

Complément de réponse à la question 2.3.1 de la demande de renseignements n° 1 du ROÉÉ

Suivant la décision D-2026-077

(version caviardée)

Annexe A – Analyse économique des centres de données préparée par KPMG



ANALYSE ÉCONOMIQUE DES CENTRES DE DONNÉES

Présentée à la direction
Développement des affaires - Québec
Hydro-Québec

KPMG s.r.l./S.E.N.C.R.L.

11 juillet 2017

Table des matières

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
1.1	Mise en contexte	1
1.2	Objectifs de la présente analyse	3
1.3	Démarche suivie	4
2	VALEUR ÉCONOMIQUE DES ACTIVITÉS D'HÉBERGEMENT DE DONNÉES	6
2.1	Les paramètres de base	6
2.2	Les principaux résultats	8
3	CONTRIBUTION POTENTIELLE D'UNE CHAÎNE GLOBALE DE VALEUR LIÉE AUX CENTRES DE DONNÉES	15
3.1	Les activités en aval des centres de données	15
3.2	Les activités en amont des centres de données	17
4	CONCLUSION	19

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 Mise en contexte

Hydro-Québec a identifié le développement du secteur des centres de données comme une avenue de croissance qui lui permettrait de contribuer à l'atteinte de l'un des principaux objectifs de son Plan stratégique 2016-2020, soit de doubler ses revenus d'ici 15 ans. Ce choix se justifie notamment par les perspectives de croissance de ce secteur, ainsi que par les atouts du Québec qui en font un candidat naturel pour l'hébergement de tels centres.

Selon le JLL Data Center Outlook 2016, le trafic de données dans le monde devrait être multiplié par dix au cours des cinq prochaines années, et la taille de l'industrie des centres de données devrait doubler pendant cette période. Plusieurs tendances expliquent cette croissance impressionnante, dont notamment l'adoption des technologies infonuagiques (« cloud computing ») et l'appétit des consommateurs pour les technologies numériques (achats en ligne, « streaming », médias sociaux, économie du partage, etc.).

La croissance est particulièrement forte dans le segment de marché des centres de données en colocation, où l'on observe des taux de croissance de l'ordre de 10 % à 15 % par année. Les centres de données corporatifs privés, un marché plus mature, semblent quant à eux afficher une certaine diminution, alors que de plus en plus d'entreprises impartissent ce genre de service. Par contre, les entreprises de secteurs intensifs en données continuent d'accroître le nombre et la taille de leurs installations de stockage d'information.

Bien que le marché des centres de données demeure fragmenté, on observe l'émergence de très grands joueurs qui assurent une présence sur de nombreux territoires (p. ex. : Equinix, Digital Realty...) et qui construisent des centres de plus grande taille. En parallèle, la concurrence s'intensifie entre les juridictions pour attirer ces nouveaux « méga » centres. À titre d'illustration, uniquement aux États-Unis, plus de la moitié des 50 États américains ont introduit des incitatifs fiscaux afin d'attirer des centres de données.

Au-delà des incitatifs financiers, certains territoires, dont le Québec, bénéficient d'avantages comparatifs majeurs leur permettant d'attirer ce type d'entreprise. Parmi les avantages dits « naturels » du Québec, on peut souligner :

- **Une source d'énergie électrique peu coûteuse.** Une dimension très importante étant donné l'importance des coûts énergétiques dans les dépenses d'exploitation des centres de données (ceux-ci peuvent représenter en moyenne plus de 20 % des

coûts d'exploitation, l'électricité servant à alimenter les systèmes informatiques et à refroidir les équipements);

- **Un approvisionnement énergétique à faible émission de GES.** Un critère de localisation de plus en plus important en raison des pressions sociales auxquelles sont soumis les exploitants ou les clients des centres de données;
- **Un climat froid.** Un facteur qui contribue à diminuer la facture d'électricité et par le fait même à réduire les coûts totaux d'exploitation;
- **Des lois plus strictes au Canada en matière de confidentialité des données.** Notamment lorsque comparées aux lois en vigueur aux États-Unis (notamment le *USA PATRIOT Act*, qui permet aux autorités américaines d'accéder aux données entreposées en sol américain, une disposition qui n'existe pas dans la *Loi sur la protection des renseignements personnels* (Canada));
- **Une proximité avec le marché américain.** Ce qui permet aux entreprises exploitant des centres de données au Québec de desservir cette clientèle de manière efficace (communication et accès aux données plus rapide et efficace).

On pourrait ajouter à ces avantages « naturels » la profondeur du territoire au niveau des capacités en technologies d'information (TI). Le Québec dispose ainsi d'un bassin important de travailleurs en TI, ainsi qu'un réseau important d'institutions de support avec spécialisation dans le domaine des technologies d'information (institutions d'enseignement supérieur, institutions de recherche, organisations de concertation...).

Selon une analyse de Cushman et Wakefield, le Canada se situe au 6^e rang mondial des meilleurs sites de localisation de centres de données, devançant de quatre (4) places les États-Unis, notamment en raison de critères liés à la ressource énergétique. On retrouve d'ailleurs au Canada une plus forte concentration de centres de données par personne qu'aux États-Unis.

Au Québec, les centres de données sont concentrés dans les régions de Montréal et de Québec. Bien que la capacité installée dans la région du Grand Montréal soit encore relativement petite parmi les autres marchés nord-américains, Montréal se distingue selon une étude récente par ses ajouts de capacité planifiés. Les principaux leviers de cette croissance attendue seraient, selon des experts du secteur, les nouvelles lois sur la souveraineté des données et les bas coûts provenant d'une source renouvelable d'électricité.

Afin de miser sur ces tendances, le gouvernement du Québec, les instances de développement économique et Hydro-Québec ont accru leurs efforts de promotion et d'attraction d'investissements provenant du secteur des centres de données. Par ailleurs, Hydro-Québec a aussi plus spécifiquement développé au cours des dernières années une offre spécifique à ces investisseurs qui comprend :

- Des tarifs hautement concurrentiels avec entre autres le tarif de développement économique (TDE) et le programme de gestion de puissance (GDP);
- Un portefeuille de terrains préqualifiés, représentant plus de 25 millions de pieds carrés, situés à des endroits stratégiques;
- Un service d'accompagnement permettant d'accélérer la réalisation des projets;
- Une expertise en efficacité énergétique pour réduire la consommation d'énergie.

Par ailleurs, les avantages et les retombées économiques pour le Québec peuvent varier d'un type de centres de données à un autre, comme l'avait illustré l'analyse réalisée en 2010. L'analyse économique effectuée à ce moment cherchait à répondre aux questions suivantes : Est-il pertinent ou non de développer activement la présence de centres de données au Québec? Pour quel type de centres de données? Avec quel genre de profil d'activités? À quelles conditions? Le but était de fournir une évaluation rigoureuse et neutre de la valeur économique associée aux différents modèles de centres de données. Cette évaluation a d'ailleurs servi à guider le processus de ciblage et de criblage des dossiers supportés financièrement.

Qu'en est-il en 2017 ? Cette question est tout à fait légitime, car les retombées peuvent varier dans le temps. En effet, la technologie et les pratiques d'exploitation évoluent dans le domaine des centres de données et ces changements peuvent avoir des répercussions sur les impacts économiques des activités réalisées.

1.2 Objectifs de la présente analyse

La présente analyse s'inscrit donc dans ce contexte d'ensemble. La direction Développement des affaires - Québec d'Hydro-Québec désire actualiser une partie de l'étude réalisée en 2010. Les résultats permettront de déterminer si on poursuit le même processus de ciblage et de criblage, ou si des ajustements sont souhaitables.

Plus spécifiquement, l'analyse s'est concentrée sur l'analyse de la valeur brute générée par les divers modèles de centres de données¹. Cette analyse permet non seulement de déterminer quel type de centres de données crée suffisamment de valeur pour justifier son approvisionnement en électricité, mais aussi de cerner certaines caractéristiques qui contribuent à accroître la valeur économique d'un tel investissement. On y mesure les effets directs, indirects et d'entraînement potentiel des centres de données sur l'économie du Québec.

La section qui suit (section 2) présente les retombées économiques des activités liées uniquement à la gestion et au stockage des centres de données. La section 3 aborde les répercussions d'autres types d'activités qui jouxtent celles associées à la gestion et au stockage des données. Ces autres activités peuvent être reliées aux produits et services de fournisseurs spécialisés, ou encore, à d'autres types de services périphériques. La conclusion reprend, sous forme de synthèse, l'ensemble des grands constats de l'analyse économique.

1.3 Démarche suivie

Lors de l'analyse de 2010, il existait peu de centres de données actifs au Québec. Les résultats découlaient de l'expérience de centres localisés hors Québec, essentiellement aux États-Unis, en Colombie-Britannique et en Ontario, de même que sur des modèles de coûts². En 2017, la situation a changé significativement.

On compte actuellement près d'une vingtaine d'entreprises qui ont des activités de traitement et d'hébergement de données à l'intérieur d'édifices classés comme centre de données³. Ces entreprises exploitent près d'une quarantaine d'installations. Et ce nombre est en croissance continue depuis cinq (5) ans. Sans compter qu'il ne comprend pas les projets confirmés, mais qui n'étaient pas encore en activité au moment de la préparation de cette analyse (soit des projets qui étaient aux étapes de planification et/ou construction au début de 2017). Bien plus, la plupart des centres actifs n'avaient pas encore atteint leur plein niveau de déploiement. À la fin 2016, les centres de données en fonction représentaient une puissance appelée totale de près de 40 MW alors qu'à terme, leurs besoins étaient évalués à près de 350 MW.

¹ Plus spécifiquement, il s'agissait de mettre à jour une portion du chapitre 2 et le chapitre 3 de l'étude de 2010.

² Notamment le modèle de coûts développé par l'Uptime Institute.

³ Le nombre d'entreprises qui exploitent de plus petits espaces internes de centres de données est évidemment beaucoup plus important. À l'extrême, pratiquement toutes les entreprises ont aujourd'hui des équipements internes qui stockent certaines données. Étant donné leur taille et leur rôle, ces installations ne sont cependant pas classées comme centre de données par les organisations qui répertorient et suivent l'industrie.

L'analyse de 2017 repose sur le profil d'activités et de dépenses des centres localisés au Québec. Pour ce faire, une enquête auprès de centres de données en activité a été réalisée. Les résultats présentés dans les sections qui suivent distinguent trois types de centres de données. Ces trois types de centre seront décrits plus loin, mais correspondent respectivement aux :

- Centres « propriétaires » de type pur ou dédié
- Les centres de « colocation » de type pur
- Les centres à vocation élargie

Les résultats présentés correspondent à des modèles représentatifs de chacun de ces groupes. Il ne s'agit pas des renseignements spécifiques d'un des centres sondés. Par contre, cela reflète les centres qui sont actuellement actifs au Québec.

2 VALEUR ÉCONOMIQUE DES ACTIVITÉS D'HÉBERGEMENT DE DONNÉES

2.1 Les paramètres de base

L'analyse de valeur économique correspond à la création de richesse sur le territoire. La création nette de richesse peut être évaluée en mesurant, d'une part, la valeur ajoutée générée au Québec par un projet spécifique, et en y soustrayant, d'autre part, la valeur du choc tarifaire découlant de l'écart entre le coût marginal de l'électricité et le tarif accordé. Le présent document se concentre toutefois sur la création brute de richesse et ne tient pas compte du coût d'approvisionnement en électricité compte tenu des surplus d'électricité actuels et prévus. Les responsables d'Hydro-Québec peuvent toutefois facilement évaluer la valeur économique nette en y appliquant le coût d'opportunité approprié pour l'électricité.

La valeur ajoutée est composée de l'ensemble de la rémunération des agents économiques québécois, soit la somme des salaires et gages avant impôts, des revenus nets des entreprises et des autres revenus bruts avant impôts. La mesure de création de valeur économique comprend à la fois les effets directs des dépenses engagées et les effets indirects (soit l'impact chez les fournisseurs). Les dépenses de fonctionnement et d'investissement doivent être intégrées à l'analyse. Les dépenses d'investissement peuvent être ramenées à une forme de dépenses annuelles en tenant compte de l'amortissement annuel des immobilisations réalisées.

Outre la valeur ajoutée qui correspond à la création de richesse, l'impact économique peut aussi être mesuré en termes d'**emplois soutenus**. Le niveau d'emplois et la qualité des emplois associés à une activité économique demeurent des variables significatives et importantes. L'emploi soutenu présenté comprend l'emploi direct (soit les employés rémunérés par le centre de données) et l'emploi total (qui inclut les emplois soutenus dans la chaîne de fournisseurs des centres de données). Le niveau d'emploi est mesuré en équivalent temps plein (les emplois à temps partiel sont ramenés à une base de temps plein).

Par ailleurs, aux fins de la présente analyse, on a distingué entre **trois types de centres de données** actifs au Québec : le centre de données « propriétaire » de type pur ou dédié; le centre de données de « colocation » de type pur; et le centre de données à vocation élargie.

- Les centres « propriétaires » correspondent au modèle où les installations sont dédiées aux activités d'une seule entreprise. Il s'agit d'un service à caractère interne

avec des activités simplifiées et optimisées. Le personnel de ces centres se concentre essentiellement sur le bon fonctionnement des installations. Plusieurs entreprises de secteurs très intensifs en données, comme les institutions financières ou les entreprises du secteur des télécommunications par exemple, disposent de tels centres. Leurs besoins internes sont souvent tels que la recherche d'efficacité les amène à se doter d'installations d'envergure à l'intérieur d'édifice désigné.

- Les centres de « colocation », comme leur nom l'indique, correspondent au modèle où une entreprise spécialisée offre des services d'hébergement de données en location à des entreprises externes. Au-delà des activités inhérentes au bon fonctionnement des installations d'hébergement de données, ce type de centre dispose généralement d'une équipe de développement de marché et de gestion de clients. Ces centres peuvent avoir plusieurs plus petits clients, ou seulement quelques grands, ou une combinaison de tous types de clients. Certains de ces centres visent des créneaux plus distinctifs. Ce type de centres est en croissance importante avec le développement de l'infonuagique et l'impartition des opérations de stockage de données. Comme ces installations doivent faire la promotion de leurs services, la plupart des centres de données connus publiquement sont de ce type (par exemple au Québec, pour en nommer que quelques-uns, COLO D, 4 Degrés colocation, Cologix, Root...)
- Enfin, les centres à « vocation élargie » correspondent aux entreprises actives au Québec qui ont ajouté d'autres activités périphériques à leurs activités spécifiques d'hébergement de données. Dans ce dernier cas, on retrouve des centres qui ont localisé au Québec des activités de recherche, de centre d'appels, de centre de services, etc. Ces activités complémentaires peuvent être directement ou indirectement reliées à leurs activités d'hébergement de données, mais elles impliquent dans tous les cas, du personnel additionnel. Les installations d'entreprises comme OVH ou Ericsson sont de ce type.

À noter que la vocation des installations et des organisations ne sont pas fixes. Les centres peuvent évoluer d'un groupe à l'autre. En fait, un type de centre peut devenir un tremplin vers un autre type. À titre illustratif, certaines entreprises du secteur des télécommunications ont développé des installations pour leurs seules fins internes dans un premier temps, puis se sont mis à offrir des services de colocation. Par ailleurs, des centres de colocation purs se sont mis à ajouter des services additionnels à leur offre locale et sont ainsi devenus des centres à vocation élargie.

Les impacts économiques des trois types de centres de données ont été mesurés en proportion de leur intensité énergétique spécifique, que ce soit par MW ou par kWh.

2.2 Les principaux résultats

Impacts économiques par type de centre de données

Dans un premier temps, nous nous attarderons aux résultats en proportion des appels de puissance demandés. Le tableau suivant présente les niveaux d'emplois directs et totaux par MW. Sans surprise, on observe des écarts importants entre les trois grands types de centres de données analysés. Ce ratio varie du simple au double au quintuple. À noter que l'on observe aussi des écarts au niveau de la valeur ajoutée par MW, mais cet écart est moins grand (du simple au double). Enfin, la valeur ajoutée par emploi soutenu évolue en sens inverse.

TABEAU 1 – IMPACT ÉCONOMIQUE PAR MW ET PAR TYPE DE CENTRES DE DONNÉES ANALYSÉS

IMPACT ÉCONOMIQUE PAR MW ET PAR EMPLOI	
Centre de données « propriétaire » de type pur	
Emplois directs/MW	5
Emplois totaux /MW	11,4
Valeur ajoutée totale/MW	1,5 M\$
Valeur ajoutée totale/Emploi direct	298 706 \$
Valeur ajoutée totale/Emploi total	131 021 \$
Centre de données de « colocation » de type pur	
Emplois directs/MW	12
Emplois totaux /MW	19,7
Valeur ajoutée totale/MW	2,2 M\$
Valeur ajoutée totale/Emploi direct	187 116 \$
Valeur ajoutée totale/Emploi total	114 101 \$
Centre de données à vocation élargie	
Emplois directs/MW	25
Emplois totaux /MW	33,0
Valeur ajoutée totale/MW	3,3 M\$
Valeur ajoutée totale/Emploi direct	131 321 \$
Valeur ajoutée totale/Emploi total	99 489 \$

* Appel de puissance
Source : Analyse KPMG

Ces écarts étaient toutefois anticipés. Les centres « propriétaires » de type pur emploient en effet moins de personnes, pour une installation de taille donnée similaire, que les deux autres types du fait qu'ils n'ont pas de personnel associé aux activités de commercialisation/gestion-clients, comme les centres de « colocation » de type pur, ou encore, de personnel lié aux autres activités périphériques des centres à « vocation élargie ». Par ailleurs, si le levier des emplois est supérieur chez les deux derniers types de centres de données, la valeur ajoutée par emploi soutenu est plus élevée chez les centres « propriétaires » de type pur. Ceci s'explique essentiellement par le fait que la nature et l'envergure des dépenses non salariales par emploi y sont plus élevées.

Le niveau d'emplois directs par MW des centres « propriétaires » oscillait entre 4 et 10 avec une concentration autour de 5. Celui des centres de « colocation » variait entre 10 et 20 par MW avec une concentration autour de 12. Quant aux centres à « vocation élargie », les écarts étaient plus importants, car il s'agit presque ici de cas par cas. Par contre, on observait une plus forte concentration autour de 20 à 30 emplois directs par MW.

En sus des emplois directs, on compte aussi des emplois indirects chez les principaux fournisseurs des centres de données (fournisseurs d'électricité, de bandes passantes, de services pour les appareils de ventilation/climatisation...) et des emplois associés à la construction/maintien du bâtiment. Le « multiplicateur » d'emplois chez les fournisseurs est fonction de la valeur des achats par employé. Comme souligné précédemment, les centres « propriétaires » affichent des dépenses non salariales par emploi direct plus élevées que pour les deux autres types. On compte ainsi l'équivalent de 1,3 emploi chez les fournisseurs de ce type de centres pour chacun de ses emplois directs, versus 0,6 pour les centres de « colocation » et 0,3 pour les centres à vocation élargie. Par contre, cet effet levier n'est pas suffisant pour éliminer l'avantage des deux derniers en termes d'emplois totaux par MW.

Impacts totaux en emploi des centres de données présents au Québec

Au-delà des impacts économiques générés pour chacun des trois types de centres de données, il peut être intéressant de s'attarder à la contribution globale de ces activités au Québec. Par contre, plusieurs des centres actuellement actifs sur le territoire québécois étaient encore en développement au cours de la dernière année. L'impact économique total des centres de données a donc été évalué à trois niveaux : i) l'impact 2016 des centres existants actuels; ii) l'impact 2025 des centres existants actuels, soit au moment de leur plein déploiement prévu; iii) l'impact 2025 des centres existants et nouveaux, si le scénario de 1 000 MW consommé par ce secteur est atteint.

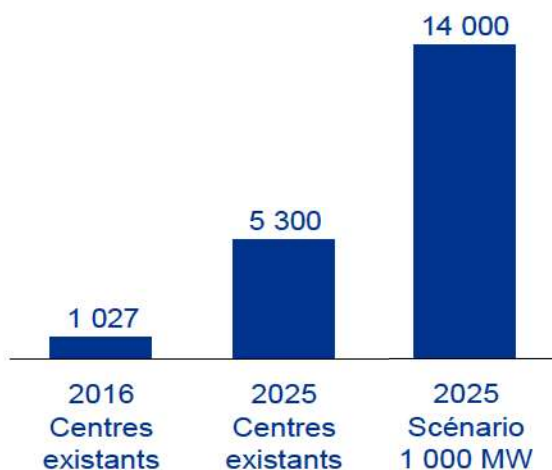
Si on s'attarde aux retombées économiques 2016 (dernière année complète) de l'ensemble des centres de données existants actuellement au Québec, on estime que les installations en place supportaient 626 emplois directs. En tenant compte des emplois indirects dans la

chaîne de fournisseurs, le total des emplois soutenus dans l'économie québécoise aurait atteint près de 1 027 pour cette même année.

Par ailleurs, le niveau d'activités 2016 des centres de données existants au Québec se situait bien en deçà du niveau attendu au moment de leur plein déploiement. Par exemple, leur consommation électrique 2016 s'élevait à 25 % du niveau prévu en 2025. Si on considère les activités prévues de l'ensemble des centres actuels au moment de leur pleine capacité à terme (en fonction de leurs prévisions de consommation électrique), le total des emplois directs des centres de données connus s'élèverait alors à près de 3 000 sur l'horizon 2025. On compterait des centres de diverses tailles, variant entre moins de 5 employés à près de 400. Avec les emplois indirects soutenus dans la chaîne de fournisseurs, le total des emplois dans l'économie québécoise atteindrait autour de 5 300 sur le même horizon.

Cette estimation à l'horizon 2025 ne concerne que les centres existants ou en développement. En considérant les centres qui vont très certainement s'ajouter au fil des ans, on obtiendrait un nombre d'emplois soutenus plus élevés. On peut rappeler que les experts du secteur considère que le Québec est bien positionner pour profiter de la croissance attendue dans ce secteur, sans compter que des efforts de promotion et d'attraction sont déployés pour développer ce type d'activités. Certains scénarios envisagent que ce secteur pourrait représenter une demande de 1 000 MW sur l'horizon 2025-2030. Dans un tel cas, le total des emplois soutenus par le secteur dans l'économie québécoise s'élèverait à près de 14 000.

SCHÉMA 1 – ESTIMATION DES EMPLOIS SOUTENUS PAR LES CENTRES DE DONNÉES
(Québec, Emplois directs et indirects, 2016-2025)

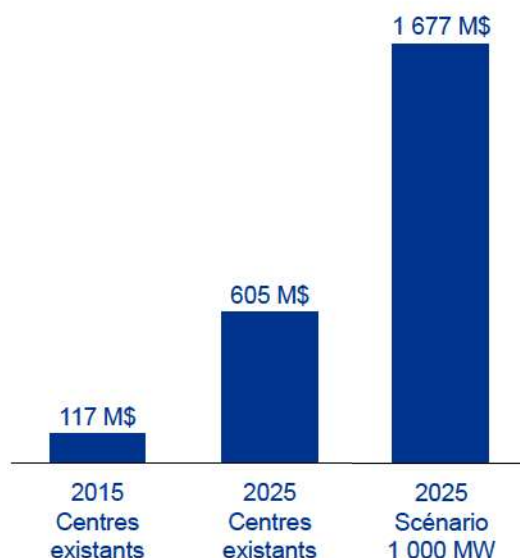


Source : Analyse KPMG

On peut aussi mesurer l'impact économique des centres de données actuels et attendus en valeur monétaire. Le schéma suivant reprend les trois scénarios précédents et présente cette fois la valeur ajoutée générée sur le territoire québécois par chacun d'entre eux. On rappelle que la valeur ajoutée correspond à l'augmentation des revenus, donc constitue un indicateur de la création de richesse dans une économie. On observe évidemment une progression similaire à celle des emplois selon les scénarios envisagés.

SCHÉMA 2 – ESTIMATION DE LA VALEUR AJOUTÉE GÉNÉRÉE PAR LES CENTRES DE DONNÉES

(Québec, Valeur ajoutée directe et indirecte, en million de \$ 2016, 2016-2025)

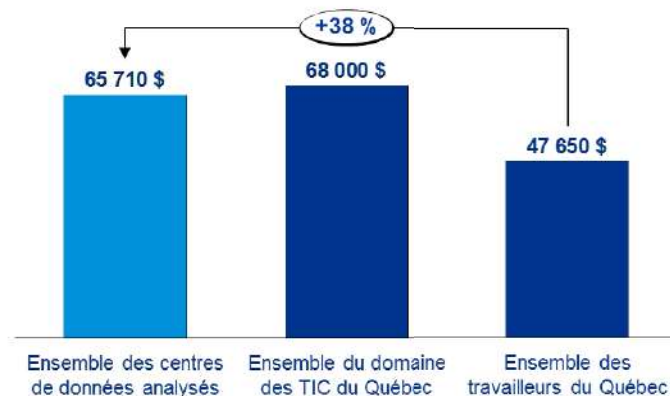


Source : Analyse KPMG

Niveau de rémunération des emplois soutenus par les centres de données

Le niveau de rémunération rattaché aux emplois directs des centres de données actifs au Québec est estimé à 65 710 \$. Ce niveau de rémunération correspond au mix des emplois observés dans les centres. Il s'agit d'une moyenne couvrant tous les types de postes et d'occupations. Il s'agit donc généralement d'emplois de qualité (avec une rémunération plus élevée que la moyenne des salaires du Québec et seulement légèrement moins élevée à celle que l'on retrouve dans l'ensemble du domaine des TIC au Québec).

SCHÉMA 3 – COMPARAISON DES SALAIRES MOYENS 2016, EN \$
(résultats de l'enquête et statistiques officielles)



Source : Analyse KPMG

Impact économique par kWh des divers types de centres de données

Le tableau suivant présente la valeur économique brute de nos trois modèles en fonction de la consommation électrique. Cette consommation tient compte de la puissance appelée et du facteur d'utilisation inhérent à cette activité. On remarque que la création de richesse brute oscille entre 18,0 ¢/kWh et 39,0 ¢/kWh selon le modèle retenu, soit du simple au triple. Ces résultats s'expliquent évidemment par le ratio Emplois par MW appelé qui varie sensiblement entre les 3 types de centres de données. On peut noter cependant que la variation de valeur économique brute est un peu moins importante que celle du ratio Emplois/MW (ratio de 1 à 3 pour la valeur économique brute et de presque 1 à 10 pour le ratio emplois par MW).

TABEAU 2 – IMPACT ÉCONOMIQUE PAR kWh ET PAR TYPE DE CENTRES DE DONNÉES ANALYSÉS

	MODÈLES TYPES DE CENTRE DE DONNÉES		
	Centre de données « propriétaire » de type pur	Centre de données de « colocation » de type pur	Centre de données à vocation élargie
Valeur ajoutée générée au Québec	18,0 ¢/kWh	27,0 ¢/kWh	39,0 ¢/kWh

Source : Analyse KPMG

À noter qu'il n'est pas possible de comparer parfaitement ces résultats avec ceux de 2010 étant donné que les résultats de l'analyse précédente correspondaient aux activités de centres actifs hors du Québec et la typologie retenue à ce moment était uniquement liée à la taille du centre de données⁴. Par contre, notre « centre moyen » de 2010 se rapproche de nos centres de type « pur » de 2017.

En 2010, on estimait la valeur ajoutée par kWh de notre centre moyen à 16,0 ¢ (les différences entre les centres à vocation propriétaire ou de colocation n'avaient pas été mesurées à ce moment). Ramené en dollars de 2016, ce niveau s'élèverait aujourd'hui à environ 18,0¢/kWh. Il apparaît donc que l'impact par kWh a augmenté au cours des dix dernières années puisque l'analyse actuelle présente un ratio se situant entre 18,0 ¢ et 27,0 ¢ du kWh. Cette hausse n'est pas surprenante, car plusieurs améliorations ont permis d'accroître, au fil du temps, l'efficacité énergétique globale des centres de données. Par ailleurs, il importe de souligner que plusieurs centres de données analysés ne sont pas encore pleinement déployés et optimisés. Cette situation peut avoir contribué à augmenter légèrement les retombées économiques des activités actuelles.

Dans tous les modèles de centres de données, il est possible d'accroître le niveau de création de valeur économique si la fonction d'hébergement de données s'accompagne d'activités additionnelles reliées au développement d'applications, à l'analyse de l'information ou à d'autres types de services offerts par les entreprises (centres de recherche et développement, centre de services, centre d'appels...). Comme ces activités consomment peu d'électricité, leur ajout contribue à accroître l'impact économique par MW appelé ou par kWh consommé.

L'analyse de 2010 a estimé les impacts additionnels qui découleraient de l'ajout de ce type de services en fonction de différents niveaux d'emplois supplémentaires. Le tableau 3 reprend les résultats pour un mégacentre. On remarque que la valeur ajoutée supplémentaire atteignait près de 10 ¢/kWh (étude de 2010). Il est intéressant de noter que nos centres à « vocation élargie » ajoutent près de 12 ¢ du kWh lorsque comparés à des centres de « colocation » de type pur (étude de 2017). Il ne s'agit pas nécessairement des mêmes activités que celles estimées en 2010, mais on remarque tout de même l'effet concret de greffer d'autres fonctions au service d'hébergement de données.

⁴ On comptait à ce moment : le modèle « A » qui correspondait à un petit centre de données peu optimisé desservant surtout une clientèle locale ou régionale; le modèle « B » qui correspondait à un centre de données type pouvant desservir une clientèle régionale, nationale ou même extérieure; le modèle « C » correspondait à un mégacentre de données pouvant être rattaché à une seule entreprise ou desservir une clientèle externe.

TABEAU 3 – VALEUR ÉCONOMIQUE SUPPLÉMENTAIRE SELON DIVERS NIVEAUX D’EMPLOIS ADDITIONNELS EN TRAITEMENT DE DONNÉES OU DE DÉVELOPPEMENT D’APPLICATIONS
(Valeur ajoutée réalisée au Québec en ¢ par kWh)

AJOUT D’ACTIVITÉS DE TRAITEMENT DE DONNÉES OU DÉVELOPPEMENT D’APPLICATIONS	VALEUR ÉCONOMIQUE BRUTE ADDITIONNELLE ESTIMÉE EN 2010
10 emplois directs liés à ces activités	9,1 ¢/kWh
50 emplois directs liés à ces activités	9,9 ¢/kWh
100 emplois directs liés à ces activités	10,8 ¢/kWh

Source : Analyse KPMG

En 2010, on avait estimé qu’un ratio de 3,5 emplois directs par MW, ou encore un ratio plus élevé, générerait ainsi au Québec une création nette de valeur économique supérieure à 11 ¢/kWh. Ce niveau apparaissait comme un minimum à atteindre pour couvrir les coûts marginaux de fourniture d’électricité. On notait par ailleurs que plusieurs des emplois associés à un centre de données, au sens étroit, pouvaient être donnés à des fournisseurs externes (sécurité, entretien interne des installations) et qu’il importait par conséquent de porter une attention particulière aux emplois que le promoteur considérerait ou pas dans son projet.

L’analyse de 2017 indique qu’un centre type, même à vocation « propriétaire », atteint la cible minimale de 3,5 emplois directs du MW. Compte tenu de l’efficacité énergétique accrue des centres de données, un niveau de 3,1 emplois directs par MW permet même maintenant de parvenir au seuil de 11 ¢/kWh. Par ailleurs, l’objectif d’atteindre des niveaux plus élevés reste souhaitable pour maximiser l’impact économique des activités d’hébergement de données. Ceci est d’autant plus désirable que le Québec offre actuellement plusieurs types de support financier et non financier aux centres de données.

3 CONTRIBUTION POTENTIELLE D'UNE CHAÎNE GLOBALE DE VALEUR LIÉE À UN ÉCOSYSTÈME CENTRES DE DONNÉES

3.1 Les activités en aval des centres de données

Les activités d'hébergement de données ne sont généralement pas une fin en soi. La croissance exponentielle des données collectées et l'avènement de technologies de plus en plus performantes pour pouvoir les analyser efficacement ouvrent en effet d'immenses et multiples champs d'application. Des champs qui concernent autant des domaines présents depuis plusieurs années maintenant (Internet, infonuagique, mobilité...) que des domaines plus émergents (*big data*, intelligence artificielle, Internet des objets...).

Comme mentionné lors de l'analyse de 2010, les activités de traitement de données, de développement d'applications ou de centres de services n'ont pas à être localisées à proximité des installations de stockage des données. Chaque cas est en quelque sorte un cas d'espèce lié au contexte historique ou particulier de l'entreprise. Le Québec se distingue toutefois de plusieurs autres territoires hôtes de centres de données dans la mesure où il dispose d'un large et riche écosystème dans le secteur des TIC.

On compte une masse critique d'activités sur le territoire québécois dans plusieurs domaines différents et le Québec offre de nombreux avantages à des entreprises qui souhaitent y localiser des activités du secteur des TI (bassin de travailleurs qualifiés, organismes de recherche, institutions de formation, regroupement et réseaux d'acteurs, coûts d'exploitation, soutien gouvernemental...). Et il ne s'agit pas seulement d'un « discours », car le secteur québécois des TIC affiche une croissance importante et continue de son niveau d'emplois depuis plusieurs années maintenant (autour de 3,5 %/an depuis 10 ans), tout en représentant année après année la part la plus importante des nouveaux investissements directs étrangers dans le Grand Montréal.

Le tableau suivant présente la valeur économique en termes de valeur ajoutée au Québec de trois grands types d'activités situées en aval de la chaîne : centre de services informatiques aux clients desservis; développement d'applications de traitement de données; centre de recherche et développement. Pour les fins de présentation, elles sont exprimées par tranche de 10 emplois. On note une certaine convergence dans l'impact de ces grands types d'activités sur l'économie québécoise. En somme, chaque tranche de 10 emplois directs ajoute près de 1,5 million de dollars dans l'économie québécoise (ou 150 000 \$ par emploi).

TABEAU 4 – VALEUR ÉCONOMIQUE DE DIVERSES ACTIVITÉS SITUÉES EN AVAL DE LA CHAÎNE DE VALEUR DES CENTRES DE DONNÉES
(Valeur ajoutée réalisée au Québec par tranche de 10 emplois directs)

EXEMPLES D'ACTIVITÉS SITUÉES EN AVAL DE LA CHAÎNE DE VALEUR	VALEUR AJOUTÉE AU QUÉBEC (EN \$ PAR TRANCHE DE 10 EMPLOIS DIRECTS)
Centre de services informatiques aux clients desservis (<i>exemple en infonuagique</i>)	1 575 000 \$
Développement d'une application de traitements de données	1 475 000 \$
Centre de recherche et développement (<i>exemple en intelligence artificielle</i>)	1 425 000 \$

Source : Analyse KPMG



⁵ Information tirée d'un article paru le 28 avril 2017 dans *La Presse*. Voir pour plus de détails <http://affaires.lapresse.ca/economie/technologie/201704/28/01-5092727-centre-de-donnees-des-serveurs-dans-les-parcs-industriels-des-emplois-au-centre-ville.php>.

3.2 Les activités en amont des centres de données

Pour pouvoir fonctionner efficacement, les activités d'hébergement de données font appel à une série de fournisseurs de services, d'équipements, de composantes, de produits, etc. Plusieurs de ces services sont nécessairement acquis auprès de fournisseurs locaux. On pense naturellement à l'électricité, la bande passante, la sécurité du site, l'entretien des bâtiments... Par contre, l'approvisionnement local est plus ou moins nécessaire pour plusieurs biens ou services spécialisés, que ce soit au niveau des équipements, des logiciels, des composantes électroniques... La performance, le coût, la fiabilité, la compatibilité, le niveau de service après-vente constituent autant de facteurs qui sont au cœur de la décision d'acquisition de ces produits spécialisés.

Compte tenu de la croissance du nombre et de la taille des centres de données, il existe par le fait même un marché actuel et potentiel important pour les fournisseurs de ces produits spécialisés. La valeur de ces produits pour les entreprises fournisseurs, de même que pour les économies où sont localisées ces entreprises peut s'avérer significative. Le marché est mondial et peut donner lieu à des activités économiques innovantes avec un fort taux d'exportation. On compte évidemment dans ce domaine plusieurs grands joueurs internationaux bien implantés (comme ABB, Cisco, Dell, Emerson, HP, IBM, Schneider Electric...) et d'autres moins connus, mais bien établis (comme Asetek, Brocade, Cyber Power, Hitec, Para System, Stay Online, Stulz Air Technology Systems...). Si le marché du « hardware » est souvent difficile à percer, on compte aussi beaucoup de nouvelles solutions logicielles qui permettent d'optimiser la performance des centres de données et dont les barrières à l'entrée sont un peu plus faibles.

Le tableau suivant présente la valeur économique en termes de valeur ajoutée au Québec des deux grands types d'activités situées en amont de la chaîne : les équipements électroniques et les solutions logicielles. À noter qu'il peut y avoir de grandes différences dans la nature et l'envergure des produits provenant des fournisseurs spécialisés. Les données présentées correspondent à des activités types en équipements et en logiciel. L'impact pourrait varier à la hausse comme à la baisse en fonction d'un produit spécifique offert. Par contre, il permet de donner un ordre de grandeur raisonnable. Pour les fins de présentation, les impacts sont aussi exprimés par tranche de 10 emplois. On note encore une fois une certaine convergence dans l'impact sur l'économie québécoise de ces deux grands types d'activités. En somme, chaque tranche de 10 emplois directs ajoute près de 1,45 million de dollars dans l'économie québécoise (ou 145 000 \$ par emploi).

TABEAU 5 – VALEUR ÉCONOMIQUE DE DIVERSES ACTIVITÉS SITUÉES EN AMONT DE LA CHAÎNE DE VALEUR DES CENTRES DE DONNÉES

(Valeur ajoutée réalisée au Québec par tranche de 10 emplois directs)

EXEMPLES D'ACTIVITÉS SITUÉES EN AMONT DE LA CHAÎNE DE VALEUR	VALEUR AJOUTÉE AU QUÉBEC (EN \$ PAR TRANCHE DE 10 EMPLOIS DIRECTS)
Fabrication d'un équipement ou d'une composante électronique	1 425 000 \$
Développement et vente d'une solution logicielle <i>(exemple en réduction de la latence)</i>	1 475 000 \$

Source : Analyse KPMG



On compte bien d'autres entreprises québécoises dont la totalité ou une partie de leur marché vise les centres de données⁶. Les trois exemples mentionnés précédemment permettent tout de même d'illustrer le potentiel découlant du développement d'activités en amont. Même si ces trois entreprises en sont encore au tout début de leur percée commerciale dans le secteur des centres de données, leurs activités équivalent à une valeur économique additionnelle de près de 10 millions de dollars par année pour le Québec.

⁶ Voir La Presse, « 14 millions pour une start-up montréalaise », 25 mars 2017.

⁷ Voir <http://affaires.lapresse.ca/economie/technologie/201509/08/01-4898490-9-millions-pour-une-entreprise-qui-reinvente-les-reseaux.php>.

⁸ On pourrait ajouter des entreprises comme la division Ciara d'Hypertec, Maya...

4 CONCLUSION

L'objectif poursuivi dans ce document était d'actualiser l'analyse de la valeur économique des centres de données pour le Québec. Contrairement à l'exercice réalisé en 2010, qui reposait sur des installations localisées essentiellement hors du territoire québécois, la présente analyse se base uniquement sur des centres d'hébergement de données actifs au Québec.

L'analyse distingue entre trois grands types de centres de données : les centres à vocation « propriétaire »; les centres à vocation de « colocation »; et les centres à vocation « élargie ». La création de richesse de ces trois types varie du simple au double pour une même consommation énergétique, et du simple au quintuple en termes d'emplois. S'il n'était pas possible de comparer précisément les résultats de 2010 avec ceux de 2017, il apparaît néanmoins que le ratio d'impacts économiques par MW appelé s'est accru au cours des dernières années.

L'analyse de 2017 indique qu'un centre type, même à vocation « propriétaire », atteint la cible minimale de 3,5 emplois directs du MW utilisé comme guide par les responsables d'Hydro-Québec. Compte tenu de l'efficacité énergétique accrue des centres de données, un niveau de 3,1 emplois directs par MW permet même maintenant de parvenir au seuil de 11 ¢/kWh de création de richesse. Par ailleurs, l'objectif d'atteindre des niveaux plus élevés reste souhaitable pour maximiser l'impact économique des activités d'hébergement de données. Ceci est d'autant plus désirable que le Québec offre actuellement plusieurs types de support financier et non financier aux centres de données.

La présente analyse visait aussi à mesurer les bénéfices économiques qui sont associés à un accroissement des activités en amont et en aval des centres de données. Le développement d'une chaîne de valeur plus globale et plus intégrée peut être un objectif tout à fait pertinent, car il permettrait d'augmenter l'impact économique découlant uniquement de l'hébergement des données. En amont, on peut penser à des activités de fournisseurs spécialisés comme des équipements/composantes électroniques ou encore des solutions logicielles dédiées aux centres de données. En aval, on peut envisager des activités de services informatiques aux clients desservis, le développement d'applications de traitement des données, ou encore, des activités de recherche et développement.

Que ce soit pour des activités en amont ou en aval des centres de données, chaque tranche de dix (10) emplois additionnels permet de supporter des emplois de qualité et de générer près de 1,5 million de dollars supplémentaires de richesse dans l'économie québécoise. Les centres à « vocation élargie » permettent d'illustrer cet impact, car ils ajoutent près de 12 ¢ du kWh de richesse, lorsque comparés à des centres de « colocation » de type pur. On

remarque dès lors l'effet concret de greffer d'autres fonctions au service d'hébergement de données.

À noter enfin que l'ensemble des centres de données actuellement présents au Québec commencent à avoir des répercussions économiques significatives et que leur contribution va continuer de s'accroître au cours des prochaines années. Les centres actuellement existants soutenaient 1 027 emplois au Québec en 2016. Lorsque ces mêmes centres seront à plein déploiement, le total des emplois soutenus dans l'économie québécoise atteindrait alors autour de 5 300. Cette estimation ne concerne que les centres existants ou en développement. Certains scénarios envisagent que ce secteur pourrait représenter une demande globale de près de 1 000 MW sur l'horizon 2025-2030. Dans un tel cas, le total des emplois soutenus par le secteur dans l'économie québécoise s'élèverait à près de 14 000.

**Annexe B – Analyse économique des centres de données à très grande échelle
préparée par KPMG**



ANALYSE ÉCONOMIQUE DES CENTRES DE DONNÉES À TRÈS GRANDE ÉCHELLE

VERSION FINALE

Présentée à la direction
Développement des affaires Québec
Hydro-Québec

Décembre 2019

Table des matières

SOMMAIRE		1
1	CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
1.1	Mise en contexte	3
1.2	Objectifs de la présente analyse	7
1.3	Démarche suivie	7
2	L'ÉVOLUTION RÉCENTE DU SECTEUR DES CENTRES DE DONNÉES	9
2.1	La demande de traitement et de stockage	9
2.2	L'offre de traitement et de stockage	11
3	LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES STATIQUES D'UN CENTRE DE DONNÉES TYPE À TRÈS GRANDE ÉCHELLE	14
3.1	Les paramètres de base	14
3.2	Les principaux résultats	15
4	LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DYNAMIQUES	20
4.1	Le développement de la main-d'œuvre	20
4.2	Le renforcement de l'écosystème technologique	22
4.3	L'accroissement de l'attractivité du territoire	25
4.4	Le rehaussement des infrastructures de télécommunication et de connectivité	26
CONCLUSION		27
RÉFÉRENCES		29



Note au lecteur

Le présent document qui a été préparé par KPMG s.r.l./S.E.N.C.R.L. (« KPMG »), est destiné à l'usage d'Hydro-Québec (le « client »), conformément aux conditions du contrat de mission (le « Contrat de mission ») daté du 1^{er} août 2019 que nous avons conclu avec le Client. KPMG ne garantit pas et ne déclare pas que les informations contenues dans le présent document sont exactes, complètes, suffisantes ou adéquates pour leur usage par toute personne ou entité autre que le client, ou pour toute autre fin que celle énoncée dans le contrat de mission. Toute personne ou entité autre que le client ne devra pas s'y appuyer, et KPMG décline expressément dans la présente toute responsabilité ou obligation à l'égard de toute personne ou entité autre que le client pouvant découler de l'usage du présent document.

SOMMAIRE

La direction de développement des affaires d'Hydro-Québec a mandaté KPMG afin de réaliser une analyse des retombées économiques statiques d'un centre de données à très grande échelle type. Pour réaliser ce projet, KPMG s'est basée sur une revue de la littérature et des entretiens auprès d'experts du secteur afin d'établir un profil de dépenses type.

Le centre à très grande échelle type modélisé comporte les caractéristiques suivantes :

- Une capacité électrique de 100 MW ;
- Une structure de coûts qui reflète celle d'un échantillon de centres en colocation et de centres d'entreprises ; et
- Des dépenses d'investissement de 1,1 milliard de dollars (excluant les serveurs).

Selon les travaux réalisés par KPMG, le centre de données type :

- Supporterait 126 emplois directs et 430 emplois totaux (directs et indirects) ;
- Génèrerait 87,6 millions de dollars en valeur ajoutée pour le Québec, dont 22,9 millions de dollars en salaires ; et
- Laisse présager d'importantes retombées fiscales, notamment au niveau des taxes foncières.

Impact économique d'un centre à très grande échelle type de 100 MW

En M\$ et en ETP

En millions \$	Effets directs	Effets indirects	Effets totaux
Valeur ajoutée totale dont	37,1	50,4	87,6
Salaires et traitements avant impôts	8,5	14,4	22,9
Revenu mixte brut	-	3,4	3,4
Autres revenus bruts avant impôts	28,7	32,6	61,3
En équivalents temps plein			
Emplois	126	302	427

Source : Simulations ISQ, Analyse KPMG

Au-delà des impacts économiques « statiques », les centres de données à très grande échelle peuvent dans certains cas renforcer la performance globale des économies régionales où ils s'implantent en favorisant :

— Le développement de la main-d'œuvre ;

- Le renforcement de l'écosystème technologique ;
- L'accroissement de l'attractivité du territoire ; et
- Le rehaussement des infrastructures de télécommunication et de connectivité.

Ces impacts additionnels ou « dynamiques » ne sont pas automatiques. La préparation en amont de l'expertise locale, du tissu entrepreneurial local, et l'adéquation avec les besoins de ces centres sont des aspects importants à considérer afin que ces externalités se matérialisent.

Ce rapport est structuré autour de quatre principaux chapitres :

- Le chapitre 1 consiste en une introduction qui rappelle le contexte de l'étude, ses objectifs et la méthodologie employée;
- Le chapitre 2 s'attarde aux évolutions récentes dans le secteur des centres de données;
- Le chapitre 3 présente les retombées économiques des activités liées uniquement à la gestion et au stockage des données; et
- Le chapitre 4 aborde les répercussions d'autres types d'activités qui jouxtent celles associées à la gestion et au stockage de données, et qualifie d'autres répercussions structurantes sur le tissu économique local.

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 Mise en contexte

Hydro-Québec a identifié il y a quelques années déjà le développement du secteur des centres de données comme une avenue de croissance qui lui permettrait de contribuer à l'atteinte de l'un des principaux objectifs de son Plan stratégique 2016-2020, soit de doubler ses revenus d'ici 15 ans. Ce choix se justifie notamment par les perspectives de croissance de ce secteur, ainsi que par les atouts du Québec qui en font un candidat naturel pour l'hébergement de tels centres.

À cet égard, rappelons que le Québec bénéficie d'avantages comparatifs majeurs lui permettant d'attirer ce type d'entreprise. Parmi les avantages dits « naturels » du Québec, on peut souligner :

- **Une source d'énergie électrique peu coûteuse.** Une dimension très importante étant donné l'importance des coûts énergétiques dans les dépenses d'exploitation des centres de données (ceux-ci peuvent représenter en moyenne plus de 20 % des coûts d'exploitation, l'électricité servant à alimenter les systèmes informatiques et à refroidir les équipements);
- **Un approvisionnement énergétique à faible émission de GES.** Un critère de localisation de plus en plus important en raison des pressions sociales auxquelles sont soumis les exploitants ou les clients des centres de données;
- **Un climat froid.** Un facteur qui contribue à diminuer la facture d'électricité et par le fait même à réduire les coûts totaux d'exploitation;
- **Des lois plus strictes au Canada en matière de confidentialité des données.** Notamment lorsque comparées aux lois en vigueur aux États-Unis (notamment le *USA PATRIOT Act*, qui permet aux autorités américaines d'accéder aux données entreposées en sol américain, une disposition qui n'existe pas dans la *Loi sur la protection des renseignements personnels* (Canada));
- **Une proximité avec le marché américain.** Ce qui permet aux entreprises exploitant des centres de données au Québec de desservir cette clientèle de manière efficace (communication et accès aux données plus rapide et efficace).

On pourrait ajouter à ces avantages « naturels » la profondeur du territoire au niveau des capacités en technologies d'information (TI). Le Québec dispose ainsi d'un bassin important de travailleurs en TI, ainsi qu'un réseau important d'institutions de support avec

spécialisation dans le domaine des TI (institutions d'enseignement supérieur, institutions de recherche, organisations de concertation...).

Au Canada, Toronto et Montréal sont parmi les leaders nord-américains au chapitre de la croissance récente de leur industrie des centres de données. En particulier, la région de Montréal est perçue dans l'industrie comme un des plus grands marchés de croissance pour les centres de données à très grande échelle¹. Ce constat n'est pas étranger à la progression rapide des secteurs technologiques de Montréal et de l'ensemble du Québec, dont les jeux vidéo, les effets spéciaux et l'intelligence artificielle².

Afin de miser sur la croissance du secteur, le gouvernement du Québec, les instances de développement économique et Hydro-Québec ont accru au cours des dernières années leurs efforts de promotion et d'attraction d'investissements provenant du secteur des centres de données. Hydro-Québec a aussi plus spécifiquement développé une offre spécifique à ces investisseurs qui comprend des tarifs hautement concurrentiels avec entre autres le tarif de développement économique (TDE) et un service d'accompagnement permettant d'accélérer la réalisation des projets.

Si la décision de démarcher le secteur des centres de données s'explique par la forte croissance actuelle et projetée du secteur et les avantages comparatifs du Québec, le développement d'une offre spécifique d'Hydro-Québec pour le secteur, de même que le ciblage et le criblage des dossiers supportés financièrement, se sont notamment appuyés sur une évaluation des bénéfices économiques découlant de la construction et de l'exploitation de centres de données types. À cette fin, KPMG³ a réalisé deux précédentes études de retombées économiques afin d'appuyer cette réflexion :

- La première étude, réalisée en 2010, avait démontré que les avantages et les retombées économiques pour le Québec peuvent varier d'un type de centre de données à un autre. Cette première étude reposait sur l'expérience de centres localisés hors Québec, essentiellement aux États-Unis, en Colombie-Britannique et en Ontario, de même que sur des modèles de coûts⁴, puisqu'à l'époque il existait peu de centres de données actifs au Québec.

L'analyse effectuée à ce moment cherchait à répondre aux questions suivantes : Est-il pertinent ou non de développer activement la présence de centres de données au Québec? Pour quel type de centres de données? Avec quel genre de profil d'activités? À quelles conditions? Le but était de fournir une évaluation rigoureuse et

¹ CBRE, (2018). *North America Data Center Trends Report H2 2018*

² Cushman & Wakefield, (2019). *Montreal Data Centre Market Overview – Canadian Data Centre Insights*

³ Secor Conseil avant 2012.

⁴ Notamment le modèle de coûts développé par Uptime Institute.

neutre de la valeur économique associée aux différents modèles de centres de données.

- L'étude réalisée en 2017 cherchait quant à elle à actualiser une partie de l'étude de 2010 en se basant sur des données colligées auprès de centres de données actifs dans la province. Cette actualisation était devenue nécessaire sachant que les retombées peuvent varier dans le temps. En effet, la technologie et les pratiques d'exploitation évoluent dans le domaine des centres de données et ces changements peuvent avoir des répercussions sur les impacts économiques des activités réalisées. Les résultats devaient permettre de déterminer si le même processus de ciblage et de criblage était poursuivi, ou si des ajustements étaient souhaitables.

L'étude de 2017 concluait que les retombées pouvaient varier de manière significative selon le type de centres de données : les centres « propriétaires » de type pur ou dédié ; les centres de « collocation » de type pur ; et les centres à vocation élargie.

Lors de l'analyse de 2017, on comptait au Québec près d'une vingtaine d'entreprises ayant des activités de traitement et d'hébergement de données à l'intérieur d'édifices classés comme centres de données. Ces entreprises exploitaient près d'une quarantaine d'installations. Ce total ne comprenait pas les projets confirmés qui n'étaient pas encore en activité (projets qui étaient aux étapes de planification et/ou construction au début de 2017). Bien plus, la plupart des centres actifs n'avaient pas encore atteint leur plein niveau de déploiement. Ainsi, au moment de la collecte de données (à la fin 2016), les centres de données en fonction représentaient une puissance appelée totale de près de 40 MW alors qu'à terme, leurs besoins étaient évalués à près de 350 MW. Il s'agissait pour la plupart de petits centres de données, avec une puissance appelée moyenne de 1,5 MW.

Depuis cette dernière étude, le secteur des centres de données a poursuivi sa croissance accélérée à l'échelle mondiale, soutenue par la numérisation croissante de l'économie et les évolutions technologiques qui la sous-tendent. Plus encore, **le secteur a amorcé une transformation importante, caractérisée par l'émergence de centres de données à très grande échelle** (voir encadré). Ces centres de très grande taille, qui s'étendent sur des centaines de milliers de pieds carrés, nécessitent une puissance électrique de dizaines, voire de centaines de mégawatts. Ils sont typiquement plus denses (en nombre de serveurs par pieds carrés par exemple) et configurés afin d'en augmenter plus rapidement la capacité.

Selon certaines analyses, le nombre de centres de données à très grande échelle a doublé en seulement 4 ans (entre 2015 et 2019). En 2019, on dénombre plus de 500 centres de

données à grande échelle, qui représentent plus de 40% du nombre total de serveurs installés à travers le monde.

Encadré : Définition des centres de données à très grande échelle

Les centres à très grande échelle désignent typiquement des centres de données à haute densité, conçus pour augmenter efficacement et rapidement de capacité. Souvent construits en campus, ces centres permettent des économies d'échelle importantes. Bien qu'il n'y ait pas de définition claire en termes de taille des installations pour que celles-ci soient qualifiées de très grande échelle, la plupart de ces centres s'étendent sur des centaines de milliers de pieds carrés, et nécessitent une puissance électrique de dizaines, voire de centaines de mégawatts.

Les entreprises qui conçoivent de tels centres emploient généralement des équipes hautement qualifiées, composées d'ingénieurs capables de spécifier chaque aspect du centre de données (équipements TI, couches logicielles, réseau, ventilation et climatisation, alimentation électrique). L'objectif de ces équipes est d'atteindre la plus haute performance, la plus grande efficacité énergétique, et le tout, au plus faible coût possible⁵. Ainsi ces centres privilégient une conception épurée et hautement optimisée des équipements.

Les principaux clients de ces centres sont les plus grands joueurs du Web, parfois regroupés sous l'acronyme GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft), ainsi que d'autres joueurs d'importance tels Alibaba, Baidu, Tencent, eBay, ou encore IBM. Les applications supportées incluent notamment les médias sociaux, les moteurs de recherche, le streaming, le commerce en ligne, et ce, typiquement dans un environnement de données massives ou d'infonuagique⁶.

Ces grands joueurs peuvent construire et opérer leurs propres centres, ou encore louer des espaces dans des centres de données de colocation. Puisque les entreprises de colocation offrent de la flexibilité, de la rapidité de construction, et une capacité d'échelle, la plupart de ces joueurs misent en réalité sur ces deux options simultanément. Par exemple, Microsoft et IBM opèrent leurs propres grands centres de données, tout en louant des espaces à des entreprises de colocation, telle Digital Realty Trust. La vitesse d'exécution et la disponibilité du capital pour accélérer la construction, ainsi que les considérations de coût et de sécurité des installations sont tous des facteurs qui entrent en ligne de compte lorsqu'il s'agit de choisir entre construire une installation ou louer un espace⁷.

⁵ Data Center Frontier (2019). *Hyperscale Data Centers*

⁶ Server Technology (2017). *The Power of Hyperscale Computing*

⁷ Data Center Frontier (2019). *Hyperscale Data Centers*

À l'automne 2019, le Québec compte encore très peu de centres à très grande échelle, mais on s'attend à ce que les demandes de branchement auprès d'Hydro-Québec soient croissantes au cours des prochaines années. Selon la société d'État, les centres de données ont le potentiel de représenter une puissance appelée de 1 000 MW sur la prochaine décennie.

1.2 Objectifs de la présente analyse

La présente analyse s'inscrit dans ce contexte d'ensemble. La direction Développement des affaires Québec d'Hydro-Québec souhaite mieux saisir les retombées économiques des centres de données à très grande échelle.

Plus spécifiquement, la présente analyse s'est concentrée sur l'analyse de la valeur brute générée par un centre de données à très grande échelle. On y mesure les effets directs, indirects et d'entraînement potentiel d'un centre de données type sur l'économie du Québec. Il va de soi que ces retombées peuvent varier selon les spécificités propres à chaque projet. Des nuances sont apportées en ce sens dans le texte et accompagnent les résultats chiffrés.

La section qui suit (section 2) s'attarde brièvement aux évolutions récentes du secteur des centres de données. La section 3 présente les retombées économiques des activités liées uniquement à la gestion et au stockage des centres de données. La section 4 aborde les répercussions d'autres types d'activités qui jouxtent celles associées à la gestion et au stockage des données. Ces autres activités peuvent être reliées aux produits et services de fournisseurs spécialisés, ou encore, à d'autres types de services périphériques. La section s'attarde aussi à qualifier d'autres répercussions sur le tissu économique local. La conclusion reprend, sous forme de synthèse, l'ensemble des grands constats de l'analyse économique.

1.3 Démarche suivie

Alors que l'analyse de 2017 reposait sur le profil d'activités et de dépenses des centres localisés au Québec (données recueillies à partir d'une enquête menée par KPMG auprès de ces centres), la démarche suivie dans le cadre de cette étude repose plutôt sur une revue exhaustive des études disponibles et une consultation auprès d'experts sectoriels puisqu'il existe encore très peu de centres de données à très grande échelle actifs au Québec.

De manière plus spécifique, KPMG a revu plus de 15 études d'impact économique publiées⁸ sur la période 2017 à 2019 et portant principalement sur des centres à très grande échelle localisés en Amérique du Nord et en Europe. Ces études fournissent généralement une appréciation de l'emploi total (direct, indirect et induit) lié à la construction et aux opérations d'un centre, mais fournissent très peu de détails sur la répartition de ces emplois, ou sur les structures de dépenses et sur la taille et les caractéristiques des centres (MW, pieds carrés, etc.)

Afin de compléter ce premier niveau de collecte de données, KPMG a réalisé des entretiens auprès de dirigeants et acteurs du secteur des centres de données. Ces entretiens portaient notamment sur les caractéristiques des centres à très grande échelle, leur structure de dépenses et leur empreinte économique potentielle. Finalement, des entretiens de validation ont aussi été menés auprès de professionnels et d'experts sectoriels de KPMG au Canada, aux États-Unis et au Royaume-Uni ayant une expérience étendue du secteur, soit de la technologie et/ou des aspects financiers, afin de valider nos hypothèses de travail.

L'exercice a permis de définir un centre de données à très grande échelle type, d'en établir une structure de dépenses représentative et d'évaluer, à l'aide du modèle intersectoriel de l'Institut de la Statistique du Québec, les retombées économiques en termes d'emplois et de valeur ajoutée. Les résultats présentés correspondent donc aux retombées économiques pour le Québec d'un centre type à très grande échelle.

⁸ Voir références en fin de document.

2

L'ÉVOLUTION RÉCENTE DU SECTEUR DES CENTRES DE DONNÉES

2.1 La demande de traitement et de stockage

Selon la dernière prévision long terme d'IDC⁹, la « Datasphere » mondiale¹⁰ est appelée à augmenter de 61% par année d'ici 2025, pour atteindre 175 Zettaoctets en 2025¹¹. Cette croissance significative de la quantité de données capturées, créées et répliquées annuellement s'explique par la poursuite de la numérisation rapide de l'économie et l'évolution des technologies qui la sous-tendent. Parmi les grandes tendances observées figurent l'adoption des technologies infonuagiques (« cloud computing »), la multiplication des appareils connectés (Internet des objets), le déploiement de solutions analytiques avancées (intelligence artificielle, données massives), ainsi que l'appétit croissant des consommateurs pour les technologies numériques (achats en ligne, « streaming », médias sociaux, économie du partage, etc.).

Les centres de données, qui se retrouvent au cœur des besoins de traitement et d'hébergement de données, doivent répondre à cette demande en forte croissance. Ainsi, selon Cisco Systems, il est attendu que la capacité mondiale de stockage des centres de données affiche un taux de croissance annuel de 21% sur la période 2016-2021 (figure 1).

Les solutions et services infonuagiques

D'ici 2021, il est estimé que près de 95% du trafic Internet des centres de données sera généré par des centres voués à des solutions infonuagiques, une proportion qui se situait à 46% en 2012 (figure 2). Si l'infonuagique¹² occupe une place de plus en plus prépondérante dans les flux de données internationaux, c'est qu'elle permet un accès rapide, flexible et multiplateforme aux données. Les solutions infonuagiques ne sont pas nécessairement fournies par un seul serveur ou centre de données, mais bien par un réseau de tels centres, typiquement de grandes tailles, délocalisés, et inconnus de l'utilisateur final¹³. Les dépenses

⁹ IDC, (2018). *The Digitization of the World, From Edge to Core*

¹⁰ IDC définit la « Datasphere » comme une mesure des nouvelles données capturées, créées, et répliquées pendant une année. Ces estimations sont basées sur le parc d'appareils installés, incluant les ordinateurs sous toutes leurs formes, les appareils d'imagerie, les appareils de divertissement, etc.

¹¹ 1 zettaoctet est équivalent à 1×10^{12} giga-octets.

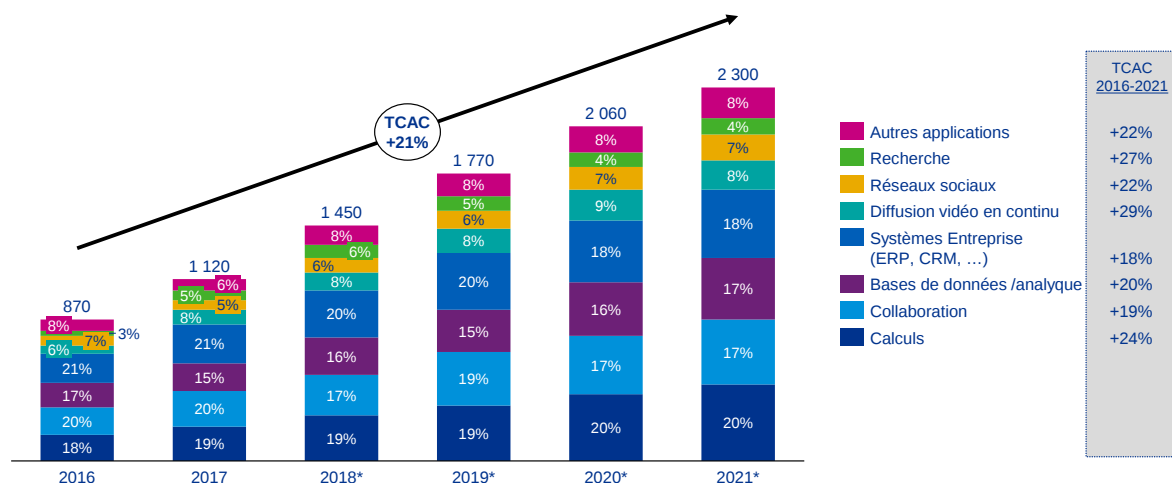
¹² Si l'infonuagique n'a pas de définition unique et largement reconnue, on peut considérer qu'il s'agit d'un ensemble de solutions et services disponibles instantanément aux utilisateurs via Internet, habituellement fournies par plusieurs centres de données, typiquement de grande taille, délocalisés, et inconnus de l'utilisateur.

¹³ Copenhagen Economics (2019). *Google's Hyperscale Data Centres and Infrastructure Ecosystem in Europe*

mondiales liées aux infrastructures infonuagiques ont totalisé 66 M\$ US en 2018 et devraient atteindre 100 M\$ d'ici 2023 selon IDC.

Figure 1 – Capacité de stockage mondiale des centres de données par segment

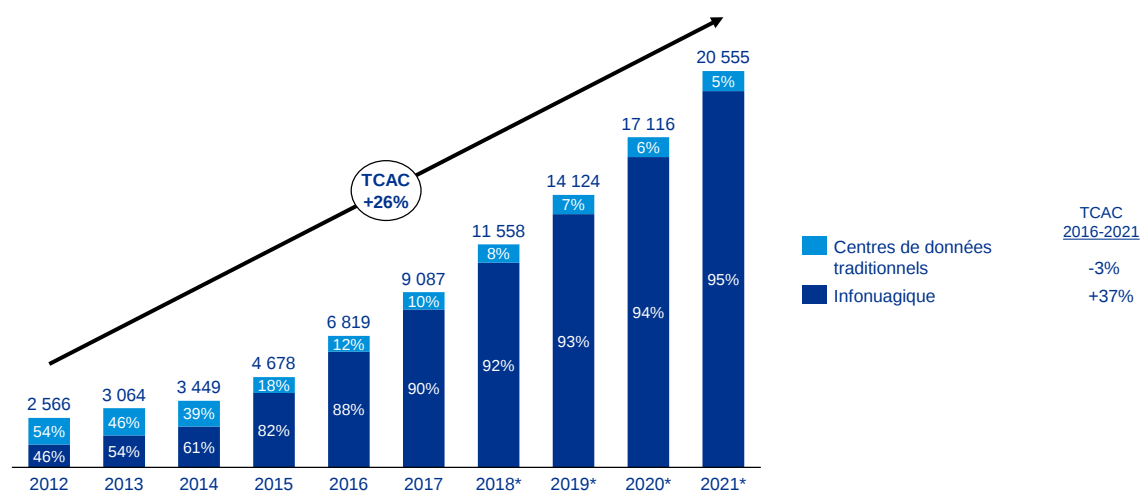
2026-2021p, En Exaoctets et en %



Source : Cisco Systems, Statista, Analyse KPMG

Figure 2– Trafic Internet total des centres de données, par type

2012-2021p, En Exaoctets et en %



Source : Cisco Systems, Statista, Analyse KPMG

Les solutions et services pouvant être fournis par l'infonuagique peuvent être divisés en trois grandes catégories¹⁴ :

- Les infrastructures en tant que service fournissent un espace de stockage où les clients peuvent sauvegarder divers types de données et de puissance de calcul leur permettant d'exécuter des programmes lourds ou d'exécuter des requêtes de données à un rythme beaucoup plus rapide;
- Les plateformes en tant que service donnent accès à un cadre numérique, semblable à un atelier, ou un terrain de jeu, où les développeurs peuvent créer leurs propres solutions et applications. La plateforme fournit également des outils d'analyse de données et de veille stratégique;
- Les logiciels en tant que service fournissent des applications prêtes à l'emploi, souvent destinées aux utilisateurs finaux. Il peut s'agir, par exemple, de services de messagerie basés sur le Web, tels que GSuite de Google, ou la suite Microsoft Office 365, ou des plateformes de partage de vidéos telles que YouTube ou Vimeo

Le déploiement des solutions infonuagiques aurait, selon plusieurs études, des impacts tangibles sur la productivité des entreprises. L'infonuagique permet de faciliter la numérisation des entreprises en diminuant les contraintes liées à la construction et à l'opération à l'interne d'une capacité de stockage et de traitement de données. Les entreprises peuvent ainsi bénéficier d'une capacité importante de calcul et de stockage à un coût relativement faible, proportionnel à leur usage; une capacité qui peut aussi croître rapidement, de plusieurs ordres de grandeur, sans que cela ne pose d'enjeu particulier.

2.2 L'offre de traitement et de stockage

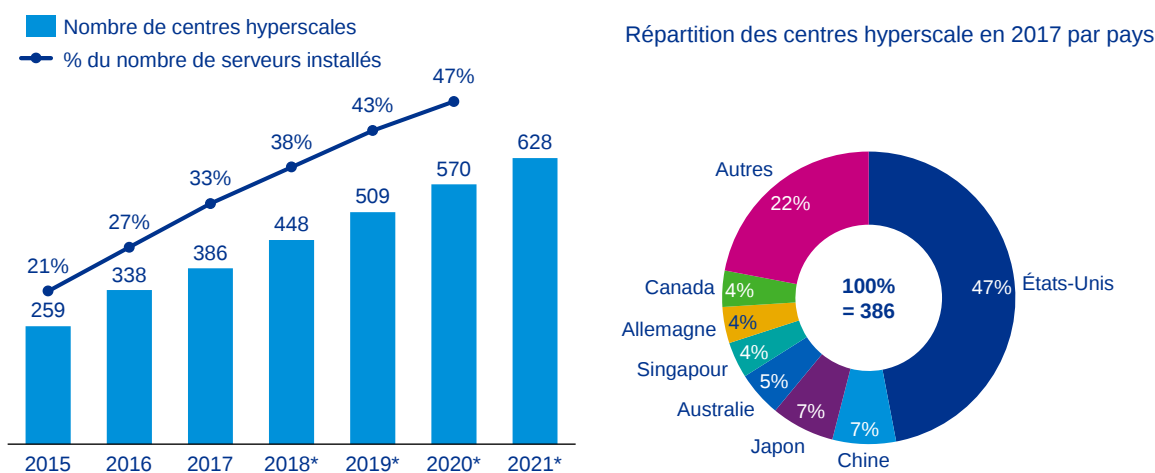
Les besoins croissants en stockage et traitement de données ont nécessité une adaptation des infrastructures en place. C'est ainsi qu'ont émergé les centres de données à très grande échelle.

Selon les différentes analyses disponibles, il y aurait en 2019 un peu plus de 500 centres à très grande échelle à travers le monde, un nombre qui aurait doublé depuis 2015, et qui serait voué à poursuivre sur cette lancée. Les centres à très grande échelle représentent ainsi plus de 40% du nombre total de serveurs installés dans les centres de données. Reflet de la localisation des grandes entreprises numériques, les États-Unis hébergeaient en 2017 près de la moitié de ces centres, contre environ 4% pour le Canada.

¹⁴ Copenhagen Economics (2019). *Google's Hyperscale Data Centres and Infrastructure Ecosystem in Europe*

Figure 3– Évolution et répartition du nombre de centres à très grande échelle à travers le monde

2015-2021



Source : Cisco Systems, Synergy Research Group, Credit Suisse, Statista, Analyse KPMG

Particularités des centres de données à très grande échelle

Au niveau infrastructurel, les centres de données à très grande échelle comportent plusieurs caractéristiques spécifiques:

- La **densité** électrique de ces centres, mesurée en kw/cabinet, ou kw/pied carré, suit une tendance généralement haussière. Bien que la densité moyenne à travers l'ensemble de l'industrie se situe à près de 5kw/cabinet, selon un sondage de l'Uptime Institute¹⁵ couvrant 700 centres de données actifs, environ 20% des centres mentionnent des densités maximales de plus de 30 kw/cabinet.
- L'augmentation de la densité entraîne des besoins croissants en **refroidissement** des équipements et ventilation/climatisation du bâtiment, ces deux variables n'étant donc pas indépendantes.
- Pour contrebalancer la pression supplémentaire amenée par la densité croissante, les entreprises du secteur font des efforts pour **augmenter l'efficacité énergétique** des équipements. L'indicateur d'efficacité énergétique (en anglais PUE ou Power Usage Effectiveness), un ratio qui mesure l'énergie consommée par l'ensemble du centre de données par rapport à la partie effectivement consommée par les serveurs informatiques exploités, est en diminution marquée. Ce ratio est passé de 2,5 en moyenne dans

¹⁵ Uptime Institute (2018). *Uptime Institute Global Data Center Survey – Operators struggle with constraints, change and complexity*

l'industrie en 2007, à 1,6 en 2018, alors que certains des centres les plus récents et performants sont sous la barre des 1,1¹⁶.

Ces trois dynamiques (densité, refroidissement, efficacité) sont donc interreliées. Selon Server Technology¹⁷, des innovations dans l'alimentation électrique et le refroidissement permettent une augmentation de la densité des centres à très grande échelle tout en augmentant l'efficacité énergétique de l'infrastructure.

- Au niveau du design, les centres à très grande échelle modifient **l'infrastructure réseau** : alors que le trafic internet arrivait ou sortait typiquement du centre de données par une seule connexion principale et vers un seul serveur (trafic nord-sud), les centres à très grande échelle sont conçus pour faciliter la communication entre les serveurs (trafic est-ouest)¹⁸. Cela permet en outre de soutenir plus de trafic sur les applications web supportées, de stocker les données plus longtemps, et d'augmenter la performance générale des centres.

¹⁶ Uptime Institute (2018). *Uptime Institute Global Data Center Survey – Operators struggle with constraints, change and complexity*

¹⁷ Server Technology (2017). *The Power of Hyperscale Computing*

¹⁸ Data Center Frontier (2019). *Hyperscale Data Centers*

3 LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES STATIQUES D'UN CENTRE DE DONNÉES TYPE À TRÈS GRANDE ÉCHELLE

3.1 Les paramètres de base

L'analyse de valeur économique correspond à la création de richesse sur le territoire. La création nette de richesse peut être évaluée en mesurant, d'une part, la valeur ajoutée générée au Québec par un projet spécifique, et en y soustrayant, d'autre part, la valeur du choc tarifaire découlant de l'écart entre le coût marginal de l'électricité et le tarif accordé. Le présent document se concentre toutefois sur la création brute de richesse et ne tient pas compte du coût d'approvisionnement en électricité. Les responsables d'Hydro-Québec peuvent toutefois facilement évaluer la valeur économique nette en y appliquant le coût d'opportunité approprié pour l'électricité.

La valeur ajoutée est composée de l'ensemble de la rémunération des agents économiques québécois, soit la somme des salaires et gages avant impôts, des revenus nets des entreprises et des autres revenus bruts avant impôts. La mesure de création de valeur économique comprend à la fois les effets directs des dépenses engagées et les effets indirects (soit l'impact chez les fournisseurs). Les dépenses de fonctionnement et d'investissement doivent être intégrées à l'analyse. Les dépenses d'investissement peuvent être ramenées à une forme de dépenses annuelles en tenant compte de l'amortissement annuel des immobilisations réalisées.

Outre la valeur ajoutée qui correspond à la création de richesse, l'impact économique peut aussi être mesuré en termes d'**emplois soutenus**. Le niveau d'emplois et la qualité des emplois associés à une activité économique demeurent des variables significatives et importantes. L'emploi soutenu présenté comprend l'emploi direct (soit les employés rémunérés par le centre de données) et l'emploi total (qui inclut les emplois soutenus dans la chaîne de fournisseurs des centres de données). Le niveau d'emploi est mesuré en équivalent temps plein (les emplois à temps partiel sont ramenés à une base de temps plein).

Afin de mesurer les retombées économiques d'un centre à très grande échelle, il était nécessaire d'établir son profil de dépense. Une approche qui a combiné une revue des études disponibles et une consultation auprès d'experts sectoriels a ainsi été mise en œuvre, tel que présenté en introduction au présent document.

Le centre à très grande échelle type modélisé comporte les caractéristiques suivantes :

- Le centre modélisé dispose d'une **capacité électrique de 100 MW**. À noter que les centres à très grande échelle peuvent dépasser très largement le seuil des 100 MW¹⁹. Selon les experts consultés, la construction de centres de données de 100 – 150 MW se réalise typiquement par incréments (campus) d'environ 25-50 MW. Les retombées économiques mesurées impliquent l'atteinte d'une pleine capacité des installations.
- La structure de coûts reflète celle d'un **échantillon de centres en colocation²⁰ et de centres d'entreprises²¹**, tout en étant surpondérée vers les centres d'entreprises puisque les études revues par KPMG dans le cadre des présents travaux affichaient une surpondération en ce sens²². Cette structure de coûts a été codifiée selon la classification des biens et services du modèle intersectoriel du Québec, aux fins de calcul des retombées économiques pour le Québec.
- Les **dépenses d'investissement s'élèvent à 1,1 milliard de dollars** (excluant les serveurs). En général, selon les acteurs consultés, les investissements en capital totaux pour ce type de centres (excluant l'achat de serveurs) sont de 10 M\$ à 12 M\$ / MW. Les dépenses d'opération annuelles, quant à elle, représentent en général 8 à 10% des investissements initiaux.

3.2 Les principaux résultats

La valeur ajoutée totale liée aux opérations du centre de données à très grande échelle s'élève à 87,6 millions de dollars par année, une fois la pleine capacité d'opération atteinte. Ce montant peut être interprété comme la contribution brute des activités directes et indirectes du centre de données au PIB du Québec. De ce montant, 37,1 millions de dollars sont attribuables aux activités directes du centre, et 50,4 millions de dollars correspondent à la valeur ajoutée indirecte (chez les fournisseurs).

¹⁹ À titre d'exemples : un centre de données construit par Switch à Reno au Nevada aura une capacité finale de 650 MW.

²⁰ Les centres de « colocation », comme leur nom l'indique, correspondent au modèle où une entreprise spécialisée offre des services d'hébergement de données en location à des entreprises externes. On retrouve des entreprises telles Equinix, Digital Realty, Cyrus One... Au Québec, on retrouve dans cette catégorie Vantage, Compass, Cologix, entre autres.

²¹ Les centres de données d'entreprise sont construits et détenus par de grandes entreprises technologiques telles qu'Amazon, Facebook, Google, Microsoft, Yahoo, ainsi que par des agences gouvernementales, des institutions financières, des compagnies d'assurance, des détaillants et d'autres entreprises dans la plupart des industries.

²² En particulier, l'étude publiée par la U.S. Chamber of Commerce TEC, basée sur un échantillon de 244 grands centres de données d'entreprise et de colocation des 10 plus grands fournisseurs de services de centres de données et d'entreprises, couvrant plus de 40 millions de pieds carrés nets, répartis dans 16 États.

Le centre verse 8,5 millions de dollars en salaires directs, soutenant 126 emplois mesurés en équivalents temps plein. En sus des emplois directs, on compte aussi des emplois indirects chez les principaux fournisseurs des centres de données (fournisseurs d'électricité, de bandes passantes, de services pour les appareils de ventilation/climatisation...) et des emplois associés à la construction/maintien du bâtiment. En incluant les effets indirects, la masse salariale totale soutenue représente 22,9 millions de dollars, et 427 emplois sont soutenus à l'échelle du Québec.

Tableau 1 – Impact économique d'un centre à très grande échelle type de 100 MW

En M\$ et en ETP

En millions \$	Effets directs	Effets indirects	Effets totaux
Valeur ajoutée totale dont	37,1	50,4	87,6
Salaires et traitements avant impôts	8,5	14,4	22,9
Revenu mixte brut	-	3,4	3,4
Autres revenus bruts avant impôts	28,7	32,6	61,3
En équivalents temps plein			
Emplois	126	302	427

Source : Simulations ISQ, Analyse KPMG

Selon les recherches effectuées ainsi que les entrevues auprès d'experts, le nombre d'emplois directs créés (126 pour le centre modélisé) serait susceptible d'être plus élevé dans le cas de l'implantation d'un siège social ou administratif important, en raison de la présence d'emplois de gestion et d'administration. De même, un centre de colocation à très grande échelle pourrait créer d'avantage d'emplois qu'un centre d'entreprises, du fait de la présence plus importante d'équipes de support client ainsi qu'aux ventes/marketing. Rappelons que le centre à très grande échelle modélisé est surpondéré par les grands centres d'entreprises.

Rappelons aussi que les emplois directs considérés ici sont ceux liés aux activités de traitement et d'hébergement de données. La création d'emplois directs pourrait être plus importante dans l'éventualité où l'entreprise propriétaire du centre de données est active dans des activités connexes (par exemple, le développement de logiciels ou d'application, des activités de recherche et de développement, etc.).

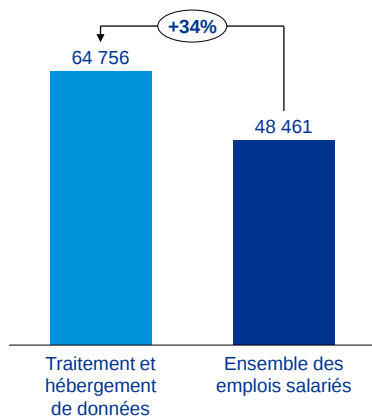
À l'opposé, pour certains centres à très grande échelle, de capacité supérieure à 100 MW, le nombre d'emplois créés pourrait être proportionnellement plus faible. Selon les quelques

données disponibles, les plus grands centres d'entreprise au monde, qui dépassent parfois les 200 à 300 MW, créeraient entre 200 et 300 emplois respectivement.

Enfin, le nombre d'emplois directs varie aussi selon le recours plus ou moins élevé à la sous-traitance, puisque les emplois de sous-traitance peuvent être considérés comme des emplois indirects. L'emploi total (direct et indirect) peut donc être une mesure plus stable des retombées économiques d'un centre à l'autre.

Le niveau de rémunération rattaché aux emplois directs des centres de données actifs au Québec est estimé à 64 756 \$, selon des données de l'Enquête sur l'emploi, la rémunération et les heures de travail (EERH) de Statistique Canada. Ce niveau de rémunération correspond à la moyenne pour les emplois observés dans l'industrie au Québec. Il s'agit d'une moyenne couvrant tous les types de postes et d'occupations. Il s'agit donc généralement d'emplois de qualité (avec une rémunération plus élevée que la moyenne des salaires du Québec).

Figure 4– Salaires annuels moyens par industrie pour un emploi à temps plein
Québec, 2018



Source : Statistique Canada, Analyse KPMG

Au chapitre des recettes fiscales, les revenus pour l'état québécois s'élèvent à 4,0 millions de dollars par année pour l'effet direct et indirect. Ces revenus sont composés d'impôts sur les salaires et traitements (2,4 millions de dollars), de taxes de vente et spécifiques (0,9 million de dollars), et des cotisations au Fonds des services de santé (0,7 million de dollars). Les recettes fiscales pour le gouvernement fédéral s'élèvent à 1,7 million de dollars par année. Soulignons qu'il s'agit d'un estimé conservateur de l'impact fiscal puisqu'il exclut l'impôt corporatif, tant direct qu'indirect.

Tableau 2 – Impact fiscal d'un centre à très grande échelle type de 100MW

En M\$

En millions \$	Effets directs	Effets indirects	Effets totaux
Revenus du gouvernement du Québec dont:	1,3	2,7	4,0
Impôts sur salaires et traitements	0,9	1,5	2,4
Taxes de ventes et spécifiques	-	0,9	0,9
Fonds des services de santé	0,4	0,3	0,7
Revenus du gouvernement fédéral dont:	0,6	1,1	1,7
Impôts sur salaires et traitements	0,6	1,0	1,6
Taxes de ventes et spécifiques	-	0,1	0,1

Source : Simulations ISQ, Analyse KPMG

Les administrations municipales sont un autre bénéficiaire potentiellement très important sur le plan des revenus fiscaux. Or, l'évaluation des revenus fonciers n'est pas isolée dans le modèle intersectoriel du Québec et, comme la présente étude ne s'attarde pas à un projet spécifique, ces revenus ne font pas l'objet d'une estimation.

Il est cependant possible de s'intéresser aux valeurs foncières et aux montants de taxes municipales annuels de certains centres de données actifs au Québec (tableau suivant). À la lumière des plus récents rôles d'évaluation des municipalités concernées, ces factures oscillent entre 100 000 \$ et 4 M\$, pour des taux effectifs d'impôt foncier entre 1,5% et 4% des valeurs foncières. Comme le centre type modélisé est plus important en taille que les centres actuellement en opération au Québec, ces montants peuvent être considérés comme des seuils minimaux.

Tableau 3 – Taxes foncières pour une sélection de centres de données actifs au Québec

En M\$ en % de la valeur foncière, dernière année disponible aux rôles d'évaluation

Nom (Ancien nom)	Rue	Ville	Valeur foncière	Taxes municipales	Ratio taxes/valeur

Source : Collecte et analyse KPMG

4 LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DYNAMIQUES

Au-delà des impacts économiques « statiques », il est utile de s'intéresser aux impacts des centres de données à très grande échelle sur la performance globale des économies régionales où ils s'implantent. Ces retombées « dynamiques », qui peuvent générer des impacts significatifs en sus des emplois soutenus et de la valeur ajoutée générée par les dépenses de construction et d'exploitation, peuvent être regroupées en quatre grands types :

- Le développement de la main-d'œuvre;
- Le renforcement de l'écosystème technologique;
- L'accroissement de l'attractivité du territoire; et
- Le rehaussement des infrastructures de télécommunication et de connectivité.

Spécifions d'emblée que ces impacts ne sont pas garantis par l'arrivée d'un grand centre de données et que chaque occurrence est un cas d'espèce lié au contexte historique ou particulier d'une économie de même qu'aux particularités du projet et de l'entreprise qui le supporte.

Ces impacts sont présentés sommairement dans les paragraphes qui suivent.

4.1 Le développement de la main-d'œuvre

La disponibilité de la main-d'œuvre qualifiée est cruciale pour les centres de données à très grande échelle. Selon un sondage de l'Uptime Institute²³, 65% des grands opérateurs mondiaux de centres de données expérimentaient des difficultés à pourvoir des postes qualifiés en 2018.

Dans certains cas, les entreprises qui opèrent de tels centres arrivent à attirer ou à former des talents de telle sorte qu'elles contribuent à rehausser le bassin de travailleurs qualifiés, ce qui bénéficie non seulement au secteur des centres de données mais aussi à l'ensemble des secteurs des TIC étant donnée la forte mobilité de la main-d'œuvre qui les caractérisent (p. ex., pour des postes d'ingénieurs et de techniciens en informatique ou encore de concepteurs de systèmes informatiques). Une expertise locale peut aussi se développer dans des industries connexes, en réponse à la demande du secteur (p. ex., des emplois spécialisés en ingénierie du bâtiment et en architecture).

²³ Uptime Institute (2018). *Uptime Institute Global Data Center Survey – Operators struggle with constraints, change and complexity*

À ce sujet, une analyse d'Oxford Economics pour le compte de Google²⁴ a mesuré par analyse de régression que l'arrivée d'un centre de données Google était associée à une plus grande attraction de travailleurs détenant un diplôme universitaire dans les comtés choisis par ces centres, que pour des comtés comparables, et ce, dans les 4 années suivant l'implantation du centre.

Rappelons que les bénéfices sur le bassin de main-d'œuvre local ne sont pas automatiques. L'impact régional sur le talent risque d'être faible sans une certaine présence préalable des entreprises ou de la main-d'œuvre qualifiée pour rencontrer les besoins de l'industrie. Dans certains cas, et pour des postes très spécialisés, les opérateurs de centres peuvent importer des travailleurs qualifiés ou des fournisseurs spécialisés de l'étranger, sur une base temporaire, laissant peu d'empreinte économique à long terme²⁵. **La préparation en amont de l'expertise locale est donc un aspect important à prendre en compte pour maximiser les retombées liées à la qualification de la main-d'œuvre.**

Un moyen pour favoriser un impact tangible sur la main-d'œuvre locale est de miser sur la formation. L'exemple irlandais est évocateur à ce sujet. Selon une étude de Grant Thornton²⁶, plus de la moitié des opérateurs de centres de données sur le territoire irlandais financent des formations qualifiantes pour leurs travailleurs, et près de 70% investissent en formations en milieu de travail. Les centres offrent en outre différents programmes de stages en plus de financer des projets de recherche auprès d'étudiants et de nouveaux diplômés. En partenariat avec les acteurs du système d'éducation irlandais, Google a même développé un programme d'études en génie de la gestion des installations de centres de données qui est donné à l'Institute of Technology Sligo.

Une expérience similaire est relatée dans le comté de Mountain View, en Californie, alors qu'un programme au Caldwell Community College a été conçu spécifiquement pour répondre aux besoins de l'industrie des centres de données. Les bénéfices de la mise en place d'un tel programme se sont étendus à d'autres secteurs, contribuant au rehaussement de la productivité globale de la région selon l'analyse d'Oxford Economics²⁷.

²⁴ Oxford Economics (2018). *Google Data Centers April 2018 Economic Impact and Community Benefit*

²⁵ Menon Economics, (2017). *Economic Impact of a Hyperscale Data Center Establishment in Norway*

²⁶ Grant Thornton, (2018). *A Study of the Economic Benefits of Data Centre Investment in Ireland*

²⁷ Oxford Economics (2018). *Google Data Centers April 2018 Economic Impact and Community Benefit*

4.2 Le renforcement de l'écosystème technologique

Tel que l'étude de 2017 le révélait, et dont nous reprenons ici certains passages, l'attraction de grands joueurs du secteur des centres de données peut, sous certaines conditions, contribuer au développement d'une base de fournisseurs locaux. Parmi les services potentiellement acquis auprès de fournisseurs locaux, on pense naturellement à l'électricité, la bande passante, la sécurité du site, l'entretien des bâtiments... L'approvisionnement local est cependant plus ou moins nécessaire pour plusieurs biens ou services spécialisés, que ce soit au niveau des équipements, des logiciels, des composantes électroniques... La performance, le coût, la fiabilité, la compatibilité, le niveau de service après-vente constituent autant de facteurs qui sont au cœur de la décision d'acquisition de ces produits spécialisés.

Compte tenu de la croissance du nombre et de la taille des centres de données, il existe par le fait même un marché important pour les fournisseurs de ces produits spécialisés. La valeur de ces produits pour les entreprises fournisseurs, de même que pour les économies où sont localisées ces entreprises, peut s'avérer significative. Le marché est mondial et peut donner lieu à des activités économiques innovantes avec un fort taux d'exportation. On compte évidemment dans ce domaine plusieurs grands joueurs internationaux bien implantés (comme ABB, Cisco, Dell, Emerson, HP, Lenovo, IBM, Schneider Electric...) et d'autres moins connus, mais bien établis (comme Supermicro, ZT Systems, Hyve, Quanta, Foxconn, Wiwynn, Inspur, etc.²⁸). Si le marché du « hardware » est souvent difficile à percer, on compte aussi beaucoup de nouvelles solutions logicielles qui permettent d'optimiser la performance des centres de données et dont les barrières à l'entrée sont un peu plus faibles.

Si une telle base de fournisseurs émerge localement, l'opportunité d'approvisionner des joueurs technologiques majeurs peut générer des résultats tangibles et structurants pour ces entreprises. L'exposition aux technologies de pointe dans ces centres et aux innovations y étant développées représente une occasion unique d'apprentissage pour ces firmes, qui peuvent appliquer ces nouvelles expériences et connaissances pour d'autres clients et d'autres marchés géographiques. Les hauts standards de fiabilité et qualité de ces centres exigent forcément l'excellence des fournisseurs.

Ici encore, il importe de souligner que ces effets ne sont pas immédiats ou systématiques. De manière analogue aux effets sur la main-d'œuvre documentés plus haut, **la préparation du tissu entrepreneurial local et son adéquation avec les besoins des centres de données peuvent jouer un rôle clé afin que ces externalités se matérialisent.** Par exemple, en Irlande, en amont de certains investissements dans des centres importants, des agences gouvernementales ont préparé des séances d'information et rencontres entre

²⁸ Server Technology (2017). *The Power of Hyperscale Computing*

donneurs d'ordres et fournisseurs potentiels, dans le but de maximiser les probabilités d'approvisionnement local²⁹.

Le tableau suivant présente la valeur économique en termes de valeur ajoutée au Québec des deux grands types d'activités pouvant être stimulées dans la chaîne de fournisseurs : les équipements électroniques et les solutions logicielles. À noter qu'il peut y avoir de grandes différences dans la nature et l'envergure des produits provenant des fournisseurs spécialisés. Les données présentées correspondent à des activités types en équipements et en logiciel. L'impact pourrait varier à la hausse comme à la baisse en fonction d'un produit spécifique offert. Par contre, il permet de donner un ordre de grandeur raisonnable. Pour les fins de présentation, les impacts sont aussi exprimés par tranche de 10 emplois. On note une certaine convergence dans l'impact sur l'économie québécoise de ces deux grands types d'activités. En somme, chaque tranche de 10 emplois directs ajoute près de 1,5 million de dollars dans l'économie québécoise (ou 150 000 \$ par emploi).

Tableau 4 – Valeur économique de diverses activités chez des fournisseurs de centres de données

Valeur ajoutée au Québec par tranche de 10 emplois directs

EXEMPLES D'ACTIVITÉS SITUÉES EN AMONT DE LA CHAÎNE DE VALEUR	VALEUR AJOUTÉE AU QUÉBEC (EN \$ PAR TRANCHE DE 10 EMPLOIS DIRECTS)
Fabrication d'un équipement ou d'une composante électronique	1 440 000 \$
Développement et vente d'une solution logicielle (<i>exemple en réduction de la latence</i>)	1 500 000 \$

Source : Simulations ISQ, Analyse KPMG

Par ailleurs, les activités d'hébergement de données et celle de leurs fournisseurs ne sont généralement pas une fin en soi. La croissance exponentielle des données collectées et l'avènement de technologies de plus en plus performantes pour pouvoir les analyser efficacement ouvrent en effet d'immenses et multiples champs d'application. Des champs qui concernent autant des domaines présents depuis plusieurs années maintenant (Internet, infonuagique, mobilité...) que des domaines plus émergents (*big data*, *cloud gaming*, intelligence artificielle, Internet des objets...). Le Québec se distingue toutefois de plusieurs autres territoires hôtes de centres de données dans la mesure où il dispose d'un large et riche écosystème dans le secteur des TIC.

²⁹ Grant Thornton, (2018). *A Study of the Economic Benefits of Data Centre Investment in Ireland*

Le tableau suivant présente la valeur économique en termes de valeur ajoutée au Québec de trois grands types d'activités connexes de centres de données : centre de services informatiques aux clients desservis; développement d'applications de traitement de données; centre de recherche et développement. Pour les fins de présentation, elles sont exprimées par tranche de 10 emplois. On note ici encore une certaine convergence dans l'impact de ces grands types d'activités sur l'économie québécoise. En somme, chaque tranche de 10 emplois directs ajoute entre 1,1 et 1,5 million de dollars dans l'économie québécoise (ou entre 110 000\$ et 150 000 \$ par emploi).

Tableau 5 – Valeur économique de diverses activités connexes aux centres de données

Valeur ajoutée au Québec par tranche de 10 emplois directs

EXEMPLES D'ACTIVITÉS SITUÉES EN AVAL DE LA CHAÎNE DE VALEUR	VALEUR AJOUTÉE AU QUÉBEC (EN \$ PAR TRANCHE DE 10 EMPLOIS DIRECTS)
Centre de services informatiques aux clients desservis (<i>exemple en infonuagique</i>)	1 135 000 \$
Développement d'une application de traitements de données	1 500 000 \$
Centre de recherche et développement (<i>exemple en intelligence artificielle</i>)	1 200 000 \$

Source : Simulations ISQ, Analyse KPMG

L'étude de 2017 donnait quelques exemples appliqués aux Québec d'entreprises technologiques locales se positionnant comme fournisseurs à l'industrie des centres de données (Kaloom, NoviFlow, Reflex Photonics), ainsi que des centres de données proposant des activités connexes de services et de R&D (OVH).

Un renforcement plus large de l'écosystème technologique peut aussi se matérialiser si ces centres interagissent avec le milieu entrepreneurial ou les jeunes pousses locales, que ce soit via des espaces de coworking ou l'accès aux infrastructures et aux experts en vue d'utiliser le centre comme banc d'essai de technologies. De tels exemples sont toutefois peu documentés dans la littérature.

4.3 L'accroissement de l'attractivité du territoire

Les investissements dans d'importants centres de données sur un territoire peuvent en attirer d'autres, puisqu'ils agissent comme signal que les conditions gagnantes sont réunies localement pour le succès de telles entreprises, que ce soit au chapitre des coûts (énergétiques et autres coûts d'exploitation), de la fiscalité, du talent, de la connectivité, du climat, etc. Selon différentes sources^{30 31} de tels effets d'agglomération s'observent dans les régions urbaines de Washington, Virginie, Oregon, Caroline du Nord, Iowa, entre autres.

Le signal envoyé par la présence de l'installation d'un GAFAM peut s'étendre à d'autres secteurs. L'infrastructure numérique, incluant les centres de données et les infrastructures de connectivité (fibre optique et 5g), représentent des facteurs de localisation de plus en plus importants pour les investissements étrangers numériques, notamment pour les applications en Internet des Objets, intelligence artificielle, et autres technologies émergentes et en croissance³².

En outre, l'impact des investissements étrangers peut se prolonger bien au-delà de l'investissement initial. En effet, le réinvestissement des grandes entreprises après une première implantation à l'étranger est fort documenté. Le cas de Google en Europe est éloquent sur cet aspect : l'implantation initiale de centres Google en Irlande, Belgique, Finlande et Pays-Bas entre 2006 et 2014 a été suivie dans tous les cas par 2 à 4 autres ouvertures dans ces mêmes pays dans les années subséquentes.

Tableau 7 – Investissements de Google dans des centres de données en Europe

Pays	Centre	Annonce	Investissement (\$ CAN)
Irlande	Irlande 1	2011	48
	Irlande 2	2014	169
	Irlande 3	2018	230
Belgique	Belgique 1	2006	356
	Belgique 2	2011	413
	Belgique 3	2018	383
	Belgique 4	2019	894
Finlande	Finlande 1	2009	238
	Finlande 2	2012	167

³⁰ Econsult Solutions Inc. (2019). *The Economic and Revenue Impact of Data Centers in Pennsylvania*

³¹ U.S. Chamber of Commerce Technology Engagement Center (2017). *Data Centers - Jobs and Opportunities in Communities Nationwide*

³² OCDE (2018). *The Digital Economy, Multinational Enterprises and International Investment Policy*

Pays	Centre	Annonce	Investissement (\$ CAN)
	Finlande 3	2013	205
	Finlande 4	2013	301
	Finlande 5	2019	894
Pays-Bas	Pays-Bas 1	2014	502
	Pays-Bas 2	2014	289
	Pays-Bas 3	2015	513
	Pays-Bas 4	2018	765
	Pays-Bas 5	2019	1490

Source : Copenhagen Economics, Conversion d'Euros en \$CAN sur la base des taux annuels moyens de la Banque du Canada

Finalement, mentionnons aussi que les impacts sur le développement d'un bassin de main-d'œuvre qualifiée documentés en 4.1 contribuent aussi à renforcer l'attractivité du territoire.

4.4 Le rehaussement des infrastructures de télécommunication et de connectivité

Certains centres de données sont localisés dans des zones périurbaines où les services d'utilités publiques sont plus limités. La construction de centres de données dans ces zones peut créer une forte demande d'expansion et de modernisation des routes, des réseaux électriques, des réseaux d'aqueduc et d'égout. Dans certains cas, les centres de données collaborent directement avec les entreprises locales pour trouver des solutions innovantes³³.

En Pennsylvanie, Facebook a investi pour de nouvelles connexions à la fibre optique dans le but de connecter ses installations à son réseau mondial. Les capacités excédentaires de ces réseaux ont été mises en marché auprès des entreprises locales de télécommunications, ultimement pour desservir la clientèle locale³⁴.

³³ U.S. Chamber of Commerce Technology Engagement Center (2017). *Data Centers - Jobs and Opportunities in Communities Nationwide*

³⁴ Econsult Solutions Inc. (2019). *The Economic and Revenue Impact of Data Centers in Pennsylvania*

CONCLUSION

Ce rapport a pour objectif d'analyser et de documenter la valeur économique pour le Québec d'un centre de données à très grande échelle type. KPMG s'est basée sur une revue de la littérature et des entretiens auprès d'experts du secteur afin d'établir un profil de dépenses type, puisque les centres de données à très grande échelle sont encore peu fréquents au Québec et que l'information « terrain » n'était pas disponible.

Le centre à très grande échelle modélisé, d'une capacité de 100 MW, soutient 126 emplois directs et 430 emplois totaux (directs et indirects). Selon les recherches effectuées ainsi que les entrevues auprès d'experts, le nombre d'emplois directs soutenus est susceptible d'être plus élevé dans le cas de l'implantation d'un siège social ou administratif important ou encore dans l'éventualité où l'entreprise propriétaire du centre de données est également active localement dans des activités connexes (par exemple, le développement de logiciels ou d'application, des activités de recherche et de développement, etc.).

À l'opposé, pour certains centres à très grande échelle, de capacité supérieure à 100 MW, le nombre d'emplois créés pourrait être proportionnellement plus faible. Selon les quelques données disponibles, les plus grands centres au monde, qui dépassent parfois les 200 à 300 MW, créeraient entre 200 et 300 emplois respectivement.

Le centre de données modélisé générerait 87,6 millions de dollars en valeur ajoutée pour le Québec, dont 22,9 millions de dollars en salaires, et laisse présager d'importantes retombées fiscales, notamment au niveau des taxes foncières. Il repose en outre sur des dépenses d'investissement significatives, pouvant dépasser un milliard de dollars (excluant les serveurs) pour un centre de données de 100 MW.

Au-delà des impacts économiques « statiques », les centres de données à très grande échelle peuvent dans certains cas renforcer la performance globale des économies régionales où ils s'implantent. Ces retombées « dynamiques », qui peuvent générer des impacts significatifs en sus des emplois soutenus et de la valeur ajoutée générée par les dépenses de construction et d'exploitation des centres de données, peuvent être regroupés en quatre grands types :

- Le développement de la main-d'œuvre;
- Le renforcement de l'écosystème technologique;
- L'accroissement de l'attractivité du territoire; et
- Le rehaussement des infrastructures de télécommunication et de connectivité.

Or, les études consultées et les entrevues effectuées confirment que ces impacts ne sont pas automatiques, ou garantis, par l'arrivée d'un grand centre de données. Chaque occurrence est un cas d'espèce lié au contexte historique et particulier d'une économie, aux particularités du projet et de l'entreprise qui le supporte, de même qu'aux politiques publiques mises en place et aux ententes négociées avec les autorités locales. La préparation en amont de l'expertise locale, du tissu entrepreneurial local, et l'adéquation avec les besoins de ces centres sont donc des aspects importants à considérer afin que ces externalités se matérialisent.

RÉFÉRENCES

*** Hyperliens accessibles en septembre 2019

CBRE, (2018). *North America Data Center Trends Report H2 2018* [\[Lien\]](#)

Copenhagen Economics, (2015). *The economic impact of Google's data centre in Belgium* [\[Lien\]](#)

Copenhagen Economics, (2017). *Finland's economic opportunities from data centre investments* [\[Lien\]](#)

Copenhagen Economics, (2018). *Economic effects forecast of Google's Danish data centre* [\[Lien\]](#)

Copenhagen Economics, (2018). *European data centres: How Google's digital infrastructure investment is supporting sustainable growth in Europe* [\[Lien\]](#)

Copenhagen Economics, (2019). *Google's Hyperscale Data Centres and Infrastructure Ecosystem in Europe* [\[Lien\]](#)

Cushman & Wakefield, (2019). *Montreal Data Centre Market Overview – Canadian Data Centre Insights* [\[Lien\]](#)

Data Center Frontier, (2019). *Hyperscale Data Centers* [\[Lien\]](#)

Digital Gateway to Europe, (2018). *North Amsterdam Campus Economic Impact Study* [\[Lien\]](#)

Econsult Solutions Inc., (2019). *The Economic and Revenue Impact of Data Centers in Pennsylvania* [\[Lien\]](#)

Grant Thornton, (2018). *A Study of the Economic Benefits of Data Centre Investment in Ireland* [\[Lien\]](#)

IDC, (2018). *The Digitization of the World, From Edge to Core* [\[Lien\]](#)

Irish Centre for Cloud Computing & Commerce, (2017). *Global Data Center Market Briefing* [\[Lien\]](#)

KPMG, (2017). *Analyse économique des centres de données – Actualisation de l'analyse réalisée en 2010* [\[Lien\]](#)

KPMG, (2018). *The Icelandic Data Center Industry – Report for DCI* [\[Lien\]](#)

Mangum Economics, (2018). *Potential impact of a Data Center Incentive in Illinois* [\[Lien\]](#)

Mangum Economics, (2018). *The Economic and Fiscal Contribution that Data Centers Make to Virginia* [\[Lien\]](#)

Menon Economics, (2017). *Economic Impact of a Hyperscale Data Center Establishment in Norway* [\[Lien\]](#)

OCDE, (2018). *The Digital Economy, Multinational Enterprises and International Investment Policy* [\[Lien\]](#)

Oxford Economics, (2018). *Google Data Centers April 2018 Economic Impact and Community Benefit* [\[Lien\]](#)

RTI International, (2018). *The Impact of Facebook's U.S. Data Center Fleet* [\[Lien\]](#)

Secor, (2010). *Analyse économique des centres de données – Avis sur la valeur économique des divers modèles de centres de données*

Server Technology, (2017). *The Power of Hyperscale Computing* [\[Lien\]](#)

Statista, (2018). *Global Data Center Market – Dossier* [\[Lien\]](#)

Uptime Institute, (2007). *A Simple Model for Determining True Total Cost of Ownership for Data Centers* [\[Lien\]](#)

Uptime Institute, (2018). *Uptime Institute Global Data Center Survey – Operators struggle with constraints, change and complexity* [\[Lien\]](#)

U.S. Chamber of Commerce Technology Engagement Center, (2017). *Data Centers – Jobs and Opportunities in Communities Nationwide* [\[Lien\]](#)

**Annexe C – Analyse économique de la criticité des centres de données préparée
par PWC**

Analyse économique de la criticité des centres de données

Présenté à Hydro-Québec

Le 26 mai 2025

Rapport final



Table des matières

Avis de non-responsabilité	4
Sommaire	5
1. Introduction	8
1.1 Contexte du mandat	8
1.2 Présentation de notre approche	8
1.3 Structure du rapport.....	10
1.4 Lexique	10
2. Le contexte et dynamique énergétique des centres de données.....	12
2.1 Des infrastructures au cœur de la transformation numérique de l'économie	12
2.2 Typologie des centres de données.....	13
2.3 Des besoins en énergie croissant pour les centres de données.....	14
Trois dynamiques de croissance soutenant la demande énergétique des centres de données.....	15
Facteurs d'incertitude dans la projection de la demande énergétique des centres de données.....	16
2.3 Une industrie attirant l'attention des gouvernements	17
Irlande	17
Pays-Bas	17
Singapour.....	17
États-Unis.....	18
Canada.....	18
3. La criticité des centres de données locaux pour le Québec.....	19
3.1 Facteurs influençant le choix d'hébergement de données	19
Facteurs de criticité de localisation des centres de données	19
3.2 Constats des entrevues sur la criticité des centres de données	22
Souveraineté, cybersécurité et cadre réglementaire	22
Latence, performance et résilience opérationnelle	22
Calcul intensif, intelligence artificielle et innovation technologique.....	22
Retombées économiques et compétitivité régionale	23
Croissance de la demande et enjeux énergétiques.....	23
Conditions de développement et freins à l'implantation	23
Difficulté à quantifier la croissance anticipée de la demande	23
Conclusion de la Phase 1	24
4. Projection des besoins en centres de données et impact sur le système énergétique du Québec.....	26
4.1 Objectif de la modélisation et hypothèses de base	26
Scénario de croissance – Croissance liée à des facteurs émergents	26
4.2 Analyse des données historiques.....	27
4.3 Scénario de base : évolution des besoins en utilisant les données	30



4.3.1 Méthodologie pour estimer l'évolution des besoins pour le scénario de base	30
4.3.2 Résultats du scénario de base.....	30
4.3 Scénario de croissance – Croissance liée à des facteurs émergents.....	32
4.2.1 Méthodologie du scénario de croissance liée à des facteurs émergents	32
4.2.2 Besoins en services de centres de données selon le scénario de croissance liée à des facteurs émergents	33
4.4 Évolution des besoins en énergies par les centres de données du Québec	34
4.5 Évaluation de l'activité économique réelle nécessaire à la production des services de centres de données du Québec	36
Conclusion	37
Annexes	38
Annexe 1 : Liste des personnes rencontrées lors des entrevues	39
Annexe 2 : Consommation d'énergie pour les applications identifiées	40
Annexe 3 : Constats de nos entrevues	42
Annexe 4 : Explication du modèle Hercule-Impact + Énergie de Daméco.....	44
Annexe 5 : Évolution de l'utilisation de services d'hébergement de données au Québec	45
Annexe 6 : Dépenses des industries québécoises en services d'hébergement de données.....	46
Annexe 7 : Méthodologie de la modélisation	47



Avis de non-responsabilité

Nos services ont été effectués et ce rapport a été élaboré conformément à la commande 451377873 et est soumis aux conditions générales qui y sont incluses. Notre rôle est uniquement consultatif.

Hydro-Québec est responsable de toutes les fonctions de gestion et des décisions relatives à cette mission, y compris l'établissement et le maintien des contrôles internes, l'évaluation et l'acceptation de l'adéquation de la portée des services pour répondre aux besoins d'Hydro-Québec et la prise de décisions concernant la mise en œuvre des recommandations. Hydro-Québec est également responsable des résultats obtenus grâce à l'utilisation des services ou des livrables.

Notre travail était limité aux analyses décrites ici et était basé principalement sur les informations disponibles et des sources de données publiques consultées entre le 29 novembre 2024 et le 23 avril 2025. En conséquence, les changements de circonstances après cette date pourraient affecter les conclusions exposées dans ce rapport. Nous ne fournissons aucune opinion, attestation ou autre forme d'assurance concernant notre travail et nous n'avons pas vérifié ou audité les informations qui nous ont été fournies.

© 2025 PwC Canada. Tous droits réservés. PwC fait référence à la société membre canadienne et peut parfois faire référence au réseau PwC. Chaque société membre est une entité juridique distincte. Veuillez consulter www.pwc.com/structure pour plus de détails



Sommaire

Cette étude réalisée pour Hydro-Québec vise à évaluer la criticité de l'accès à des centres de données situés au Québec et à quantifier les besoins énergétiques futurs associés à la croissance de ces infrastructures numériques. Dans un contexte de transformation numérique rapide, où les données sont devenues un intrant essentiel pour les entreprises et les institutions, cette réflexion s'inscrit au cœur des choix énergétiques et économiques de la province.

Phase 1 – Une criticité conditionnelle, mais bien réelle

Les consultations menées dans le cadre de la phase 1 de l'étude confirment que les centres de données sont considérés comme critiques dans plusieurs contextes :

- Pour la souveraineté et la protection des données sensibles;
- Pour répondre à des exigences de performance (latence) ou de résilience opérationnelle;
- Pour soutenir l'innovation technologique, notamment en intelligence artificielle;
- Pour renforcer l'autonomie numérique et la compétitivité des entreprises locales.

Le rapport identifie ainsi sept facteurs de criticité qui varient selon les secteurs, les usages et les contraintes réglementaires. Il ne s'agit donc pas d'un besoin uniforme, mais bien d'un ensemble de cas où l'hébergement local devient déterminant. Le tableau ci-dessous résume nos constats principaux :

Constats des entrevues réalisées dans le cadre du mandat

Facteurs	Importance	Constats clés
Cybersécurité		• La cybersécurité dépend davantage des technologies de protection des données et de la gestion des accès que de la localisation physique des centres de données, bien que des accords pour le stockage des données dans d'autres juridictions soient soumis à des modifications.
Souveraineté des données		• Bien que le stockage local de données soit crucial pour des secteurs stratégiques comme la finance et la santé afin de protéger des informations sensibles, la souveraineté des données ne rend pas nécessairement ce stockage local obligatoire, car des solutions sécurisées existent pour les infrastructures étrangères.
Latence	Peut avoir un fort impact pour certains secteurs	• La proximité du stockage de données est essentielle pour le développement d'applications critiques et pour effectuer des calculs intensifs sur des données sensibles.
Résilience opérationnelle		• Facteur important, mais ce n'est pas le fait d'avoir des centres de données locaux qui règle l'enjeu
Innovation / Développement d'un écosystème IA		• La disponibilité de centres de données locaux est cruciale pour le développement de l'IA et de la recherche, favorise des synergies avec d'autres industries technologiques, et est indispensable pour des applications telles que les jumeaux numériques, déjà utilisés au Québec.

Code de couleur

	Fort impact sur les besoins en centres de données locaux		Impact modéré sur les besoins en centres de données locaux		Faible impact sur les besoins en centres de données locaux
--	--	--	--	--	--

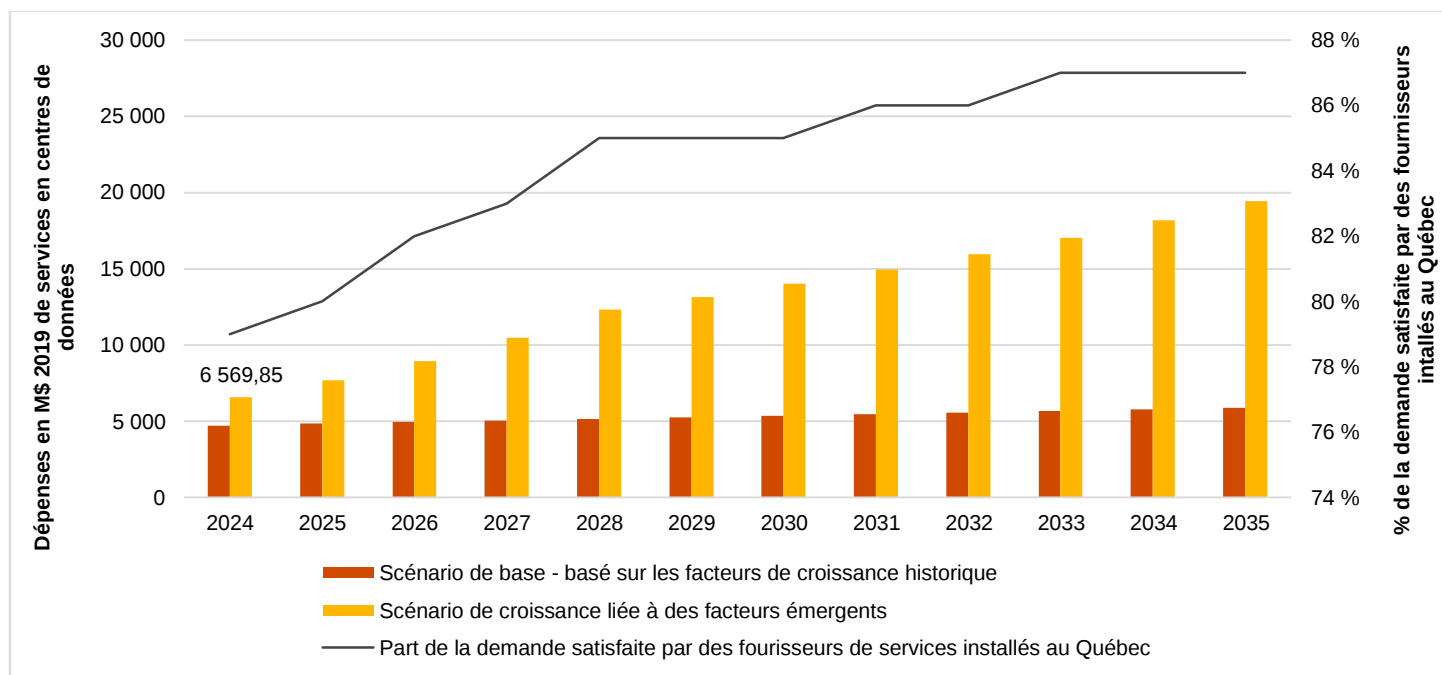
Phase 2 – Une croissance significative de la demande en services de centres de données

Dans le cadre de la deuxième phase du mandat, nous avons modélisé deux scénarios de croissance de la demande en centre de données. Le premier (ou scénario de base) est basé sur des facteurs de croissance historique. Le deuxième est basé sur des facteurs émergeants dont l'intelligence artificielle.



Les projections montrent que la demande en services de centres de données pourrait tripler entre 2024 et 2035, atteignant 19,4 G\$ dans le scénario de croissance liée à des technologies émergentes. Cette croissance s'accompagnerait d'une hausse des besoins en énergie.

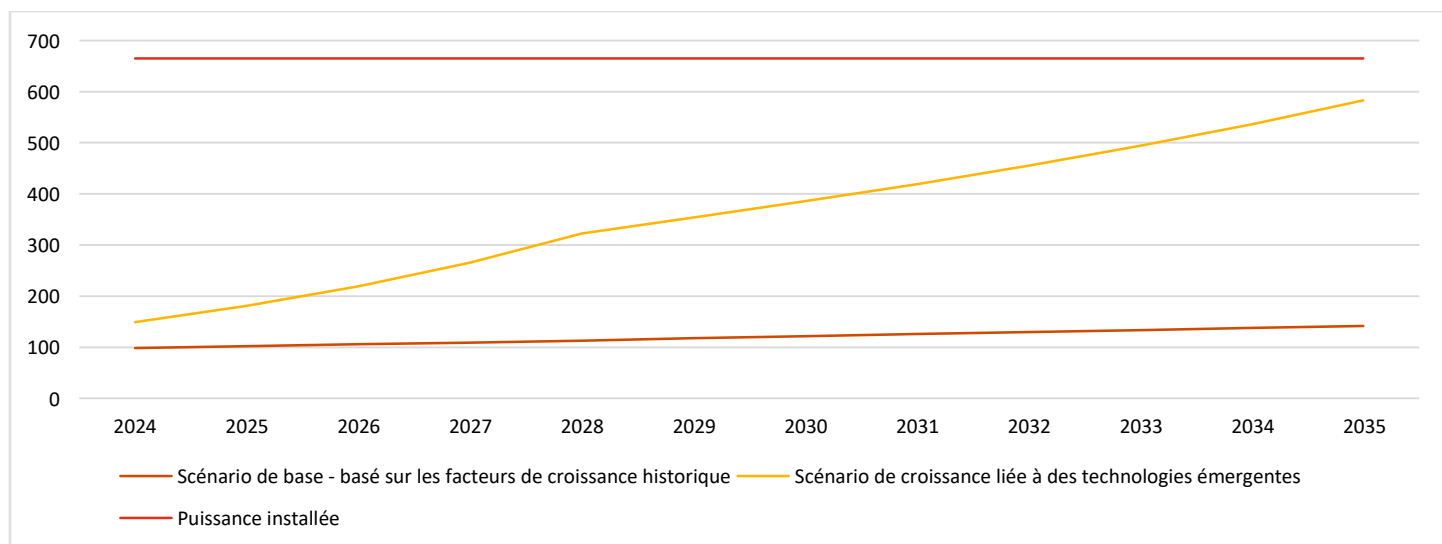
Besoins totaux de services en centres de données projetés au Québec sur la période 2024-2035 (en millions de dollars de 2019) et part de la demande satisfaite par des fournisseurs de services installés au Québec



Source : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco ; Analyse de PwC

Toutefois, même dans ce scénario plus ambitieux, la puissance maximale appelée (environ 583 MW en 2035) resterait sous la limite actuelle de 664,5 MW attribuée aux centres de données. Il est important de noter que l'écosystème québécois est principalement constitué de centres de données en colocation ayant des contrats avec des clients à moyen et long terme. Par conséquent, ces centres ne pourront pas répondre à la demande croissante pour les technologies émergentes. Lors de nos entrevues, il nous a été mentionné que peu de centres de données présents au Québec disposaient des puces nécessaires au besoin des technologies émergentes.

Puissance maximale nécessaire par année

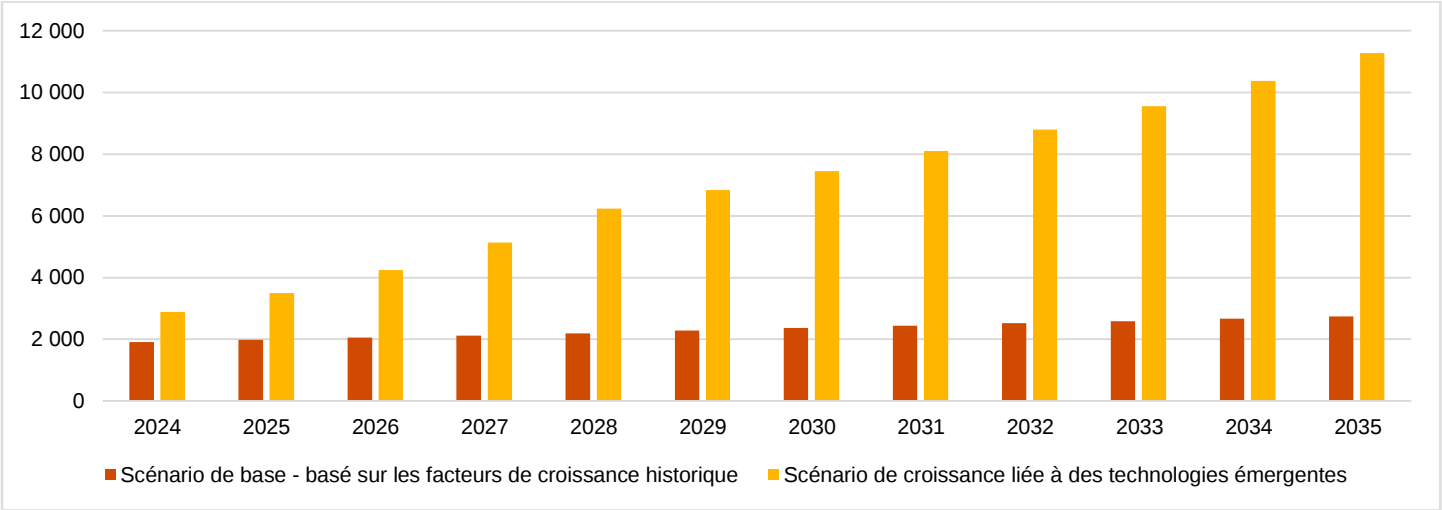


Sources : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco; Analyse de PwC.



Sur le plan économique, cette trajectoire pourrait générer d'importantes retombées locales. Le PIB réel directement associé à ces activités passerait de 2,8 G\$ à 11,3 G\$ entre 2024 et 2035, témoignant du potentiel du secteur à devenir un levier structurant pour le Québec.

Projection du PIB réel direct généré par l'activité des centres de données du Québec (en millions de \$ de 2017)



Sources : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco; Analyse de PwC.



1. Introduction

1.1 Contexte du mandat

Au cours des dernières années, la demande mondiale pour les infrastructures de centres de données a connu une croissance soutenue, portée par l'essor rapide des technologies numériques. L'adoption généralisée de l'infonuagique, la multiplication des objets connectés (IoT), le développement accéléré de l'intelligence artificielle — en particulier l'IA générative — et la transformation numérique des entreprises dans tous les secteurs stimulent fortement les besoins en capacité de traitement, de stockage et de transfert de données. Selon le dernier rapport de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), en 2022, la consommation d'électricité des centres de données était estimée entre 240 et 340 TWh, soit environ 1 % à 1,3 % de la consommation totale d'électricité (hors cryptominage). Bien que l'IA représente actuellement une part relativement faible de la consommation mondiale d'électricité des centres de données, elle émerge comme un nouveau moteur de croissance. Ainsi, portée par la demande croissante pour l'IA et les services plus conventionnels des centres de données, la capacité mondiale des serveurs devrait plus que doubler d'ici 2030.¹

Les centres de données sont ainsi devenus des infrastructures numériques critiques, mais se retrouvent aussi parmi les infrastructures industrielles les plus énergivores, avec une forte densité de puissance et des besoins croissants en alimentation électrique continue, stable et sécurisée. Le Québec s'est longtemps démarqué par sa capacité à offrir de l'électricité propre, stable et peu coûteuse, ce qui lui a permis d'attirer, à une certaine époque, des projets industriels à forte intensité énergétique — dont les centres de données. Hydro-Québec disposait alors de surplus énergétiques importants et voyait dans ces projets une opportunité de stimuler l'investissement et la transformation numérique de l'économie.

Aujourd'hui, le contexte a évolué. La demande intérieure en électricité augmente rapidement, notamment sous l'effet de la décarbonation des industries, de l'électrification des transports et des besoins croissants des ménages et entreprises. Les marges de manœuvre d'Hydro-Québec se resserrent, et le choix d'allouer de grandes quantités d'électricité à certains types d'infrastructures soulève désormais des arbitrages stratégiques importants.

Dans ce contexte-ci, une question centrale émerge : les centres de données sont-ils des infrastructures critiques qu'il faut maintenir et développer au Québec, ou leur présence pourrait-elle être assurée depuis d'autres juridictions?

Dans le cadre de ce projet, la criticité désigne les facteurs justifiant le besoin de centres de données locaux pour assurer le bon fonctionnement des organismes et le développement économique des industries québécoises. Ces facteurs incluent notamment la latence, la cybersécurité, la résilience opérationnelle et l'innovation.

Cela soulève la question suivante : dans un contexte de croissance accrue du stockage de données et du développement de nouvelles applications, dans quelle mesure l'accès à des centres de données locaux est-il critique pour les activités et la croissance des entreprises et organisations du Québec?

Dans cette perspective, Hydro-Québec a mandaté PwC afin de réaliser une étude pour alimenter la réflexion quant à la quantité d'électricité qui pourrait ou devrait être allouée à ce secteur au regard des autres priorités économiques et sociales de la province. En particulier, cette étude vise à :

- évaluer la criticité de l'accès à des centres de données situés au Québec pour les entreprises, institutions et secteurs stratégiques de l'économie québécoise. Cette analyse tient compte de divers facteurs, dont la souveraineté numérique, la cybersécurité, la latence, la résilience opérationnelle et la capacité à soutenir l'innovation et le développement d'un écosystème technologique local.
- estimer, à un niveau agrégé, la demande énergétique future des centres de données au Québec selon différents scénarios de croissance technologique et économique.

1.2 Présentation de notre approche

Le mandat confié par Hydro-Québec a été structuré en deux phases complémentaires, chacune visant à mettre en lumière un aspect distinct mais interrelié des enjeux de l'accès à des centres de données locaux.

¹ International Energy Agency. World Energy Outlook. October 2024



Phase 1 – Analyse de la criticité des centres de données pour l'économie québécoise

La première phase visait à évaluer dans quelle mesure la présence de centres de données sur le territoire québécois est critique pour les entreprises et les institutions locales. Plus précisément, il s'agissait de mieux comprendre les raisons pour lesquelles certains acteurs économiques pourraient privilégier l'hébergement local de leurs données, et dans quels contextes cela constitue un levier ou une contrainte à leur croissance ou leur compétitivité.

Pour ce faire, nous avons mobilisé deux principales sources d'information :

- Une revue de littérature afin de mettre en lumière les différents types de centres de données existants, ainsi que les tendances mondiales qui influencent l'augmentation des besoins en matière de centres de données pour les industries et l'intérêt croissant pour certains gouvernements d'investir dans cette industrie. Cette recherche a également mis en évidence les facteurs qui façonnent l'évolution de la demande en matière d'hébergement de données et ses conséquences sur la demande en énergie;
- La réalisation de près de 16 entrevues auprès de représentants d'organisations québécoises issues de secteurs variés (grandes entreprises, acteurs publics, fournisseurs de services d'hébergement de données, etc.)². Ces échanges nous ont permis de faire ressortir les facteurs les plus stratégiques pour les industries québécoises, susceptibles de bénéficier d'une offre de services d'hébergement de données local.

Phase 2 – Estimation de la demande en services d'hébergement de données et énergétiques sur la période 2025 à 2035 des centres de données

La seconde phase du mandat visait à réaliser une modélisation prospective des besoins en centres de données pour les entreprises du Québec, ainsi que de la consommation énergétique associée à ces infrastructures. Cette démarche avait pour objectif de fournir un ordre de grandeur des volumes d'électricité qui pourraient être requis pour répondre à la croissance anticipée de la demande en services d'hébergement et de traitement de données.

À partir de données existantes, de tendances technologiques sectorielles et de scénarios de croissance économique, nous avons formulé une série d'hypothèses de croissance de la demande en centres de données selon différents niveaux d'adoption des technologies numériques (IA, Internet des objets, automatisation, etc.).

Une fois ces hypothèses établies, nous avons collaboré avec la firme Daméco pour modéliser l'impact économique et énergétique de cette croissance sur l'économie québécoise, en nous appuyant sur le modèle Hercule-Impact, un modèle ' macroéconométrique, basé sur les données historiques québécoises, utilisé pour simuler les effets de chocs sectoriels sur la production, la consommation, l'emploi et l'énergie³.

Cette modélisation tient compte notamment :

- Du changement de la structure de coût de production des entreprises : l'adoption croissante des technologies numériques entraîne une hausse des dépenses associées aux infrastructures numériques (ex. : services de centres de données) pour un même niveau de production ;
- Des gains de productivité attendus liés à l'intégration de ces technologies.

Limitations de notre approche

Bien que la modélisation prospective permette d'orienter les réflexions stratégiques sur l'avenir énergétique du Québec, il est important de souligner d'emblée certaines limites inhérentes à l'exercice :

- Nature prospective des hypothèses : les résultats reposent sur des scénarios hypothétiques de croissance économique, d'adoption technologique et de demande numérique. Ceux-ci sont cohérents avec les tendances observées, mais restent sujets à variation selon l'évolution du contexte économique, réglementaire et technologique.
- Incidence des avancées technologiques : l'efficacité énergétique des centres de données pourrait s'améliorer plus rapidement que prévu grâce à des innovations comme le refroidissement immersif, l'optimisation algorithmique ou l'utilisation de sources d'énergie renouvelable. Par ailleurs, l'émergence de technologies de rupture, comme le « quantum computing », pourrait profondément transformer les besoins en puissance de calcul et la nature même des infrastructures requises, réduisant potentiellement la pression sur les centres traditionnels.

² La liste des personnes rencontrées en entrevue est disponible à l'annexe 1.

³ Pour plus de détails sur l'approche de modélisation et le modèle Hercule-Impact utilisé dans cette étude, veuillez vous référer à l'annexe 4.



- Granularité sectorielle : bien que des différences de criticité et d'intensité numérique existent selon les secteurs, la modélisation ne permet pas toujours de refléter l'ensemble des nuances intersectorielles en matière de besoins en données ou de transformation numérique.
- Disponibilité énergétique future : l'analyse repose sur des hypothèses neutres quant à la disponibilité d'électricité au Québec. Des contraintes supplémentaires (infrastructure de transport, acceptabilité sociale, évolution des prix) pourraient influencer sur la réalisation des scénarios envisagés.

En somme, l'objectif de cette phase n'est pas de produire une prévision précise, mais bien de fournir un cadre de référence indicatif permettant d'alimenter les choix d'allocation énergétique et de priorisation sectorielle dans un contexte de ressources limitées.

1.3 Structure du rapport

Ce rapport est divisé en quatre sections incluant l'introduction. La deuxième section résume le contexte et les dynamiques énergétiques des centres de données. La troisième section présente notre analyse de la criticité des services des centres de données selon les industries québécoises. La quatrième section estime l'évolution du besoin des services des centres de données traduit en électricité entre 2025 et 2035.

Il est à noter que les montants en dollars dans le présent rapport, sauf indication contraire, se réfèrent à des dollars canadiens de 2021 afin de présenter les valeurs en dollars constants.

1.4 Lexique

Voici les définitions de certains concepts utilisés tout au long du rapport :

Termes reliés aux types de centres de données

Centre de données de colocation – de détail : Les centres de données de colocation de détail fournissent des espaces où plusieurs clients peuvent louer des présentoirs (« racks »), des cages et des armoires pour déployer leur propre équipement. Ces installations se concentrent sur la fourniture d'un environnement standardisé, adapté aux besoins de divers clients.

Centre de données de colocation – en gros : Les centres de données de colocation en gros répondent aux besoins des clients ayant des exigences informatiques plus stables, en offrant des espaces loués plus grands qui permettent un meilleur contrôle de la conception et de la construction, en accord avec les besoins spécifiques de l'entreprise.

Centre de données de proximité : Les centres de données de proximité (« Edge ») sont de petites installations décentralisées situées plus près des utilisateurs finaux pour réduire la latence et optimiser la bande passante. Ils traitent et stockent les données localement, minimisant ainsi le besoin d'envoyer des informations vers des centres de données centraux ou le nuage.

Centre de données Hyperscale : Les centres de données à très grande échelle (« hyperscale ») sont construits et exploités pour répondre aux exigences étendues d'un seul locataire majeur, offrant une capacité de calcul à haute densité pour des services vastes et basés sur l'infonuagique. Ces centres de données offrent des services avancés d'analyse des données et d'intelligence artificielle (IA), en tirant parti de la puissance de calcul étendue des centres de données « hyperscale » pour fournir des perspectives et des solutions aux clients.

Centre de données internes : Certaines grandes entreprises construisent et gèrent leurs propres centres de données, principalement pour un usage interne, hébergeant des infrastructures informatiques critiques, des applications et des données sur site afin de maintenir une sécurité et un contrôle complets.

GPU (Graphics Processing Unit) : Un circuit électronique spécialisé conçu pour accélérer le rendu des images et des vidéos. Les GPU sont également utilisés pour des calculs intensifs dans des domaines comme l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique.

TPU (Tensor Processing Unit) : Un circuit intégré développé par Google spécifiquement pour accélérer les calculs de réseaux de neurones et les tâches d'apprentissage automatique.

Note : tous les centres de données mentionnées peuvent être dédiés à l'intelligence artificielle en fonction des types de puces qui sont installées dans ces derniers. De ce fait, il ne s'agit pas d'une catégorie à part de centre de données.

Termes reliés aux applications des centres de données

Apprentissage machine (AM) (Machine Learning) : Une branche de l'intelligence artificielle où les algorithmes apprennent à partir de données pour faire des prédictions ou prendre des décisions sans être explicitement programmés.



Les centres de données hébergent les infrastructures nécessaires pour l'entraînement et l'inférence des modèles d'apprentissage machine, permettant de traiter de grandes quantités de données efficacement.

Blockchain : Une technologie de registre distribué qui enregistre des transactions de manière sécurisée, transparente et immuable. Chaque bloc contient des données et est lié au bloc précédent, formant une chaîne. Les centres de données hébergent les nœuds de blockchain, permettant le stockage et la validation des transactions de manière sécurisée et distribuée.

Cloud gaming : Une technologie permettant de jouer à des jeux vidéo en streaming depuis des serveurs distants, éliminant le besoin de matériel de jeu puissant localement. Les centres de données hébergent les serveurs de « cloud gaming », permettant aux utilisateurs de jouer à des jeux vidéo en streaming sans avoir besoin de matériel puissant localement.

Développement et expérimentation : Le processus de création, de test et d'amélioration de nouvelles technologies, applications ou modèles dans un environnement contrôlé avant leur déploiement en production. Les centres de données offrent des environnements sécurisés et évolutifs pour le développement et l'expérimentation de nouvelles technologies et applications.

Entraînement des modèles : La phase où un modèle d'apprentissage automatique est formé en utilisant un ensemble de données pour apprendre à effectuer une tâche spécifique. Les centres de données fournissent la puissance de calcul nécessaire pour l'entraînement des modèles d'apprentissage automatique, traitant de grandes quantités de données pour améliorer les performances des modèles.

Inférence (Application des modèles en production) : L'utilisation d'un modèle d'apprentissage automatique entraîné pour faire des prédictions ou prendre des décisions sur de nouvelles données en temps réel. Les centres de données permettent l'inférence en temps réel en utilisant des modèles d'apprentissage automatique entraînés pour faire des prédictions ou prendre des décisions sur de nouvelles données.

Intelligence artificielle (IA) : La capacité des machines à effectuer des tâches qui nécessitent normalement l'intelligence humaine, comme la reconnaissance vocale, la prise de décision et la traduction linguistique. Les centres de données fournissent la puissance de calcul et le stockage nécessaires pour les applications d'intelligence artificielle, facilitant le développement et le déploiement de solutions IA.

Internet des objets (IoT) : Un réseau d'objets physiques équipés de capteurs, de logiciels et d'autres technologies pour se connecter et échanger des données avec d'autres appareils et systèmes sur Internet. Les centres de données traitent et stockent les données générées par les appareils IoT, permettant une analyse en temps réel et une gestion efficace des dispositifs connectés.

Jumeau numérique : Une réplique numérique d'un objet physique, d'un système ou d'un processus, utilisée pour la simulation, la surveillance et l'optimisation en temps réel. Les centres de données fournissent l'infrastructure nécessaire pour héberger et traiter les données des jumeaux numériques, permettant des simulations et des analyses en temps réel.

Réalité virtuelle (VR) : Une technologie immersive qui plonge l'utilisateur dans un environnement numérique interactif, souvent à l'aide de casques VR. Les centres de données traitent les grandes quantités de données nécessaires pour les applications de réalité virtuelle, assurant une expérience immersive et réactive.

Streaming : La transmission continue de données audio et vidéo sur Internet, permettant la lecture en temps réel sans téléchargement complet préalable. Les centres de données sont essentiels pour le streaming de contenu vidéo et audio, en stockant et en distribuant les données nécessaires pour fournir une expérience fluide aux utilisateurs.



2. Le contexte et dynamique énergétique des centres de données

2.1 Des infrastructures au cœur de la transformation numérique de l'économie

Un centre de données est une infrastructure spécialisée conçue pour consolider les équipements et opérations informatiques d'une organisation avec l'objectif de stocker, traiter et distribuer les données et applications. Ces installations sont essentielles pour de nombreuses entreprises, car elles fournissent l'infrastructure critique garantissant le fonctionnement continu des systèmes informatiques. Les centres de données hébergent les ressources informatiques clés, telles que les serveurs, les systèmes de stockage et les équipements réseau. Ces ressources permettent de gérer d'importants volumes de données et prennent en charge une large gamme d'applications. Ils jouent un rôle crucial dans le soutien des activités et services des organisations, assurant ainsi la continuité des opérations et l'intégrité des données.

L'évolution des centres de données témoigne de la rapidité de l'innovation technologique et des exigences croissantes des infrastructures numériques. À mesure que les entreprises et les consommateurs dépendent davantage des technologies basées sur les données, le rôle des centres de données a évolué, passant du simple stockage et traitement des données à celui de plateformes essentielles pour la connectivité mondiale et les services infonuagiques. Cette transformation est due à plusieurs facteurs clés, notamment les progrès des technologies de réseau, la prolifération de la connectivité Internet et l'importance croissante de l'analyse des données et de l'apprentissage automatique.

Ainsi, les centres de données sont devenus un levier essentiel de la transformation numérique. Ils soutiennent une vaste gamme d'activités économiques et sociales : commerce électronique, télétravail, intelligence artificielle, automatisation industrielle, applications gouvernementales, cybersécurité, et plus encore. Ils permettent de stocker, traiter et acheminer d'immenses volumes de données en temps réel, et sont donc indispensables au fonctionnement de l'économie contemporaine.

Le marché mondial des centres de données est en forte croissance et devrait atteindre environ 600 milliards de dollars canadiens d'ici 2030, avec un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 9,6 % entre 2023 et 2030. La demande pour ces infrastructures est portée par plusieurs technologies émergentes ou en pleine expansion :

- L'intelligence artificielle (IA), notamment générative;
- Le « cloud computing »;
- L'Internet des objets (IoT);
- L'apprentissage machine (AM);
- Les jumeaux numériques;
- Le streaming vidéo, les jeux en ligne et la réalité virtuelle/augmentée.



2.2 Typologie des centres de données

Les centres de données se présentent sous diverses formes, chacune adaptée à des besoins et des contraintes spécifiques. Voici une catégorisation selon leur modèle de revenus et leurs cas d'utilisation :

Type de centre de données	Description	Modèles de revenus et cas d'utilisation	Exemples
Interne	Certaines grandes entreprises construisent et gèrent leurs propres centres de données principalement pour un usage interne, hébergeant une infrastructure informatique critique, des applications et du stockage de données sur site afin de maintenir une sécurité et un contrôle complets.	Ne génère généralement pas de revenus provenant de clients externes. Se concentre plutôt sur : Gestion des coûts : Économies importantes en hébergeant l'infrastructure en interne plutôt que de l'externaliser. Optimisation des ressources : Ajustement de l'échelle de l'infrastructure en fonction de la demande interne pour maximiser l'efficacité. Exploitation des capacités internes : Stimulation de l'innovation et déploiement plus rapide des services, contribuant indirectement à la croissance des revenus grâce à l'amélioration des capacités opérationnelles.	Institutions financières gérant des données sensibles ou grandes entreprises intégrant l'analyse de données et l'apprentissage automatique pour des opérations en temps réel.
Colocation – de détail	Les centres de données de colocation de détail fournissent des espaces où plusieurs clients peuvent louer des racks, des cages et des baies pour déployer leur propre équipement. Ces installations se concentrent sur la fourniture d'un environnement standardisé adapté aux besoins de divers clients.	Consommation d'énergie : Facturation des clients en fonction de leur consommation d'énergie. Frais de location : Facturation des clients pour l'espace loué et le matériel au sein de l'installation. Services gérés : Services supplémentaires, notamment l'installation de serveurs, la configuration, les mises à jour logicielles, la surveillance de la sécurité et les services de reprise après sinistre.	Petites et moyennes entreprises et jeunes pousses recherchant des solutions d'infrastructure évolutives et rentables.
Colocation – en gros	Les centres de données de colocation en gros s'adressent aux clients ayant des besoins informatiques plus stables, offrant des espaces loués plus grands qui permettent un meilleur contrôle sur la conception et la construction, en fonction des besoins spécifiques de l'entreprise.	Consommation d'énergie : Facturation des clients en fonction de leur consommation d'énergie. Frais de location et baux à long terme : Facturation des clients pour l'espace loué et le matériel au sein de l'installation, et fourniture d'espaces personnalisables adaptés aux besoins des clients. Services gérés : Services supplémentaires, notamment l'installation de serveurs, la configuration, les mises à jour logicielles, la surveillance de la sécurité et les services de reprise après sinistre.	Grandes entreprises telles que les réseaux de diffusion de contenu, les fournisseurs de médias, les entreprises de télécommunications et les fournisseurs de services cloud qui nécessitent une infrastructure sur mesure.



Type de centre de données	Description	Modèles de revenus et cas d'utilisation	Exemples
Hyperscale	Les centres de données hyperscales sont construits et exploités pour répondre aux exigences importantes d'un seul locataire majeur, fournissant une capacité de calcul à haute densité pour de vastes services basés sur le cloud.	Consommation d'énergie : Facturation des clients en fonction de leur consommation d'énergie. Baux à long terme : Fourniture d'espaces personnalisables adaptés aux besoins des clients. Services d'analyse de données et d'IA : Offre de services avancés d'analyse de données et d'intelligence artificielle, en tirant parti de la puissance de calcul étendue des centres de données hyperscales pour fournir des informations et des solutions aux clients. Vente de matériel et de logiciels : Ventes directes aux clients adaptées à leurs besoins spécifiques.	Géants technologiques mondiaux qui ont besoin d'une infrastructure, d'applications et d'un stockage de données sur site importants pour conserver un contrôle et une sécurité complets.
De proximité (« Edge »)	Les centres de données de proximité (« Edge ») sont de petites installations décentralisées situées plus près des utilisateurs finaux pour réduire la latence et optimiser la bande passante. Ils traitent et stockent les données localement, minimisant ainsi le besoin d'envoyer des informations vers des centres de données centraux ou le cloud.	Modèles d'abonnement : Offre de plans d'abonnement à plusieurs niveaux en fonction de l'utilisation des données et des besoins de traitement. Optimisation de la bande passante : Réduction de la quantité de données devant être transmises sur de longues distances, ce qui peut réduire les coûts et améliorer les performances. Primes pour la prise en charge d'applications sensibles à la latence : Traitement des données en temps réel pour des applications telles que les véhicules autonomes, les appareils IoT et la réalité augmentée.	Entreprises de télécommunications déployant des centres de données de proximité pour prendre en charge les réseaux 5G, réseaux de diffusion de contenu (CDN) utilisant des centres de données de proximité pour améliorer la qualité du streaming et infrastructure de ville intelligente utilisant des centres de données de proximité pour l'analyse de données en temps réel.

2.3 Des besoins en énergie croissant pour les centres de données

Toutes les applications numériques ne contribuent pas de manière égale à la consommation énergétique des centres de données. En effet, l'augmentation du volume de données ne se traduit pas systématiquement par une hausse proportionnelle de la demande en électricité. Certaines activités comme le streaming vidéo, le cloud gaming ou la réalité augmentée/virtuelle génèrent des volumes de données importants et alimentent la demande en infrastructures numériques, mais elles mobilisent relativement peu de puissance de calcul centralisée. Dans ces cas, une grande partie de la consommation énergétique est transférée vers les appareils des utilisateurs finaux, tels que les téléviseurs, consoles ou casques.

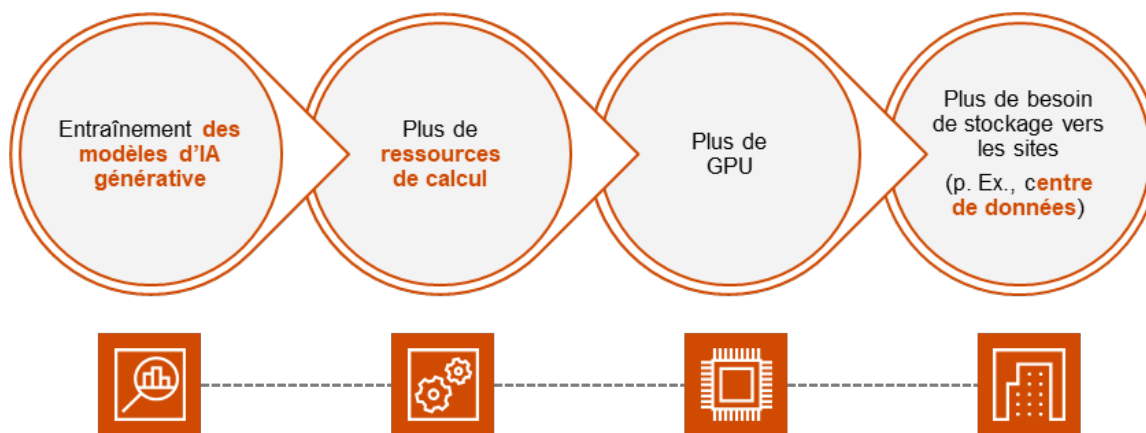
À l'inverse, certaines technologies — en particulier l'intelligence artificielle générative, la synthèse d'images, l'entraînement massif de modèles algorithmiques ou encore la modélisation 3D avancée — nécessitent une puissance de calcul considérable, fournie par des centres de données spécialisés.

Ces infrastructures, souvent qualifiées de centres hyperscales ou IA-intensifs, reposent largement sur l'usage de GPU (unités de traitement graphique), qui permettent d'effectuer des millions de calculs en parallèle. Ces GPU, conçus initialement pour les rendus graphiques, sont devenus essentiels à l'entraînement et à l'inférence des modèles d'apprentissage profond, et consomment chacun entre 300 et 700 watts. Lorsqu'ils sont regroupés en grappes de



plusieurs milliers d'unités, ils génèrent une densité de puissance extrêmement élevée – jusqu'à 20 à 30 fois celle des centres de données classiques – et nécessitent des systèmes de refroidissement avancés ainsi qu'un approvisionnement en électricité stable, constant et sécurisé.

Figure 41: Illustration de l'IA générative dans la chaîne de demande des centres de données



Les centres de données sont donc des infrastructures énergivores, non seulement en raison de leur consommation directe, mais aussi en raison des dispositifs de redondance, de refroidissement et de sécurité opérationnelle qu'ils requièrent. Leur montée en puissance exerce une pression croissante sur les réseaux électriques, surtout dans les juridictions où la disponibilité énergétique devient plus limitée.

Quelques sources ont essayé d'estimer cette croissance sur les prochaines années :

- **Goldman Sachs** estime une augmentation de 50 % d'ici 2027, et jusqu'à 165 % d'ici 2030, de la consommation mondiale d'électricité des centres de données par rapport à 2023. Les besoins en traitement de l'IA entraîneront une augmentation de la densité de puissance dans les centres de données, passant de 162 kilowatts (kW) par pied carré à 176 kW par pied carré d'ici 2027⁴.
- **McKinsey**⁵ projette une croissance annuelle de 19 à 22 % de la capacité mondiale entre 2023 et 2030. Selon un scénario plus extrême, la croissance pourrait atteindre 27 % par an.

Selon l'Agence internationale de l'énergie, la consommation énergétique de l'IA se répartit approximativement ainsi :

- 10 % pour le développement et l'expérimentation;
- 20 à 40 % pour l'entraînement des modèles;
- 60 à 70 % pour l'inférence (utilisation des modèles par les usagers).

À titre d'exemple, Google estime que l'apprentissage machine représentait déjà entre 10 et 15 % de sa consommation énergétique totale entre 2019 et 2021, avec une croissance annuelle de 20 à 25 %.

Trois dynamiques de croissance soutenant la demande énergétique des centres de données

La demande énergétique des centres de données est appelée à croître sous l'effet de plusieurs dynamiques technologiques. Comme présenté dans la figure ci-dessous, on peut regrouper ces moteurs de croissance en trois grandes catégories :

- Croissance liée aux facteurs historiques : il s'agit des usages qui ont historiquement soutenu le développement des centres de données, comme le stockage de données, les services infonuagiques standards, les applications SaaS, etc. Ces activités requièrent des infrastructures robustes, mais leur profil énergétique est généralement modéré et stable.
- Technologies émergentes à profil énergétique similaire aux usages traditionnels : certaines technologies émergentes génèrent une demande additionnelle en centres de données, cependant, leur intensité énergétique demeure

⁴ AI is poised to drive 160 % increase in data center power demand, Goldman Sachs.

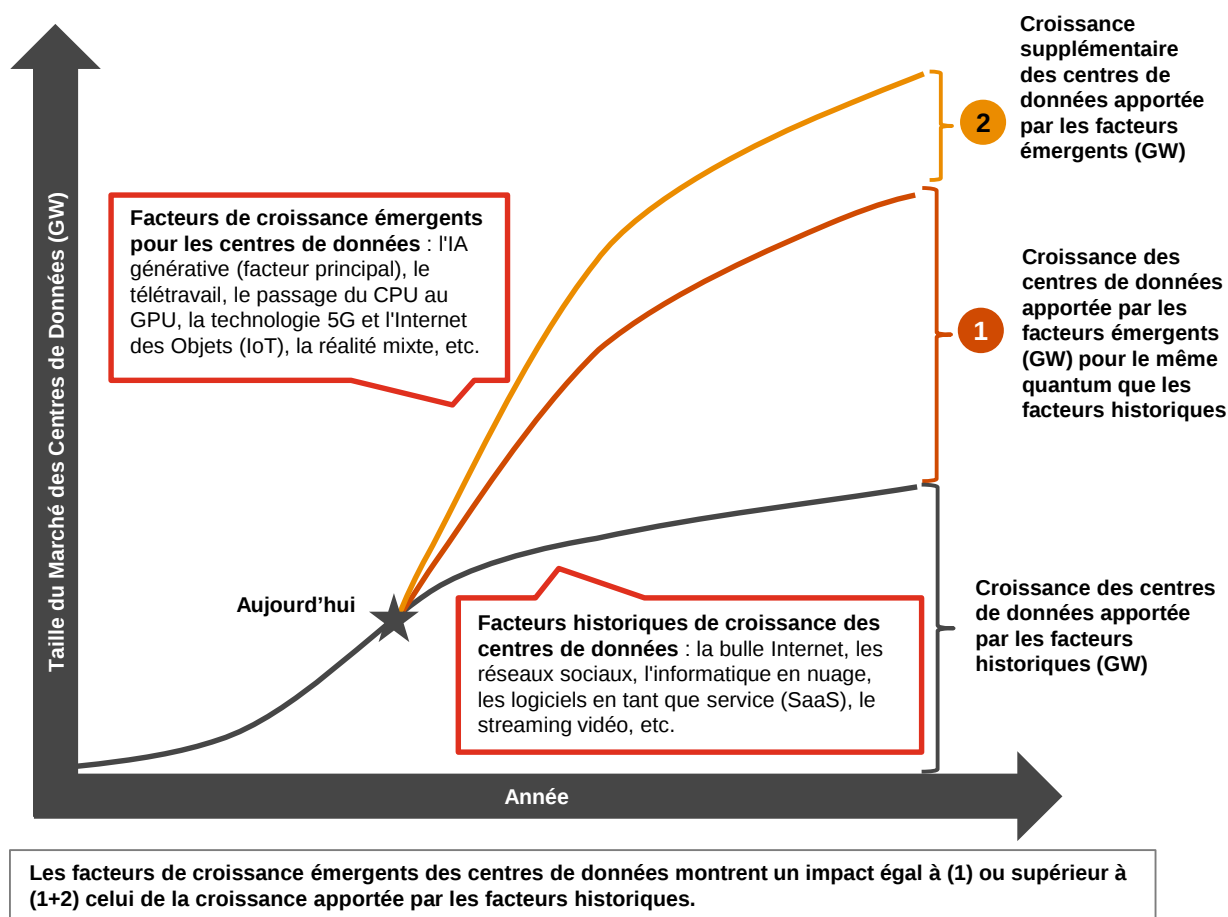
⁵ AI power: Expanding data center capacity to meet growing demand, McKinsey.



relativement équivalente à celle des usages traditionnels, du moins dans les premières phases de déploiement (p. ex. : le télétravail, la blockchain, le commerce électronique).

- Croissance additionnelle induite par les technologies émergentes à forte intensité énergétique : un segment en forte expansion est constitué de technologies émergentes qui, en plus de croître rapidement, ont une empreinte énergétique nettement plus élevée. Ces technologies nécessitent des capacités de calcul intensives, souvent assurées par des grappes de GPU, et contribuent à une accélération marquée de la densité énergétique des centres de données. C'est le cas notamment de :
 - l'IA générative;
 - l'apprentissage profond (« deep learning »);
 - la synthèse d'images à grande échelle;
 - ou encore certains usages industriels avancés de l'Internet des objets (IoT).

Figure 52: Impact illustratif des facteurs émergents



Sources : entrevues réalisées; Analyses de PwC.

Facteurs d'incertitude dans la projection de la demande énergétique des centres de données

Malgré les tendances actuelles, il demeure difficile de prévoir avec précision l'évolution de la demande énergétique liée aux centres de données. Bien que la croissance de la numérisation de l'économie soit bien engagée, les facteurs qui la soutiennent — tels que l'adoption de nouvelles technologies comme l'IA générative, l'Internet des objets ou encore les jumeaux numériques — n'ont pas tous le même impact sur la consommation d'électricité. Certaines applications, bien qu'en forte croissance, mobilisent peu de puissance de calcul, tandis que d'autres, comme l'entraînement de modèles d'IA, sont beaucoup plus intensives sur le plan énergétique.



À cela s'ajoute un niveau d'incertitude élevé quant à l'évolution des technologies elles-mêmes. Le développement de nouvelles générations de puces (p. ex., les ASIC ou les puces neuromorphiques), les progrès en refroidissement et en efficacité énergétique des serveurs, ou encore l'émergence de technologies de rupture comme le calcul quantique, pourraient significativement modifier le rapport entre la demande numérique et la consommation énergétique. Autrement dit, pour un même quantum de traitement ou de service numérique, la consommation d'électricité pourrait, dans le futur, être nettement réduite.

Ainsi, même si les connaissances actuelles suggèrent que les centres de données auront une incidence croissante sur les systèmes énergétiques, il faut reconnaître que plusieurs facteurs inconnus — tant technologiques qu'économiques — rendent l'évaluation de cet impact à long terme incertaine et hautement évolutive. L'analyse de la demande énergétique future des centres de données doit donc être abordée avec prudence, en tenant compte de différents scénarios.

2.3 Une industrie attirant l'attention des gouvernements

Au cours de la dernière décennie, les gouvernements ont considérablement évolué dans leur perception des centres de données, les considérant désormais comme des éléments cruciaux pour la stratégie économique de leurs pays. Par exemple, lors du sommet Scale IA, le gouvernement français a indiqué sa volonté de renforcer sa souveraineté numérique en développant des centres de données sur le territoire national afin de favoriser la protection des données, la réduction de sa dépendance envers des sociétés étrangères, la sécurité nationale ainsi que son développement économique. Ce rôle central est d'autant plus pertinent à une époque où la numérisation s'accélère et où les entreprises dépendent de l'accès à des infrastructures robustes pour opérer efficacement.

Irlande

En Irlande, la politique gouvernementale insiste sur des principes de développement durable, nécessitant que les nouveaux centres soient associés à une activité économique forte, qu'ils utilisent le réseau électrique de manière efficace et qu'ils contribuent à la décarbonation en intégrant des sources d'énergie renouvelable. Cette approche vise à équilibrer la croissance économique avec une responsabilité sociale et environnementale, en réponse à la demande croissante qui voit les centres de données consommer une part significative de l'électricité nationale⁶.

Des défis liés à la capacité du réseau électrique émergent parallèlement à cette expansion. La demande accrue pour les centres de données en Irlande, qui consomment actuellement 18 % de l'électricité, pourrait, si tous les projets envisagés se réalisaient, atteindre 70 % de la consommation électrique du pays d'ici 2030⁷. Face à cette situation, les gouvernements doivent investir massivement dans l'infrastructure énergétique pour garantir une alimentation suffisante tout en atteignant leurs objectifs de durabilité et de décarbonation.

Pays-Bas

Les Pays-Bas illustrent également cette évolution avec des politiques avant-gardistes concernant les centres de données. À Amsterdam, un moratoire imposé en 2019 sur la construction de nouveaux centres a été mis en place pour gérer la croissance rapide de l'industrie et pour encourager un développement plus durable. Cette décision a déclenché des efforts visant à déplacer certaines opérations en dehors des zones urbaines, tout en s'assurant que les nouveaux projets doivent répondre à des critères stricts en matière d'efficacité énergétique et de développement durable. Le cadre législatif néerlandais combine des objectifs nationaux de durabilité avec des réglementations régionales, mettant l'accent sur l'utilisation efficace de l'espace et l'énergie.⁸

Singapour

De son côté, Singapour a pris des mesures significatives pour aborder les défis que pose sa taille limitée et les ressources énergétiques restreintes. Le pays a imposé un moratoire sur la construction de nouveaux centres de données en 2019 afin d'évaluer et de redéfinir les stratégies pour garantir que les futurs centres soient conçus avec un fort accent sur la durabilité. Singapour a récemment lancé sa feuille de route pour des centres de données durables, mettant en avant des technologies écoénergétiques et des solutions d'énergie renouvelable afin de réduire l'impact environnemental. Malgré ces restrictions, la demande demeure forte, avec une faible vacance sur le marché des centres de données, ce qui souligne l'importance continue de ce secteur pour l'économie régionale.⁹

⁶ Government statement on the role of data centres in Ireland's Enterprise Strategy, Government of Ireland.

⁷ Data centres could use 70% of Ireland's electricity by 2030, committee to hear, The Irish Times.

⁸ Two years after the Amsterdam moratorium, where does its data center industry stand, Data Centre Dynamics.

⁹ Singapore lays the groundwork for smart data center growth, Data Centre Dynamics.



États-Unis

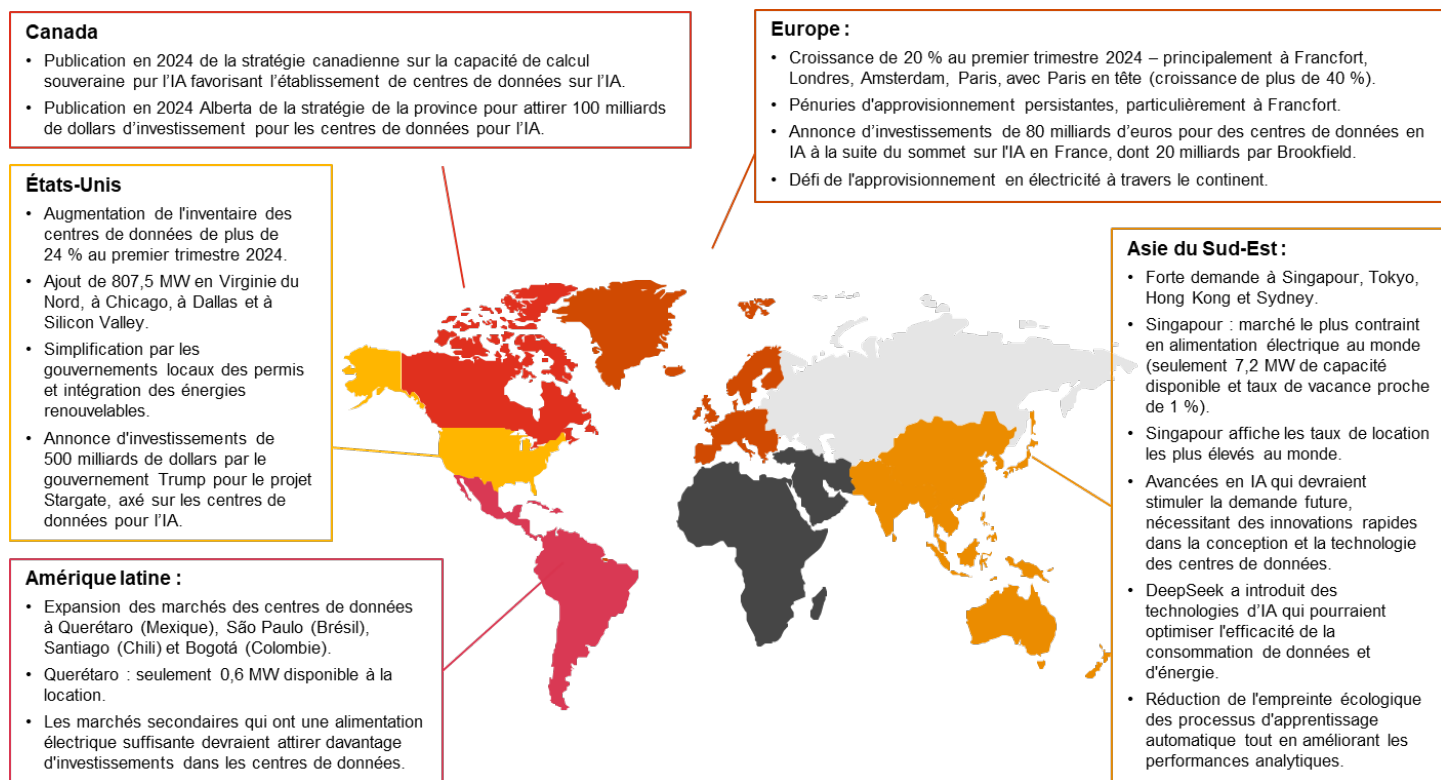
Aux États-Unis, plusieurs États ont mis en place des initiatives visant à attirer et développer des centres de données, souvent à travers des incitations financières et des politiques de soutien. Par exemple, la Virginie est reconnue comme un important pôle pour les centres de données, notamment dans le comté de Loudoun, surnommé « Data Center Alley ». L'État offre des incitations fiscales, y compris des exonérations sur les taxes de vente et d'utilisation pour les équipements utilisés dans les centres de données. Ces mesures ont permis d'attirer des investissements substantiels de sociétés telles qu'Amazon et Microsoft, consolidant ainsi la position de la Virginie comme leader dans ce secteur.¹⁰

Canada

En outre, l'Alberta, au Canada, cherche à se positionner comme un acteur clé dans l'industrie des centres de données, en particulier ceux axés sur l'intelligence artificielle. Avec ses ressources abondantes, ses faibles taux d'imposition et son climat favorable, l'Alberta attire l'attention des investisseurs. Des projets comme le Wonder Valley AI Data Centre Park visent à devenir le plus grand parc industriel de centres de données AI au monde, en utilisant les ressources naturelles de la province pour créer des systèmes énergétiques fiables¹¹. Le gouvernement du Canada¹² ainsi que de l'Alberta¹³ ont développé des stratégies pour attirer les centres de données se positionnant en tête en Amérique du Nord.

La figure ci-dessous résume les faits importants liés aux centres de données dans les derniers mois :

Figure 63: Survol du développement des centres de données dans diverses régions à travers le monde



Sources : Annonces gouvernementales; Global Data Center Trends 2024, CBRE; Analyses de PwC.

¹⁰ Powering Data Centers, Most Policy Initiative.

¹¹ Winder Valley AI Data Centre Park, Government of Alberta.

¹² Stratégie canadienne sur la capacité de calcul souveraine pour l'IA, Gouvernement du Canada.

¹³ Artificial Intelligence Data Centres Strategy, Government of Alberta.



3. La criticité des centres de données locaux pour le Québec

3.1 Facteurs influençant le choix d'hébergement de données

Dans un monde de plus en plus numérique, les données sont devenues le moteur de l'économie. Les entreprises et institutions font face à un choix stratégique quant à la manière d'héberger et de gérer leurs données : opérer leurs propres centres de données internes ou externaliser cette fonction à un fournisseur tiers (services d'hébergement, infonuagique ou colocation).

- L'hébergement interne permet un contrôle accru sur les infrastructures, la sécurité, la localisation des données et les configurations techniques. Ce choix est souvent privilégié par les organisations ayant des exigences strictes en matière de souveraineté, de confidentialité ou de performance.
- L'externalisation, quant à elle, consiste à confier cette fonction à un prestataire spécialisé, offrant une infrastructure mutualisée, évolutive, et généralement plus efficiente sur le plan économique et énergétique. Cela inclut les services de colocation (infrastructure physique partagée) et les services infonuagiques (public, privé ou hybride).

La tendance observée au Québec comme à l'échelle mondiale est celle d'une externalisation croissante des services d'hébergement de données. Cette évolution s'explique par plusieurs facteurs :

- Les économies d'échelle et la souplesse offertes par les fournisseurs spécialisés;
- La complexité croissante des besoins technologiques, notamment en matière de sécurité, de conformité et de résilience;
- La difficulté à recruter et maintenir des équipes internes spécialisées;
- La pression à réduire les coûts fixes et à migrer vers des modèles à la demande (« as-a-service »).

Ainsi, bien que certaines organisations maintiennent une infrastructure interne pour des besoins spécifiques ou critiques, l'externalisation devient progressivement la norme, en particulier pour les nouvelles charges de travail ou les projets liés à l'intelligence artificielle, à l'analytique avancée ou aux services numériques à grande échelle.

Cependant, l'externalisation n'implique pas nécessairement un hébergement local : les données peuvent être stockées au Québec, ailleurs au Canada, ou à l'international, selon les choix du fournisseur ou les contraintes du client. Cette dimension géographique soulève plusieurs enjeux importants — cybersécurité, souveraineté des données, latence, résilience opérationnelle, accessibilité aux données dans un contexte géopolitique tendu et de plus en plus autoritaire — qui peuvent justifier un accès local à des centres de données.

Au-delà de ces considérations techniques, l'hébergement local peut également soutenir des objectifs de développement économique, notamment :

- Le développement d'un écosystème en intelligence artificielle;
- Le soutien à la compétitivité des entreprises québécoises;
- L'émergence de fournisseurs de services numériques locaux.

Dans cette étude, nous avons identifié sept facteurs susceptibles de justifier un besoin en centres de données au Québec. Le tableau suivant présente ces facteurs ainsi que leur lien avec la notion de criticité. Pour valider leur pertinence, nous avons mené des entretiens avec différents acteurs de l'écosystème québécois.

Facteurs de criticité de localisation des centres de données

Gouvernance des données, cybersécurité et cadre réglementaire

Dans un environnement numérique mondial de plus en plus complexe, le contrôle sur les données critiques est devenu un enjeu stratégique pour les organisations publiques et privées. Plusieurs dimensions interdépendantes justifient le recours à des centres de données locaux : la cybersécurité, la souveraineté des données, les exigences de résidence des données et la conformité aux cadres réglementaires.



Héberger les données au Québec permet aux organisations de réduire leur exposition aux risques liés aux cyberattaques, de renforcer leur contrôle sur les infrastructures numériques et de limiter les dépendances à des fournisseurs ou juridictions étrangères. En cas de crise internationale, de décisions commerciales unilatérales ou de rupture de connectivité, l'accès local aux données devient essentiel pour assurer la continuité des opérations.

La souveraineté des données signifie que les données sont soumises aux lois du territoire où elles sont stockées. Lorsque des données sont hébergées à l'extérieur du Québec ou du Canada — notamment par des fournisseurs infonuagiques américains — elles peuvent être soumises à des législations étrangères. C'est le cas du Cloud Act, adopté aux États-Unis en 2018, qui autorise les autorités américaines à exiger l'accès à des données détenues par des entreprises américaines, même si ces données sont physiquement stockées à l'étranger. Si une entreprise québécoise utilise les services de centre de données d'une entreprise américaine située au Canada, les autorités américaines peuvent exiger d'avoir accès aux données. Cette situation soulève d'importantes préoccupations en matière de confidentialité, d'ingérence juridique et de gouvernance des données, en particulier pour les secteurs sensibles tels que la santé, la finance, les communications et la recherche publique.

Les centres de données opérant au Canada doivent naviguer dans un environnement réglementaire exigeant, à l'intersection de lois provinciales, fédérales et internationales. Ils jouent un rôle de plus en plus critique comme infrastructures stratégiques, tant pour le secteur public que privé.

Au niveau fédéral, plusieurs instruments législatifs et politiques encadrent la gestion des données :

- La Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques (LPRPDE ou PIPEDA) encadre la collecte, l'utilisation et la communication de renseignements personnels dans le cadre d'activités commerciales. Les centres de données doivent s'y conformer pour garantir la protection de la vie privée.
- La politique sur la gestion des technologies de l'information du Secrétariat du Conseil du Trésor précise les exigences relatives à la résidence des données et à la cybersécurité, notamment pour les données sensibles (niveaux Protégé B, C et Classifié), qui doivent être stockées sur le territoire canadien.
- La directive sur la résidence électronique des données précise que toutes les données de niveau Protégé B et plus doivent être hébergées au Canada afin de réduire les risques liés aux juridictions étrangères.

Les centres de données offrant des services à des institutions fédérales doivent aussi se conformer à la Stratégie d'adoption infonuagique du gouvernement du Canada, qui encourage l'utilisation du cloud tout en imposant des critères stricts en matière de résidence des données, de cybersécurité et de protection de la vie privée. Cela inclut la réalisation d'évaluations des facteurs relatifs à la vie privée (EFVP), le chiffrement des données, la mise en œuvre de mécanismes de contrôle d'accès, ainsi que des audits et tests de sécurité réguliers.

Ces exigences réglementaires ont également des implications stratégiques pour le développement de l'IA au Canada. Alors que le gouvernement fédéral s'apprête à réviser sa stratégie en IA, l'adoption de normes élevées en matière de résidence des données et de cybersécurité est perçue comme un facteur clé pour favoriser un environnement numérique innovant, mais sécuritaire.

La latence

La latence correspond au temps de transmission entre l'envoi d'une commande ou d'une requête et sa réponse par un serveur. Elle dépend notamment de la distance physique, de la congestion des réseaux et des capacités d'infrastructure.

Certaines industries comme la finance, la télémédecine, la logistique ou le streaming nécessitent des traitements en temps réel. Si le centre de données est trop éloigné, les délais de réponse peuvent compromettre l'expérience utilisateur, l'efficacité opérationnelle ou la sécurité. Même dans un modèle basé sur le « edge computing », les micro-centres doivent être adossés à une infrastructure locale pour assurer la sécurité, la gestion et la redondance. Une infrastructure insuffisante au Québec pourrait limiter la performance de certaines applications critiques.

Résilience opérationnelle

La résilience opérationnelle désigne la capacité d'un système à maintenir ses fonctions essentielles lors de perturbations (pannes, attaques, incidents) et à se rétablir rapidement. Dans un contexte de dépendance croissante aux services numériques, cette résilience est particulièrement critique pour les infrastructures essentielles, les services publics et les entreprises.

Les centres de données conçus avec des niveaux élevés de redondance — par exemple, alimentation électrique double, systèmes de refroidissement indépendants, réplique géographique des données (actif-actif ou actif-passif) — sont mieux préparés à faire face aux interruptions. Le Québec offre certains atouts pour soutenir ce type d'infrastructure : un climat



favorable, un accès stable à l'énergie hydroélectrique, un environnement politique et réglementaire prévisible, ainsi qu'une position géographique limitant certains risques géopolitiques.

Cela dit, bien que le réseau électrique québécois soit l'un des plus fiables en Amérique du Nord, il n'est pas à l'abri des pannes localisées. C'est pourquoi la résilience repose autant sur la conception des centres de données que sur leur intégration dans un écosystème robuste, incluant des interconnexions réseaux diversifiées, une gestion proactive des risques et des plans de continuité éprouvés.

Dans ce contexte, l'hébergement local des données peut offrir une meilleure maîtrise des risques et des délais de rétablissement, surtout lorsque comparé à des juridictions où l'accès à l'énergie, la stabilité du réseau ou les conditions géopolitiques sont plus incertains.

Innovation et développement d'un écosystème en IA

Le développement de l'intelligence artificielle repose sur un accès à des capacités de calcul locales capables de traiter d'énormes volumes de données. L'entraînement des modèles nécessite des ressources prolongées et intensives (GPU/TPU), tandis que la phase d'inférence est plus sensible à la latence. Avoir accès à des centres de données locaux permet :

- de réduire le temps d'accès aux ressources de calcul;
- d'éviter la dépendance à des infrastructures étrangères,
- de stimuler l'attractivité du Québec pour les chercheurs, les startups et les grandes entreprises du domaine.

La présence locale d'infrastructures de calcul performant constitue un levier direct d'innovation. Par exemple, un laboratoire de recherche ou une startup en IA médicale développant des modèles d'analyse d'imagerie ne pourrait difficilement itérer rapidement ou garantir la protection des données sensibles si les traitements devaient être externalisés à l'étranger. L'accès local permet non seulement des cycles de développement plus courts, mais aussi la conformité aux exigences réglementaires, notamment en matière de confidentialité. Cela crée un environnement propice à l'expérimentation, au transfert technologique et à la rétention des talents, que l'absence de capacité locale pourrait compromettre.

Compétitivité économique

La compétitivité économique d'un territoire repose sur sa capacité à fournir des services numériques performants, fiables et abordables à ses entreprises. Les centres de données locaux peuvent :

- réduire les délais de traitement;
- améliorer la performance opérationnelle dans des secteurs stratégiques;
- soutenir l'autonomie technologique des entreprises québécoises.

Ils deviennent ainsi un levier pour maintenir ou renforcer la compétitivité dans des industries où la rapidité, la confidentialité et la maîtrise des infrastructures sont déterminantes.

Par exemple, dans le secteur manufacturier avancé, l'analyse en temps réel des données de production (capteurs, jumeaux numériques) nécessite un traitement local à faible latence pour optimiser les chaînes de valeur. Sans centre de données local, ces entreprises doivent externaliser leurs calculs, ce qui augmente les délais, les coûts, et parfois les risques liés à la sécurité ou à la souveraineté des données. La présence locale d'un centre de données permet donc d'accélérer l'innovation de procédé, de raccourcir les boucles de rétroaction et de sécuriser l'intégration de technologies critiques.

Accès à des fournisseurs locaux et développement de l'expertise

Des centres de données opérés par des fournisseurs locaux ont le potentiel de contribuer à développer un savoir-faire québécois en matière d'infrastructure numérique, de cybersécurité et de services TI. Cela favorise la création de partenariats, l'accessibilité aux services pour les entreprises locales, et l'essor d'un bassin de talents spécialisés dans la province. En structurant une offre locale solide, le Québec peut renforcer sa souveraineté numérique tout en dynamisant un secteur économique à fort potentiel.

Par exemple, un fournisseur local de services infonuagiques qui opère à partir d'un centre de données québécois peut co-développer des solutions sur mesure avec des PME du secteur de la santé, adaptées aux exigences locales en matière de sécurité des données et de performance. Cette proximité permet des itérations rapides, une intégration fluide dans les environnements existants et la création de solutions innovantes difficilement accessibles via des fournisseurs étrangers.



ou distants. Ainsi, la présence d'un centre de données au Québec devient un catalyseur d'innovation ancrée dans l'écosystème local.

3.2 Constats des entrevues sur la criticité des centres de données

Afin de mieux comprendre les motivations, les contraintes et les perceptions des utilisateurs et fournisseurs de centres de données au Québec, une série d'entrevues a été menée auprès d'acteurs issus de secteurs variés (technologie, industrie, services gouvernementaux, infonuagique, recherche, immobilier, etc.). Les constats suivants présentent une synthèse des opinions exprimées, classées selon les principaux axes de criticité identifiés dans l'étude.

Souveraineté, cybersécurité et cadre réglementaire

- Plusieurs répondants mentionnent que les obligations légales d'hébergement local sont limitées. En vertu de la Loi 25 et de la réglementation canadienne, il est généralement possible d'héberger des données à l'extérieur du Québec, à condition de respecter certaines garanties de sécurité.
- Des technologies avancées de cybersécurité, comme le chiffrement des données et les protocoles d'authentification renforcés, permettent de protéger efficacement les données, peu importe leur localisation.
- Les principaux enjeux en cybersécurité concernent davantage la gestion des accès, la protection contre les cyberattaques et la conformité réglementaire, plutôt que la localisation des infrastructures de stockage.
- Des accords existent permettant de stocker les données dans d'autres juridictions, toutefois ces accords pourraient voir leurs conditions générales modifiées.
- La souveraineté des données demeure néanmoins un critère important, en particulier pour les secteurs gouvernementaux, la santé ou les entreprises sensibles au risque géopolitique. La volonté d'éviter l'application extraterritoriale de lois comme le Cloud Act ou le Patriot Act motive certaines organisations à privilégier un fournisseur de service local ou canadien.
- La préférence pour des fournisseurs canadiens ou québécois est parfois exprimée, notamment pour des raisons de confiance, de transparence contractuelle ou de conformité aux lois sur la protection des renseignements personnels.
- Les intervenants reconnaissent que la proximité juridique du fournisseur – en plus de la proximité géographique – peut contribuer à une meilleure gouvernance des données, à une plus grande maîtrise des flux d'information et à une résilience accrue en cas de crise.

Latence, performance et résilience opérationnelle

- La latence est considérée comme un enjeu variable selon les applications. Elle est jugée critique dans certains secteurs comme la finance, l'aérospatiale, ou encore pour des usages de télémédecine, de streaming vidéo ou de bases de données transactionnelles.
- Des cas d'usage comme la reprise après sinistre, la synchronisation de bases de données ou les infrastructures miroir justifient souvent la proximité des centres de données.
- L'importance de disposer d'un certain niveau de redondance locale est soulignée pour garantir la continuité des services numériques en cas d'incident, de panne réseau ou de coupure d'accès aux infrastructures à l'étranger.

Calcul intensif, intelligence artificielle et innovation technologique

- Plusieurs intervenants distinguent clairement les centres de données traditionnels (stockage) des centres de calcul intensif, ces derniers étant jugés beaucoup plus critiques sur le plan stratégique et technologique.
- La capacité locale en calcul haute performance est vue comme un levier essentiel pour soutenir l'écosystème d'innovation québécois, en particulier pour l'intelligence artificielle, les jumeaux numériques, l'industrie 4.0 ou les sciences de la vie.
- L'absence de capacités locales pourrait compromettre le développement d'outils d'IA, augmenter la dépendance aux géants du cloud, et réduire la compétitivité des startups et PME. À l'inverse, un accès local à des ressources de calcul permettrait d'abaisser les coûts, de stimuler la recherche et de retenir les talents spécialisés.
- Certains répondants soulignent que le développement de l'IA est étroitement lié à celui du matériel informatique. Ainsi, des projets comme l'informatique quantique à Sherbrooke montrent que l'accès à l'infrastructure de calcul peut aussi jouer un rôle dans le positionnement industriel régional.



Retombées économiques et compétitivité régionale

- L'intérêt pour des centres de données locaux n'est pas uniquement motivé par des considérations technologiques ou réglementaires, mais également par leur potentiel de retombées économiques.
- Plusieurs répondants estiment que ces infrastructures peuvent soutenir la productivité, la compétitivité et l'autonomie numérique des entreprises québécoises, notamment en facilitant la transition vers des modèles d'affaires numériques, en soutenant l'analytique avancée et en stimulant les écosystèmes industriels.
- La présence de centres de données est aussi perçue comme un facteur d'attractivité pour les investissements étrangers, particulièrement dans des domaines comme l'IA, les technologies de santé, le cloud ou les services financiers.
- Le développement d'un écosystème local de fournisseurs de services infonuagiques, capables de rivaliser avec les hyperscalers, est aussi vu comme une condition favorable à l'indépendance technologique du Québec.

Croissance de la demande et enjeux énergétiques

- La demande en services de données, de calcul et de stockage est en croissance rapide dans tous les secteurs : aéronautique, santé, recherche, services publics, divertissement, etc.
- La montée en puissance de l'IA, de l'Internet des objets, de la 5G et du « edge computing » génère des besoins énergétiques croissants, notamment liés à la densité des équipements et au refroidissement.
- Certains acteurs mentionnent que les hyperscalers peuvent offrir une meilleure efficacité énergétique que les centres de données internes aux entreprises, mais que cette performance est contrebalancée par une consommation globale toujours plus élevée.
- Des technologies comme l'informatique quantique, les puces spécialisées ou les solutions de refroidissement innovantes sont identifiées comme des leviers potentiels pour limiter la pression énergétique, mais leur adoption reste encore marginale à court terme.

Conditions de développement et freins à l'implantation

- Les centres de données sont perçus comme des infrastructures pertinentes pour le Québec, mais leur implantation est conditionnée par plusieurs facteurs :
 - La disponibilité et la prévisibilité de l'énergie;
 - La fiscalité municipale, jugée défavorable par certains acteurs;
 - Les délais d'approbation et de connexion aux réseaux, plus longs qu'ailleurs au Canada.
- Certains mentionnent une évolution du marché vers des modèles de campus à grande échelle, plus aptes à attirer des investissements structurants et à partager les ressources.
- Enfin, les centres de données locaux sont vus comme une infrastructure d'ancrage : ils permettent à des entreprises internationales de s'établir au Québec, de répondre aux exigences de souveraineté de leurs clients et de participer au développement de l'économie numérique régionale.

Difficulté à quantifier la croissance anticipée de la demande

Lors des entretiens, les participants ont été invités à estimer ou à quantifier la croissance anticipée de leurs besoins en matière de centres de données au cours des prochaines années. Bien que la grande majorité ait confirmé s'attendre à une croissance rapide, voire exponentielle sur un horizon de dix ans, peu d'entre eux ont été en mesure d'en fournir une estimation chiffrée.

Cette difficulté s'explique notamment par :

- la complexité de prévoir les besoins futurs en calcul et en stockage dans un contexte technologique en mutation rapide;
- l'incertitude entourant l'adoption à grande échelle de certaines technologies (IA générative, IoT, « edge computing », etc.);
- la variabilité des modèles d'affaires et des stratégies d'externalisation entre les organisations.



Ce constat souligne une limite importante pour la modélisation prospective réalisée dans le cadre de la phase 2 du mandat. En l'absence de données quantitatives issues des entretiens, les hypothèses de croissance devront s'appuyer sur d'autres sources (littérature sectorielle, « benchmarks » internationaux, scénarios économiques) tout en tenant compte des signaux convergents identifiés lors des échanges, à savoir une hausse généralisée et soutenue des besoins en infrastructures numériques au Québec.

Tableau 1 : Matrice des constats de nos entrevues

Facteurs	Importance	Constats clés
Cybersécurité		La cybersécurité dépend davantage des technologies de protection des données et de la gestion des accès que de la localisation physique des centres de données, bien que des accords pour le stockage des données dans d'autres juridictions soient soumis à des modifications.
Souveraineté des données		Bien que le stockage local de données soit crucial pour des secteurs stratégiques comme la finance et la santé afin de protéger des informations sensibles, la souveraineté des données ne rend pas nécessairement ce stockage local obligatoire, car des solutions sécurisées existent pour les infrastructures étrangères.
Latence	Peut avoir un fort impact pour certains secteurs	La proximité du stockage de données est essentielle pour le développement d'applications critiques et pour effectuer des calculs intensifs sur des données sensibles.
Résilience opérationnelle		Facteur important, mais ce n'est pas le fait d'avoir des centres de données locaux qui règle l'enjeu
Innovation / Développement d'un écosystème IA		La disponibilité de centres de données locaux est cruciale pour le développement de l'IA et de la recherche, favorise des synergies avec d'autres industries technologiques, et est indispensable pour des applications telles que les jumeaux numériques, déjà utilisés au Québec.

Sources : Entrevues réalisées au courant du projet; Analyses de PwC.

Code de couleur

	Fort impact sur les besoins en centres de données locaux		Impact modéré sur les besoins en centres de données locaux		Faible impact sur les besoins en centres de données locaux
--	--	--	--	--	--

Conclusion de la Phase 1

La notion de criticité appliquée aux centres de données ne renvoie pas à une nécessité uniforme pour toutes les organisations d'héberger localement leurs données, mais plutôt à un ensemble de situations où la présence d'infrastructures locales devient déterminante pour répondre à des objectifs stratégiques, économiques ou technologiques.

Les constats de cette étude montrent que les centres de données peuvent être critiques dans plusieurs contextes : pour assurer la souveraineté et la sécurité des données sensibles, pour répondre à des exigences de performance ou de latence, pour soutenir l'innovation en intelligence artificielle, ou encore pour renforcer la résilience numérique d'infrastructures publiques et privées. Leur criticité est donc conditionnelle, mais bien réelle dès lors que l'on considère la trajectoire de transformation numérique du Québec et les ambitions économiques qui l'accompagnent.

À ce titre, il ne s'agit plus tant de déterminer si le Québec a besoin de centres de données, mais plutôt de mieux définir le type d'infrastructure qu'il souhaite développer.

Cela soulève des questions stratégiques importantes :

- Quel modèle d'affaires est-il le plus pertinent pour répondre aux besoins spécifiques du Québec? Un modèle centré sur les hyperscalers internationaux ou ancré localement qui favoriserait davantage le développement de l'écosystème technologique québécois



- Quel niveau d'énergie doit réellement être attribué aux centres de données, dans un contexte où les ressources énergétiques deviennent stratégiques et convoitées par de nombreux autres secteurs?

Même si une étude approfondie serait nécessaire pour trancher la première question, certaines considérations de haut niveau peuvent orienter la réflexion :

- Dans quelle mesure un modèle local permet-il de renforcer la capacité des entreprises et institutions québécoises à accéder à des services numériques stratégiques (calcul haute performance, infonuagique souveraine, IA, cybersécurité)?
- Quelle est la capacité d'un modèle local à soutenir le développement d'un écosystème technologique québécois — notamment en favorisant l'innovation, les partenariats, le transfert de connaissances, et la croissance de fournisseurs locaux?
- Quels sont les risques associés à une dépendance accrue envers des infrastructures contrôlées par des acteurs internationaux (en matière de gouvernance, de fiscalité, de conformité réglementaire ou de souveraineté technologique)?
- Quels types de retombées économiques (emplois qualifiés, investissement R&D, infrastructures critiques) sont générés par chacun des modèles, et dans quelle mesure ces retombées bénéficient-elles aux entreprises et aux communautés locales?

Le chapitre suivant de cette étude propose de répondre à la deuxième question. Quant à la première, elle constitue une piste de travail à explorer dans le cadre des futures stratégies industrielles et numériques du Québec. Le modèle d'affaires retenu influencera directement la capacité du Québec à développer son autonomie numérique, à soutenir ses entreprises technologiques et à maximiser les retombées économiques locales associées à la croissance du secteur des centres de données.



4. Projection des besoins en centres de données et impact sur le système énergétique du Québec

4.1 Objectif de la modélisation et hypothèses de base

Dans la Phase 2 de l'étude, nous avons cherché à quantifier la croissance anticipée des besoins en centres de données au Québec et les besoins en énergie qui lui seraient associés. Pour ce faire, nous avons utilisé le modèle macro-économétrique Hercule-Impact de Daméco, un outil qui simule l'ensemble de l'économie québécoise, incluant les interactions intersectorielles et les liens entre les intrants, la valeur ajoutée et la consommation énergétique des différentes industries.

L'objectif était d'estimer, à l'échelle de la province du Québec :

- la croissance future de la demande en services de centres de données de la part des entreprises et organisations québécoises;
- les besoins énergétiques associés à cette demande.

Dans le cadre de cette modélisation, nous avons distingué deux vecteurs de croissance qui correspondent à nos deux scénarios :

Scénario de base – Croissance fondée sur des facteurs historiques

Ce scénario repose sur les dynamiques observées au cours de la dernière décennie. Il inclut les usages plus traditionnels des centres de données tels que l'hébergement de données, l'infonuagique ou encore les applications d'entreprise standards. Il est estimé à partir des données historiques des dépenses des entreprises pour des services d'hébergement de données et suit une croissance cohérente avec les tendances économiques générales et l'évolution progressive des besoins numériques dans les secteurs conventionnels.

Scénario de croissance – Croissance liée à des facteurs émergents

Ce scénario intègre l'adoption soutenue de technologies émergentes qui n'apparaissaient pas dans les données historiques. Ces technologies sont reconnues pour nécessiter des quantités importantes de puissance de calcul. Il tient compte, notamment :

- de l'adoption croissante de l'intelligence artificielle, en particulier des phases d'entraînement et d'inférence des modèles;
- de l'utilisation accrue de données imagées et du développement de jumeaux numériques;
- du recours à des applications hautement performantes en traitement de données (analyse en temps réel, « edge computing », automatisation avancée, etc.).

Ce second scénario permet ainsi d'explorer une trajectoire de croissance accélérée, alimentée par ces facteurs de transformation numérique, susceptibles d'augmenter considérablement la pression sur les infrastructures énergétiques.

Il est important de préciser que ce scénario modélise uniquement la croissance additionnelle liée aux facteurs émergents. Il ne tient pas compte de l'évolution potentielle des besoins plus traditionnels en centres de données (p. ex. : hébergement, stockage de fichiers, services infonuagiques de base).

En pratique, la demande future pourrait potentiellement résulter de la combinaison des deux scénarios — c'est-à-dire une poursuite des usages traditionnels en parallèle de l'émergence de nouveaux usages intensifs. Toutefois, nous ne disposons pas actuellement de suffisamment d'information pour déterminer si les besoins de base vont croître, se stabiliser ou diminuer avec l'adoption des technologies émergentes.

C'est pourquoi les résultats sont présentés de manière distincte, sans addition directe entre les deux scénarios. Cette approche permet d'illustrer deux trajectoires plausibles, tout en soulignant l'incertitude entourant l'évolution de la structure de la demande énergétique des centres de données.



4.2 Analyse des données historiques

Afin d'élaborer le scénario de base, nous avons utilisé deux bases de données principales soit les Tableaux Ressources-Emplois et les données de consommation d'électricité des clients identifiés comme centre de données par Hydro-Québec.

Analyse des Tableaux Ressources-Emplois

Afin d'analyser l'évolution historique des besoins en centres de données au Québec, nous avons utilisé les Tableaux Ressources-Emplois publiés annuellement par Statistique Canada. Ces tableaux permettent de mesurer les relations économiques entre les différents secteurs, en illustrant comment les ressources sont utilisées et comment les produits circulent entre les industries et les consommateurs.

La dernière année de données disponible est 2021. Ainsi, bien que ces tableaux fournissent un aperçu utile des tendances passées, ils ne permettent pas de capter l'effet de rupture associé à l'arrivée de l'IA générative, dont l'adoption s'est intensifiée à partir de 2023, ni la croissance accélérée de la demande en puissance de calcul observée plus récemment.

Les tableaux utilisent la classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). L'analyse s'appuie ici sur la catégorie « Services d'hébergement de données », qui comprend les entreprises dont l'activité principale est explicitement classée sous ce code. Toutefois, cette approche comporte deux limites importantes :

- Certaines entreprises offrant des services de centres de données peuvent être enregistrées sous d'autres codes SCIAN et ne sont donc pas incluses;
- Les centres de données internes, exploités directement par des organisations pour leurs propres besoins, ne sont pas capturés dans cette catégorie.

Ces limitations doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats, puisque les données sous-estiment probablement l'ampleur réelle de l'activité liée aux centres de données sur le territoire québécois. Néanmoins, ces données demeurent utiles pour fournir un ordre de grandeur ainsi qu'une indication générale de la trajectoire de croissance des besoins en centres de données.

Afin de mieux comprendre l'évolution du rôle des centres de données dans les activités des entreprises québécoises, nous avons produit le graphique suivant illustrant les dépenses en services de centres de données par million de dollars de chiffre d'affaires, entre 2015 et 2021. Cette approche vise à normaliser la croissance de la demande en services de centres de données par rapport au niveau de production des entreprises. Elle permet ainsi d'observer une tendance structurelle : les entreprises consacrent une part croissante de leurs dépenses à ces services pour générer une même unité de production. Cette évolution témoigne de la transformation progressive des modèles d'affaires, où les services numériques – en particulier l'hébergement, le traitement et le stockage de données – deviennent des intrants de plus en plus essentiels à l'activité économique, même dans des secteurs non technologiques.

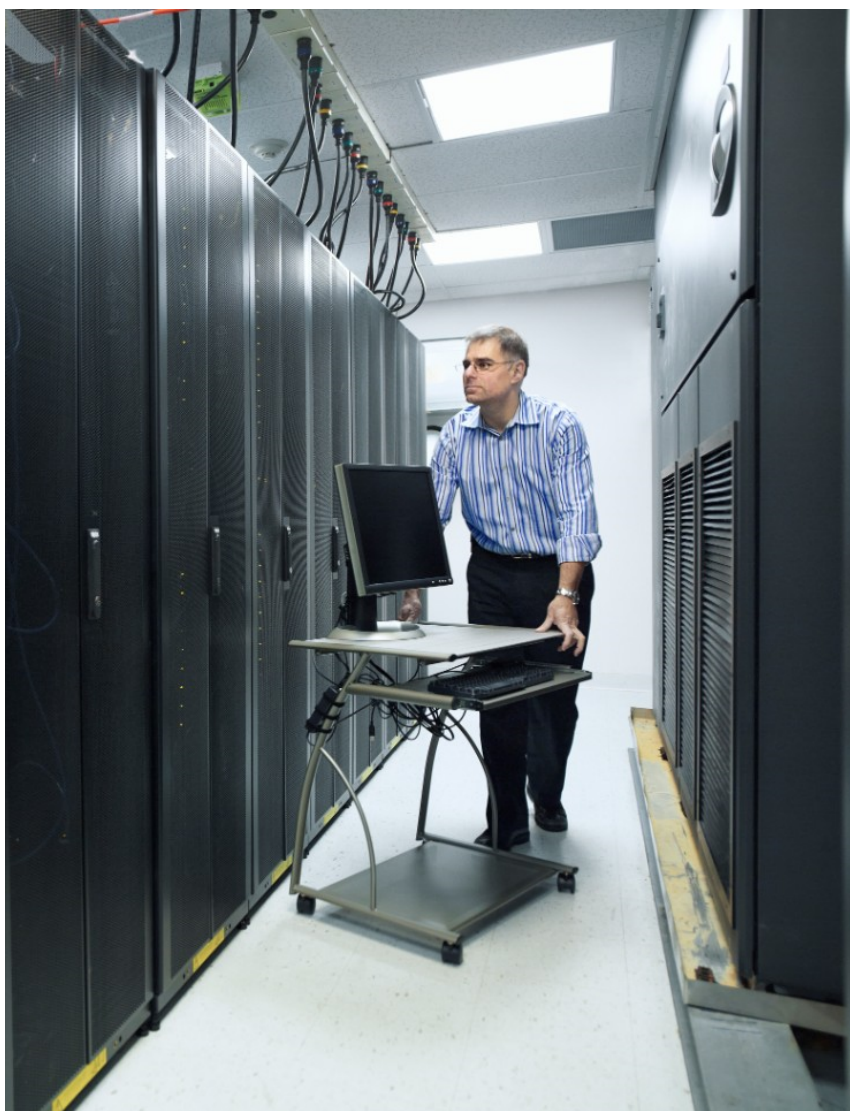
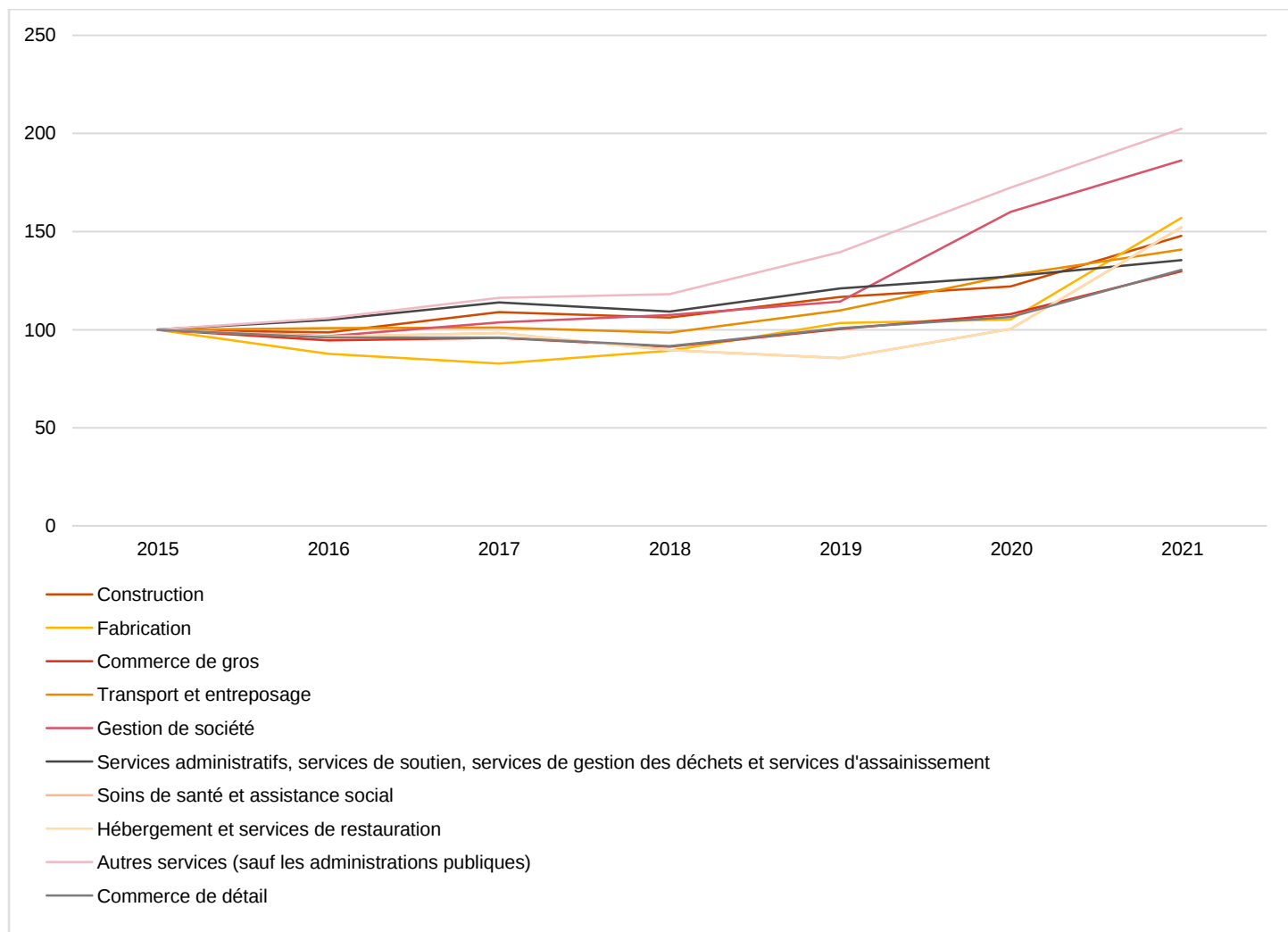




Figure 74: Évolution des dépenses en services d'hébergement de données par millions de chiffre d'affaires entre 2015 et 2021 (base 100 en 2015)¹⁴



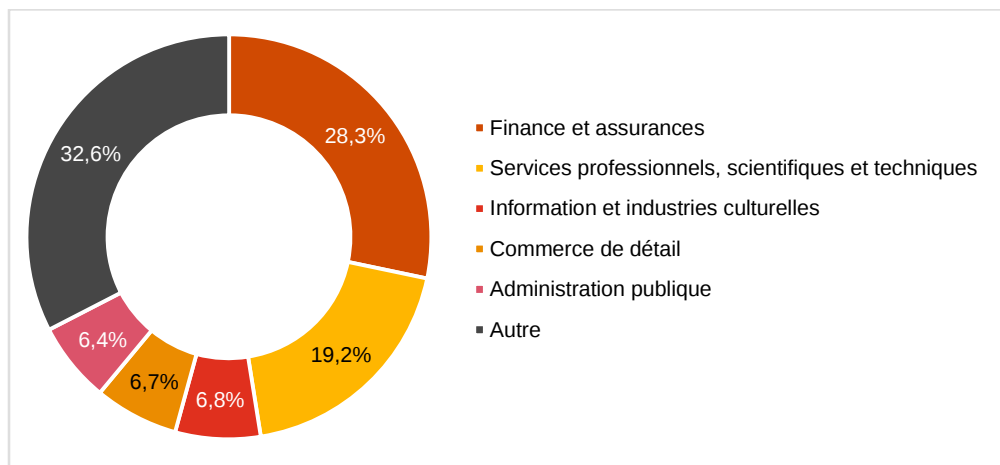
Sources : Tableaux ressources-emplois, Statistique Canada; Analyses Daméco et PwC.

En 2021, les industries qui utilisaient le plus les services d'hébergement de données sont la conception de systèmes informatiques et services connexes (11 %), les sociétés d'assurance (11 %) et les coopératives de crédit et caisses populaires locales (9 %). Il est à noter que le Québec exporte un peu plus de 40 % des services en hébergement de données dont 6 % à l'internationale et 37 % aux autres provinces.

¹⁴ Un tableau présentant toutes les industries est disponible à l'Annexe 5.



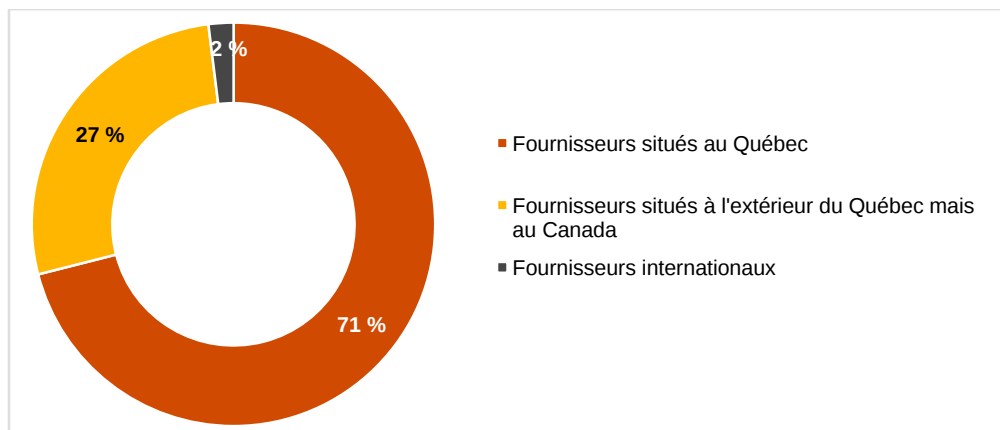
Figure 85: Dépenses des industries québécoises en service d'hébergement de données



Source : Tableaux ressources-emplois, Statistique Canada ; Analyse de PwC

En ce qui concerne l'offre, les industries québécoises importent près de 30 % de ce qui est utilisé en services d'hébergement de données, dont 27% des autres provinces et seulement 2% de l'international. La majorité provient de fournisseurs situés au Québec pouvant être d'origine québécoises ou d'entreprises internationales disposant de centres de données au Québec.

Figure 69: Part des dépenses faites par les entreprises localisées au Québec en services d'hébergement de données selon l'origine du fournisseur en 2021



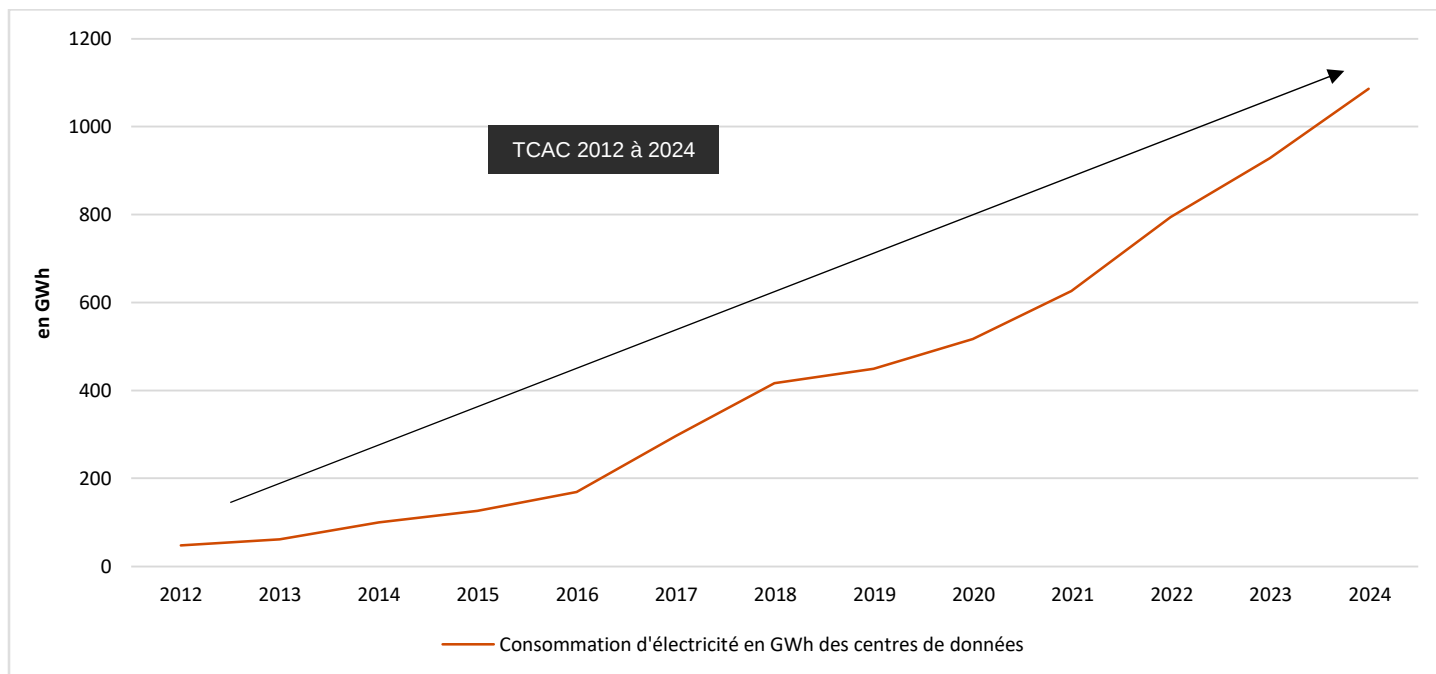
Source : Tableaux ressources-emplois, Statistique Canada ; Analyse de PwC

Données partagées par Hydro-Québec

Hydro-Québec nous a partagé la consommation d'électricité des clients identifiés comme centre de données pour la période 2012 à 2024, comme présentée à la Figure 7. En 2012, les centres de données ont consommé 47,5 GWh d'électricité et en 2024 cette consommation avait atteint 1 086,3 GWh, soit un taux de croissance annuelle composée (TCAC) de 29,8 %. Cette croissance rapide témoigne de l'intensification de l'usage des infrastructures numériques.



Figure 107: Évolution de la consommation de GWh des clients identifiés comme centre de données au Québec



Source : Données d'Hydro-Québec ; Analyse de PwC

4.3 Scénario de base : évolution des besoins en utilisant les données

4.3.1 Méthodologie pour estimer l'évolution des besoins pour le scénario de base

Pour modéliser le scénario basé sur les facteurs historiques de croissance des centres de données, nous avons adopté l'approche suivante :

- Nous avons utilisé comme produit proxy le code MPS518000 – Traitement de données, hébergement de données et services connexes (excluant les services en nuage de type SaaS). Ce produit reflète bien les services traditionnels associés aux centres de données.
- À partir des Tableaux Ressources-Emplois détaillés pour le Québec (2021), nous avons estimé la demande de ce produit par secteur d'activité. Cela nous a permis d'identifier la part des besoins en services de centres de données dans l'économie québécoise.
- L'évolution de cette demande a ensuite été projetée en fonction :
 - de la croissance anticipée des productions industrielles;
 - de l'évolution des demandes finales, incluant les exportations interprovinciales et internationales de services.
- Cette méthode permet ainsi de modéliser la croissance du volume de services MPS518000 requis par l'économie québécoise, en tenant compte de l'effet des prix relatifs sur la structure de la demande.

Limite importante : cette approche ne permet pas de capter les dépenses associées aux centres de données internes exploités par les entreprises, qui ne sont pas saisies dans les transactions intersectorielles du tableau ressources-emplois. En conséquence, les estimations concernant la demande d'électricité pour les services de centres de données sont sous-évaluées.

4.3.2 Résultats du scénario de base – basé sur les facteurs de croissance historique

Évolution de la demande en services de centres de données

Dans le cadre du scénario de base, nous avons estimé l'évolution de la demande en services de centres de données selon trois canaux : la demande des industries québécoises, les exportations interprovinciales et les exportations



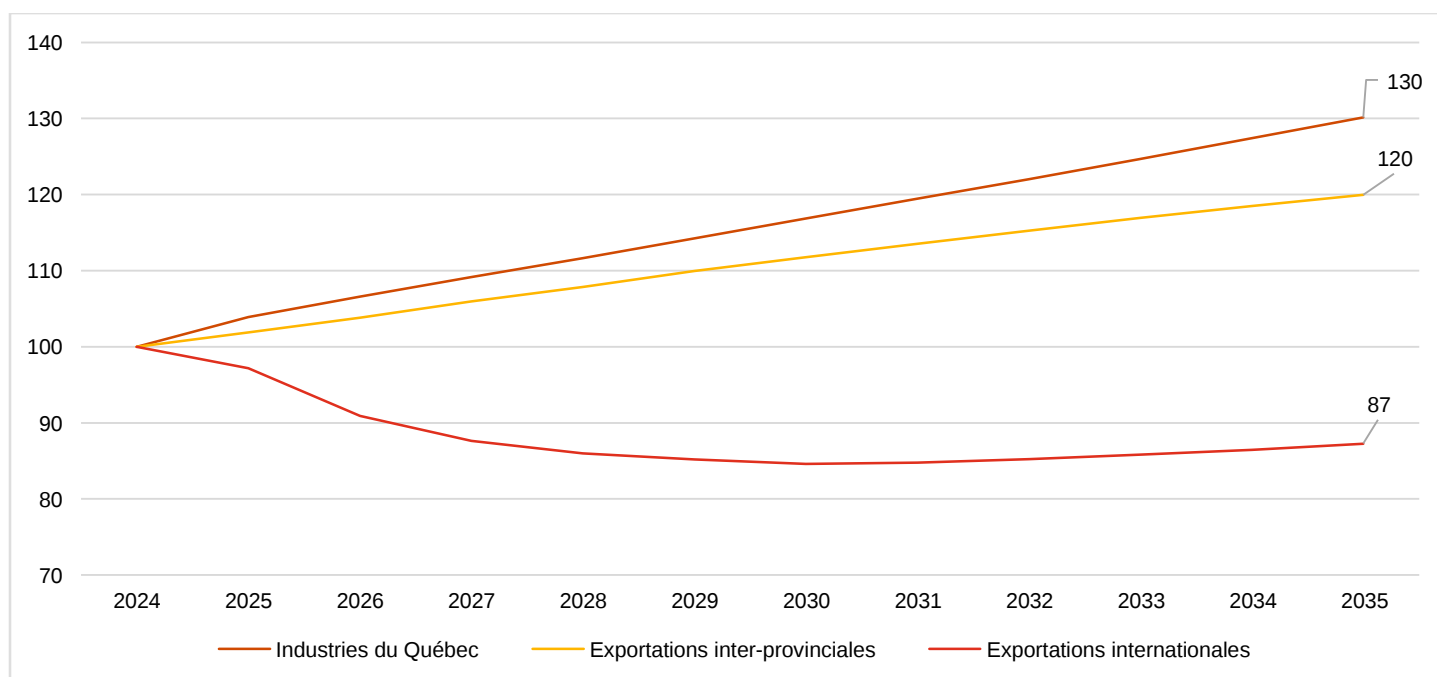
internationales. Les données utilisées proviennent des données historiques disponibles dans les Tableaux Ressources-Emplois. Les résultats sont présentés à la Figure 8 et sont exprimés sous forme d'indice (2024=100).

La lecture des résultats nous indique les éléments suivants :

- La demande intérieure en services de centres de données connaît une croissance soutenue cumulative de 30 %. Cette tendance reflète une transformation numérique progressive de l'économie québécoise, avec une adoption croissante des services d'hébergement, de traitement de données et d'infrastructures infonuagiques dans les secteurs productifs.
- Les exportations vers les autres provinces canadiennes progressent également, bien que de façon légèrement plus modérée. L'indice passe de 100 à 120, soit une croissance de 20 % sur la période. Cela traduit un positionnement stable, mais en croissance, du Québec comme fournisseur de services numériques à l'échelle interprovinciale.
- À l'inverse, les exportations internationales affichent une baisse continue, passant de 100 à environ 87,3, soit un recul de près de 13 %. Cette diminution peut s'expliquer par la dynamique post-COVID intégrée au modèle Hercule-Impact, selon laquelle l'indice des prix des services exportés augmente de manière soutenue. Ce phénomène produit deux effets conjoints :
 - o Une éventuelle réduction de la demande internationale en raison de la perte de compétitivité-prix des services québécois;
 - o Une baisse des volumes exportés pour une même valeur nominale, car les partenaires commerciaux (notamment les États-Unis) voient leur pouvoir d'achat croître moins rapidement que les prix des services québécois.

Autrement dit, le ralentissement relatif du pouvoir d'achat de nos partenaires commerciaux par rapport à l'augmentation des prix de nos services exportés contribue à limiter la progression des volumes exportés dans ce segment.

Figure 811: Évolution des besoins en service d'hébergement de données entre 2024 et 2035 au Québec, scénario de base (2024=100)



Sources : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco; Analyse de PwC.

Analyse par industrie

Le graphique ci-dessous présente, sous forme de bulles, la répartition sectorielle des dépenses en services d'hébergement de données pour l'économie québécoise. Chaque bulle représente un secteur d'activité, sa taille reflétant le volume des dépenses en hébergement de données, et sa position verticale (axe des Y) correspondant à la croissance projetée de ces dépenses sur la période couverte par le scénario de base.



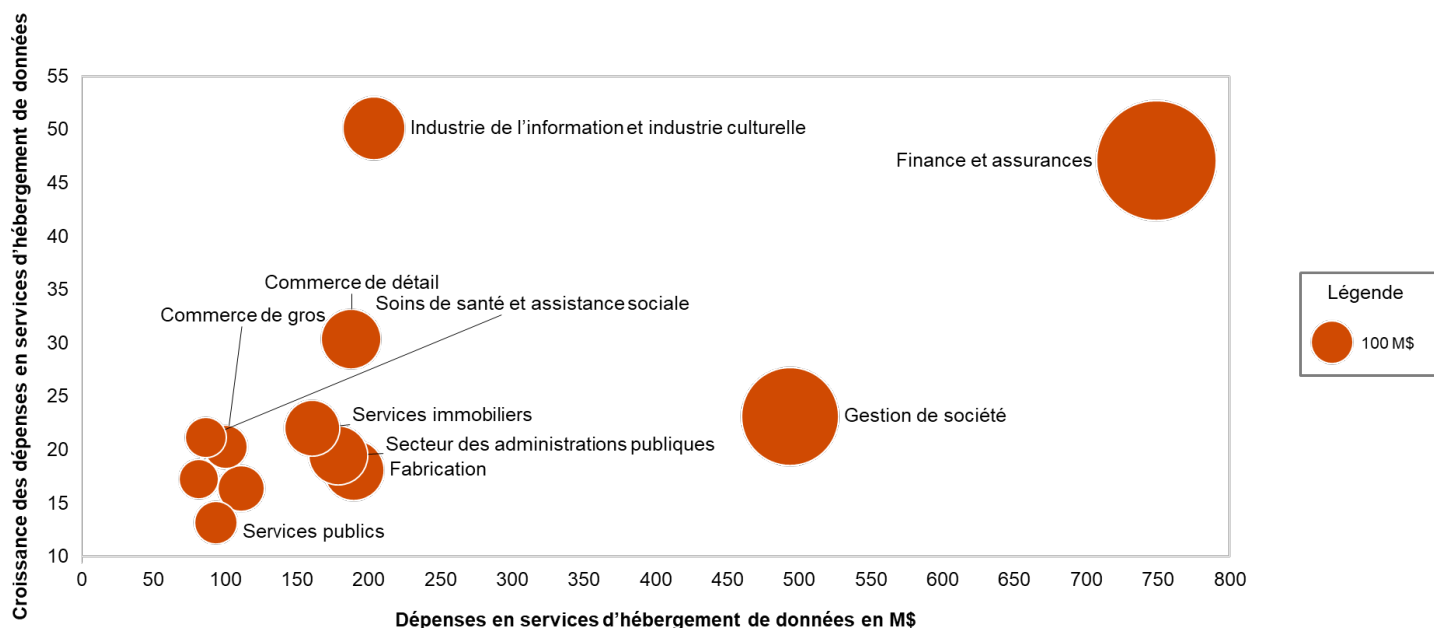
Certains secteurs se distinguent nettement par l'ampleur de leurs dépenses :

- Le secteur des finances et assurances figure parmi les plus importants consommateurs de services d'hébergement de données, en raison de ses exigences élevées en matière de sécurité, de redondance et de traitement de données en temps réel.
- Le secteur de la gestion de sociétés et d'entreprises (incluant les sièges sociaux) affiche également un volume de dépenses élevé, ce qui reflète le rôle central de l'hébergement de données dans la gestion multisite et la consolidation des fonctions administratives.

Du point de vue de la croissance des dépenses, l'industrie de l'information et des industries culturelles (+ 47 %), ainsi que le secteur financier, montrent des trajectoires plus dynamiques que la moyenne (+ 50 %).

Pour l'ensemble des autres secteurs, les dépenses sont de taille plus modeste et leur croissance projetée se situe généralement entre 13 % et 30 % sur l'horizon de projection.

Figure9 12: Évolution des besoins en service d'hébergement de données entre 2024 et 2035 par industrie, scénario de base



Source : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco ; Analyse de PwC

4.3 Scénario de croissance – Croissance liée à des facteurs émergents

4.3.1 Méthodologie du scénario de croissance liée à des facteurs émergents

Dans ce second scénario, nous avons modélisé une trajectoire de croissance plus soutenue de la demande en centres de données, attribuable à l'adoption accélérée de technologies émergentes à forte intensité énergétique, telles que l'intelligence artificielle, le traitement d'images, les jumeaux numériques, ou encore les applications d'analytique avancée et de calcul intensif.

Cette trajectoire s'ajoute aux besoins déjà modélisés dans le scénario de base, fondé sur les tendances historiques d'utilisation des services d'hébergement de données (stockage, infonuagique, infrastructure TI, etc.). Les entreprises continueront d'avoir ces besoins de base, même en adoptant des technologies plus avancées. Ainsi, la croissance projetée dans ce scénario ne remplace pas la demande existante, mais reflète un changement dans la structure de production des entreprises, où une part croissante des intrants repose sur les infrastructures numériques.

À partir des consultations d'experts et de la revue de la littérature spécialisée, nous avons estimé que ce changement structurel pourrait se traduire par une augmentation annuelle moyenne de 18 % des dépenses en services de centres de données de 2024 à 2030, pour une même quantité d'outputs économiques. En d'autres termes, les entreprises dépenseraient davantage en ressources numériques (notamment en hébergement, calcul intensif ou infonuagique



spécialisée) pour produire un niveau équivalent de biens ou services, en raison de l'intégration croissante de solutions basées sur l'intelligence artificielle ou d'autres technologies avancées.

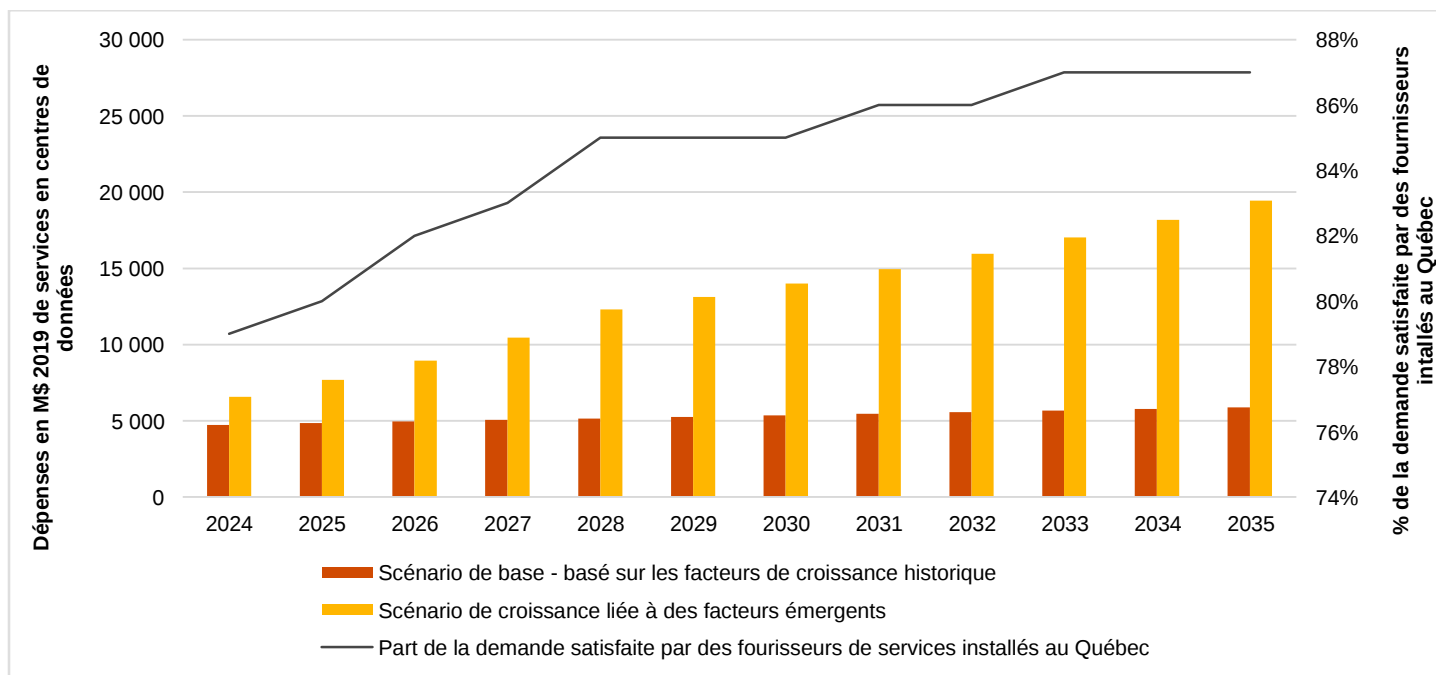
Les hypothèses retenues reposent sur une plage de croissance estimée entre 10 % et 30 % par année, telle qu'identifiée dans la littérature récente sur la transition numérique des économies avancées. Le haut de cette fourchette (30 %) correspond à des estimations globales qui incluent des économies où la numérisation est encore peu avancée, ce qui tend à tirer vers le haut les hypothèses de croissance. À l'inverse, les économies les plus numérisées présentent souvent des taux de croissance plus modérés, bien que soutenus. Considérant l'ensemble de ces éléments — la littérature, les comparables internationaux et les échanges avec des experts — nous avons retenu une hypothèse centrale d'augmentation annuelle moyenne de 18 %, qui représente un point médian réaliste dans le contexte du Québec, tout en tenant compte de l'accélération anticipée liée à l'intégration de technologies comme l'IA et l'automatisation.

Par ailleurs, il est généralement admis dans la littérature que l'adoption de technologies comme l'IA ou l'automatisation se fait en deux grandes phases : une première phase d'accélération, entre 2025 et 2030, suivie d'une phase de croissance plus modérée entre 2030 et 2035, au fur et à mesure que les technologies deviennent plus largement implantées et intégrées aux processus d'affaires. Ainsi, à partir de 2028, cette croissance se stabiliserait à environ 5 % par an jusqu'en 2035.

4.3.2 Besoins en services de centres de données selon le scénario de croissance liée à des facteurs émergents

En utilisant le modèle Hercule-Impact de Daméco, nous avons estimé l'augmentation des besoins en service d'hébergement de données au Québec sur la période de 2024 à 2035 à partir des hypothèses présentées précédemment. Le graphique suivant illustre comment ces hypothèses se traduisent en une augmentation de la demande pour des services de centres de données sur la période 2024 à 2035. En 2024, nous avons estimé que les entreprises ont dépensé environ 6,5 G\$¹⁵ en services de centres de données. Selon les hypothèses présentées dans le scénario de croissance, cette dépense pourrait s'élever à 19,4 G\$ en 2035, soit un TCAC de 10 % par année sur la période. Près de 90 % de cette demande serait comblée par de fournisseurs situés au Québec, le reste proviendrait de fournisseurs situés à l'extérieur de la province. Cette hypothèse est basée sur les estimations à partir des données historiques.

Figure 1013: Besoins totaux de services en centres de données projetés au Québec sur la période 2024-2035 (en millions de dollars de 2019) et part de la demande satisfaite par des fournisseurs de services installés au Québec



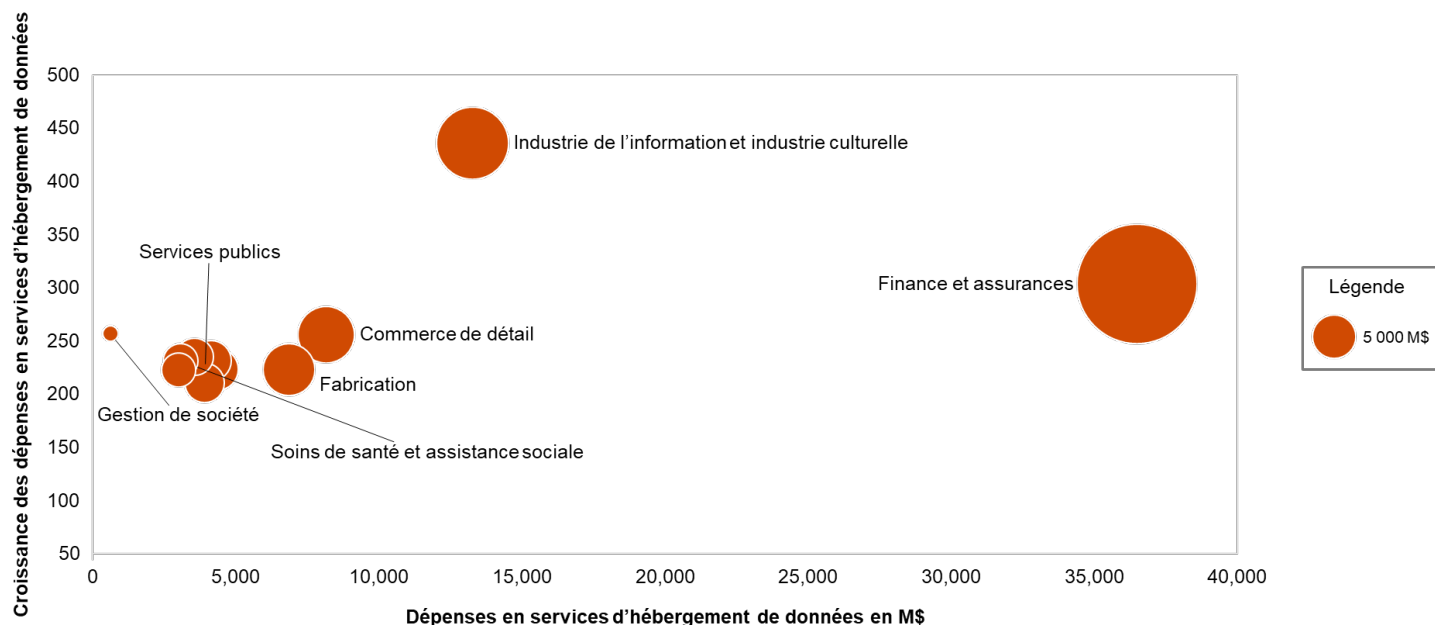
Sources : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco; Analyse de PwC.

¹⁵ En \$ de 2019.



Au niveau des industries, les trois industries voyant leur besoin en centre de données le plus augmenté sont l'industrie de l'information et l'industrie culturelle (+ 436 %), ainsi que la finance et les assurances (+ 304 %). C'est aussi cette dernière industrie qui dépense le plus en services d'hébergement de données avec environ 36,5 milliards de dollars sur la période 2024 à 2035.

Figure 1114: Évolution des besoins en service d'hébergement de données entre 2024 et 2035 par industrie, scénario PwC



Source : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco ; Analyse de PwC

4.4 Évolution des besoins en énergies par les centres de données du Québec

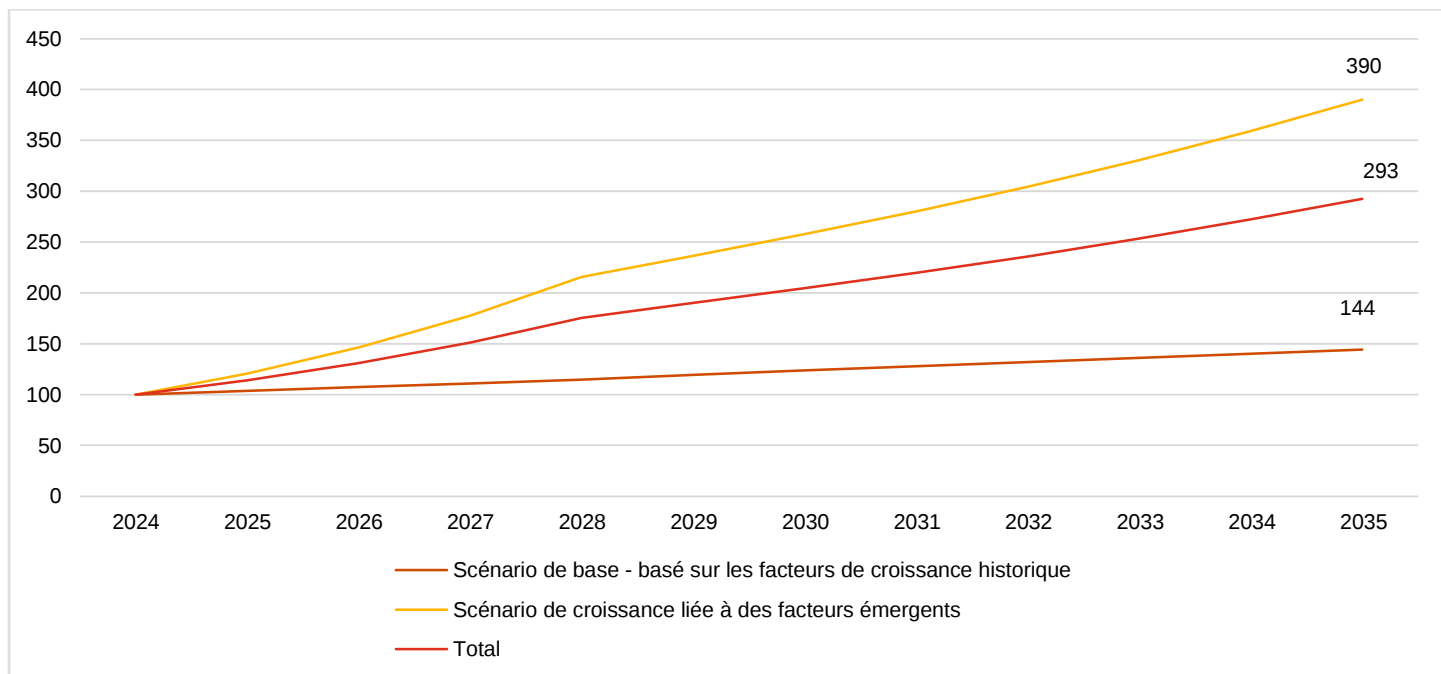
Le tableau ci-dessous présente l'évolution projetée des besoins énergétiques des centres de données au Québec. Dans le scénario de base, les besoins énergétiques des centres de données augmentent de 44 % entre 2024 et 2034. Cette croissance est relativement linéaire et reflète l'évolution naturelle des activités numériques dans les entreprises (stockage de données, hébergement, infonuagique traditionnel, etc.), sans transformation technologique majeure dans les usages.

Lorsque les facteurs émergents sont pris en compte (p. ex. : IA générative, calcul intensif, jumeaux numériques), la croissance est nettement plus marquée, avec un indice qui passe de 100 à 390,2 sur la période, soit une augmentation de 290 %. Cela reflète l'effet d'un changement structurel dans les méthodes de production et les besoins technologiques des organisations, qui nécessitent des volumes de calcul et d'hébergement beaucoup plus élevés.

En combinant les deux scénarios, c'est-à-dire la croissance historique avec l'adoption accélérée de technologies émergentes à forte intensité énergétique, la demande totale en énergie des centres de données au Québec passe de l'indice 100 à 292,7 en 2035, soit une multiplication par près de trois des besoins énergétiques en dix ans. Cette progression reflète une transition vers une économie plus intensivement numérique, où les centres de données deviennent des infrastructures critiques.



Figure 1215: Évolution des besoins en énergie par les centres de données du Québec, en GWh (2024=100)



Sources : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco; Analyse de PwC.

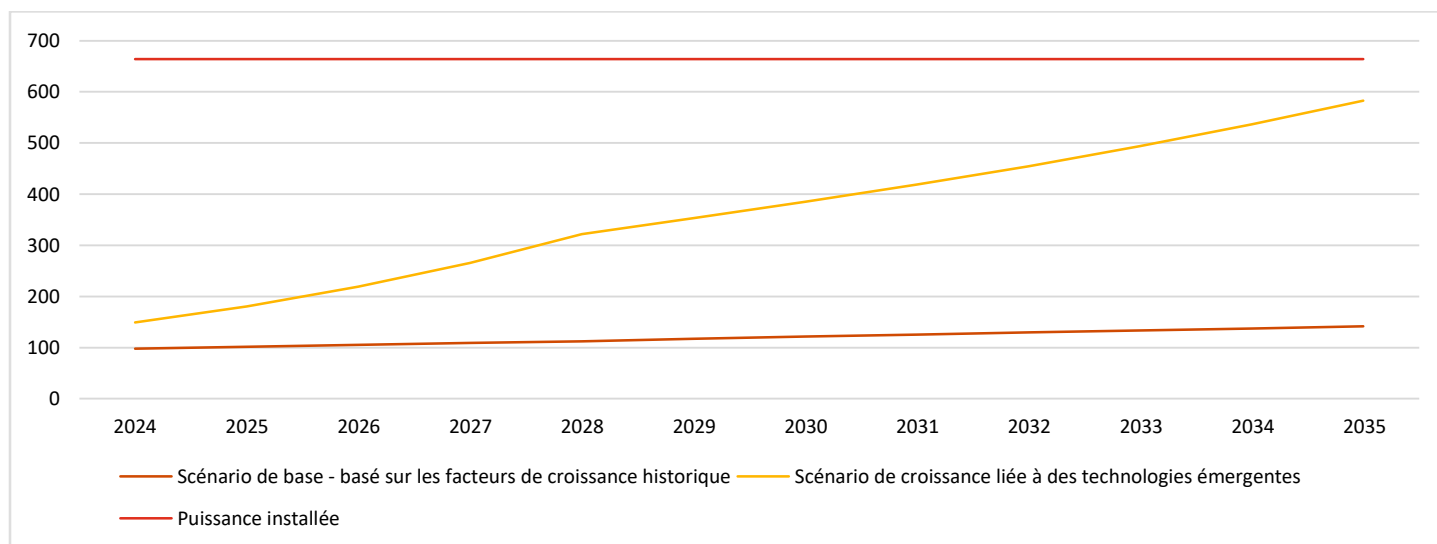
L'analyse de la puissance maximale appelée – soit la capacité électrique nécessaire à un moment de pointe – permet de mieux cerner les implications de la croissance projetée du secteur des centres de données sur le système énergétique québécois. À partir des données fournies par le client, une relation économétrique a été établie entre la consommation annuelle d'électricité (en GWh) et la pointe annuelle (en MW), nous permettant ainsi d'estimer l'évolution de la puissance requise jusqu'en 2035 selon deux scénarios de croissance.

Dans le scénario de base, la puissance maximale appelée augmenterait de façon modérée et passerait de 98 MW en 2024 à 142 MW en 2035, ce qui représente une hausse de l'ordre de 45 % sur une période de 11 ans. Dans le scénario intégrant des facteurs émergents – tels que le recours accru à l'intelligence artificielle, au traitement d'images ou à d'autres applications à forte intensité de calcul – la croissance des besoins en puissance serait beaucoup plus marquée. La pointe annuelle passerait de 149 MW en 2024 à près de 583 MW en 2035, soit une multiplication par près de 4 en un peu plus d'une décennie.

À titre de référence, la puissance installée actuellement attribuée aux centres de données par le distributeur est de 664,5 MW. Dans le scénario de base, les besoins projetés demeurent largement inférieurs à cette limite. En revanche, dans le scénario émergent, la pointe projetée pour 2035 atteindrait près de 90 % de la capacité disponible, ce qui réduirait considérablement la marge de manœuvre pour accueillir de nouvelles demandes.



Figure 1613: Puissance maximale nécessaire par année



Sources : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco; Analyse de PwC.

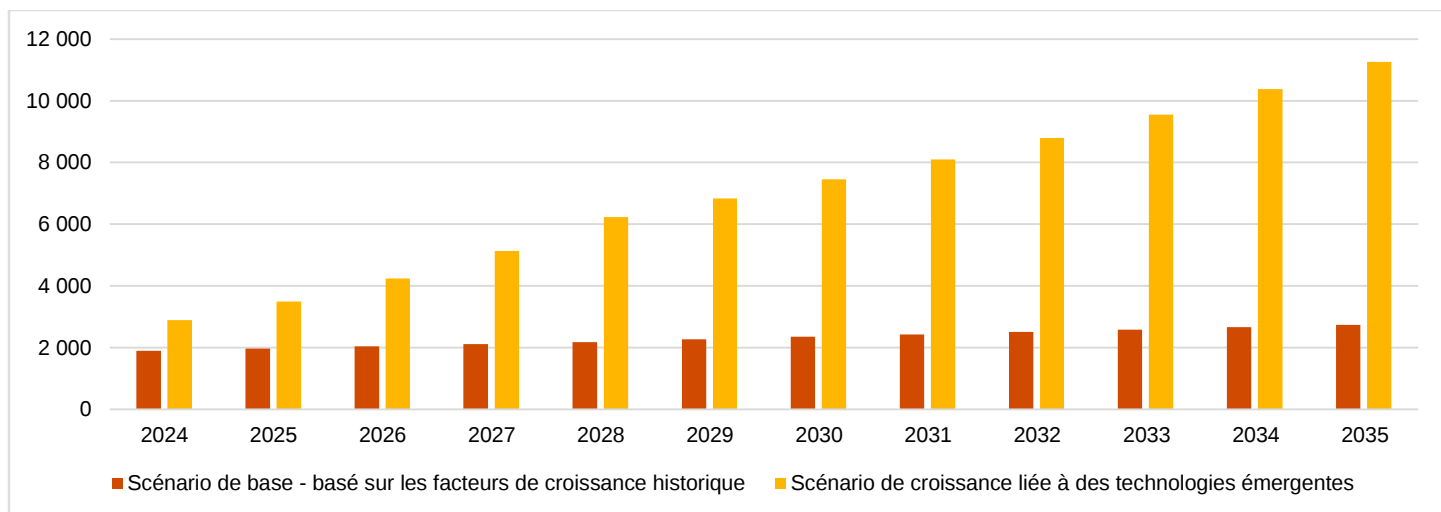
Il est important de noter que l'écosystème québécois est principalement constitué de centres de données en colocation ayant des contrats avec des clients à moyen et long terme. Par conséquent, ces centres ne pourront pas répondre à la demande croissante pour les technologies émergentes. Lors de nos entrevues, il nous a été mentionné que peu de centres de données présents au Québec disposaient des puces nécessaires au besoin des technologies émergentes.

4.5 Évaluation de l'activité économique réelle nécessaire à la production des services de centres de données du Québec

Les productions de services de centres de données au Québec sont réparties dans plusieurs industries. Ceci implique qu'il est difficile d'évaluer précisément le PIB réel généré directement par la production de tels services. En effet, certaines industries produisent de tels services, mais cette production en est une parmi tant d'autres. Par conséquent, nous estimons le PIB réel généré directement par la seule production de ces besoins via la structure d'une industrie, dont ce type de services est la principale production, l'industrie Traitement de données, hébergement de données et services connexes. Le graphique suivant présente les PIB réels générés directement par la production des services demandés au Québec.

- Pour le scénario de base, le PIB réel généré directement par la production des centres de données pourrait passer de 1,9 G\$ en 2024 à 2,7 G\$ en 2035, soit un TCAC de 3,25 %.
- Pour le scénario de croissance liée à des technologies émergentes, le PIB réel pourrait passer de 2,8 G\$ à 11,3 G\$, soit un TCAC de 13,2 %.

Figure 1714: Projection du PIB réel direct généré par l'activité des centres de données du Québec (en millions de \$ de 2017)



Sources : Résultats de la simulation Hercule Impacts de Daméco; Analyse de PwC.

Conclusion

Les résultats de la Phase 2 de cette étude confirment que les besoins en services de centres de données au Québec sont appelés à croître de manière significative au cours de la prochaine décennie. Cette tendance est portée à la fois par la progression des usages numériques traditionnels dans l'ensemble des secteurs économiques et par l'émergence de nouveaux usages intensifs liés à l'adoption de technologies avancées telles que l'intelligence artificielle, les jumeaux numériques et l'automatisation.

Dans le scénario de croissance lié à des technologies émergentes, la demande totale en services de centres de données pourrait atteindre près de 19,4 G\$ en 2035, soit un triplement par rapport à 2024. Cette croissance s'accompagne d'une hausse marquée des besoins en énergie, mais sans nécessairement dépasser la capacité déjà attribuée aux centres de données par Hydro-Québec, qui s'élève à 664,5 MW. La puissance maximale requise atteindrait environ 583 MW en 2035, ce qui laisse une marge de manœuvre, bien que limitée.

Sur le plan économique, le développement accéléré du secteur pourrait générer des retombées significatives. Le PIB réel directement associé aux activités de centres de données passerait de 2,8 G\$ en 2024 à 11,3 G\$ en 2035, selon le scénario de croissance émergente. Ces résultats illustrent le potentiel de ce secteur à devenir un levier stratégique de modernisation économique, à condition d'être bien encadré sur les plans énergétique et industriel.

En somme, la trajectoire projetée invite à une planification proactive. Les centres de données deviendront des infrastructures de plus en plus critiques pour la transformation numérique du Québec. La croissance anticipée, bien que soutenue, demeure maîtrisable à condition d'effectuer des choix stratégiques éclairés quant aux modèles d'affaires, aux usages à prioriser et à l'allocation des ressources énergétiques.



Annexes





Annexe 1 : Liste des personnes rencontrées lors des entrevues

Lors de l'analyse de la criticité des besoins, nous avons réalisé des entrevues avec les personnes suivantes :

Nom	Prénom	Occupation



Annexe 2 : Consommation d'énergie pour les applications identifiées

Tableau 2 : Applications des centres de données reliées à la consommation d'énergie

Applications	Évolution de la consommation d'énergie	Besoin d'avoir des centres données au Québec
Blockchain	Technologie incorporée dans la gestion des données des centres. Les protocoles utilisés par le « blockchain » nécessitent des calculs intensifs pour valider des transactions. Toutefois, dépendamment du protocole mis en place, la consommation d'énergie peut varier.	La latence est importante dans le cas de certaines industries qui ont besoin de transactions en temps réel tel que la finance. Avoir des centres de données au plus proche des entreprises est nécessaire pour le bon fonctionnement du « blockchain ».
Jumeau numérique	Les jumeaux numériques, répliques virtuelles de systèmes physiques, améliorent l'efficacité énergétique dans divers secteurs. Ils permettent une surveillance en temps réel, une maintenance prédictive et une optimisation des opérations, réduisant ainsi la consommation d'énergie. Leur développement permettrait de réduire la consommation d'énergie dans certains secteurs.	Le développement de jumeaux numériques dans les centres de données au Québec permettrait de rendre ces derniers plus efficaces et d'avoir un impact positif sur la consommation générale de l'énergie.
Cloud gaming	Avec la numérisation des jeux vidéo, le « cloud gaming » s'accélère avec une demande plus accrue d'énergie pour le stockage des catalogues.	Cette application est reliée aux utilisateurs et non aux industries. Les centres de données stockant les jeux vidéo peuvent se trouver en dehors du Québec et l'utilisation du cloud peut être favorisée.
Streaming	Le streaming a connu une augmentation forte lors de la COVID-19. Avec l'augmentation du contenu disponible en ligne, le stockage de données relié à cette application va continuer à augmenter. De plus, le déploiement de la 5G favorise l'accès auprès des consommateurs au streaming augmentant la demande.	La latence est aussi un enjeu pour le consommateur dans cette application. Toutefois, les centres de données peuvent se trouver en dehors du Québec pour cette application et être utilisés par le cloud. La différence de latence n'est pas critique.
Réalité virtuelle	Les entreprises utilisent la réalité virtuelle (VR) pour la formation immersive, améliorer l'expérience client avec des salles d'expositions virtuelles, faciliter la collaboration à distance, aider aux traitements de santé, offrir des visites virtuelles de biens immobiliers, créer des campagnes marketing engageantes et révolutionner le jeu avec des expériences interactives entraînant un besoin de stockage de données important.	Les centres de données locaux sont nécessaires pour la réalité virtuelle du fait que cette application demande une bande passante importante ainsi une latence très faible. L'expérience est basée sur la latence.



Applications	Évolution de la consommation d'énergie	Besoin d'avoir des centres données au Québec
Apprentissage machine	L'apprentissage machine est de plus en plus utilisé par les industries pour structurer et analyser les données. La demande en centres de données augmentera avec.	L'analyse de données peut se faire dans des centres de données ne se trouvant pas forcément au Québec.
Intelligence artificielle	Avec le développement de l'IA, le besoin en centres de données va croître pour cette application.	Il est nécessaire de séparer les modèles d'IA d'entraînement et d'inférence. Des centres de données locaux pour l'entraînement permettent de stimuler l'innovation locale. En ce qui concerne l'inférence, ces derniers se trouvent parfois en dehors du Québec.
Internet des objets	Avec le développement des applications reliées à l'internet des objets, la croissance des besoins en centres de données sera importante pour cette application.	L'application de l'internet des objets est dépendante de la latence. De ce fait, il est important que les centres de données gérant ces dernières soient proches de leur lieu d'utilisation.

Sources : 15 Digital Twin Applications, AIMultiple Research; Consommation énergétique des technologies blockchain, EcoInfo; How data centers are supporting next-gen virtual reality experiences, Datacenters.com; L'intérêt de créer un jumeau numérique des data centers : optimisation et sécurité, S3D Engineering; Pourquoi les entreprises choisissent les data centers de proximité? La revue technique; The 2025 Data Center Blueprint : Reducing energy consumption through virtual twins, Dataversity; The future of data streaming – five key predictions for 2025, Diginomica; The rise of cloud gaming in Canada: What it means for the Future of Play, Lncconf; Virtual Reality presents new data storage challenges, DataCenter Knowledge; Virtual Reality: The Driving Force of Innovation, DataCenter Knowledge; Analyses de PwC.



Annexe 3 : Constats de nos entrevues

Au cours de cette étude, nous avons réalisé 16 entrevues afin d'obtenir l'opinion des différents acteurs de l'écosystème des centres de données. Ces entrevues nous ont permis d'évaluer le besoin en infrastructures locales de centres de données pour l'économie québécoise. Le tableau suivant résume les principaux constats :

Tableau 3 : Constats de nos entrevues

Facteurs	Constats	Nécessité pour le développement économique
Cybersécurité, souveraineté des données et considérations réglementaires	- La réglementation demande que les données soient stockées dans un milieu respectant les normes canadiennes. Quelques industries critiques doivent stocker leurs données au Canada (p. ex. : en santé et en défense). - Les préoccupations en matière de sécurité existent, la nécessité d'héberger des données localement a diminué, car les réglementations permettent de stocker des données dans d'autres juridictions si les mesures de sécurité sont adéquates. - La souveraineté des données est perçue comme un enjeu, contribuant à la volonté de développer des centres de données qui assurent non seulement la protection des données sensibles, mais aussi le développement d'applications innovantes dans des secteurs critiques. - Les entreprises possèdent toujours des centres de données internes pour certaines données.	D'après ce critère, les centres de données ne sont pas nécessaires. La réglementation actuelle, y compris la Loi 25 sur la vie privée, permet aux entreprises de stocker des données à l'extérieur du Québec dans certaines conditions, et cela ne constitue pas nécessairement une obligation. Cependant, pour certaines industries, la souveraineté des données et la sécurité des informations sont des préoccupations majeures. Les entreprises, en particulier dans des secteurs critiques, préfèrent souvent héberger leurs données localement pour réduire les risques liés à la sécurité et respecter les normes de protection.
Latence	- La latence est un enjeu crucial pour certaines applications critiques et industries spécifiques ainsi que pour des applications précises des clients, tel que la reprise après sinistres ou les infrastructures miroir. - Les calculs intensifs en lien avec des données sensibles (liées à la défense ou à la santé, données gouvernementales) devraient être traités localement pour minimiser la latence et maintenir la souveraineté.	Pour des raisons de latence, les centres de données au Québec peuvent être considérés comme nécessaires, notamment pour certaines industries comme la finance et l'aérospatiale, où la proximité des centres de données est cruciale pour l'efficacité de leurs applications. La latence peut avoir un impact significatif sur les performances des services, et des centres de données locaux permettraient de répondre plus rapidement aux besoins de traitement des données. Cependant, la question de l'hébergement local est plus liée à d'autres facteurs, comme le soutien des chaînes d'approvisionnement locales, qu'à des enjeux strictement de latence.
Résilience opérationnelle	Disposer de capacités locales est crucial dans le cas de reprise après sinistre. Ces dernières permettent aux organisations de ne pas être dépendantes de fournisseurs externes.	Ces installations pourraient être partout au Canada et pas seulement au Québec.



Facteurs	Constats	Nécessité pour le développement économique
Innovation	- Les centres de données sont considérés comme cruciaux pour le développement de l'IA et d'autres technologies avancées. Ils permettent de fournir l'infrastructure nécessaire pour la formation des experts locaux et pour le soutien aux PME québécoises. - Ils jouent un rôle dans la création d'une masse critique de talents dans le domaine des technologies de l'information, ce qui est essentiel pour stimuler l'innovation locale.	Les centres sont essentiels pour le développement de l'IA et d'autres technologies avancées, en offrant l'infrastructure nécessaire pour répondre aux besoins croissants de capacité de traitement des données. Ils attirent des investissements, favorisent la création de talents locaux. En conséquence, les centres de données peuvent jouer un rôle clé dans la croissance économique et technologique de la province.
Compétitivité économique	- La préférence pour des fournisseurs locaux est liée à des préoccupations concernant la sécurité et la conformité des données, renforçant ainsi l'importance des centres de données pour la compétitivité dans des secteurs sensibles. - Les centres de données sont essentiels pour le développement local de technologies avancées, permettant de former des talents et de soutenir les PME. Cela favorise l'innovation technologique et la compétitivité économique. - Les centres de données jouent un rôle stratégique dans l'attraction d'investissements, particulièrement dans des secteurs comme l'IA, les jeux vidéo et la finance. Les acteurs de ces industries considèrent la capacité de stockage lorsqu'ils prennent la décision d'investir. - Un calcul coût-bénéfice est réalisé en ce qui concerne les centres de données internes et les services externes, car ces derniers peuvent être dispendieux.	En ce qui concerne la compétitivité économique, il serait nécessaire d'avoir des centres de données au Québec. Ils permettraient d'améliorer la productivité et l'efficacité des chaînes d'approvisionnement en offrant des ressources locales pour le traitement des données. Bien que l'hébergement de données local ne soit pas une obligation légale dans tous les cas, la création de centres de données locaux est considérée comme un levier essentiel pour renforcer la position compétitive du Québec sur le marché technologique.
Accès à des fournisseurs de services	- Les entreprises, notamment celles exerçant leurs activités dans des secteurs sensibles, préfèrent travailler avec des fournisseurs locaux pour garantir la souveraineté des données et mieux protéger les informations sensibles. Cela contribue également à réduire la dépendance aux multinationales étrangères. - Des entités gouvernementales choisissent de faire appel à des services gérés plutôt que de gérer leur propre infrastructure, soulignant un besoin de soutien opérationnel et de conformité.	Afin de développer les talents locaux et d'obtenir un service situé au Québec, il serait fortement recommandé d'avoir des centres de données dans la province.

Sources : Entrevues réalisées au cours du projet; Analyses de PwC.



Annexe 4 : Explication du modèle Hercule-Impact + Énergie de Daméco

Pour estimer le besoin en électricité des services de centre de données au Québec, nous avons collaboré avec la firme Daméco qui a développé un modèle nommé Hercule-Impact qui est un modèle macroéconométrique simulant l'économie du Québec. Les comportements des différents acteurs de l'économie (Ménages, gouvernement, entreprises) sont entièrement estimés sur les séries statistiques historiques du Québec. Le modèle est dynamique et projette annuellement des trajectoires d'évolution de l'économie. Pour ce faire, ces projections annuelles reposent :

- sur des variables endogènes dont les valeurs sont déterminées par les décisions et conditions économiques de la période précédente,
- sur des variables exogènes, dont les valeurs sont prédéterminées sur l'horizon temporel projeté.

Les variables exogènes actuellement utilisées par le modèle sont les suivantes :

- prévisions du PIB des États-Unis, de l'Ontario et de l'Alberta (Conference Board);
- des taux d'intérêt à court et à moyen terme ainsi que du taux d'intérêt hypothécaire (Conference Board);
- du taux de change entre le dollar canadien et le dollar américain (Conference Board);
- du prix du pétrole et des importations (Conference Board);
- des taux de taxes sur les produits et sur les facteurs (municipaux, provinciaux et fédéraux) et des taux de cotisation (prolongement des derniers taux observés au Québec)
- des dépenses des administrations publiques en dollars courants (projection sur la base historique),
- la population du Québec (projections démographiques de l'ISQ).

Scénario

- Contexte « Macroéconomique ».

Taux intérêt, change US-CA, prix pétrole, PIB des partenaires...

- Contexte « Transition énergétique ».

Réalisation des objectifs définis dans le PEV.

- Contexte « Hydro-Québec ».

Réalisation du plan Hydro-Québec 2035 : construction et capacité.

- Paramètres « Criticités ».
- Paramètres « Besoins en services de centre de données ».
- Paramètres « Bloc électricité accordé ».

Ainsi, l'évolution de l'activité des différentes industries, par exemple, vont dépendre des conditions économiques préexistantes les périodes précédentes et des valeurs projetées des variables exogènes. Dans le cadre de la présente étude, le modèle utilise le module énergie afin de prendre en compte la demande d'énergie provenant de services de centres de données.

Afin d'utiliser ce modèle, nous avons défini en collaboration avec Daméco des scénarios pouvant être utilisés dans le modèle et plus particulièrement les informations sur la criticité, les besoins en services d'hébergement de données ainsi que la contrainte énergétique. Les scénarios suivent la configuration ci-contre :



Annexe 5 : Évolution de l'utilisation de services d'hébergement de données au Québec

Tableau 4 : Évolution de l'utilisation de services d'hébergement de données par les industries du Québec entre 2015 et 2021 pour 1 million de dollars de chiffre d'affaires (indice 100 en 2015)

Industrie	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	100,00	78,76	65,70	60,20	70,93	85,43	61,21
Extraction minière, exploitation en carrière, et extraction de pétrole et de gaz	100,00	106,96	110,11	91,71	102,57	110,44	117,84
Services publics	100,00	82,92	66,02	65,24	69,18	80,81	106,24
Construction	100,00	98,56	108,98	106,22	116,75	122,11	147,74
Fabrication	100,00	87,81	82,80	89,34	103,39	105,22	156,91
Commerce de gros	100,00	94,52	95,85	91,36	100,43	107,97	129,79
Commerce de détail	100,00	96,10	96,08	91,58	100,77	106,55	130,52
Transport et entreposage	100,00	100,86	101,10	98,49	109,81	127,72	140,87
Industrie de l'information et industrie culturelle	100,00	93,67	108,59	85,76	112,82	126,42	113,84
Finance et assurances	100,00	92,56	91,90	84,86	94,55	116,13	118,68
Services immobiliers	100,00	97,58	102,14	95,32	108,23	122,28	119,50
Gestion de société	100,00	96,70	103,69	107,58	114,37	160,07	186,15
Services professionnels, scientifiques et techniques	100,00	103,87	111,21	108,56	115,14	120,85	124,60
Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	100,00	105,02	113,90	109,32	121,05	127,14	135,37
Services d'enseignement	100,00	98,72	102,63	94,60	95,81	106,51	122,24
Soins de santé et assistance sociale	100,00	96,43	98,34	89,70	85,47	100,33	152,13
Arts, spectacles et loisirs	100,00	92,07	95,12	91,29	93,74	119,14	108,17
Hébergement et services de restauration	100,00	97,78	101,10	103,91	114,21	130,65	136,07
Autres services (sauf les administrations publiques)	100,00	105,86	116,31	118,10	139,56	172,37	202,34
Secteur des administrations publiques	100,00	99,52	99,43	89,19	90,91	98,73	101,52

Sources : Tableaux Ressources-Emplois, Statistique Canada; Analyses Daméco et PwC.



Annexe 6 : Dépenses des industries québécoises en services d'hébergement de données

Le tableau suivant présente les dépenses en services d'hébergement de données pour les industries au niveau des codes à 4 chiffres de la classification nord-américaine.

Tableau 5 : Dépenses des industries québécoises en services d'hébergement de données en 2021

Industrie	Dépenses comme intrants en services d'hébergement de données, en millier de \$ en 2021	Pourcentage
Conception de systèmes informatiques et services connexes	289 149	11 %
Sociétés d'assurance	285 333	11 %
Coopératives de crédit et caisses populaires locales	237 717	9 %
Intermédiation financière non faite par le biais de dépôts	103 154	4 %
Autres services des administrations publiques municipales	94 447	4 %
Production, transport et distribution d'électricité	83 356	3 %
Activités bancaires et autres activités d'intermédiation financière par le biais de dépôts	75 214	3 %
Autres services des administrations publiques provinciales et territoriales	72 447	3 %
Télécommunications	62 935	2 %
Hôpitaux	55 609	2 %
Autres industries	134 5578	50 %
Demande du Québec	2 704 939	57 %
Demande internationale (exportation)	262 478	6 %
Demande interprovinciale (exportation)	1 723 484	37 %
Demande totale	4 690 901	

Sources : Tableaux Ressources-Emplois, Statistique Canada; Analyse de PwC.



Annexe 7 : Méthodologie de la modélisation

Dans le cadre de ce projet, deux modélisations ont été effectuées afin de projeter l'activité des centres de données du Québec. Pour quantifier les besoins en centres de données, nous avons utilisé le produit « MPS518000 Traitement de données, hébergement de données et services connexes (sauf le logiciel en tant que service, en nuage) » dans les tableaux des ressources-emplois du Québec.

Ces tableaux retracent la production intérieure des biens et services par industrie, ainsi que les importations, jusqu'à leur utilisation finale (consommation, investissement, exportation). Ils fournissent des mesures de la valeur ajoutée par industrie et servent de base au calcul du produit intérieur brut (PIB).

À l'aide de ces tableaux, Hercule-Impacts fait (1) le lien entre les différentes demandes du Québec (les différentes consommations des ménages, des gouvernements, les investissements, les exportations...) et (2) les activités industrielles du Québec et les activités hors-Québec (importations nécessaires pour les satisfaire).

Parmi les informations disponibles dans les Tableaux des Ressources et des Emplois et d'intérêt pour le présent exercice est l'information sur l'utilisation (en dollars) des services MPS518000 Traitement de données, hébergement de données et services connexes (sauf le logiciel en tant que service, en nuage) par les différentes industries québécoises d'une part et par les demandes finales (exportations uniquement) d'autres part. À partir de cette information, nous construisons un coefficient technologique dans Hercule-Impacts, ce coefficient représente la quantité utilisée de MPS518000 par chaque industrie et pour une production donnée de 1M\$.

Par la suite, nous avons avancé l'hypothèse que deux éléments vont influencer l'évolution des besoins totaux en MPS518000 au Québec :

1. **La technologie** : ceci correspond à la quantité utilisée de MPS518000 pour un million de dollars de production par les industries et à la quantité de MPS518000 exportée (vers les autres provinces d'une part et vers l'international d'autre part) pour un million de dollars d'exportations.
2. **L'activité économique** : cette activité est endogène (projetée par le modèle Hercule-Impacts) et va, pour une technologie donnée, influencer l'évolution des besoins totaux. Cette activité économique va dépendre notamment du choix de scénarisation de la technologie.

Ce rapport inclut deux scénarios qui sont à l'origine des deux contextes d'analyse :

- **Scénario de base – Croissance fondée sur des facteurs historiques** : la technologie des industries du Québec et des exportations (1) sur la période 2022-2035 correspond à celle observée en 2021 dans les Tableaux des ressources et des emplois détaillés pour le Québec. Dans ce scénario, nous ne prenons pas en compte l'évolution de la technologie au sein des entreprises afin d'avoir une base de comparaison.
- **Scénario de croissance – Croissance liée à des facteurs émergents** : la technologie des industries du Québec (1) sur la période 2022-2035 est scénarisée et s'accroît d'année en année sur la période 2022-2035. La technologie des exportations (besoins en services dans le panier des exportations interprovinciales et internationales) est inchangée et correspond à celle observée en 2021. Les augmentations annuelles, exprimées en pourcentage, des besoins des industries sont uniformes entre les industries.



**Agir avec
intégrité**



**Faire une
différence**



**Être attentive
aux autres**



**Travailler
ensemble**



**Réinventer le
possible**

Qui nous sommes

Chez PwC Canada, plus de 6 500 associés et employés dans l'ensemble du pays se consacrent à livrer des services de qualité en certification, fiscalité et conseils et transactions. PwC Canada est membre du réseau mondial PwC qui compte plus de 370 000 employés dans 149 pays. Pour en apprendre davantage, consultez notre site Web à l'adresse : www.pwc.com/ca/fr.html.

Notre mission et nos valeurs

La mission de PwC Canada est « donner confiance au public et résoudre des problèmes importants ». Notre mission guide nos décisions et nourrit nos conversations. Elle montre notre engagement à travailler pour obtenir d'excellents résultats pour nos clients, notre personnel et la société.

Pour réaliser notre mission, nous nous appuyons sur nos valeurs : agir avec intégrité, faire une différence, être attentif aux autres, travailler ensemble et réinventer le possible. Nous partageons nos valeurs qui définissent nos comportements et notre façon de travailler avec nos clients, notre communauté et nos collègues.

Nous sommes une communauté de professionnels de la résolution de problèmes, nous unissons nos forces de façon novatrice et avons gagné la confiance des clients et du monde. Pour voir les solutions que peut vous apporter la Nouvelle équation, visitez : www.pwc.com/ca/fr/the-new-equation.html.