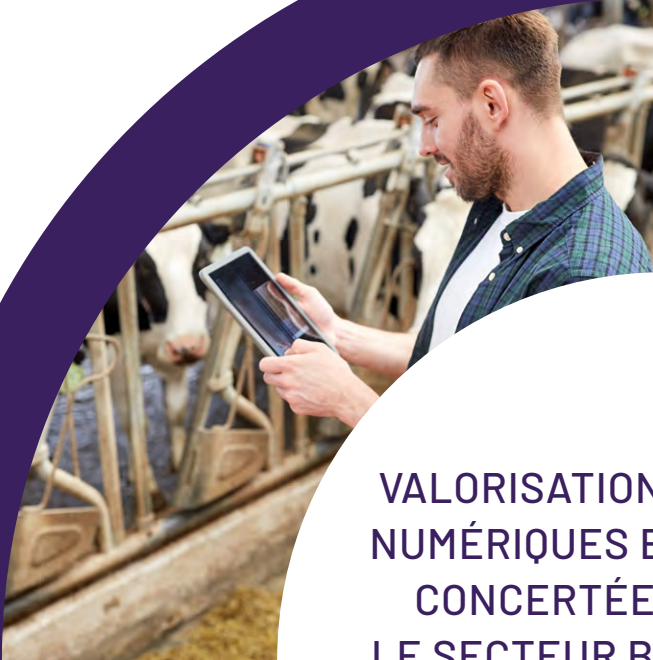




OBSERVATOIRE INTERNATIONAL
SUR LES IMPACTS SOCIÉTAUX
DE L'IA ET DU NUMÉRIQUE



VALORISATION DES DONNÉES
NUMÉRIQUES ET APPLICATION
CONCERTÉE DE L'IA DANS
LE SECTEUR BIOALIMENTAIRE
Potentiels, enjeux et pistes d'action

LIVRE BLANC

Québec, Canada
Décembre, 2021





Observatoire international sur les
impacts sociétaux de l'intelligence artificielle et du numérique

Pavillon Charles-De Koninck, local 2489
1030, avenue des Sciences-Humaines
Université Laval
Québec (Québec) G1V 0A6

observatoireia@ulaval.ca
observatoire-ia.ulaval.ca

ISBN : 978-2-925138-08-2

CRÉDITS

Auteurs

- Éric PAQUET, Ph. D., Université Laval, membre chercheur, OBVIA, coresponsable de l'initiative
- Marc-André SIRARD, D. M. V., Ph. D., Université Laval, membre chercheur, OBVIA, coresponsable de l'initiative
- Justin LAWARÉE, Ph. D., conseiller en affaires publiques, OBVIA
- Antoine BOUDREAU Leblanc, M. Sc., Université de Montréal
- Émile BOUCHARD, D. M. V., Ph. D., Université de Montréal

Avec la contribution de (par ordre alphabétique)

- Guillaume BOISVERT, Centre d'innovation technologique en agroalimentaire (Cintech)
- Isabelle CAYER, Centre de développement et de recherche en intelligence numérique (CDRIN)
- Claude CÔTÉ, Créneau d'excellence Ressources, Sciences et Technologies marines (RSTM-Bas-Saint-Laurent)
- Olivier DEMERS-DUBÉ, Zone AgTech
- Dany PLOURDE, Institut de valorisation des données (IVADO)
- Réjean ROY, Forum IA Québec

Réalisation des cartes systémiques

- Geneviève BARIL, Cité-ID LivingLab de l'ENAP et fonction Délibération publique de l'OBVIA

Validation des synthèses des ateliers par filière

Production animale (responsables de la filière : Éric Paquet et Marc-André Sirard)

- Mark-Alexandre ALLEN-LEFEBVRE, Attestra
- France BRUNELLE, Ph. D., coordonnatrice scientifique experte en bioalimentaire, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- Abdoulaye DIALLO, Ph. D., Université du Québec à Montréal (UQAM)
- Mélissa DUPLESSIS, agr., Ph. D., Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Sébastien FOURNEL, Ph. D., Université Laval
- Patrick GAGNON, Ph. D., *Centre de développement du porc du Québec inc.* (CDPQ)
- Jacquelin LABRECQUE, ing., M. Sc., Ro-Main
- René LACROIX, Ph. D., ing., Lactanet
- Joanne LAGACÉ, chargée de projets, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ)
- Gilles LAVERDIÈRE, Direction du développement des secteurs agroalimentaires, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

- Maxime LEDUC, agr., Ph. D., consultant affilié à l'Université du Québec à Montréal (UQAM)
- Marie-Pierre LÉTOURNEAU-MONTMINY, Ph. D., Université Laval
- Jean-François MESSIER, agriculteur végétal et animal
- Candido POMAR, Ph. D., Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Aline REMU, Ph. D., Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Nicolas TISON, D. M. V., M. Sc., DSAHR inc.

Production végétale (responsable de la filière : Olivier Demers-Dubé)

- Hossein BONAKDARI, Ph. D., ing., Université Laval
- Justine BOULENT, Ph. D., Université de Sherbrooke
- France BRUNELLE, Ph. D., coordonnatrice scientifique experte en bioalimentaire, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- Athyna CAMBOURIS, Ph. D., Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Jean CARON, Ph. D., Université Laval, Hortau et Édaphis
- Nicolas DESCHAMPS, ing., président, Drone des Champs
- Aisha ISSA, M.Sc., présidente-directrice générale et fondatrice, Valhorizon en valorisation des données
- Lotfi KHIARI, Ph. D., Université Laval
- Joanne LAGACÉ, chargée de projets, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ)
- Philippe LA ROCHE-AUDETTE, Agri-Fusion
- Julien LOISEAU, La Boîte Maraîchère et LBM Agtech
- Étienne LORD, Ph. D., Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Yvan OUELLET, ing., président-directeur général et cofondateur, Horoma AI
- Léon-Étienne PARENT, agr., Ph. D., professeur émérite et professeur associé, Université Laval
- Vincent PELLETIER, Hortau
- Jean-Philippe SIROIS, M. Sc., directeur technique, GéoMont
- Davoud TORKAMANEH, Ph. D., Université Laval
- Nicolas TREMBLAY, Ph. D., Agriculture et Agroalimentaire Canada

Transformation alimentaire (Responsable de la filière : Guillaume Boisvert)

- Bruno AGARD, Ph. D., directeur du laboratoire en intelligence des données (LID), Polytechnique Montréal
- Alexandre ALLE, M.B. A., leader IA, IBM Logiciel Canada
- Chris AOUN, directeur de comptes – Ventes Est du Canada, Cognex
- Jean Carlo ARBAIZA, ing., chef d'équipe d'automatisation, Laporte
- Robert BEAUCHEMIN, ing., La Meunerie Milanaise et Les Moulins de Soulanges
- Badr BOUZIANE, ing., Centre de robotique et de vision industrielles inc. (CRVI)
- France BRUNELLE, Ph. D., coordonnatrice scientifique experte en bioalimentaire, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- Maxime CADOTTE, ing., Centre de recherche, de développement et de transfert technologique acéricole (ACER)

- Claude CÔTÉ, Créneau Maritime
- Ghislain DANYOD, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ)
- Réjean DROUIN, Ph. D., Centre d'innovation technologique en agroalimentaire (Cintech)
- Collin GAUTHIER-BARETTE, ing., chargé de projet, Merinov
- Joanne LAGACÉ, chargée de projets, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ)
- Florent LEFEVRE, président, Kynze
- Nathalie DE MARCELLIS-WARIN, Ph. D., Polytechnique Montréal, CIRANO et OBVIA
- Alain MARCHAND, directeur général, Centre d'expertise fromagère du Québec (CEFQ)
- Jérémie PERSANT, conseiller en innovation, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- Dominic PILON, Hyperzic
- Annie TOUSIGNANT, conseillère en transformation alimentaire, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Pêches et aquaculture (Responsables de la filière : Isabelle Cayer et Claude Côté)

- France BRUNELLE, Ph. D., coordonnatrice scientifique experte en bioalimentaire, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- Claire CANET, LL. L., Regroupement des pêcheurs professionnels du sud de la Gaspésie (RPPSG)
- Jean CÔTÉ, M. Sc., Regroupement des pêcheurs professionnels du sud de la Gaspésie (RPPSG)
- Claude COULOMBE, Ph. D., consultant en IA
- Colin GAUTHIER-BARRETTE, ing., Merinov
- Me Valentine GODDARD, AI Impact Alliance
- Alain GRENIER, Créneau d'excellence Ressources, Sciences et Technologies marines (RSTM-Bas-Saint-Laurent)
- Anne-Marie HUBERT, LL. D., associée d'Ernst & Young (EY)
- Aisha ISSA, BAA, M. Sc., présidente-directrice générale et fondatrice, Valhorizon en valorisation des données
- Stéphane LAPOINTE, Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL)
- Gabriel LEBLANC, Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL)
- Antoine RIVIERRE, Pêches et Océans Canada
- Marcel ROUSSY, Innovation, pêches et aquaculture commerciales, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Coordination

- Virginie MANUS, développement et coordination des activités de la fonction Politiques publiques, OBVIA
- Nicolas MARTIN, responsable des mandats et des partenariats, OBVIA

PRÉFACE

La révolution numérique représente des possibilités sans précédent. Reposant sur l'utilisation de technologies variées (p. ex. l'Internet des objets, les systèmes d'intelligence artificielle ou encore les solutions infonuagiques), cette révolution se caractérise par un accroissement de nos capacités à massivement produire, entreposer, agréger et analyser des données variées. Pour l'ensemble des acteurs du secteur du bioalimentaire, la valorisation de ces données numériques constitue une source d'amélioration substantielle de productivité et de compétitivité de même qu'un atout indispensable pour relever les défis de l'urgence climatique et répondre aux exigences croissantes des consommateurs en matière de qualité et de traçabilité.

Les gains économiques et sociétaux potentiels sont d'autant plus importants que le Québec veut s'imposer à l'échelle mondiale comme l'un des pionniers en matière de technologies numériques et d'intelligence artificielle responsables. Ainsi, dans le domaine de l'intelligence artificielle, le Québec peut compter sur des instituts de recherche, des entreprises, des incubateurs et des fonds de capital de renommée internationale. Dans cette perspective, la valorisation des données numériques et de l'intelligence artificielle au sein du secteur bioalimentaire s'impose comme une stratégie clé pour concilier un développement responsable avec une plus grande valeur ajoutée.

Par ailleurs, afin de profiter pleinement des retombées économiques et sociétales de cette révolution technologique, il est essentiel de garantir la souveraineté numérique du Québec.

Une première condition pour y parvenir est de fournir un accès à une connexion Internet à haut débit aux acteurs. Les annonces récentes du gouvernement du Québec vont certes aider à lever cette première condition.

Une seconde condition est de s'assurer de l'interopérabilité des technologies numériques et des outils physiques de précision. En pratique, il s'agit de concevoir des systèmes d'analyses compatibles entre l'agriculture de précision, les plateformes numériques de la ferme, les robots et les systèmes numériques de gestion de l'usine de transformation et les logiciels utilisés tant dans de la chaîne d'approvisionnement que dans les réseaux de distribution. Pour atteindre cette deuxième condition, il faut probablement s'inspirer des expériences et des politiques publiques des pays européens où il n'est pas rare de constater des efforts collectifs privés et publics pour accélérer la mise en place de la traçabilité des aliments. Cela a pour conséquence de forcer les acteurs à trouver les chemins de l'interopérabilité.

Une troisième condition, non la moindre, pour assurer la réussite de la transformation du secteur bioalimentaire est de permettre l'accès et de conférer la propriété des données numériques aux acteurs qui les produisent. Ces dernières sont le nouveau « pétrole » de la révolution numérique. Or, dans les faits, les acteurs québécois sont confrontés à une situation paradoxale. Bien qu'ils produisent massivement des données numériques (p. ex. en utilisant les traceurs GPS, les drones ou les lasers installés sur les équipements), ils n'en sont pas systématiquement les propriétaires. Une telle situation se révèle préjudiciable dans la mesure où nous laissons ainsi nos concurrents, qui sont très souvent les fournisseurs de ces équipements de précision, disposer d'un avantage compétitif. Devant ce constat, la levée des obstacles relatifs à la saisie et aux droits de propriété des données est un enjeu stratégique pour le Québec et pour le Canada.

Dans ce contexte, ce livre blanc offre une analyse approfondie en vue de répondre à la problématique de la valorisation des données numériques et de l'intelligence artificielle dans le secteur du bioalimentaire. Cette démarche est d'autant plus pertinente qu'elle résulte d'une collaboration entre les différents acteurs du secteur et ceux des filières du bioalimentaire du Québec. À cet égard, ce livre blanc constitue le premier jalon d'un développement cohérent et coordonné des infrastructures numériques. S'il nous éclaire sur l'importance des données numériques et de l'intelligence artificielle pour le secteur du bioalimentaire, il nous invite également à construire un modèle de gouvernance collaborative et à développer des technologies responsables.

Si plusieurs experts considèrent qu'il est trop tard pour reconquérir la souveraineté des données personnelles, la protection des données bioalimentaires, tout comme celle des données industrielles, est encore à notre portée, car nous n'en sommes qu'au début de la révolution numérique. Grâce à la valorisation des données, cette transformation établira la traçabilité des produits « de la terre à la table », alors que la maîtrise des outils par le plus nombre d'intervenants qui y participeront contribuera à bâtir une industrie bioalimentaire « de la terre à la terre » selon les principes de l'économie circulaire.



Henri-Paul Rousseau,

Professeur invité, École d'Économie de Paris,
Professeur associé, HEC Montréal,
Fellow invité, CIRANO, Montréal,
Senior Fellow, CD HOWE, Toronto.

Les acteurs du secteur bioalimentaire ont toujours contribué aux grands enjeux de société en nourrissant les populations et en mettant au point de nouvelles méthodes pour améliorer la productivité, pour contribuer à des chaînes d'approvisionnement sophistiquées et efficaces, et concevoir des systèmes de soutien financier adaptés à leurs besoins particuliers. Ils ont une culture de collaboration et de coopération très forte. Ils ont mutualisé leurs forces dès le début du 20e siècle pour apprendre, innover et investir ensemble.

Aujourd'hui, ils sont parmi les premiers touchés par les défis climatiques. Ils souhaitent participer activement à la mise en place de solutions et reconnaissent que l'innovation, les données et la collaboration seront essentielles pour assurer notre sécurité alimentaire et développer un secteur bioalimentaire durable.

Nos ambitions seront à la hauteur de nos atouts, qui sont immenses. Pensons à l'abondance d'eau potable, d'énergie propre à tarif hyper compétitif, au déploiement du réseau d'Internet sur l'ensemble du territoire québécois, à notre culture de collaboration ou à l'ingéniosité dont les acteurs du secteur ont su faire preuve au fil des siècles pour nourrir la population d'aliments sains toute l'année malgré les rigueurs de notre climat. On découvre en plus, dans ce livre blanc sur la valorisation des données et l'application concertée de l'IA dans le secteur bioalimentaire, des succès inspirants et des possibilités prometteuses de collaboration.

Nous allons définir ensemble les mesures d'impact souhaitées quant à la qualité de l'offre alimentaire de même qu'aux retombées sur la planète et sur les travailleurs, par exemple. En faisant preuve de leadership afin d'unir nos forces pour atteindre ces objectifs, nous saurons nourrir l'innovation et la confiance. Nous permettrons aussi aux travailleurs de s'approprier de nouvelles compétences. Nous mettrons à profit notre culture de collaboration pour innover et atteindre ces objectifs, ou même les dépasser. Nous sommes conscients que des données fiables devront être au cœur de cette démarche et nous implanterons les mécanismes essentiels pour instaurer la confiance nécessaire à l'égard de nos méthodes auprès de toutes les parties prenantes.

Les citoyens seront fiers de manger québécois et nos façons de faire seront une source d'inspiration et de confiance, ici et ailleurs.



Anne-Marie J. Hubert,

Associée directrice, Talents, EY Canada

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	10
1. PERTINENCE DES DONNÉES NUMÉRIQUES ET DE L'IA POUR LE BIOALIMENTAIRE DE L'AVENIR	11
2. PORTRAIT DU SECTEUR DU BIOALIMENTAIRE AU QUÉBEC	13
2.1. Production animale	13
2.2. Production végétale	14
2.3. Transformation alimentaire	14
2.4. Pêches et aquaculture	15
3. DONNÉES NUMÉRIQUES, AUTOMATISATION ET IA	16
3.1. Données numériques	16
3.2. Automatisation et IA	16
4. ACTION CONCERTÉE DES ACTEURS DU BIOALIMENTAIRE AU QUÉBEC	18
5. ÉTAT DES LIEUX DE L'UTILISATION DES DONNÉES NUMÉRIQUES ET DE L'IA	20
5.1. Leviers de valorisation des données numériques et de l'IA	20
5.1.1. Optimisation des processus de gestion et de production	21
5.1.2. Expertises au Québec en matière d'IA	21
5.1.3. Utilisation des outils existants	21
5.1.4. Volonté gouvernementale	21
5.1.5. Potentiel de valorisation des données numériques	22
5.1.6. Stratégies de valorisation existantes	22
5.2. Obstacles à la valorisation des données numériques et de l'IA	22
5.2.1. Obstacles technologiques	22
5.2.2. Obstacles environnementaux	23
5.2.3. Obstacles intra-organisationnels	23
5.2.4. Obstacles interorganisationnels	24
5.3. Besoins des acteurs du bioalimentaire au Québec	25
5.3.1. Amélioration de la collaboration et de la coordination	25
5.3.2. Modernisation des pratiques de recherche et de développement	25
5.3.3. Valorisation de la transformation numérique et de l'IA	26
5.3.4. Allocation de ressources spécialisées	26
6. PISTES D'ACTION POUR L'APPLICATION CONCERTÉE DE L'IA DANS LE SECTEUR BIOALIMENTAIRE	27
6.1. Axe I : Lever les contraintes organisationnelles à l'innovation	27
Objectif 1 : Répondre à la pénurie de main-d'œuvre et d'expertises dans le secteur du bioalimentaire	27
Objectif 2 : Fournir aux acteurs un accompagnement performant	29
Objectif 3 : Favoriser un mode de financement partenarial	30
6.2. Axe II : Élaborer un modèle de gouvernance collaborative	31
Objectif 4 : Développer des processus de partage des données	31
Objectif 5 : Développer les infrastructures numériques	32
6.3. Axe III : Développer et adapter des technologies responsables	33
6.4. Pistes d'action propres aux filières	34
6.4.1. Pistes d'action pour la production animale	34
6.4.2. Pistes d'action pour la production végétale	34
6.4.3. Pistes d'action pour la transformation alimentaire	34
6.4.4. Pistes d'action pour les pêches et l'aquaculture	34
BIBLIOGRAPHIE	35

INTRODUCTION

Le secteur bioalimentaire est en profonde transformation en raison de l'essor des technologies numériques. Le numérique, les données massives, l'intelligence artificielle (IA) et la robotique sont au cœur même de la révolution en cours. Ces systèmes d'innovation s'inscrivent dans une dynamique de développement des données massives visant à affiner les pratiques de production, de gestion et d'exploitation dans toutes les filières d'activité économique du bioalimentaire, à savoir : la production animale, la production végétale, la transformation agroalimentaire ainsi que les pêches et l'aquaculture. Ainsi, les données numériques s'érigent comme le nouveau « pétrole » de l'IA. D'abord exploitées par les multinationales (p. ex. Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft), les données numériques deviennent progressivement accessibles à un plus grand nombre.

Toutefois, les technologies numériques et l'IA ne sont pas seulement une source de solutions. Leur valorisation soulève un certain nombre d'enjeux qui leur sont propres (p. ex. qualité des données, transparence de la décision, risque de biais). Si plusieurs défis subsistent quant à l'accès à ces technologies, nombre de leurs applications se démocratisent, notamment grâce au partage des outils informatiques libres (open source), au déploiement de téléphones intelligents sur le terrain ainsi qu'à un accès de plus en plus répandu à l'Internet haute vitesse.

En pratique, le développement et la démocratisation de ces applications technologiques dépendent largement de la disponibilité et de l'accès aux données ainsi que de la disponibilité de la main-d'œuvre. Permettre la valorisation et, surtout, l'utilisation concertée de ces données numériques est, à ce jour, l'un des défis majeurs du secteur bioalimentaire.

C'est pour répondre au défi de la valorisation des données numériques et de l'IA dans le secteur bioalimentaire au Québec que ce livre blanc a été rédigé. Il s'agit d'une initiative de l'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique (OBVIA), en collaboration avec le Forum IA Québec et l'Institut de valorisation des données (IVADO). Ce livre blanc donne suite à la tenue d'ateliers répondant aux besoins exprimés par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

Il se structure en six parties :

- 1 La pertinence des données numériques et de l'IA pour le bioalimentaire de l'avenir ;**
- 2 Le portrait du secteur bioalimentaire au Québec ;**
- 3 Les données numériques, l'automatisation et l'IA ;**
- 4 L'action concertée des acteurs du bioalimentaire au Québec ;**
- 5 L'état des lieux de l'utilisation des données numériques et de l'IA ;**
- 6 Les pistes d'action préconisées par les acteurs concertés.**

1



PERTINENCE DES DONNÉES NUMÉRIQUES ET DE L'IA POUR LE BIOALIMENTAIRE DE L'AVENIR

Les données numériques et les applications d'intelligence artificielle transforment les modes de production et d'innovation dans plusieurs secteurs d'activité. Ces technologies sont particulièrement prometteuses pour le secteur du bioalimentaire au Québec, confronté à trois défis majeurs :

1- L'aggravation de la pénurie de main-d'œuvre ;

2- La transformation des habitudes de consommation ;

3- La complexité du secteur.

Premièrement, le manque de main-d'œuvre et d'expertises affecte l'ensemble des filières du bioalimentaire, à savoir la production animale, la production végétale, la transformation alimentaire de même que les pêches et l'aquaculture. Cette pénurie de main-d'œuvre touche, par ailleurs, d'autres acteurs de la chaîne de valeur, tels que les fournisseurs de services vétérinaires, agronomiques et technologiques. Une telle situation découle de plusieurs facteurs, notamment du contexte géopolitique (p. ex. la pandémie de la COVID-19), ([Cloutier et al., 2020](#)), qui menace la souveraineté alimentaire, du pouvoir d'attraction des expertises par d'autres secteurs d'activité et de l'exode de la main-d'œuvre vers les centres urbains.

Deuxièmement, le secteur est confronté à une demande croissante des consommateurs pour des produits d'une qualité sans cesse meilleure et locaux ([Royer et al., 2020](#)). De la culture à l'épicerie, les producteurs doivent élargir l'offre de fruits et de légumes cultivés et de viandes produites au Québec. Dans cette perspective, la distribution de ces produits vers des villes et des régions plus éloignées requiert des techniques de traçabilité de pointe ainsi que le respect de standards de qualité (p. ex. la couleur, le calibre et l'état de conservation). Sur le terrain, les acteurs du bioalimentaire doivent répondre à des obligations grandissantes en matière de traçabilité, d'inspection et de soins.

Troisièmement, l'écosystème du secteur bioalimentaire est complexe. En effet, de nombreuses parties prenantes interviennent depuis l'étape de la production jusqu'à celle de la consommation ([Rousseau, 2020](#)). Cette complexité est amplifiée par le nombre important de processus et de procédés intervenant à chacune des étapes de la chaîne de valeur. C'est pourquoi la valorisation des données numériques et de l'IA constitue une stratégie essentielle pour faciliter et pour optimiser l'ensemble de la chaîne de valeur, et ce, à toutes les étapes.

Dans cette perspective, il est crucial que les parties prenantes du secteur bioalimentaire au Québec répondent à ces défis et deviennent à cet égard les acteurs de cette transformation technologique ([Rousseau, 2021](#)). Pour ce faire, la valorisation des données numériques et de l'IA doit se réaliser de façon cohérente et concertée. Ainsi, l'implantation de l'IA en agriculture ne peut pas précéder l'installation de l'Internet haute vitesse en région ni la formation de personnes-ressources expertes en technologies du numérique et de l'information pour accompagner cette transition. En parallèle, l'adoption de telles technologies doit reposer sur une démarche progressive et inclusive des parties prenantes.

Outre la pénurie de main-d'œuvre et la transformation des habitudes de consommation, plusieurs études mettent en évidence l'importance de garantir la souveraineté alimentaire et numérique du Québec ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2013](#); [Rousseau, 2021](#)). Il s'agit de garantir aux parties prenantes et aux régions leur autonomie en ce qui concerne tant les données numériques que la production bioalimentaire.

Afin d'assurer une transition responsable du secteur bioalimentaire vers le numérique, il est nécessaire d'adopter une approche d'innovation ouverte basée sur l'essaimage plutôt qu'une approche selon laquelle les autorités publiques imposent aux parties prenantes du bioalimentaire l'ensemble des mesures à mettre en œuvre. Bien qu'il soit pertinent que certaines actions soient centralisées (p. ex. les mécanismes d'achat de solutions innovantes ou d'IA, l'établissement des standards de qualité et de principes fondamentaux, l'adoption d'un cadre de régulation et de gouvernance de l'IA), le développement du numérique et de l'IA dans le bioalimentaire requiert avant tout une approche collaborative.



2

PORTRAIT DU SECTEUR DU BIOALIMENTAIRE AU QUÉBEC

Dans ce livre blanc, le secteur du bioalimentaire est défini comme le regroupement de quatre filières d'activité économique :

1- La production animale ;

2- La production végétale ;

3- La transformation alimentaire ;

4- Les pêches et l'aquaculture.

Ces quatre filières sont présentées ci-dessous.

2.1 Production animale

La filière de la production animale se caractérise par une forte organisation par sous-filières de production (p. ex. la viande porcine, aviaire et bovine, ou encore les produits laitiers et les œufs). Au Québec, la production porcine génère 31 000 emplois, dont 14 000 en élevage et 17 000 en abattage et transformation. Sur le plan de la contribution économique, la production porcine se classe au deuxième rang des secteurs des ventes agricoles les plus rentables au Québec, avec un total de 3,36 milliards de dollars (soit 1,13 milliard de dollars pour l'élevage et 2,23 milliards de dollars pour l'abattage et la transformation) ([Les Éleveurs de porcs du Québec](#)). Par ailleurs, elle occupe le premier rang des exportations agricoles au Québec (70 % de la production est exportée) et au cinquième rang mondial, derrière l'Union européenne, les États-Unis, le Brésil et la Russie ([Statistique Canada, 2021](#)).

Pour sa part, la production laitière est la plus importante filière du bioalimentaire au Québec avec des revenus annuels de 2,5 milliards de dollars, ce qui correspond à 26 % des recettes agricoles au Québec ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021a](#)). Ces revenus sont directement liés aux activités de 4 877 producteurs et de plus de 356 100 vaches laitières réparties sur le territoire du Québec.

La production avicole comprend quant à elle deux sous-filières : les poulets de chair et les couvoirs pour la production d'œufs. Le poids de ce secteur est important puisqu'il compte pour 11 % des recettes agricoles au Québec ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021a](#)). L'industrie du poulet de chair est la plus importante économiquement et est intégrée, en pratique, à celle du dindon, de la caille et d'autres espèces aviaires.

2.2 Production végétale

La filière de la production végétale se caractérise par une structure plus décentralisée résultant de la diversité des produits et des procédés de culture (p. ex. les sous-filières œuvrant à la production de grains, de fruits et de légumes, ou encore les produits de l'érable). Trois sous-filières principales peuvent être identifiées en production végétale, à savoir : la culture aux champs, la culture fruitière et la culture en environnement contrôlé.

La culture aux champs comprend de grandes cultures (p. ex. le maïs) et des cultures de plus petites tailles (p. ex. les légumineuses). Cette sous-filière contribue pour 25 % (soit 2,4 milliards de dollars) des recettes agricoles du Québec ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021a](#)).

La culture fruitière est principalement développée par de petites et moyennes entreprises (PME) ou des regroupements coalisant plusieurs PME. Elle se caractérise, au Québec, par la diversité de cultures aux différences biologiques et agronomiques fort importantes (p. ex. les pommes, les raisins, les fraises, les framboises, les bleuets). Ce secteur représente 10 % (soit 0,97 milliard de dollars) des recettes agricoles au Québec ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021a](#)).

La culture en environnement contrôlé peut se réaliser en serre (serriculture) ou en bâtiment (agriculture verticale). Ces deux types de production permettent un contrôle accru des facteurs de culture en vue de leur adaptation à la production. Les revenus de ce secteur s'élèvent à 100 millions de dollars ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021a](#)).

2.3 Transformation alimentaire

Au Québec, la filière de la transformation alimentaire compte 69 688 travailleurs et 2 432 organisations. Selon [le Comité sectoriel de main-d'œuvre en transformation alimentaire](#), ces organisations sont majoritairement établies dans la région montréalaise. Sur le plan des revenus annuels, la filière de la transformation alimentaire se hisse au premier rang des grands secteurs manufacturiers, avec plus de 31,4 milliards de dollars en 2019 ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021b](#)).

Cette filière présente une configuration hétérogène se caractérisant par une forte diversité d'entreprises. De plus, celles-ci sont en forte concurrence les unes avec les autres pour leurs achats, leurs procédés de fabrication ainsi que les produits qu'elles commercialisent. En pratique, la filière de la transformation alimentaire se divise en plusieurs sous-filières telles que la transformation de produits issus de la culture végétale (p. ex. la farine) ou celle de produits issus de la transformation animale (p. ex. réception quotidienne, abattage, éviscération, découpe, emballage, livraison). Généralement, ces sous-filières sont organisées différemment et s'organisent autour d'une chaîne de valeur propre.

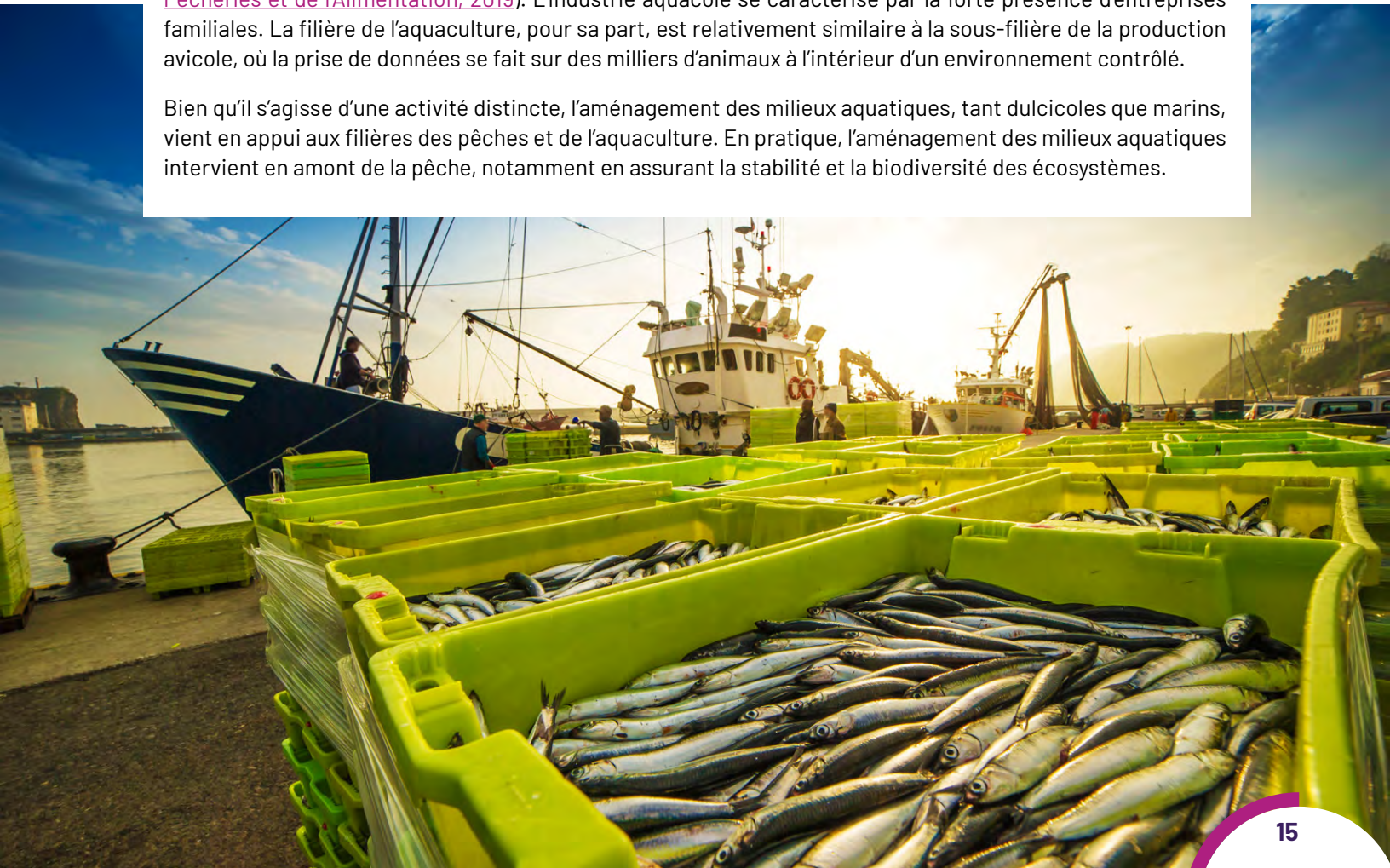
2.4 Pêches et aquaculture

La filière des pêches et de l'aquaculture est fortement diversifiée. Elle comporte plusieurs réseaux qui se caractérisent par une différence en ce qui a trait aux espèces d'intérêt, dynamiques commerciales, réglementations gouvernementales ou encore initiatives de recherche. Sur cette considération, deux filières majeures émergent : celle des pêches et celle de l'aquaculture. Toutes deux sont structurées autour de la tension entre, d'une part, des obligations réglementaires (p. ex. les quotas) et, d'autre part, des contraintes commerciales capitales pour la vitalité économique régionale.

La filière des pêches regroupe un nombre important d'espèces soumises aux quotas de pêche (p. ex. le poisson) ou de cueillette (p. ex. les fruits de mer) à des fins commerciales, sportives ou de subsistance. Le dénominateur commun de ces activités est la pratique en milieu « ouvert » (in situ), qui se caractérise par des dynamiques complexes et l'imprévisibilité des écosystèmes en milieu naturel. La filière des pêches est active tant en milieu dulcicole (p. ex. les lacs et les rivières continentales) qu'en milieu océanique. Cependant, 90 % des pêches canadiennes sont pratiquées par des entreprises côtières et semi-hauturières.

La filière de l'aquaculture qualifie une pratique de pêche ou de cueillette en milieu contrôlé et pouvant se réaliser tant sur terre qu'en mer. Selon le MAPAQ, près de 145 pisciculteurs en eau douce sont présents dans plusieurs régions du Québec et génèrent près de 300 emplois, particulièrement dans le commerce des salmonidés ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021c](#)). Dans les régions côtières, 20 entreprises en eau marine œuvrent plus spécifiquement dans le commerce des mollusques. La pisciculture en eau douce se structure au sein d'une association regroupant près de 50 entreprises ([ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2019](#)). L'industrie aquacole se caractérise par la forte présence d'entreprises familiales. La filière de l'aquaculture, pour sa part, est relativement similaire à la sous-filière de la production avicole, où la prise de données se fait sur des milliers d'animaux à l'intérieur d'un environnement contrôlé.

Bien qu'il s'agisse d'une activité distincte, l'aménagement des milieux aquatiques, tant dulcicoles que marins, vient en appui aux filières des pêches et de l'aquaculture. En pratique, l'aménagement des milieux aquatiques intervient en amont de la pêche, notamment en assurant la stabilité et la biodiversité des écosystèmes.



3



DONNÉES NUMÉRIQUES, AUTOMATISATION ET IA

3.1 Données numériques

La donnée peut prendre plusieurs formes. Elle peut, par exemple, être manuscrite, consignée sur un bout de papier ou dans un livre comptable, ou, à l’opposé, stockée dans une base de données informatique. Pour que les ordinateurs puissent la traiter, elle doit être en format numérique. Essentiellement, les données doivent être encodées sur un support, comme un disque dur, pour permettre à l’ordinateur d’y accéder rapidement en vue de leur traitement. Les données numériques sont accessibles au traitement informatique et sont essentielles aux applications de l’IA.

Dans le bioalimentaire, les données numériques sont abondantes et peuvent provenir de plusieurs sources. Il peut par exemple s’agir de données d’environnement, de données géolocalisées fournies par des tracteurs, de données de production laitière recueillies par un robot de traite, de données de production, comme le poids des animaux, de données vidéos, etc. Toutes sont maintenant disponibles. Lorsque les acteurs parviennent à les agréger, nous parlons alors de données massives (Big Data). Celles-ci nécessitent souvent des traitements informatiques spécialisés au moyen de superordinateurs. Enfin, toutes ces données numériques sont essentielles au développement des systèmes d’intelligence artificielle (SIA).

3.2 Automatisation et IA

L’automatisation fait référence au processus au terme duquel une tâche qui nécessitait auparavant une ou plusieurs interventions manuelles est conduite sans qu’il y ait recours à l’action humaine. Tandis que l’automatisation des actions routinières ou peu complexes est une réalité depuis plusieurs années, le développement de l’apprentissage automatique (machine learning) rend possible l’automatisation de tâches plus complexes et variées ([Frey et Osborne, 2017](#)).

L’IA, pour sa part, peut être définie comme étant « toute technologie de l’information qui exécute des tâches pour lesquelles il faut habituellement faire appel à l’intelligence biologique, comme comprendre le langage parlé, apprendre des comportements ou résoudre des problèmes » ([Gouvernement du Canada, 2021](#)).

Quant aux SIA, ils sont définis comme « des systèmes logiciels (et éventuellement matériels) conçus par des êtres humains et qui, ayant reçu un objectif complexe, agissent dans le monde réel ou numérique en percevant leur environnement par l’acquisition de données, en interprétant les données structurées ou non structurées collectées, en appliquant un raisonnement aux connaissances, ou en traitant les informations, dérivées de ces données et en décidant de la/des meilleure(s) action(s) à prendre pour atteindre l’objectif donné » ([Commission européenne, 2020, p. 19](#)).

Ils n'incluent pas les activités ou services périphériques qui concourent au développement de l'IA dans l'administration (p. ex. les missions d'expertise, l'évaluation des performances ou les activités formation continue).

À partir de la revue de la littérature réalisée par Wirtz et collab. (2019), 10 types de SIA peuvent être distingués ([Wirtz, Weyerer and Geyer, 2019](#)):

- 1- Les logiciels de gestion des connaissances (AI-based knowledge management software);
- 2- Les systèmes d'automatisation des processus (AI process automation systems);
- 3- Les agents virtuels (virtual agents);
- 4- L'analyse prédictive et la visualisation des données (predictive analytics and data visualization);
- 5- L'analyse d'identité (identity analytics);
- 6- La robotique cognitive et les systèmes autonomes (cognitive robotics and autonomous systems);
- 7- Les systèmes de recommandation (recommendation systems);
- 8- Les assistants numériques intelligents (intelligent digital assistants);
- 9- Les analyses de discours (speech analytics);
- 10- L'analyse de la sécurité cognitive et les renseignements sur les menaces (cognitive security analytics and threat intelligence).





4

ACTION CONCERTÉE DES ACTEURS DU BIOALIMENTAIRE AU QUÉBEC

Le diagnostic et les pistes d'action formulés dans ce livre blanc résultent d'une action concertée avec des intervenants du bioalimentaire au Québec. Le processus de concertation a été élaboré par des chercheuses de l'axe Santé durable de l'OBVIA, en collaboration avec la fonction Politiques publiques et la fonction Délibération de l'OBVIA. Cette concertation visait à structurer la valorisation des données numériques et de l'IA dans le bioalimentaire au Québec.

La concertation des acteurs du bioalimentaire s'est bâtie à partir de sept ateliers. Ceux-ci se sont déroulés entre le 9 décembre 2020 et le 20 juin 2021 (voir tableau 1). Premièrement, deux ateliers de sensibilisation ont été organisés. Ils ont rassemblé 288 participantes et participants. Le premier portait sur la thématique de l'application de l'intelligence artificielle dans le secteur bioalimentaire et le second, sur la thématique de la gouvernance des données numériques. Les objectifs de ces ateliers étaient de (1) répertorier les défis et les possibilités relatifs à la valorisation des données et à l'application de l'IA dans le secteur bioalimentaire, (2) créer des espaces de dialogue avec les acteurs du bioalimentaire et (3) sensibiliser les acteurs du bioalimentaire au potentiel des données numériques et de l'IA.

Deuxièmement, quatre ateliers virtuels de concertation ont été organisés, soit un atelier par filière (voir tableau 1). Des responsables par filière ont été nommés afin de contribuer à la sélection des participantes et participants pertinents pour la consultation. Des groupes de 12 à 16 experts et intervenants ont alors réfléchi collectivement sur les sources et le potentiel des données numériques, les freins liés à leur utilisation ainsi que les besoins des acteurs en la matière. Au total, 193 personnes y ont participé.

Les ateliers de concertation par filière ont amélioré la compréhension des défis et des possibilités relatifs au secteur bioalimentaire québécois, tout en mettant en lumière les spécificités des quatre filières. Ils ont regroupé des producteurs, des utilisateurs, des gestionnaires et des experts en données numériques ou en IA. Afin d'identifier les freins à l'utilisation des données numériques et des applications d'IA, trois thématiques y ont été abordées : (1) les sources de données existantes ou manquantes et leur potentiel de valorisation, (2) les leviers et les obstacles à la valorisation, (3) les besoins des acteurs pour contribuer à la valorisation.

Au terme des quatre ateliers, deux catégories de défis ont émergé : (1) la gestion et la valorisation des données numériques et (2) les applications de l'IA dans le bioalimentaire.

Pendant les ateliers de concertation par filière, une carte systémique¹ a été élaborée avec le logiciel Lucidchart. Elle a été présentée aux participants à mi-parcours et à la fin de l'atelier afin qu'ils valident les informations recueillies et que les échanges soient relancés. Au terme de chaque atelier de concertation par filière, la carte systémique a été retravaillée afin qu'en soient améliorées la lisibilité et la représentation graphique. Par la suite, une carte systémique commune reprenant les quatre cartes a été élaborée.

¹ La carte systémique constitue un miroir externe synthétisant les échanges de chacun des ateliers en vue de faciliter une compréhension commune et partagée chez les parties prenantes au sujet des leviers et des obstacles à la valorisation des données et à l'application de méthodes d'IA ainsi que de leurs besoins à cet égard.

Au terme de chacun des six ateliers, une synthèse a été réalisée. Chaque synthèse a été envoyée et validée par les intervenantes et intervenants, expertes et experts respectifs provenant à la fois du milieu universitaire, public et privé. Les responsables des filières ont coordonné la révision des synthèses des ateliers.

Troisièmement, un atelier d'orientation a réuni, le 22 juin 2021, des experts et des représentants des quatre filières du bioalimentaire au Québec. L'objectif était de présenter et de valider collectivement les pistes d'action, tant sur le plan sectoriel qu'à l'échelle des filières, pour favoriser la valorisation des données numériques et des applications d'IA.

Tableau 1 Processus de concertation des acteurs du bioalimentaire au Québec

ATELIERS DE SENSIBILISATION	ATELIERS DE CONCERTATION PAR FILIÈRE	ATELIER D'ORIENTATION
<p>Atelier 1 Défis et opportunités de l'IA dans le secteur bioalimentaire > Webinaire en ligne</p> <p>Atelier 2 Données numériques dans le secteur bioalimentaire au Québec > Webinaire en ligne</p>	<p>Atelier 1 Filière de la production animale > Webinaire en ligne</p> <p>Atelier 2 Filière de la production végétale > Webinaire en ligne</p> <p>Atelier 3 Filière de la transformation agroalimentaire > Webinaire en ligne</p> <p>Atelier 4 Filière des pêches et de l'aquaculture > Webinaire en ligne</p>	<p>Présentation et validation des pistes d'action sectorielles et par filière</p>

5

ÉTAT DES LIEUX DE L'UTILISATION DES DONNÉES NUMÉRIQUES ET DE L'IA

L'essor des données numériques et des applications d'IA transforme profondément le secteur du bioalimentaire. Ces mutations entraînent directement des effets sur la productivité et la compétitivité des entreprises québécoises et, plus largement, sur la souveraineté alimentaire et numérique du Québec. Le développement du bioalimentaire 4.0 représente donc un enjeu stratégique pour l'ensemble des filières du secteur. Si le Québec ambitionne de devenir un pionnier mondial du bioalimentaire 4.0, les autorités publiques et l'ensemble des parties prenantes doivent maximiser les leviers existants en matière de valorisation des données numériques et des applications de l'IA. Pour ce faire, la première partie du diagnostic est consacrée à la présentation des leviers présents au Québec.

Bien que ces technologies améliorent la productivité et la compétitivité des entreprises, l'utilisation des données numériques et des applications d'IA est actuellement confrontée à plusieurs obstacles. En dépit de la démocratisation de l'accès à ces technologies et aux données numériques (p. ex. par le partage des outils informatiques libres [open source], par le déploiement de téléphones intelligents sur le terrain ou par un accès plus fréquent à Internet haute vitesse), les acteurs du bioalimentaire font face à des défis technologiques, au manque de collaboration entre les parties prenantes ou encore à la rareté des ressources humaines. Dans cette perspective, les obstacles et les défis que suscite l'utilisation des données numériques et des applications d'IA sont présentés dans la deuxième partie du diagnostic.

Pour garantir la valorisation des données numériques et des applications d'IA au sein du secteur bioalimentaire, il est également crucial de tenir compte des besoins des acteurs québécois. En effet, la prise en considération de ces besoins influence directement la pertinence et l'efficacité des pistes d'action mises en œuvre. Dans cette optique, les besoins des acteurs québécois en matière de valorisation des données numériques et de l'IA sont détaillés dans la troisième partie du diagnostic.

5.1 Leviers de valorisation des données numériques et de l'IA

Au terme des concertations avec des acteurs du secteur bioalimentaire du Québec, six types de leviers ont été répertoriés : (1) l'optimisation des processus de gestion et de production, (2) le niveau d'expertise au Québec en matière d'IA, (3) l'utilisation des outils existants, (4) la volonté gouvernementale, (5) le potentiel de valorisation des données numériques ainsi que (6) l'existence de stratégies de valorisation. Par conséquent, la valorisation des données numériques et des applications d'IA peut être accélérée sur la base de ces six leviers.

5.1.1 Optimisation des processus de gestion et de production

L'optimisation des processus de gestion et de production au moyen de la valorisation des données numériques et de l'IA est stimulée par l'ouverture du secteur à l'égard de l'adoption de nouvelles technologies. Cette ouverture à l'innovation est renforcée par la culture d'amélioration continue des acteurs ainsi que par le développement du bioalimentaire 4.0. De plus, les problématiques en matière de traçabilité, de qualité du produit et de viabilité de la production incitent les acteurs du bioalimentaire à valoriser les données numériques et les applications d'IA.

5.1.2 Expertises au Québec en matière d'IA

À l'échelle mondiale, le Québec détient des expertises à la fine pointe en matière d'IA et de technologies numériques. De plus, l'écosystème québécois se singularise par la présence de centres de recherche universitaires de premier plan (p. ex. le [MILA](#), le [Laboratoire en intelligence des données](#), l'[Institut intelligence et données](#), le [Centre de recherche en IA](#), le [Centre de développement et de recherche en intelligence numérique](#), le [Centre de recherche en données massives](#)), de [centres collégiaux de transfert de technologie](#) ainsi que d'organisations de soutien à la valorisation des données dans le secteur bioalimentaire (p. ex. [IVADO](#), [Lactanet](#), [Inno-Centre](#), ou le [Comité Recherche, développement et transfert de la filière porcine](#)). La mobilisation de l'expertise de pointe ainsi que des centres de recherche québécois pertinents représente un levier majeur pour le secteur bioalimentaire.

5.1.3 Utilisation des outils existants

Au Québec, le développement et la valorisation des données numériques et de l'IA dans le bioalimentaire ne sont pas des processus d'innovation ex nihilo. Effectivement, une série d'outils numériques et de SIA existent déjà et peuvent pleinement participer au développement sectoriel.

Au cours de la concertation, différents outils d'automatisation et d'échange de données en temps réel ont été inventoriés, à savoir : les outils de reconnaissance d'images (p. ex. Drone des Champs, [Cubesats](#), Riverwatcher, Vakiiceland, Agribotix, Ro-Main ou FLIR), les outils de surveillance (p. ex. Cow Alert, Lactanet ou SomaDetect), les logiciels ouverts existants (p. ex. le [portail Données Québec](#), Open Weather ou [PostgreSQL](#)) ou encore les systèmes apprenants (p. ex. Agrobot).

5.1.4 Volonté gouvernementale

La volonté du gouvernement du Québec de soutenir la transformation numérique du secteur bioalimentaire est un facteur facilitant fortement la valorisation des données numériques et de l'IA par les acteurs. Outre les programmes de soutien ou de subventions spécifiques (p. ex. en matière de robotisation), d'autres actions gouvernementales peuvent favoriser l'utilisation des SIA (p. ex. la Stratégie d'intégration de l'intelligence artificielle dans l'administration publique, l'amélioration de l'accès Internet en région). La coordination et l'évaluation de la pertinence de ces programmes gouvernementaux au regard de l'utilisation des données numériques et de l'IA sont déterminantes pour assurer la transformation numérique.

5.1.5 Potentiel de valorisation des données numériques

Dans le secteur du bioalimentaire, le potentiel de valorisation des données numériques est important. En effet, les acteurs produisent de nombreuses données numériques (p. ex. les données génomiques et de génétique). Dans cette perspective, un cadastre des données pourrait être créé afin que celles encore inexploitées soient répertoriées.

5.1.6 Stratégies de valorisation existantes

Le dernier levier à la valorisation des données numériques et de l'IA au Québec est l'existence de stratégies de valorisation. Parmi les différentes stratégies relevées par les acteurs du bioalimentaire, la normalisation (p. ex. le Bureau de la normalisation du Québec) et la standardisation des processus, par la formation continue et la formation dans les établissements scolaires, permettent de diffuser des pratiques responsables et à la pointe de la technologie. De plus, la mise en réseau des différentes parties prenantes, notamment au moyen des collaborations (p. ex. par le partage des données entre plusieurs acteurs) et des partenariats (p. ex. entre chercheurs, consultants externes, producteurs et développeurs de SIA), est cruciale tant pour la valorisation que pour la diffusion des meilleures pratiques.

5.2 Obstacles à la valorisation des données numériques et de l'IA

Les ateliers de concertation avec les acteurs du secteur bioalimentaire ont aussi fait ressortir quatre catégories d'obstacles : (1) les obstacles technologiques, (2) les obstacles environnementaux, (3) les obstacles liés à l'organisation (sur le plan intra-organisationnel) ainsi que (4) les obstacles liés aux relations entre les organisations (sur le plan interorganisationnel). Ainsi, pour encourager la valorisation des données numériques et des applications d'IA, les mesures publiques et privées doivent répondre directement à ces obstacles.

5.2.1 Obstacles technologiques

Pour fonctionner, les applications d'IA doivent avoir accès à des données numériques massives de qualité. Leur transfert nécessite également une connexion Internet haute vitesse. De nos jours, au Québec, plusieurs régions et acteurs du bioalimentaire ne disposent pas encore d'une telle connexion. Par conséquent, la problématique de la connexion à haute vitesse des régions au Québec demeure un enjeu stratégique pour la valorisation des données numériques et de l'IA.

La faible structuration des données a également été soulignée par l'ensemble des acteurs consultés. En pratique, le manque de standardisation et de normalisation, causé notamment par l'absence de protocoles établis, augmente le risque de traiter des données erronées ou des données non structurées. Par conséquent, il est crucial d'élaborer des fiduciaires ou des banques de données robustes, fiables et transparentes.

Le partage des données est un enjeu stratégique pour le développement et la valorisation de l'IA dans le secteur bioalimentaire. Cependant, dans un contexte d'entreprise, le partage des données avec des concurrents n'est pas systématiquement possible, par choix (p. ex. le respect du secret professionnel, la volonté de ne pas partager des données avec des concurrents directs) ou par manque de connaissances.

En matière de partage des données, la propriété de certaines données numériques revient aux fabricants d'équipement (p. ex. les données géoréférencées provenant des tracteurs ou les données en production laitière provenant des robots de traite), et non aux acteurs du bioalimentaire. Un tel mécanisme tend à freiner l'utilisation et le partage des données numériques. Enfin, le manque d'interopérabilité entre les différentes applications d'IA constitue également un obstacle à cet égard.

5.2.2 Obstacles environnementaux

Le développement du bioalimentaire 4.0 pose des défis technologiques qui se répercutent sur la production, la gestion et l'analyse des données numériques. Cette transformation des pratiques est accentuée par la complexité des différents écosystèmes et par les répercussions des changements climatiques sur ces derniers. Dans cette optique, les acteurs du bioalimentaire sont contraints d'adapter continuellement leurs pratiques.

5.2.3 Obstacles intra-organisationnels

Les acteurs du bioalimentaire ont identifié, au sein des organisations, deux catégories principales d'obstacles au développement et à la valorisation des données numériques et de l'IA, à savoir : (1) les obstacles en matière de ressources humaines et (2) les obstacles propres à une fonction particulière (p. ex. chercheur, producteur, fonctionnaire).

Dans le domaine des ressources humaines, la rareté d'expertises constitue un obstacle majeur à l'utilisation de l'IA. Tant chez les producteurs que chez les consultants, les acteurs mentionnent la pénurie d'informaticiens et de développeurs dans le domaine du bioalimentaire. Cette situation de pénurie se concrétise par un processus de surenchère entre les employeurs pour l'embauche de candidats présentant ces profils. Par ailleurs, le manque d'expertises et de compétences est accentué en régions éloignées, d'autant plus que la plupart des entreprises exercent des activités saisonnières (p. ex. les pêches et les cultures). Outre l'expertise spécifique aux applications d'IA, des acteurs du bioalimentaire mentionnent le manque de connaissances spécialisées en matière d'agronomie ainsi que de traitement et d'analyse de données. En pratique, les individus possédant des connaissances nécessaires dans ces deux sphères sont rares.

Pour les chercheuses et les chercheurs œuvrant dans le secteur du bioalimentaire, cinq obstacles ont été mis en évidence : (1) la difficulté à échanger avec les praticiens et à collecter des données pertinentes pour les applications d'IA, (2) la dépendance aux fabricants d'équipements pour la collecte de données numériques, (3) la pérennité des sources financement de recherche et la poursuite du projet de recherche au-delà du financement, (4) la difficulté de valoriser les résultats de recherche compte tenu de la situation propre à chaque exploitation ainsi que (5) l'engagement dans un processus d'innovation relativement long qui se caractérise, d'une part, par un processus d'essais et d'erreurs et, d'autre part, par une valorisation universitaire non garantie (p. ex. publications scientifiques, subventions de recherche).

Pour les utilisateurs et producteurs, quatre limites ont pu être identifiées : (1) le manque de littératie numérique, qui se traduit par une faible compréhension des concepts et des formations, (2) la résistance au sein des organisations à l'égard des investissements à consentir pour la valorisation des données numériques et des applications d'IA, (3) le manque de connaissance des programmes de subvention publics et (4) la faible perception des technologies numériques et de l'IA comme solution pertinente au développement du secteur bioalimentaire au Québec.

Le fonctionnement des administrations publiques peut être également problématique pour la valorisation des données numériques et de l'IA dans le bioalimentaire. Parmi les obstacles relevés, les acteurs mentionnent : (1) la non-numérisation des procédures administratives (p. ex. l'utilisation de formulaires papier est demandant en ressources humaines et augmente le risque d'erreurs dans la saisie des données) et (2) le manque de compréhension et de connaissance des contingences vécues par les acteurs de terrain (p. ex. producteurs, transformateurs ou distributeurs).

5.2.4 Obstacles interorganisationnels

Les obstacles interorganisationnels font référence aux difficultés vécues par les acteurs du secteur bioalimentaire au Québec en matière de collaboration et de coordination avec les parties prenantes. À cet égard, les écueils portent principalement sur quatre aspects.

Premièrement, citons le manque de dialogue entre les parties prenantes (p. ex. les fonctionnaires, les entrepreneurs, les chercheurs, etc.). Précisément, le manque d'arrimage entre les projets et la culture managériale en silos constituent deux obstacles majeurs à la valorisation des données numériques et des applications d'IA dans le bioalimentaire. Pour certains acteurs, ce manque de collaboration découle d'une faible confiance entre les parties prenantes. Ce manque de confiance serait attribuable, d'une part, à la réticence culturelle des acteurs à travailler en partenariat et, d'autre part, à la poursuite d'intérêts concurrentiels. Dans cette optique, certaines entreprises, principalement les jeunes pousses, mettent en évidence les relations concurrentielles avec les centres de recherche universitaires et collégiaux pour l'obtention de financement de recherche.

Deuxièmement, le manque d'adhésion des acteurs du bioalimentaire au partage des données constitue un obstacle supplémentaire à la collaboration et à la coordination. Effectivement, la poursuite d'intérêts concurrentiels tend à diminuer l'adhésion des parties prenantes au partage et à la centralisation des données. Dans cette perspective, les acteurs du bioalimentaire suggèrent de développer davantage les collaborations entre les institutions ainsi qu'entre les différents champs disciplinaires (notamment en favorisant les échanges d'expertise entre les filières du bioalimentaire).

Troisièmement, les modèles d'engagement des parties prenantes sont parfois déficients. En pratique, la valorisation des outils numériques et de l'IA dans le secteur bioalimentaire n'inclut pas systématiquement l'ensemble des utilisateurs et des producteurs. Pour répondre à cet écueil, les acteurs concertés prônent l'élaboration de modèles d'engagement des parties prenantes favorisant la coconstruction et la coévaluation des données numériques et de l'IA.

Quatrièmement, l'encadrement et les pratiques de gouvernance des données entre les acteurs sont également problématiques pour la valorisation de l'IA dans le bioalimentaire. Dans les faits, les lacunes et l'absence d'un cadre législatif approprié complexifient la création de modèles de partage de données. Cela s'explique principalement par le manque d'encadrement dans la gestion des données numériques dans le bioalimentaire. De plus, en ce qui concerne les organisations publiques, le manque d'infrastructures et de compétences en matière de numérique et d'IA nuit fortement à la mise sur pied d'un modèle de gouvernance des données efficace et sécuritaire.

5.3 Besoins des acteurs du bioalimentaire au Québec

Pour valoriser l'IA au sein du secteur, les acteurs du bioalimentaire au Québec ont exprimé quatre besoins prioritaires : (1) l'amélioration de la collaboration et de la coordination entre les parties prenantes, (2) la modernisation des pratiques de recherche et de développement, (3) la valorisation de la transformation numérique et de l'IA ainsi que (4) l'optimisation des ressources existantes.

5.3.1 Amélioration de la collaboration et de la coordination

Le renforcement de la collaboration et de la coordination entre les parties prenantes (p. ex. les organisations gouvernementales et municipales, les centres de recherche universitaires et collégiaux, les fabricants d'équipements, les producteurs, les utilisateurs ou encore les citoyens) repose sur la création de liens de confiance entre les acteurs du bioalimentaire à l'égard du numérique et de l'IA.

Dans cette optique, une stratégie de maillage doit être élaborée, ce qui requiert la mise en place de modes de gouvernance participatifs, transparents et suscitant l'engagement. Pour ce faire, les acteurs concertés ont mis en évidence l'importance de faciliter la communication entre les diverses parties prenantes, de se doter d'objectifs communs ainsi que de favoriser les relations de synergie entre les parties prenantes.

Pour améliorer la collaboration des parties prenantes, il est également essentiel de les convaincre des avantages de la valorisation des données numériques dans le secteur du bioalimentaire. Pour y parvenir, la clarification et l'actualisation des normes de standardisation sont capitales, au même titre que la gestion des résistances au changement.

5.3.2 Modernisation des pratiques de recherche et de développement

La valorisation de l'IA au sein du secteur bioalimentaire au Québec passe par une modernisation des pratiques de recherche et de développement. Un tel défi implique une meilleure prise en compte des attentes des acteurs concernés (producteurs, transformateurs ou distributeurs) en ce qui concerne l'optimisation de leurs processus de planification, de gestion, de transformation et de commercialisation. En effet, les besoins sur le plan de la valorisation des données numériques et des applications d'IA varient en fonction des filières et des activités de transformation.

La modernisation des pratiques de recherche et de développement passe également par la création ou la transformation de programmes de recherche appliquée consacrés au bioalimentaire 4.0. Pour ce faire, les acteurs concertés expriment le besoin d'obtenir un meilleur soutien public pour le développement de nouvelles technologies numériques et d'IA dans le secteur du bioalimentaire. Ils évoquent également une approche plus intégrée en matière d'innovation et d'industrialisation des résultats de recherche ainsi qu'une pérennisation du financement de la recherche.

Par ailleurs, les pratiques de recherche et de développement doivent prendre en considération la problématique de l'interopérabilité des systèmes et des outils numériques et de l'IA. Il s'agit donc de remettre en question les pratiques d'intégration des outils numériques, notamment en ce qui a trait à la cueillette de données.

5.3.3 Valorisation de la transformation numérique et de l'IA

Les acteurs concertés s'accordent sur l'importance de mieux soutenir les producteurs dans la transformation numérique, entre autres par un accompagnement pertinent pour faciliter la valorisation des données numériques et des applications d'IA. Dans cette optique, une meilleure connaissance de leurs besoins en matière de données numériques et d'IA est nécessaire.

Les acteurs du secteur bioalimentaire méconnaissent encore fortement le potentiel de valorisation des données numériques et des applications d'IA. Ce manque de connaissance quant à la valeur ajoutée de telles technologies pour la planification stratégique et l'amélioration de la compétitivité freine leur développement. Par conséquent, la promotion d'outils d'optimisation des activités économiques ainsi que de l'utilisation d'instruments d'analyse comparée (benchmarking) à cet égard sont requises. Pour répondre à ce besoin, les acteurs concertés conviennent de l'importance de mener des projets pilotes pour générer des données tant en matière d'évaluation de la valeur ajoutée réelle sur la production qu'en matière d'analyse comparée.

5.3.4 Allocation de ressources spécialisées

La valorisation des données numériques et des applications d'IA requiert une masse critique de ressources spécialisées. En pratique, les acteurs sont confrontés à un manque à cet égard, par exemple en ce qui a trait à l'expertise en analyse et en agronomie.

Par ailleurs, le manque de main-d'œuvre et la surenchère des salaires qui en découlent sont problématiques. Par conséquent, les acteurs concertés ciblent quatre besoins spécifiques en ce qui a trait aux ressources spécialisées : (1) le développement de ressources computationnelles communes (tant en ce qui concerne le stockage et la gestion des données qu'en ce qui touche les capacités de calcul), (2) l'information des parties prenantes quant à l'existence de plusieurs programmes de subvention, (3) l'organisation de formations spécifiques dont le contenu est vulgarisé et adapté aux réalités des producteurs ainsi que (4) l'évaluation et l'amélioration des dispositifs en matière de transfert technologique.



6



PISTES D'ACTION POUR L'APPLICATION CONCERTÉE DE L'IA DANS LE SECTEUR BIOALIMENTAIRE

Ce livre blanc présente des pistes d'action pour favoriser la valorisation des données numériques et des applications d'IA dans le secteur bioalimentaire au Québec. Elles couvrent les quatre filières québécoises, à savoir les productions animale et végétale, la transformation alimentaire ainsi que les pêches et l'aquaculture. Ces pistes d'action pour le secteur du bioalimentaire sont structurées autour de trois axes : Axe 1 – Lever les contraintes organisationnelles à l'innovation, Axe 2 – Élaborer un modèle de gouvernance collaborative et Axe 3 – Stimuler le développement de technologies responsables. En plus des pistes d'action contenues dans les trois axes, les acteurs concertés ont ciblé des mesures propres aux différentes filières.

6.1 AXE I LEVER LES CONTRAINTES ORGANISATIONNELLES À L'INNOVATION

Ce premier axe d'action vise à :

- Répondre à la pénurie de main-d'œuvre et d'expertises vécue par les acteurs du bioalimentaire (objectif 1);
- Fournir aux acteurs un accompagnement performant dans la réalisation de projets d'IA innovants (objectif 2);
- Favoriser un mode de financement partenarial pour le développement et l'utilisation de l'IA (objectif 3).

OBJECTIF 1

Répondre à la pénurie de main-d'œuvre et d'expertises dans le secteur du bioalimentaire

Compte tenu du fait que, comme pour la majorité des secteurs d'activité, l'adoption de nouvelles technologies nécessite des ressources spécialisées et que le bioalimentaire est à court de main-d'œuvre qualifiée pour répondre aux défis de la valorisation de l'IA, les acteurs concertés préconisent la conception de programmes de formation pour l'enseignement et la conscientisation à l'IA adaptés aux besoins du secteur bioalimentaire. Ces programmes de formation impliquent un volet universitaire ainsi qu'un volet collégial et technique.

Pistes d'action pour le volet de formation universitaire :

- Élaborer, en accéléré, des cours de premier cycle qui visent à inclure l'apprentissage d'outils de traitement des données massives et d'IA dans les projets de recherche en bioalimentaire.
- Financer des bourses bonifiées spécifiques pour attirer des diplômés dans ce secteur très concurrentiel. À l'heure actuelle, les étudiantes et étudiants en IA au Québec sont largement impliqués dans leurs études de premier cycle dans les domaines de la finance, de l'assurance, du transport, de la santé et de la technologie. Une fois leur diplôme en poche, ils ont tendance à poursuivre leur carrière dans ces industries. La création de bourses étudiantes et d'incitatifs aux organisations agricoles à mettre sur pied des projets d'innovation avec le milieu universitaire permettra de former du personnel hautement qualifié en agriculture numérique. En ayant été initiés au milieu agricole dans le cadre de leur projet de mémoire ou de thèse, ces expertes et experts seront davantage enclins à poursuivre leur parcours dans le secteur bioalimentaire après avoir obtenu leur diplôme.
- Créer un programme de formation continue destiné aux professionnels plus « techniques » qui ont déjà une formation universitaire et qui veulent enrichir leur formation sectorielle par l'apprentissage d'outils de traitement des données massives.
- Concevoir, à l'intérieur des programmes de premier cycle, des cheminements particuliers (de type concentration avec 6-9 crédits) afin de fournir rapidement des diplômés qualifiés venant en soutien aux industries qui veulent adapter leur production aux nouvelles capacités du traitement de données massives. Il s'agit là d'une avenue que les instituts de technologie agroalimentaire et collèges gagneraient à explorer.
- Soutenir l'embauche de personnel de recherche supplémentaire ayant la capacité d'encadrer les diplômés en production et transformation alimentaires en lien avec le traitement des données massives et l'analytique avancée.
- Créer des formations destinées aux gestionnaires pour que les entreprises devant investir 1 % de leur masse salariale en formation aient une offre adéquate dans l'utilisation des données massives.

Pistes d'action pour le volet de formations collégiales et techniques :

- Proposer des ateliers de formation ad hoc, pour tous, avec des partenaires comme le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) et réunissant des experts universitaires, industriels et socioéconomiques. Ces ateliers seraient préparés pour chacune des filières afin de répondre à leurs besoins spécifiques.
- Créer une ressource web permettant de fédérer les initiatives numériques en agriculture et visant le partage et la diffusion d'informations en lien avec les données massives et l'IA dans le bioalimentaire au Québec. Ce site permettrait notamment de partager facilement les formations et activités offertes pour chaque secteur.
- Créer une communauté d'intérêts/de pratique sur le numérique en agriculture. Cette communauté permettrait aux parties prenantes de s'inspirer d'organisations innovantes et de travaux de recherche universitaire en cours, d'échanger sur les problématiques de l'implantation du numérique en agriculture et d'élaborer des solutions en groupe ainsi que de proposer des activités de coconstruction de projets.

Lors de la conception des formations tant universitaires que collégiales et techniques, les considérations suivantes devraient être prises en compte : (1) une offre de formation pertinente dans les régions en fonction de la clientèle cible, (2) une offre de formation en ligne pour assurer un accès décentralisé, (3) une offre de formation qui tient compte de la disponibilité saisonnière spécifique à chaque filière, (4) une offre de formation en partenariat avec les autres secteurs (manufacturier, financier), principalement pour les formations de base et sur la littératie numérique, (5) une offre de formation inclusive et adaptée aux réalités de genre.

OBJECTIF
2

Fournir aux acteurs un accompagnement performant

La mise en place de nouveaux procédés requiert la disponibilité de ressources spécialisées. Plusieurs entreprises agricoles ou de transformation n'ont cependant pas les outils ou la structure organisationnelle pour soutenir la mise au point de nouveaux procédés dans le domaine de l'IA. Face à ce constat, les acteurs concertés suggèrent la conception de programmes de formation pour les gestionnaires d'entreprises et de programmes œuvrant dans le domaine du bioalimentaire ainsi que le déploiement d'équipes de soutien spécialisées en gestion de projets d'IA (p. ex. sous la forme d'équipes volantes) afin d'assurer un accompagnement rapide, personnalisé et adapté aux réalités du bioalimentaire en vue de la transformation numérique des entreprises.

Pistes d'action pour aider les entreprises à acquérir des compétences en matière d'IA :

- Développer une plateforme d'expertises pouvant proposer un soutien polyvalent aux initiatives en cours et émergentes ayant des besoins en matière de sécurité, de confidentialité, de bases de données, d'expertise-conseil en IA, d'accès à de l'infrastructure de calcul de performance et de gouvernance des données.

Par ailleurs, compte tenu du fait que l'utilisation des données massives demande des outils particuliers à toutes les étapes du processus de développement de l'IA, les données doivent être traitées adéquatement. Cependant, les entreprises ont, pour la plupart, un large déficit de moyens en matière de collecte, de stockage ou d'analyse de données massives. De plus, un nombre très faible d'organisations ont, d'une part, les compétences pour structurer et valoriser les données disponibles ainsi que, d'autre part, les ressources humaines et financières pour mener à bien des projets d'innovation en ce sens. Dans cette optique, les entreprises ont besoin d'un soutien technique performant et adapté à leurs besoins. Pour ce faire, les acteurs concertés recommandent la mise sur pied d'un soutien technique adapté aux entreprises et aux différentes facettes du traitement des données massives et de l'IA.



Pistes d'action pour un soutien performant aux entreprises en matière d'IA :

- Produire un inventaire de l'assistance technique disponible en vue d'informer les producteurs ou transformateurs au sujet des entreprises, des centres collégiaux de transfert de technologie, des universités ainsi que des autres entités ayant ces ressources.
- Soutenir financièrement les PME intéressées à fournir un service de soutien en région avec un plan de cofinancement. Cet exercice pourrait se faire à l'échelle des filières et s'adapter à la taille des entreprises.
- Créer du matériel d'accompagnement et de formation permettant aux entreprises de cheminer graduellement dans le processus d'application de l'IA pour passer du papier au numérique, puis aux données massives et, enfin, au traitement de celles-ci en IA. Ces documents devraient être adaptés à chacune des filières avec des exemples pertinents.

OBJECTIF 3

Favoriser un mode de financement partenarial

Compte tenu du fait que le développement et l'utilisation des données numériques et des SIA nécessitent un investissement important en temps, en équipements et en ressources humaines, la rentabilité à long terme des investissements consentis ne constitue pas un incitatif suffisant pour plusieurs acteurs n'ayant pas de capacités financières à long terme. De plus, plusieurs des programmes de recherche et de formation disponibles pour le secteur bioalimentaire exigent des entreprises une contribution financière pour la création d'outils.

Mentionnons également qu'en raison du manque d'expertise en technologies numériques dans les entreprises pour mettre en place une stratégie numérique, convaincre les gestionnaires des possibilités de l'IA la collaboration avec une firme de consultation ou un laboratoire universitaire et, finalement, la mise au point et le développement d'une solution numérique ou d'IA sont problématiques. Par exemple, peu d'entreprises québécoises conçoivent des capteurs, des algorithmes ou des modèles analytiques. Néanmoins, des centaines de compagnies veulent utiliser ces outils sans avoir les moyens de les développer. Par conséquent, les incitatifs financiers permettant à une compagnie de mettre au point, seule ou avec d'autres partenaires, une solution en vue d'améliorer son rendement ou de la commercialiser font défaut. Les acteurs concertés recommandent donc que les investissements dans le numérique et les données massives soient soutenus par la création d'incitatifs financiers pour le développement d'outils communs par secteur.

Pistes d'action pour favoriser un mode de financement partenarial :

- Soutenir la formation et la recherche universitaire et collégiale (postes chercheurs-programmes de premier cycle et formation continue-bourses d'études) en définissant des cibles panquébécoises pour engager du personnel de recherche en sciences des données en bioalimentaire et une main-d'œuvre hautement qualifiée pour le secteur.
- Offrir un soutien technique partiellement subventionné par l'entremise d'équipes volantes et d'équipes ciblées.

6.2 AXE II ÉLABORER UN MODÈLE DE GOUVERNANCE COLLABORATIVE

Ce deuxième axe d'action vise à :

- Répondre aux problématiques de partage de données (objectif 4) ;
- Répondre au développement des infrastructures numériques (objectif 5).



Développer des processus de partage des données

Les enjeux relatifs au partage des données dans le secteur bioalimentaire sont complexes. Si la création de plateformes numériques de mutualisation des données est possible et voulue dans plusieurs systèmes de production alimentaire, elle devient plus complexe lorsque les entreprises sont hautement intégrées, comme on l'observe dans le secteur de la transformation alimentaire. En effet, il reste une partie précompétitive, particulièrement en recherche, mais les avis sont partagés sur ce qui peut être mis en commun entre concurrents du même secteur.

Outre les formalités administratives et réglementaires telles que le consentement au partage et les conditions d'utilisation des données, les problématiques en matière de cybersécurité, d'accès et de confidentialité ainsi qu'en ce qui concerne la valeur ajoutée générée par l'analyse des données mutualisées doivent être considérées. Par conséquent, les acteurs concertés préconisent de développer un processus de partage des données lorsque possible, sur les plans tant opérationnel que légal ou éthique.

Piste d'action pour développer des processus de partage de données :

- Définir la formule éthique pour une gouvernance responsable des modèles de partage des données numériques proposant un processus de consentement, d'accès et de partage établi avec les expertes et experts du secteur du bioalimentaire et mettre en place un soutien logistique et légal pour assurer une mise en application fluide.

OBJECTIF
5

Développer les infrastructures numériques

Considérant les défis d'allocations stratégiques et équitables en ressources ainsi que la complexité du développement des technologies, les acteurs concertés préconisent de développer, en amont, des infrastructures numériques et d'anticiper les défis liés à la gestion opérationnelle, légale et éthique des données.

Pistes d'action pour développer les infrastructures numériques :

- Travailler à standardiser les formats, la qualité, la nature et la structure des données (créer un comité par filière) en incluant des expertes et experts interdisciplinaires à des fins de consultation.
- Élaborer, ou adapter, des modèles de partage des données numériques (stockage, accès, sécurité, pérennité) applicables à différentes situations en engageant du personnel de recherche des milieux universitaire et industriel afin qu'il se penche sur les particularités du bioalimentaire.
- Planifier, en amont, l'arrimage entre les différentes parties prenantes en vue de maximiser le fonctionnement de toute la chaîne de valeur, soit de la ferme (ou de la mer) à l'assiette, pour soutenir les objectifs québécois de souveraineté et de sécurité alimentaires.
- Établir un encadrement légal qui soutient et protège le processus de valorisation. Des organismes comme l'Union des producteurs agricoles (UPA) ont une unité d'affaires légales pour protéger les intérêts des producteurs, mais leur action peut nécessiter une concertation/négociation internationale qui devient rapidement politique.



6.3 AXE III DÉVELOPPER ET ADAPTER DES TECHNOLOGIES RESPONSABLES

Ce troisième axe vise à garantir une utilisation adéquate des données « de la bonne façon et pour les bonnes raisons ». Effectivement, les relations de compétition existantes entre des entités indépendantes (p. ex. équipementiers) incitent les acteurs à poursuivre leurs intérêts en développant un modèle/algorithme à des fins privées. Il s'agit d'une réalité de l'écosystème numérique, mais certaines situations pourraient demander un arbitrage.

Actuellement, plusieurs solutions numériques ou d'IA existent sur le marché. Toutefois, elles ne sont pas encore adaptées au secteur bioalimentaire. Pour ce faire, les acteurs concertés préconisent de développer et d'adapter des outils d'IA permettant de traiter les données massives dans une perspective producteur-utilisateur responsable en créant une assistance technique, réglementaire et sociale adaptée à chaque filière.

Pistes d'action pour développer et adapter des technologies responsables :

- Démocratiser l'information en lien avec la révolution numérique et permettre à tous d'avoir accès à des informations selon son niveau de littératie numérique. Cette action n'est pas spécifique au bioalimentaire et devrait être menée en collaboration avec les autres secteurs.
- Privilégier les technologies au service de l'utilisateur : l'utilisateur doit être placé au centre du processus de valorisation des données afin que le producteur de données soit récompensé tout en permettant à la société de bénéficier des avancées réalisées.
- Travailler à mettre le producteur de données au centre du processus de valorisation afin que l'utilisateur des technologies perçoive un retour sur investissement tout en permettant à la société de bénéficier des avancées réalisées.
- Concevoir des modèles analytiques appuyés sur un soutien/incitatif financier pour valoriser les entreprises locales qui ont la capacité technique, mais des contraintes financières, de mettre au point des outils d'analyse de données et d'IA pour le secteur bioalimentaire.
- Identifier les besoins d'algorithmes particuliers. Il est important de cibler rapidement les besoins spécifiques par secteur, voire par filière, pour choisir les meilleures pistes de développement et d'implantation des processus numériques qui serviront ensuite à valoriser la donnée.
- Promouvoir une IA responsable et socialement durable par un accompagnement volontaire des partenaires publics/parapublics tels les universités, les centres collégiaux de transfert de technologie et autres structures de soutien afin de s'assurer des meilleures pratiques dans le développement des pratiques associées à l'IA.

6.4 Pistes d'action propres aux filières

- Pour chacune des quatre filières, les acteurs concertés ont dégagé une série de pistes d'action. Celles-ci sont reprises ci-dessous pour chacune des filières.

6.4.1 Pistes d'action pour la production animale

- Créer des plateformes de mutualisation de données par production pour la valorisation et la recherche précompétitive en utilisant les modèles laitier, bovin, porcin et avicole pour le développement.
- Créer ou associer un identifiant unique pour les animaux rendant possibles l'interopération et la traçabilité des données.

6.4.2 Pistes d'action pour la production végétale

- Normaliser (standardisation, calibration) les données numériques par sous-secteur.
- Considérer les aspects géoclimatiques et environnementaux dans la conception des SIA.

6.4.3 Pistes d'action pour la transformation alimentaire

- Intégrer, standardiser et réglementer les informations utiles au suivi des produits, avant et après la transformation, pour minimiser le gaspillage et la fraude alimentaires.
- Constituer des équipes/ressources pour les applications industrielles pré et post-compétitives.

6.4.4 Pistes d'action pour les pêches et l'aquaculture

- Soutenir les initiatives de numérisation des activités professionnelles (p. ex. le JOBEL) en coopération avec des entreprises et associations locales.
- Inclure les aspects spécifiques à la géographie (étendue, densité, territoire), à l'écologie (complexité des systèmes ouverts), à la culture (saisie à la main, techniques traditionnelles) et à la diversité des intérêts « autour de la table » (couverture représentative des dynamiques écologiques) malgré la complexité des écosystèmes (système ouvert).

BIBLIOGRAPHIE

COMITÉ SECTORIEL DE MAIN-D'ŒUVRE EN TRANSFORMATION ALIMENTAIRE, (2021), Au cœur des défis de l'industrie de la transformation alimentaire d'ici, in *Comité sectoriel de main-d'œuvre en transformation alimentaire*, <https://www.csmota.qc.ca/fr/> [en ligne].

CLOUTIER, J., ROY, M.-C., (2020), COVID-19 et les changements dans les pratiques alimentaires des ménages, CIRANO, Montréal, perspectives COVID-19, 18 p.

COMMISSION EUROPÉENNE, (2020), *Livre blanc sur l'intelligence artificielle. Une approche européenne axée sur l'excellence et la confiance*, Commission européenne, Bruxelles, 31 p.

FREY, C. B., OSBORNE, M. A., (2017), The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?, *Technological forecasting and social change*, vol.114, p. 254-280.

GOUVERNEMENT DU CANADA, (2021), Directive sur la prise de décision automatisée, in *Gouvernement du Canada*, <https://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-fra.aspx?id=32592§ion=html> [en ligne].

ROYER, A., DE MARCELLIS-WARIN, N., PEIGNIER I., WARIN, T., PANOT, M., MONDIN, C., (2020), Les enjeux du numérique dans le secteur agricole - Défis et opportunités -, CIRANO, Montréal, rapport de projet 2020RP-12, 200 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION, (2013), *Politique de souveraineté alimentaire*, Gouvernement du Québec, Québec, 52 p.

-, (2019), *Entreprendre un projet d'aquaculture en eau douce au Québec*, Gouvernement du Québec, Québec, 36 p.

-, (2021a), Agriculture, in *ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation*, <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/md/statistiques/production/pages/production.aspx> [en ligne].

-, (2021b), Transformation bioalimentaire, in *ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation*, <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/md/statistiques/Pages/transformation.aspx> [en ligne].

-, (2021c), Aquaculture, in *ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation*, <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Peche/aquaculture/Pages/Aquaculture.aspx> [en ligne].

ROUSSEAU, H.-P., (2020), La durabilité, la traçabilité et la pérennité du secteur agroalimentaire québécois passent par l'accélération de la numérisation, CIRANO, Montréal, rapport de recherche, 76p.

-, (2021), La souveraineté numérique en agroalimentaire au Canada et au Québec, CIRANO, Montréal, perspectives COVID-19, 7 p.

LES ÉLEVEURS DE PORCS DU QUÉBEC, (2021), Les retombées économiques, in *Les éleveurs de porcs du Québec*, <https://www.leseleveursdeporcsduquebec.com/31-8-economie-du-porc-les-retombees-economiques.html> [en ligne].

STATISTIQUE CANADA, (2021), Production animale. Indicateurs clés, in *Statistique Canada*, https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/sujets/agriculture_et_alimentation/production_animale [en ligne].

WIRTZ, B. W., WEYERER, J. C., GEYER, C., (2019), Artificial intelligence and the public sector—applications and challenges, *International Journal of Public Administration*, vol. 42, n.7, p. 596-615.