	DESJARDINS CAPITAL, NAVENTURES, FERST CAPITAL PARTNERS, ANGES QUEBEC CAPITAL	F&A	MOGO	CANADA	64
SORTIES NON DÉCLARÉES				8 ND			ND
2020	REPARÉ THERAPEUTICS	SC. VIE	FONDS DE SOLIDARITÉ FTQ, VERSANT VENTURES, COWEN HEALTHCARE INVESTMENTS, ORBIMED, REDMILE, BVF PARTNERS, LOGOS CAPITAL, MPM CAPITAL, AMPLITUDE VENTURES	PAPE	NASDAQ		1 522
	MOBEEWAVE	TIC	SAMSUNG VENTURE INVESTMENT CORPORATION	F&A	APPLE	ÉTATS-UNIS	134
	SORTIES NON DÉCLARÉES				13 F&A		2
2019	LIGHTSPEED	TIC	CDPQ, INOVIA CAPITAL INC., TERALYS CAPITAL, INVESTISSEMENT QUÉBEC, ACCEL	PAPE	NYSE		1 083
	MILESTONE PHARMACEUTICALS	SC. VIE	BDC HEALTHCARE FUND, FONDS DE SOLIDARITÉ FTQ, DOMAIN ASSOCIATES LLC, INOVIA CAPITAL, VENROCK ASSOCIATES, NOVO NORDISK A/S, FORBION CAPITAL, GO CAPITAL LLC, PAPPAS CAPITAL	PAPE	NASDAQ		468
	MNUBO	TIC	FONDS DE SOLIDARITÉ FTQ, INVESTISSEMENT QUÉBEC, MCROCK CAPITAL CORPORATION, MUNICH RE / HSB VENTURES, WHITE STAR CAPITAL INC.	F&A	ASPEN TECHNOLOGY	ÉTATS-UNIS	115
	PREVTEC MICROBIA	SC. VIE	INVESTISSEMENT QUÉBEC, TELESYSTEM LTD., GRUPO CORPORATIVO FUERTES, DESJARDINS CAPITAL, INNOVATECH QUÉBEC ET CHAUDIÈRE-APPLACHES, ECHO CAPITAL FIER OUTAOUAIS, ACCÈS CAPITAL QUÉBEC, INFU CAPITAL	F&A	ELANCO	ÉTATS-UNIS	79
SORTIES NON DÉCLARÉES				13 F&A			157
2018	AURKA PHARMA	SC. VIE	TVM LIFE SCIENCE MANAGEMENT INC.	F&A	ELI LILLY	ÉTATS-UNIS	141
	COVEO SOLUTIONS	TIC	TANDEM EXPANSION FUND, FONDS DE SOLIDARITÉ FTQ, INVESTISSEMENT QUÉBEC, BDC CAPITAL, PROPULSION VENTURES, FIER SUCCÈS, ACCÈS CAPITAL	F&A*	EVERGREEN COAST CAPITAL	ÉTATS-UNIS	100
	SORTIES NON DÉCLARÉES				10 ND		17
2017	LUXURY RETREATS INTERNATIONAL	TIC	CLARIDGE, INOVIA CAPITAL, GROUPE DYNAMITE, TERALYS, INTERMEDIA PARTNERS	F&A	AIRBNB	ÉTATS-UNIS	392
	CLEMENTIA PHARMACEUTICALS	SC. VIE	BDC HEALTHCARE, FONDS DE SOLIDARITÉ FTQ, ORBIMED ADVISORS LLC	PAPE	NASDAQ		174
	ACCEDIAN NETWORKS	TIC	FONDS DE SOLIDARITÉ FTQ, RHO CANADA VENTURES, SUMMIT PARTNERS, SKYPOINT CAPITAL CORPORATION	F&A*	BRIDGE GROWTH PARTNERS	ÉTATS-UNIS	133
	VRVANA	TIC	REAL VENTURES	F&A	APPLE	ÉTATS-UNIS	38
SORTIES NON DÉCLARÉES				8 ND			ND

F&A : fusion ou acquisition ; PAPE : premier appel public à l'épargne ; ND : non disponible ;

* Nouveaux investissements s'accompagnant de la sortie de certains investisseurs.

Source : CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement, 2017 à 2021*.

3.2. La polarisation du travail

Un des arguments visant à encourager le développement de l'économie numérique au Québec renvoie à l'attrait que revêtent les emplois générés par les entreprises de plateforme. En effet, le travail lié à la conception, au développement et à l'entretien des plateformes, tout comme celui qui est lié à l'extraction, au traitement et à la valorisation des données, qui sont au cœur de leur stratégie d'affaires, constituent des emplois de qualité. Cependant, comme nous l'avons souligné dans le deuxième chapitre, le développement de ce modèle d'affaires s'accompagne également d'une tendance forte qui consiste à nier les activités que ces plateformes mettent en relation et coordonnent en tant que travail.

Comme le suggère Casilli, le modèle d'affaires des entreprises de plateforme entraîne donc une polarisation importante des formes de travail qu'elles nécessitent et qu'elles encouragent, et qui se joue autour de la frontière de plus en plus floue entre ce qui est considéré comme étant situé à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre de ces entreprises. D'un côté, le travail réalisé à l'intérieur des entreprises, reconnu en tant que tel, renvoie à des emplois qui nécessitent de hautes qualifications, à haute valeur ajoutée et qui offrent des conditions salariales intéressantes. De l'autre, on voit aussi apparaître un ensemble de tâches requérant de faibles qualifications, le plus souvent niées en tant que travail, générant un ensemble de formes atypiques de travail à la demande, et qui s'ajoutent à une tendance déjà lourde de précarisation des conditions de travail, n'offrant alors ni protection ni régularité d'emploi¹¹⁸. Deux tendances, donc, qu'il convient d'éclairer.

3.2.1. Le travail dans le secteur des TIC et de l'économie numérique

Le développement des technologies du numérique s'inscrit dans le prolongement du secteur plus large et plus ancien que sont les TIC. Or, ce dernier constitue un secteur plutôt florissant qui offre de bonnes conditions salariales, en particulier dans la situation actuelle de pénurie de main-d'œuvre qui sévit dans ce secteur.

D'après les données compilées et les estimations effectuées par TECHNOCompétences, le comité sectoriel de main-d'œuvre des TIC, le nombre de professionnels dans ce secteur aurait augmenté de 81 % au cours des 15 dernières années, s'élevant à 262 800 en 2020. Notons que la moitié de ces professionnels œuvrent directement dans l'industrie des TIC (49,7 %), tandis que l'autre moitié travaille en tant que spécialistes des TIC pour des entreprises et des organismes qui se situent en dehors de ce secteur (50,3 %)¹¹⁹. D'après les données de 2020, ce secteur se caractérise par la présence non négligeable de travailleurs autonomes (près de 10 %). Il est aussi largement dominé par les hommes (78 %), comporte de nombreux immigrants (31,7 %) et la moyenne d'âge est de 42 ans. Par ailleurs, les emplois s'y trouvent particulièrement concentrés dans les grandes entreprises de plus de 500 employés (28 % dans le secteur des TIC contre 16 % pour l'ensemble des industries)¹²⁰. Le salaire annuel moyen des professionnels du secteur des TIC est élevé, estimé à 78 000 \$ en 2020. Enfin, malgré la croissance de la diplomation à tous les niveaux d'études (professionnel, collégial et universitaire), s'élevant à près de 9 000 diplômés en 2020, celle-ci ne parvient pas à combler la demande en main-d'œuvre

¹¹⁸ Antonio A. Casilli, *En attendant les robots*, op. cit., p. 246.

¹¹⁹ TECHNOCompétences, *Diagnostic sectoriel 2021-2024 : portrait de la main-d'œuvre dans le secteur des technologies de l'information et des communications (TIC) au Québec*, 2021, p. 22-23.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 24-30.

dans le secteur. Au quatrième trimestre de 2020, 6 735 postes étaient déclarés vacants dans ce secteur au Québec¹²¹.

Dans un rapport plus ciblé portant sur les sous-secteurs clés du numérique (intelligence artificielle, science des données et analyse de mégadonnées), TECHNOCompétences estime que 2 200 professionnels travaillent au cœur de cet écosystème en 2020 au Québec, auxquels s'ajoutent quelque 40 000 professionnels qui travaillent en périphérie. Le salaire annuel moyen en 2020 est estimé à 88 219 \$ pour les professionnels qui sont au cœur de cet écosystème et à 82 572 \$ pour les professionnels en périphérie¹²². Malheureusement, ces rapports n'établissent pas de comparaison avec le salaire annuel moyen de l'ensemble des secteurs industriels du Québec qui, dans les faits, ne constitue pas un indicateur standard. Cependant, à titre illustratif, l'Institut du Québec évaluait ce dernier à 47 542 \$ pour l'ensemble du Québec en 2019 et à 55 969 \$ en faisant abstraction des travailleurs autonomes et en ne retenant que les travailleurs à temps plein¹²³.

En ce sens, les conditions salariales des professions qui se rattachent aux technologies numériques et aux TIC en général se révèlent très enviables, raison pour laquelle plusieurs insistent sur la nécessité de développer une économie numérique au Québec.

3.2.2. Le travail à la demande

Les formes de travail atypique qui se rattachent à l'utilisation des plateformes numériques revêtent quant à elles des traits plus préoccupants, qu'il s'agisse de l'absence de protection et de régularité ou encore des conditions salariales peu enviables. Si certaines études se sont intéressées à des cas particuliers en ciblant certaines entreprises, peu d'études se sont efforcées de rendre compte de l'ampleur de ce phénomène dans son ensemble. Il faut dire que ce dernier est assez récent, remontant au milieu des années 2010, et qu'il se laisse difficilement mesurer à partir des bases de données conventionnelles existantes¹²⁴. Deux études relativement exploratoires se sont toutefois intéressées à l'étendue de ce phénomène au Canada, portant toutefois sur l'évolution du travail à la demande en général.

Une première étude réalisée par Statistique Canada visait à éclairer l'évolution du travail à la demande à partir de données administratives, soit les données fiscales tirées du formulaire T2125 que doivent remplir les particuliers qui réalisent du travail indépendant comme pigistes, par l'entremise de plateformes numériques ou encore comme journaliers afin de déclarer leurs revenus¹²⁵.

¹²¹ *Ibid.*, p. 81.

¹²² Charles Cayrat, Aubert Sigouin-Lebel et Guillaume Poirier St-Pierre, *Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec*, TECHNOCompétences, Montréal, 2021, p. 40.

¹²³ Mia Homsy et Simon Savard, *Combien gagnent au juste les travailleurs Québécois ? Le point sur les salaires au Québec et en Ontario*, Institut du Québec, 2021, p. 12-13. Comme remarqué par les auteurs, puisque le « salaire annuel moyen » ne constitue pas un indicateur standard, cette moyenne est à prendre avec précaution puisque que celui-ci peut varier de façon importante en fonction de la méthode de calcul et de la source de données.

¹²⁴ Lyne Nantel et Mircea Vultur, « Les transformations du travail à l'ère du numérique et de l'«économie collaborative» : pistes d'analyse et de réflexion », *Ad Machina*, n° 2, 2018, p. 37-51.

¹²⁵ Sung-Hee Jeon, Huju Liu et Yuri Ostrovsky, *Mesurer l'économie à la demande au Canada au moyen des données administratives*, Document de recherche, Statistique Canada, 2019. Les « travailleurs à la demande » sont définis à partir des données administratives de la manière suivante : « les travailleurs à la demande peuvent être considérés comme des travailleurs indépendants au sein d'entreprises non

Cette étude établit que la part des travailleurs à la demande parmi l'ensemble des travailleurs est en progression de 2005 à 2016, ayant augmenté de 5,5 % à 8,2 %, soit un passage d'environ 991 320 à 1 666 061 travailleurs à la demande. Cette augmentation est valable aussi bien pour les hommes (4,8 % à 7,2 %) que pour les femmes où les pourcentages se révèlent toutefois plus élevés (6,2 % à 9,1 %). Comme le souligne l'étude, cette augmentation continue est ponctuée par deux périodes d'augmentation plus marquée, en 2008-2009 et 2012-2013, soit au cours des années de récession qui ont suivi la crise financière et au cours des années qui ont marqué l'arrivée de certaines entreprises de plateforme au Canada, comme Uber en 2012¹²⁶.

Pour l'année 2016, près de la moitié des travailleurs à la demande ne possédaient pas d'emploi rémunéré (48,6 %), alors que 36,3 % d'entre eux possédaient un emploi rémunéré et 15,1 % possédaient plusieurs emplois. Notons que le revenu annuel médian net qui est tiré du travail à la demande est relativement limité, s'élevant 4 303 \$ en 2016. Enfin, les travailleurs dont les revenus annuels se situent dans la tranche inférieure de 40 % se révèlent deux fois plus susceptibles d'effectuer du travail à la demande¹²⁷.

Cette étude offre ainsi une idée de la progression du travail à la demande au Canada, sans toutefois fournir une idée claire de cette évolution au Québec, dont seuls les pourcentages de 2016 sont indiqués en étant ventilé en fonction du genre, s'élevant à 7,5 % chez les hommes et à 9,8 % chez les femmes, soit des pourcentages plus élevés que pour l'ensemble du Canada¹²⁸. Comme le remarquent les auteurs, cette étude a l'avantage de reposer sur une définition claire du travail à la demande qui est établie à partir de données administratives, ce qui permettra de réaliser un suivi sur le long terme. Cependant, ces données portent sur le travail à la demande en général, et ne permettent pas de distinguer clairement la part qui relève de l'usage de plateformes numériques. Aussi, comme les données de base proviennent de déclarations fiscales, il est raisonnable d'estimer que de nombreuses activités passent sous le radar, ne faisant pas l'objet de déclarations formelles¹²⁹.

Une seconde étude réalisée par la Banque du Canada (BC) s'intéresse également au travail à la demande, de façon plus détaillée, mais sur une période plus restreinte. Elle fut réalisée dans le cadre d'un sondage que la BC mène tous les trimestres, intitulé Canadian Survey of Consumer Expectations (CSCE), dans le but d'éclairer la perception des ménages et les enjeux auxquels ils sont confrontés entourant l'inflation, le marché du travail ou leurs finances à partir d'un échantillon représentatif s'élevant à 2 000 répondants depuis 2018. Les résultats de cette étude portant sur le travail à la demande proviennent des données recueillies au cours des trois derniers trimestres de 2018¹³⁰.

constituées en société (propriétaires uniques) qui déclarent un revenu d'entreprise, de profession libérale ou de commission dans leur déclaration de revenus T1 et qui joignent au moins un formulaire T2125 sans NE » (*ibid.*, p. 13).

¹²⁶ *Ibid.*, p. 6 et 17.

¹²⁷ *Ibid.*, p. 16.

¹²⁸ *Ibid.*, p. 21.

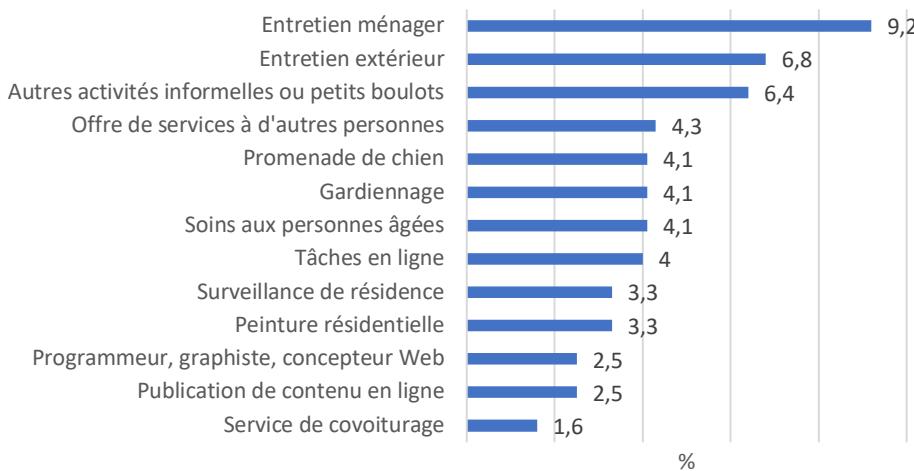
¹²⁹ *Ibid.*, p. 27.

¹³⁰ Olena Kostyshyna et Corinne Luu, *The Size and Characteristics of Informal ("Gig") Work in Canada*, Note analytique, Banque du Canada, 2019, p. 2.

D'après cette étude, 66 % des répondants affirmaient avoir recours à l'une des formes d'activités informelles proposées. En faisant abstraction des activités qui se rattachent à la vente ou à la location d'actifs, c'est alors 30 % des répondants qui affirmaient se consacrer à au moins une des activités mentionnées, ce qui correspond davantage à la définition d'économie à la demande que retiennent les auteurs dans la suite de leur étude. Au Québec, ce pourcentage s'élevait à près de 27 %, mais les données présentées dans le rapport sont très rarement ventilées par province.

Parmi les types d'activités informelles proposées, le haut du palmarès au Canada est occupé par l'entretien ménager (9,2 %) suivi par l'entretien extérieur (6,8 %). Les soins aux personnes âgées, le gardiennage ou la promenade de chiens sont à égalité (4,1 %), tandis que d'autres activités qui se rattachent de plus près aux plateformes numériques occupent le bas du palmarès, comme la réalisation de tâches en ligne (4,0 %), la publication de contenu en ligne (2,5 %) ou le service de covoiturage comme Uber (1,6 %)¹³¹. De fait, les résultats de cette étude portent sur le travail à la demande en général, et non seulement sur celui qui est réalisé par le biais de plateformes numériques. Néanmoins, 35 % des répondants engagés dans ces activités utilisaient des plateformes numériques : jusqu'à 50 % chez les plus jeunes, 43 % pour la catégorie d'âge intermédiaire et 16 % chez les plus âgés¹³².

Graphique 11 – Participation à des activités informelles au Canada, T2-T4 2018



Source : graphique tiré de Olena Kostyshyna et Corinne Luu, *The Size and Characteristics of Informal (“Gig”) Work in Canada*, *op. cit.*, p. 15. Catégories non exclusives.

En général, 82 % des répondants affirmaient se consacrer à des activités informelles dans le but de gagner de l'argent, dont 57 % pour disposer d'argent en extra et 25 % comme principale source de revenus. Près de 15 % des répondants affirmaient se consacrer à ces activités étant donné l'impossibilité de trouver un emploi régulier et 37 % compte tenu d'une perte d'emploi, de la réduction de leurs heures de travail ou encore de la stagnation de leur salaire. Comme le remarquent les auteurs, ces données laissent à penser que le recours au travail à la demande est en partie lié aux faiblesses des conditions du marché

¹³¹ *Ibid.*, p. 15.

¹³² *Ibid.*, p. 10.

du travail¹³³. Aussi, 57 % des répondants se déclaraient favorables à l'idée de substituer, même à salaire égal, les heures réalisées dans le cadre de ces activités informelles par des heures réalisées dans le cadre d'un emploi formel, et jusqu'à 90 % dans le cas des plus jeunes¹³⁴. Enfin, 60 % des répondants estimaient que, pour le même nombre d'heures, ces activités informelles étaient moins bien rémunérées que leur équivalent formel.

En moyenne, les répondants s'adonnaient à 43 heures d'activités informelles par mois, pour un revenu mensuel moyen de 465 \$, soit 5 580 \$ par année¹³⁵. D'après les estimations des auteurs, l'ampleur de la main-d'œuvre qui se consacre à des activités informelles et qui pourrait être convertie en emplois formels s'élèverait à près de 700 000 emplois à temps plein, soit 3,5 % de la main-d'œuvre au Canada et 2,4 % dans le cas du Québec¹³⁶.

Les résultats de ces deux études réalisées à partir de méthodes et de sources de données distinctes diffèrent en partie quant à leurs résultats et demeurent somme toute exploratoires, cherchant les deux à rendre compte d'un phénomène relativement récent, mais en abordant le travail à la demande de façon générale, et non pas seulement en ce qui concerne le recours aux plateformes numériques. Néanmoins, la première étude semble indiquer une progression non négligeable du travail à la demande sur une période d'une dizaine d'années, alors que la seconde constate l'ampleur que revêt ce phénomène à l'heure actuelle, et qui s'expliquerait en partie par la présence des plateformes numériques, mais aussi par le fait que le travail à la demande permet de remédier à certaines faiblesses des conditions du marché du travail.

3.3. Des voies à explorer

Compte tenu du caractère limité des analyses et données qui existent à l'heure actuelle, les problématiques dépeintes dans les sections précédentes entourant le contrôle technologique et la polarisation du travail revêtent un caractère exploratoire. Il s'agissait avant tout d'attirer l'attention sur des problématiques que soulève le développement de l'économie numérique et qui mériteraient de faire l'objet d'études plus approfondies dans l'avenir pour le Québec.

Cela dit, il est tout de même possible dès à présent d'identifier, là aussi de façon exploratoire, des pistes de solution afin de contrer de telles tendances. Nous proposons ainsi trois voies à explorer afin que le développement de l'économie numérique au Québec ne se fasse pas au seul avantage d'une poignée d'entreprises géantes du numérique, mais plutôt au bénéfice de l'ensemble du Québec et de façon durable.

¹³³ *Ibid.*, p. 4-5.

¹³⁴ *Ibid.*, p. 7.

¹³⁵ *Ibid.*, p. 8.

¹³⁶ *Ibid.*, p. 12-13.

3.3.1. Accroître la participation publique aux droits liés à la propriété intellectuelle des brevets issus d'un financement public

L'un des aspects de la stratégie de développement de l'économie numérique au Québec renvoie à la volonté de favoriser les partenariats de recherche et le transfert technologique. Or, nous avons vu que certaines études et données tendent à montrer l'existence d'un déficit de brevets et d'une fuite d'entreprises émergentes, si bien qu'il se pourrait qu'avec cette stratégie, le Québec n'en vienne finalement qu'à jouer rôle d'un sous-traitant en R-D au bénéfice d'entreprises étrangères. Une telle position permet, certes, de maintenir une expertise de recherche de haut niveau au Québec, mais non pas de bénéficier des technologies développées ici de façon durable avec la création d'entreprises innovantes et les emplois qui s'y rattachent. À cet égard, une voie à explorer consisterait à mieux encadrer les ententes en matière de propriété intellectuelle en ce qui concerne les recherches financées par des fonds publics.

Les brevets constituaient à l'origine une forme de pacte social entre un inventeur et la société en général. Contre la divulgation publique des propriétés et fonctions d'une invention, formalisée dans la demande de brevet, on reconnaît à l'inventeur un monopole reconnu légalement pour une période déterminée – autour de 20 ans – à l'échéance de laquelle l'ensemble de la population peut ensuite produire, utiliser ou commercialiser l'invention.

L'esprit derrière ce pacte est encore présent aujourd'hui, mais il fut compromis une première fois, en particulier à partir du tournant du 20^e siècle aux États-Unis, alors que de grandes entreprises développèrent un modèle d'affaires fondé sur la mise en place de laboratoires de recherche privés visant la production d'inventions brevetées, monopolisant ainsi de plus en plus la capacité d'innovation dans le but d'acquérir des rentes technologiques¹³⁷. L'avènement de la nouvelle économie a compromis d'une nouvelle façon l'esprit qui était derrière ce pacte social. À travers les partenariats de recherche et le transfert technologique, c'est désormais le système public de recherche qui tend lui-même à collaborer à des recherches dont les résultats se trouvent très souvent accaparés par de grandes entreprises, parfois étrangères. Or, compte tenu de l'importance du financement public sous-jacent à ces recherches, il faut assurer un retour social et un contrôle public en ce qui concerne les technologies développées de la sorte.

À l'heure actuelle, il n'existe pas de politique claire d'encadrement général de la propriété intellectuelle issue des recherches réalisées dans les universités et en partenariats, au Canada comme au Québec. Deux tentatives importantes ont cherché par le passé à remédier à la situation, au niveau fédéral avec le *Rapport Fortier* en 1999 et au niveau québécois avec l'adoption de la Politique de la science et de l'innovation de 2001 et le Plan d'action en matière de propriété intellectuelle adopté l'année suivante. Celles-ci visaient un meilleur encadrement de la propriété intellectuelle, plus harmonisé, en insistant sur le rôle central des universités en tant que titulaires, sur le partage des bénéfices et en visant à maximiser les retombées pour la société.

¹³⁷ Sur l'émergence de ce nouveau modèle d'affaires aux États-Unis et les enjeux qui en découlent, voir David Noble, *America by Design : Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*, Nairobi, Oxford University Press, 1977.

Or, ces tentatives furent plutôt mal reçues par les associations de professeurs – l'Association canadienne des professeures et professeurs d'université (ACPPU) et la Fédération québécoise des professeures et professeurs d'université (FQPPU) –, notamment en ce qui concerne l'autonomie des chercheurs¹³⁸. Pour l'essentiel, ces tentatives sont demeurées lettres mortes, si ce n'est de la récente Stratégie en matière de propriété intellectuelle mise en place au niveau fédéral. Impliquant un investissement de 85,3 M\$ sur cinq ans, cette stratégie comporte certes des éléments intéressants comme un projet pilote de « collectif de brevets » pour les PME ainsi que des réformes législatives prévenant les pratiques abusives comme celles des « chasseurs de brevets » (*patent trolls*)¹³⁹. Cela dit, elle mise avant tout sur la sensibilisation et l'éducation et n'offre pas de véritable encadrement pour ce qui est de la propriété intellectuelle issue des recherches financées publiquement afin d'en assurer la rétention et la valorisation au pays.

En définitive, l'encadrement de la propriété intellectuelle issue des recherches réalisées dans les universités relève des politiques réglementaires qu'elles mettent chacune en place, et qui varient donc d'un établissement à l'autre, notamment en ce qui concerne la titularité des brevets et le partage des revenus qui en découlent entre les inventeurs, les établissements et les partenaires. Comme ces politiques prévoient très souvent diverses exceptions, ces éléments se trouvent en fin compte clarifiés et déterminés à la pièce, lorsqu'une entente plus formelle est établie entre les parties prenantes. Pour leur part, les organismes subventionnaires renoncent à la propriété intellectuelle découlant des recherches qu'ils financent et se contentent pour l'essentiel de sensibiliser, d'encourager ou d'exiger que des ententes en la matière soient établies entre les partenaires.

Une politique nationale d'encadrement de la propriété intellectuelle et des brevets issus des recherches financées par des fonds publics apparaît nécessaire afin de contrer les possibilités de déficit de brevets ou de fuite d'entreprises émergentes, et ainsi assurer un meilleur retour social et un plus grand contrôle public sur les résultats des recherches financées publiquement. Tout en préservant une certaine flexibilité, en offrant par exemple différentes formules d'ententes, cette politique devrait prévoir des dispositions contraignantes afin de maximiser les retombées au niveau national et d'assurer la rétention de la propriété intellectuelle. Autrement dit, il faut que la participation publique au financement de ces recherches se traduise par une participation publique aux bénéfices et aux priviléges liés aux droits de propriété intellectuelle, soit aussi bien en ce qui concerne la titularité des droits de propriété intellectuelle et les redevances qui en découlent, d'une part, qu'en ce qui concerne le capital-actions des entreprises émergentes et les priviléges qui s'y rattachent, de l'autre.

Dans le premier cas, il s'agirait d'assurer un meilleur contrôle sur la titularité des droits de propriété intellectuelle et des redevances – qui demeurent toutefois assez limités historiquement et très inégaux en fonction des technologies développées¹⁴⁰ –, dont les revenus pourraient être partagés non seulement entre les chercheurs et les universités, mais aussi avec les organismes subventionnaires que sont, par exemple, les Fonds de recherche du Québec afin d'accroître leur financement général. Dans le second cas, il s'agirait d'assurer un meilleur contrôle public des entreprises émergentes issues des

¹³⁸ Pierrick Malissard, « L'université et la commercialisation des innovations techniques », dans Marc Couture et al., *Propriété intellectuelle et université : entre la libre circulation des idées et la privatisation des savoirs*, Québec, PUQ, 2010, p. 158-163.

¹³⁹ Voir le site Internet du gouvernement du Canada : <https://www.ic.gc.ca/eic/site/108.nsf/fra/accueil>.

¹⁴⁰ Pierrick Malissard, « L'université et la commercialisation des innovations techniques », *loc. cit.*, p. 153-154.

technologies développées dans le cadre de recherches financées publiquement. Ce financement se traduirait, au prorata, en capital-actions dont pourrait ensuite devenir dépositaire une société d'État comme Investissement Québec, qui est déjà spécialisé dans l'accompagnement d'entreprises émergentes.

Dans le sillage de la SQRI 2010-2013, le gouvernement du Québec a procédé à une reconfiguration des principaux organismes subventionnaires du Québec avec la création des Fonds de recherche du Québec, dans le but d'en arriver à un encadrement plus structuré et cohérent du financement de la recherche au Québec¹⁴¹. De même, une réflexion a été amorcée au cours des dernières années visant à reconfigurer les trois sociétés de valorisation du Québec : Aligo, Univalor et Sovar. Comme le propose la présidente d'Aligo, Anne-Marie Larose, ces sociétés pourraient faire l'objet d'une fusion afin de mutualiser leurs ressources et leur expertise et d'assurer une meilleure cohérence et coordination en ce qui concerne les efforts de valorisation des actifs de propriété intellectuelle développés par les universités et autres institutions publiques¹⁴². Or, si jusqu'à maintenant on soutient que la mission de la nouvelle société porterait avant tout sur les actifs de propriété intellectuelle libre de droits de tiers, il serait souhaitable qu'elle puisse jouer un rôle plus large, en partenariat avec les bureaux de liaison entreprises-universités (BLEU), en offrant des conseils, en suggérant différentes formules d'ententes, en mettant en place des collectifs de brevets, voire en assurant la gestion et la perception des redevances, le tout dans le but d'optimiser les bénéfices découlant de ces actifs pour l'ensemble de la société.

Dans ce contexte, la mise en place d'une politique encadrant la gestion de la propriété intellectuelle issue des recherches financées publiquement pourrait constituer un élément complémentaire. En départageant les responsabilités et les droits respectifs entre les acteurs névralgiques que sont les chercheurs, les universités, les BLEU, les Fonds de recherche du Québec, la nouvelle société de valorisation et Investissement Québec, cette politique viserait à maximiser la rétention nationale, à assurer un meilleur contrôle public et à optimiser les retombées sociales de la propriété intellectuelle résultant de recherches financées par des fonds publics.

3.3.2. Favoriser le recours au logiciel libre

La propriété intellectuelle entourant les logiciels repose parfois sur l'obtention de brevets, lorsqu'un logiciel (*software*) est intégré à une invention matérielle (*hardware*) dont il constitue une partie intégrante, par exemple pour une imprimante ou un système de communication. Cependant, comme il s'agit de programmes codés, ils sont beaucoup plus souvent protégés par le droit d'auteur. Les logiciels protégés par le droit d'auteur sont appelés « logiciels propriétaires », interdisant la copie, la modification ou la redistribution du logiciel sans l'autorisation de son titulaire. En ce sens, les entreprises géantes de l'informatique et du numérique s'appuient abondamment sur cette forme de propriété intellectuelle dans le cadre des stratégies à caractère monopolistique qu'elles mettent en place dans le but d'accéder à une rente technologique. Pour les PME, les organismes

¹⁴¹ MDEIE, *Mobiliser, innover, prospérer : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2010-2013*, Québec, Gouvernement du Québec, 2010, p. 18.

¹⁴² Anne-Marie Larose et Brigitte Lespérance, *Stratégie d'optimisation des retombées économiques associées à la commercialisation de la propriété intellectuelle libre de droits de tiers issue de la recherche publique québécoise*, Mémoire, 2020.

publics ou sans but lucratif, l'accès à certains logiciels et les tarifs importants qui s'y rattachent peuvent alors exercer une pression importante sur leurs finances.

Reposant au départ sur l'initiative de la Free Software Foundation (FSF), un organisme américain sans but lucratif créée en 1985 par Richard Stallmans, le logiciel libre s'oppose à la logique d'affaires fondée sur les logiciels propriétaires. Il vise à l'inverse à encourager l'utilisation et la diffusion des logiciels de la façon la plus large possible, en permettant de les adapter à des problèmes variés et en favorisant un développement collaboratif, c'est-à-dire que plusieurs utilisateurs peuvent contribuer de manière parallèle ou successive à la modification et à l'amélioration des logiciels. De manière générale, un logiciel libre vise à conférer quatre libertés fondamentales à ses utilisateurs :

1. La liberté d'exécuter le programme pour n'importe quel usage.
2. La liberté d'étudier le fonctionnement du programme et de le modifier pour qu'il effectue les tâches désirées, nécessitant l'accès au code source.
3. La liberté de redistribuer des copies du programme.
4. La liberté de distribuer des copies modifiées du programme, nécessitant l'accès au code source¹⁴³.

Ainsi, les principes sous-jacents au logiciel libre jurent aussi bien avec les stratégies des grandes entreprises de l'informatique et du numérique qui misent sur le contrôle technologique qu'avec les stratégies de développement d'entreprises émergentes financées par le capital de risque qui misent également sur le contrôle d'une technologie particulière avant d'être acquises par un plus grand joueur ou de faire une entrée en bourse. De fait, le logiciel libre permet de rompre avec cette logique de contrôle et de la rente technologique. Il permet de tirer parti des possibilités ouvertes par les technologies informatiques et numériques tout en demeurant affranchi des tarifs importants liés aux licences d'utilisation, et cela bien qu'il puisse tout de même faire partie d'activités commerciales.

D'un côté, les entreprises en informatique qui misent sur le logiciel libre mettent l'accent sur les services offerts en matière d'adaptation et de mise à jour de logiciels, et non pas sur la vente de copies liées à des licences d'utilisation. De l'autre, il permet aux PME et aux organismes publics et sans but lucratif de tirer parti des technologies informatiques et numériques afin d'optimiser leurs processus de gestion et de coordination tout en demeurant affranchis de la logique du contrôle et de la rente technologiques. Le recours au logiciel libre permet ainsi de rattacher l'expertise de la main-d'œuvre en informatique du Québec aux besoins d'une multitude de PME bien enracinées ici ainsi qu'à ceux d'une multitude d'organismes publics et sans but lucratif portés par des missions sociales variées. Il peut donc favoriser le développement d'une expertise et l'intégration de technologies informatiques et numériques de façon plus durable pour la société.

L'adaptation de logiciels libres en fonction de besoins spécifiques et leur mise à jour peuvent nécessiter des investissements relativement importants, mais ils permettent

¹⁴³ Voir le site Internet du projet General Public License soutenu par le FSF : <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html#f1>.

également des économies eu égard aux frais liés aux licences des logiciels propriétaires. De plus, leur modification collaborative et cumulative rend potentiellement accessible de plus en plus de logiciels qui peuvent être à chaque fois modifiés et adaptés en fonction de nouveaux besoins, plus particulièrement lorsque ceux-ci se trouvent protégés sous la licence *copyleft*¹⁴⁴. Il est ainsi possible d'imaginer la mise en place progressive d'une bibliothèque de logiciels, une logithèque, mettant en valeur les logiciels libres développés au Québec, disponibles pour de multiples usages ainsi que des modifications ultérieures.

Afin de favoriser le recours au logiciel libre, le gouvernement peut jouer un rôle fondamental, non seulement par des politiques publiques, mais également par l'entremise des choix effectués par ses différentes instances et organismes publics quant aux logiciels employés. Autrement dit, le développement du logiciel libre peut être encouragé par l'entremise des choix effectués par les « marchés publics ». Depuis l'adoption de la Loi sur la gouvernance et la gestion des ressources informationnelles des organismes publics et des entreprises du gouvernement en 2011, le gouvernement a pris position en faveur du logiciel libre en encourageant ses instances à considérer l'utilisation de logiciels libres au même titre que les logiciels propriétaires, une volonté réitérée dans le Plan global de gouvernance numérique ouverte et intelligente de 2014¹⁴⁵.

De même, la Stratégie gouvernementale en TI : rénover l'État par les technologies de l'information de 2015 abondait dans le même sens tout en prévoyant la création d'un inventaire des logiciels libres utilisés par le gouvernement et les organismes publics¹⁴⁶. Publié en 2018, cet inventaire montre que le pourcentage d'organismes publics recourant à des logiciels libres serait passé de 61 % à 80 % de 2011 à 2017, la variété de logiciels libres en utilisation étant passée de 260 à 387 pour la même période¹⁴⁷. À première vue, il s'agit d'une belle progression, mais cet inventaire ne permet pas de comparaison avec les logiciels propriétaires qui sont utilisés et ne permet pas non plus d'apprécier l'importance relative des logiciels libres qui sont employés et les possibilités de substitutions. Enfin, notons que la Stratégie de transformation numérique gouvernementale 2019-2023 ne fait aucunement mention des logiciels libres¹⁴⁸. Il faut donc mieux documenter les options et poursuivre les efforts dans cette direction.

Par ailleurs, le gouvernement du Québec a mis en place le crédit d'impôt remboursable relatif à l'intégration des technologies de l'information, visant à encourager les PME à « prendre le virage numérique », essentiellement en ce qui concerne l'intégration de logiciels dans leurs processus d'affaires. Implanté sous une première forme en 2013, il a progressivement été étendu du secteur manufacturier au secteur primaire et aux secteurs du commerce de gros et de détail. Il offrait un crédit d'impôt de 20 % jusqu'à concurrence de 50 000 \$ sur les dépenses admissibles, soit 80 % des frais relatifs à un contrat d'intégration d'un logiciel ayant fait l'objet d'une attestation par Investissement Québec¹⁴⁹. La porte était aussi ouverte aux contrats visant l'intégration de logiciels libres, sans

¹⁴⁴ <http://www.gnu.org/philosophy/pragmatic.html>.

¹⁴⁵ TECHNOCCompétences, *Profil de la main-d'œuvre en logiciel libre au Québec en 2017*, 2017, p. 10-11.

¹⁴⁶ Conseil du trésor, *Rénover l'État par les technologies de l'information*, Québec, Gouvernement du Québec, 2015.

¹⁴⁷ Conseil du trésor, *Inventaire 2017 des logiciels libres utilisés dans l'administration publique québécoise*, Québec, Gouvernement du Québec, 2018, p. 8-9.

¹⁴⁸ Conseil du trésor, *Stratégie de transformation numérique gouvernementale 2019-2023 : mesures clés*, Québec, Gouvernement du Québec, 2019.

¹⁴⁹ Ministère des Finances, *Le plan économique du Québec : budget 2016-2017*, op. cit., p. B.116-B.117.

toutefois encourager plus particulièrement ces derniers¹⁵⁰. Ce crédit a toutefois été aboli en 2020, puisque ses dispositions recoupaient le nouveau crédit d'impôt à l'investissement et à l'innovation (C3i) qui fut mis en place et qui fluctue désormais entre 10 et 20 % selon la région d'attaché de l'entreprise¹⁵¹. La bonification de ce crédit dans le cas des logiciels libres permettrait ainsi d'encourager leur plein développement au niveau des PME au Québec, des entreprises bien enracinées et qui ne risquent pas de se délocaliser du jour au lendemain.

Enfin, notons que le Québec dispose déjà, depuis 2015, d'une licence qui répond aux caractéristiques du logiciel libre, la Licence Libre du Québec (LiLiQ), qui est officiellement reconnue par l'Open Source Initiative (OSI)¹⁵². La table est donc déjà bien mise afin de mieux tirer avantage des possibilités du logiciel libre.

3.3.3. Encourager les plateformes numériques en économie sociale

Dans la seconde section de ce chapitre, nous avons vu que l'économie numérique et le développement d'entreprises de plateforme tendent à créer une situation de polarisation au niveau du travail. D'un côté, avec le développement, l'entretien et l'analyse des données des plateformes, l'économie numérique génère des emplois hautement qualifiés, offrant des conditions salariales intéressantes et à haute valeur ajoutée. De l'autre, par l'entremise des activités qu'elles mettent en relation et qu'elles coordonnent, ces plateformes génèrent en parallèle un ensemble de formes de travail atypiques, très souvent non reconnues en tant que travail, nécessitant de faibles qualifications et offrant des conditions peu avantageuses aussi bien en termes de revenus que de régularité d'emploi.

Or, si la technologie des plateformes numériques est au cœur du modèle d'affaires de plusieurs entreprises géantes du numérique, cette technologie n'est pas forcément destinée à cet usage et elle peut être employée d'une autre manière et à d'autres fins. De fait, la prise en charge, le développement et l'utilisation de cette technologie par les entreprises d'économie sociale permettrait de remédier à la polarisation entre les emplois avantageux du numérique et les formes de travail atypiques et précaires que génèrent les entreprises de plateforme. Elle permettrait de relier les emplois hautement qualifiés du numérique aux emplois plus stables des entreprises d'économie sociale implantées de façon durable dans leurs communautés et organisées en fonction de finalités sociales qui dépassent la simple recherche du profit, et cela bien qu'elles doivent faire preuve de viabilité financière.

L'économie sociale ne saurait être réduite à un simple secteur de l'économie puisqu'elle se déploie et se développe dans de multiples secteurs. Il s'agit plutôt d'une manière différente et particulière de « faire » l'économie. Au sein des entreprises d'économie sociale, qu'il s'agisse de mutuelles, de coopératives ou d'organismes sans but lucratif, l'organisation des activités vise à offrir des biens et des services, tout comme les entreprises marchandes, mais toujours en fonction de finalités sociales particulières et selon des règles de partage des surplus plus égalitaires. Ainsi, les entreprises d'économie

¹⁵⁰ Investissement Québec, *Crédit d'impôt relatif à l'intégration des TI dans les PME*, 2020, p. 5.

¹⁵¹ Ministère des Finances, *Votre avenir, votre budget : budget 2020-2021*, Québec, Gouvernement du Québec, 2020, p. C.41-C.42.

¹⁵² Voir le site du gouvernement du Québec à cet effet : <https://forge.gouv.qc.ca/licence/>.

sociale se donnent d'abord pour mission de satisfaire les besoins de leurs membres et des communautés qu'elles desservent, là où elles sont implantées.

En ce sens, il est donc préférable de parler d'une « sphère » de l'économie sociale par opposition à la « sphère » de l'économie marchande. Or, la sphère de l'économie sociale est loin d'être négligeable au Québec. D'après le portrait statistique de l'économie sociale réalisé par l'Institut de la statistique du Québec (ISQ), on comptait en 2016 près de 11 200 entreprises d'économie sociale au Québec, qui emploient 220 000 personnes et qui génèrent des revenus totaux de 47,8 G\$. Par ailleurs, les entreprises de cette sphère se révèlent durables et résilientes, 46 % d'entre elles ont entre 10 et 30 ans et 39 % ont plus de 30 ans¹⁵³.

L'intérêt des plateformes numériques pour l'économie sociale a été mis en lumière et popularisé par le concept de « coopérativisme de plateforme » proposé par Trebor Scholz, à la fois activiste et professeur d'université à la New School de New York¹⁵⁴. Ce concept est désormais au cœur d'un mouvement qui s'est notamment enraciné institutionnellement avec la mise sur pied du Platform Cooperativism Consortium¹⁵⁵. Porté par une critique acerbe du modèle d'affaires des entreprises de plateforme, et en particulier celles qui œuvrent dans l'économie dite du « partage », le coopérativisme de plateforme ne vise pas seulement à opposer une résistance, mais bien à offrir une alternative positive.

Pour ce faire, soutient Scholz, le coopérativisme de plateforme vise d'abord à tirer pleinement parti des technologies numériques, largement développées par les entreprises de plateforme, mais en renversant leur usage dans de nouveaux modèles de propriété plus démocratiques. Ensuite, il mise sur la solidarité en favorisant l'usage commun de ces technologies, par et pour ses usagers, que ce soit par le biais d'associations, de pouvoirs municipaux, de coopératives de travailleurs, etc. Enfin, il cherche à renouveler le regard porté sur les idées d'innovation et d'efficacité afin que celles-ci soient mises au service du bien commun et puissent bénéficier à tout un chacun¹⁵⁶.

Sur cette base, Scholz dégage dix principes inhérents au coopérativisme de plateforme qui vont, par exemple, de la rémunération décente et la sécurité de revenu jusqu'au droit à la déconnexion, en passant par la transparence quant à la collecte et l'utilisation des données, l'implication des usagers dans l'élaboration et le fonctionnement des plateformes, le rejet des mesures disciplinaires arbitraires ou de la surveillance excessive, etc¹⁵⁷.

Au Québec, certains acteurs du milieu ont également saisi les liens et la complémentarité naturelle entre l'économie sociale et les possibilités ouvertes par les plateformes numériques¹⁵⁸. Dans un mémoire préparé sur la question, le Chantier de l'économie sociale montre les avantages que possède l'économie sociale quant à la prise en charge des activités relevant de l'économie « collaborative », autre nom donné à l'économie du « partage » ou au travail à la demande.

¹⁵³ ISQ, *L'économie sociale au Québec : portrait statistique 2016*, Québec, Gouvernement du Québec, 2019.

¹⁵⁴ Trebor Scholz, *Platform Cooperativism : Challenging the Sharing Economy*, op. cit.

¹⁵⁵ Voir le site Internet de ce consortium : <https://platform.coop>.

¹⁵⁶ Trebor Scholz, *Platform Cooperativism : Challenging the Sharing Economy*, op. cit., p. 14.

¹⁵⁷ *Ibid.*, p. 18-20.

¹⁵⁸ Laurent Lévesque et al., *Plateformes coopératives : Initiatives globales et perspectives québécoises*, 2016 ; Chantier de l'économie sociale, *Pour une véritable économie collaborative*, mémoire, 2018 ; Gilles L. Bourque et Éric N. Duhaime, *La révolution numérique au service du bien commun : la technologie des chaînes de blocs*, op. cit., p. 39 et suivantes.

Premièrement, les entreprises d'économie sociale permettent un « contrôle collectif » des outils nécessaires à l'offre de bien et de services, des usages qui en sont faits et des retombées qui en découlent. Deuxièmement, elles favorisent la « collaboration » entre les différentes parties liées à l'entreprise, qu'il s'agisse des producteurs, des travailleurs, des usagers, des membres, etc. Troisièmement, puisqu'elles visent à répondre aux besoins des communautés environnantes qu'elles desservent, elles sont bien ancrées dans leur territoire et ne risquent d'aucune façon d'être délocalisées. Quatrièmement, elles font preuve d'une très grande résilience, dépassant le taux de survie des entreprises privées après 10 ans, soit 45 % contre 20 %. Enfin, elles possèdent un écosystème performant, qu'il s'agisse du financement, de la recherche ou de la commercialisation, de même qu'un réseau et des liens de solidarité à l'échelle mondiale¹⁵⁹.

Dans cet ordre d'idées, pour une multitude de biens et de services reliés à la mobilité, l'alimentation, l'aide à domicile, l'habitation, le partage ou à la vente de produits et le commerce de proximité, l'économie sociale permet de redonner un visage humain à la technologie des plateformes numériques, en fondant leur usage sur la propriété collective et la gestion démocratique et en orientant celui-ci vers le bénéfice de ses membres et de la collectivité de façon durable. Dans le cas de l'économie à la demande, plus particulièrement, l'application des plateformes numériques dans la sphère de l'économie sociale permet à la fois d'optimiser la coordination de ces activités et d'offrir une plus grande autonomie et une plus grande emprise des travailleurs et des usagers sur les conditions de leur activité.

Il y aurait donc tout avantage à encourager les projets de développement de plateformes numériques pour la sphère de l'économie sociale. Toutefois, cela nécessite des ressources importantes et, quoique les entreprises en économie sociale soient résilientes et viables, elles disposent de ressources souvent plus modestes que celles des entreprises marchandes. Il faudrait donc s'assurer de bonifier l'aide à l'implantation des technologies du numérique dans le cas des entreprises d'économie sociale. De même, pour ce qui est des subventions visant la réalisation de projets en partenariats avec des centres de recherche publics, il faut prévoir des ressources permettant aux entreprises d'économie sociale de libérer certains de leurs employés pour leur participation à ces projets, ce qui n'est pas toujours le cas dans les différents programmes de subvention qui ont été mis en place à cet effet au cours des dernières années par le ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec.

3.4. Conclusion

Largement financée et encouragée par les différents gouvernements au cours des dernières années, l'économie numérique au Québec nourrit chez plusieurs de grands espoirs quant à la création d'entreprises innovantes et d'emplois hautement qualifiés. Or, à l'heure actuelle, les paramètres institutionnels et organisationnels qui encadrent l'économie numérique ne semblent pas parvenir à remédier aux effets délétères du modèle d'affaires des géants du numérique, aussi bien en ce qui concerne le contrôle technologique que la polarisation des formes de travail qu'ils génèrent.

¹⁵⁹ Chantier de l'économie sociale, *Pour une véritable économie collaborative*, op. cit., p. 9-10.

Les études et les données qui ont été présentées dans ce chapitre, bien qu'elles demeurent exploratoires, laissent apercevoir un déficit de brevets et une fuite des entreprises émergentes. Plusieurs tendances inquiétantes requièrent ainsi une vigilance et un examen attentif des évolutions en cours. Dans le pire des scénarios, le système d'innovation mis en place au Canada et au Québec nous réduirait à jouer le rôle de sous-traitants en R-D pour le compte de firmes étrangères. Un tel statut permet, certes, d'attirer des fonds étrangers et de mettre au travail un bassin de main-d'œuvre hautement qualifiée, mais il ne produit guère les effets structurants que l'importance des fonds publics injectés devraient entraîner et ne permet pas non plus d'optimiser les retombées de façon durable et au bénéfice de l'ensemble de la société. Qui plus est, le modèle d'affaires des entreprises de plateforme entraîne l'apparition et la croissance de nouvelles formes de travail atypiques et précaires. Or, il n'est certainement pas dans l'intérêt public de laisser se développer des poches d'emplois qui n'offrent pas de protection, de régularité ou de conditions salariales intéressantes.

Des voies pourraient toutefois permettre d'assurer des retombées plus intéressantes, plus équitables et plus durables pour la société dans son ensemble. Quelques-unes ont été abordées ici. D'abord, il faut explorer la possibilité de mettre en place une politique d'encadrement de la propriété intellectuelle issue des recherches financées par des fonds publics dans le but d'assurer un plus grand retour social et un meilleur contrôle public sur les résultats de ces recherches. Ensuite, il faut explorer les possibilités offertes par le logiciel libre et maximiser son utilisation par les PME, les organismes publics et sans but lucratif dans le but de canaliser l'expertise en informatique vers le développement de logiciels qui pourront faire l'objet d'une amélioration cumulative et d'une utilisation extensive, bien enracinée au Québec. Enfin, il faut explorer les possibilités d'application des technologies numériques dans la sphère de l'économie sociale afin de combler le fossé qui se creuse entre des emplois de qualité et de nouvelles formes de travail atypiques et précaires. Il serait ainsi possible de rattacher et d'arrimer l'expertise dans ce domaine à des conditions de travail qui, en misant sur des formes de propriété collective, se révèlent plus durables et équitables.

Conclusion

Les technologies qui sont au cœur de l'économie numérique, comme les plateformes et l'intelligence artificielle, suscitent au Québec et ailleurs un engouement certain, voire des attentes souvent démesurées. Ces technologies ont, certes, le potentiel d'apporter des solutions techniques originales à différents problèmes auxquels nous faisons face aujourd'hui, notamment en optimisant la consommation d'énergie et en réduisant la production de biens dont l'usage peut être mutualisé. Elles offrent ainsi des solutions applicables à de multiples secteurs : transport et mobilité, agriculture et alimentation, aide à domicile, habitation, partage et vente de produits, commerce de proximité, etc. Cependant, elles reposent elles-mêmes sur une infrastructure colossale dont la consommation énergétique et le bilan carbone se révèlent de plus en plus préoccupants. Ainsi, le développement de ces technologies nous invite à faire preuve de vigilance et de lucidité, et cela dans le but d'en faire un usage judicieux et réfléchi par-delà les positions trop rapidement technophobes ou naïvement technophiles.

Cette vigilance est d'autant plus nécessaire que ces technologies sont en très grande partie développées et mobilisées par des entreprises géantes – ou qui s'efforcent de le devenir rapidement –, dont le modèle d'affaires comporte son lot de nouvelles caractéristiques aux effets délétères : croissance accélérée, tendance monopolistique, contrôle technologique et numérique, non-respect des réglementations fiscales, création de formes de travail atypiques et précaires, etc. Naviguer dans cet univers économique, essayer de s'y tailler une place et d'en tirer parti comporte alors son lot de défis et de difficultés. Comme en fait foi le cas d'Element AI, se contenter d'imiter les manières de faire de notre voisin du sud dans l'espoir de créer des « licornes » québécoises en série relève de la pensée magique. Or, c'est précisément ce qui étonne en ce qui concerne la stratégie québécoise en matière d'économie numérique. La vision qui lui est sous-jacente semble se résumer à peu de choses : imiter le modèle américain en adoptant à grands frais et à toute vapeur d'une panoplie de mesures pour ne pas manquer le train.

Ce qui fait défaut à cette stratégie, c'est une vision porteuse et structurante. Ce n'est qu'en tenant compte des particularités du Québec, des défis auxquels il fait face et des caractéristiques propres à son économie, que l'on peut espérer bénéficier du développement des technologies numériques. Par exemple, il faut tenir compte de la capitalisation boursière sans commune mesure des entreprises américaines et du faible nombre de grands acquéreurs potentiels au Québec afin de repenser les modalités du transfert technologique et de l'accompagnement des entreprises émergentes. De même, il faut tenir compte de l'importance des PME, du secteur public et de l'économie sociale dans l'économie du Québec. Cela nécessite de prendre un peu de recul et de revoir nos priorités, en canalisant davantage de ressources et d'efforts vers l'intégration et l'application du numérique aux PME et aux organismes publics et sans but lucratif. Cela implique aussi d'explorer de nouvelles voies, comme le fait de mettre en place une politique d'encadrement de la propriété intellectuelle issue des recherches financées publiquement, d'encourager l'utilisation du logiciel libre ou encore l'application de plateformes numériques à l'économie sociale.

Bibliographie

- Arsenault, Julien, « Element AI a demandé beaucoup de temps à la CDPQ depuis deux ans », *Le Nouvelliste*, 2 décembre 2020.
- Benessaieh, Karim, « Element AI acquise par une firme californienne », *La Presse +*, 1^{er} décembre 2020.
- Benessaieh, Karim, « Le ministre Fitzgibbon veut un « wake-up call », *La Presse +*, 7 décembre 2020.
- Bordage, Frédéric, avec la collaboration de Fabien Abrikh et Annaïg Antoine, *Empreinte environnementale du numérique mondial*, GreenIT.fr, 2019.
- Bordeleau, Stéphane, « La firme montréalaise Element AI vendue à l'américaine ServiceNow », *Radio-Canada*, 30 novembre 2020.
- Bourque, Gilles L. et Éric N. Duhaime, *La révolution numérique au service du bien commun : la technologie des chaînes de blocs*, Note de recherche, IREC, 2020.
- Brandusescu, Ana, *Politique et financement de l'intelligence artificielle au Canada : investissements publics, intérêts privés*, Centre de recherches interdisciplinaires en études montréalaises, Université McGill, 2021.
- Casilli, Antonio A., *En attendant les robots : enquête sur le travail du clic*, Paris, Seuil, 2019.
- Cayrat, Charles, Aubert Sigouin-Lebel et Guillaume Poirier St-Pierre, *Profil de la main-d'œuvre en intelligence artificielle, science des données et mégadonnées au Québec*, TECHNOCOMPÉTENCES, Montréal, 2021.
- CDPQ (Caisse de dépôt et placement du Québec), « La Caisse bonifie son offre en intelligence artificielle », communiqué, 18 mars 2019, en ligne : <https://www.cdpq.com/fr/actualites/communiques/la-caisse-bonifie-son-offre-en-intelligence-artificielle>.
- Chantier de l'économie sociale, *Pour une véritable économie collaborative*, mémoire, 2018.
- COGIA (Comité d'orientation de la grappe en IA), *Stratégie pour l'essor de l'écosystème québécois en intelligence artificielle*, Québec, MESI, Éditeur officiel du Québec, 2018.
- Colleret, Maxime et Mahdi Khelfaoui, « D'une révolution avortée à une autre ? Les politiques québécoises en nanotechnologies et en IA au prisme de l'économie de la promesse », *Recherches sociographiques*, vol. 61, n° 1, p. 163-188.
- Colleret, Maxime et Yves Gingras, *L'intelligence artificielle au Québec : un réseau tricoté serré*, Note de recherche, CIRST, 2020.
- Conseil du trésor, *Inventaire 2017 des logiciels libres utilisés dans l'administration publique québécoise*, Québec, Gouvernement du Québec, 2018.
- Conseil du trésor, *Rénover l'État par les technologies de l'information*, Québec, Gouvernement du Québec, 2015.
- Conseil du trésor, *Stratégie de transformation numérique gouvernementale 2019-2023 : mesures clés*, Québec, Gouvernement du Québec, 2019.
- CST, *Pour une politique québécoise de l'innovation*, Rapport de conjoncture, Sainte-Foy, Gouvernement du Québec, 1997.

CVCA (Canadian Venture Capital Association) et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2017, 2018*.

CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2018, 2019*.

CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2019, 2020*.

CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – T3 2021, 2021*.

CVCA et Réseau capital, *Aperçu du marché québécois du capital de risque et du capital de développement – 2020, 2021*.

Doloreux, David et Geneviève Savoie-Dansereau, « L'émergence de la grappe industrielle de l'intelligence artificielle (IA) à Montréal », *Le Géographe canadien*, vol. 63, n° 3, 2019, p. 440-452.

Duhaime, Éric N., « La stratégie d'investissement en capital de risque de la Caisse », dans Frédéric Hanin (dir.), *La Caisse de dépôt et placement du Québec à l'épreuve de la financiarisation*, Québec, PUL, 2016, p. 185-220.

Duhaime, Éric N., *Portrait et retombées de la recherche au niveau collégial*, Rapport de recherche de l'IREC, 2019.

Durand, Cédric, *Techno-féodalisme : critique de l'économie numérique*, Paris, La Découverte, 2020.

Dutrisac, Robert, « Intelligence artificielle - Contre mauvaise fortune », *Le Devoir*, 3 décembre 2020.

Fisher, Donald, Janet Atkinson-Grosjean et Dawn House, « Changes in Academy/Industry/State Relations in Canada : The Creation and Development of the Networks of Centres of Excellence », *Minerva*, n° 39, 2001, p. 299-325

Fonds FTQ, *États financiers consolidés au 31 mai 2021*, 2021.

Gagné-Dubé, Tommy, Luc Godbout et Suzie St-Cerny, *Bilan de la fiscalité au Québec – Édition 2021*, Chaire de recherche en fiscalité et en finances publiques, 2021.

Gallini, Nancy et Aidan Hollis, *To Sell or Scale Up : Canada's Patent Strategy in a Knowledge Economy*, Étude n° 72, Institute for Research on Public Policy, Montréal, 2019.

Gélinas, Joëlle, Lisiane Lomazzi et Myriam Moore, *Financer l'intelligence artificielle, quelles retombées économiques et sociales pour le Québec ?*, IRIS, 2019.

Gibbons, Michael, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott et Martin Trow, *The New Production of Knowledge : The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Los Angeles/California/London/New Delhi, Sage Publications, 1994.

Gingras, Yves, « Des politiques scientifiques aux stratégies d'innovation », Magazine ACFAS, 2012, en ligne :

<https://www.acfas.ca/publications/magazine/2012/09/politiques-scientifiques-aux-strategies-innovation>.

Gingras, Yves, Benoît Godin et Michel Trépanier, « La place des universités dans les politiques scientifiques et technologiques canadiennes et québécoises », dans Denis

Bertrand et Paul Beaulieu (dir.), *L'État québécois et les universités : état et enjeux*, Sainte-Foy, PUQ, 1999, p. 69-99.

Godin, Benoît et Michel Trépanier, « La politique scientifique et technologique québécoise : la mise en place d'un nouveau système national d'innovation », *Recherches sociographiques*, vol. 36, n° 3, 1995, p. 445-477.

Godin, Pierre, *Hydro-Québec 2020 : Les défis du siècle de la transition énergétique*, Note de recherche, IREC, 2019.

Gorz, André, *L'immatériel : connaissance, valeur et capital*, Paris, Galilée, 2003.

Gouvernement du Québec, *Dépenses fiscales : édition 2020*, Éditeur officiel du Québec, 2021.

Halin, Francis et Sylvain Larocque, « Une mine d'or de savoirs cédée aux américains », *Le Journal de Montréal*, 1^{er} décembre 2020

Hardt, Michael et Antonio Negri, *Empire*, Paris, Exils, 2000

Homsy, Mia et Simon Savard, *Combien gagnent au juste les travailleurs Québécois ? Le point sur les salaires au Québec et en Ontario*, Institut du Québec, 2021.

Iddri, FING, WWF France, GreenIT.fr, *Livre blanc, numérique et environnement : faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique*, 2018.

Investissement Québec, *Crédit d'impôt relatif à l'intégration des TI dans les PME*, 2020.

Investissement Québec, *Rapport annuel d'activités et de développement durable*, 2020-2021.

ISQ (Institut de la statistique du Québec), *L'économie sociale au Québec : portrait statistique 2016*, Québec, Gouvernement du Québec, 2019.

IVADO (Institut de valorisation des données), *À fonds l'excellence ! : rapport de mi-mandat 2016-2020*, 2020.

Jeon, Sung-Hee, Huju Liu et Yuri Ostrovsky, *Mesurer l'économie à la demande au Canada au moyen des données administratives*, Document de recherche, Statistique Canada, 2019.

Kostyshyna, Olena et Corinne Luu, *The Size and Characteristics of Informal ("Gig") Work in Canada*, Note analytique, Banque du Canada, 2019.

Lalonde, Denis, « Element AI vendue à la société américaine ServiceNow », *Les affaires*, 30 novembre 2020.

Larose, Anne-Marie et Brigitte Lespérance, *Stratégie d'optimisation des retombées économiques associées à la commercialisation de la propriété intellectuelle libre de droits de tiers issue de la recherche publique québécoise*, Mémoire, 2020.

Lemelin, André, *Le Conseil de la science et de la technologie : 30 ans d'histoire*, Québec, Gouvernement du Québec, 2002.

Lesemann, Frédéric, « La société des savoirs et la gouvernance : la transformation des conditions de production de la recherche universitaire », *Lien social et politiques*, n° 50, 2003, p. 17-37.

Lévesque, Laurent, avec la collaboration de Stéphanie Guico et Antoine Roy-Larouche, *Plateformes coopératives : Initiatives globales et perspectives québécoises*, 2016.

Malissard, Pierrick, « L'université et la commercialisation des innovations techniques », dans Marc Couture, Pierrick Malissard et Marcel Dubé, *Propriété intellectuelle et université : entre la libre circulation des idées et la privatisation des savoirs*, Québec, PUQ, 2010, p. 135-167.

MDEIE (Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation), *Mobiliser, innover, prospérer : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2010-2013*, Québec, Gouvernement du Québec, 2010.

MDEIE, *Mobiliser, innover, prospérer : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2010-2013*, Québec, Gouvernement du Québec, 2010.

MDEIE, *Un Québec innovant et prospère : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation*, Québec, Gouvernement du Québec, 2006.

MEI (Ministère de l'Économie et de l'Innovation), *Appels de projets en intelligence artificielle - Québec investit plus de 25 M\$ pour accélérer l'adoption de l'intelligence artificielle dans les entreprises*, 7 décembre 2020.

MEI, *Plan d'action en économie numérique : pour l'excellence numérique des entreprises et des organisations québécoises*, Québec, Gouvernement du Québec, 2016.

MESI (Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation), *Oser innover : stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation 2017-2022*, Québec, Gouvernement du Québec, 2017.

MESI, *Plan d'action en économie numérique : pour l'excellence numérique des entreprises et des organisations québécoises*, Québec, Gouvernement du Québec, 2016.

Ministère des finances et de l'économie, *Priorité emploi : politique nationale de la recherche et de l'innovation 2014-2019*, Québec, Gouvernement du Québec, 2013.

Mila, *Rapport d'impact 2020-2021*, en ligne : <https://mila.quebec/impact/#croissance>.

Ministère des Finances, *Le plan économique du Québec : budget 2016-2017*, Québec, Gouvernement du Québec, 2016.

Ministère des Finances, *Le plan économique du Québec : budget 2017-2018*, Québec, Gouvernement du Québec, 2017.

Ministère des Finances, *Le plan économique du Québec : budget 2018-2019*, Québec, Gouvernement du Québec, 2018.

Ministère des Finances, *Vos priorités, votre budget : budget 2019-2020*, Québec, Gouvernement du Québec, 2019.

Ministère des Finances, *Votre avenir, votre budget : budget 2020-2021*, Québec, Gouvernement du Québec, 2020.

Ministère des Finances, *Un Québec résilient et confiant : budget 2021-2022*, Québec, Gouvernement du Québec, 2021.

Ministre d'État au développement économique, *Le virage technologique : bâtir le Québec – phase 2 : programme d'action économique 1982-1986*, Québec, Gouvernement du Québec, 1982.

Moatti, Alexandre, « Le numérique, adjectif substantivé », *Le Débat*, n° 170, 2012, p. 133-137.

Moulier Boutang, Yann, *Le capitalisme cognitif : la nouvelle grande transformation*, Paris, Éditions Amsterdam, 2007.

MRST (Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie), *Savoir changer le monde : politique québécoise de la science et de l'innovation*, Chicoutimi, Les classiques des sciences sociales, édition numérique, 2014 [2001].

MRST, *Un projet collectif : énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique*, Chicoutimi, Les classiques des sciences sociales, édition numérique, 2014 [1980].

MST (Ministère de la Science et de la Technologie), *Le point sur le virage technologique*, Québec, Gouvernement du Québec, 1983.

Nantel, Lyne et Mircea Vultur, « Les transformations du travail à l'ère du numérique et de l'"économie collaborative" : pistes d'analyse et de réflexion », *Ad Machina*, n° 2, 2018, p. 37-51.

Noble, David, *America by Design : Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*, Nairobi, Oxford University Press, 1977.

OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), *Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, Paris, France, 2016.

Orgerie, Anne-Cécile et Laurent Lefèvre, « Le vrai coût énergétique du numérique », *Pour la science*, n° 518, 2020, p. 48-59.

Presse Canadienne, « L'intelligence artificielle a désormais son quartier général à Montréal », *Radio-Canada*, 28 janvier 2019.

Scale AI, *Propulsez votre potentiel avec la supergrappe d'IA du Canada : rapport annuel 2020-2021*, 2021.

Scholz, Trebor, *Platform Cooperativism : Challenging the Corporate Sharing Economy*, New York, Rosa Luxemburg Stiftung, 2016.

Silcoff, Sean, « Canada's AI dream : Montreal-based innovator Element AI has impressive backers and a hefty bankroll, but can it deliver what it promises ? », *The Globe and Mail*, 20 juillet 2019.

Silcoff, Sean, « Once touted as a technology world-beater, Montreal's Element AI sells out to Silicon Valley giant », *The Globe and Mail* (Online), 30 novembre 2020.

Srnicek, Nick, *Capitalisme de plateforme : l'hégémonie de l'économie numérique*, Montréal, Lux, 2018.

TECHNOCompétences, *Diagnostic sectoriel 2021-2024 : portrait de la main-d'œuvre dans le secteur des technologies de l'information et des communications (TIC) au Québec*, 2021.

TECHNOCompétences, *La petite histoire de l'IA à Montréal*, 2018.

TECHNOCompétences, *Profil de la main-d'œuvre en logiciel libre au Québec en 2017*, 2017.

Vara, Vauhini, « Can this startup break big tech's hold on A.I. ? », *Fortune*, 25 juin 2018.

Veblen, Thorstein, *The Theory of Business Enterprise*, Clifton (N-J), Augustus M. Kelley Publishers, 1973.

Zuboff, Shoshana, *L'âge du capitalisme de surveillance : le combat pour un avenir humain face aux nouvelles frontières du pouvoir*, Paris, Éditions Zulma, 2019.