

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 16

**LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE  
APPLIQUÉE À L'AGRICULTURE  
AU QUÉBEC**

**ANNIE ROYER, NATHALIE DE MARCELLIS-WARIN,  
INGRID PEIGNIER, THIERRY WARIN**

## Chapitre 16

# LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE APPLIQUÉE À L'AGRICULTURE AU QUÉBEC

### **Annie Royer**

Professeure agrégée à l'Université Laval,  
chercheuse et fellow au CIRANO

### **Nathalie de Marcellis-Warin**

Professeure titulaire à Polytechnique Montréal  
et présidente-directrice générale du CIRANO

### **Ingrid Peignier**

Directrice principale des partenariats et de  
la valorisation de la recherche au CIRANO

### **Thierry Warin**

Professeur titulaire à HEC Montréal,  
chercheur et fellow au CIRANO

*Avec la collaboration de Christophe Mondin, de Nounagnon Nick Elie Hounga et de Molivann Panot*

## Résumé

*Augmentation de la productivité, meilleure qualité de vie, solution à la pénurie de main-d'œuvre et bénéfiques pour l'environnement sont autant de gains attendus de l'utilisation du numérique dans le secteur agricole québécois. La robotisation des tâches, le guidage automatique de la machinerie et l'usage de nouveaux outils de diagnostic à la fois matériels (drones) et logiciels (modèles prédictifs) en temps réel font déjà partie du paysage rural québécois. Toutefois, des enjeux d'ordre technique, éthique, organisationnel et institutionnel peuvent ralentir cette transformation. Comment le Québec agricole entreprend-il le virage numérique ? Ce chapitre dresse un portrait de l'utilisation du numérique dans un secteur où la donnée est devenue la nouvelle matière première ; le point central est mis sur la production laitière. Certains aspects qui découlent des changements en cours ici et ailleurs sont aussi abordés.*

## Introduction

L'agriculture du <sup>xxi</sup>e siècle affronte une concurrence internationale de plus en plus vive, ce qui ne l'empêche pas d'avoir à relever d'importants défis environnementaux et sociétaux. Pour ce faire, les technologies numériques, l'analyse des données, l'intelligence artificielle, les applications et les services fournis par voie numérique sont des outils majeurs (OCDE, 2018). Le numérique crée une agriculture dite de précision. Comparativement à l'agriculture traditionnelle, où les intrants sont appliqués de manière uniforme sur une parcelle donnée, l'agriculture de précision, en collectant des données sur le sol, la météorologie et le rendement d'une parcelle, détermine des zones qui seront traitées à des doses variables en fonction des besoins. Dans les élevages, l'agriculture de précision peut générer des données sur chaque animal, ce qui permet un suivi individuel et précis. L'intégration des données générées sur la ferme et leur mise en relation avec son écosystème offre de nouvelles méthodes pour mieux prévoir les risques, prendre des décisions en temps réel et optimiser la logistique, en plus d'accroître le potentiel de partage de l'innovation et du savoir. On parle alors d'agriculture numérique ou d'agriculture intelligente (*smart farming*).

Les bénéfices de l'agriculture 4.0 sont d'ores et déjà palpables dans les champs, où les agriculteurs s'approprient rapidement les nouvelles technologies. Pourtant, différents enjeux éthiques, économiques, techniques, institutionnels et organisationnels apparaissent. L'importance grandissante de la donnée remet en question les modèles en place et la gouvernance du système agroalimentaire tout en créant de nouvelles relations de pouvoir entre les acteurs du secteur – nous y reviendrons. S'ils ne sont pas abordés, ces enjeux pourraient ébranler la confiance de l'ensemble de la filière agroalimentaire, et ce, jusqu'aux consommateurs.

L'agriculture diffère fondamentalement des autres secteurs en cours de transformation numérique. D'abord, elle fait face à un environnement très incertain au sein duquel le producteur doit réaliser ses tâches dans des conditions complexes (travailler avec le vivant) et changeantes (météo, volatilité des prix) qui sont imprévisibles et difficilement contrôlables. Ensuite, l'agriculture se pratique en grande partie en région, où les infrastructures, notamment l'accès à une connexion à Internet haute vitesse, sont parfois déficientes, ce qui peut nuire à l'équité entre producteurs. Enfin, le secteur

agricole, fortement réglementé et encadré, fournit déjà une imposante quantité de données à nombre d'intervenants (gouvernements, associations, organisations de producteurs, fournisseurs) pour des fins de contrôle ou dans l'objectif de bénéficier d'une analyse comparative avec un groupe de producteurs sur la base d'un point de référence (*benchmark*). Cette habitude ferait en sorte que les producteurs agricoles seraient plus enclins à partager leurs données avec les différents intervenants que dans d'autres secteurs (Royer, de Marcellis-Warin, Peignier, Warin *et al.*, 2020).

Ce chapitre a pour objectif de tracer un portrait de l'utilisation du numérique dans le secteur agricole québécois en soulignant ses principaux enjeux. Nous illustrerons notre propos par une étude de la production laitière. Nous terminerons avec une présentation des solutions favorisant le partage responsable des données qui existent dans d'autres pays.

## **Portrait de l'utilisation présente du numérique dans le secteur agricole québécois**

### *Terreau fertile pour le numérique*

Au Québec, l'agriculture et ses activités de soutien représentent 57 000 emplois et 28 000 entreprises (MAPAQ, 2018a). Le développement très rapide des technologies numériques dans les dernières années et l'évolution des perceptions dans le milieu font entrevoir un fort potentiel et un bon taux d'adoption. Les producteurs accordent plus d'importance qu'avant à leur qualité de vie et se considèrent de plus en plus comme des gestionnaires d'entreprise, ce qui semble aller de pair avec une gestion plus numérique des fermes. De plus, l'utilisation de robots, tant dans les champs que dans les étables, permet de répondre à l'important enjeu de pénurie de main-d'œuvre que connaît ce secteur (CCRHA, 2016). Par ailleurs, les technologies numériques sont plus facilement adoptées par la relève, qui fait partie de la génération des natifs numériques. Sur cet aspect, le Québec une place enviable à l'échelle canadienne. La proportion d'entreprises agricoles québécoises possédant une relève (22 %) est la plus élevée au Canada (MAPAQ, 2018b).

Le Québec présente un nombre important d'entreprises qui développent de nouvelles technologies numériques et créent des applications utiles dans le secteur agricole, tant pour le monde végétal que pour le monde animal (voir, à ce sujet, les encadrés présentant Agrilog et Motörleaf). Ce domaine est en pleine effervescence. Certaines jeunes entreprises sont à l'avant-garde de la recherche et du développement technologique appliqués à l'agriculture et plusieurs sont reconnues à l'international.

### **Zoom sur Agrilog**

Agrilog<sup>MC</sup> ([www.agrilog.ca](http://www.agrilog.ca)) est une entreprise spécialisée dans la gestion de l'entreposage des grains qui a mis au point Silog, un système intelligent qui automatise la ventilation des silos à l'aide de capteurs installés à l'intérieur. Cette technologie permet de recueillir des données qui indiquent au système à quel moment ventiler pour optimiser la qualité du grain.

Au Québec, Agrilog a plus de 70 utilisateurs sur sa plateforme numérique et plus de 30 systèmes de contrôle déployés sur le terrain. L'entreprise travaille à un projet pilote regroupant une trentaine de fermes qui devrait permettre de mettre en lumière les pratiques d'entreposage au Québec et de quantifier le gain en efficacité de leur système. Son produit suscite l'adhésion du milieu agricole<sup>1</sup>.

### **Zoom sur Motörleaf**

Motörleaf ([www.motorleaf.com](http://www.motorleaf.com)), basée à Montréal, fournit des services aux producteurs en serres et aux fermes hydroponiques du monde entier (Canada, États-Unis, Japon, Europe). Grâce aux technologies issues du développement de l'intelligence artificielle, Motörleaf établit des prévisions automatisées très précises des rendements, ce qui permet au producteur de mieux planifier sa production, évitant le gaspillage de ressources et les pertes financières. La société propose aussi un service permettant de repérer les signes annonciateurs des épidémies et, par conséquent, de réagir plus rapidement<sup>2</sup>.

## *Exemples d'utilisations au Québec*

Le secteur agricole québécois est actuellement hétérogène en ce qui a trait à l'utilisation du numérique. D'un type de production à l'autre, d'une ferme à l'autre, aucune tendance forte ne semble se profiler, sauf peut-être pour les sous-secteurs qui demandent beaucoup de main-d'œuvre ou dans lesquels le numérique a un potentiel intéressant et rentable. Voici quelques exemples de technologies encore marginales au Québec, mais qui devraient se démocratiser dans les années à venir.

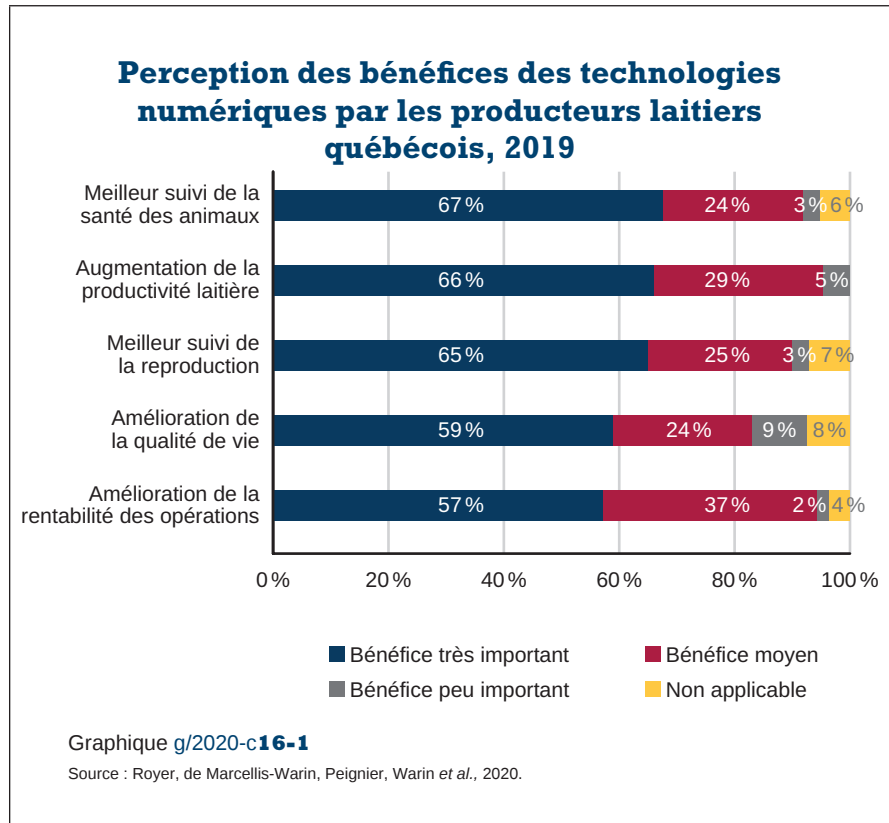
Des fermes avicoles québécoises mettent à l'essai des algorithmes d'apprentissage. En utilisant des données de consommation de moulée, ces algorithmes sont capables de prédire avec une précision de 90 % le jour et l'heure où les animaux atteindront le poids idéal sur un horizon de deux semaines (Laplante El Haïli, 2019). Dans le secteur porcin, une entreprise beauceronne a développé un système qui permet de prédire le moment optimal d'insémination des truies. Ce système pourra diminuer les doses de semence administrées, entraînant une réduction du temps de travail des employés et une amélioration de la génétique du troupeau. Dans le secteur maraîcher, les robots désherbeurs peuvent être équipés de procédés de reconnaissance faciale afin de dépister les ravageurs et les maladies (Laplante El Haïli, 2019).

Une enquête effectuée en 2019 par le CIRANO auprès de producteurs laitiers<sup>3</sup> montre que 75 % des producteurs sondés utilisent une forme ou une autre de technologie numérique sur leur ferme. Les technologies les plus utilisées sont les capteurs de production de lait (57 % des répondants), les capteurs de mouvement des vaches (53 %), les distributeurs automatiques de concentrés (52 %), le GPS (47 %), les capteurs de température du lait (47 %) et les caméras de surveillance (47 %). Les applications sur téléphone ou tablette sont utilisées par 74 % des répondants de cet échantillon.

## *Facteurs d'adoption des technologies numériques*

L'adoption des technologies numériques en agriculture dépend en grande partie des bénéfices attendus et réels qu'en tirent les producteurs. Pour les producteurs laitiers québécois sondés, les principaux bénéfices perçus de ces technologies sont un meilleur suivi de la santé des animaux,

l'augmentation de la productivité, un meilleur suivi de la reproduction, l'amélioration de la qualité de vie et l'amélioration de la rentabilité de la ferme (graphique 16-1).



### **Zoom sur Lactanet**

Lactanet ([www.lactanet.ca](http://www.lactanet.ca)) est un centre pancanadien d'expertise de la production laitière qui, en plus de fournir un service d'analyse en laboratoire, fait le traitement informatique de données de production laitière et les transfère aux intervenants désignés. Au fil des ans, le nombre de données collectées sur les vaches a constamment augmenté, si bien qu'aujourd'hui Lactanet peut collecter jusqu'à 20 000 points de données annuellement par vache (production, qualité et composition du lait)<sup>4</sup>. En exploitant judicieusement ces données et en utilisant une méthode d'analyse comparative (*benchmarking* entre groupes de producteurs), Lactanet permet à l'industrie laitière d'optimiser ses méthodes et ses rendements.

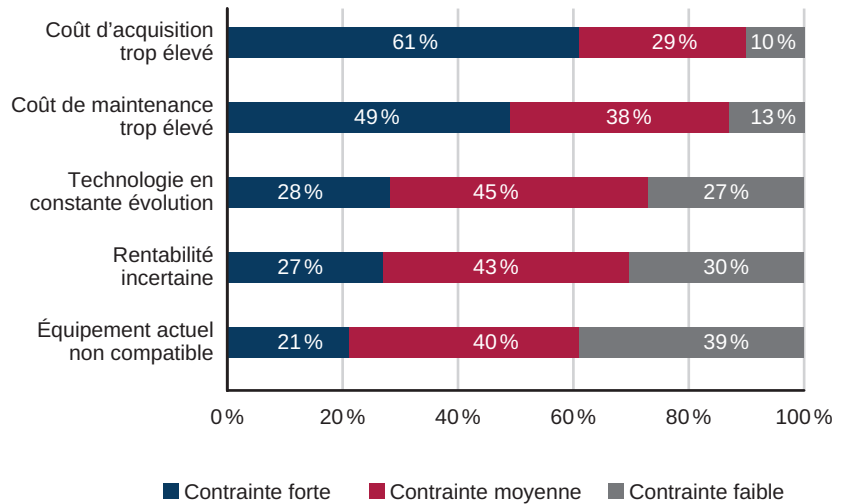
### *Facteurs pouvant entraver l'adoption des technologies numériques*

Toutefois, bien que le Québec soit un terrain fertile pour le numérique, plusieurs facteurs peuvent entraver le développement de ces technologies, particulièrement la taille des exploitations. Les entreprises québécoises ont en général des superficies plus petites comparativement à celles situées dans le reste du Canada ou aux États-Unis. Or, la rentabilité de l'utilisation des technologies numériques serait plus facile à atteindre sur des fermes de plus grande taille (AIC, 2017).

Plusieurs autres facteurs peuvent également ralentir l'adoption des technologies numériques sur les fermes. L'accès à Internet, la vitesse de connexion, les barrières d'intégration et d'interopérabilité ainsi que la disponibilité des technologies au Canada constituent des obstacles. Mais la variable qui domine les autres pour ce qui est de la décision d'adopter ou non des technologies numériques est la question financière, soit le coût d'acquisition des technologies et leur rentabilité (Borchers et Bewley, 2015). Le Graphique 16-2 fait état des principaux obstacles à l'adoption perçus par les producteurs laitiers québécois sondés.



### Contraintes à l'adoption des technologies numériques perçues par les producteurs laitiers québécois, 2019



Graphique g/2020-c16-2

Source : Royer, de Marcellis-Warin, Peignier, Warin *et al.*, 2020.

Le secteur laitier québécois se démarque de celui du reste du Canada par une forte utilisation de la stabulation entravée, dans laquelle les vaches sont attachées. Cette pratique diminue l'intérêt de l'utilisation du numérique, notamment des robots de traite et des outils de suivi comportemental, dont l'utilisation est optimale lorsque les animaux peuvent se déplacer librement. Seulement 23 % des vaches québécoises sont en stabulation libre, ce qui freine évidemment la percée du numérique dans ce secteur<sup>5</sup>.

## Principaux enjeux de l'agriculture numérique

Plusieurs enjeux découlent de la transformation numérique de l'agriculture : ils sont d'ordre technique, éthique, organisationnel et institutionnel. Nous présentons ici les principaux qui concernent le Québec.

## *Enjeux techniques*

Les enjeux techniques réfèrent principalement aux questions liées à la sécurité dans le transfert ou le stockage des données, à l'intégration, à l'interopérabilité et à la qualité des données. Avec la multiplication des sources de données et l'essor de l'analyse de ces données, un défi important pour un producteur est de réussir à nouer tous les flux d'information en un seul tissu intelligible qu'il pourra valoriser en prenant des décisions avantageuses. D'une part, un agriculteur peut être incapable d'utiliser le plein potentiel de ses technologies numériques puisque les multiples équipements utilisés, souvent de différents fournisseurs, ne sont pas compatibles entre eux. D'autre part, les producteurs et leurs conseillers n'ont pas toujours les connaissances et les compétences pour bien intégrer ces outils. Aussi, chaque maillon de la chaîne (équipement qui génère des données, équipement qui les entrepose, entreprise qui les analyse, conseiller faisant des recommandations, etc.) opère à sa manière à un certain moment, et dépend ou non d'autres maillons de la chaîne, ce qui peut créer des barrières d'interopérabilité dans les échanges de données. Enfin, une grande quantité de données ne signifie pas qu'elles seront toutes utiles à la prise de décision ou à la recherche. L'agriculture est, à l'instar des autres secteurs économiques, confrontée à la pertinence et à la qualité des données.

## *Enjeux éthiques*

Les enjeux de confidentialité des données réfèrent au fait de s'assurer que les données ne sont accessibles qu'à ceux dont l'accès est autorisé. Il n'existe pas, à notre connaissance, d'encadrement législatif spécifiquement dédié aux données agricoles. Les règles entourant la confidentialité des données se trouvent souvent, mais pas toujours, dans le contrat liant le producteur au fournisseur (Royer, de Marcellis-Warin, Peignier, Warin *et al.*, 2020). Seulement 35 % des producteurs laitiers sondés dans l'étude du CIRANO ont des craintes concernant la confidentialité de leurs données numériques (Royer, de Marcellis-Warin, Peignier et Panot, 2020). Les plus jeunes producteurs sont les moins craintifs. Chez les producteurs de 34 ans et moins, 23 % disent avoir des craintes quant à la confidentialité de leurs données, alors que cette proportion monte à 70 % pour ceux de 55 ans et plus (Royer, de Marcellis-Warin, Peignier et Panot, 2020).

Il subsiste une zone grise importante en ce qui a trait à la propriété des données créées par le secteur agricole. À qui appartiennent les données de la ferme : au producteur ou au fournisseur de la technologie ? Et une fois la donnée transformée et utilisable, à qui reviennent la propriété et les bénéfices qui peuvent découler de l'utilisation ? Plusieurs producteurs ne savent pas où les données vont ou à quoi elles servent après la collecte dans leurs exploitations (American Farm Bureau Federation, 2016). Les données sont devenues un capital pour les entreprises qui vendent des technologies numériques. Il y aurait donc un risque réel que certaines entreprises utilisent des données pour en tirer un profit financier sans partager celui-ci avec les générateurs de ces données, c'est-à-dire les producteurs agricoles. De plus, plusieurs outils collectifs et sectoriels d'évaluation comparative des performances pourraient être mis à mal si les producteurs ne peuvent rendre leurs données disponibles.

La question de l'autonomie des agriculteurs vis-à-vis des fournisseurs de services et d'équipements introduit deux scénarios antithétiques (Wolfert, Ge, Verdouw et Bogaardt, 2017). Le premier est celui d'un gain d'indépendance face aux grandes entreprises traditionnelles puisque le développement du numérique stimule la création de jeunes entreprises, augmentant ainsi l'offre de fournisseurs. Cela sera vrai à condition que les producteurs conservent la propriété de leurs données et puissent les transmettre à qui ils le désirent, notamment à ces petites entreprises. Le deuxième scénario est celui d'une perte d'autonomie. Dans un scénario sombre, mais envisageable, les producteurs qui adoptent le numérique et gèrent leur exploitation sur la base de données pourraient devenir dépendants des entreprises qui analysent leurs données.

### *Enjeux organisationnels et institutionnels*

Les enjeux organisationnels sont principalement liés au transfert de connaissances, à la formation et au partage des données. Le secteur agricole manque de ressources humaines et de compétences techniques pour accompagner la valorisation des données (Kshetri, 2014). Des ressources extérieures expertes en sciences des données doivent être embauchées pour utiliser et tirer profit de ces technologies. Or, ces ressources sont très prisées dans les autres secteurs économiques, et le secteur agricole, qui a un taux de rentabilité généralement très faible, peine à attirer et à retenir ces expertises. Pour ce qui est du transfert de connaissances, les conseillers

des producteurs font face à une importante courbe d'apprentissage, et le peu d'études de rentabilité des outils numériques peut créer une certaine réticence au changement. La formation offerte aux futurs producteurs et agronomes québécois est, quant à elle, lentement mais sûrement en mutation (Royer, de Marcellis-Warin, Peignier, Warin *et al.*, 2020).

Les principales données pouvant être collectées sur une ferme sont les données agronomiques, météorologiques, du sol, des machines, de production et financières. Le plein potentiel du numérique dans la production agricole dépend d'un partage de ces données entre les producteurs et leur écosystème de partenaires (centres d'expertise, centres de recherche, gouvernement, fournisseurs d'intrants, d'équipements et de services, laboratoires d'analyse, organisations de producteurs, vétérinaires, conseillers en environnement, etc.). Pour permettre l'interconnexion spatiale (de parcelles, d'exploitations et de territoires), le décroisement des acteurs de la filière, la réduction des incertitudes (avec les données techniques couplées aux données économiques) et pour améliorer leur performance (étalon de données technico-économiques comme outil de pilotage pour le producteur), le partage des données est essentiel (Bellon-Maurel, Garcia et Huyghe, 2018 ; Kamilaris, Kartakoullis et Prenafeta-Boldú, 2017).

De nombreuses solutions technologiques sont développées dans différents pays pour faciliter le partage de données (Royer, de Marcellis-Warin, Peignier et Panot, 2020). Il s'agit le plus souvent de portails de données qui peuvent être paramétrés de différentes manières avec des données visibles ou téléchargeables, des modalités d'accès, des licences associées à la réutilisation des données et des coûts d'accès aux données à des fins d'utilisation ou de développement de services. La participation des entités privées qui souhaitent valoriser les données pour elles-mêmes représente un défi.

Plusieurs exemples sont en place aux États-Unis (voir l'encadré) et en Europe. En Allemagne, la société DKE a développé l'outil Agrirouter, qui vise à faciliter les échanges de données entre tous les acteurs du secteur avec différents niveaux d'accès. Les données demeurent la propriété des agriculteurs et des frais sont facturés aux utilisateurs.

### Exemples de plateformes de données agricoles aux États-Unis

Le portail de données Agricultural Data Coalition est une plateforme indépendante de stockage et de partage de données électroniques agricoles. En plus de permettre aux agriculteurs américains d'avoir un meilleur contrôle sur leurs données, elle est conçue pour le partage de données entre les producteurs, les fournisseurs de technologies et les institutions de recherche. Le financement de la plateforme repose sur les frais d'utilisation et les cotisations des membres. Une autre initiative est le Open Ag Data Alliance (OADA), un référentiel de données ouvertes qui permet l'échange de données agricoles de manière sécuritaire et simplifiée ainsi que leur interopérabilité au sein du secteur.

Plusieurs initiatives cherchent à encadrer ce partage de données, soit en établissant des principes de confidentialité et de sécurité des données agricoles (par exemple Privacy and Security Principles for Farm Data aux États-Unis), soit en mettant en place une charte sur l'utilisation des données agricoles (par exemple la charte DATA-AGRI en France), soit en utilisant un code de conduite relatif aux données (par exemple le Code de conduite de l'UE relatif au partage des données agricoles par contrat ou le NZ Farm Data Code of Practice en Nouvelle-Zélande).

Au Québec, sur la plateforme de données ouvertes Données Québec (2020), 29 jeux de données relatifs à l'agriculture et à l'alimentation sont disponibles, dont 14 fournis par le MAPAQ et 9 par la Financière agricole du Québec (Données Québec, 2016).

Toutes ces initiatives montrent l'importance des enjeux du partage des données partout dans le monde. La plupart des acteurs souhaitent la mise en place d'une structure de gouvernance des données et un encadrement réglementaire pour éviter les dérives. Toutefois, pour que le secteur agricole puisse tirer parti des technologies numériques, un engagement et une coopération s'imposent de la part des agriculteurs, des chercheurs, du secteur privé, des organisations à but non lucratif et des pouvoirs publics (OCDE, 2018).

## Conclusion

La capacité d'utiliser les technologies numériques en agriculture ne dépend pas seulement de l'accès aux infrastructures de connectivité. Elle est également liée au développement d'une gamme de services de collecte et d'analyse de données et de l'environnement réglementaire (qui englobe les règles d'interopérabilité, les normes de qualité des données, les normes ou les règlements sur la propriété et la confidentialité des données, les compétences, les plateformes numériques, le stockage et le traitement dans le nuage, etc.). Ces éléments façonnent la création de systèmes efficaces de numérisation et fournissent ensemble une infrastructure de données habilitante. Il est toutefois important de ne pas laisser s'amplifier des situations où les producteurs deviendraient dépendants d'une seule technologie développée par une entité unique qui imposerait alors une façon de gérer son exploitation (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2018). De plus, dans ses travaux, l'OCDE étudie les avantages et les défis inhérents à l'utilisation des technologies pour le secteur agricole et montre que l'adoption durable et inclusive des technologies numériques pourrait ainsi faire évoluer les besoins en compétences du secteur, d'où l'importance de la formation et du transfert de connaissances aux producteurs et aux acteurs de leur écosystème (OCDE, 2019).



## Références

AIC. (2017). *An Overview of the Agricultural Innovation System*. Agricultural Institute of Canada/Conseil de l'innovation agroalimentaire.

American Farm Bureau Federation. (2016). *Farm Bureau survey: Farmers want to control their own data*. Repéré à : <https://www.fb.org/newsroom/farm-bureau-survey-farmers-want-to-control-their-own-data>.

Bellon-Maurel, V., Garcia, F. et Huyghe, C. (2018). Introduction : données à partager, valeurs à créer dans l'économie numérique. *Innovations agronomiques*, (67), 1-2.

Borchers, M. R. et Bewley, J. M. (2015). An assessment of producer precision dairy farming technology use, prepurchase considerations, and usefulness. *Journal of Dairy Science*, (98), 4198-4205.

CCRHA. (2016). *Prévisions du marché du travail agricole du Québec jusqu'en 2025*. Repéré à : [https://cahrc-ccrha.ca/sites/default/files/files/Labour-Employment/QC\\_reportFR.pdf](https://cahrc-ccrha.ca/sites/default/files/files/Labour-Employment/QC_reportFR.pdf)

Données Québec. (2016). *Agriculture et alimentation*. Repéré en novembre 2019 à : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/group/agriculture-alimentation>.

Kamilaris, A., Kartakoullis, A., et Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37. doi:10.1016/j.compag.2017.09.037

Kshetri, N. (2014). The emerging role of Big Data in key development issues : Opportunities, challenges, and concerns. *Big Data & Society*, 1(2), doi:10.1177/2053951714564227.

Laplante El Haïli, M. (2019, 7 février). À 21 heures jeudi, dans deux semaines, les poulets auront le poids idéal. *La terre de chez nous*.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). (2018a). *Politique bioalimentaire 2018-2025*. Repéré à : [https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/politique-bioalimentaire/PO\\_politiquebioalimentaire\\_MAPAQ.pdf?1549643501](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/publications-adm/dossier/politique-bioalimentaire/PO_politiquebioalimentaire_MAPAQ.pdf?1549643501).

MAPAQ. (2018b). *Portrait de la relève agricole au Québec 2016*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. (2018). *Le partage des données, un enjeu majeur*. Repéré à : <https://agriculture.gouv.fr/le-partage-des-donnees-un-enjeu-majeur>.

OCDE. (2018). La technologie et le numérique dans l'agriculture. Repéré à : <https://www.oecd.org/fr/agriculture/sujets/technologie-et-agriculture-numerique/>.

OCDE. (2019). *Digital Opportunities for Better Agricultural Policies*. Repéré à : [https://www.oecd-ilibrary.org/fr/agriculture-and-food/digital-opportunities-for-better-agricultural-policies\\_571a0812-en](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/agriculture-and-food/digital-opportunities-for-better-agricultural-policies_571a0812-en).

Royer, A., de Marcellis-Warin, N., Peignier, I., Warin, T., Panot, M. et Mondin, C. (2020). *Enjeux du numérique dans le secteur agricole* [rapport]. CIRANO.

Royer, A., de Marcellis-Warin, N., Peignier, I. et Panot, M. (2020). *Industrie laitière 4.0 : bénéfices potentiels et enjeux* [rapport]. CIRANO.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. et Bogaardt, M.-J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.

## Notes

1. Source : communication avec l'entreprise.
2. Source : communication avec l'entreprise.
3. Les données chiffrées ont été obtenues lors d'une conversation téléphonique en 2020 avec un interlocuteur de Lactanet.
4. Il s'agit d'un sondage en ligne effectué en 2019 auprès de 121 producteurs laitiers québécois. L'échantillon comporte une surreprésentativité de producteurs orientés vers le numérique. Par exemple, alors que les robots de traite sont utilisés par environ 11 à 15 % des fermes québécoises (communication personnelle avec Lactanet, septembre 2019), l'échantillon montre plutôt 37 % d'utilisation. Les données doivent donc être interprétées avec prudence. Malgré cela, ces données permettent de dresser un portrait intéressant des producteurs les plus enclins à utiliser ces technologies (Royer, de Marcellis-Warin, Peignier et Panot, 2020).
5. Cela correspond à 14 % des fermes (documentation interne fournie par Lactanet, 2019).