

Sous la direction scientifique de
Nathalie de Marcellis-Warin – Benoit Dostie
Sous la coordination de
Genevieve Dufour

Le Québec **9** économique

**Perspectives et défis
de la transformation
numérique**

Chapitre 6

**COLLABORATION ET INNOVATION :
COMMENT LA TRANSFORMATION
NUMÉRIQUE CHANGE LA DONNE**

**LAURENCE SOLAR-PELLETIER,
CATHERINE BEAUDRY, MAJLINDA ZHEGU**

Chapitre 6

COLLABORATION ET INNOVATION : COMMENT LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE CHANGE LA DONNE

Laurence Solar-Pelletier

Gestionnaire de projet pour la Chaire Innovation et le Groupe de recherche en gestion et mondialisation de la technologie à Polytechnique Montréal

Majlinda Zhegu

Professeure à l'École des sciences de la gestion de l'Université du Québec à Montréal

Catherine Beaudry

Professeure titulaire à Polytechnique Montréal, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la création, le développement et la commercialisation de l'innovation, chercheuse et fellow au CIRANO

Résumé

La transformation numérique bouleverse plusieurs pans de la société. Notamment, la démocratisation des téléphones intelligents et de l'accès à Internet, de même que les différentes avancées technologiques, entraînent une « destruction créatrice » qui affecte en profondeur l'ensemble des secteurs économiques. La transformation numérique vient aussi affecter directement l'innovation, qui est de plus en plus appelée à être ouverte au sein d'écosystèmes forts. Les technologies numériques offrent de nouveaux outils qui viennent faciliter cette collaboration, qui n'est pas

non plus sans enjeux, notamment en ce qui a trait à la propriété intellectuelle. Ce chapitre présente les concepts d'innovation et d'innovation ouverte, ainsi que certaines technologies numériques, leur niveau d'adoption dans différents secteurs et leurs impacts économiques. Plusieurs encadrés offrent des exemples comme les hackatons en santé, les villes intelligentes et l'aérospatiale numérique.

La transformation numérique affecte l'ensemble des secteurs de la société, et ce, tant du point de vue économique qu'environnemental ou humain. En rendant plus rapides et efficaces les échanges de données de toutes sortes, elle contribue à accroître la capacité des communautés et des organisations à créer de la valeur grâce à la collaboration d'individus et de machines interconnectées. La transformation numérique vient modifier les attentes et les comportements des consommateurs et remet en question les modèles d'affaires des entreprises ainsi que les politiques publiques. Par exemple, les plateformes comme Airbnb imposent la désintermédiation de l'activité économique en mettant directement en contact des usagers, venant perturber le secteur de l'hôtellerie, mais également les lois qui le régissent, et ce, sans posséder d'immeubles locatifs. Le même constat est fait quant à l'industrie du taxi, bouleversée par Uber et Lyft, deux entreprises qui ne gèrent pas de flottes de véhicules, mais bien des groupes de conducteurs. Wikipédia est l'exemple même de la transformation numérique collaborative : des bénévoles du monde entier travaillent à bâtir une encyclopédie riche de millions d'articles dans de nombreuses langues. Le savoir est alors plus facilement accessible et n'est plus réservé aux encyclopédies telle l'*Encyclopædia Britannica*, qui a d'ailleurs cessé d'imprimer son ouvrage en 2010. Cette transformation numérique a été accélérée par la pandémie de COVID-19, qui a forcé les organisations à repenser le développement de l'innovation en utilisant des outils de collaboration numériques.

De la sorte, la transformation numérique est composée d'un ensemble de transformations profondes des activités, des processus et des modèles d'affaires des organisations causées par des innovations technologiques interdépendantes, tels Internet et les données massives, et qui ont également un impact sur la société (Olleros et Zhegu, 2016). Elle résulte de l'effet combiné d'innovations basées sur de nouvelles technologies numériques,

dont les téléphones intelligents, l'infonuagique, l'Internet des objets (IdO), l'analytique des mégadonnées et la puissance toujours croissante des ordinateurs. De fait, la disponibilité et l'abondance des données constituent un aspect central de l'accélération de la transition numérique. Cet accès accru aux mégadonnées et la capacité à les analyser ont fait tomber les barrières traditionnelles qui régissaient l'analytique des mégadonnées, qu'elles soient structurées ou non. Cela a favorisé le développement d'outils liés à l'intelligence artificielle (IA), faisant miroiter des solutions prometteuses dans des domaines aussi divers que la santé, l'aérospatiale ou les services juridiques. La transformation numérique touche donc tous les secteurs, à des intensités variables, et soulève plusieurs enjeux pour les organisations existantes, mais offre également de nombreuses occasions d'amélioration.

La gestion de l'innovation est affectée par la transformation numérique. La compétitivité des organisations repose notamment sur leur capacité à adopter et à développer de nouvelles technologies. Les changements rapides et les nouveaux défis imposés par la transformation numérique font évoluer les processus de production et le développement des innovations. Pour l'OCDE (2019), quatre tendances fortes caractérisent l'innovation dans ce cadre : la donnée est devenue essentielle à l'innovation ; l'innovation se concentre plus dans les services que dans les produits ; les cycles d'innovation s'accélèrent grâce aux outils d'expérimentation tels que l'impression 3D et la réalité virtuelle ; et l'innovation devient de plus en plus collaborative. Cette tendance vers une collaboration accrue permet notamment de faire face à une complexification de l'innovation, ce qui requiert des compétences et une approche interdisciplinaires, voire intersectorielles. Pour cette raison, les entreprises s'orientent aujourd'hui vers le développement de modèles d'affaires plus ouverts qui intègrent des idées et des technologies externes aux processus internes de l'entreprise. Ces modèles d'affaires ouverts doivent, par exemple, comprendre une stratégie de protection de la propriété intellectuelle, une base solide nécessaire à toute collaboration.

Les technologies numériques offrent autant de nouveaux outils qui viennent modifier la collaboration entre les acteurs de la société. Ces outils facilitent l'innovation ouverte, une approche déjà fort avantageuse depuis quelques années, notamment en contribuant au déploiement de réseaux de collaboration étendus. Pour bien comprendre comment la transformation numérique vient faciliter la collaboration au profit d'une augmentation de l'innovation, ce chapitre rappelle ce qu'est l'innovation, présente l'innovation

ouverte et la collaboration, puis observe comment certaines technologies affectent l'ensemble des secteurs économiques. Plusieurs encadrés viennent appuyer le texte par des exemples pertinents de transformations.

L'innovation

Avant d'aborder la question de la transformation numérique et de la collaboration affectant l'innovation, il convient de bien définir ce qu'on entend par ce dernier concept. L'innovation repose sur des forces simultanées de destruction et de création, ce que Schumpeter (1942) nommait la « destruction créatrice ». Il a défini l'innovation comme étant une invention introduite sur le marché. Autrement dit, une invention ne devient pas systématiquement une innovation, il faut qu'elle soit commercialisée. Néanmoins, l'innovation ne se limite pas aux produits, elle peut par exemple correspondre à la mise en place de nouvelles pratiques ou à l'intégration en milieu social d'une invention. Dans ces deux derniers cas, l'innovation n'est pas commercialisée, mais peut avoir un impact important sur la société, l'environnement et l'économie. Afin d'éviter toute confusion concernant ce qu'est l'innovation, nous adoptons la définition qu'en donne l'OCDE (2018).

En 2018, l'OCDE a en effet mis à jour le *Manuel d'Oslo* (ci-après « le *Manuel* »), la référence internationale en matière d'innovation. L'innovation y est définie comme suit : « Une innovation est un produit ou processus (ou une combinaison de ceux-ci) nouveau ou amélioré qui diffère considérablement des produits ou processus précédents de l'unité et qui a été mis à la disposition d'utilisateurs potentiels (produit) ou mis en service par l'unité (processus)¹. »

Le *Manuel* poursuit en distinguant les *activités d'innovation* et l'*innovation d'affaires*. D'une part, les activités d'innovation représentent les activités de développement, financières et commerciales de la firme qui peuvent la mener à une innovation. Il s'agit des processus organisationnels desquels résulte, ou non, une innovation. D'autre part, l'innovation d'affaires consiste selon le *Manuel* en « l'introduction d'un produit ou d'un processus d'affaires (ou la combinaison des deux) nouveau ou sensiblement amélioré, et qui diffère significativement de la génération précédente introduite sur le marché ou achetée par cette firme ». Le produit peut être un bien ou un service, ou les deux, alors que le processus d'affaires inclut les activités permettant de générer le produit. Il faut donc une implantation

et une adoption pour que cela soit considéré comme une innovation. À titre d'exemple d'innovation d'affaires, les technologies numériques ont créé un contexte fertile pour l'émergence d'un nombre important de modèles d'affaires, notamment sous la forme de plateformes numériques multifaces (par exemple Uber, PayPal, TripAdvisor, Expedia, Netflix ou Innocentive).

En outre, l'innovation varie selon son degré de nouveauté : elle peut être radicale (perturbatrice) ou, à l'autre bout du spectre, incrémentale (comme la majorité des innovations). La première émane d'un processus ayant un impact significatif sur les activités économiques des entreprises et implique la prise d'un risque important, tel un développement coûteux qui ne mènera peut-être pas à une commercialisation de l'invention de la part de l'organisation. Cet impact peut se traduire par des changements technologiques majeurs. Par exemple, le téléphone intelligent, tel que proposé par Apple avec son premier iPhone en 2007, est une innovation radicale. Le téléphone intelligent est utilisé tour à tour comme navigateur (GPS), appareil photo et vidéo, baladeur, plateforme de jeu, outil pour gérer son réseau social, faire des achats en ligne, etc. La transformation socioéconomique qui a résulté de l'introduction sur le marché de ce téléphone dit intelligent a été colossale. La seconde, l'innovation incrémentale, renvoie à des améliorations continues, à faible risque, et s'appuie sur les connaissances déjà existantes dans l'organisation. Par exemple, les téléphones intelligents continuent d'évoluer, avec de meilleurs appareils photo ou systèmes d'exploitation, mais n'offrent pas depuis plusieurs années d'avancées majeures. Il est par ailleurs possible qu'une innovation incrémentale devienne radicale, comme lorsqu'elle est appliquée à un autre secteur industriel. Par exemple, le secteur de la balistique militaire utilise la fibre de carbone depuis les années 1960, mais ce n'est que beaucoup plus tard que le matériau a été utilisé pour la production de prothèses et d'implants, ce qui a révolutionné les pratiques médicales.

Jusqu'à la fin des années 1970, les entreprises concentraient leur recherche et développement (R-D) à l'intérieur de l'organisation. Or, face à la complexité croissante du processus d'innovation, elles collaborent de plus en plus avec diverses entités externes, comme leurs fournisseurs ou leurs clients, ou encore les universités, afin d'accroître leur capacité à innover. La transformation numérique a contribué à accélérer cette tendance vers l'innovation ouverte.

L'innovation ouverte et la collaboration

L'innovation ouverte paraît efficace afin de naviguer au sein de l'environnement concurrentiel du xxi^e siècle. Elle est même considérée comme l'une des approches les plus importantes pour la réussite des projets d'innovation. Le paradigme du modèle fermé de l'innovation, où la firme était seule à innover par le biais de son département de R-D, ne suffit plus pour qu'une firme demeure compétitive. Selon Chesbrough (2003), l'innovation ouverte est « un paradigme qui suppose que les entreprises, lorsqu'elles cherchent à progresser dans leurs technologies, peuvent et doivent utiliser les idées externes tout comme les idées internes, ainsi que les voies internes et externes de commercialisation ». Plusieurs autres définitions existent, mais toutes conservent cette idée que l'innovation, ou une partie de celle-ci, ne se fait pas qu'à l'intérieur d'une organisation. Il s'agit donc d'un processus offrant de nouvelles façons de gérer les connaissances, les expertises et les technologies inhérentes à l'innovation.

L'innovation ouverte n'implique pas pour autant que l'entreprise cesse d'investir dans ses propres capacités de R-D, mais plutôt qu'elle élargisse ses sources d'innovation. En fait, l'entreprise pourra choisir d'ouvrir son processus d'innovation dans certains cas, mais pas dans d'autres. Lorsqu'elle n'est pas en mesure d'innover à l'interne, l'entreprise pourra décider d'acquérir de nouvelles connaissances à l'aide de différentes stratégies, telles que les alliances, la recherche collaborative ou l'achat de brevets. Il est ainsi possible de regrouper les pratiques de l'innovation ouverte en trois catégories :

- Les activités entrantes (*outside-in* ou *inbound*). Elles réfèrent à l'utilisation et à l'exploitation de connaissances ou d'une expertise externes au sein de la firme, laquelle établit donc des relations avec, par exemple, des universités ou d'autres firmes afin d'améliorer ses propres performances d'innovation. L'obtention d'une licence, l'externalisation ouverte (*crowdsourcing*), la commercialisation d'innovations externes ou les alliances de R-D sont toutes des activités de ce type ;
- Les activités sortantes (*inside-out* ou *outbound*). Elles sont à l'inverse des précédentes, puisqu'il s'agit de l'utilisation externe des connaissances de l'entreprise. Celle-ci transfère ses connaissances et les résultats de sa propre R-D à des partenaires externes. Par exemple, une entreprise peut vendre une partie de sa propriété intellectuelle (PI)

à une entreprise ayant une meilleure capacité à commercialiser l'innovation issue de cette PI dans un marché donné ;

- Les activités couplées (*coupled*). Elles sont une combinaison des deux premières. Elles consistent en un partage de connaissances dans le cadre de projets collaboratifs avec des organisations ayant des compétences intellectuelles complémentaires. Ces activités peuvent être formalisées, par exemple, au moyen d'alliances stratégiques.

L'entreprise conservera à l'interne ses connaissances stratégiques, mais sera davantage amenée à partager celles qui sont périphériques à son cœur d'activité. Par ailleurs, l'innovation ouverte s'accompagne souvent d'un changement de culture au sein même des organisations, ce qui implique de combattre le syndrome du « pas inventé ici » (« *not invented here*² »), qui freine l'adoption interne d'innovations externes.

La plupart des innovations requièrent des interactions qui traversent les frontières traditionnelles des organisations. Les organisations collaborent de plus en plus avec divers partenaires issus des milieux industriels, universitaires et gouvernementaux, entre autres. La collaboration est aujourd'hui considérée comme l'un des facteurs les plus importants de la réussite de projets d'innovation. Que ce soit dans un contexte d'innovation interfirmes (par exemple entre des firmes indépendantes de l'industrie aérospatiale) ou au sein de grands groupes industriels (par exemple entre plusieurs filiales d'une même multinationale), la collaboration est devenue essentielle, ne serait-ce que pour faire face à la complexité croissante de la technologie. Le tableau 6-1 détaille la diversité des types de partenaires qui ont été impliqués dans une collaboration avec une entreprise.

Seulement 17,4 % des entreprises sondées au Canada ont déclaré avoir collaboré avec une autre entreprise ou organisation pour leurs activités d'innovation entre 2015 et 2017, chiffre qui est plus élevé pour les moyennes (20,4 %) et les grandes (26,9 %) entreprises. Les entreprises du Québec (20,5 %) et de l'Ontario (18,7 %) sont celles qui collaborent le plus au pays. Bien qu'il y ait beaucoup de collaboration intrafirme, l'innovation ouverte est omniprésente. Les entreprises collaborent surtout avec leurs fournisseurs, avec leurs clients du privé, mais aussi avec ceux du public, et, sauf dans la région de l'Atlantique, le cinquième des entreprises collaborent avec leurs

concurrents. Les universités et collèges sont particulièrement prisés par les moyennes et grandes entreprises, et il n'y a que l'Ouest du Canada où les entreprises collaborent moins avec ces institutions.

Collaboration à des activités d'innovation de 2015 à 2017, par taille d'entreprise et par région (pourcentage)								
	Tous	Taille d'entreprise			Région			
	Canada	P	M	G	Qc	Ont.	Atl.	RDC
Proportion d'entreprises qui affirment collaborer (%)	17,4 ^A	16,4 ^A	20,4 ^A	26,9 ^A	20,5 ^A	18,7 ^A	15,1 ^A	13,6 ^A
Avec qui les entreprises collaborent-elles ?								
Entreprise mère ou entreprises affiliées ou filiales	36,9 ^A	33,9 ^B	43,8 ^A	54,7 ^A	44,5 ^B	40,4 ^B	35,9 ^B	22,1 ^B
Fournisseurs d'équipement, de matériel, de composants ou de logiciels	57,7 ^A	56,6 ^B	61,4 ^A	61,7 ^A	60,4 ^B	49,2 ^B	54,0 ^B	69,1 ^B
Clients du secteur privé	34,2 ^A	34,5 ^B	30,1 ^A	37,5 ^A	29,7 ^B	34,1 ^B	24,6 ^B	41,8 ^B
Clients du secteur public	13,6 ^A	13,6 ^A	11,8 ^A	16,5 ^A	10,1 ^A	13,7 ^A	14,2 ^B	17,6 ^B
Concurrents ou autres entreprises du secteur	22,3 ^A	23,6 ^B	17,5 ^A	17,4 ^A	27,3 ^B	21,0 ^B	8,3 ^B	21,1 ^B
Consultants ou laboratoires commerciaux	22,7 ^A	21,0 ^A	26,8 ^A	31,5 ^A	24,7 ^B	23,2 ^B	18,5 ^B	20,1 ^B
Universités, collèges ou autres établissements d'enseignement supérieur	18,6 ^A	15,4 ^A	28,6 ^A	34,1 ^A	22,9 ^A	21,5 ^B	18,1 ^B	8,8 ^A
Instituts de recherche gouvernementaux	13,1 ^A	11,1 ^A	19,1 ^A	22,3 ^A	18,6 ^A	12,5 ^A	11,9 ^A	7,6 ^A
Autres partenaires en collaboration	13,9 ^A	13,6 ^A	14,9 ^A	15,0 ^A	12,6 ^A	16,2 ^B	17,7 ^B	10,9 ^B

Tableau t/2020-c6-1

Source : Statistique Canada, tableau 27-10-0178-01.

Légende : A – excellente qualité des données, B – bonne qualité des données³; P – petites entreprises (de 50 à 99 employés), M – moyennes entreprises (de 100 à 249 employés), G – grandes entreprises (250 employés et plus); « AT » inclut Terre-Neuve-et-Labrador, l'Île-du-Prince-Édouard, la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick, « RDC » signifie « reste du Canada » et comprend donc le Manitoba, la Saskatchewan, l'Alberta, la Colombie-Britannique, le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest et le Nunavut.

Certaines collaborations sont formelles et impliquent une entente contractuelle afin de préciser les rôles de chacun ainsi que les termes de la collaboration. Dans ce cas, les droits, les devoirs et les contributions de chaque partie sont fixés à l'avance, tout comme la distribution des résultats avec, par exemple, une entente de partage de propriété intellectuelle. D'autres sont plutôt informelles et consistent surtout en un échange moins structuré d'information. Les activités d'innovation ouverte s'exécutant à l'aide de mécanismes transactionnels impliquent généralement des échanges complexes. Plusieurs formules de recherche collaborative ont été identifiées par Liyanage (1995) : la coentreprise de recherche ; les contrats directs entre les partenaires sur des projets précis ; les transferts et échanges de technologies ; l'octroi et l'acquisition de licences de technologies ; et l'échange ou le transfert de personnel. L'acquisition et l'incubation de jeunes pousses (*start-ups*) font partie de ces mécanismes formels. Les activités informelles regroupent plutôt des activités telles que la veille technologique, la mise à disposition de codes et de données libres de droits, les concours comme les marathons de programmation (voir l'encadré traitant de Hacking Health) ou l'accès à des communautés en ligne.

Hacking Health : le marathon de programmation en santé

Hacking Health est une organisation à but non lucratif fondée à Montréal en 2012, année où elle a tenu son premier marathon de programmation. Mieux connus sous le terme de *hackathon*, de *hack* (piratage) et de *marathon*, ces événements de cocréation rassemblent des équipes de programmeurs qui ont pour objectif de développer des solutions informatiques innovantes, d'améliorer des logiciels ou de développer de nouvelles applications concernant un problème ou un thème donné. Les équipes utilisent les données et les outils mis à leur disposition et doivent fournir un prototype fonctionnel à la fin de la compétition.

Hacking Health se concentre sur les problèmes vécus dans le domaine de la santé. Ainsi, lors de la première édition, environ 70 professionnels de la santé, incluant des chercheurs et des patients, ont proposé 40 projets représentant des problèmes qu'ils rencontraient dans le cadre de leur travail. En tout, 19 projets ont été retenus par les 160 experts en jeux vidéo, programmeurs, designers Internet, qui ont alors développé des prototypes fonctionnels durant les trois jours de l'événement. Depuis, les marathons organisés par Hacking Health réunissent entre 200 et 300 personnes et sont tenus dans plusieurs villes à travers le monde, durant généralement une fin de semaine. Les participants, qui comptent aussi des entrepreneurs et des gestionnaires de capitaux de risque, continuent souvent à collaborer après l'événement afin de développer des prototypes qui seront testés dans les cliniques et les hôpitaux.

Hacking Health rayonne et a 40 chapitres répartis dans 13 pays sur 5 continents. Son succès repose notamment sur l'approche collaborative, qui contribue à l'innovation en santé en tirant profit de la transformation numérique. En fait, elle semble répondre aux besoins croissants d'innovation numérique dans le domaine de la santé et elle le fait dans une approche ascendante (*bottom-up*), où les professionnels de la santé viennent exposer leurs besoins auprès de développeurs informatiques. Hacking Health a également diversifié ses activités afin de favoriser la collaboration et le remue-méninges dans d'autres contextes, tels les Hacking Health Cafés, des ateliers et des coopérations.

Collaboration numérique

Les technologies numériques ont contribué au développement rapide d'un modèle collaboratif particulier. En effet, par l'intermédiaire de plateformes numériques d'externalisation ouverte (*crowdsourcing*), les organisations peuvent solliciter le grand public afin qu'il contribue au processus d'innovation. Au-delà de la sous-traitance traditionnelle des activités d'innovation (*outsourcing*), les organisations ont à présent la possibilité de puiser dans les ressources d'intelligence collective sans égard à la géographie, à la nationalité, à la formation ou au secteur d'activité des participants dans l'effort d'innovation.

Certaines des plateformes d'externalisation ouverte peuvent faciliter le processus d'innovation en amont, lors de la collecte et de l'analyse de l'information. C'est le cas des plateformes basées sur le modèle question-réponse, comme StackExchange, ou de celles qui invitent le public à collaborer pour analyser leurs données, comme Peer to Patent (USPTO) ou IBM's InnovationJam. D'autres plateformes d'externalisation ouverte permettent la participation de la communauté directement à la résolution de problèmes. Les divers modes de conception des concours d'innovation par des plateformes telles que Innocentive, TopCoder ou Kaggle permettent aux organisations de dénicher les meilleures solutions innovantes tout en gardant le contrôle du coût, de l'échéancier et des droits de propriété intellectuelle de leurs innovations.

L'externalisation ouverte peut devenir l'ingrédient principal pour l'innovation dans les modèles d'affaires. C'est le cas pour l'entreprise Transit App, qui offre ses services à Montréal et dans 130 grandes villes. Pour améliorer l'expérience des utilisateurs du transport public, Transit App utilise les mégadonnées ouvertes des sociétés de transport au sujet des trajets et des horaires des lignes d'autobus et de métro. En couplant ces données ouvertes avec celles obtenues par l'externalisation ouverte (les utilisateurs de la plateforme partagent les informations sur leurs déplacements), l'entreprise a amélioré son service en offrant aux utilisateurs des informations en temps réel sur l'arrivée des bus et des métros.

Génome Québec a également eu recours à l'externalisation ouverte afin d'assurer la maintenance et les mises à jour continues de bases de données génomiques. Dans un autre domaine, l'entreprise montréalaise Chic Moustache utilise elle aussi l'externalisation ouverte, pour boucler le

processus de création et de commercialisation de ses produits. Ainsi, les membres du public proposent des modèles de blouses. Les modèles sont exposés dans le site Web de la compagnie (chicmoustache.com). Ensuite, les œuvres qui suscitent le plus d'intérêt du public sont imprimées sur des blouses, qui sont mises en vente dans la boutique en ligne du site Web. Les créateurs reçoivent une partie des profits.

Ainsi, les plateformes d'externalisation ouverte permettent des collaborations qui dépassent les proximités habituelles (sectorielles, régionales, institutionnelles, etc.) ayant jusqu'ici favorisé l'innovation. Les recherches sur l'externalisation ouverte montrent qu'une majorité de problèmes se rapportant à une innovation ont été résolus par des personnes n'appartenant pas au secteur d'activité ou d'expertise de l'entreprise instigatrice du problème. En d'autres mots, dans un contexte de sous-traitance traditionnelle, la rencontre entre l'organisation et le détenteur de la solution n'aurait pas pu avoir lieu.

La collaboration ouverte des organisations avec la communauté prend de plus en plus place dans la collecte automatisée des données (*data-sourcing*). Ni laborieuse ni consciente, cette collecte apparaît le plus souvent comme un sous-produit d'une activité avantageuse pour l'utilisateur (par exemple une recherche d'information sur Google). Ces données sont difficiles à falsifier, car elles sont captées à la source. D'une valeur de plus en plus importante pour les entreprises, ce modèle de collecte des données est mis en question par les défenseurs du droit à la vie privée des citoyens.

Facilitateurs et inhibiteurs de l'innovation ouverte

La tendance à l'ouverture s'ancre dans des changements majeurs, sur lesquels les entreprises ont peu de contrôle et qui sont venus bouleverser leur environnement d'affaires, dont la mondialisation, les technologies de l'information et des télécommunications et la croissance du capital de risque. La libre circulation des biens, des capitaux et des personnes à l'échelle mondiale a eu pour conséquence d'ouvrir les frontières du marché de l'innovation, ce qui a forcé les entreprises à développer et à vendre de nouveaux produits plus efficaces, moins coûteux, et ce, plus rapidement. Il est devenu beaucoup plus facile d'obtenir un bien fabriqué dans une région afin d'y faire de l'ingénierie inversée pour la produire ailleurs à moindre coût dans une autre région du globe. La compétition pour obtenir les meilleurs

talents s'est également intensifiée : les entreprises ne se concurrencent plus entre elles seulement dans une région donnée, elles le font à l'échelle internationale. Par ailleurs, les barrières à l'entrée étant diminuées avec la transformation numérique, il devient plus facile de créer de nouvelles entreprises qui viennent perturber les secteurs économiques traditionnels.

D'autres facteurs ont aussi contribué à l'innovation ouverte. D'abord, les coûts de développement de nouvelles technologies sont de plus en plus élevés, alors que la durée de vie des produits diminue, rendant plus risqué l'investissement en innovation. Aussi, les cycles de développement de l'innovation sont de plus en plus courts et nécessitent une recombinaison des connaissances provenant de domaines différents. Dans le contexte tumultueux actuel, l'innovation ouverte a le potentiel de réduire les temps de développement et de diminuer les risques, qui sont alors distribués auprès de plusieurs parties prenantes, tout en contribuant au mélange de connaissances nécessaire à l'innovation.

Plusieurs avantages et inconvénients peuvent être relevés lorsqu'une organisation ouvre son processus d'innovation. D'abord, les entreprises bénéficient d'économies d'échelle en réduisant les coûts et les risques liés à l'innovation, puisqu'ils sont répartis entre plusieurs partenaires. Ensuite, le partage des ressources et des connaissances peut accélérer l'innovation en donnant accès à des expertises et à des compétences auxquelles les entreprises n'auraient pas normalement. Obtenir l'expertise de leurs partenaires permet ainsi aux entreprises de construire sur une base commune de connaissances déjà bien établie. Plus particulièrement, la collaboration avec les clients et les fournisseurs permet aussi le développement d'une innovation mieux adaptée aux besoins des uns et des autres, de même qu'à l'établissement de standards forts que plusieurs entreprises d'un même secteur auront contribué à établir. Il en va de même pour accéder à de nouveaux marchés. Le risque est aussi diminué quant à l'introduction d'innovations sur le marché, en particulier pour les produits nouveaux ou complexes. Dans l'ensemble, la collaboration a un impact positif sur la performance en matière d'innovation.

Plusieurs inconvénients doivent toutefois être soulignés : la perte de l'expertise interne ou de la nécessité de la développer, le coût élevé de la coordination des partenaires, le dédoublement des infrastructures ou des équipements, ou encore le processus décisionnel dépendant des partenaires. Il peut également être difficile de trouver le partenaire idéal

détenant les connaissances recherchées, ou de s'entendre sur le partage de la propriété intellectuelle. Finalement, le risque du profiteur (*free rider*) reste réel pour les entreprises qui s'investissent dans l'innovation ouverte. Ce risque n'est pas spécifique à l'innovation ouverte, mais afin d'en limiter la possibilité, les entreprises doivent s'accompagner d'une bonne stratégie de protection de la propriété intellectuelle, ce qui fait défaut chez certaines d'entre elles.

L'innovation ouverte a contribué à décloisonner les processus de R-D des entreprises. La diversité des partenaires liés à l'innovation s'accroît et inclut notamment les universités et les cégeps, différents paliers de gouvernement, des intermédiaires de l'innovation et les utilisateurs finaux. L'ouverture a été renforcée avec le développement de nombreux outils simplifiant la collaboration numérique. Certaines technologies, présentées dans la prochaine section, facilitent cette tendance.

Les technologies numériques

Les transformations numériques résultent des effets combinés d'innovations numériques souvent interdépendantes, elles-mêmes alimentées par un accroissement de l'accessibilité, de la connectivité, de la numérisation et de l'automatisation. La généralisation des téléphones intelligents, l'explosion de la quantité et de la variété des données, moins coûteuses à se procurer, et la capacité exponentielle de la puissance de calcul des ordinateurs (la fameuse loi de Moore) facilitent le développement de l'intelligence artificielle et de l'analytique des mégadonnées. Sur le plan organisationnel, l'adoption de ces technologies et de ces outils numériques aide la prise de décisions basée sur les données probantes. L'accès à de l'information de meilleure qualité pousse les entreprises à mettre en place des systèmes de soutien organisationnel pour favoriser l'adoption de ces technologies émergentes. Ce faisant, celles-ci renforcent leurs capacités d'innovation. L'acquisition de technologies numériques ouvre en effet de nouveaux horizons techniques aux entreprises, ce qui accroît leur propension à innover, tant en ce qui touche aux produits qu'aux procédés de fabrication. L'adoption de telles technologies permet aussi de réduire les cycles de production ainsi que les délais de livraison, ce qui influe positivement sur les capacités de commercialisation des entreprises. Les processus organisationnels, les modèles d'affaires ainsi que l'expérience client sont également profondément modifiés par le numérique.

La transformation numérique facilite la diffusion de l'information, accroît les liens possibles entre les partenaires issus de différents milieux et régions, permet de resserrer ces relations en diminuant l'impact de la distance géographique et en simplifiant les communications. Elle amène les parties prenantes à codévelopper de nouvelles pratiques d'innovation et agit comme un catalyseur en permettant le partage de l'information, des compétences et des ressources et en accroissant la génération et la validation d'idées, améliorant ainsi la capacité d'innovation. Cela entraîne des gains de productivité et d'efficacité (OCDE, 2019). La transformation numérique permet une plus grande fluidité des échanges et en crée de nouveaux : des interactions d'humain à humain, entre un humain et une machine, et de machine à machine.

Quelques exemples de technologies

Les données, et plus spécifiquement la mise en données (*datafication*), sont à la fois un moteur et une ressource de la transformation numérique. Une fois numérisées, les données peuvent être exploitées, copiées, traitées ou transmises, et ce, à l'infini, par des outils technologiques sans risque de dégradation, le tout à très grande vitesse et pour un coût marginal pratiquement nul. L'accès à un volume de données sans précédent ainsi que la capacité à l'héberger permettent aux organisations de faire de l'analyse de mégadonnées, structurées ou non, à l'aide de multiples outils d'exploration et de traitement des données. Ainsi, l'analytique des mégadonnées regroupe un ensemble de techniques et d'outils de statistiques multivariées qui sont utilisés afin de les traiter et de les interpréter. Les analyses des bases de données issues de multiples sources permettent d'inférer des relations, d'établir des dépendances et de faire des prédictions sur les résultats et les comportements, ce qui génère des connaissances et facilite la prise de décision en temps réel. Les firmes peuvent alors offrir des services répondant mieux aux besoins des consommateurs et effectuer des tâches plus efficacement.

L'apprentissage automatique, une branche de l'intelligence artificielle (IA), repose sur la capacité à analyser les mégadonnées. Les avancées récentes dans ce domaine ont accéléré la démocratisation de l'IA, qui désigne, en fait, un ensemble de technologies visant à simuler l'intelligence humaine. Les promoteurs de l'IA avancent qu'elle pourra aider à résoudre des problèmes complexes, générer des gains de productivité, améliorer l'efficacité de la prise de décision et réduire les coûts (OCDE, 2019).

L'IdO est en pleine croissance depuis quelques années. Le terme *Internet des objets* désigne tout objet physique qui est connecté à Internet ou à un autre réseau informatique, comme un intranet, ce qui rend possibles la collecte et l'échange de données, que ce soit entre machines ou de machine à humain. Les objets connectés sont une source importante de données qui viennent notamment alimenter l'analytique des mégadonnées et l'IA. L'Internet des objets industriel (IdOI), ou encore l'industrie 4.0, a le potentiel d'affecter la collaboration intra et interfirmes. Ainsi, dans les entreprises manufacturières connectées, la communication se fait tout au long de la chaîne de valeur. Une entreprise ayant besoin, par exemple, d'un matériau spécifique pourra le commander à un fournisseur qui le produira pour qu'il soit livré au bon moment. Ce processus automatisé pourrait impliquer uniquement une intervention entre machines, c'est-à-dire sans action humaine.

L'infonuagique constitue un bon exemple de la croissance de la connectivité liée à la transformation numérique. Le principe de l'infonuagique repose sur le fait que les données sont hébergées et exploitées à distance sur des serveurs non locaux, situés hors de l'organisation. Il est également possible d'utiliser à distance la puissance de calcul d'un serveur situé aussi hors de l'organisation. Les services offerts par l'infonuagique se concentrent sur le logiciel-service (*software as a service, SaaS*, par exemple Microsoft Office 365), la plateforme-service (*platform as a service, PaaS*, ou *application platform as a service, aPaaS*, par exemple Amazon Web Services) et l'infrastructure-service (*infrastructure as a service, IaaS*, par exemple OpenStack), mais d'autres possibilités existent, comme les données-service (*data as a service, DaaS*).

En 2014, lorsque Statistique Canada a mené son enquête sur les technologies de pointe, le Québec était très en retard par rapport au reste du Canada en ce qui touche aux logiciels-service (voir le tableau 6-2). En effet, toutes industries confondues, 11,7 % des entreprises québécoises avaient adopté cette technologie, alors que la moyenne canadienne était de 15,0 % et celle de l'Ontario et de l'Alberta, de 18,4 % et de 18,3 % respectivement. Dans presque tous les secteurs sondés, le Québec accusait un retard important. Sur le plan des infrastructures-service, par contre, le Québec menait la ronde, alors que 12,4 % de ses entreprises avaient utilisé cette technologie, par rapport à une moyenne canadienne de 9,6 %.

		Utilisation de certaines technologies de pointe en 2014 au Québec et au Canada							
		Taille d'entreprise				Région			
Code		Total	P	M	G	Qc	Ont.	Alb.	RDC
Logiciel-service (SaaS) (par exemple, informatique en nuage – logiciel)									
	Toutes les industries sondées	15,0 ^A	14,2 ^A	17,3 ^A	34,9 ^B	11,7^A	18,4 ^A	18,3 ^A	12,0 ^A
113	Foresterie et exploitation forestière	5,0 ^A	4,9 ^A	0,0 ^A	x	9,7^C	0,0 ^A	0,0 ^A	4,7 ^B
21	Extraction minière, exploitation en carrière, et extraction de pétrole et de gaz	19,4 ^A	17,0 ^B	16,2 ^B	48,1 ^D	5,4^B	18,1 ^B	21,2 ^B	19,8 ^B
22	Services publics	31,3 ^A	26,0 ^A	54,8 ^D	48,6 ^C	23,9^B	41,2 ^B	18,4 ^B	22,9 ^C
31-33	Fabrication	12,1 ^A	10,8 ^A	16,7 ^A	25,8 ^B	8,7^A	13,4 ^A	14,7 ^A	12,7 ^A
41	Commerce de gros	14,7 ^A	13,4 ^A	30,6 ^C	30,1 ^C	9,1^A	18,9 ^A	15,9 ^B	12,7 ^A
44-45	Commerce de détail	11,2 ^A	11,0 ^A	4,3 ^A	F	10,2^B	15,4 ^C	16,9 ^C	5,2 ^B
48-49	Transport et entreposage	12,5 ^A	11,6 ^A	16,8 ^B	33,8 ^B	6,4^A	16,7 ^B	14,2 ^B	12,6 ^B
54	Services professionnels, scientifiques et techniques	28,6 ^A	28,0 ^A	32,4 ^C	46,9 ^D	27,3^B	30,7 ^B	28,0 ^B	26,8 ^B
Infrastructure-service (IaaS) (par exemple, informatique en nuage – équipement)									
	Toutes les industries sondées	9,6 ^A	9,0 ^A	12,3 ^A	21,0 ^A	12,4^A	8,5 ^A	11,7 ^A	7,3 ^A
113	Foresterie et exploitation forestière	2,4 ^A	2,4 ^A	0,0 ^A	x	4,8^B	0,0 ^A	0,0 ^A	2,1 ^A
21	Extraction minière, exploitation en carrière, et extraction de pétrole et de gaz	12,7 ^A	10,4 ^A	6,0 ^B	44,1 ^D	7,7^B	10,4 ^A	15,3 ^B	9,1 ^B
22	Services publics	17,0 ^A	15,8 ^A	30,5 ^C	17,1 ^C	8,7^B	24,2 ^B	9,7 ^B	10,2 ^B
31-33	Fabrication	7,2 ^A	5,9 ^A	14,5 ^A	16,0 ^B	6,7^A	8,2 ^A	10,0 ^A	4,6 ^A
41	Commerce de gros	10,3 ^A	9,5 ^A	21,3 ^B	18,6 ^B	11,3^A	10,0 ^A	10,6 ^B	9,7 ^A
44-45	Commerce de détail	6,0 ^A	5,9 ^A	1,8 ^A	25,8 ^E	13,3^B	0,4 ^A	8,4 ^C	4,2 ^B
48-49	Transport et entreposage	8,2 ^A	7,4 ^A	15,3 ^B	20,4 ^B	5,3^A	9,1 ^A	10,6 ^B	8,6 ^A
54	Services professionnels, scientifiques et techniques	20,4 ^A	20,4 ^A	17,9 ^B	25,8 ^C	26,6^B	20,3 ^A	19,1 ^B	15,5 ^B

Tableau t/2020-c-6-2

 Source : Statistique Canada, *Enquête sur les technologies de pointe 2014*.

Notes :

Codes SCIAN (2012) ;

Taille : P : petites entreprises (de 10 à 99 employés), M : moyennes entreprises (de 100 à 249 employés), G : grandes entreprises (250 employés et plus) ;

^{A, B, C, D, E, x} Qualité des données : excellente (A), très bonne (B), bonne (C), acceptable (D), à utiliser avec prudence (E), omise pour raisons de confidentialité (x)⁴.

« RDC » signifie « reste du Canada » et comprend les provinces et territoires autres que le Québec, l'Ontario et l'Alberta.

La technologie de chaîne de blocs permet le déploiement d'infrastructures numériques décentralisées, sans intermédiaires, pour faciliter les échanges économiques et les interactions de pair à pair. Cette technologie représente une petite révolution en ce qui concerne le stockage d'information, mais surtout la sécurité des données, puisque chaque transaction est enregistrée et que la modification d'une chaîne de blocs est impossible. Une chaîne de blocs constitue des registres distribués rassemblant des bases de données ou des masses d'information qui peuvent être utilisées par les entreprises publiques comme privées et par les particuliers. Ces registres viennent modifier le fondement même des transactions numériques en étant transparents, traçables, immuables et inviolables. La chaîne de blocs accroît donc la confiance entre les parties prenantes. En 2027, 10 % de la valeur du PIB mondial pourrait être stockée dans des chaînes de blocs (Institut de gouvernance numérique, 2019). Néanmoins, la technologie reste coûteuse à mettre en place et a un impact environnemental non négligeable. Des organisations œuvrant dans des domaines aussi variés que le vote électronique, la gestion de contrats ou les services bancaires pourraient adopter cette technologie.

Les plateformes en ligne viennent redéfinir les marchés en facilitant les échanges de biens et de services de même que la mise en contact des fournisseurs et des clients. La création de valeur provenant de telles plateformes est liée à leur capacité à arrimer l'offre et la demande au mieux tout en minimisant les frictions sous-jacentes. Les données générées par les utilisateurs viennent aussi enrichir et améliorer la plateforme. La compétition y est donc davantage virtuelle que physique.

De plus en plus d'entrepreneurs utilisent la collaboration ouverte pour le financement de l'innovation par le biais des plateformes de sociofinancement (*crowdfunding*). Le sociofinancement permet à un individu ou à une organisation de solliciter de petits montants d'argent d'un grand nombre de personnes. Une plateforme de sociofinancement met en relation un artiste ou un entrepreneur avec une foule de donneurs ou d'investisseurs intéressés à financer son projet ou son entreprise. Ces plateformes sont ouvertes à une très large gamme de projets. Outre son rôle dans les campagnes de financement, la plateforme de sociofinancement devient très souvent un moyen de tester le potentiel d'une idée. Le fait que la réalisation des promesses de paiement est conditionnelle au succès⁵ de la campagne a deux avantages : i) réduire le risque de se lancer dans une aventure sans

aucune chance de succès, et ii) augmenter la « viralité » et la rapidité du processus de diffusion de la nouveauté. Haricot, la première plateforme de sociofinancement québécoise, a contribué à hauteur de quelque 1,2 million de dollars au financement d'environ 440 projets⁶.

Les plateformes accélèrent la tendance à la réorientation vers l'offre de services plutôt que de produits. Par exemple, l'entreprise John Deere est en transition pour devenir une entreprise offrant des services technologiques, et non plus uniquement de l'équipement. L'entreprise offre de plus en plus de solutions d'agriculture de précision. En outre, elle a récemment développé un partenariat avec Volocopter, une entreprise spécialisée dans les drones. Ces plateformes contribuent aussi à la désintermédiation de l'économie en réduisant le nombre d'intermédiaires et en diminuant les coûts de transaction pour les consommateurs. Ces espaces numériques donnent un essor aux stratégies qui requièrent une collaboration étroite entre les participants en contribuant au partage efficace de la valeur (Iansiti et Levien, 2004). La recherche scientifique est notamment affectée par cette transformation. L'accès à de nombreuses données en libre accès et la diffusion des résultats par le biais de plateformes en ligne elles-mêmes libres d'accès remodelent la collaboration en recherche. Dans le domaine de la santé, les plateformes, les applications mobiles et les dossiers médicaux numériques contribuent à améliorer la coordination entre les différents experts. Les pouvoirs publics peuvent offrir un accès aux données ou utiliser eux-mêmes celles qu'ils possèdent pour optimiser l'offre de transport et améliorer le quotidien des populations. La Ville de Montréal offre un exemple intéressant à ce sujet (voir l'encadré).

Villes intelligentes : le projet de la Ville de Montréal

La Ville de Montréal a obtenu un financement de 50 millions de dollars du gouvernement fédéral lors du « Défi des villes intelligentes » organisé par Infrastructure Canada. Le projet, porté par le Laboratoire d'innovation urbaine de Montréal (LIUM), s'ancre dans une démarche de cocréation avec la communauté, qui a été amenée à retenir deux enjeux : la mobilité et l'accès à l'alimentation. Le LIUM poursuivra la collaboration afin de développer diverses plateformes dans une approche itérative et inclusive. Celles-ci utiliseront un grand volume de données générées par différentes sources, ce qui contribuera à la prise de décision basée sur des données probantes, et les enjeux de cybersécurité et de vie privée sont pris en compte dans chacune des étapes du projet de la ville intelligente.

Le volet mobilité se divise entre mobilité intégrée et mobilité de quartier. La première vise à fluidifier les déplacements sur le territoire montréalais en offrant une plateforme ouverte combinant différents modes de déplacement (par exemple l'autobus, le métro, le vélo et l'autopartage). Elle permettra d'accéder à divers services et offrira une tarification simplifiée et adaptée à l'utilisation faite par les usagers. Les fournisseurs de services seront également présents sur la plateforme. La mobilité de quartier vise la facilitation des trajets de courte distance et la diminution des besoins en déplacements dans un quartier. L'offre sera adaptée à chaque quartier et une plateforme de partage de véhicules (par exemple des vélos, des remorques à vélo et des automobiles personnelles) sera développée.

Le volet alimentation se concentre sur l'accessibilité à des produits sains et locaux pour les populations vulnérables. Une plateforme technologique sera créée pour aider à la mutualisation des infrastructures et des ressources en place. Elle facilitera la gestion des inventaires, de la vente, des dons alimentaires et des livraisons, ce qui permettra aux organisations d'augmenter leur pouvoir d'achat, de réduire le gaspillage alimentaire et de réduire les coûts de livraison. Plusieurs acteurs clés de la chaîne alimentaire sont impliqués, dont Moisson Montréal et des centres alimentaires communautaires.

La collaboration ne se limite pas aux technologies décrites précédemment : certaines stratégies plus classiques sont également adoptées par les entreprises. Selon l'OCDE (2019), les entreprises collaborent davantage qu'auparavant avec les autres acteurs des écosystèmes d'innovation, et ce, bien que le tableau 6-1 semble indiquer que la collaboration est loin d'être généralisée au Québec et au Canada. Les organisations ont adopté plusieurs approches pratiquées avec une plus grande intensité : le partage de données, l'incubation d'entreprises, les partenariats stratégiques, l'acquisition et le capital de risque de même que la participation à des plateformes d'innovation. De plus en plus de grandes entreprises mettent en place des incubateurs ou des accélérateurs de jeunes pousses dans des domaines qui sont adjacents à leurs activités clés. Une telle approche permet aux entreprises de secteurs plus traditionnels d'attirer des talents, de gagner en flexibilité et de développer des technologies perturbatrices.

Adoption des technologies numériques dans des secteurs économiques choisis

De nombreuses technologies viennent modifier la collaboration en innovation. La question est ouverte à savoir à quel point ces technologies ont été adoptées par les entreprises canadiennes et québécoises au cours des dernières années. À cet effet, les secteurs économiques ne sont pas tous égaux et certains sont davantage proactifs que d'autres. Or, la compétitivité et la capacité d'innovation du Québec reposent sur leur adoption rapide. Le tableau 6-3 présente l'adoption de quatre technologies (l'IA, l'IdO, les technologies de veille stratégique dont l'infonuagique, et la chaîne de blocs) dans certains secteurs économiques. Ces derniers ont été retenus parce qu'ils sont traités dans d'autres chapitres du présent livre (agriculture, construction, aérospatial, et financier), ou parce qu'ils sont particulièrement affectés par la transformation numérique. Les données proviennent de l'Enquête sur l'innovation et les stratégies d'entreprises 2017 de Statistique Canada.

Adoption de l'IA, de l'IdO, des technologies de veille technologique et de la chaîne de blocs par les entreprises du Canada (2017)								
Canada	Taille d'entreprise			Région				
	P	M	G	Qc	Ont.	Atl.	RDC	
Intelligence artificielle (IA)								
Toutes les industries sondées	4,0 ^A	3,2 ^A	7,1 ^A	10,1 ^A	5,4 ^A	4,8 ^A	3,2 ^A	2,0 ^A
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	1,8 ^A	1,6 ^A	3,2 ^A	2,9 ^A	4,6 ^B	0,2 ^A	5,0 ^B	0,7 ^A
Construction	0,8 ^A	0,5 ^A	3,4 ^A	3,2 ^A	2,6 ^A	0,5 ^A	1,5 ^A	0,1 ^A
Fabrication de produits aérospatiaux	11,0 ^A	6,8 ^A	20,0 ^B	11,5 ^B	17,2 ^B	7,5 ^A	0,0 ^E	10,5 ^B
Intermédiation financière et activités connexes et fonds et autres instruments financiers	35,2 ^A	33,2 ^A	45,5 ^B	29,4 ^A	80,9 ^B	8,4 ^A	7,0 ^A	5,9 ^A
Sociétés d'assurance et activités connexes	11,8 ^B	8,4 ^B	7,0 ^B	39,3 ^B	12,7 ^B	13,2 ^B	2,5 ^A	10,9 ^B
Services juridiques	4,6 ^A	3,4 ^B	14,3 ^B	18,4 ^B	1,5 ^A	7,4 ^B	-	0,5 ^A
Internet des objets (IdO)								
Toutes les industries sondées	12,2 ^A	11,4 ^A	15,6 ^A	17,8 ^A	14,3 ^A	13,8 ^A	8,6 ^A	9,3 ^A
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	13,8 ^B	13,8 ^B	13,7 ^B	16,4 ^B	4,6 ^B	18,9 ^B	2,5 ^A	17,6 ^E
Construction	16,0 ^B	16,5 ^B	10,5 ^B	17,5 ^A	20,0 ^B	11,9 ^B	8,0 ^B	18,7 ^E
Fabrication de produits aérospatiaux	15,5 ^A	13,3 ^A	20,0 ^B	15,9 ^B	20,1 ^B	15,0 ^A	0,0 ^E	10,1 ^B

Collaboration et innovation : comment la transformation numérique change la donne

Intermédiation financière et activités connexes et fonds et autres instruments financiers	37,1 ^A	36,9 ^A	48,5 ^B	19,3 ^A	80,9 ^B	13,3 ^A	15,3 ^B	5,1 ^A
Sociétés d'assurance et activités connexes	10,9 ^A	8,5 ^B	16,7 ^B	21,0 ^B	8,9 ^B	16,0 ^B	14,7 ^B	3,6 ^A
Services juridiques	5,4 ^B	4,8 ^B	11,8 ^A	9,2 ^B	1,5 ^A	6,3 ^B	0,0 ^E	6,3 ^B
Technologies de veille stratégique (incluant infonuagique, outils d'analyse des mégadonnées)								
Toutes les industries sondées	22,5 ^A	20,7 ^A	29,2 ^A	36,9 ^A	17,9 ^A	25,1 ^A	19,6 ^A	23,7 ^A
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	16,1 ^B	16,0 ^B	16,7 ^B	19,0 ^B	3,6 ^A	11,5 ^B	6,3 ^B	28,6 ^E
Construction	18,6 ^B	16,9 ^B	30,3 ^B	30,4 ^A	9,6 ^B	20,1 ^B	13,2 ^B	22,9 ^E
Fabrication de produits aérospatiaux	25,9 ^A	23,7 ^B	30,0 ^B	26,7 ^B	20,4 ^B	27,3 ^B	0,0 ^E	50,0 ^B
Intermédiation financière et activités connexes et fonds et autres instruments financiers	56,4 ^B	52,7 ^B	63,5 ^B	65,1 ^B	86,0 ^B	40,7 ^A	22,9 ^B	38,4 ^E
Sociétés d'assurance et activités connexes	35,7 ^B	30,2 ^B	51,8 ^B	56,3 ^B	26,8 ^B	35,9 ^B	32,6 ^B	42,6 ^E
Services juridiques	36,2 ^B	35,4 ^B	40,2 ^B	54,4 ^E	-	46,5 ^E	-	26,3 ^E
Technologie de la chaîne de blocs								
Toutes les industries sondées	1,4 ^A	1,2 ^A	2,5 ^A	3,0 ^A	3,1 ^A	1,3 ^A	0,3 ^A	0,4 ^A

Agriculture, foresterie, pêche et chasse	0,0 ^E	0,0 ^E	0,0 ^E	0,0 ^E				
Construction	0,0 ^A	0,0 ^E	0,0 ^E	1,3 ^A	0,1 ^A	0,0 ^A	0,0 ^E	0,0 ^A
Fabrication de produits aérospatiaux	0,0 ^E	0,0 ^E	0,0 ^E	0,0 ^E				
Intermédiation financière et activités connexes et fonds et autres instruments financiers	33,2 ^A	34,9 ^A	38,4 ^B	14,8 ^A	82,1 ^B	4,6 ^A	0,0 ^E	2,0 ^A
Sociétés d'assurance et activités connexes	2,6 ^A	2,4 ^A	2,4 ^A	4,2 ^A	2,5 ^A	4,0 ^B	2,3 ^A	0,5 ^A
Services juridiques	0,6 ^A	0,0 ^E	2,4 ^A	18,0 ^B	0,0 ^E	0,5 ^A	0,0 ^E	1,0 ^A

Tableau t/2020-c6-3

Source : Statistique Canada, tableau 27-10-0367-01, *Utilisation de technologies de pointe ou émergentes*.

Légende : Taille : P : petites entreprises (de 20 à 99 employés), M : moyennes entreprises (de 100 à 249 employés), G : grandes entreprises (250 employés et plus).

Région : « Atl. » inclut Terre-Neuve-et-Labrador, l'Île-du-Prince-Édouard, la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick. « RDC » signifie « reste du Canada » et comprend donc le Manitoba, la Saskatchewan, l'Alberta, la Colombie-Britannique, le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest et le Nunavut.

^{A, B, C, D, E} Qualité des données : excellente (A), très bonne (B), bonne (C), acceptable (D), à utiliser avec prudence (E)⁷.

Il est intéressant de voir que des secteurs traditionnels, axés sur la machinerie, adoptent l'IdO et les technologies de veille stratégique. Ceci est particulièrement vrai pour l'IdO en Ontario (18,9 %). En effet, l'agriculture, la foresterie et la pêche sont en profonde transformation et de nombreuses technologies sont adoptées ou en développement dans ces domaines. Le tracteur intelligent, les drones qui collectent des données qui seront ensuite analysées pour gérer les champs ou encore les senseurs qui indiquent les besoins en arrosage, notamment, sont autant d'innovations qui appuient les agriculteurs dans leur travail. Il existe même des applications qui permettent aux chasseurs de trouver le gibier.

L'industrie aérospatiale est profondément bouleversée par la transformation numérique, qui apporte non seulement de nouvelles avancées quant à la fabrication, mais aussi de nouveaux produits tel l'avion autonome ou de nouveaux services promus par plusieurs aéroports pour rendre l'expérience de transport aérien plus agréable (*seamless customer experience*). Ainsi, 11 % des entreprises canadiennes du secteur ont adopté au moins une technologie liée à l'IA. Au Québec, où l'écosystème est concentré dans la grande région de Montréal, 17,2 % des entreprises ont adopté l'IA, 20,1 % l'IdO et 20,4 % l'infonuagique. Ces chiffres devraient considérablement augmenter dans les années à venir compte tenu des efforts menés en matière d'aérospatiale numérique dans la province (voir l'encadré et Armellini *et al.*, 2020).

Aérospatiale numérique au Québec

L'industrie aérospatiale est un secteur économique phare du Québec. À l'avant-garde du développement technologique, elle cherche à bénéficier de la transformation numérique. Cette dernière offre en effet un potentiel considérable d'innovation de rupture, d'ouverture de nouveaux marchés et de nouveaux modèles d'affaires, de même qu'une refonte majeure de la chaîne de valeur de l'industrie. Par exemple, l'intégration de nouvelles technologies numériques dans les processus de fabrication permet d'optimiser les procédés manufacturiers. Les nouveaux outils, telle l'impression 3D, contribuent à réduire la durée de la R-D et permettent d'avoir accès rapidement à des prototypes. Les données sont saisies tout au long du cycle de vie du produit et analysées afin de réduire les coûts d'outillage et les délais d'exécution, tout en améliorant l'efficacité et l'innovation.

Le concept émergent de l'aérospatiale numérique remodèle les frontières de l'industrie aérospatiale en incluant des entreprises du secteur des technologies de l'information et des communications (TIC), et plus particulièrement de l'écosystème en pleine ébullition de l'intelligence artificielle. Or, les organisations dans ce secteur collaborent encore peu avec l'industrie aérospatiale.

Pourtant, soutenue par une main-d'œuvre hautement qualifiée, des chercheurs de calibre mondial et des investissements publics et privés massifs, Montréal jouit d'une position unique pour développer des produits et services dans le domaine de l'aérospatiale, où des liens étroits ont été tissés au fil des années grâce à la présence d'organisations ayant favorisé la collaboration, comme Aéro-Montréal.

Un autre exemple est le Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale du Québec (CRIAQ), qui a contribué au déploiement de l'innovation ouverte en intégrant petites et grandes entreprises dans des projets de recherche menés dans des universités.

Le CRIAQ a récemment commandité une étude dont l'un des objectifs était de comprendre les écosystèmes de l'aérospatiale et de l'IA à Montréal et de définir les points de jonction possibles afin de favoriser des collaborations intersectorielles. Alors que de nombreux chevauchements entre les communautés aérospatiales et les TIC ont été notés, les liens avec l'IA étaient plutôt ténus. Le CRIAQ, avec ses collaborateurs, travaille donc à favoriser des projets communs de R-D intégrant aérospatiale et IA dans une approche d'innovation ouverte.

Toujours selon le tableau 6-3, le secteur de l'intermédiation financière au Canada se démarque de l'ensemble des autres secteurs avec l'adoption massive de l'IA (35,2 %), de l'IdO (37,1 %), de technologies de veille stratégique (56,4 %) et de la chaîne de blocs (33,2 %). Le Québec se démarque d'autant plus avec des taux d'adoption respectifs de 80,9 %, de 80,9 %, de 86 % et de 82,1 %. Les petites et moyennes entreprises sont également plus susceptibles d'avoir adopté ces technologies. Cela s'explique par la structure de la *fintech*, un domaine très dynamique au Québec composé de plusieurs jeunes pousses qui développent de nouvelles technologies et qui collaborent avec de grandes institutions financières.

Il est plus inquiétant de constater les faibles taux d'adoption dans les domaines des assurances et des services juridiques, qui seront tous deux touchés par ces technologies. Par exemple, l'intelligence artificielle, au moyen de l'apprentissage machine, accélérera le travail des avocats en leur permettant de survoler rapidement des textes légaux pour en retenir les informations clés. De surcroît, la chaîne de blocs a le potentiel de perturber profondément ces secteurs en ce qui a trait à la création de contrats, à la gestion de la propriété intellectuelle ou à la gestion de la vente et de l'achat immobilier. Dans le groupe des sociétés d'assurance, au Canada, 35,7 % des entreprises ont adopté les technologies de veille, alors qu'au Québec, c'est 26,8 % d'entre elles qui les ont adoptées; ces sociétés dépassent la moyenne de toutes les entreprises pour l'utilisation de l'IA, avec 12,7 %. Ce sont généralement les grandes entreprises qui adoptent le plus de nouvelles technologies, avec 39,3 % pour l'IA et 56,3 % pour l'infonuagique dans ce groupe. L'adoption reste faible pour la chaîne de blocs. Le constat est assez similaire pour les services juridiques, à l'exception ici de l'IA dans les moyennes (14,3 %) et les grandes entreprises (18,4 %), ces dernières ayant aussi adopté la chaîne de blocs (18 %).

Conclusion

Beaucoup de promesses sont faites grâce à la transformation numérique, qui va effectivement avoir des impacts importants sur l'économie, l'environnement et la société. La façon d'innover est elle-même affectée et, devant sa complexification croissante, les organisations sont appelées à collaborer davantage. Néanmoins, il est important aussi de demeurer prudent par rapport aux possibilités qu'offre la transformation numérique, que ce soit par exemple en ce qui touche à la qualité des données, aux biais des algorithmes, à la vie privée ou à la cybersécurité.

En effet, les données, au cœur de la transformation numérique, ne sont pas exemptes de biais. Cinq caractéristiques sont généralement utilisées pour présenter les enjeux potentiels concernant la qualité des données : le volume, la vélocité, la variété, la véracité et la valeur. Ainsi, les données peuvent être difficiles à comparer parce qu'issues de sources différentes, ou être en quantité insuffisante, ou encore être mal exploitées. Par exemple, un logiciel d'aide au diagnostic de crise cardiaque pour une femme se base en fait sur des données collectées sur des hommes, puisque trop peu de données ont été collectées sur des femmes à ce sujet. Or, le diagnostic varie entre les deux sexes. Un tel enjeu s'applique également pour les personnes racisées, alors que les algorithmes sont souvent entraînés avec une population masculine caucasienne. Par ailleurs, les algorithmes peuvent être programmés de façon biaisée, et ce, de manière inconsciente, ce qui accroît les inégalités sociales et économiques. Finalement, la cybersécurité est un enjeu clé de la transformation numérique. Or, de nombreuses organisations ne prennent pas les mesures suffisantes pour protéger leurs données sensibles ou celles de leurs clients. Les récentes fuites de données d'Equifax ou de Desjardins sont parlantes à ce sujet.

En bref, la transformation numérique affecte l'ensemble des secteurs et cela s'accompagne de réflexions importantes quant à son utilisation et à ses biais. La collaboration entre les différents acteurs de la société semble d'autant plus essentielle dans ce contexte.

Alors que la transformation numérique facilite la collaboration entre une diversité de partenaires, les organisations doivent plus que jamais innover de façon ouverte afin de faire face aux innovations de rupture telles Uber ou Airbnb. La propriété intellectuelle demeure un enjeu clé, et il y a bien sûr un équilibre à maintenir entre la R-D interne et celle qui est externalisée, de même qu'avec les différentes formules adoptées pour ouvrir le processus d'innovation. De nombreuses technologies numériques viennent augmenter le potentiel de collaboration et d'innovation, et si les tableaux présentés dans ce chapitre montrent que le taux d'adoption au Québec reste faible, nous avons montré qu'il est essentiel que les entreprises québécoises les adoptent davantage afin d'assurer leur compétitivité à moyen et à long terme.



Références

Armellini, F., Beaudry, C., Bourgault, M., Cohendet, P., Simon, L., Solar-Pelletier, L., Sultana, N. et Turkina, E. (2020). L'aérospatiale numérique au Québec : un écosystème innovant au cœur des enjeux de la société. Dans N. de Marcellis-Warin et B. Dostie (dir.), *Le Québec économique 9. Perspectives et défis de la transformation numérique* (18, p. 457-470). CIRANO.

Chesbrough, H. W. (2003). The era of open innovation. *MIT Sloan Management Review*, 44(3), 35-41. Repéré à <https://sloanreview.mit.edu/article/the-era-of-open-innovation/>

Iansiti, M. et Levien, R. (2004). *The Keystone Advantage: What the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation and sustainability*. Harvard Business School Press.

Institut de gouvernance numérique (IGN). (2019). *Registres distribués, l'évolution de la chaîne de blocs. Impacts, enjeux et potentiels pour le Québec*. Repéré à <https://ign.quebec/livreblanc>

Liyanage, S. (1995). Breeding innovation clusters through collaborative research networks. *Technovation*, 15(9), 553-567. doi:10.1016/0166-4972(95)96585-h.

OCDE. (2018). *Oslo Manual 2018. Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4^e éd.). Paris (France) : Éditions OCDE. doi:10.1787/9789264304604-en <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>

OCDE. (2019). *Digital innovation: Seizing policy opportunities*. Paris (France) : Éditions OCDE. <https://doi.org/10.1787/a298dc87-en>

Olleros, F. X. et Zhegu, M. (2016). Digital transformations: An introduction. Dans F. X. Olleros et M. Zhegu (dir.), *Research Handbook on Digital Transformations* (p. 1-19), Cheltenham (Royaume-Uni) : Edward Elgar.

Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy* (1^{re} éd.). Londres (Royaume-Uni) : Routledge.

Notes

1. La définition utilise le terme générique *unité* pour décrire l'acteur responsable des innovations. Celui-ci fait référence à toute unité institutionnelle dans n'importe quel secteur.
2. Il s'agit d'une expression qui représente la résistance de la part du personnel d'une organisation face à l'introduction d'une innovation ou d'une invention venant de l'externe.
3. Statistique Canada a des normes bien précises quant à la qualité des données. Des informations complémentaires peuvent être consultées dans son site Web, à l'adresse suivante : <https://www.statcan.gc.ca/fra/aperçu/politique/info-usager>.
4. Voir la note 3.
5. Une campagne de sociofinancement qui n'atteint pas au minimum 100 % de son objectif après une durée établie dès son lancement (généralement quelques semaines) sera considérée comme un échec et les personnes qui appuyaient le projet n'auront pas à déboursier les sommes convenues. Il est possible, lorsqu'un projet suscite beaucoup d'intérêt, que les contributions dépassent l'objectif initial.
6. Pour plus de détails, consulter le site Web suivant : <http://www.haricot.ca/page/about>.
7. Voir la note 3.