

Espace 4.0

Les données spatiales et la commercialisation de leurs applications

Un rapport du Comité Espace 4.0, un groupe d'experts regroupés par Numana

Mai 2022





À propos de Numana

Numana est un catalyseur d'écosystèmes technologiques. Avec ses partenaires, l'organisation réunit les gens qui innovent afin de créer plus de valeurs, pour l'industrie des technologies, et pour tout le Québec. Anciennement connu sous le nom de TechnoMontréal, Numana contribue à la vitalité économique et sociale en réunissant les intervenants des secteurs privé, institutionnel et public des technologies autour d'objectifs communs et d'actions concertées. Parmi ses projets et initiatives, Numana se démarque par son *think tank*, qui a pour objectifs d'analyser et identifier des technologies émergentes, en évaluer les impacts et œuvrer auprès de l'industrie pour en faciliter l'adoption et la compréhension.



Table des matières

1. À propos du comité	4
2. Sommaire exécutif	8
3. Première partie : Contexte	16
3.1 L'Espace 4.0 en bref	17
3.2 Les secteurs d'applications	23
3.3 Le secteur spatial et la chaîne de valeur des données	29
Des exemples de projets inspirants d'ici et d'ailleurs	34
Le secteur spatial au Québec	38
4. Deuxième partie : Axes d'intervention	42
4.1 Axe 1 : Les données spatiales comme catalyseur d'innovation supporté par l'intelligence artificielle et la science des données	44
4.2 Axe 2 : Favoriser le développement d'applications et la commercialisation par le biais de l'entrepreneuriat numérique et de la création de ponts entre les intervenants	52
4.3 Axe 3 : Agir de façon exemplaire : Le Québec comme premier client des innovations d'ici, pour son territoire et une économie plus compétitive, plus durable et plus résiliente.	61
5. Conclusion : Un appel à l'action	69
Annexes	72



1. À propos du comité



À propos du Comité Espace 4.0

Depuis quelques années, une vague d'innovations technologiques importantes a fait place à une nouvelle ère spatiale qui ouvre de nouveaux marchés, particulièrement pour l'économie numérique. Créé par Numana, le comité Espace 4.0 a pour mandat de se pencher sur les opportunités commerciales liées à cette nouvelle ère spatiale, tout particulièrement en termes d'utilisation des données spatiales.

Le comité est composé de représentants de PME, de grandes entreprises ainsi que des milieux public et universitaire. À travers plusieurs tables de discussions, le comité a élaboré un rapport proposant des actions concrètes qui favoriseront l'essor de l'écosystème technologique du Québec et son positionnement dans ce secteur économique innovant et en forte croissance.



Portée du présent rapport

Fort de ses talents de renommée mondiale dans le secteur spatial et dans le secteur des technologies de l'information et des communications, notamment en intelligence artificielle, le Québec a des bases solides pour tirer profit de la nouvelle industrie qui se développe autour de l'exploitation des données spatiales.

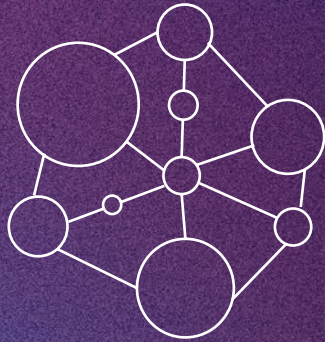
Parmi les tendances stratégiques identifiées par le comité, on note la forte croissance des types et du volume de données d'observation de la terre et de son orbite en provenance de l'espace, ainsi que leur potentiel de commercialisation grandissant.

Le comité a donc concentré ses travaux sur la valorisation des données une fois qu'elles ont été captées par les satellites et sur les opportunités qu'elles présentent pour l'économie du Québec, son écosystème d'entreprises et de talents de l'économie numérique. En conséquence, la démarche ne vise pas à étudier le développement de capteurs, ni leur lancement dans l'espace, mais plutôt le potentiel des vastes quantités de données qui sont générées par les satellites d'observation de la terre et de son orbite.

Le présent rapport traduit l'expérience des membres du comité dans ce secteur d'activités. Il nomme des opportunités pour le Québec et présente des recommandations et actions concrètes qui pourraient être mises en application par le gouvernement du Québec.

Objectifs du rapport

La démarche vise à présenter :



Un état des lieux concernant la collecte de données géospatiales par voie satellitaire



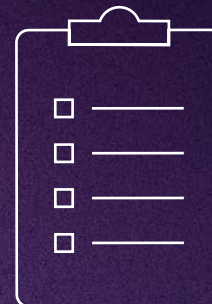
Des opportunités pour le Québec



Un aperçu des applications pour ses données (présentes et futures)



Des exemples de projets inspirants (ici et ailleurs)

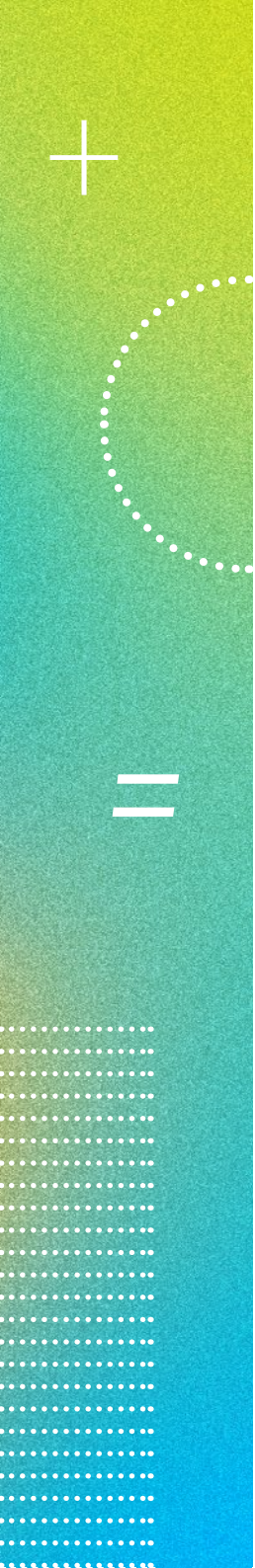


Des actions prioritaires et porteuses pour le Québec

2. Sommaire exécutif

+

=



Les données spatiales et la commercialisation de leurs applications représentent un vecteur de développement économique stratégique pour le Québec, une opportunité économique que le Québec doit saisir rapidement.

Le Québec est déjà un carrefour d'innovation pour les secteurs de l'aérospatial, de la haute technologie et de l'intelligence artificielle (IA). Elle se positionne déjà comme un leader dans ces secteurs de pointe qui offrent tous du potentiel en vue d'une meilleure exploitation des données spatiales. Des technologies innovantes au service de la santé et du bien-être des populations sont déjà développées au Québec. Des recherches sont en cours pour mieux préserver l'environnement et diminuer notre empreinte écologique.

Une approche délibérée du gouvernement du Québec visant la filière des données spatiales et de leurs applications pourrait permettre à l'écosystème de l'entrepreneuriat numérique, de la recherche et de l'innovation de se saisir du plein potentiel de ces données tout en favorisant la commercialisation d'applications innovantes pouvant être exportées à l'échelle mondiale et qui ont le potentiel de répondre à des enjeux importants,

telle que la lutte et l'adaptation aux changements climatiques. Étant donné le point de vue unique des données spatiales, ces applications sont des outils de plus en plus importants pour mesurer la performance environnementale des entreprises, notamment via des produits supportant le suivi et l'intelligence environnementale, sociale et de gouvernance (ESG).

À l'heure où l'économie de l'Espace 4.0 est en pleine effervescence partout sur la planète, le Québec dispose de tous les atouts pour prendre un rôle de premier plan dans ce nouveau secteur économique.

Les (méga)données spatiales d'observation de la terre et de son orbite sont une matière première sur laquelle appliquer et développer les forces existantes du Québec afin d'en faire un vecteur de développement économique important.

En lien avec les tendances actuellement observées dans le secteur spatial (commercialisation de l'Espace, boom d'investissement du secteur privé, nombre de données récoltées, etc.), différentes opportunités sont identifiées pour le Québec.



Ici, il ne s'agit plus de parler d'exploration de l'Es-pace. Il s'agit plutôt de miser sur le développe-ment de produits et services et sur leur commer-cialisation. Il s'agit de propulser l'entrepreneuriat et les innovations numériques, qui, à partir de l'utilisation des données spatiales, offriront des solutions concrètes à des enjeux sociaux, en par-ticulier la lutte aux changements climatiques, et deviendront alors vecteurs du développement économique du Québec.

Le Québec doit saisir ces opportunités. Il s'agit maintenant de mieux structurer une filière dans l'écosystème déjà très riche d'acteurs (entreprises, centres de recherche universitaires, organismes pour le transfert technologique et la commercia-lisation, services gouvernementaux provinciaux) afin de « faire de la province un leader mondial des technologies d'acquisition et de traitement des données d'observation de la Terre » (Bernier et Badard, 2020).

C'est en tenant compte du contexte actuel et des opportunités à saisir que le comité a établi trois axes d'interventions prioritaires pour le Québec ainsi que des pistes d'action.



1- Promouvoir l'utilisation des données spatiales comme catalyseur d'innovation supporté par l'intelligence artificielle et la science des données

Compte tenu de l'expertise en intelligence artificielle et en observation de la Terre dont dispose déjà le Québec ;

Compte tenu des investissements publics déjà consentis dans ces domaines de pointe ;

Compte tenu de la demande accrue pour ces données afin d'en dériver de l'intelligence d'affaires, des applications numériques de toutes sortes et développer des solutions visant à soutenir le bien-être des populations.

Il est recommandé de :

- Reconnaître la donnée spatiale et ses applications comme vecteur stratégique de développement économique ;
- Promouvoir le développement de produits et d'applications numériques en lien avec les données spatiales ;
- Mettre en place une vitrine technologique pour communiquer le potentiel des applications faisant l'adéquation entre la science des données, notamment l'IA, et les données d'observation de la Terre (OT).

2- Favoriser le développement d'applications et la commercialisation par le biais de l'entrepreneuriat numérique et de la création de ponts entre les intervenants

Étant donné que le secteur privé devient prépondérant comme acteur de l'économie spatiale ;

Étant donné que la numérisation de l'économie soutient une forte demande pour des produits de toute sorte s'appuyant sur les données ;

Étant donné qu'il devient plus nécessaire que jamais de favoriser les collaborations intersectorielle et interdisciplinaire afin de permettre aux acteurs de l'écosystème numérique de joindre leurs différentes expertises pour développer et commercialiser des produits innovants.

Il est recommandé de :

- Augmenter les occasions de rapprochement interdisciplinaire entre les intervenants de la chaîne de valeur des données d'observation de la Terre et les utilisateurs potentiels ;
- Développer des incitatifs pour encourager et faciliter la collaboration entre les intervenants (chercheurs, entrepreneurs, entreprises, utilisateurs, clients, etc.) ;
- Mettre sur pied un programme de mentorat pour les jeunes entrepreneurs (accompagnement et soutien aux entreprises) ;
- Soutenir l'accès aux données spatiales (gouvernementale et commerciale) pour les entrepreneurs et les chercheurs visant le développement et la commercialisation d'applications ;
- Mettre à disposition des infrastructures partagées pour faciliter l'accès et augmenter les occasions et possibilités de collaboration.



3- Agir de façon exemplaire : Le Québec comme premier client des innovations d'ici, pour son territoire et une économie plus compétitive, plus durable et plus résiliente

Étant donné que le gouvernement priorise la lutte et la résilience aux changements climatiques ainsi que le développement durable ;

Compte tenu du point de vue unique de l'espace et des données d'OT pour analyser et suivre l'évolution du territoire du Québec et mesurer des critères ESG ;

Étant donné que le gouvernement peut jouer un rôle afin de stimuler le développement économique de nouveaux secteurs d'activités et favoriser la concertation interdisciplinaire ;

Étant donné que le gouvernement pourrait lui-même bénéficier de l'émergence et de la vitalité de nouveaux produits innovants afin de mieux gérer son territoire et anticiper les enjeux climatiques.



Il est recommandé de :

- Mettre en place un lieu de convergence gouvernemental, académique, scientifique et industriel, de type laboratoire d'innovation ouverte afin d'assurer une cohésion entre les différents acteurs de l'écosystème, et qui permettrait de donner de la visibilité à des activités de sensibilisation et de diffusion auprès du public ;
- Instaurer des concours de type « pitch days » où le gouvernement propose des défis (problèmes) aux innovateurs pour susciter l'émergence de solutions innovantes en lien avec les données d'OT sous un processus léger et rapide qui mène à un premier contrat avec le gouvernement pour développer un produit (le gouvernement comme premier client de l'innovation d'ici, pour les besoins d'ici) ;
- En concertation avec l'écosystème d'innovation Espace 4.0, évaluer quelques défis que le gouvernement pourrait proposer aux innovateurs en préparation de concours de type « pitch days ».

L'industrie de l'Espace 4.0 connaît une croissance fulgurante en ce moment et nous ne connaissons pas encore toutes les possibilités qui pourraient en émerger. Il importe de s'intéresser dès maintenant à son potentiel au risque de passer à côté d'opportunités de valorisation de l'expertise québécoise et de voir des acteurs externes au Québec la valoriser et en capter la valeur ajoutée au bénéfice de leur compétitivité économique.

Par une attention spécifique à la filière des applications basées sur les données spatiales, le Québec renforcerait le dynamisme tout au long de cette chaîne de valeur – de la donnée à l'application – devenant ainsi plus attractif pour les innovateurs et entrepreneurs numériques, et renforçant du même coup sa capacité à retenir ses talents, à commercialiser ses innovations et à conserver la création de richesse ici, au Québec.

Avec la publication de ce rapport, le comité complète un premier cycle de rencontres, de discussions et d'analyses. Nous sommes maintenant disposés à réfléchir avec les instances publiques à la mise en place de certaines des recommandations énoncées dans ce rapport.



Par ailleurs, ce rapport s'inscrit dans la tendance plus large voulant que l'Espace 4.0 revendique son plein statut comme secteur innovant. Alors que le secteur spatial a historiquement été inclus dans la même catégorie que l'aéronautique (aérospatial), la croissance sans précédent de l'économie spatiale mondiale et de ses applications à travers tous les secteurs économiques force une analyse découplée de ces deux secteurs ainsi que la création de stratégie économique dédiée puisque les deux secteurs arborent des réalités et des champs d'activités bien différents.

À ce sujet, le comité note au passage la création récente d'une nouvelle organisation appelée Espace Canada qui regroupe le secteur spatial canadien et dont plusieurs entreprises québécoises, ou qui ont une forte présence au Québec, sont parmi les co-fondatrices : GHGSat, NorthStar Ciel et Terre, MDA et SpaceBridge.

Certaines de ces entreprises sont représentées dans le comité Espace 4.0.



.....
.....
.....
.....

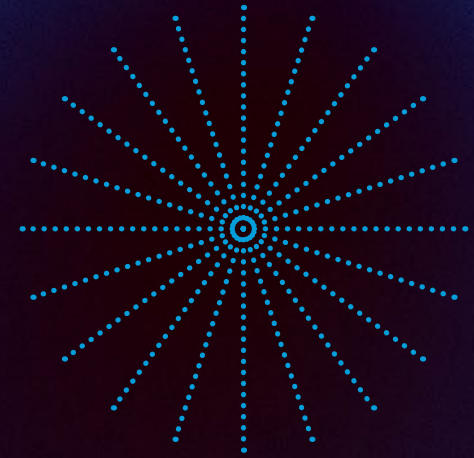
3. Première partie : *Contexte*

.....
.....
.....
.....



3.1 L'Espace 4.0 en bref

L'Espace était autrefois considéré comme un lieu mythique, pratiquement inatteignable et réservé à des entités gouvernementales, comme la NASA et l'Agence spatiale canadienne. Depuis quelques années, nous assistons à une commercialisation rapide de l'Espace qui se traduit par une augmentation exponentielle du nombre de satellites lancés en orbite par des entrepreneurs et de grandes entreprises. Cela s'explique par des innovations technologiques importantes (miniaturisation des composants électroniques) et de nouveaux modèles d'affaires (diminution des coûts de lancement, mégaconstellations) qui rendent l'Espace plus accessible que jamais. À titre d'exemple, mentionnons les fusées de SpaceX d'Elon Musk qui ont fait drastiquement baisser les coûts de lancement.





Cette commercialisation de l'Espace a permis l'émergence d'un nouveau secteur économique, communément appelé Espace 4.0 (*New Space*, en anglais). Une croissance fulgurante est d'ailleurs prévue pour ce secteur. La société Morgan Stanley prévoit que dans les 20 prochaines années, l'économie spatiale mondiale sera trois fois plus grande : sa valeur passera de 350 milliards de dollars américains en 2017 à 1 100 milliards de dollars américains en 2040 (Agence spatiale canadienne, 2019).

La firme Euroconsult prévoit que 990 satellites seront lancés en orbite en moyenne chaque année pendant la prochaine décennie, comparativement à 230 par année en moyenne lors des dix dernières années (Euroconsult, 2020). Cette augmentation du nombre de capteurs en orbite viendra soutenir une offre pour le marché des données d'observation de la terre (OT). Ce marché devrait d'ailleurs presque doubler au cours des dix prochaines années, passant de 4,6 à 8 milliards de dollars d'ici 2029, toujours selon Euroconsult.

2019-2028 - Les tendances de l'industrie satellitaire

Selon Euroconsult

Satellites qui seront construits et lancés dans l'espace d'ici 2028 (22e édition)

67% des futurs satellites feront partie de **constellations commerciales**

2009-2018

71 %

29 %

2019-2028

33%

67%

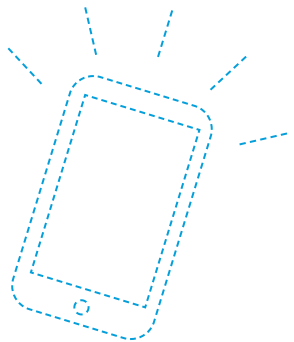
 Satellite seul
Satellite dans une constellation

990 satellites seront lancés à chaque année dans l'espace d'ici 2028 (en moyenne)

x4,3 Croissance du nombre de satellites dans la dernière décennie (mais seulement x1,7 en masse)

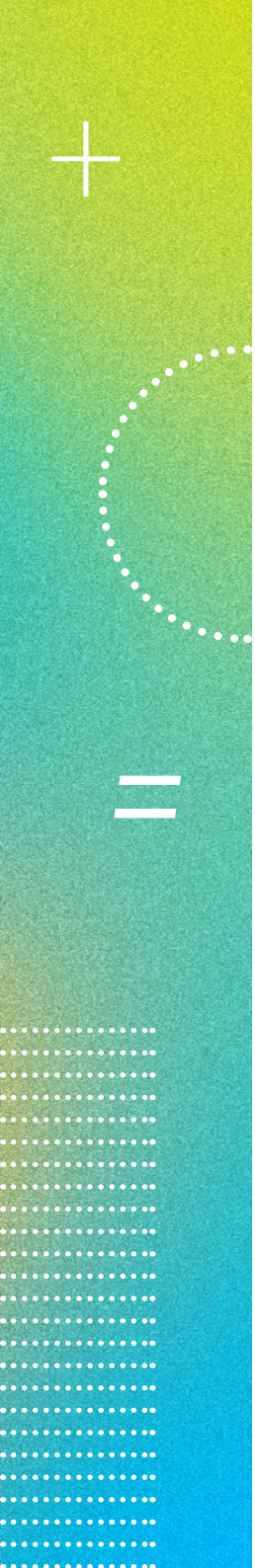
20 Projets de constellations d'**observation de la Terre** comptant plus de 10 satellites

20 pays lanceront leur tout premier satellite d'ici 2028



La plus grande utilisation en termes de nombre de satellites est faite par les **télécommunications** (4 842 unités représentant 2 300 tonnes)

3/4 de la **valeur du secteur** sera généré par la **fabrication de satellite** (1/4 par les lancements)



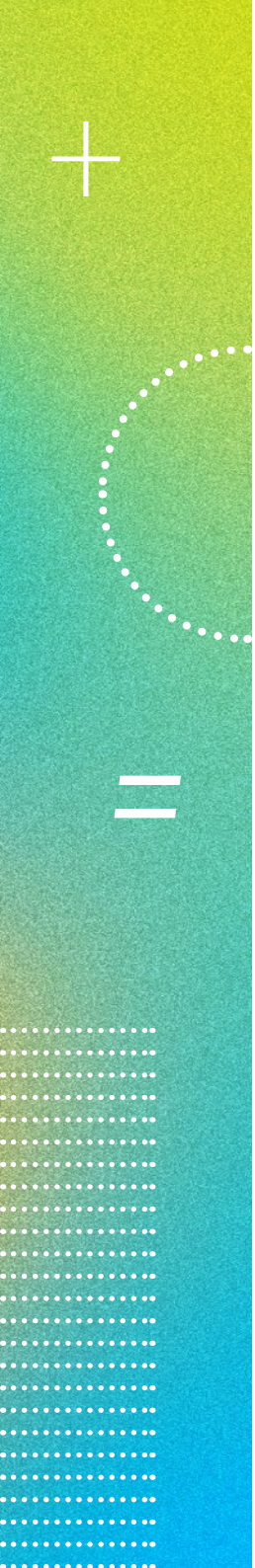
Bref, **l'industrie de l'Espace 4.0 est maintenant identifiée comme l'une des plus prometteuses pour l'économie mondiale.** L'Union européenne fait déjà de l'exploitation des données spatiales un élément clé de sa nouvelle stratégie spatiale (Conseil de l'Union européenne, 2021). Le Canada vise à conserver sa place à titre de pôle mondial pour la collecte de données spatiales (Agence spatiale canadienne, 2019).

En janvier 2022, l'Agence spatiale canadienne, Environnement et Changement climatique Canada et Ressources naturelles Canada ont d'ailleurs annoncé la publication d'*ingénieux, résilient, prêt : Stratégie canadienne de l'observation de la Terre par satellite*, une nouvelle stratégie qui « présente comment le Canada profitera du point d'observation unique qu'offre l'espace pour lutter contre le changement climatique et résoudre d'autres problèmes importants de notre époque » (Agence spatiale canadienne, 2022).

Concrètement, les satellites captent quotidiennement des données sur tout ce qui concerne la Terre, son atmosphère et son environnement orbital.

Un suivi en temps quasi réel de l'ensemble de la surface planétaire étant maintenant possible. L'évolution de la qualité et de la quantité de ces données permet le développement de connaissances de plus en plus approfondies sur différents sujets ; les changements climatiques en premier lieu. L'accès à ces données satellitaires offre un cadre d'analyse unique et des avantages importants par rapport aux données collectées localement : la capacité de collecter des ensembles de données à grande échelle, renouvelée constamment et avec un point de vue unique sur le monde.

Les avancées sans précédent dans le domaine de la télédétection (capteurs, satellites) ainsi que dans les domaines connexes de l'informatique et des technologies de l'information et de la communication (informatique, données massives, IA, etc.) ouvrent de nouvelles avenues et opportunités. En combinant les technologies et en les arrimant à des défis et besoins sociétaux, souvent jusqu'ici insoupçonnés par les futurs utilisateurs, les écosystèmes se consolideront et des applications concrètes émergeront.



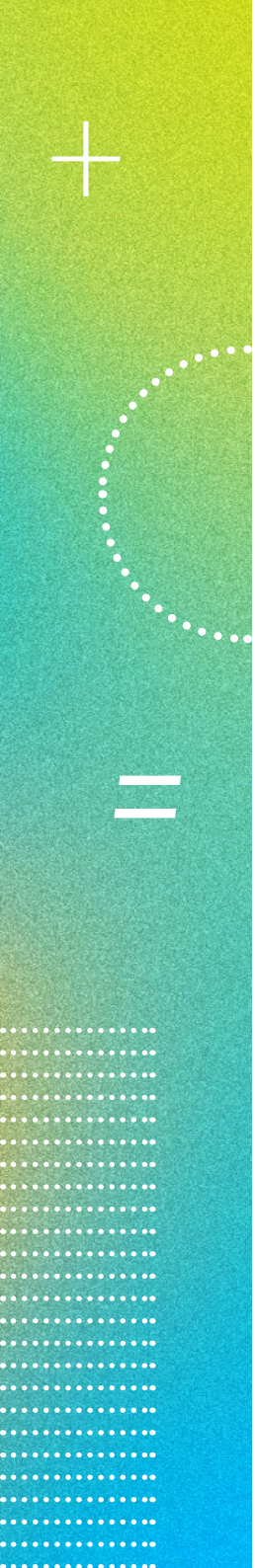
Ainsi, si les données spatiales sont rendues disponibles à un plus grand nombre d'organisations, elles pourront être utilisées pour une très grande variété d'applications et de services commerciaux, y compris dans des domaines jusqu'ici réservés aux acteurs gouvernementaux, tels que la recherche scientifique ou l'exploration spatiale (Decourt, 2021).

À l'ère du numérique et de l'intelligence artificielle, l'Espace 4.0 bénéficie des progrès technologiques réalisés et le potentiel d'exploitation de ces données est immense. Tout comme les données massives générées et recueillies à partir du sol (aéronautique, drone, données terrestres, etc.), les données spatiales (observation de la Terre, météorologie, télécommunication, etc.) sont une matière première entrant dans la conception de produits et services à forte valeur ajoutée et facilement exportables. C'est d'ailleurs la combinaison et le croisement de ces données qui sera le plus porteur de valeur.

Il suffit de penser à la surveillance des territoires pour mieux gérer les ressources et l'environnement : agriculture, urbanisme, foresterie, optimisation des routes de navigation des navires

commerciaux ou à l'intervention en cas de catastrophes naturelles (inondations, feux de forêt, etc.). D'ailleurs, les prévisions météorologiques, les télécommunications et un nombre grandissant d'objets connectés sont déjà dépendants de l'économie spatiale. Dans tous ces cas, les combinaisons et croisements de données terrestres et spatiales permettront d'aller encore plus loin dans la recherche de solutions et d'applications concrètes.

Des entreprises québécoises se démarquent déjà dans le secteur. Il suffit de penser à GHGSat qui a reçu 20 millions de dollars du gouvernement canadien pour la mesure encore plus précise des émissions de méthane (Agence spatiale canadienne, 2022) et à Lux Aerobot qui a développé une technologie qui permet de lancer des ballons à haute altitude pour surveiller et à aider à combattre les incendies de forêt, et qui a reçu un financement du nouveau programme utiliTerre (Gouvernement du Canada, 2022) qui vise le développement d'applications concrètes en lien avec l'observation de la Terre. C'est aussi le cas de Geosapiens, une entreprise de Québec spécialisée en évaluation des risques d'inondation (Lajoie, 2022).



Ou encore à NorthStar Ciel et Terre qui développe un prototype de système d'observation de la Terre pour la surveillance des environnements côtiers et maritimes visant notamment la détection de la pollution maritime, le suivi de l'état des glaces et les écosystèmes côtiers qui sont directement touchés par les changements climatiques (NorthStar, 2021).

Dans ce contexte, le Québec doit saisir les opportunités émergentes pour jouer un rôle de premier plan dans ce nouveau secteur économique. La collecte et l'exploitation de données géospaciales, ainsi que le développement d'applications concrètes en lien avec celles-ci deviennent un vecteur de développement pour une économie plus compétitive et plus durable. « **Le transfert technologique et la commercialisation contribuent au développement socio-économique et favorisent l'innovation dans différents secteurs d'activités** » (OCDE, 2019).

« Le Québec dispose déjà d'un écosystème riche d'acteurs (entreprises, centres de recherche universitaires, organismes pour le transfert technologique et la commercialisation, services gouvernementaux provinciaux) répartis entre les deux grands pôles de Montréal et Québec ». Cependant, jusqu'à maintenant, les initiatives mises en place se sont avérées éparses, sans véritable fil conducteur ou de stratégie concertée. Il s'agit donc de structurer une filière dans l'écosystème afin d'accroître son rayonnement et « faire de la province un leader mondial des technologies d'acquisition et de traitement des données d'observation de la Terre » (Bernier et Badard, 2020). Ainsi, il sera possible de venir répondre à des problèmes concrets.

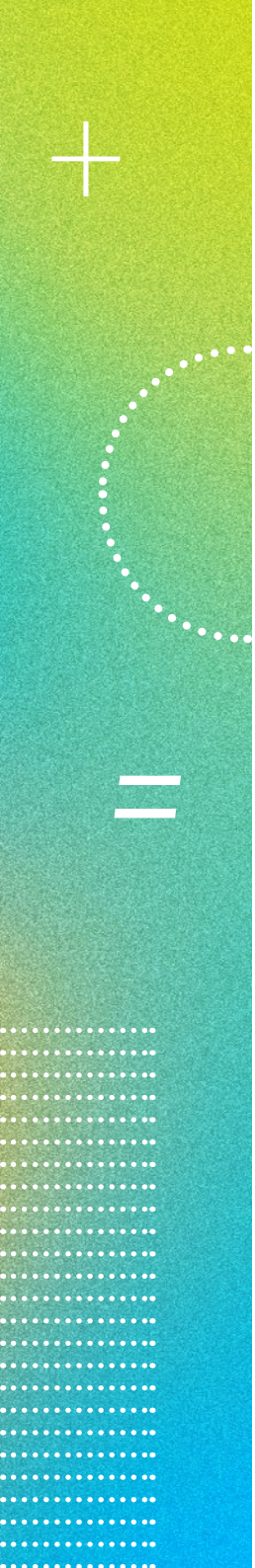
3.2 Les secteurs d'applications

L'industrie de l'observation de la Terre et de l'Espace n'est pas nouvelle en elle-même ; elle est même considérée comme étant assez mature (Bernier et Badard, 2020). Comme mentionné précédemment, elle est actuellement en croissance fulgurante. Ainsi, le nombre d'entreprises déclarant des activités d'observation de la Terre en Europe et au Canada a doublé de 2008 à 2016, passant de 250 à 500 (OCDE, 2019).



De même, plus de 2 600 satellites opérationnels se trouvent actuellement dans l'Espace et leur nombre continuera de croître rapidement dans les prochaines années. Tellement que la pollution par les débris spatiaux devient un enjeu (Bonnal, 2016). Dans un environnement spatial où les débris étaient déjà un problème, la forte croissance du nombre de satellites créer maintenant un réel besoin gérer le trafic spatial d'une manière plus durable. Là encore, le Québec tire déjà son épingle du jeu ; NorthStar Ciel et Terre, basé à Montréal, développe le premier système commercial basée dans l'espace pouvant fournir l'information nécessaire à l'amélioration de la gestion du trafic dans l'espace, à éviter les collisions, et ainsi supporter le développement durable de l'économie spatiale.

Les données captées par les satellites vont au-delà des images et les technologies spatiales peuvent révéler des informations jusqu'alors inaccessibles. Néanmoins, la demande pour des images de plus en plus précises est déjà présente (Agence spatiale canadienne, 2018). Les satellites d'observation de la Terre fournissent donc des données précieuses. Ils jouent un rôle indispensable dans les activités humaines et le développement, dans des domaines tels que les prévisions météorologiques, la navigation, les communications, les systèmes bancaires, l'urbanisme et les secours en cas de catastrophe (Gouvernement du Canada, 2021). Ils sont utilisés pour suivre et surveiller des nombreux types d'aléas naturels (United Nation, s.d).



Parmi les domaines d'applications, ajoutons le suivi des changements climatiques et de leurs impacts, la surveillance de la qualité de l'air et la mesure de la pollution, la surveillance maritime et des infrastructures (pipelines entre autres), la gestion des catastrophes et le support aux interventions d'urgence, la surveillance des écosystèmes, le suivi des cultures écoresponsables et leur traçabilité, la navigation autonome, la détection de fraude dans le domaine de l'agriculture (Bernier et Badard, 2020).

L'Espace est d'ailleurs la source #1 de données pour lutter et s'adapter aux changements climatiques. Parmi les 50 variables climatiques essentielles (Organisation météorologique mondiale, 2011) qui servent à surveiller les changements climatiques, 26 sont observables de façon efficace uniquement depuis l'Espace (Agence spatiale canadienne, 2019). C'est notamment le cas de la hausse des températures, des émissions de gaz à effet de serre et du niveau des océans (Vie publique, s.d.). À l'heure où la lutte aux changements climatiques s'accélère, il devient primordial de s'intéresser à ces données et de les traiter pour leur donner un sens, afin qu'elles contribuent à orienter de futures solutions.

Au Québec, on note déjà la présence d'écosystèmes très riches dans des domaines d'applications majeurs des données spatiales : la santé (ex. CHUM et certains hôpitaux avec de fortes compétences d'innovation), la mobilité intégrée (ex. développement de systèmes de type *mobility as a service* pour améliorer le suivi des conditions routières, du déneigement, ou du transport des personnes) et la gestion du territoire, de la faune et de la flore (ex. cartographie des inondations, surveillance des mammifères marins). Un travail non négligeable se concrétise également dans le Nord du Québec avec les communautés autochtones.

Par ailleurs, le très vaste territoire québécois suppose le contrôle des terres agricoles et de la qualité de l'eau, ainsi que de la prévention contre les catastrophes naturelles. L'utilisation de la donnée spatiale pourrait s'avérer déterminante à ce sujet.

En 2012, l'Agence spatiale canadienne a défini neuf secteurs d'avantages sociétaux pour l'utilisation de l'espace en observation de la Terre. Nous suggérons des utilisations par secteur.



Gestion des catastrophes

- Appui aux activités de surveillance des crues et d'intervention en cas d'inondation
- Détection de déversements illégaux d'hydrocarbures dans les eaux côtières canadiennes
- Surveillance et signalement des feux de forêt à l'échelle nationale
- Évaluation et atténuation des géorisques sur les sites actifs
- Cartographie rapide des répercussions des ouragans



Santé

- Évaluation des risques de contamination microbienne des eaux utilisées à des fins récréatives



Énergie et exploitation minière

- Surveillance des zones instables



Climat

- Surveillance des changements dans la cryosphère

Eau

- Renforcement de la surveillance maritime et détection de navires
- Prospection des eaux souterraines et gestion des ressources
- Navigation sécuritaire dans les eaux glacées du Canada
- Surveillance des algues nuisibles dans les eaux canadiennes



Prévisions météorologiques

- Zones côtières canadiennes : Amélioration des prévisions météo



Écosystèmes

- Suivi des impacts des changements climatiques et des écosystèmes sensibles
- Gestion des écosystèmes assistée depuis l'espace



Agriculture

- Agriculture de précision, analyse des sols et détection de stress environnementaux
- Appui à l'agriculture durable



Biodiversité



- Amélioration de la gestion de la faune et application des lois

3.3 Le secteur spatial et la chaîne de valeur des données

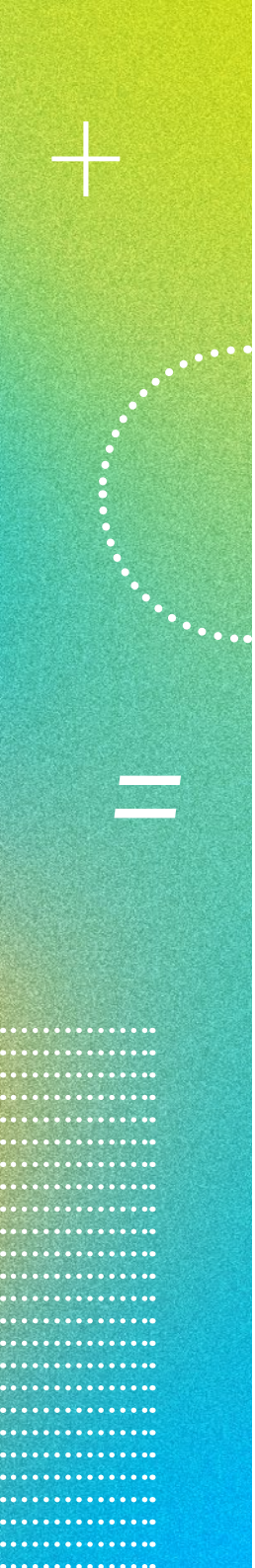
De façon générale, la chaîne de valeur de l'observation de la Terre est divisée entre activités en amont et activités en aval. Les activités en amont regroupent les activités de recherche, de génie et de services d'experts-conseils de même que la fabrication (composantes terrestre et spatiale). Les activités en aval, qui regroupent l'exploitation de satellites, la fabrication de produits (p. ex. terminaux), la conception de logiciels et la prestation de services (p. ex. diffusion) (Agence spatiale canadienne, 2012).

La chaîne de valeur de l'observation de la Terre depuis l'espace, des catalyseurs (besoins) aux utilisateurs finaux

Chaîne de valeur de l'observation de la Terre depuis l'espace

Facteurs	En amont	Étape intermédiaire	En aval	Utilisateurs finaux
<p>Priorités gouvernementales</p> <p>Mandats de chacun des ministères et organismes</p> <p>L'analyse scientifique et la R&D étaye toute la chaîne de valeur</p>	 <p>Infrastructure spatiale</p> <p>Partenariats internationaux d'accès aux données</p>	 <p>Réception des données par le segment sol</p> <p>Stockage de données, prétraitement, catalogage et archivage</p>	<p>Analytique des données massives</p> <p>Services de plateforme</p> <p>Applications, produits et services, diffusion</p>	<p>Gouvernement</p> <p>Milieu universitaire</p> <p>Industrie</p> <p>Grand public</p>
Besoins en matières de données	Saisie des données	Traitement de données	Exploitation de données	Utilisation de données

Source : Agence spatiale canadienne, 2020



Au Québec, on note la présence d'une industrie spatiale (K2, GHSAT, Telesat, NorthStar, MDA, etc.), d'une grande organisation spatiale (Agence spatiale canadienne), de même qu'une industrie aéronautique très développée (Bombardier, Bell Textron, CAE, Pratt & Whitney, etc.). Dans l'écosystème aérospatial, le Québec bénéficie donc d'avantages compétitifs dans la partie amont qui est susceptible de saisir et de fournir des données spatiales.

Dans la partie aval de la chaîne de valeur (traitement et applications des données), **le Québec peut compter sur des compétences reconnues dans le domaine de la science des données, notamment en IA et en traitement des données massives, ainsi qu'en entrepreneuriat numérique.**

D'ailleurs, Aéro Montréal, la grappe sectorielle de l'aérospatiale de Montréal, a débuté une cartographie de secteur spatial québécois et en présentera

prochainement le constat.

Le comité salue cette initiative qui dégagera sans doute des tendances fortes intéressantes et connexes au présent rapport.

Même si l'aéronautique et le spatial ont beaucoup en commun et ont historiquement été analysé sous la catégorie plus large de l'aérospatiale, la croissance sans précédent de l'économie spatiale mondiale et ses applications à travers tous les secteurs économiques force une analyse découplée de ces deux secteurs qui arbore des réalités et des champs d'activités bien différents. Ce découplage de l'aéronautique et du spatial s'est d'ailleurs traduit dernièrement par la formation Espace Canada d'une association industrielle dédiée au secteur spatial canadien afin d'offrir une voix unique pour ce secteur stratégies économiques dédiées à ce secteur.

La chaîne de valeur des données

Étapes	Définitions	Acteurs présents à cette étape
1- Acquisition des données	<p>La collecte des données</p> <p>Concevoir et construire des satellites canadiens pour acquérir les données dont nous avons besoin.</p> <p>Mettre au point des capteurs à embarquer sur des missions satellitaires de partenaires étrangers.</p> <p>Obtenir des données de partenaires commerciaux et étrangers.</p>	<p>Gouvernements</p> <p>Concepteurs et constructeurs de satellites</p> <p>Fabricants de capteurs</p>
2- Transmission et traitement des données	<p>Les infrastructures numériques et la science des données</p> <p>Télécharger les données des satellites dans les stations terrestres.</p> <p>Recueillir des données gouvernementales ouvertes de partenaires fiables.</p> <p>Prétraiter et archiver les données pour les rendre repérables et accessibles</p>	<p>Gouvernements</p> <p>Opérateur de satellites de télécommunications</p> <p>Partenaires technologiques d'hébergement de données (privées, publiques, réseau de la recherche)</p> <p>Entreprise de traitement des données (gestion, manipulation et transformation)</p>
3- Diffusion des données	<p>L'accès aux données</p> <p>Concevoir et mettre en œuvre une infrastructure partagée pour accéder aux données en continu et à distance.</p> <p>Structurer les grands volumes de données pour les rendre prêts à l'analyse.</p> <p>Publier des données dans des portails conviviaux</p>	<p>Gouvernements</p> <p>Fournisseurs de jeux de données ouvertes</p> <p>Partenaires technologiques d'infrastructures partagées</p> <p>Partenaires d'analyses des données (privés, publics, réseau de la recherche)</p>

Étapes	Définitions	Acteurs présents à cette étape
4- Exploitation des données	<p>De la donnée à l'information</p> <p>Combiner les données d'OT par satellite avec d'autres types de données, dont les observations au sol et les données socioéconomiques.</p> <p>Mettre au point des algorithmes et des outils analytiques de pointe pour acquérir de nouvelles connaissances à partir des données.</p> <p>Exploiter les nouvelles connaissances pour créer des applications et améliorer les services existants.</p>	<p>Gouvernements</p> <p>Fournisseurs de données</p> <p>Spécialistes de l'intelligence artificielle et des données massives</p> <p>Services de visualisation des données</p> <p>Entrepreneurs numériques</p> <p>Développeurs d'applications</p>
5- Utilisation des données	<p>Le développement d'applications</p> <p>Coordonner l'utilisation des données au gouvernement et faciliter leur emploi parmi les utilisateurs du secteur privé et du milieu universitaire.</p> <p>Mettre sur pied une main-d'œuvre hautement qualifiée et inclusive pour l'avenir.</p> <p>Collaborer avec les utilisateurs de données pour cerner les nouveaux besoins et les besoins permanents afin de déterminer les nouvelles exigences.</p>	<p>Gouvernements</p> <p>Fournisseurs de données</p> <p>Spécialistes de l'intelligence artificielle et des données massives</p> <p>Entrepreneurs numériques</p> <p>Développeurs d'applications</p>
6- Commercialisation des applications en lien avec les données	<p>La donnée vers l'utilisateur final</p> <p>Soutenir les entrepreneurs dans la commercialisation des applications en lien avec les données</p> <p>Mettre en place une vitrine d'applications locales</p> <p>Internationalisation des entreprises et exportation de solutions numériques</p>	<p>Gouvernements</p> <p>Entrepreneurs numériques</p> <p>Consommateurs d'applications</p> <p>Organisations publiques et privées ayant besoin de données pour prendre des décisions</p> <p>Distributeurs d'applications</p>



Des exemples de projets inspirants d'ici et d'ailleurs

Le Québec dispose déjà d'un écosystème innovant lié à l'utilisation des données spatiales. Voici quelques exemples.

Des exemples québécois

GHSAT

ghgsat.com

GHGSat est le chef de file mondial en matière de télédétection à haute résolution des émissions de gaz à effet de serre. L'entreprise possède deux satellites commerciaux : Iris et Hugo. Les données récoltées par ses satellites servent régulièrement aux opérateurs de sites industriels, aux gouvernements et aux organismes de réglementation, afin de leur permettre de mieux comprendre leur empreinte de carbone et d'adopter les mesures nécessaires à sa réduction. GHGSat a développé SPECTRA, un portail de gestion de données sur les émissions conçu pour surveiller, analyser et communiquer des renseignements sur les émissions.

NorthStar Ciel et Terre

northstar-data.com

L'entreprise québécoise NorthStar Ciel et Terre collecte des mégadonnées satellitaires et les analyse en temps réel à l'aide de l'intelligence artificielle afin d'offrir des services d'information contextualisée aux utilisateurs de sa plateforme d'informations. Ces services visent à fournir des connaissances essentielles aux secteurs public et privé sur la Terre et son environnement orbital. En regardant l'espace à partir de satellite dans l'espace, elle effectuera notamment le suivi des objets spatiaux pour soutenir une meilleure gestion du trafic spatiale et prévenir les collisions. En regardant la terre à partir de l'espace, elle développe des applications dans plusieurs secteurs tels que l'agriculture, la caractérisation des milieux humides, les milieux maritime et côtier ainsi que la foresterie et l'énergie. Ces informations peuvent notamment servir à soutenir des initiatives ESG.

Anagraph

anagraph.io

Seulement 10 % des données géoréférencées sont utilisées pour supporter la prise de décision, toutes industries confondues. Anagraph est un studio d'intelligence géospatiale qui aide ses partenaires à tirer le meilleur de leurs données.

Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM)

pavics.ouranos.ca

Le CRIM est un centre de recherche appliquée et d'expertise de pointe en intelligence artificielle et technologies de l'information, générateur de résultats concrets et un partenaire stratégique d'innovation au service des organisations. Le CRIM a notamment co-développé PAVICS, une plateforme d'analyse de projections climatiques (incluant de récentes extensions pour les modèles hydrologiques et les données d'observation de la Terre). PAVISC est présentement en opération à l'échelle nationale par le portail <https://donneesclimatiques.ca/>

Lux Aerobot

luxaerobot.com

L'entreprise basée à Alma et qui a des bureaux à Montréal, Québec, mais aussi en Australie. La jeune pousse a développé une technologie qui permet de lancer des ballons à haute altitude pour surveiller et aider à combattre les incendies de forêt. Lux Aerobot a d'ailleurs récemment signé des contrats avec la défense australienne pour l'aider à combattre les incendies de forêt, mais aussi pour la gestion des zones côtières.

Des exemples internationaux

Catapult Satellite Campus (Royaume-Uni)

sa.catapult.org.uk

L'initiative Satellite Applications Catapult a été mise en place pour transformer la capacité d'innovation du Royaume-Uni. Elle fait partie d'un réseau de « catapult » dans des domaines spécifiques pour aider à stimuler la croissance économique du Royaume-Uni. Son objectif est de soutenir l'industrie britannique en accélérant la croissance des applications satellitaires et de contribuer à atteindre une part de 10 % du marché spatial mondial d'ici 2030.

Philab

philab.phi.esa.int

Le Philab est le laboratoire d'innovation de l'Agence spatiale européenne. Son objectif est d'accélérer l'avenir de l'observation de la Terre grâce à des innovations qui pourront renforcer la compétitivité mondiale des secteurs industriels et de recherche européens dans ce secteur.



Le secteur spatial au Québec

Le Canada a été l'un des premiers pays à entrer dans l'ère spatiale et y maintient un rôle actif sur la scène internationale depuis plus de 60 ans. L'expertise et les capacités technologiques québécoises continuent de jouer un rôle très important dans le secteur spatial canadien et son rayonnement international. Le siège social de l'Agence spatiale canadienne est d'ailleurs situé à St-Hubert.

Par ailleurs, le Québec dispose d'écosystèmes technologiques de classe mondiale qui sont alignés avec le futur de l'économie spatiale 4.0 et qui se démarquent dans le secteur de l'observation de la terre. Cela en fait déjà l'un des principaux collaborateurs internationaux du secteur spatial.

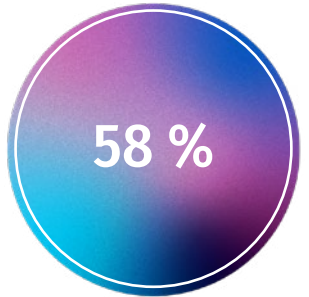
Le Québec joue un rôle de premier plan au pays dans cet écosystème.

Voici quelques chiffres qui en témoignent (Agence spatiale canadienne, 2021) :



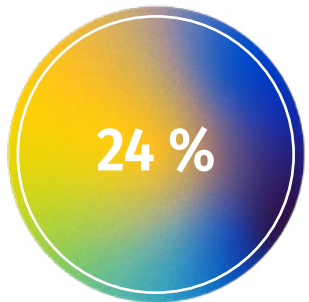
Les emplois

3 394 emplois dans le secteur spatial au Québec, ce qui représente **29 %** du secteur au Canada.



De bons emplois

58 % des emplois dans le secteur spatial au Québec sont considérés comme des postes hautement qualifiés (demandant au moins un baccalauréat).



Les revenus

1,3 milliard\$ de revenus pour le secteur spatial au Québec, ce qui représente **24 %** de l'ensemble des revenus du secteur spatial canadien.

Activités à valeur ajoutée

79 % de ces revenus sont générés par des activités se trouvant en aval de la chaîne de valeur, ce qui inclut les produits, logiciels et services.

22 % des revenus provenant d'activité à valeur ajoutée proviennent de l'exportation.

De façon générale, au Canada, les revenus générés par la vente de produits et d'applications sont en forte hausse.

L'observation de la Terre

Les revenus tirés des activités d'observation de la Terre ont totalisé **278 M\$**, soit **5 %** de l'ensemble des revenus du secteur spatial. La plupart des revenus (**59 %**) provenaient des activités d'OT réalisées en amont.

Recherche, génie et services d'experts-conseils : **32 M\$**

Fabrication (composante spatiale) : **81 M\$**

Fabrication (composante terrestre) : **49 M\$**

Les autres revenus (**41 %**) provenaient des activités réalisées en aval :

- Exploitation de satellites : **12 M\$**
- Produits et applications : **47 M\$**
- Services : **55 M\$**



Les exportations

Les exportations commerciales occupent une place importante dans trois grands champs d'activité de la chaîne de valeur : la fabrication, l'exploitation de satellites et les produits et applications. C'est justement le troisième champ (les produits et applications) qui est en forte croissance en ce moment et qui est l'objet de ce rapport.

4. Deuxième partie

*Axes d'intervention : opportunités
et des pistes d'action*



En lien avec les tendances actuellement observées dans le secteur spatial (commercialisation de l'Espace, boom d'investissement du secteur privé, nombre de données récoltées, etc.), différentes opportunités sont identifiées pour le Québec. Ici, il ne s'agit plus de parler d'exploration de l'Espace. Il s'agit plutôt de miser sur le développement de produits et services et sur leur commercialisation. **Il s'agit de propulser l'entrepreneuriat et les innovations numériques, qui, à partir de l'utilisation des données spatiales, offriront des solutions concrètes à des enjeux sociaux, en particulier la lutte aux changements climatiques, et deviendront alors vecteurs du développement économique du Québec.**

Le comité établit trois axes d'interventions prioritaires. Pour chacun d'eux, nous décrivons le contexte actuel, des opportunités à saisir ainsi que des pistes d'action.

4.1 Axe 1

Promouvoir l'utilisation des données spatiales comme catalyseur d'innovation supporté par l'intelligence artificielle et la science des données





Contexte

Expertise en science des données : IA, données massives et objectif de commercialisation

Le secteur de l'intelligence artificielle (IA) s'est développé rapidement au cours des dernières années, tellement que le Québec en est désormais un pôle reconnu mondialement. D'ailleurs, l'un des deux centres d'expertise du Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle est situé à Montréal ; le deuxième étant à Paris. Le PMIA vise à combler le fossé entre la théorie et la pratique de l'IA en soutenant la recherche de pointe et les activités appliquées sur les priorités liées à l'IA.

Le segment « recherche » est largement opérationnel et largement reconnu. Le Québec dispose entre autres de deux grands instituts de recherche en intelligence artificielle : l'IVADO (Institut de valorisation des données) et l'IID (Institut intelligence et données). L'IVADO développe une expertise de pointe dans les domaines de la science des données, de l'optimisation (recherche opérationnelle) et de l'intelligence artificielle. L'IID se positionne dans le développement de l'IA appliquée à partir de données d'observation du monde réel, dont font partie les données d'observation de la Terre.

Néanmoins, le secteur de l'intelligence artificielle est encore très concentré autour de ces institutions de recherche. Le présent rapport suggère des idées pouvant augmenter les activités de transfert appliqué et de commercialisation.



Expertise en observation de la Terre

Tout comme pour le secteur de l'intelligence artificielle, le segment « recherche » est bien développé dans le domaine de l'observation de la Terre au Québec. Plusieurs centres universitaires soutiennent la recherche et l'innovation.

Par exemple, le Centre d'applications et de recherche en télédétection (CARTEL) de l'Université de Sherbrooke est l'un des plus importants centres de recherche universitaire au Canada dans le domaine de la télédétection. Le Centre de recherche en données et intelligence géospatiales de l'Université Laval regroupe des chercheurs avec des expertises qui couvrent l'ensemble du cycle de vie de la donnée géospatiale, de son acquisition à sa diffusion, en passant par son stockage, son traitement, sa diffusion et son analyse (Bernier et Badard, 2020).

Abondance et variété grandissante des données disponibles (OT)

Le nombre de données recueillies est en croissance constante tant en quantité qu'en qualité. Des données géospatiales sont saisies tous les jours et une plus grande partie de ces données est disponible pour l'analyse géospatiale. Selon cer-

taines estimations, plus de 2,5 quintillions d'octets de données (Marr, 2018) sont créés quotidiennement par les humains et on estime qu'environ 80 % de toutes les données sont référencées par un emplacement. Ces données peuvent contribuer à mieux comprendre les gens, les lieux et les choses (Korem, 2021).

La possibilité d'avoir accès à une plus grande quantité d'images d'observation de la Terre par satellite devient déterminante pour l'utilisation future. Il ne s'agit pas nécessairement de remplacer des sources d'imagerie déjà existantes par une autre, mais de compléter les solutions déjà en place pour obtenir une offre croissante et plus performante d'information (Agence spatiale canadienne, 2018). « **Les données d'observation de la Terre sont d'ailleurs de plus en plus souvent combinées à d'autres données pour créer des produits et des services à valeur ajoutée**, par exemple différents produits météorologiques destinés aux industries maritime et agroalimentaire pour optimiser les itinéraires des navires et adapter l'utilisation des engrais, ou encore des prévisions économiques » (OCDE, 2019).



Montréal choisi comme pôle ESG international

Grâce aux efforts de plusieurs acteurs économiques, dont le gouvernement du Québec, la Ville de Montréal, Montréal International et Finance Montréal, la ville de Montréal a été choisie récemment comme pôle important de la *International Financial Reporting Standards Foundation* (IFRS) pour accueillir – à défaut du siège social – un des bureaux principaux de l'*International Sustainability Standards Board* (ISSB) (Montréal International, 2021). Il s'agit d'une nouvelle organisation internationale responsable d'établir les normes et des critères pour permettre un suivi ESG par les entreprises et leurs investisseurs à l'échelle mondiale (Massé, 2021).

Comme intrant importants au suivi des critères ESG, et même potentiellement pour supporter l'élaboration des cadres d'analyse de l'ISSB, il est reconnu que les données spatiales et l'information qu'elle génère – souvent à une échelle mondiale – sont très pertinentes pour la filière ESG qui est en émergence.

Selon un rapport du *World Wildlife Fund* (WWF, 2022), une ONG de défense de l'environnement, « l'ESG géospatiale est en train d'émerger dans le courant dominant, et pour l'instant, il n'y a pas de cadre universelle ou de mesures définies pour évaluer l'impact environnemental de diverses classes d'actifs. (...) Les méthodes ESG géospatiales peuvent évoluer à grande échelle, à la fois sur le nombre d'actifs et sur les secteurs.»

« Les futurs développements en sciences des données, tels que l'utilisation de l'apprentissage automatique (machine learning) pour la mise à jour d'une multitude d'observations et de couches de données à partir d'imagerie terrestre haute résolution, l'amélioration du suivi des espèces terrestres et la détection des perturbations de l'habitat sont susceptibles de jouer un rôle important pour fournir une meilleure information» pour les analyses et les suivis ESG.

Opportunités

Répondre à la demande pour des données

Les organisations n'ont pas toutes à maîtriser l'art de faire parler les données et de les transformer en information structurée. **Tout un pan de l'économie numérique concerne maintenant la préparation des données pour les rendre prêtes à l'emploi (decision ready data). La demande pour ce type d'informations est d'ailleurs de plus en plus grande au fur et à mesure que les organisations saisissent la nécessité de s'appuyer sur une solide intelligence d'affaires.**

Des données sont déjà disponibles gratuitement (ex. Copernicus). Dans sa stratégie de l'observation de la Terre par satellite, le gouvernement canadien s'est d'ailleurs engagé à ce que de plus en plus de données soient « gratuites, ouvertes et accessibles pour maximiser les travaux scientifiques, l'innovation et le développement économique » (Gouvernement du Canada, 2022).

De plus, des entreprises privées offrent désormais des services de saisie, d'entreposage et d'analyse de données pour des clients dans le monde entier. La disponibilité de ces données devient en quelque sorte la ressource qui permet à d'autres entreprises de prospérer (Agence spatiale canadienne, 2020). Plusieurs modèles d'affaires sont déjà présents dans ce secteur pour les fournisseurs de données : disponibilité en temps réel, données visualisables, accès à des bases de données par abonnement mensuel, systèmes d'alerte en fonction de certains paramètres, croisement de données terrestres et spatiales, etc.



Transformer les données en produits d'information à valeur ajoutée

Les données d'observation de la Terre ont besoin de la science des données pour être transformées en produits d'information à valeur ajoutée. Le Québec possède l'expertise nécessaire pour analyser les données, mettre au point des algorithmes et des outils analytiques de pointe pour générer de la connaissance à partir des données recueillies. Il s'agit de favoriser l'intégration des organisations associées au secteur de l'Espace 4.0 avec la chaîne de valeur des données, notamment le milieu de l'intelligence artificielle, afin de combiner les expertises et générer de nouvelles applications innovantes.

Capitaliser sur les investissements consentis au secteur de l'intelligence artificielle

Le Québec a déjà investi des millions de dollars afin de permettre au secteur de l'intelligence artificielle de se développer. L'expertise est bel et bien présente, comme mentionné ci-haut. L'intelligence artificielle se nourrit de données, elle réduit les obstacles et les coûts liés à l'analyse d'énormes quantités de données (OCDE, 2019). Ainsi, l'explosion du volume de données spatiales représente une opportunité sans précédent pour catalyser la commercialisation de l'intelligence artificielle dans un secteur de pointe. De même, **les possibilités sont nombreuses afin de croiser les données spatiales avec d'autres types de données déjà disponibles pour l'intelligence artificielle.**



Commercialiser l'intelligence artificielle et des applications innovantes qui améliorent la vie sur Terre et soutiennent l'action climatique

Grâce à l'apport de l'IA et de la science des données, des solutions modernes peuvent être appliquées à des problématiques contemporaines complexes. Le développement et la commercialisation de ces applications à valeur ajoutée pourront rendre concret le potentiel de l'intelligence artificielle en tant qu'outil pour répondre à divers besoins de notre société, à améliorer la vie sur Terre et soutenir l'action climatique.

Les applications commerciales possibles sont diverses, allant de la surveillance d'infrastructures et d'installations distantes à l'agriculture de précision, en passant par le suivi des navires commerciaux, la gestion et l'aménagement du territoire. Les solutions en lien avec les objets connectés, la gestion des gaz à effet de serre, la gestion des forêts offrent toutes des possibilités de transformer la vie des citoyens au quotidien. De même, ces applications développées ici seraient toutes facilement exportables, puisque ces enjeux sont mondiaux. En plus de contribuer à l'économie d'ici, elles auraient également l'avantage de faire rayonner le savoir-faire québécois à l'international.

Recommandations

Considérant le contexte et les opportunités mentionnés ci-haut, nous recommandons de :

- Reconnaître la donnée spatiale et ses applications comme vecteur stratégique de développement économique ;
- Promouvoir le développement de produits et d'applications numériques en lien avec les données spatiales ;
- Mettre en place une vitrine technologique pour communiquer le potentiel des applications faisant l'adéquation entre la science des données, notamment l'IA, et les données d'observation de la Terre (OT).

4.2 Axe 2

Favoriser le développement d'applications et la commercialisation par le biais de l'entrepreneuriat numérique et de la création de ponts entre les intervenants





Contexte

Un changement dans le modèle d'affaires

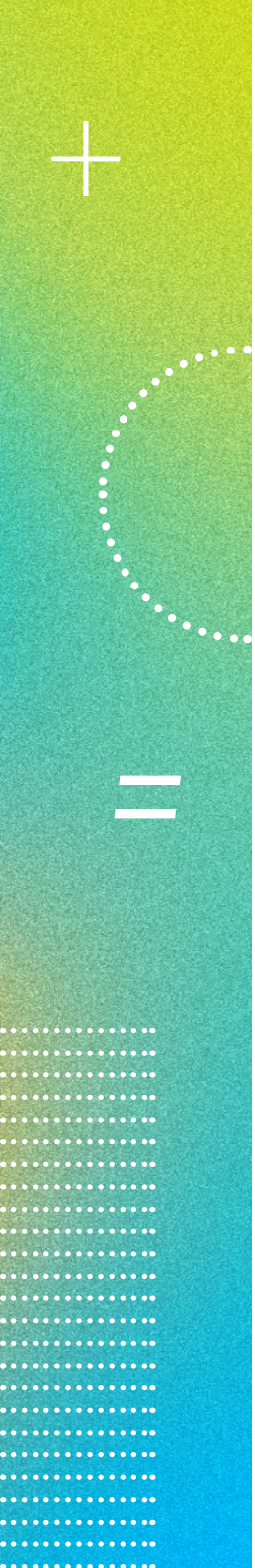
Même si l'industrie de l'observation de la Terre est encore principalement le fait des gouvernements (au Canada, par le biais de l'Agence spatiale canadienne), de plus en plus d'organisations du secteur privé deviennent des acteurs prépondérants dans l'espace (ex. lancement de satellites, systèmes et services spatiaux). Elles offrent de nouvelles opportunités de croissance économique via l'exploitation des données spatiales qu'elles captent. Ces entreprises privées attirent du financement public et privé qui leur permet de croître rapidement.

« Il est également important de noter la croissance des fournisseurs de services intermédiaires. Il s'agit d'entreprises qui offrent des services d'hébergement ou de traitement des données à d'autres entreprises et qui, de cette manière, facilitent considérablement l'entreposage, le traitement et la distribution des données (d'observation de la terre) » (OCDE, 2019).

Leurs modèles d'affaires tendent à s'écarter de la simple vente de données d'observation de la Terre pour la vente de services de type utilisateur-payeur, sous forme d'accès à des plateformes d'hébergement de données. Cette tendance est stimulée par les avancées en lien avec l'infonuagique, mais aussi par le fait qu'il devient de plus en plus complexe de télécharger des mégadonnées en provenance de l'espace.

Des secteurs qui s'alimentent de données sont en croissance

Des secteurs comme les technologies propres (cleantech) et l'agritech sont en forte croissance. Ils sont basés sur l'utilisation de données, notamment pour la surveillance des gaz à effet de serre et l'optimisation de l'agriculture de précision. Au fur et à mesure que les préoccupations se font plus grandes face aux changements climatiques et que l'adaptation s'intensifie, ces secteurs gagneront en importance.



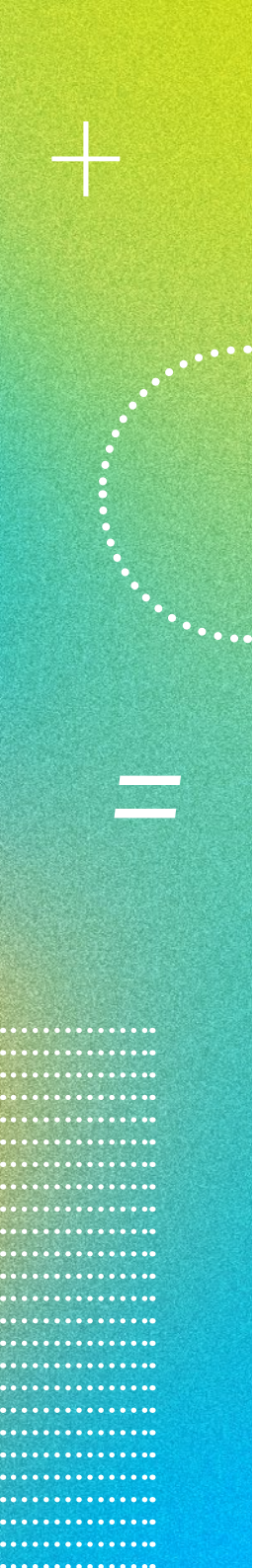
Il est essentiel de comprendre les tendances en matière de production agricole pour faire face aux menaces à court et à long terme pour la sécurité alimentaire. L'utilisation accrue de données d'observation de la Terre dans le secteur agricole pourrait permettre aux agriculteurs canadiens d'économiser jusqu'à 1,3 milliard de dollars au cours des dix prochaines années (Gouvernement du Canada, 2022).

Les technologies propres font notamment référence aux technologies en lien avec la mobilité durable, la réduction de la consommation d'eau, l'amélioration de l'efficacité énergétique, l'utilisation de réseaux intelligents, la gestion des matières résiduelles, la protection de l'air (Institut de la statistique du Québec, 2020). En 2017, les entreprises vouées aux technologies propres au Québec représentaient déjà près de 9 000 emplois, des revenus annuels de plus de 1 milliard \$ et des investissements annuels en recherche et développement de près de 300 millions \$ (EY, 2017).

L'accès aux données demeure complexe

« Les données d'observation de la Terre constituent un bien commun qui, de notre point de vue, devrait être accessible au plus grand nombre et favoriserait le développement économique par l'émergence d'initiatives innovantes exploitant ces données en les croisant entre elles mais aussi avec d'autres sources de données » (Bernier et Badard, 2020).

Cela étant dit, **malgré les engagements des gouvernements de rendre de plus en plus de données ouvertes et accessibles gratuitement, l'accès aux données est encore souvent identifié comme un obstacle à la réalisation de certains projets, tant publics que privés.** En 2021, le comité consultatif d'examen spécial de la Loi sur les systèmes de télédétection spatiale a d'ailleurs mentionné les contraintes d'accès aux données brutes par différentes institutions universitaires internationales comme une difficulté importante.



Par ailleurs, la question de l'interopérabilité des données est souvent soulevée lorsqu'il est question de maximiser l'exploitation des données de l'observation de la Terre par le croisement de différentes sources. Bien que plusieurs normes et standards existent déjà, il n'existe pas de définition commune universelle. Des lacunes subsistent donc notamment en ce qui concerne la sécurité des données, le contrôle des accès et le traitement en ligne.

Des enjeux en lien avec la main-d'œuvre et le besoin de créer un milieu dynamique qui attire et retient les talents

L'enjeu de la pénurie de main-d'œuvre et de la rétention des talents n'est plus un secret. Il est présent dans toutes les sphères d'activités économiques du Québec. Les ressources humaines se font particulièrement rares dans le secteur des technologies, alors que la transformation numérique des organisations s'accélère. Un grand nombre d'entreprises recherchent les mêmes profils et elles doivent jouer d'ingéniosité pour attirer les talents.

Par ailleurs, le nombre de diplômés dans les secteurs des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques demeure inférieur à la demande. **La formation de la main-d'œuvre devient un facteur déterminant, autant en formation initiale qu'en formation continue, ou même en requalification.**

Pour les organisations du secteur spatial, il est particulièrement difficile de trouver des ingénieurs, des scientifiques et des techniciens ainsi que du personnel de marketing et de vente. Au cours des cinq prochaines années, les entreprises du secteur spatial canadien seront à la recherche d'employés ayant des compétences dans le développement de logiciels, la conception de systèmes électriques et mécaniques, le développement des affaires et la commercialisation (Agence spatiale canadienne, 2019).

Jusqu'à maintenant, les entreprises du secteur spatial, confrontées à une pénurie d'employés, ont adopté trois grandes stratégies pour régler le problème : donner une formation à l'interne à leurs employés, partager la charge de travail entre les employés et externaliser certains des travaux (Agence spatiale canadienne, 2019).



Opportunité

Miser sur la disponibilité de capitaux privés

Le secteur spatial commercial est maintenant un marché croissant. Si auparavant les gouvernements étaient les principaux bailleurs de fonds des activités dans l'espace, des entreprises prennent l'initiative de financer le lancement de nouveaux systèmes et services spatiaux (Agence spatiale canadienne, 2019). La disponibilité de plus en plus grande de ces capitaux privés donne une agilité aux petites entreprises et permet à un plus grand nombre d'entre elles de concrétiser leurs projets de développement de produits innovants.

De même, ces nouvelles possibilités financières créent des occasions supplémentaires pour les entreprises à vocation spatiale et le milieu universitaire de tisser des liens avec d'autres secteurs de l'industrie et d'établir de nouveaux partenariats afin d'intégrer les solutions technologiques à des utilisations plus vastes sur le marché.

Rapprocher les intervenants de la chaîne de valeur québécoise

Les activités de recherche de haut niveau dans les secteurs de l'intelligence artificielle et de l'observation de la Terre sont déjà présentes au Québec. De même, un écosystème d'entreprises privées est en développement dans ces secteurs.

La collaboration et le maillage entre tous ces acteurs sont nécessaires afin de générer de nouvelles innovations. **La tenue d'ateliers de co-création entre différentes parties prenantes pourrait permettre de mettre en lumière l'intérêt d'intégrer des données ensemble, incluant les données spatiales.**

Les opportunités de commercialisation qui peuvent être créées en liant délibérément les acteurs québécois de la recherche, des économies spatiale et numérique sont nombreuses. Le potentiel pour créer de nouveaux produits et des solutions supportant la prise de décision est bien réel. Encore faut-il être capable de connecter la panoplie d'intervenants qui doivent mettre



en commun leur expertise pour développer et commercialiser ces applications technologiques : spécialistes des données, entrepreneurs, vulgarisateurs, investisseurs, clients et utilisateurs.

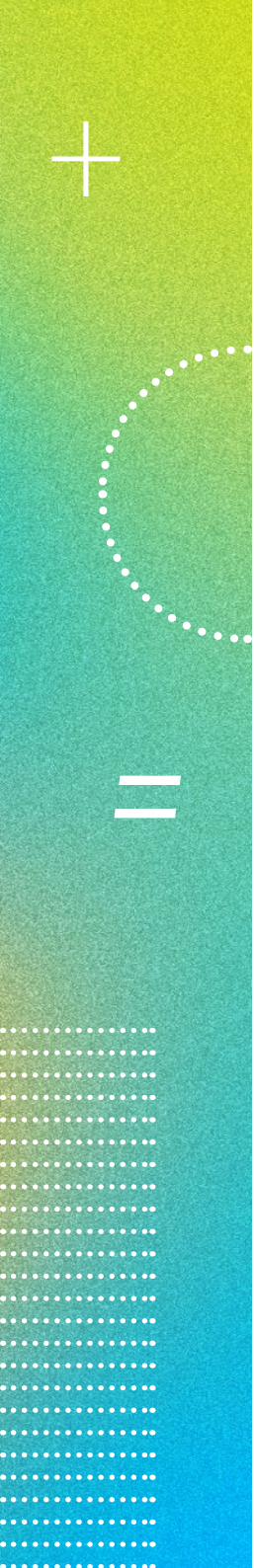
Cette réalité est compliquée par le fait que les produits technologiques dérivés des données sont souvent tellement innovants que les utilisateurs (particulier ou entreprise) n'ont pas encore identifié avec précision leur besoin, étant donné qu'ils ne connaissent pas les capacités des nouvelles technologies. Ainsi, la valeur potentielle est difficile à comprendre : difficile de cerner l'apport en termes de productivité pour les entreprises, ou les bénéfices quotidiens dans le cas des produits de consommation pour les particuliers.

S'en dégage un réel besoin de créer des opportunités de dialogue entre ceux qui développent des produits et les entreprises/utilisateurs qui sont intéressées à explorer des solutions technologiques face à certains défis qu'ils rencontrent dans leur secteur d'activité.

Un des grands défis est de créer des ponts entre les utilisateurs finaux de ces technologies et ceux qui désirent les servir avec des produits afin de créer un chemin vers la commercialisation et d'en faire un succès d'adoption.

Dans le cas des données spatiales, la science des données assure de passer des données à de l'information structurée et contextualisée. Mais ces informations doivent être pertinentes et livrées d'une manière qui apporte une valeur concrète pour les clients/utilisateurs qui ne sont pas des spécialistes de l'espace et ne veulent pas gérer de la complexité.

Très souvent ces utilisateurs n'ont jamais pensé que ces données pouvaient combler un besoin qu'il avait ou qu'il était même possible de le faire. C'est le cas, par exemple, de la détection à partir de l'espace d'un phénomène (de la pollution, de l'érosion, un gaz, etc.) qui est actuellement constatée, de visu, en personne, en se déplaçant sur place, souvent plusieurs jours après l'apparition du dit phénomène.



Actuellement, très peu d'entreprises savent que leurs émissions de gaz à effet de serre ou celles de leurs fournisseurs peuvent être retracées depuis l'espace et ainsi assurer un suivi quotidien à l'échelle mondiale. De même, les solutions d'agriculture de précision ou d'optimisation logistique ne pourront être conçues de façon efficace si les utilisateurs ne sont pas impliqués dans le processus de développement en amont.

Considérant l'impact socioéconomique et environnemental positif important que peut engendrer la commercialisation de ces applications, il convient d'affirmer que l'effort de promotion, de communication, de pédagogie et de maillage nécessaire ne doit pas seulement reposer sur les entrepreneurs et les PME qui désirent développer les applications.

Afin de faciliter et d'accélérer la commercialisation d'applications innovantes et ainsi soutenir l'environnement, la compétitivité économique du Québec et la productivité des entreprises, le comité croit que la solution passe par la création d'un lieu commun animé qui adoptera une démarche proactive de maillage et d'expérimentation entre tous les intervenants et fera la

promotion du potentiel des applications dérivées des données spatiales pour répondre aux défis environnementaux et socioéconomiques des utilisateurs/entreprises. Des exemples de tel lieux qui ont eu du succès existent à l'international et pourraient être adaptés au Québec, tels que le Capult Satellite Campus (voir encadré, page XX).

Tirer profit des nouveaux modèles d'affaires et des applications exportables

Lorsqu'il est question de solutions basées sur l'exploitation des données spatiales, les applications numériques développées par les entreprises québécoises sont, à tous les coups, des modèles facilement exportables. Le marché visant à apporter des solutions aux enjeux de gestion des territoires, à la surveillance environnementale ESG ainsi qu'à soutenir l'adaptation et la lutte aux changements climatiques est mondiale.

L'accès aux données satellitaires permet un cadre d'analyse unique et des avantages importants par rapport aux données collectées localement : la capacité de collecter des ensembles de données à grande échelle, renouvelée constamment et avec un point de vue unique sur le monde.



Les données récoltées de l'espace sur les émissions de gaz à effet de serre ou la couverture de glace sont essentielles pour lutter contre les changements climatiques. En cas d'incendie, ces données permettent aussi d'optimiser les opérations de secours, peu importe l'endroit dans le monde. La même logique s'applique quant à la commercialisation des applications dérivée de ces données, une application développée pour mieux gérer les forêts du Québec, par exemple, peut rapidement être exportée pour mieux gérer les forêts du monde. Même chose pour l'agriculture et une foule d'autres secteurs liés à l'environnement.

Développer de nouvelles applications liées aux technologies vertes

Le Québec est déjà doté d'organisations produisant des travaux de haute qualité dans la lutte aux changements climatiques. Cela inclut les entités gouvernementales (ministère et autres), les centres de recherches collégiaux et universitaires, des organisations sans but lucratif qui se consacrent au développement durable, à la biodiversité et à la protection environnementale.

À l'heure où la lutte et l'adaptation aux changements climatiques sont urgentes et sont une priorité internationale, les entreprises qui développeront de nouvelles solutions en lien avec ces thématiques ont le potentiel de se positionner sur l'échiquier économique et de contribuer à la création de valeur collective. Le Québec a ainsi l'opportunité de devenir un leader dans ces nouveaux marchés.



Recommandations

Considérant le contexte et les opportunités mentionnés ci-haut, nous recommandons de :

- Augmenter les occasions de rapprochement interdisciplinaires entre les intervenants de la chaîne de valeur des données d'observation de la Terre et les utilisateurs potentiels, notamment par la création d'un lieu commun animé qui adoptera une démarche proactive de maillage et d'expérimentation entre tous les intervenants et fera la promotion du potentiel des applications dérivé des données spatiales pour répondre aux défis environnementaux et socioéconomiques des utilisateurs/entreprises ;
- Développer des incitatifs pour encourager et faciliter la collaboration entre les intervenants (chercheurs, entrepreneurs, entreprises, utilisateurs, clients, etc.) ;
- Mettre sur pied un programme de mentorat pour les jeunes entrepreneurs (accompagnement et soutien aux entreprises) ;
- Soutenir l'accès aux données spatiales (gouvernementale ou commerciale) pour les entrepreneurs et les chercheurs visant le développement et la commercialisation d'applications ;
- Mettre à disposition des infrastructures partagées pour faciliter l'accès et augmenter les possibilités de collaboration.

4.3 Axe 3

Agir de façon exemplaire : Le Québec comme premier client des innovations d'ici, pour son territoire et une économie plus compétitive, plus durable et plus résiliente.





Contexte

Les gouvernements priorisent déjà le secteur des données spatiales

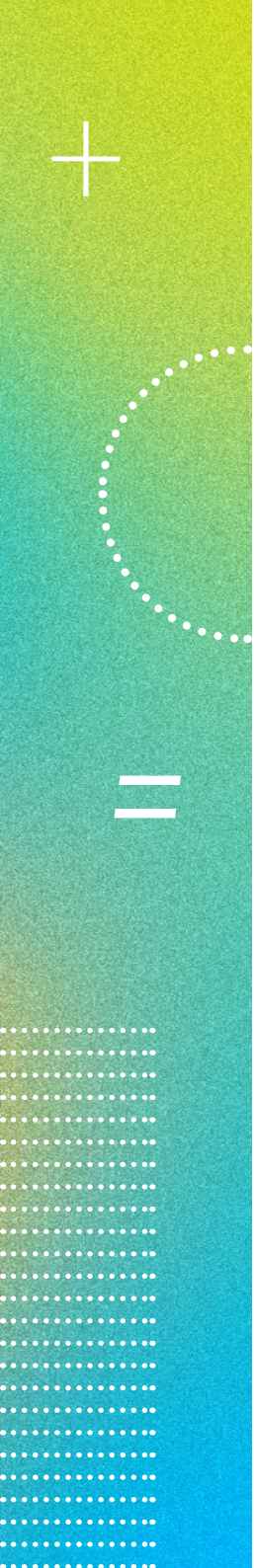
Dans son dernier budget, le gouvernement du Canada a prévu un total de 90 millions \$ pour observer la Terre par satellites. En janvier 2022, il en a publié une stratégie d'observation de la Terre : *ingénieux, résilient, prêt : Stratégie canadienne de l'observation de la Terre par satellite*. Cette nouvelle stratégie signale l'intention du gouvernement fédéral à augmenter son utilisation des données spatiales en présentant « comment le Canada profitera du point d'observation unique qu'offre l'espace pour lutter contre le changement climatique et résoudre d'autres problèmes importants de notre époque » (Agence spatiale canadienne, 2022). Du même coup, il investissait 8 millions \$ pour surveiller la Terre depuis l'espace, en finançant 21 entreprises canadiennes, dont des entreprises québécoises.

Ailleurs dans le monde, d'autres gouvernements développent des incitatifs afin d'attirer des investissements en lien avec l'Espace 4.0 ou amener des entreprises à s'y installer. Au Royaume-Uni,

des règlements publics ont été adaptés pour favoriser le développement de certains secteurs d'activités, dont le secteur des données spatiales ; et ce gouvernement s'est fixé des objectifs clairs, notamment d'accélérer la croissance des applications satellitaires et de contribuer à atteindre une part de 10 % du marché spatial mondial d'ici 2030.

Il ne faut pas négliger le fait que les gouvernements sont des joueurs majeurs dans le marché, car ils sont de grands consommateurs de produits et services issus des données spatiales ; ces services leur fournissant des informations à l'échelle de grands territoires qui soutiennent l'élaboration et l'application de politiques publiques, et donc les appuient dans la réalisation de leur mandat.

De son côté, le gouvernement du Québec semble amorcer son positionnement par des investissements clés et a brièvement signalé un intérêt pour le secteur spatial dans sa dernière stratégie aérospatiale (Gouvernement du Québec, 2022).



Pensons à l'investissement dans Telesat, opérateurs de satellites de télécommunications, MDA, concepteur et fabricant de charges utiles et de produits tels que des antennes spatiales et des systèmes électroniques, NorthStar, qui développe des produits d'information à partir de mégadonnées satellitaires, et de GHGSat qui traque les gaz à effet de serre depuis l'espace (Gouvernement du Québec, 2021).

Ces investissements que le gouvernement a effectués dans le secteur spatial et de l'innovation constituent une base solide sur laquelle construire le secteur spatial québécois de demain : une vision et des gestes concrets pourraient facilement s'y greffer et ainsi appuyer l'essor de l'Espace 4.0 au Québec.

Il serait souhaitable de mettre l'emphase sur la filière d'exploitation des données spatiales et le développement d'applications innovantes, car l'Espace 4.0 est plus large que la fabrication d'équipements destinés à aller dans l'espace (satellite, capteurs, etc.). L'Espace 4.0 est aussi une filière de l'économie numérique.

Le développement durable fait partie des priorités sociales du Québec

Le développement du territoire en phase avec le développement durable est déjà une priorité clairement identifiée par le gouvernement du Québec. Le Québec est l'un des premiers parmi les États du monde à avoir adopté une législation visant spécifiquement le développement durable. Il a amorcé, dès 2006, une transition favorisant à la fois la protection de l'environnement, le progrès social et la prospérité économique. La Loi sur le développement durable et la Stratégie gouvernementale de développement durable 2015-2020, qui sera bientôt mise à jour, sont les pièces maîtresses de la démarche gouvernementale québécoise. Celles-ci permettent déjà d'accélérer l'instauration de pratiques et de solutions innovantes visant l'essor d'un Québec plus vert, sobre en carbone et socialement responsable.



Opportunité

Gestion durable du territoire québécois, des ressources naturelles et des écosystèmes

Il s'agit d'un marché de niche qui peut s'appliquer sur l'ensemble du territoire québécois. Il a le potentiel de concerner tous les Québécois. Les ressources naturelles, par leur omniprésence, sont une richesse inestimable pour le Québec ; l'eau étant la première d'entre elles. La gestion efficace de ces ressources naturelles nécessite l'analyse de données provenant de différentes sources, incluant les données spatiales. L'urgence d'agir pour la lutte aux changements climatiques vient mettre de la pression sur les gouvernements afin qu'ils renforcent l'efficacité de leurs stratégies d'atténuation, de leur gestion des risques et des catastrophes d'origine humaine.

Des solutions novatrices répondant aux objectifs de l'État peuvent être créées

Des solutions novatrices répondant spécifiquement à des besoins identifiés par le gouvernement du Québec peuvent être développées par des entreprises québécoises.

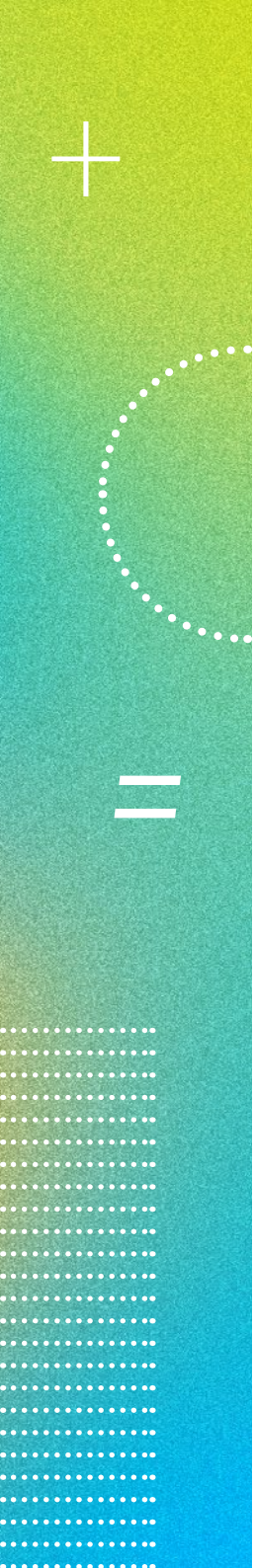
Ces solutions pourront servir à améliorer la

prestation de services et potentiellement générer des économies de fonds publics.

En lançant des concours visant le développement d'applications correspondant à des besoins et objectifs du gouvernement du Québec dans son ensemble et pas seulement pour un ministère en particulier (mission oriented strategy), il serait aussi possible de faire en sorte que le gouvernement devienne le premier client de jeunes entreprises.

Le premier contrat avec le gouvernement comme facteur de succès important

Ainsi, le gouvernement pourrait jouer un rôle important en accordant des contrats, même modestes, à de jeunes entreprises d'ici. Pour certains besoins/problématiques identifiés, le gouvernement pourrait inviter les entrepreneurs à proposer des solutions modernes qui mettent à profit les innovations ; contrairement à l'appel d'offres classique où la solution est déjà identifiée par le gouvernement.



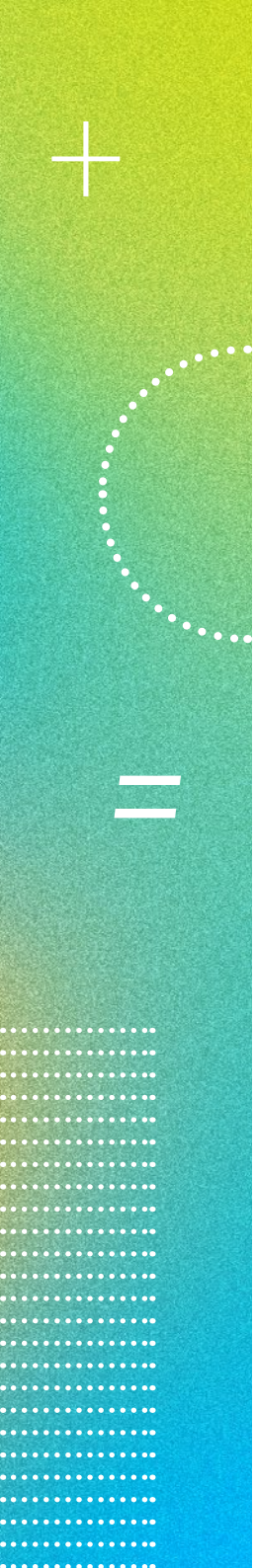
Pour les entrepreneurs, le fait d'obtenir un premier contrat auprès d'une instance publique représente un gage de crédibilité et devient un puissant levier. Les gouvernements ont alors l'opportunité d'offrir un soutien à l'innovation considérable de cette façon et de contribuer à la croissance d'entreprises qui bénéficie ensuite d'une carte de visite de choix pour exporter leurs produits et services dans d'autres pays.

Pour le moment, il semble que plusieurs entreprises québécoises aient plus de facilité à obtenir ce premier contrat à l'étranger que dans leur propre province. Cette situation est d'ailleurs décriée depuis de nombreuses années par les entrepreneurs québécois.

Par exemple, en 2021, la France a lancé le Space Tour, un appel à projet qui visait à sélectionner des projets de recherche et développement d'applications spatiales innovantes et prometteuses, répondant à un défi sociétal (environnement, mobilités vertes et intelligentes, santé, transition numérique, sécurité) et décliné en une problématique proposée par les régions partenaires (Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relève, 2021)

De même, le modèle « Pitch Day » représente une opportunité pour le gouvernement du Québec afin d'accélérer et de favoriser la commercialisation et l'adoption de l'innovation. Cette méthode de travail permet aux gouvernements de suivre le rythme rapide du développement technologique commercial. L'objectif global est de connecter l'innovation aux utilisateurs finaux plus rapidement. La compétition est donc concentrée sur les technologies qui ont prouvé leur valeur commerciale, souvent dans d'autres secteurs, avec le potentiel d'être appliquées aux problèmes de l'État.

Par exemple, un ministère définit quelques « défis » liés à une thématique particulière et l'accompagne de témoignages d'utilisateurs potentiels finaux afin de contextualiser les objectifs du défi. Pour attirer les innovateurs et permettre une participation accessible, les entrepreneurs sont jugés sur la base d'un concept et les gagnants se voient octroyer sur le champ un prix monétaire pour développer ce concept en partenariat avec le ministère qui sera potentiellement l'utilisateur du produit/service. Ce type de concours prend de l'ampleur, notamment dans le secteur de la défense et a prouvé sa valeur (ex. : *International Space Pitch Day*).



De plus, afin de favoriser les collaborations, « les formules de concours et d'appels à projets gagneraient à être revisités afin de faire place à des initiatives axées sur les résultats visant la mobilisation d'une grande variété d'acteurs — pas seulement des startups ou des accélérateurs — pour résoudre des enjeux écosystémiques (par exemple, des fonds d'initiative collaboratifs auto-gérés par l'écosystème) » (Mouvement des accélérateurs d'innovation du Québec, 2021).

Faciliter l'internationalisation des entreprises technologiques


Tel que mentionné précédemment, si une entreprise résout une problématique québécoise en faisant appel à l'utilisation de données spatiales, il y a fort à parier que cette solution pourra être exportée à l'international. Le potentiel de croissance est alors énorme et ne se limitera surtout pas au territoire québécois, ni même canadien. Les programmes d'aide financière et de soutien à l'entrepreneuriat doivent pouvoir prendre ces éléments en considération.

Agir en leader exemplaire : allier commercialisation de l'innovation, modernisation de l'État et développement durable

Le gouvernement du Québec ne saurait se passer des données d'observation de la Terre et de l'écosystème d'innovation québécois existants afin de soutenir la conception de ses prochaines politiques publiques et atteindre ses objectifs, notamment en matière d'adaptation et de lutte aux changements climatiques (gestion du territoire et des forêts, gestion des infrastructures, suivi environnemental, planification, prévention des feux de forêt, etc.).

En étant un premier client de produits et services, le gouvernement donnera une impulsion aux entreprises qui pourront par la suite approcher d'autres clients privés et publics, notamment via l'exportation.

Les cadres réglementaires et politiques jouent un rôle essentiel pour initier, soutenir et stimuler la commercialisation des données et de l'innovation.



Les décideurs politiques sont encouragés à atténuer les contraintes pour les entrepreneurs, à faciliter leurs démarches administratives, en mettant en place des incitatifs fiscaux, en faisant la promotion du rôle des intermédiaires de transfert de technologie, y compris les centres d'innovation, les incubateurs et les parcs technologiques, en utilisant des fonds d'appoint et des programmes de mentorat et de mise en réseau afin de soutenir les jeunes entreprises (OCDE, 2019).



Recommandations

Considérant le contexte et les opportunités mentionnés ci-haut, nous recommandons de :

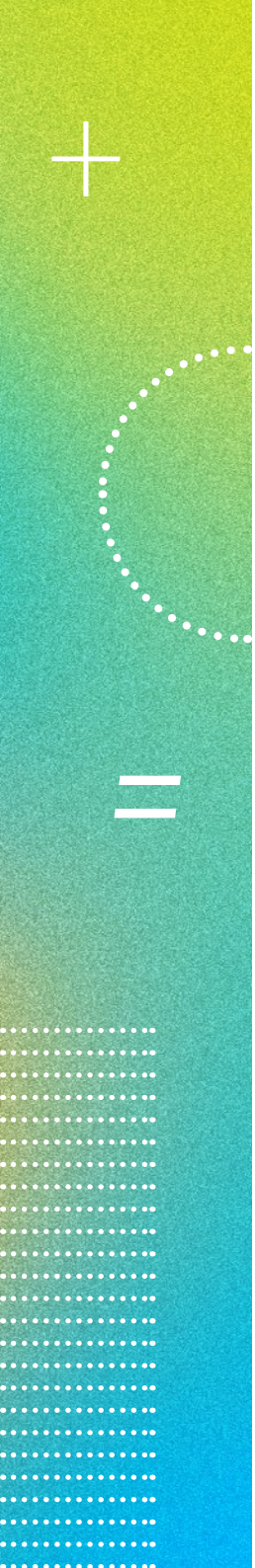
- Mettre en place un lieu de convergence gouvernemental, académique, scientifique et industriel, de type laboratoire d'innovation ouverte afin d'assurer une cohésion entre les différents acteurs de l'écosystème et qui permettrait de donner de la visibilité à des activités de sensibilisation et de diffusion auprès du public ;
- Instaurer des concours de type « pitch days » où le gouvernement propose des défis (problèmes) aux innovateurs pour susciter l'émergence de solutions innovantes en lien avec les données d'OT sous un processus léger et rapide qui mène à un premier contrat avec le gouvernement pour développer un produit (le gouvernement comme premier client de l'innovation d'ici, pour les besoins d'ici) ;
- En concertation avec l'écosystème d'innovation Espace 4.0, évaluer quelques défis que le gouvernement pourrait proposer aux innovateurs en préparation de concours de type « pitch days ».



5. Conclusion

Un appel à l'action





En prenant acte des tendances, des opportunités et des recommandations illustrer dans ce rapport, **le Québec à l'opportunité de consolider les investissements public et privé déjà consentis dans le secteur spatial, de l'intelligence artificielle, de la recherche et des technologies numériques afin de faire des données spatiales un vecteur de commercialisation de l'innovation.** En développant et en commercialisant des applications ici, cela renforce l'écosystème d'innovation et d'entrepreneuriat numérique québécois, renforce notre capacité de retenir et attirer des talents et génère de la richesse économique ici, avec un fort potentiel d'exportation.

L'industrie de l'Espace 4.0 connaît une croissance fulgurante en ce moment et nous ne connaissons pas encore toutes les possibilités qui pourraient en émerger. **Il importe de s'intéresser dès maintenant à son potentiel au risque de passer à côté d'opportunités de valorisation de l'expertise québécoise et de voir des acteurs externes au Québec la valoriser et en capter la valeur ajoutée au bénéfice de leur compétitivité économique.**

Au-delà des données, c'est la mobilisation des acteurs tout au long de la chaîne de valeur qui permettra de créer des solutions permettant de progresser sur plusieurs enjeux importants tels que l'adaptation et la lutte aux changements climatiques.

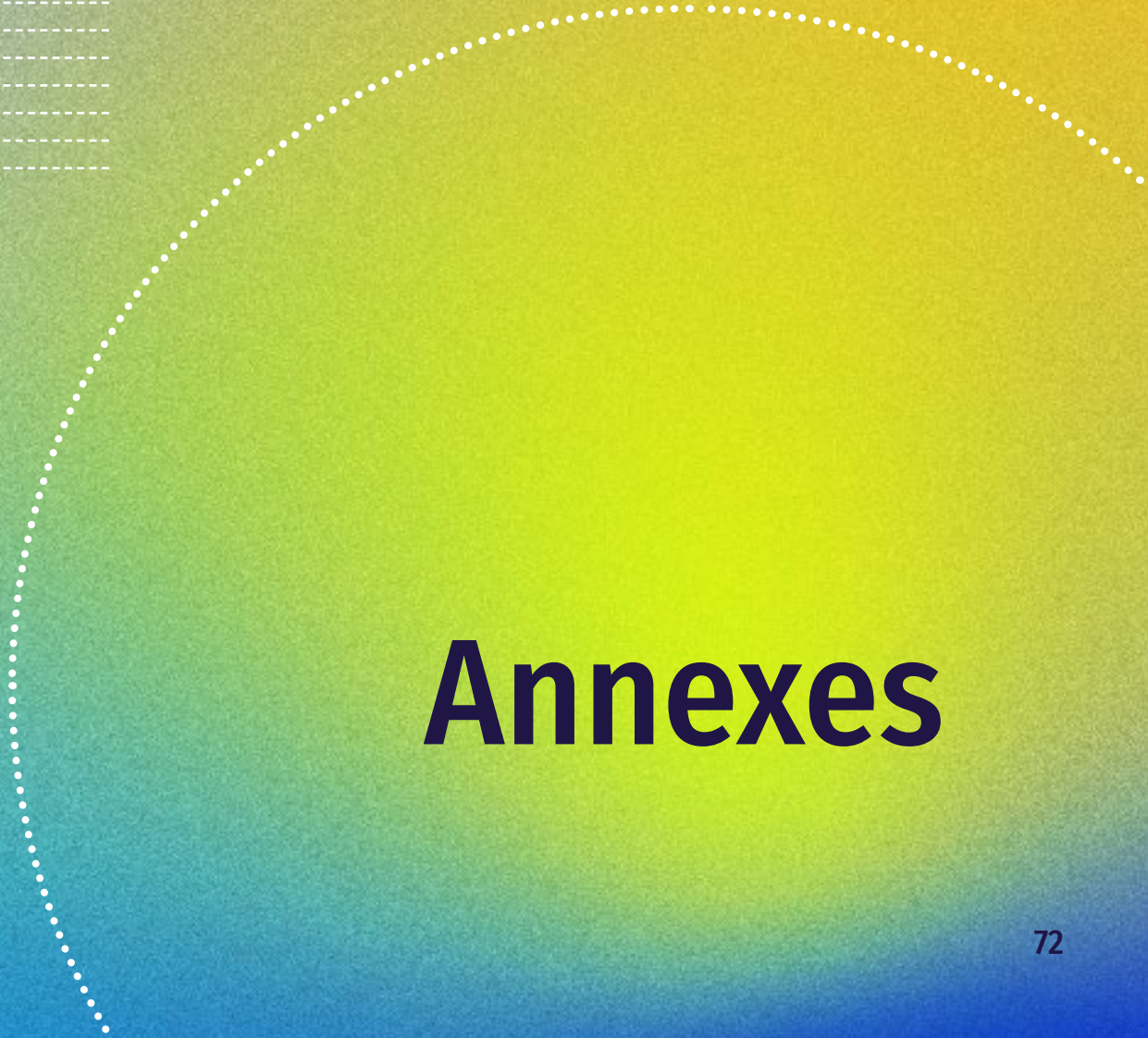
Par une attention spécifique à la filière des applications basées sur les données spatiales, le Québec renforcerait le dynamisme de la chaîne de valeur – de la donnée à l'application – devenant ainsi plus attractive pour les innovateurs et entrepreneurs numériques, et renforçant du même coup sa capacité à retenir ses talents, à commercialiser ses innovations et à conserver la création de richesse ici, au Québec.

Alors que nous n'avons pas encore bien saisi toutes les possibilités associées à l'industrie de l'Espace 4.0, ce secteur manifeste déjà les caractéristiques d'une filière porteuse pour le Québec qui bénéficie de synergies avec d'autres secteurs de pointe qui font la force du Québec.

Par ailleurs, les moyens de captation des données d'observation de la Terre se développent rapidement et se multiplient. Le présent rapport se concentrait sur la valorisation des données une fois qu'elles ont été captées par les satellites et sur les opportunités qu'elles présentent pour l'économie du Québec. Néanmoins, il apparaît pertinent de mentionner que, lorsque des actions visant à soutenir ou développer ce domaine seront élaborées, tous les moyens d'observer la Terre pourraient être inclus et considérés (satellites, drones, véhicules terrestre ou maritime).

Notre comité complète un premier cycle de rencontres, de discussions et d'analyses avec la publication de ce rapport. Nous sommes maintenant disposés à réfléchir avec les instances publiques à la mise en place de certaines des recommandations énoncées dans ce rapport.





Annexes



Annexe 1 : Lexique

Données géospatiales

Les données géospatiales fournissent de l'information sur la forme et la localisation d'objets et d'événements sur la surface terrestre. Elles comprennent l'ensemble des données géométriques (position et forme des objets), des attributs (caractéristiques des objets) et des métadonnées (information sur la nature des données) (Centre GéoStat, 2019).

Également appelées informations géographiques ou données géospatiales, les données spatiales désignent les informations liées à des objets ou éléments présents dans un espace géographique.

Espace 4.0 (« new space »)

Désigne l'ouverture de l'espace à de nouveaux acteurs et une extension du champ d'application des technologies spatiales (Decourt, 2021).

Observation de la Terre

L'observation de la Terre (OT) depuis l'espace se définit comme la collecte de données portant sur les systèmes physiques, chimiques et biologiques terrestres à l'aide de satellites. L'OT depuis l'espace concerne également le suivi des changements dans les environnements naturels et bâtis. L'OT depuis l'espace appuie de façon cruciale les autres observations effectuées par des systèmes aériens et terrestres. L'ensemble de ces plateformes (spatiales, aériennes et au sol) constitue le champ le plus vaste de l'observation de la Terre (OT) (Agence spatiale canadienne, 2020).



Téledétection

À l'origine, la télédétection signifiait obtenir de l'information à distance. De nos jours, la télédétection, que l'on nomme aussi « observation de la Terre », se fait à partir de l'espace par des satellites (Gouvernement du Canada, 2015). La télédétection comprend l'ensemble des techniques utilisées pour déterminer à distance les propriétés d'objets naturels ou artificiels à partir des rayonnements qu'ils émettent ou réfléchissent. Les techniques de télédétection comprennent l'ensemble du processus : la capture et l'enregistrement de l'énergie d'un rayonnement émis ou réfléchi par les objets observés, le traitement des données résultantes et enfin l'analyse des données finales (Wikipédia, 2022).

Critères ESG

Les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) sont des dimensions (grandes catégories) englobant les activités d'une entreprise pouvant avoir des impacts sur la société ou l'environnement. De caractère moral, ils constituent les trois dimensions principales utilisées pour mesurer la durabilité (soutenabilité) et l'impact éthique d'un investissement dans une société ou dans un domaine économique. Ils composent un investissement responsable.

Ces dimensions et les différents critères associés à chacune d'entre elles aident à déterminer la contribution sociétale d'une entreprise sur chacun de ces aspects, et permettent d'élargir et d'enrichir l'analyse des futures performances financières des entreprises (rentabilité et risques) (AMF, 2021).

Annexe 2 : L'État du secteur spatial

Les catégories de travailleurs du secteur spatial selon les régions du Canada en 2018.

Catégories de travailleurs selon la région, 2018

	Ingénieurs et scientifiques	Techniciens	Cadres	Administration	Marketing et ventes	Étudiants/stagiaires	Professionnels de la santé	Autres	Total	% de l'effectif total
C.-B.	338	88	61	45	34	65	0	7	638	7 %
Prairies	592	95	71	23	7	155	3	20	966	10 %
Ontario	1 230	398	327	917	219	532	0	426	4 047	42 %
Québec	821	336	196	1 386	112	156	1	174	3 182	33 %
Atlantique	150	73	44	127	89	64	0	187	734	8 %
Total	3 131	989	699	2 498	460	972	4	814	9 567	100 %

La répartition des professionnels hautement qualifiés dans le secteur spatial canadien en 2019.

Répartition des PHQ dans le secteur spatial canadien, 2019				
	Total de l'effectif	Total des PHQ	% des PHQ par rapport à l'effectif total de la région	% de PHQ par rapport au nombre total de PHQ dans le secteur spatial canadien
Colombie-Britannique	739	630	85 %	9 %
Prairies	1 116	771	69 %	11 %
Ontario	4 497	3 068	68 %	44 %
Québec	3 394	1 976	58 %	29 %
Atlantique	795	492	62 %	7 %
Total	10 541	6 936	100 %	100 %

Annexe 3 : Listes des membres du comité

Voici les représentants des entreprises et organisations qui font partie du comité :

Johanne Lecomte

Vice-présidente ventes et développement des affaires – Thales Alenia Space

Alexis Landreville

Directeur – Affaires externes, Northstar Ciel et Terre

Etienne Low-Décarie Ph.D

Gestionnaire, Centre d'expertise en données et Scientifique de l'Exploration, Astronautes, sciences de la vie et médecine spatiale - Agence spatiale canadienne / Gouvernement du Canada

Nicolas Delfon

Président – Anagraph.io

Émilie Hamel

Vice-présidente opérations – GHGSat

Patrick Cohendet

Professeur titulaire et Co-directeur de Mosaic – HEC Montréal

Marie Lucy Stojak

Directrice de l'École en management de la créativité et de l'innovation - HEC Montréal

Michel Forest

Director, LEO System Engineering – TELESAT

Tom Landry

Conseiller senior / Senior advisor, CRIM – Centre de recherche informatique de Montréal

Observateur : Philippe Duguay

Conseiller en innovation – Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec



Annexe 4 : Bibliographie

Agence spatiale canadienne (2022). Annonce du Canada d'une nouvelle stratégie d'observation de la Terre par satellite, communiqué de presse, Newswire.ca, <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/annonce-du-canada-d-une-nouvelle-strategie-d-observation-de-la-terre-par-satellite-886210318.html>

Agence spatiale canadienne. (2020). Document de mobilisation : L'observation de la Terre depuis l'espace. <https://asc-csa.gc.ca/pdf/fra/publications/sbeo/2020-document-mobilisation-observation-de-la-terre-depuis-espace.pdf>

Agence spatiale canadienne. (2021). État du secteur spatial canadien - Rapport 2020 - Faits et chiffres de 2019, <https://www.asc-csa.gc.ca/pdf/fra/publications/2020-etat-secteur-spatial-canadien-faits-chiffres-2019-v2.pdf>

Agence spatiale canadienne. (2019). Exploration Imagination Innovation, Une nouvelle stratégie spatiale pour le Canada. <https://www.asc-csa.gc.ca/pdf/fra/publications/strategie-spatiale-pour-le-canada.pdf>

Agence spatiale canadienne. (2019). État du secteur spatial canadien - Rapport 2019 - Faits et chiffres de 2018, <https://www.asc-csa.gc.ca/fra/publications/2019-etat-secteur-spatial-canadien.asp>

Agence spatiale canadienne. (2018). Avantages socioéconomiques de l'utilisation de l'espace rapport final, <https://www.asc-csa.gc.ca/pdf/fra/publications/2018-avantages-socio-economiques-utilisation-espace.pdf>



Agence spatiale canadienne. (2018). Provincial & Territorial Use of Space-Derived Data Summary of Results.

Agence spatiale canadienne. (2012). Utilisation de l'espace en observation de la Terre, Applications spatiales liées aux priorités gouvernementales et aux activités ministérielles, <https://www.asc-csa.gc.ca/PDF/solintermed-manuel-fra.pdf>

Arsenault, J. (2021, 23 décembre). NortStar se finance au Luxembourg et lance un appel à Ottawa, La Presse, <https://www.lapresse.ca/affaires/entreprises/2021-12-23/constellation-de-satellites/northstar-se-finance-au-luxembourg-et-lance-un-appel-a-ottawa.php>

Balado The MapScaping Podcast, Épisode The Problem With Satellite Data Is ...That It Is Not A Commodity. (2021, août), <https://www.podbean.com/media/share/pb-263ce-10b250e>

Bernier, E. et Badard T. (2020, mars). Conclusions et recommandations, Observation de la Terre, Humanitek - TechnoMontréal - OBVIA, Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique, Université Laval.

Bernier, E. et Badard T. (2020, avril). Document de positionnement, Observation de la Terre, Humanitek - TechnoMontréal - OBVIA, Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique, Université Laval.

Bérubé, J. (2021). Les baleines noires vues de l'espace, Radio-Canada, <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1766975/agence-spatiale-canadienne-arctus-baleine-noire-donnees-satellites>

Bonnal, Christophe. (2016) Pollution spatiale : l'état d'urgence. Belin.



Centre GéoStat, (2019). Données géospatiales, Centre géographique et statistique, Bibliothèque de l'Université Laval, <https://www.bibl.ulaval.ca/services/centregeostat/donnees-geospatiales>

Comité consultatif d'examen spécial de la Loi sur les systèmes de télédétection spatiale (2021, février). Rapport de synthèse du Comité consultatif d'examen spécial de la LSTS, https://www.mcgill.ca/iasl/files/iasl/fr_08-zz-ad_hoc_wrap-up_report_v2.pdf

Conseil de l'Union européenne. (2021, juillet), Politique spatiale de l'UE, <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/eu-space-programme>

Decourt, R. (2021). New Space, définition, FuturaSciences, <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/new-space-new-space-16591/>

Denis, D., Deecker, G., Affaires mondiales Canada, (2021). Rapport de synthèse du Comité consultatif d'examen spécial de la LSTS, https://www.mcgill.ca/iasl/files/iasl/fr_08-zz-ad_hoc_wrap-up_report_v2.pdf

Euroconsult Press Release. (2020). Euroconsult forecasts satellite demand to experience a four-fold increase over the next 10 years, Euroconsult <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/euroconsult-forecasts-satellite-demand-to-experience-a-four-fold-increase-over-the-next-10-years>

Euroconsult report (December 2020)

EY, (2017) Panorama des Cleantech au Québec, <https://ecotechquebec.com/panorama/>

Francina, J. (2021). Que sont les données géospatiales ?. Korem. <https://www.korem.com/fr/que-sont-les-donnees-geospatiales/>



Gouvernement du Canada (2022). À propos d'utiliTerre, <https://asc-csa.gc.ca/fra/programmes-finance-ment/programmes/utiliterre/a-propos.asp>

Gouvernement du Canada, (2022). ingénieux, résilient, prêt : Stratégie canadienne de l'observation de la Terre par satellite, <https://asc-csa.gc.ca/pdf/fra/publications/strategie-canadienne-observa-tion-terre-par-satellite.pdf>

Gouvernement du Canada. (2021). Politique de l'espace et la Loi sur les systèmes de télédétection spatiale (LSTS). https://www.international.gc.ca/world-monde/issues_development-enjeux_develop-ement/peace_security-paix_securite/space-espace.aspx?lang=fra

Gouvernement du Canada, (2015) Qu'est-ce que la télédétection ?, Ressources naturelles Canada, <https://www.rncan.gc.ca/quest-ce-que-la-teledetection/9494>

Gouvernement du Québec, (2022). Stratégie québécoise de l'aérospatiale – Horizon 2026, Québec. ca, <https://www.quebec.ca/gouvernement/ministere/economie/publications/strategie-quebe-coise-de-laerospatiale-horizon-2026>

Gouvernement du Québec, (2021). Québec conclut des ententes de principe avec Télésat et MDA Montréal - Investissement de 1,8 milliard et création de 600 emplois au Québec pour la réalisation du projet Lightspeed de Télésat, <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/quebec-conclut-des-en-tes-de-principe-avec-telesat-et-mda-montreal-investissement-de-1-8-milliard-et-creation-de-600-emplois-au-quebec-pour-la-realisation-du-projet-lightspeed-de-telesat-883962184.html>



Gouvernement du Québec, (2021). Québec investit 400M\$ dans Télésat Lightspeed et MDA, <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/quebec-conclut-des-ententes-de-principe-avec-telesat-et-mda-montreal-investissement-de-1-8-milliard-et-creation-de-600-emplois-au-quebec-pour-la-realisation-du-projet-lightspeed-de-telesat-883962184.html>

Korem (2021, 11 mai) Que sont les données géospatiales, <https://www.korem.com/fr/que-sont-les-donnees-geospatiales/>

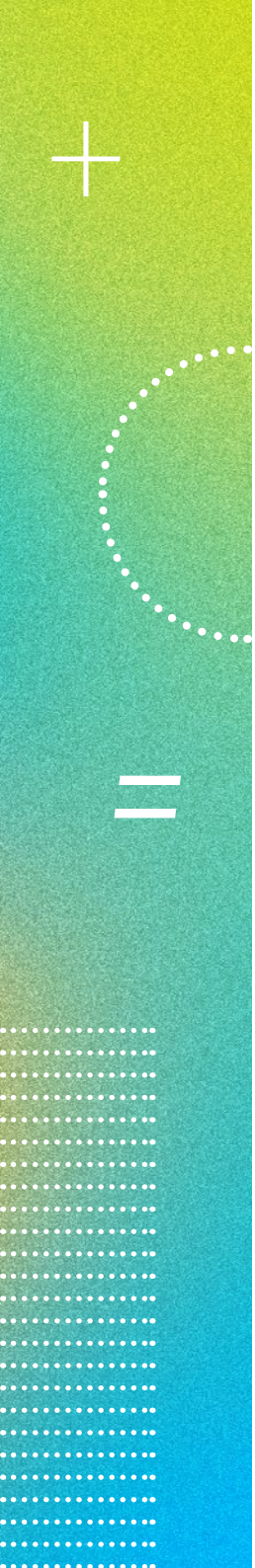
Institut de la statistique du Québec (2020). Clean technologies, <https://statistique.quebec.ca/en/produit/publication/indicateurs-technologies-propres>

Investissement Québec, (2020, 10 septembre), Un financement de 30 M\$ US pour la Série B de GHGSat, communiqué de presse, <https://www.investquebec.com/quebec/fr/salle-de-presse/communiques/un-financement-de-30mus-pour-la-serieb-de-ghgsat.html>

Lajoie, F. (2022, 27 janvier). L'Agence spatiale canadienne finance une entreprise de Québec, Le Soleil, <https://www.lesoleil.com/2022/01/27/lagence-spatiale-canadienne-finance-une-entreprise-de-quebec-84110234a21827d81021cbc65021f3ee>

Marr, B. (2018), How Much Data Do We Create Every Day ? The Mind-Blowing Stats Everyone Should Read, Forbes, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/?sh=41c4521860ba>

Massé, I. (2021), Les bureaux montréalais de l'ISSB ouvriront au début de 2022, La Presse, <https://www.lapresse.ca/affaires/economie/2021-11-11/organisation-internationale-de-normalisation-de-la-finance-durable/les-bureaux-montrealais-de-l-issb-ouvriront-au-debut-de-2022.php>



Ministère de l'Économie et de l'Innovation, (2020, 18 juin), Québec accorde 14 M\$ à l'entreprise GHGSat pour appuyer sa croissance, communiqué de presse, https://www.economie.gouv.qc.ca/ministere/salle-de-presse/communiques-de-presse/communiquede-presse/?no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=24735&cHash=b43a738e943652efcc8dc3efab92228d

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relève, (2021), APP - « Les applications spatiales : un tremplin pour l'économie et la société », <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/aap/industrie/aap-applications-spatiales-tremplin-pour-l-economie-et-la-societe>

Montréal international (2021). Montréal sera hôte de l'ISSB, nouvelle organisation internationale de normalisation de la finance durable, <https://www.montrealinternational.com/fr/actualites/montreal-sera-hote-de-lissb-nouvelle-organisation-internationale-de-normalisation-de-la-finance-durable>

Mouvement des accélérateurs d'innovation du Québec, (2021). L'écosystème startup à la croisée des chemins, https://mainqc.com/wp-content/uploads/2021/09/MAIN_COMM_PAE2022_Me%CC%81moire_V6_FINAL.pdf

NorthStar Ciel et Terre, (2021), NorthStar fait équipe avec la Garde côtière canadienne et l'INRS afin de développer un système d'observation terrestre pour surveiller les environnements côtiers et maritimes du Canada, <https://northstar-data.com/fr/un-systeme-dobservation-terrestre-pour-surveiller-les-environnements-cotiers-et-maritimes-du-canada>



NorthStar Ciel et Terre, (2018). NorthStar Ciel & Terre Inc. annonce des partenariats et un financement supplémentaire de 52 millions de dollars pour sa plate-forme globale d'information sur l'environnement, <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/northstar-ciel--terre-inc-annonce-des-partenariats-et-un-financement-supplementaire-de-52-millions-de-dollars-pour-sa-plate-forme-globale-dinformation-sur-lenvironnement-700597551.html>

OCDE (2019), The Space Economy in Figures : How Space Contributes to the Global Economy, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>

Organisation météorologique mondiale. (2011). Le climat et vous, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=517

Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle, <https://gpai.ai/fr/>

PWC, (2020). Main Trends & Challenges in the Space Sector, 2nd edition

United Nation, (s.d.). Applications spatiales, <https://www.un-spider.org/fr/applications-spatiales>

Vézina, A.-M. , (2002), Geosapiens obtient un financement de l'Agence spatiale canadienne pour optimiser la gestion des inondations, Institut national de recherche scientifique, <https://inrs.ca/actualites/geosapiens-obtient-un-financement-de-lagence-spatiale-canadienne-pour-optimiser-la-gestion-des-inondations/>

Vie publique. (s.d.). Changement climatique : les fondements scientifiques, République française. <https://www.vie-publique.fr/eclairage/19387-changement-climatique-les-fondements-scientifiques>



Wikipédia, (2022, 18 janvier). Télédétection, <https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9l%C3%A9d%C3%A9tection>

Wikipédia, (2021, 21 juin). Critères environnementaux, sociaux et de gouvernance, Wikipédia https://fr.wikipedia.org/wiki/Crit%C3%A8res_environnementaux,_sociaux_et_de_gouvernance

WWF, World Bank Group & Global Canopy, (2022). GEOSPATIAL ESG The emerging application of geospatial data for gaining ‘environmental’ insights on the asset, corporate and sovereign level, https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2022-01/Geospatial_ESG_Report.pdf

Pour découvrir
toutes nos études

numana.tech

