



Étude des besoins et de la capacité actuels et futurs du Québec en matière de transport et de traitement de la donnée

**Présenté au ministère du Conseil
exécutif du Québec**

31 mars 2022



Clause de non-responsabilité

Le présent document a été préparé par KPMG s.r.l./S.E.N.C.R.L. (« KPMG ») pour le ministère du Conseil exécutif (le « client ») conformément aux conditions du contrat de mission (le « contrat de mission ») daté du 19 novembre 2021 conclu entre KPMG et 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.

Le MCE a mandaté KPMG afin de réaliser un exercice de modélisation visant à prévoir la demande future en connectivité au Québec et à évaluer la capacité du réseau à y répondre sur les horizons temporels de 2020-2025 et de 2025-2030

- L'exercice de modélisation repose sur une série d'hypothèses de travail développées à partir d'une revue de la littérature, en collaboration avec plusieurs experts et se base sur le déploiement d'un réseau fictif (l'exercice ne tient pas compte de la topologie réelle des réseaux au Québec).
- Deux scénarios de demande ont été modélisés et analysés : un scénario de base reposant sur les investissements récents des FSI et sur l'analyse des tendances relatives à la demande considérées comme raisonnables par les experts de l'industrie ; et un scénario où une percée technologique accélère la croissance du nombre d'appareils connectés ainsi que les débits nécessaires à leur bon fonctionnement. Ce scénario vise principalement à fournir une balise supérieure aux investissements requis.

L'exercice de modélisation estime des investissements requis (toutes sources confondues) de 18 G\$ à 32,2 G\$ pour accroître la capacité des réseaux et palier à la demande, qui pourrait plus que doubler sur la période 2020-2030

- Pour le scénario de base, les investissements requis sont estimés à 18,0 G\$ (1,8 G\$ par année), soit 4 534 \$ par ménage.
- Pour le scénario avec percée technologique, les investissements requis augmentent de 80% pour atteindre 32,2 G\$ (3,2 G\$ par année), soit 8 094 \$ par ménage.

Estimés des investissements requis totaux (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; par type de réseau.

Scénario	Dorsale	Réseau fixe	Réseau mobile et sans fil	EDGE Core	Total sur 10 ans	Par ménage (en \$)
Scénario de base	8 192	5 102	3 958	777	18 029	4 534
Percée technologique	12 615	7 041	11 031	1 588	32 275	8 116

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Lexique des termes importants

Termes	Définitions
Communication filaire (ou Wireline)	Technologie de transmission de données par filament physique (ADSL, VDSL, Fibre)
<i>xDSL</i>	Ensemble des procédés DSL (Digital Subscriber Loop) utilisant des câbles téléphoniques en cuivre pour transmettre des données et assurer l'accès à l'Internet
<i>Fibre</i>	Technologie de transmission de données utilisant des fils en verre ayant la propriété de conduire la lumière. Sa large bande passante permet le transfert de plus grandes quantités de données, sur des distances plus longues et à des vitesses plus rapides que les fils de cuivre
Fiber to the ... (FTTx)	Méthode de raccordement à l'infrastructure Internet visant à assurer la connexion du dernier kilomètre par liaison optique
Communication sans fil (ou Wireless)	Technologie de transmission de données par radiodiffusion via satellite ou faisceau hertzien (WiFi, WiMax, 4G et 5G). Elle peut prendre la forme de services fixes ou mobiles.
<i>5G</i>	Cinquième génération des standards pour la technologie mobile. Elle succède à la technologie actuelle du 4G (ou LTE), offrant des débits et une latence supérieurs tout en limitant le risque de saturation.
Débit	Vitesse de connexion correspondant à la quantité maximale de données pouvant être transmise au cours d'une période donnée. Il est mesuré en bits par seconde.
Fournisseurs de services Internet (FSI)	Entités en charge de la distribution de services de connectivité au consommateur (fixe et mobile)
<i>Fournisseur(s) de services Internet historique(s)</i>	Entité(s) monopolistique(s) qui fournissaient des services de connectivité avant la libéralisation du marché
<i>Autres fournisseurs de services Internet</i>	Tous les autres types d'entités qui fournissent désormais des services de connectivité
Infrastructure de base (ou backbone)	Principales routes de transmission de données permettant de relier différents réseaux de télécommunication (filaire et sans fil) et fournissant des installations de mise en réseau à divers FSI
Infrastructure intermédiaire (ou backhaul)	Partie d'un réseau de télécommunications assurant la liaison des données depuis l'infrastructure de base aux installations locales du dernier kilomètre
Infrastructure du dernier kilomètre	Dernière partie d'un réseau de télécommunications permettant d'assurer la connexion du dernier kilomètre (filaire ou sans fil) en reliant les locaux à l'infrastructure intermédiaire
Infrastructure active	Éléments électroniques du réseau de télécommunication (antennes, équipement de transmissions, câbles, etc.)
Infrastructure passive	Infrastructure civile existante nécessaire au déploiement du réseau où des composants électroniques peuvent être attachés (poteaux électriques, conduits souterrains, tours, etc.)
Internet des objets (IdO)	Infrastructure qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution

Sources : Gouvernement de la Colombie-Britannique; analyse KPMG.

Lexique des termes importants

Termes	Définitions
Point d'Échange Internet (IXP)	Infrastructure physique réunissant les différents FSI et leur permettant de s'interconnecter et d'échanger du trafic Internet entre leurs réseaux grâce à des accords de peering
Large bande (ou Broadband)	Infrastructure de réseau à haute capacité permettant d'acheminer de manière fiable et rapide plusieurs services Internet par le biais de diverses technologies
Satellite GEO	Système de satellite en orbite terrestre géostationnaire permettant d'offrir des services de large bande sur de grandes zones.
Satellite MEO	Système de satellite en orbite terrestre moyenne permettant d'améliorer la rapidité du transfert d'information et de réduire la latence des services de large bande.
Satellite OTB (ou LEO)	Système de satellite en orbite terrestre basse permettant d'améliorer la rapidité du transfert d'information en comparaison aux satellites traditionnels
Local	Logement privé ou local à usage professionnel disposant ou non d'une connexion à l'IHD
Mobile Virtual Network Operator (MVNO)	Opérateur de Réseau Mobile Virtuel ne possédant pas d'infrastructure mais exploitant celle d'autres opérateurs qui en sont propriétaires. Un forfait d'utilisation autorise le MVNO à le revendre sous sa propre marque
Opérateur(s)	Entité(es) propriétaire(s) de l'infrastructure physique (infrastructure de base, intermédiaire ou du dernier kilomètre)
<i>Opérateur historique</i>	Entité qui détient ou détenait le monopole de l'infrastructure physique (typiquement entreprise de téléphonie)
<i>Opérateurs alternatifs</i>	Nouvelle(s) entités concurrentes lorsque ouverture du marché de l'infrastructure physique
Point de présence (PoP)	Point de raccordement physique connectant deux ou plusieurs réseaux de communication et constituant le principal point d'accès des FSI. Un Point de Présence est constitué de l'ensemble des équipements de télécommunication (routeurs, commutateurs, serveurs et autres dispositifs de communication de données) permettant de raccorder à l'IHD les utilisateurs finaux via les FSI.
Régulateur	Autorité en charge du bon respect de la réglementation en vigueur en matière de télécommunication par les opérateurs de réseaux et les FSI
Vitesse de téléchargement (download)	Vitesse à laquelle le transfert de données s'opère entre Internet et l'utilisateur en matière de réception de données. Elle est mesurée en bits par seconde
Vitesse de téléversement (upload)	Vitesse à laquelle le transfert de données s'opère entre l'utilisateur et l'Internet en matière d'envoi de données. Elle est mesurée en bits par seconde
Service symétrique	Service Internet offrant un débit symétrique, pour lequel la vitesse de téléchargement et la vitesse de téléversement sont identiques
Zones blanches	Zones du territoire dépourvues d'accès à un réseau donné (radio, télévision, Internet, mobile)
Zones grises	Zones du territoire peu concurrentielles et couvertes uniquement par un FSI

Sources : Gouvernement de la Colombie-Britannique; analyse KPMG.

Table des matières

Sommaire	7
Introduction	14
Section 1. Le contexte	18
1.1 Les tendances qui influent sur l'offre et la demande en matière de transport et de traitement de données	20
1.1.1 Les tendances qui influent sur la demande	20
1.1.2 Les tendances qui influent sur l'offre	34
1.2 Les enjeux auxquels le Québec fait face dans le déploiement des réseaux de future génération	47
1.3 Les politiques gouvernementales observées à l'échelle nationale et internationale	53
Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation	60
2.1 Le survol de la méthodologie utilisée dans le cadre des travaux	60
2.1.1 L'approche globale	60
2.1.2 La modélisation de la demande	66
2.1.3 La modélisation de l'offre	74
2.2 Les résultats	81
2.2.1 La définition des variables estimées	81
2.2.2 Les résultats en matière d'écart de capacité à combler	83
2.2.3 Les résultats en matière d'investissements nécessaires	88
Annexes	95
Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande	195
Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre	121
Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative	176



Sommaire

Le contexte et les objectifs poursuivis

Le ministère du Conseil exécutif du Québec (MCE) a mandaté KPMG pour réaliser une étude des besoins et de la capacité actuels et futurs du Québec en matière de transport et de traitement de la donnée. L'analyse souhaitée devait comprendre :

- Une évaluation de la capacité actuelle et anticipée du réseau québécois à transporter et traiter les données (le côté « offre ») ;
- Une évaluation des besoins actuels et anticipés du réseau québécois à transporter et traiter les données (le côté « demande ») ;
- À partir d'une revue de la littérature, un balisage international des différentes stratégies élaborées par d'autres gouvernements afin d'assurer une capacité suffisante en matière de transport et de traitement des données.

L'exercice de modélisation visait à prévoir la demande future en connectivité au Québec et à évaluer la capacité du réseau à y répondre sur les horizons temporels de 2020-2025 et de 2025-2030 :

- Un modèle a été développé afin d'évaluer la demande actuelle et future en connectivité (côté de la « demande ») ;
- Quatre modèles différents ont été développés afin d'évaluer la capacité du réseau à y répondre, soit 1 pour chacun type de réseau (dorsale, fixe, mobile et sans-fil).

Deux scénarios de demande ont été modélisés et analysés :

- Un **scénario de base** reposant sur les investissements récents des FSI et l'analyse des tendances relatives à la demande considérées comme raisonnables par les experts de l'industrie ; et
- Un **scénario où une percée technologique** accélère la croissance du nombre d'appareils connectés ainsi que les débits nécessaires à leur bon fonctionnement (« scénario percée technologique »). Le scénario de percée technologique vise principalement à fournir une balise supérieure aux investissements requis.

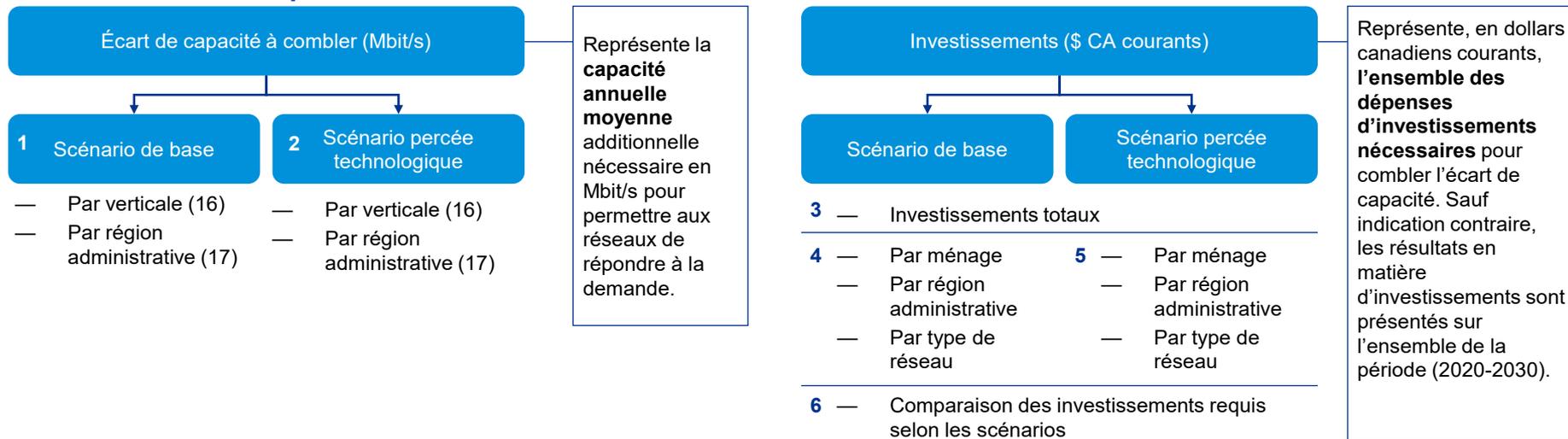
Limites de l'exercice :

- L'offre de capacité de transport de données est évaluée de façon itérative à partir des estimations de la consommation courante et de la demande future. Les résultats indiquent les investissements nécessaires pour répondre à la demande additionnelle de capacité des ménages, des entreprises et des institutions.
- La modélisation ne tient pas compte de la topologie réelle des réseaux des fournisseurs. Les spécificités des réseaux au Québec (deux réseaux fixes, câblo-, telco-) et deux réseaux sans fil (Bell/TELUS, Rogers/Vidéotron) pourraient mener à des ententes de mutualisation d'infrastructures qui ne sont pas considérées. Le maintien de deux réseaux indépendants n'étant pas pris en compte dans la modélisation, des investissements supplémentaires seraient à prévoir ;
- Les câbles coaxiaux et la fibre ont une durée de vie limitée, ce qui peut influencer sur le niveau d'investissement requis en fonction de leur durée de vie restante. L'amortissement des équipements n'est pas quantifié dans cet exercice et ajouterait aux coûts totaux ;
- Les hypothèses de modélisation s'appuient fortement sur le déploiement de fibre optique alors que les réseaux de cuivre, notamment le coaxial, permettent de lisser les investissements sur une plus longue période. À noter que malgré qu'une partie du réseau au Québec soit câblée et que certains fournisseurs de services continuent d'investir dans ces technologies, la hausse de la demande prévue dans les prochaines années suggère que la fibre complète deviendra l'option la plus viable avec le temps, à moins que d'autres technologies n'émergent.
- Le modèle utilise des paramètres contemporains pour évaluer les coûts en investissement requis d'ici 2030. En d'autres mots, fournir une capacité additionnelle donnée en 2030 coûterait le même montant qu'en 2022. Il est probable que des gains en efficacité aient lieu entretemps.

Les variables estimées

Les résultats de l'exercice de modélisation sont présentés selon les dimensions et variables qui apparaissent dans le schéma suivant

Schématisation de la présentation des résultats



Les résultats sont détaillés par verticale de croissance (16), par région administrative (17) et par type de réseau (4), permettant une analyse granulaire des besoins et de la capacité du réseau au Québec

- **Verticales** : 16 verticales de croissance de la demande ont été identifiées, 15 pour les secteurs industriels de l'économie (SCIAN) et un pour la demande provenant des ménages.
- **Régions administratives** : Le contexte géographique, économique et social de chacune des régions administratives du Québec a été pris en compte dans l'évaluation de la demande actuelle et future, et ce, par verticale.
- **Type de réseau** : Chaque type de réseau comporte des contraintes qui lui sont propres et a fait l'objet d'une analyse approfondie. La section 2.2.1 ainsi que les annexes détaillent la méthodologie et les hypothèses sur lesquelles repose l'analyse.

Source : analyse KPMG.

1 | Résultats scénario de base : écart de capacité annuel moyen par région administrative

En tenant compte de la répartition des secteurs à l'échelle de la province et des caractéristiques structurelles des régions administratives, l'écart annuel de capacité moyen à combler entre 2020 et 2030 a été estimé. Parmi les principaux constats :

- 42% de la capacité à combler viendra de la région de Montréal. Bien que la région ne représente qu'un quart de la population de la province, les secteurs industriels et institutionnels de Montréal représenteront 43% des besoins en capacité additionnelle hors ménage chaque année ;
- L'écart annuel moyen à combler requiert une croissance annualisée de la capacité de 9% pour l'ensemble de la province.

Écart de capacité annuel moyen, par verticale et par région administrative (Mbit/s)

Régions administratives	Nouvelle capacité annuelle nette nécessaire (Mbit/s)			
	Secteurs industriels et institutionnels	Ménages	Écart total	% de la capacité annuelle nécessaire au Québec
	Écart (Mbit/s)	Écart (Mbit/s)		
Bas-Saint-Laurent	68 389	475	68 864	1%
Saguenay–Lac-Saint-Jean	116 262	-637	115 625	2%
Capitale-Nationale	473 019	16 222	489 241	10%
Mauricie	99 721	3 873	103 594	2%
Estrie	136 126	9 436	145 562	3%
Montréal	2 015 533	40 337	2 055 870	42%
Outaouais	134 239	11 665	145 904	3%
Abitibi-Témiscamingue	62 580	733	63 313	1%
Côte-Nord et Nord-du-Québec	78 348	287	78 635	2%
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	28 325	557	28 883	1%
Chaudière-Appalaches	169 772	7 253	177 026	4%
Laval	196 286	13 142	209 428	4%
Lanaudière	148 810	18 025	166 835	3%
Laurentides	236 333	25 702	262 036	5%
Montérégie	667 650	49 551	717 202	15%
Centre-du-Québec	86 338	5 389	91 727	2%
Québec	4 717 730	202 012	4 919 742	100%

Source : analyse KPMG.

2 | Résultats scénario percée technologique : écart de capacité annuel moyen région administrative

La croissance des débits utilisés par les ménages et le nombre d'appareils connectés dans le secteur industriel créeraient des pressions importantes sur les réseaux de plusieurs régions administratives.

- Les besoins en capacité feraient plus que doubler dans l'ensemble des régions (+190% à +242%) ;
- L'écart annuel moyen à combler requiert une croissance annualisée de la capacité de 17,9% pour l'ensemble de la province.

Écart de capacité annuel moyen, par verticale et par région administrative (Mbit/s)

Régions administratives	Nouvelle capacité annuelle nette nécessaire (Mbit/s)			
	Secteurs industriels et institutionnels	Ménages	Écart total	% de la capacité annuelle nécessaire au Québec
	Écart (Mbit/s)	Écart (Mbit/s)		
Bas-Saint-Laurent	181 291	50 373	231 664	2%
Saguenay–Lac-Saint-Jean	309 061	70 014	379 075	3%
Capitale-Nationale	1 254 631	223 510	1 478 141	10%
Mauricie	264 058	76 586	340 644	2%
Estrie	361 564	102 447	464 012	3%
Montréal	5 346 427	606 193	5 952 620	39%
Outaouais	357 218	123 636	480 854	3%
Abitibi-Témiscamingue	166 545	38 669	205 213	1%
Côte-Nord et Nord-du-Québec	207 928	34 607	242 535	2%
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	75 408	23 325	98 733	1%
Chaudière-Appalaches	450 884	122 141	573 026	4%
Laval	520 630	137 598	658 228	4%
Lanaudière	395 716	166 568	562 285	4%
Laurentides	628 987	206 699	835 686	6%
Montérégie	1 774 288	496 664	2 270 952	15%
Centre-du-Québec	229 111	72 716	301 827	2%
Québec	12 523 746	2 551 746	15 075 492	100%

Source : analyse KPMG.

3 | Résultats : estimation des coûts totaux

Le tableau ci-dessous montre, pour les deux scénarios, les coûts d'investissement totaux pour l'ensemble du Québec sur la période 2020-2030.

- Pour le scénario de base, les investissements requis sont estimés à 18,0 G\$ (1,8 G\$ par année), soit 4 534 \$ par ménage : 8,2 G\$ dans la dorsale (45%) ; 5,1 G\$ dans le réseau filaire (28%) ; 4,0 G\$ dans le réseau sans fil (22%) ; 0,8 G\$ dans le EDGE Core (4%). Ces montants représentent les investissements nécessaires (qu'ils soient publics ou privés) à l'ajout de capacité dans le réseau pour répondre à la demande croissante des prochaines années. À noter que ces montants n'incluent pas les dépenses nécessaires au maintien de l'infrastructure.
- Pour le scénario percée technologique, les investissements requis augmentent de 80% pour atteindre 32,2 G\$ (3,2 G\$ par année), soit 8 094 \$ par ménage : 12,6 G\$ dans la dorsale (39%) ; 7,0 G\$ dans le réseau filaire (22%) ; 11,0 G\$ dans le réseau sans fil (34%) ; 1,5 G\$ dans le EDGE Core (5%).

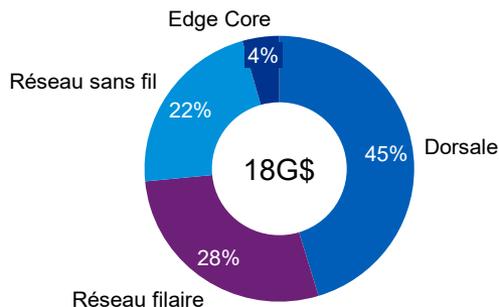
Investissements requis totaux (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; par type de réseau en \$

Scénario	Dorsale	Réseau fixe	Réseau mobile et sans fil	EDGE Core	Total sur 10 ans	Par ménage
Scénario de base (2020-2030)	8 192	5 102	3 958	777	18 029	4 534
Percée technologique (2020-2030)	12 615	7 041	11 031	1 588	32 275	8 116

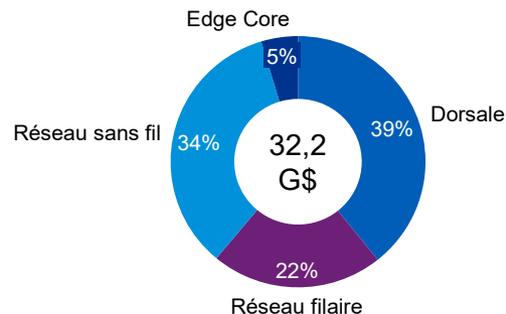
Investissements requis totaux – scénario de base (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; par type de réseau en %



Investissements requis totaux – percée technologique (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; par type de réseau en %



¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.

5 | Résultats : investissements par région administrative

Le tableau ci-dessous présente les coûts par région administrative, par type de réseau sur la période 2020-2030.

Investissements requis totaux par type de réseau (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; en \$ et en %

Régions administratives	Scénario de base	Scénario percée technologique	Diff. %
Bas-Saint-Laurent	451	553	23%
Saguenay–Lac-Saint-Jean	603	763	27%
Capitale-Nationale	1 784	3 073	72%
Mauricie	498	847	70%
Estrie	630	1 091	73%
Montréal	5 832	11 393	95%
Outaouais	695	1 191	71%
Abitibi-Témiscamingue	294	476	62%
Côte-Nord et Nord-du-Québec	314	493	57%
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	179	272	52%
Chaudière-Appalaches	889	1 180	33%
Laval	961	1 508	57%
Lanaudière	880	1 491	69%
Laurentides	1 131	2 007	77%
Montréal	2 440	5 183	112%
Centre-du-Québec	447	754	69%
Dorsale	8 192	12 615	54%
Réseau fixe	5 102	7 041	38%
Réseau mobile et sans fil	3 958	11 031	179%
EDGE Core	777	1 588	104%
TOTAL – QUÉBEC	18 029	32 275	79%

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.

- L'investissement requis obtenu dans la simulation du scénario de base est de l'ordre de grandeur de la capacité d'investissement actuelle estimée des acteurs privés. Excluant les zones rurales, ce résultat concorde avec le fait que le privé a historiquement réussi à subvenir aux besoins en capitaux pour le déploiement de nouvelles générations technologiques, comme la 3G le LTE, et DOCSIS 3.x. Toutefois, il est important de noter que la densification des réseaux propre à la 5G et le remplacement des réseaux de cuivre par de la fibre requerront un apport significatif en capital.
- Le scénario de percée technologique vise principalement à fournir une balise supérieure aux investissements requis.



Introduction

Le contexte et les objectifs de l'étude

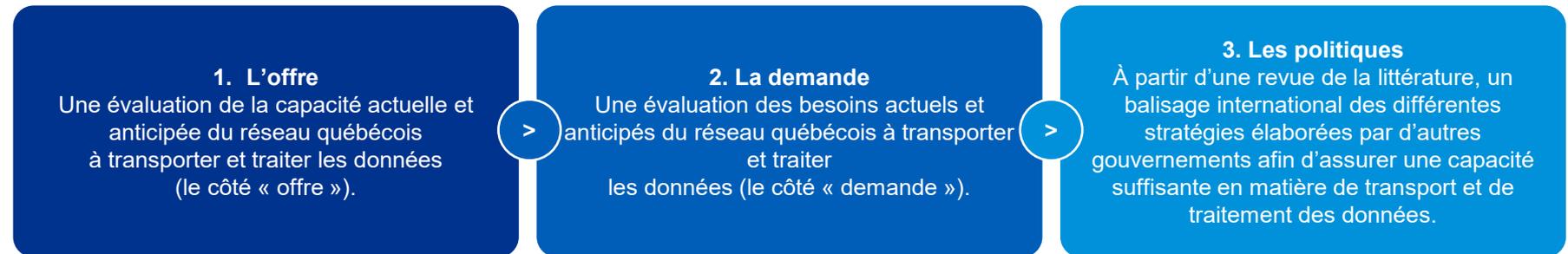
La numérisation de l'économie, qui s'est accélérée au cours de la dernière décennie, permet aujourd'hui de générer un volume de données toujours plus important.

- Entre 2015 et 2020, le volume de données générées à l'échelle planétaire a plus que quadruplé, et il devrait encore tripler d'ici 2051.
- Le déploiement du réseau 5G et les multiples applications qui en découleront (dont l'Internet des objets, IdO) seront en partie responsables de la croissance du volume des données.
- La connexion à plus grande échelle de l'IHD à travers la province augmentera également le besoin en infrastructures capables de traiter l'ensemble de ces données.
- L'importance des technologies dans tous les secteurs d'activités et les besoins accrus de connectivité pourraient représenter un défi en ce qui a trait au transport et au traitement de données.

C'est dans ce contexte que le ministère du Conseil exécutif du Québec a mandaté KPMG afin de réaliser quatre études économiques indépendantes, soit :

- Une étude sur l'impact socioéconomique des mesures gouvernementales mises en place afin de déployer l'IHD au Québec.
- Une étude comparative des mesures gouvernementales mises de l'avant à l'échelle nationale et internationale afin d'assurer la desserte en IHD aux populations.
- Une étude des besoins et de la capacité actuels et futurs du Québec en matière de transport et de traitement de la donnée.
- Une étude comparative de la tarification des services résidentiels d'IHD pour les foyers des différentes régions du Québec.

Pour bien comprendre les enjeux énumérés ci-haut, cette étude estimera l'accroissement de la circulation de données et mesurera la capacité du réseau québécois à soutenir cette croissance. De manière plus spécifique, les objectifs de l'étude comprennent :



Source : analyse KPMG.

La méthodologie utilisée dans l'élaboration de ce rapport

Dans le cadre de ce projet, KPMG a utilisé une approche en plusieurs étapes :

1. Revue de la littérature et des données existantes

- La première étape des travaux consistait à faire une revue de la littérature existante sur les grandes tendances et enjeux liés aux besoins actuels et futurs en matière de connectivité, notamment quant au transport et traitement de la donnée.
- Des réunions de travail avec les experts internationaux de KPMG situés au bureau de Lisbonne ont permis d'identifier les sources d'informations les plus pertinentes à la réalisation des travaux subséquents.
- À cette étape, les modèles de déploiement des capacités futures en connectivité utilisés à l'international ont été identifiés. D'importantes synergies ont été identifiées entre la présente étude et celle réalisée en parallèle par KPMG : « Étude comparative des mesures gouvernementales à l'échelle nationale et internationale pour assurer la desserte en Internet haut débit aux populations ».

2. Modélisation des besoins futurs en connectivité du Québec (côté « demande »)

- Grâce à la revue de la littérature et la collecte de données quantitatives et qualitatives, l'équipe de KPMG Montréal a mis sur pieds un modèle de projection de la demande future en connectivité pour le Québec, identifiant 16 vecteurs de croissance par région administrative.

3. Modélisation de la capacité installée et future nécessaire au Québec (côté « offre »)

- En utilisant les projections effectuées dans le cadre de la modélisation de la demande, l'équipe KPMG Global Center of Excellence au Portugal a modélisé la capacité actuelle et future nécessaire au Québec au niveau de la dorsale et des réseaux d'accès.
- Les résultats obtenus permettent d'identifier les écarts à combler dans les 17 régions administratives de la province, ainsi que par secteur d'activité (16 vecteurs de croissance, dont 15 représentant les secteurs industriels (SCIAN) et 1 représentant les ménages).

4. Analyse des modèles étrangers

- Les modèles de déploiement des capacités futures en connectivité identifiés à l'étape numéro 1 ont fait l'objet d'une analyse approfondie. KPMG a colligé les informations et données disponibles sur les divers modèles de déploiement. Pour ce faire plusieurs bases de données, rapports et analyses furent consultés comme ceux mis à disposition par l'OCDE, la Banque Mondiale, l'ONU, l'UE, la Commission européenne, les gouvernements ou les régulateurs de chacune des juridictions étudiées, etc.

5. Rédaction du rapport

- La rédaction du rapport s'appuie sur l'ensemble des données colligées, la modélisation réalisée et les résultats obtenus dans le cadre du projet.

Le détail des méthodologies utilisées dans l'exercice de modélisation de la demande et de l'offre est disponible au début de la section « 2. Résultats de l'exercice de modélisation », ainsi qu'en annexe.

Source : analyse KPMG.

La structure du document

Le présent document est divisé en deux grandes sections, en plus de l'introduction.

1. Le contexte

- La première section présente le contexte de l'étude des besoins et de la capacité actuelle et future du Québec en matière de transport et de traitement de la donnée. Elle aborde les grandes tendances, les enjeux et les rôles des politiques gouvernementales quant à ces capacités.
- La première sous-section (1.1) détaille les tendances au niveau de l'offre et de la demande en connectivité, réseaux IHD et de prochaine génération.
- La deuxième sous-section (1.2) aborde les enjeux auxquels fait face le Québec dans le déploiement de ces réseaux.
- La troisième sous-section (1.3) présente les résultats d'un balisage national et international sur le rôle des politiques gouvernementales dans le déploiement des réseaux IHD en lien avec les enjeux identifiés. Le lecteur notera que des informations complémentaires à celles présentées en 1.3 sont disponibles dans l'étude de KPMG réalisée pour le MCE : *Étude comparative des mesures gouvernementales à l'échelle nationale et internationale pour assurer la desserte en Internet haut débit aux populations.*

2. Les résultats de l'exercice de modélisation

- La deuxième section présente les résultats de l'exercice de modélisation effectué par KPMG pour déterminer la capacité actuelle et future de la province en matière de transport et de traitement de la donnée.
- La première sous-section (2.1) propose un survol méthodologique des modèles développés par KPMG pour évaluer la demande courante et future (1 modèle de la demande) et la capacité actuelle et future des réseaux (quatre modèles d'offre).
- La deuxième sous-section (2.2) présente les résultats de l'exercice de modélisation, d'abord en matière d'écart de capacité, puis d'investissements nécessaires pour les combler.

Source : analyse KPMG.



Section 1. Le contexte

1.1 Les tendances qui influent sur l'offre et la demande en matière de transport et de traitement de données

- 1.1.1 Les tendances qui influent sur la demande
- 1.1.2 Les tendances qui influent sur l'offre

1.2 Les enjeux auxquels le Québec fait face dans le déploiement des réseaux de future génération

1.3 Les politiques gouvernementales observées à l'échelle nationale et internationale

Section 1. Le contexte

Certaines grandes tendances influencent la demande et l'offre en connectivité au Québec

Ces tendances ont alimenté l'exercice de modélisation effectué dans le cadre de cette étude.

Demande

1. La demande en bande passante augmente au sein de l'économie et permet une foule de nouvelles applications
 - Les ménages
 - La santé de demain
 - L'énergie connectée
 - L'agriculture et la foresterie intelligentes
 - La fabrication avancée
 - La ville intelligente
 - Les entrepôts intelligents
 - Les chantiers de construction
 - L'exploitation minière
 - Les services publics
 - Les aéroports
 - Les centres commerciaux

Offre

1. La capacité des réseaux est en hausse
2. Les réseaux mobiles gagnent en importance
3. Les capacités du réseau 4G (LTE) sont limitées
4. La 5G annonce une révolution numérique et offre des possibilités sans équivalent
5. Le développement de la 6^e génération est déjà bien entamé
6. Les réseaux sans fil fixes offrent une alternative au réseau cellulaire
7. Les technologies satellites peuvent être utilisées pour le déploiement en région
8. Il existe de nombreuses évolutions technologiques au niveau des réseaux fixes
9. La fibre optique est la technologie la plus évolutive à ce jour et essentielle au développement de la 5G
10. Des entreprises spécialisées pour le traitement de données émergent

Les pages suivantes détaillent ces grandes tendances

Source : analyse KPMG.



Section 1. Le contexte

1.1 Les tendances qui influent sur l'offre et la demande en matière de transport et de traitement de données

— **1.1.1 Les tendances qui influent sur la demande**

— 1.1.2 Les tendances qui influent sur l'offre

1.2 Les enjeux auxquels le Québec fait face dans le déploiement des réseaux de future génération

1.3 Les politiques gouvernementales observées à l'échelle nationale et internationale

La demande en bande passante augmente au sein de l'économie

La demande en connectivité provient du nombre d'appareils connectés au réseau et de la demande en bande passante de chacun de ces appareils.

Le nombre d'appareils connectés explose

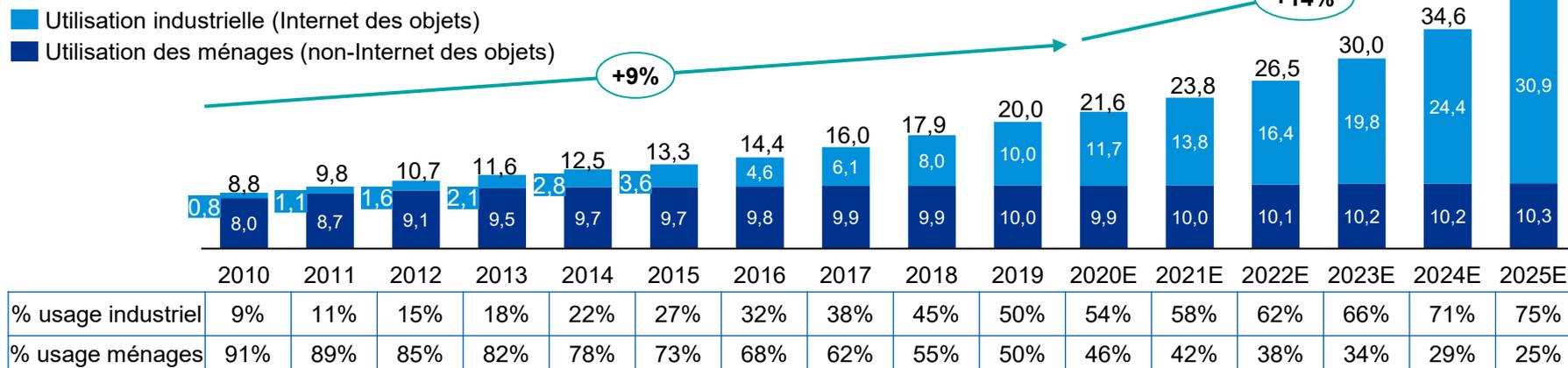
- Cette croissance provient des secteurs industriels : selon IoT Analytics, si les appareils connectés à usage industriel représentaient 9% de tous les appareils connectés en 2010, ils en représentaient 54% 10 ans plus tard, et atteindront 75% en 2025.
- Le nombre d'appareils dans les ménages reste quant à lui stable.

La demande en bande passante par appareil augmente

- Selon son utilisation, un appareil peut requérir un débit faible (0 à 10 Mbit/s), moyen (2 à 10 Mbit/s) ou élevé (10 à 100 Mbit/s et +) en moyenne.
- La proportion des appareils utilisant un débit élevé est en croissance, particulièrement pour les appareils dans les ménages qui reposent sur les technologies vidéo de résolution toujours plus élevées (4K, 8K, 16K).

Nombre total d'appareils connectés, selon l'utilisation

En milliards; dans le monde; estimations en date du mois de novembre 2020, TCAC



Les pages suivantes donnent des exemples d'usages et de demandes futures, d'abord pour les ménages, puis pour différents secteurs d'activité économique.

Sources : IoT Analytics – Cellular IoT & LPWA Connectivity Market Tracker 2010-2025; analyse KPMG.

La demande des ménages

Depuis 40 ans, chaque décennie a vu une nouvelle technologie mobile émergée comportant des innovations de pointe. Les exigences en matière de bande passante mobile sont passées des appels vocaux et des SMS à la vidéo ultra haute définition (UHD) et à une variété d'applications de réalité augmentée/réalité virtuelle (AR/VR). Les ménages contribuent à l'augmentation des usages et des attentes.

Les appareils au sein des ménages

Cette tendance actuelle est clairement mise en évidence par l'adoption et l'utilisation d'applications mobiles. Les réseaux sociaux, la diffusion et le téléchargement de vidéos, le commerce électronique et les jeux stimuleront la croissance continue des applications mobiles avec près de 300 milliards de téléchargements d'ici 2023.

En Amérique du Nord, Cisco prévoit qu'en 2023, chaque individu possèdera en moyenne 13,4 appareils connectés à Internet, comparativement à 8,2 en 2018.

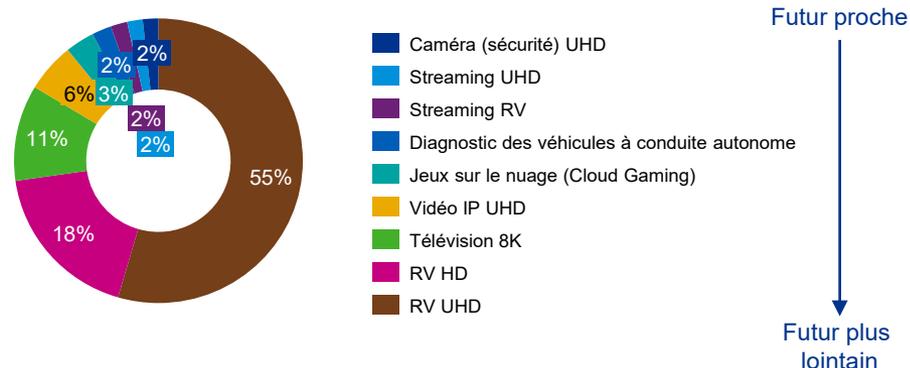
Les besoins, les habitudes et les moyens poussent également les consommateurs à équiper davantage leur maison en objets connectés. Cisco prévoit que ces applications auront près de la moitié (48%) de la part des connexions M2M (*machine to machine*).

Cette croissance est liée aux diverses applications en plein essor dans les foyers comme les compteurs intelligents (consommation d'énergie, d'eau ou de gaz, etc.) et la surveillance de la maison (vidéo, verrouillage de porte, l'éclairage, etc.).

Toutefois, ce n'est pas tant le nombre d'appareils, mais l'usage qui en sera fait qui influera sur la demande d'une meilleure connectivité. Une télévision HD connectée 2 à 3 heures à Internet génère autant de trafic que toutes les autres applications dans une journée.

L'effet vidéo des appareils sur le trafic est plus prononcé en raison de l'introduction du streaming vidéo en ultra-haute définition (UHD), ou 4K. D'ici 2023, les deux tiers (66%) des téléviseurs à écran plat seront des téléviseurs UHD, comparativement à 33% en 2018.

Demande future en bande passante (Mbit/s) et en vidéo des ménages



Il y aura une demande importante de bande passante et de vidéo dans la maison connectée du futur.

Sources : Cisco 2021; analyse KPMG.

La santé de demain et les réseaux 5G

La santé est l'un des secteurs où l'on compte tirer les plus grands bénéfices de la 5G, car elle permettra non seulement de libérer des ressources spécialisées, comme les médecins et les infirmières, mais fournira également des informations en temps réel sur les patients et permettra d'offrir des solutions personnalisées.

	Services intégrés de transport d'urgence	
Chirurgie à distance		Exploitation des bâtiments
Surveillance des infrastructures et des équipements critiques		Gestion des déchets et de l'eau
Équipement médical intelligent		Système intégré d'IRM et de capteurs pour les patients
Lits et chaises roulantes connectés		Suivi des patients en temps réel dans tout l'hôpital
		Exemples d'applications de la 5G en santé
		<p>Les systèmes de gestion de la santé en temps réel permettent de suivre les patients, recommander des traitements et des médicaments et fixer des rendez-vous de suivi.</p> <p>Les hôpitaux intelligents permettront aux patients de rester connectés sur les services fournis pendant leur séjour.</p> <p>La prise en compte d'informations contextualisées (génétique, mode de vie du patient et son état physique), lors de l'élaboration de pronostics médicaux permet le suivi proactif des patients en adaptant les plans de traitement.</p>
		Exigences en matière de latence
		<p>Le diagnostic à distance, comme l'endoscopie et l'échographie sans fil, dépend de l'interaction entre le terminal du dispositif et le patient, et les besoins en latence varient d'une utilisation à l'autre. Dans le cas de chirurgie à distance, un réseau à faible latence est primordial.</p>

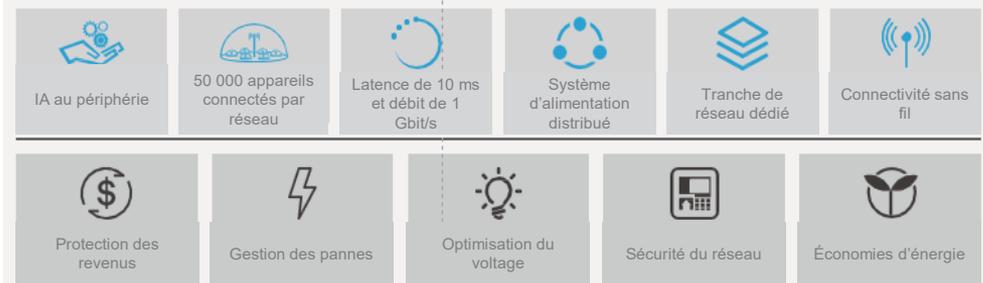
Il y aura une demande importante de bande passante et de vidéo dans la maison connectée du futur.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

L'énergie connectée et les réseaux 5G

Les préoccupations environnementales croissantes et les attentes du public et des actionnaires ont poussé le secteur de l'énergie à améliorer la performance et la fiabilité des réseaux électriques. L'automatisation a un impact positif sur la réduction des coûts d'exploitation et de surveillance des réseaux.

Énergie intelligente



Applications de la 5G pour l'énergie

L'Internet des objets intègre de plus en plus les réseaux électriques. La 5G permet l'interconnexion des dispositifs à grande échelle et effectue la collecte, le stockage et l'agrégation de données afin d'assurer un contrôle plus efficace, fiable, précis et en temps réel des réseaux. Un système d'alimentation distribué peut répondre à une interruption, effectuer des calculs de topologie et localiser et isoler les défauts rapidement et de manière autonome. Or, les systèmes d'alimentation distribués intelligents dépendent du câblage en fibre optique pour répondre à leurs besoins de connectivité. Dans les zones reculées où une telle infrastructure n'est pas toujours viable, la 5G, avec une latence de réseau de 10 ms et un débit de l'ordre du gigabit, devient une option intéressante.

Exigences en matière de latence

La 5G peut remplacer les infrastructures en fibre optique dans l'automatisation de la distribution d'électricité. La technologie offre une latence réseau <10ms et un débit gigabit, permettant un modèle de contrôle distribué sans fil.

La 5G joue un rôle essentiel dans l'efficacité des réseaux électriques connectés «smart grid».

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

L'agriculture et la foresterie intelligentes et les réseaux 5G

L'agriculture sera l'un des secteurs qui bénéficiera le plus de l'augmentation de la connectivité fournie par les réseaux 5G et les programmes gouvernementaux de soutien au déploiement d'IHD, car ce secteur est présent dans des zones rurales où la couverture est difficile, voire inexistante.

Des technologies basées sur la 5G pour une agriculture intelligente



Irrigation et nutrition précise des plantes



Gestion et contrôle du climat dans les serres



Drones de surveillance collectant des informations



Interprétation intelligente des images pour l'application des engrais et des pesticides



Capteurs pour gérer les conditions du sol, l'eau et l'humidité, la lumière et la température.



Analyse de données pour optimiser toutes les étapes du processus de production

Exemples d'applications de la 5G en agriculture et foresterie

Assurer la transparence et la traçabilité des données des produits alimentaires est un enjeu dans le secteur de l'industrie agroalimentaire. L'utilisation de la Blockchain facilite le suivi en continu des cultures et du bétail lors des différentes étapes de leur croissance et améliore les capacités de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement.

Les drones dans le secteur agricole servent non seulement à filmer pour réaliser une inspection visuelle des terres afin de repérer les adventices ou la présence de rongeurs, mais sont dotés de divers capteurs facilitant l'analyse de toute une panoplie de données dont le niveau d'azote, de chlorophylle et le taux d'humidité.

Exigences en matière de latence

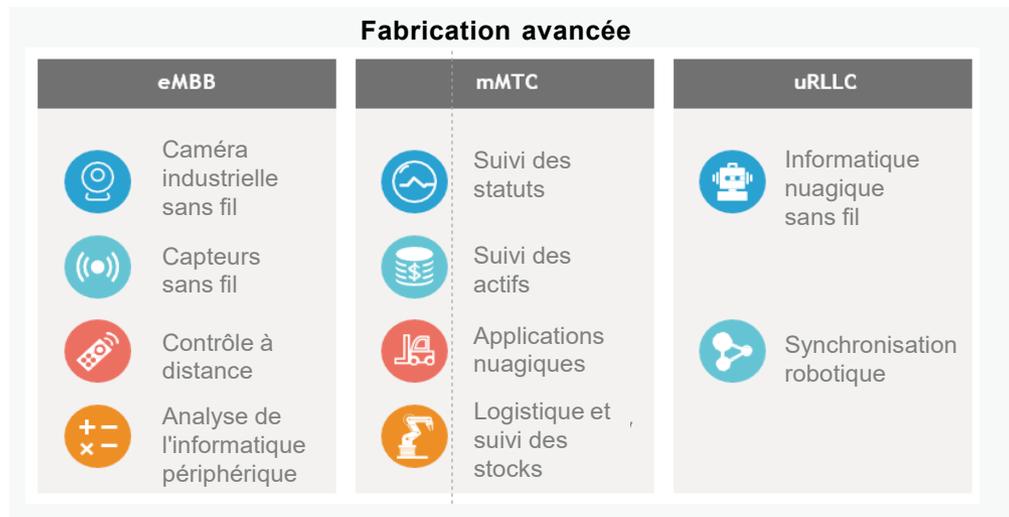
Ainsi, les drones équipés de LiDAR et d'une carte détaillée 3D permettent de détecter une pente même minime du terrain pouvant affecter le drainage de l'eau et la formation de mares. D'importants volumes de données sont générés par le balayage LiDAR. Une transmission en temps réel de >200 Mbit/s est nécessaire.

L'agriculture de précision basée sur la 5G aidera les agriculteurs à relever les défis liés aux changements climatiques.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

La fabrication avancée et les réseaux 5G

L'industrie manufacturière a été l'un des premiers secteurs à profiter du fort potentiel de la 5G. L'innovation prend forme devant le besoin d'améliorer la productivité et l'efficacité des processus de fabrication.



Exemples d'applications de la 5G en fabrication

La 5G améliore les performances des machines grâce à la combinaison de l'IA et des capteurs 5G qui fonctionnent en temps réel et permettent d'identifier et de corriger rapidement les problèmes liés aux performances de la ligne de production.

Elle est en mesure d'augmenter la productivité grâce à la robotique collaborative et aux lunettes intelligentes AR qui assistent les travailleurs tout au long des processus d'assemblage. Les robots collaboratifs échangent des données pour synchroniser et coordonner les processus automatisés.

La 5G réduit les temps d'arrêt et diminue les coûts grâce à la maintenance conditionnelle des installations, à l'apprentissage automatique, aux simulations numériques physiques et aux jumeaux numériques pouvant prévoir avec plus de précision l'état des installations. Il est possible d'obtenir un diagnostic précis, d'optimiser le calendrier de maintenance et de commander automatiquement des pièces de rechange.

Exigences en matière de latence

La communication temps réel isochrone (IRT) entre les robots nécessite une latence réseau inférieure à 1 ms.

Le filaire domine les connexions IdO industrielles, mais la 5G devrait connaître un TCAC de 464% de 2022 à 2026.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

La ville intelligente et les réseaux 5G

Les villes constituent un terrain de jeu privilégié de la 5G. Véhicules connectés, cartographie du trafic, gestion des déchets, vidéoprotection des sites sensibles et des citoyens. Les usages sont nombreux et plusieurs sont en cours d'expérimentation.

Solutions de mobilité en tant que service

Transports publics autonomes

Systèmes de transport intelligents et gestion des stationnements

Solutions intelligentes de gestion des locaux et des bâtiments

Solutions connectées pour les citoyens

Solutions intégrées pour la sécurité publique à l'échelle de la ville



Alerte précoce et préparation aux situations d'urgence

Exploitation intelligente des bâtiments

Infrastructure intelligente (éclairage, communication entre véhicules, etc.)

Gestion intelligente des déchets et de l'eau

Gestion de l'énergie durable

Exemples d'applications de la 5G pour la ville intelligente

La 5G peut transformer la ville connectée en ville intelligente en permettant le traitement simultané et instantané d'un très grand volume de données issues de multiples systèmes. Avec sa large bande passante et son très haut débit, la 5G est en mesure d'interconnecter les systèmes et d'exploiter ces données.

Entre autres choses, les villes pourront mieux gérer le trafic. Des capteurs LiDAR connectés via la 5G et installés aux carrefours routiers pourront, par exemple, et surveiller la circulation des piétons et des véhicules.

La 5G peut permettre l'essor de la voiture connectée dont le déploiement est susceptible de réduire le trafic et la pollution urbaine.

La 5G augmentera également la sécurité dans l'espace public. La courte latence assurera le transfert et le traitement en temps réel de toutes les données saisies. On peut envisager un scénario où, durant le trajet vers l'hôpital, le personnel de la salle de réanimation obtiendra les données d'un patient qu'y si rend par ambulance (ses signes vitaux, par exemple).

La 5G est une condition essentielle à l'émergence de la ville intelligente.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

Les entrepôts intelligents et les réseaux 5G

L'IdO sera partout et la donnée au centre des prises de décision en temps réel, ce qui supposera d'équiper tous les entrepôts de WiFi et d'autres systèmes de télécommunication adéquats (LoRA, GSM, ou 5G pour l'IdO) pour assurer leur automatisation.

Rapports sur l'inventaire	Gestion de la chaîne d'approvisionnement	Entrepôt distribué à réalité augmentée	
Gestion intégrée de la sûreté et de la sécurité		Services publics connectés et surveillance de l'environnement	
Déplacement des véhicules autonomes		Géo-barrière	
Gestion de la logistique		Suivi de l'inventaire des drones	
Gestion préventive et planification des arrêts de production	Systèmes intégrés de distribution	Suivi des ressources dans l'entrepôt	Suivi des performances et de l'état de la robotique

Exemples d'applications de la 5G en logistique

Les entrepôts intelligents augmentent l'efficacité des processus tels que la réception des marchandises, la préparation des commandes et le stockage des produits.

À l'aide de logiciels combinés à des technologies avancées telles que le machine learning, l'IA, le big data, la réalité augmentée et les capteurs connectés de l'IdO, l'entrepôt intelligent est en mesure d'offrir des processus logistiques exécutés par des robots ou des équipements de manutention automatiques.

Les systèmes et les capteurs intégrés permettent de suivre et de surveiller tous les aspects des opérations de l'entrepôt et d'augmenter la productivité.

Les données recueillies à partir des systèmes peuvent fournir de nouvelles informations opérationnelles, favoriser la maintenance préventive et anticiper de façon plus précise la demande de produits.

La connectivité entre les entrepôts est aussi en mesure d'offrir une vue sur l'ensemble de la chaîne manufacturière.

La combinaison de l'IA et de l'IdO pourra à terme favoriser l'installation d'entrepôts sans opérateurs, comme les *dark warehouse*.

La logistique est le secteur idéal pour l'utilisation de la 5G et de l'IdO.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

Les chantiers de construction et la 5G

Accusant un retard face aux autres secteurs, la numérisation offre un potentiel d'amélioration remarquable, en particulier dans la planification de l'exécution, la logistique de chantier ou l'utilisation des machines sur site.

Modélisation des données du bâtiment (BIM)	Usage de véhicules autonomes	Surveillance Vidéo	Gestion intelligente des déchets et de l'eau
Gestion intégrée de la sécurité			Chaîne d'approvisionnement intelligente
Suivi et gestion des équipements			Connectivité améliorée des appareils
	Réalité augmentée (RA)	Sécurité des travailleurs	

Exemples d'applications de la 5G en construction

La construction constitue un environnement où de larges bandes passantes et de faibles latences sont nécessaires, mais où la connexion par câble est impossible. La modélisation des données du bâtiment (BIM) est l'une des principales applications du futur. La BIM couvre toutes les phases de la construction. Les flux de travail BIM permettent une approche beaucoup plus dynamique et synchronisée de la gestion de projet. La réalité augmentée (RA) est également une technologie prometteuse. Elle permettra par exemple de visionner les réseaux enfouis et d'accélérer les travaux d'excavation d'une certaine profondeur. La 5G facilite le suivi de chantier basé sur le cloud. Il garantit la gestion de toutes les données entre tous les acteurs et les machines. Les données recueillies à partir des systèmes peuvent fournir de nouvelles informations opérationnelles et permettre l'automatisation des processus manuels actuels.

L'un des freins à la numérisation des projets de construction demeure la connectivité au sein des chantiers.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

L'exploitation minière et les réseaux 5G

L'exploitation minière de demain permettra de mitiger les risques d'accident, d'accroître la productivité de l'industrie, de réduire la consommation de carburant et les coûts d'entretien.

Surveillance des infrastructures et des équipements critiques	Maintenance préventive	Suivi de l'activité sismique	Suivi des actifs sur le site	
Analyse de la performance des équipements		Gestion intelligente des déchets et de l'eau		
Exploitation autonome des équipements miniers		Surveillance de la saturation des sols et de l'érosion		
Surveillance des effets de l'activité sur l'environnement		Exploitation intelligente des bâtiments		
Alerte rapide en cas de défaillance minière		Gestion de la qualité des produits	Distribution connectée des stocks	Suivi de la santé et de la sécurité du personnel

Exemples d'applications de la 5G dans le secteur minier

L'exploitation à distance des mines peut considérablement réduire les risques d'accident que ce soit sur la machinerie ou en raison de l'environnement (charbon et fumée par exemple).

Les installations minières intelligentes permettront l'exploitation autonome de grands sites, ce qui se traduira par un environnement de travail plus sécuritaire, une optimisation de la rentabilité, des équipements plus performants et la réalisation d'objectifs environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG).

De nouveaux outils et applications tels que la télémétrie, les capteurs sans fil et l'exploitation à distance amélioreront la sécurité, la productivité et les performances financières.

Le réseau 5G pourra permettre aux camions autonomes capables de détecter le besoin de travaux d'entretien préventif à l'aide de l'IA, de communiquer entre eux afin de prévenir les collisions et d'effectuer des tâches de manière indépendante.

Exigences en matière de latence

Les performances de la 5G permettront d'échanger des informations en temps réel avec un temps de latence minime (1 milliseconde). La 5G promet notamment un débit jusqu'à 10 Gbit/s et 100 fois plus d'objets connectés par zone de couverture comparée à la 4G.

Les mines du futur intégreront des technologies avancées comme la 5G, mais également les drones et la réalité virtuelle.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

Les services publics et les réseaux 5G

La 5G a le potentiel d'influencer la façon dont les autorités publiques gouvernent et interagissent avec les citoyens. La communication d'information en temps réel peut aider les autorités à prendre des décisions plus rapides et mieux adaptées en cas de sinistre et dans l'élaboration de politiques publiques.

Solutions de gestion intelligente
des locaux et bâtiments

Sécurité intelligente

Amélioration des
canaux de
communication
entre la population
et les services
publics



Gestion de l'énergie durable

Infrastructure
intelligente (éclairage,
communication entre
véhicules, etc.)

Suivi et gestion des
événements

Exemples d'applications de la 5G pour les services publics

La technologie peut aider à transformer les opérations gouvernementales en donnant aux citoyens un accès à des niveaux sans précédent d'informations en temps réel à partir de n'importe quel appareil.

La 5G a le potentiel de transformer les services publics dans des domaines tels que les soins de santé, l'accès à la justice et la mobilité.

À l'aide de la réalité augmentée, il est également possible de réparer un tuyau qui fuit plus rapidement et de limiter les dommages.

Les services d'urgence répondent plus vite à un appel logé dans un quartier encombré en accédant aux flux des caméras publiques.

Les pompiers seront, par exemple, mieux préparés à combattre un incendie alors que des drones auront survolé les lieux et que des capteurs intégrés les informeront sur la température de l'air, la présence de produits chimiques et la qualité de l'air ambiant.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

Les aéroports et les réseaux 5G

La 5G est en mesure d'accroître l'efficacité des aéroports et d'offrir une meilleure expérience aux passagers. L'automatisation de procédures d'enregistrement et d'embarquement et le libre-service permettront de rendre tout le processus plus efficace.

Suivi des actifs	<p>Automatisation– <i>Below Wing Scanning</i></p> 	Suivi des commandes en restauration
Communications terrestres		Reconnaissance faciale aux portes
Expérience du passager		Détecteurs de bruit / CCTV
Lecteur biométrique		Traitement des bagages
Déchargement de la télémétrie		Suivi des cargaisons de grande valeur

Exemples d'applications de la 5G pour les aéroports

La 5G facilite la transformation numérique des aéroports, accroît l'efficacité opérationnelle, améliore la sécurité et l'expérience de voyage.

Les capacités de connectivité de l'IdO amélioreront les processus comme l'éclairage des pistes et des zones de chargement et la circulation de navettes connectées sur le site.

Les données reçues en temps réel assureront la proactivité des opérations notamment aux postes d'immigration.

La 5G est en mesure de gérer 100 fois plus d'appareils au km². Une connectivité accrue profitera aux voyageurs et aux employés en améliorant les points de contrôle des passagers et la gestion des bagages.

Les solutions de communication sécurisées et fiables assureront la sécurité des passagers et des opérations aéroportuaires.

Les passagers pourront être connectés alternativement à la connexion mobile et au Wi-Fi, permettant aux réseaux de mieux gérer les demandes de trafic (diffusion en continu et téléchargement de fichiers volumineux).

Une connectivité accrue profitera aux voyageurs en améliorant les points de contrôle des passagers et la gestion des bagages.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.

Les centres commerciaux et les réseaux 5G

Un ultra haut débit couplé à une meilleure connectivité sont les éléments clés pour le développement des centres commerciaux de demain : transactions rapides, expérience immersive, vidéo promotionnelle qualitative, paiement instantané, etc.

<p>Gestion intégrée de la sécurité</p> <p>Signalisation numérique adaptative</p> <p>Gestion connectée des fournisseurs</p> <p>Publicité mobile basée sur la localisation</p> <p>Gestion efficace de l'énergie et des déchets</p>	<p>Collecte de données sur le comportement des consommateurs</p>  <p>Marketing cible/office de produits personnalisés</p>	<p>Infrastructure et gestion intelligente des installations</p> <p>Offre Wi-Fi améliorée</p> <p>Gestion des foules</p> <p>Connectivité améliorée des appareils</p> <p>Paiements compatibles avec l'IdO</p> <p>Stationnement intelligent et transport autonome</p>	<p>Exemples d'applications de la 5G pour les centres commerciaux</p> <p>Les centres commerciaux intelligents amélioreront la gestion des bâtiments et l'expérience client. Les systèmes et capteurs intégrés permettent aussi de suivre et de surveiller les aspects critiques du centre commercial.</p> <p>Les données recueillies à partir des systèmes peuvent fournir de nouvelles informations opérationnelles et permettre l'automatisation de processus.</p> <p>Les bannières seront plus nombreuses à utiliser la réalité virtuelle et la réalité augmentée avec des expériences immersives telles que la projection d'hologramme dans les boutiques.</p> <p>Les outils d'IA (chatbots et les assistants personnels virtuels) améliorent les services aux clients en répondant aux questions fréquemment posées et en fournissant des recommandations.</p> <p>La 5G pourrait être bénéfique pour les marchands engagés dans la transformation numérique. Les expériences de vente avec un encaissement sans contact deviendront plus courantes.</p>
--	--	---	--

Appuyée par des données, l'expérience d'achat au détail sera plus que jamais une question de personnalisation et d'expérience.

Sources : Wireless Xlabs, 2022 ; Ericsson, 2021 ; analyse KPMG.



Section 1. Le contexte

1.1 Les tendances qui influent sur l'offre et la demande en matière de transport et de traitement de données

— 1.1.1 Les tendances qui influent sur la demande

— **1.1.2 Les tendances qui influent sur l'offre**

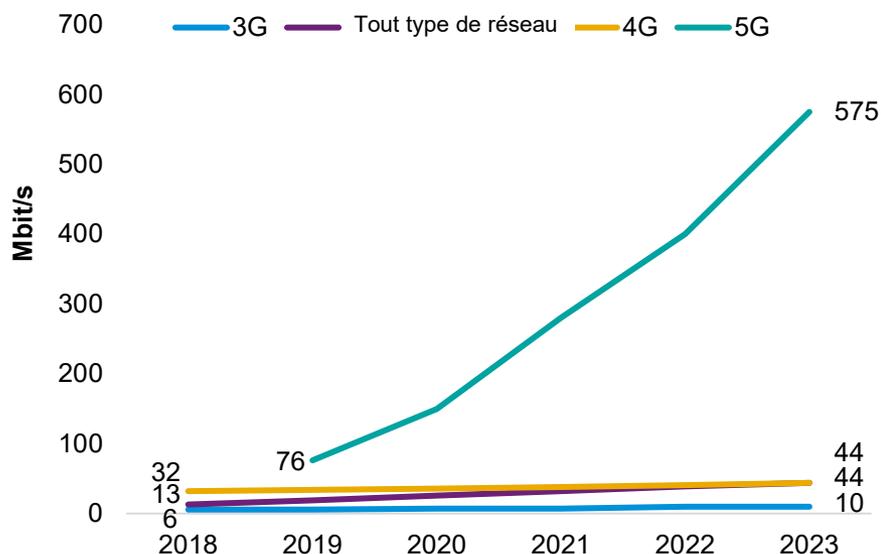
1.2 Les enjeux auxquels le Québec fait face dans le déploiement des réseaux de future génération

1.3 Les politiques gouvernementales observées à l'échelle nationale et internationale

La capacité des réseaux est en hausse

La demande de haut débit toujours plus forte des utilisateurs conduit les fournisseurs de services Internet et les opérateurs de télécommunications à tout mettre en œuvre pour augmenter la capacité des réseaux.

Vitesse moyenne mobile mondiale par type de réseau



Performances réseautiques au niveau mondial en 2023

Selon les prévisions de Cisco, une référence de l'industrie, les connexions mobiles seront en moyenne plus de trois fois plus rapides, puisqu'elles passeront de 13 Mbit/s (2018) à 44 Mbit/s (2023).

- Un facteur favorisant l'augmentation des vitesses mobiles au cours de la période 2018-2023 est la proportion croissante de connexions mobiles de la 4G et l'essor des connexions de la 5G.
- L'effet de la 5G sur le trafic sera important en raison des avantages qu'elle présente au niveau de la latence, de la densité et du débit.

Les connexions à haut débit fixes, pour leur part, seront en moyenne plus de deux fois plus rapides, passant de 46 Mbit/s (2018) à 110 Mbit/s (2023).

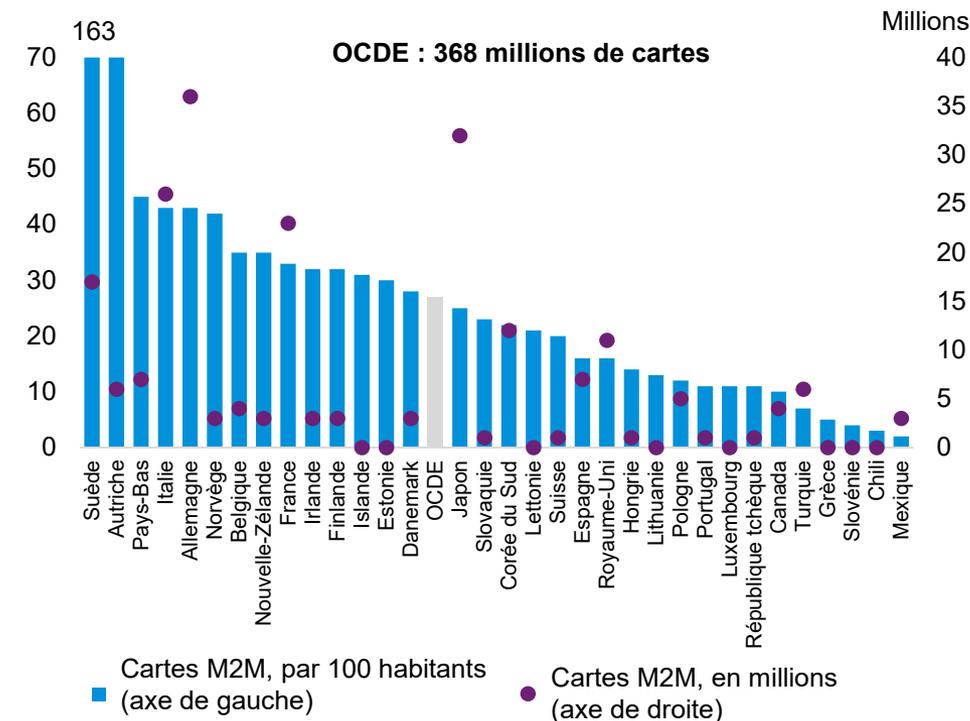
La vitesse est l'aspect le plus important de la valeur économique d'Internet.

Sources : Cisco, 2021; analyse KPMG.

Les réseaux mobiles gagnent en importance

Les services mobiles à haut débit étaient quasi inexistants au début des années 2000. Ils sont largement utilisés depuis la popularisation des téléphones intelligents.

Abonnements au cellulaire mobile, OCDE (décembre 2020)



Réseaux mobiles vs réseaux fixes

Bien que les réseaux fixes soient plus répandus dans de nombreux pays de l'OCDE, dans plusieurs parties du monde, en particulier dans les économies émergentes, les réseaux fixes n'ont qu'une pénétration limitée. Compte tenu du coût associé aux infrastructures par câble, les réseaux mobiles sont la technologie d'accès la plus répandue pour connecter les gens.

Des pressions sur les réseaux fixes

L'augmentation des performances des réseaux mobiles entraîne également une augmentation de l'utilisation des réseaux fixes. À mesure que les vitesses de téléchargement augmentent sur les appareils mobiles, les abonnés dont les forfaits de données sont plafonnés ont tendance à se connecter aux réseaux fixes lorsque cela est possible. Cela implique que le déploiement des réseaux 5G et, à terme, 6G, peut accroître la demande de réseaux fixes, à moins que des plans de téléphonie mobile avec des données illimitées émergent à un prix abordable.

Connecter des objets

De plus en plus, les utilisateurs des réseaux mobiles à large bande seront des machines et non des personnes. Dans les pays de l'OCDE, le nombre d'abonnements aux communications de machine à machine (M2M) n'est pas encore aussi important que le nombre d'habitants, mais l'écart se réduit. Le trafic par appareil connecté est faible aujourd'hui, mais le nombre d'appareils connectés est important et croît très rapidement (voir graphique).

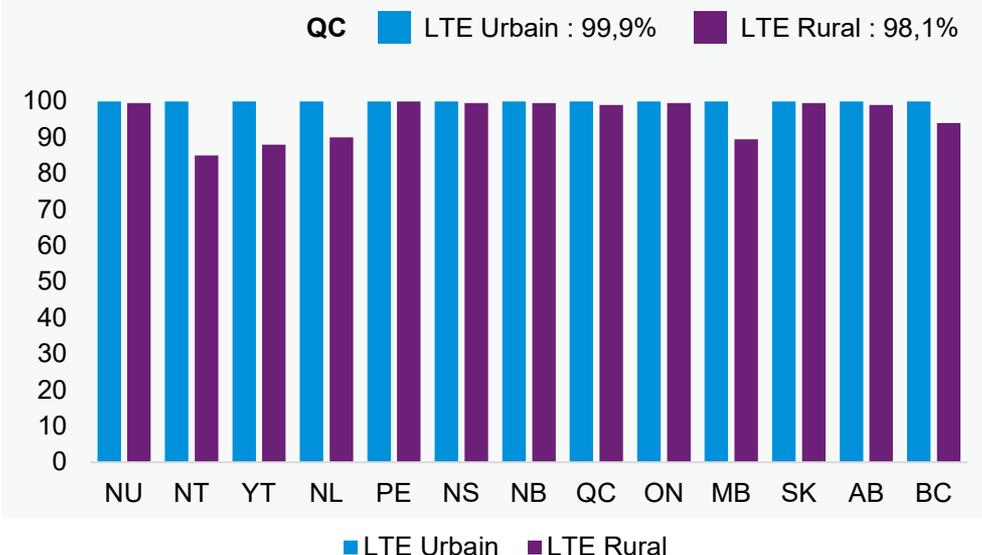
Il existe un débat à savoir si les réseaux fixes et mobiles sont des substituts ou des compléments l'un à l'autre.

Sources : OCDE, 2020 ; analyse KPMG.

Les capacités du réseau 4G (LTE) sont limitées

L'arrivée de la 4G a transformé le secteur de la téléphonie et permis de développer l'usage de l'Internet mobile. À terme, la transition numérique de l'industrie et des services créeront des problèmes de saturation auxquels la 4G ne pourra répondre.

Pourcentage de la population bénéficiant de la couverture LTE, par région dans les centres urbains c. les collectivités rurales (%), 2019



Le réseau 4G est basé sur des macrocellules à forte couverture géographique. Grâce à sa portée, le réseau 4G peut être accessible dans les régions éloignées et difficiles d'accès. Selon le Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications (CRTC), la couverture 4G couvre presque tout le Québec (+98%).

Le réseau 4G

Les réseaux LTE (Long Term Evolution), parfois commercialisés sous le nom de 4G, utilisent des bandes de fréquences hertziennes pour transmettre des données sans fil.

Le réseau 4G a une bande passante limitée et inférieure à celle de la fibre optique. Le réseau a donc du mal à répondre aux besoins de faible latence et de bande passante élevée exigées par certaines applications.

La conception du réseau 4G n'a pas pris en compte la multiplication du nombre d'appareils connectés et le réseau actuel est déjà saturé par endroits.

La densification du réseau ne semble pas, à terme, une solution à cette saturation, car elle aurait éventuellement un rendement décroissant du fait des interférences entre antennes.

Le réseau 4G est aujourd'hui le réseau mobile prédominant dans le monde.

Sources : CRTC, 20120 ; Cisco, 2020 ; OCDE, 2020 ; analyse KPMG.

La 5G annonce une révolution numérique

La cinquième génération de technologie de réseau cellulaire à haut débit (5G) offre une vitesse plus que décuplée par rapport à la 4G. Elle gère une plus grande variété d'appareils, offre une plus grande fiabilité et fonctionne avec une latence plus faible.

La 5G n'est pas seulement une évolution de la 4G

La principale différence entre la 5G et la 4G se retrouve au niveau de la qualité de la connexion Internet : le téléchargement est plus rapide et le temps de latence réduit.

La réduction du temps de latence, soit le délai de transit d'une donnée au moment de son envoi, est en mesure de transmettre des données en temps réel. Cette capacité ouvre la porte au développement de nouveaux usages, dont les applications M2M (*Machine to Machine*).

Selon Cisco, les communications M2M pourraient représenter 50% des 14,7 milliards de connexions d'ici 2023. En comparaison, les communications M2M représentaient 33% (6,1 milliards) des connexions en 2018 et seulement 3,1% en 2017.



La 5G annonce une révolution numérique

Cisco prévoit que les applications de maison connectée auront près de la moitié (48%) de la part des connexions M2M.

Cette croissance est liée à une variété d'applications M2M en plein essor, telles que les compteurs intelligents (consommation d'énergie, d'eau ou de gaz, etc.), la surveillance de la maison (vidéo, verrouillage de porte, l'éclairage, etc.), le suivi de la santé (traqueurs d'activité, fréquence cardiaque, température du corps, etc.), et les commandes vocales (musique et télévision).

Le M2M tient également une place centrale au sein du développement de l'industrie 4.0, consistant à surveiller et à contrôler en temps réel les machines et l'équipement à l'aide de capteurs dans le cadre de différents processus de production.

La 5G permettra par exemple d'améliorer l'expérience client dans les centres commerciaux, les aéroports et les hôtels, l'efficacité dans les chaînes de distribution, la sécurité des employés dans les secteurs de la fabrication et de la construction, la maintenance des appareils en lieu éloigné comme les mines ou les plateformes d'exploitation gazière.

La réalité augmentée, l'IA, et le cloud distribué sont d'autres technologies qui pourront révéler leur potentiel avec la 5G.

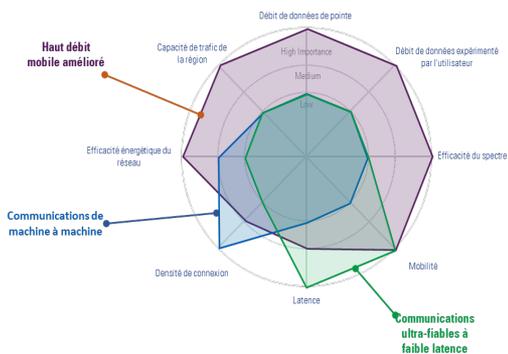
La 5G favorise la convergence technologique permettant d'apporter des solutions innovantes dans plusieurs domaines d'activité, de la santé à l'agriculture.

Sources : Cisco, 2020 ; analyse KPMG.

Le réseau de la 5G offre des possibilités sans équivalent

Les réseaux de nouvelle génération peuvent être "découqués" en de multiples fonctions afin d'adapter l'offre de communication selon les besoins spécifiques des usages.

Demande sur l'infrastructure du réseau



Créer des réseaux ou des tranches séparés

Chaque tranche peut être configurée séparément

- Latence
- Bande passante
- Connectivité

Répondre à des exigences et des cas d'utilisation uniques

- Bande passante
- Réalité virtuelle et augmentée
- Solutions IdO
- Robotique
- Instructions à distances

Réseaux mobiles de future génération

La 5G s'imposant, les services de réseau mobile ont été classés en trois catégories par l'Union internationale des télécommunications (UIT) :

- **Haut débit mobile amélioré (eMBB)** : couvre les services ayant des exigences élevées en bande passante, telles que la diffusion vidéo HD, la réalité virtuelle et la réalité augmentée.
- **Communication ultra-fiable et à faible latence (uRLLC)** : uRLLC, vise à satisfaire les attentes d'un secteur très exigeant et couvre les services sensibles au temps de latence, tels que la conduite automatisée et le contrôle à distance.
- **Communication de type machine massive (mMTC)** : couvre les services qui ont des exigences élevées en densité de connexion, tels que les villes connectées et l'IdO.

Par rapport aux générations mobiles précédentes, les réseaux 5G devraient offrir non seulement des vitesses plus élevées, des taux de latence plus faibles et une plus grande efficacité, mais aussi la possibilité de proposer des "tranches" personnalisées du réseau pour répondre aux exigences de qualité d'applications ou de cas d'utilisation spécifiques. La 5G représente un changement de paradigme, car il s'agit de la première génération dont la conception tient compte de l'Internet des objets (IdO), où l'on s'attend à ce que plusieurs milliards de dispositifs soient connectés, avec des exigences de capacité différentes.

Le découpage des réseaux facilitera le passage à la 5G.

Sources : Photonics Spectra, mars 2022 ; analyse KPMG.

Le développement de la 6e génération est déjà bien entamé

Alors que le déploiement de la 5G n'en est encore qu'à ces balbutiements, des investissements importants sont faits pour assurer la domination de la 6G qui demeure aujourd'hui une proposition théorique.

La course à la 6G a déjà commencé

Les recherches sur la 6G ont déjà commencé un peu partout dans le monde et mobilisent les efforts des grandes entreprises de technologies réseau.

Depuis 2018, la Corée du Sud et la Chine effectuent des travaux sur la 6G.

En janvier 2021, la Commission européenne a officialisé le lancement d'un projet de recherche sur la 6G baptisé Hexa-X. Au total, un consortium composé de 25 industriels et universités prennent part à la réalisation de ce projet de 11 millions d'euros (15 M\$ CA) sur deux ans et demi. Ce projet s'inscrit dans un plan de recherche de la 6G et du développement de la 5G de 900 millions d'euros (1,2 G\$ CA).

Un programme de recherche et développement entre les États-Unis et le Japon a aussi été annoncé en 2021, avec un budget de 4,5 milliards d'euros (6,2 G\$ CA).

Les futures technologies des télécommunications

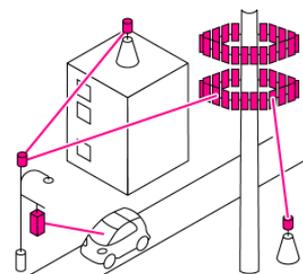
Il n'y a toujours pas de spécification permettant de définir ce que sera la 6G, mais les experts estiment que le débit sera 100 fois supérieur à celui de la 5G.

Innovations de réseau

Les surfaces réfléchissantes peuvent aider à transmettre des signaux térahertz qui ne voyagent pas très loin.

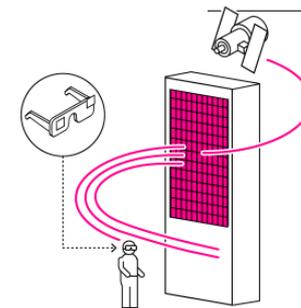
5G

- Les signaux, qui étaient diffusés dans toutes les directions en 4G, sont focalisés.
- de petites stations de base étendent la portée et traitent directement certains échanges.
- Communication d'appareils à appareils



6G

- Des signaux plus petits pourraient être réfléchis par des surfaces intelligentes, aiguïsés et combinés à d'autres signaux.
- Des vitesses plus rapides et davantage de connexions possibles, y compris dans les zones reculées



Le débit de la 6G pourrait être 100 fois supérieur à celui de la 5G.

Sources : Ericsson, 2021 ; Bloomberg ; Samsung, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022; analyse KPMG.

Les réseaux sans fil fixes offrent une alternative au réseau cellulaire

Une alternative aux services mobiles (cellulaires) pour fournir un service IHD sans fil terrestre est le sans fil fixe.

Rôle du réseau fixe dans le déploiement des réseaux mobiles de future génération

En France, comme dans d'autres pays, les opérateurs de téléphonie mobile remplacent les lignes de cuivre servant de connectivité de raccordement aux tours de téléphonie mobile par des lignes de fibre optique exploitant au maximum leur infrastructure de réseau fixe pour assurer le raccordement.

La pénétration de réseaux fixes de fibre optique permettrait l'accélération du déploiement de réseaux mobiles de future génération.

Sans fil fixe vs mobile

L'accès hertzien mobile et l'accès hertzien fixe ont généralement utilisé des fréquences du spectre (par exemple, appariées ou non) et des technologies différentes. Toutefois, ces distinctions s'estompent au fur et à mesure que s'accroît à la fois le déploiement via le spectre non apparié pour l'accès fixe en zones rurales et la capacité des services mobiles dans les zones urbaines, où la plupart des accès fixes sont assurés par des technologies filaires.

Les technologies sans fil pour le réseau de distribution

À l'avenir, les technologies sans fil pourraient également se développer de manière à offrir davantage d'options pour l'infrastructure de transport (par exemple, réseaux sans fil maillés, micro-ondes point à point). Pour le déploiement de la 4G dans certaines villes rurales du Royaume-Uni, des réseaux maillés ont été testés.

Une technologie complémentaire

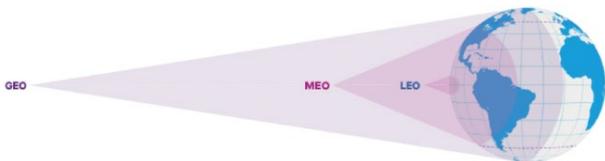
En Australie, la stratégie du *National Broadband Network* (NBN), telle qu'elle a été conçue à l'origine, prévoyait de fournir un accès par ligne fixe à environ 93% de la population australienne, un accès sans fil fixe à 4% et un accès par satellite à 3% de la population. Une démonstration technique de l'accès hertzien fixe sur le NBN a permis d'atteindre des vitesses de 1 000 Mbit/s, un maximum théorique pour le réseau.

En raison de sa faible densité de population, le Canada s'appuie plus sur les réseaux sans fil fixes que les autres pays de l'OCDE.

Sources : OCDE, 2021 ; analyse KPMG.

Les technologies satellites peuvent être utilisées pour le déploiement en région

L'Internet par satellite apporte une solution pratique et de plus en plus performante dans les régions éloignées ou difficiles d'accès.



Satellite GEO

La grande majorité des satellites de communication fournissant actuellement des services à large bande sont géosynchrones, c'est-à-dire que leur période orbitale est alignée sur la rotation de la Terre, de sorte qu'ils semblent rester stationnaires au-dessus d'un point unique sur l'équateur.

Ces satellites sont situés sur ce que l'on appelle l'orbite terrestre géostationnaire (GEO). Les satellites GEO sont généralement grands, coûteux à construire et à lancer, et ont une grande zone de couverture. Ces satellites ont la capacité de fournir un service à de vastes zones contiguës. Un satellite GEO individuel peut fournir un service dans plusieurs pays simultanément créant des effets d'échelle importants.

Ces satellites doivent maintenir une altitude de quelque 35 000 km au-dessus de la Terre. À cette distance, le délai aller-retour (la latence) des données transmises est de 270 millisecondes (soit environ un quart de seconde).

Une option peu utilisée

En décembre 2020, la part du haut débit par satellite sur le total des abonnements au haut débit fixe n'était que de 0,5% dans les pays de l'OCDE.

Satellite LEO et MEO

Les satellites non géosynchrones sont devenus plus courants avec l'émergence des constellations à orbite basse (LEO) et à orbite moyenne (MEO) qui gravitent plus près de la terre. Les systèmes de satellites LEO et MEO offrent une meilleure latence de réseau. Leur altitude plus basse nécessite plus de satellites que les systèmes géosynchrones pour couvrir une grande zone donnée. Les systèmes LEO ont historiquement eu du mal à trouver un modèle économique rentable. De nouvelles technologies, telles que les lanceurs réutilisables et les systèmes de propulsion électrique, sont en cours de développement pour réduire les coûts de lancement des satellites.

Les améliorations et les innovations en matière de prix/performance des systèmes LEO et MEO par rapport aux GEO pourraient leur permettre de concurrencer les options terrestres.

La viabilité à grande échelle des systèmes LEO et MEO émergents dépendra de nombreux facteurs. La couverture qu'ils procurent en fait cependant un complément très intéressant à la fibre et à la 5G.

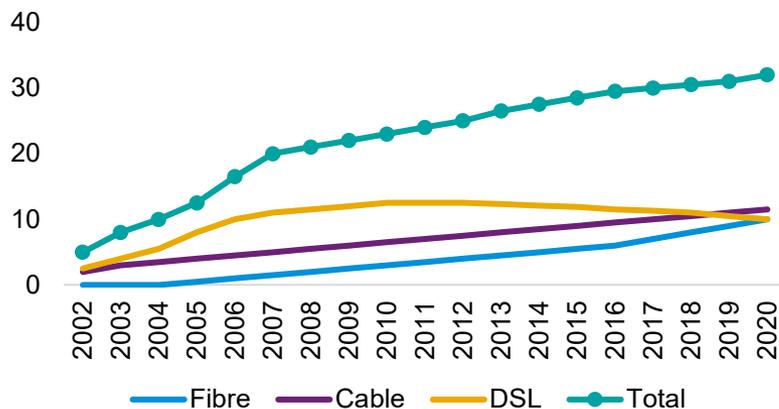
Sources : OCDE, 2017; Marcus, 1999 ; analyse KPMG.

Il existe de nombreuses évolutions technologiques au niveau des réseaux fixes

Les pays délaissent progressivement la DSL au profit de la fibre optique ou du câble améliorant ainsi les vitesses de téléchargement et de téléversement.

Développements technologiques du haut débit fixe, pays de l'OCDE (2002-20)

Abonnements par 100 habitants



Des différences en fonction de l'infrastructure existante

Dans certains pays, la croissance des réseaux fixes s'est faite par le biais de la fibre optique ou par câble, ce qui est le cas du Canada, des États-Unis, des Pays-Bas et de l'Allemagne. Ces pays étaient dotés d'une infrastructure de câbles de cuivre avant l'ère du haut débit.

xDSL

L'amélioration des vitesses atteignables grâce à la DSL (en partie basée sur des lignes de cuivre) peut être attribuée à des avancées technologiques et la pénétration graduelle de la fibre optique dans les réseaux. Dans les pays où la longueur de la sous-boucle de cuivre existante est suffisamment courte, les déploiements basés sur le VDSL peuvent nécessiter moins de CAPEX que les déploiements FTTP/FTTH haut de gamme.

Fibre complète (FTTP/FTTB/FTTH)

Les réseaux à large bande FTTP/FTTH sont les solutions fixes à large bande les plus avancées et les plus évolutives disponibles aujourd'hui.

La fibre jusqu'aux locaux (FTTP) désigne les réseaux qui sont soit en fibre jusqu'au bâtiment (FTTB), soit en fibre jusqu'au domicile (FTTH). Avec les solutions FTTP/FTTH, le cuivre est complètement éliminé. Cela implique également un coût de déploiement important. Le FTTP/FTTH est généralement préféré pour les déploiements *greenfield* (déploiement de réseaux là où il n'y en avait pas auparavant).

Câble et DOCSIS

Les réseaux de télévision par câble représentent un véhicule alternatif au réseau de télécommunication pour transporter le haut débit fixe jusqu'au domicile. Les systèmes avancés de large bande par câble ne sont peut-être pas aussi évolutifs que les réseaux FTTP/FTTH, mais représentent une alternative valable (les normes DOCSIS 3.1 existantes permettent du 10/1 Gbit/s).

Le choix technologique dans le déploiement de réseau de génération future dépend en partie du coût de la technologie et de l'infrastructure existante.

Sources : OCDE, 2021 ; analyse KPMG.

La fibre optique est la technologie la plus évolutive à ce jour

La fibre est l'infrastructure de distribution de services Internet la plus rapide.

La fibre optique présente des avantages par rapport au câble de cuivre

- Les principales différences entre les câbles de fibre optique et les câbles en cuivre résident notamment dans leur coût, la vitesse et les options de câblage qu'ils offrent.
- La fibre optique permet un débit de transmission élevé pouvant atteindre plusieurs gigabits par seconde.
- Un débit de 10 Gbit/s permet de transmettre plus de 600 000 communications téléphoniques analogiques sur une seule fibre, alors que le cuivre ne permet qu'une seule communication téléphonique analogique par paire de conducteurs.
- Il n'y a pratiquement pas d'atténuation de la vitesse de transmission sur les longues distances.
- La fibre optique est une technologie insensible aux perturbations électromagnétiques provoquées par les appareils électriques, les orages ou les émetteurs.

La fibre optique : la technologie du très haut débit

Compte tenu de son débit, l'usage simultané d'Internet par plusieurs personnes dans le même foyer est possible et offre une qualité de transmission à tous les utilisateurs.

Le principal atout de la fibre optique FTTH (*Fiber to the Home*) réside dans sa vitesse de connexion, la plus rapide parmi tous les types de technologies Internet disponibles sur le marché.

La multiplication des appareils connectés dans les foyers et les activités à large bande passante, comme les jeux en ligne et le streaming vidéo 4K, consomment davantage de bande passante.

Les infrastructures de réseau à haute capacité permettant d'acheminer de manière fiable et rapide plusieurs services Internet par le biais de diverses technologies, dont la vidéo, sont de plus en plus en demande.

Cisco confirme que la croissance soutenue des plateformes de vidéo en streaming telles que Netflix, Hulu et Disney+ est une tendance dominante.

La fibre optique constitue l'élément clé de la révolution des télécommunications.

Sources : OCDE, 2020 ; analyse KPMG.

La fibre optique est essentielle au développement de la 5G

Poussée par la demande des consommateurs, les besoins des entreprises dont la transmission de données en temps réel et l'émergence de nouvelles applications, l'infrastructure réseau en fibre optique est nécessaire. Les installations de fibre optique jusqu'à la maison (FTTH) seront bien souvent fusionnées avec des initiatives de densification sans fil.

La densification de la fibre optique augmente

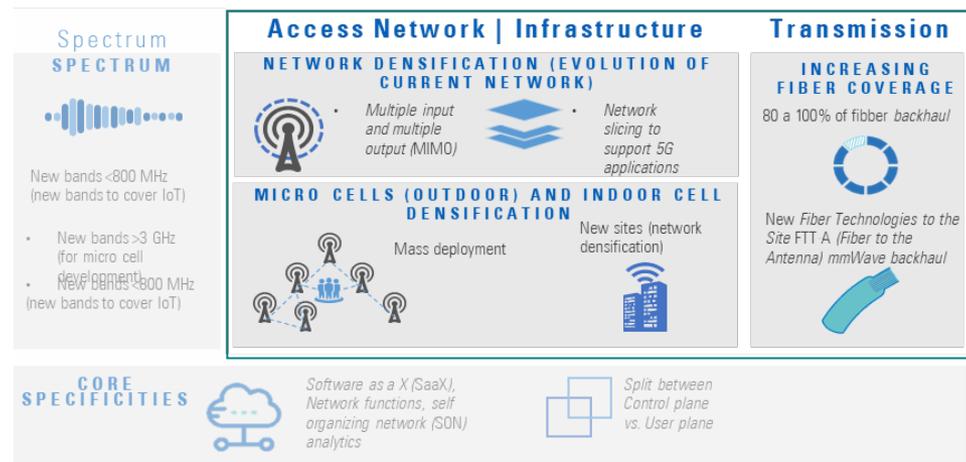
Tout comme le câblage structuré maximise l'efficacité du FTTH haut débit, l'infrastructure de fibre optique dans les villes est nécessaire pour maximiser l'efficacité des réseaux 5G haut débit.

Le potentiel de la 5G est limité par deux facteurs : sa faible portée et sa faiblesse à traverser les murs. Par conséquent, pour atteindre et maintenir des performances de pointe, il faudra des réseaux de raccordement denses peuplés de mini-tours et d'antennes pour soutenir une couverture 5G optimale.

Ces réseaux de collecte doivent transmettre et transférer les données en temps quasi réel afin d'atteindre la vitesse de la 5G. Les experts du secteur suggèrent que le câblage en fibre optique peut correspondre aux demandes de bande passante nécessaires pour soutenir correctement la 5G.

À mesure que les réseaux sans fil 5G se développent, la demande de densification par fibre optique augmentera.

L'évaluation des besoins en infrastructure tiendra compte des réseaux de base et d'accès (filaire, sans fil et mobiles).



La nouvelle génération de technologies sans fil (wireless) reposera sur une infrastructure filaire (wireline).

Sources : analyse KPMG.

Des entreprises spécialisées pour le traitement de données émergent

Bien que de nombreuses entreprises de télécommunications se soient lancées sur les marchés des centres de données et de l'infrastructure nuagique, on semble observer une volonté de découpler ces deux activités.

Une option peu utilisée



Verizon a acquis le fournisseur de centres de données Terremarkin pour 1,4 milliard de dollars. 8 ans plus tard (2016), la société a décidé que l'offre de services de colocation ne correspondait pas à son modèle économique et a vendu ses centres de données à Equinix pour 3,5 milliards de dollars.



AT&T a laborieusement accumulé un réseau de centres de données, pour ensuite les vendre à Brookfield Infrastructure pour 1,1 milliard de dollars en 2017. Brookfield les a relancés sous la forme d'un nouveau fournisseur de centres de données, Evoque.



CenturyLink a vendu 57 centres de données pour 2,3 milliards de dollars à un consortium qui est devenu un autre fournisseur autonome de centres de données, Cyttera.



Telefónica SA a vendu ses 11 centres de données à Asterion Industrial Partners pour 550 millions d'euros (600 millions de dollars).

Spécialisation de l'offre

L'émergence d'entreprises spécialisées dans le traitement de données s'explique en partie par une forte croissance du nombre de technologies nécessitant des centres de données et les coûts importants associés à leur construction et leur maintenance pour des entreprises non spécialisées.

Informatique de périphérie (Edge Computing)

L'Edge Computing joue un rôle central dans le développement des centres de données du futur. À mesure que les individus et les entreprises adoptent des solutions dites intelligentes, le besoin en informatique périphérique continue de croître. La décentralisation de la puissance de calcul a un impact direct sur le type de centre de données.

Informatique de périphérie + 5G

L'infrastructure Edge Computing + 5G réduit la latence du réseau en rapprochant les ressources de l'utilisateur/de la périphérie. Plutôt que d'accéder aux ressources du cloud dans un centre de données distant via un accès mobile (le modèle 4G), l'architecture EC/5G apporte les données et l'informatique distribuées à la périphérie du réseau 5G. Il s'agit donc d'une alternative aux centres de données classiques, et cela favorise le développement rapide d'applications liées à l'IA ou à l'IdO.

Cette solution pourrait également représenter une solution pour les zones rurales.

Avec l'avènement de la 5G et de l'IdO notamment, le traitement de la donnée doit se faire le plus près possible de son usage, d'où l'émergence de l'Edge Computing.

Sources : Data Center Dynamics 2022; Also, 2021 ; analyse KPMG.



Section 1. Le contexte

1.1 Les tendances qui influent sur l'offre et la demande en matière de transport et de traitement de données

— 1.1.1 Les tendances qui influent sur la demande

— 1.1.2 Les tendances qui influent sur l'offre

1.2 Les enjeux auxquels le Québec fait face dans le déploiement des réseaux de future génération

1.3 Les politiques gouvernementales observées à l'échelle nationale et internationale

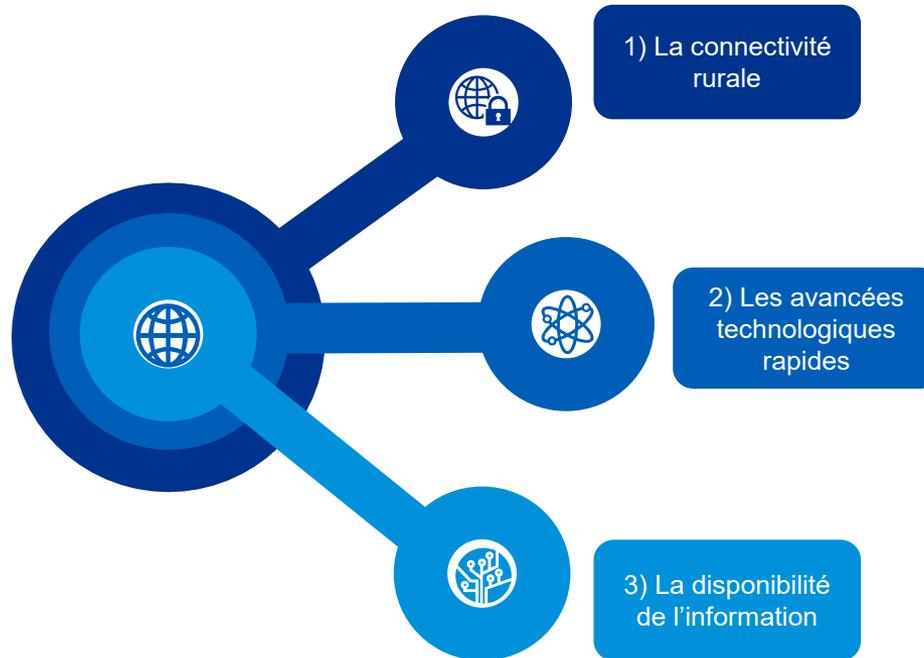
Section 1. Le contexte

Le Québec fait face à certains enjeux dans le déploiement des réseaux de future génération

Trois principaux enjeux ont été identifiés dans l'exercice de l'évaluation des besoins et de la capacité actuelle et future du Québec en matière de transport et de traitement de la donnée.

— Si ces enjeux ne sont pas spécifiques au Québec, celui sur la disponibilité de l'information touche à la nature sensible de celle-ci au Canada.

Enjeux de déploiement

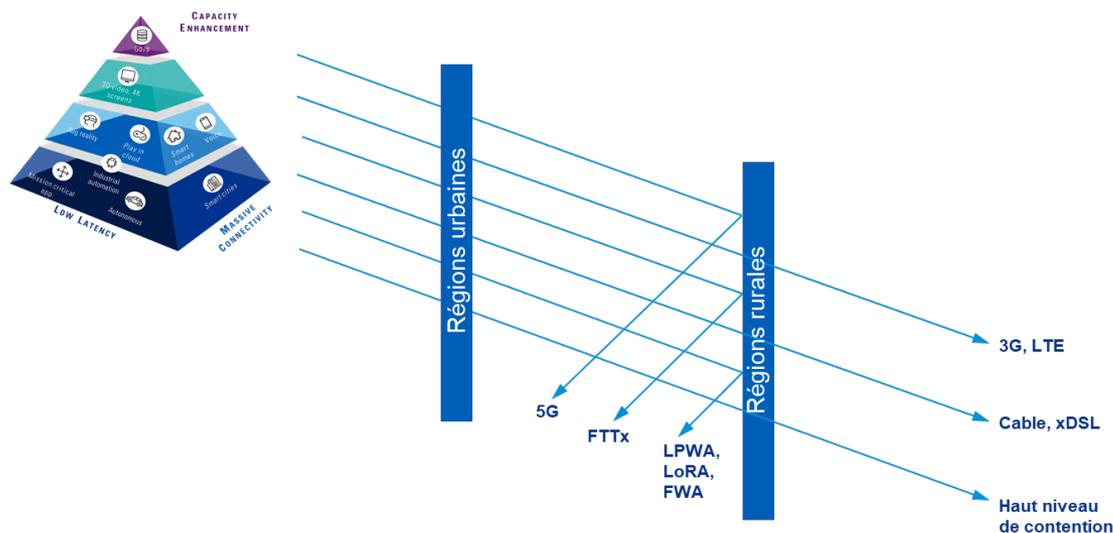


Les pages suivantes détaillent ces enjeux.

Source : analyse KPMG.

1 | L'état des réseaux en régions rurales nécessite une intervention publique

Plusieurs foyers en zone rurale n'ont toujours pas accès à Internet haute vitesse et la qualité des communications mobiles accuse un retard. Cette situation est attribuable à la nature même des infrastructures de télécommunication, la densité de la population et l'étalement du territoire.



Les zones non desservies peuvent être difficiles d'accès sur le plan géographique, que ce soit en raison de la topographie, de l'éloignement ou du climat, contribuant ainsi à l'augmentation des coûts de déploiement.

Le coût de déploiement de l'infrastructure augmente lorsque la distance entre les sites à raccorder augmente. Des études réalisées par le Europe's FTTH Council révèlent que le coût par habitation raccordée et connectée en région peu densément peuplée peut être entre 3 et 4 fois plus élevé qu'en région urbaine.

Les fournisseurs de services Internet priorisent les déploiements en zones urbanisées où les taux de rendement internes des projets seraient plus élevés au détriment des zones rurales.

L'écart du niveau de service entre certaines régions et selon le secteur d'activité pourrait justifier une intervention gouvernementale destinée à réduire les écarts.

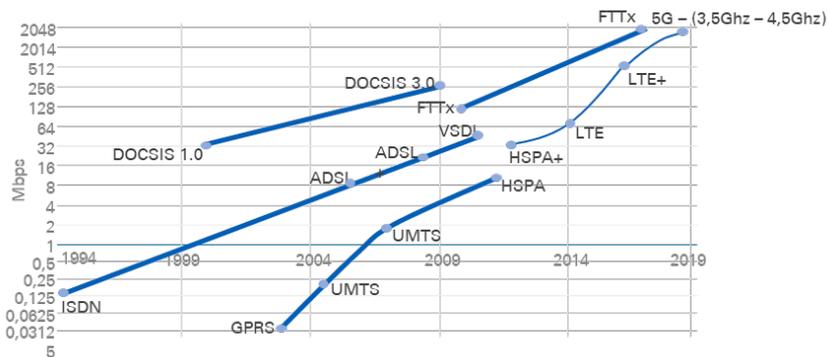
Le niveau actuel de déploiement des réseaux de télécommunication n'offre pas aux régions rurales un niveau de service similaire aux autres régions plus peuplées du Québec.

Source : analyse KPMG.

2 | Les avancées technologiques complexifient les exercices de planification (1/2)

La rapidité des avancées technologiques dans le domaine de l'IHD rend les exercices de planification difficiles pour l'ensemble des acteurs qu'ils soient privés ou publics.

Évolution des réseaux filaires et mobiles



Plus de fibre optique

La connectivité exige des investissements supplémentaires dans les infrastructures en fibre optique, non seulement pour les technologies sans fil, mais aussi pour les technologies mobiles. La 5G ne peut se déployer à l'aide des réseaux actuels qui ont recours aux liaisons par micro-ondes et même au satellite pour les réseaux 2G/3G et les réseaux d'urgence nationaux.

Les progrès technologiques au niveau de la demande (les diverses utilisations futures de l'IHD) et de l'offre (nouvelles technologies, gains de productivité et baisse des coûts) sont extrêmement rapides.

Que ce soit les technologies mobiles, sans fil, sans fil fixe, satellitaires, toutes font l'objet de recherche et développement pour en améliorer la performance (vitesse, latence, etc.), affectant les coûts de déploiement et la viabilité des différentes options.

L'évolution des architectures 4G pour la 5G ou même le déploiement de la fibre au niveau national pour garantir une couverture complète en fibre, nécessite des investissements élevés de la part des gouvernements du monde entier. C'est pourquoi des programmes numériques sont en cours de préparation en considérant un déploiement progressif avec des plans bien définis pour au moins 5 ans, en fonction des zones à couvrir, de la demande de zones couvertes et aussi de l'ambition numérique de chaque région. Cet exercice de planification est toutefois très complexe.

L'infrastructure 4G ne saurait suffire

Une partie du réseau 4G est basée sur des macrocellules avec une couverture géographique élevée, mais ce type de cellules aura du mal à fournir le type de couverture avec les exigences de faible latence et de bande passante élevée demandées par certaines applications et certains appareils 5G.

Les besoins au niveau de la demande et de l'offre en connectivité sont basés sur nos connaissances actuelles. Leur utilisation représente un défi compte tenu de la rapidité des changements des habitudes de consommation et de la technologie.

Sources : FWB 2018 ; Ofcom, 2021 ; analyse KPMG.

2 | Les avancées technologiques complexifient les exercices de planification (2/2)

Les développements technologiques influent à la fois sur l'offre et la demande.

Les développements technologiques influent sur la demande

Le caractère à la fois émergent, rapide et multidimensionnel des nouvelles technologies a une incidence sur les transformations sociales et économiques et rend difficile l'évaluation des besoins et de la demande.

Les réseaux 4G et 5G permettent de convertir les entrepôts, les aéroports, les immeubles en infrastructures dites intelligents. D'autres technologies comme la réalité augmentée et l'IdO donnent un accès aux données en temps réel tout au long de la chaîne de valeur et permettront l'exploitation d'un potentiel aujourd'hui difficile à évaluer.

Bien que *l'Edge Computing* puisse être utilisé dans un environnement 4G, sa combinaison avec les réseaux 5G et IA devrait permettre de nouvelles applications industrielles et accélérer l'adoption de modèles d'affaires propres à l'industrie 4.0.

Les nouvelles technologies au sein de secteurs critiques comme l'éducation, la santé et le transport (véhicule connecté) permettront aussi l'émergence d'une grande variété d'applications dont la croissance demeure complexe à chiffrer pour des années à venir.

Les développements technologiques influent sur l'offre

Les applications de plus en plus complexes, l'émergence de nouveaux usages et l'augmentation continue des besoins convergent vers la généralisation de l'usage du très haut débit.

Les opérateurs doivent donc non seulement investir dans la fibre optique, mais également dans l'achat de fréquences, dans l'infrastructure (antennes, réseaux et centres de données) et son déploiement (densification des cellules, fibrage des antennes, etc.) pour être en mesure d'offrir la 5G.

L'évolution des architectures 4G pour la 5G ou même le déploiement de la fibre au niveau national, pour garantir une couverture universelle, nécessite des investissements importants de la part des gouvernements. Les gouvernements planifient un déploiement progressif dans le cadre de stratégies pour les réseaux fixes et mobiles. Ces plans tiennent compte de la demande dans les zones à couvrir, dans les zones déjà couvertes et de l'ambition numérique de chaque secteur et région.

Le nombre de facteurs en jeu et d'acteurs intéressés combinés à une demande croissante et non linéaire rend l'exercice de planification très complexe pour tous les acteurs.

Source : analyse KPMG.

3 | La disponibilité de l'information est un obstacle

La connaissance de l'infrastructure IHD déployée et à venir est déficiente et ne facilite pas la prise de décision.

- L'information portant sur les infrastructures de transport et de distribution est généralement de nature concurrentielle : sites de déploiement, vitesses disponibles, caractéristiques de l'infrastructure, etc. Cette information est toutefois nécessaire à l'identification des besoins et à la planification des gouvernements dans les régions rencontrant un écart dans l'offre de services. Sans cette information et sans la collaboration des FSI, il est difficile pour le gouvernement d'estimer les besoins futurs en connectivité sur un territoire donné.
- Sans une cartographie mise à jour en temps réel, il devient difficile pour les autorités publiques d'évaluer précisément les besoins en connectivité d'un territoire donné et de limiter l'intervention gouvernementale aux zones souffrant de lacunes de marché. Simultanément, les autorités publiques détiennent des informations nécessaires à un déploiement accéléré de la part du secteur privé : infrastructures civiles disponibles, calendrier et planification des travaux, etc.
- La réglementation fédérale sur le partage d'information recueillie par le CRTC auprès des FSI ne prévoit pas le partage de cette information auprès des instances provinciales responsables de la planification du déploiement. Cette information est jugée confidentielle par le CRTC et ne peut ainsi être partagée.

L'information touchant les capacités des réseaux est un atout permettant d'orienter les actions gouvernementales et d'optimiser les investissements en infrastructure par les FSI.

Source : analyse KPMG.



Section 1. Le contexte

1.1 Les tendances qui influent sur l'offre et la demande en matière de transport et de traitement de données

— 1.1.1 Les tendances qui influent sur la demande

— 1.1.2 Les tendances qui influent sur l'offre

1.2 Les enjeux auxquels le Québec fait face dans le déploiement des réseaux de future génération

1.3 Les politiques gouvernementales observées à l'échelle nationale et internationale

Face aux enjeux de déploiement, les gouvernements étudiés interviennent

A) La connectivité rurale

La majeure partie de l'implication gouvernementale dans le support au déploiement de réseaux se concentre sur les zones rurales, où l'investissement privé peut être sous-optimal en raison des taux de rendement faibles des projets. Face à l'enjeu de sous-investissement privé dans l'infrastructure en zones rurales, les gouvernements utilisent plusieurs types de politiques : certaines afférentes à l'**offre**, certaines afférentes à la **demande**, et d'autres **réglementaires** (voir pages suivantes).

B) Les avancées technologiques rapides

Face aux avancées technologiques rapides, qui compliquent la planification nécessaire au déploiement de l'infrastructure IHD (notamment celle de transport et de traitement des données), les gouvernements adoptent typiquement une approche de **neutralité technologique**, où le choix des technologies à utiliser dans le déploiement est laissé au secteur privé. Certaines exceptions à ce principe font toutefois apparition (voir pages suivantes).

C) La disponibilité de l'information

Face à l'enjeu de disponibilité des données, qui freine le déploiement de l'infrastructure IHD (dont celle de transport et de traitement de données), les gouvernements emploient des politiques pour favoriser la **transparence**. Ces politiques visent à améliorer l'accès et le partage d'information entre les différentes parties prenantes impliquées dans le déploiement d'infrastructure d'IHD. On compte parmi celles-ci des mesures quant à l'accès aux données de couverture, d'utilisation et de vitesses des services disponibles, la mise en place de standards techniques et la cartographie de l'infrastructure actuelle et planifiée.

Les constats présentés dans cette section sont tirés de l'exercice de balisage des approches adoptées pour le déploiement de l'IHD par les gouvernements à l'échelle nationale et internationale, effectué par KPMG dans une étude parallèle à celle-ci (« étude comparative des mesures gouvernementales mises de l'avant à l'échelle nationale et internationale afin d'assurer la desserte en IHD aux populations »).

L'exercice de balisage couvrait **neuf juridictions** : la Colombie-Britannique et l'Ontario pour le Canada, les États-Unis, l'Irlande, le Royaume-Uni, la Suède, la France, la Corée du Sud et l'Australie.

Les pages suivantes proposent des exemples de politiques et approches adoptées par les pays étudiés pour répondre à chacun des enjeux identifiés

Source : analyse KPMG.

Les politiques gouvernementales favorisent le déploiement du réseau IHD en zones rurales

Dans le but de pallier aux faibles investissements privés en zones rurales et afin d'assurer de répondre à la demande en connectivité, les gouvernements à travers le monde utilisent de nombreuses politiques.

- **Politiques afférentes à l'offre** : les politiques relatives à l'offre visent à promouvoir la mise en place de l'infrastructure de réseau sur laquelle les services à large bande peuvent être fournis. On compte parmi ces politiques les subventions auprès des opérateurs et des fournisseurs de service pour le déploiement de l'infrastructure, les partenariats public-privé (PPP), le financement direct de l'infrastructure, les mesures fiscales, etc.
- **Politiques afférentes à la demande** : les politiques relatives à la demande visent à sensibiliser et à promouvoir l'adoption des services à large bande afin que plus d'individus et d'entreprises y aient recours. On compte notamment parmi les politiques du côté de la demande des subventions aux consommateurs et aux entreprises, des mesures d'agrégation de la demande, des mesures fiscales, des campagnes de sensibilisation et des efforts de numérisation des services publics.
- **Politiques réglementaires et organisationnelles** : les politiques réglementaires et organisationnelles visent principalement à réduire les obstacles légaux et administratifs liés au déploiement de l'infrastructure ainsi qu'à coordonner les efforts de diverses parties prenantes (secteur privé, secteur public, régulateur, etc.). On compte parmi ces politiques des mesures législatives ou réglementaires favorisant l'accès aux infrastructures publiques ou la compétitivité sur le marché de gros ou de détails d'IHD, l'ajout d'obligations de couverture et de services dans le processus d'allocation de fréquences, des mesures pour encourager le partage d'infrastructures actives ou passives, la mise sur pied de comité de travail ou d'instances de gouvernance et la rédaction de plans nationaux et de stratégie pour la connectivité, etc.

Les politiques mises en place tentent de faciliter le déploiement du réseau IHD dans les meilleures conditions.

Source : analyse KPMG.

Un déploiement réussi dépend d'une combinaison de mesures

L'expérience des pays étudiés suggère qu'une stratégie de déploiement réussie requiert l'utilisation simultanée et coordonnée des diverses familles de politiques, selon les problématiques locales identifiées

- Les chefs de files en connectivité ont tendance à avoir une approche globale, portant une attention particulière à la coordination de mesures du côté de l'offre et de la demande pour ne pas dédoubler les efforts.

Schématisation de l'arrimage des différentes familles de politiques



Les pays performants dans le déploiement d'infrastructures offrant du haut débit ont adopté une approche globale agissant à la fois sur l'offre et de la demande.

Source : analyse KPMG.

La neutralité technologique dans le déploiement de l'infrastructure

L'ensemble des pays étudiés adopte le principe de neutralité technologique dans l'attribution de soutien financier, laissant aux entreprises privées le choix de la technologie à déployer selon le modèle d'affaires ou la zone à couvrir.

- Toutefois, un certain nombre de pays soutiennent expressément le déploiement de la fibre optique (FTTP/FTTH) pour le réseau de transport. Selon eux, le soutien à la fibre ne viole pas le principe de neutralité technologique, car toutes les solutions de connectivité futures, y compris les réseaux mobiles, nécessitent la fibre.
- Les boîtes ci-dessous offrent des exemples d'approches adoptées par différents pays étudiés quant aux choix technologiques pour le déploiement.

Irlande : National Broadband Plan

Dans son plan, l'Irlande vise à :

- Assurer une couverture à 100% du haut débit afin de remédier de manière concluante aux déficits de connectivité dans toute l'Irlande ;
- Déployer une infrastructure capable de répondre aux demandes actuelles et futures de bande passante ;
- Adopter un processus de sélection neutre du point de vue technologique qui attire plusieurs soumissionnaires sur des plateformes concurrentes afin de garantir un bon rapport qualité-prix.

Royaume-Uni : Gigabit Program

Le Royaume-Uni vise à permettre le déploiement d'un réseau d'internet haut débit à capacité Gigabit dans le but de desservir 85% des locaux avec du haut débit d'une vitesse de $\geq 1\,000$ Mbit/s d'ici 2025.

Pour ce faire, le gouvernement entend :

- Supporter financièrement le déploiement de la fibre complète (FTTH) pour remplacer le réseau téléphonique et progressivement remplacer les réseaux mobiles 2G et 3G par des réseaux 4G/5G sans interrompre le service offert.

Les technologies éligibles au soutien gouvernemental sont :

- La technologie à fibre complète – FTTP ;
- Le haut débit par câble (DOCSIS 3.1 et plus) ;
- Les futurs réseaux 5G.

États-Unis : National Broadband Plan

Standards de connectivité et neutralité technologique : Les États-Unis représentent un exemple des risques associés à l'application du concept de neutralité technologique lorsque le standard de haut débit est relativement bas. Le standard fédéral de haut débit aux États-Unis est de 25 Mbit/s / 3 Mbit/s (10/1 jusqu'à 2015), ce qui est considéré comme insuffisant par des experts pour répondre aux besoins de connectivité futurs (Falcon, 2020). Dans ce contexte, l'approche de neutralité technologique des États-Unis tend à favoriser le déploiement de technologies moins performantes comme la DSL, et non les technologies évolutives permettant de répondre aux besoins futurs de connectivité comme la fibre.

Sources : Gouvernement de l'Irlande, 2022 ; gouvernement du Royaume-Uni 2022 ; gouvernement des États-Unis, 2012 ; analyse KPMG.

Des politiques publiques spécifiques pour le déploiement de réseaux 5G

Les spécificités techniques des réseaux 5G requièrent des politiques adaptées. Le balisage a permis l'identification de pratiques favorisant l'accélération du déploiement de ces réseaux de manière efficace et sécuritaire.

Déploiement de l'infrastructure et accès au spectre :

Les gouvernements travaillent à libérer le spectre, souvent considéré comme l'élément vital des réseaux sans-fil et prennent des mesures pour faciliter le déploiement de la 5G.

- Prioriser la libération d'un spectre supplémentaire pour la 5G
- Promouvoir des bandes de fréquences harmonisées au niveau mondial
- Utiliser un financement public ciblé pour compléter les investissements du secteur privé et accélérer le déploiement de l'infrastructure 5G
- Envisager des réformes réglementaires et d'octroi de licences (conçues pour les réseaux mobiles d'anciennes générations) pour accélérer le déploiement de l'infrastructure 5G

Innovation et investissements :

Les gouvernements garantissent un environnement qui soutient l'innovation, permet la concurrence sur le marché, garantit une main-d'œuvre qualifiée et exploite le pouvoir de transformation de la 5G.

- Inciter les investissements privés et publics en R&D pour de nouvelles technologies, de nouvelles utilisations de la 5G et les normes associées
- Soutenir des solutions ouvertes et interopérables pour les réseaux 5G
- Investir dans la formation de la main-d'œuvre
- Assurer la libre circulation des données à travers les frontières

Sécurité :

L'augmentation marquée de la capacité et de la vitesse des réseaux, associée à un plus grand nombre d'appareils connectés, crée davantage d'enjeux de sécurité pour les réseaux. Les gouvernements agissent afin d'en assurer la sécurité.

- Identifier les menaces qui pèsent sur l'écosystème de la 5G, au-delà de celles associées à la chaîne d'approvisionnement et à l'équipement
- Assurer une collaboration étroite entre les gouvernements et l'industrie

Normes :

Les gouvernements jouent un rôle important en soutenant l'élaboration de normes menées en grande partie par l'industrie, en y participant et en veillant à ce que les politiques de leur pays s'alignent aux normes mondiales.

- Soutenir des normes ou des spécifications techniques 5G harmonisées au niveau mondial
- Défendre et promouvoir de bonnes pratiques dans tous les forums où des normes et des spécifications sont élaborées.

Une approche concertée entre différents niveaux de gouvernement et l'industrie est primordiale dans le déploiement des réseaux IHD futurs.

Sources : ITIC, 2022 ; analyse KPMG.

Les gouvernements tentent d'améliorer la diffusion de l'information entre les parties prenantes

Les politiques de transparence visent à améliorer l'accès et le partage de l'information entre les gouvernements, le secteur privé et les autres parties prenantes impliquées dans le déploiement d'infrastructure d'IHD

- L'ensemble des juridictions, à des degrés divers, adoptent des mesures pour favoriser le partage de l'information. Les meilleures pratiques étudiées incluent : la publication ouverte des données de couverture des opérateurs, la multiplication des sources d'information dans l'exercice de cartographie de la couverture actuelle et planifiée (secteur privé, secteur public, régulateur, communautés, etc.) et le partage d'informations sur l'infrastructure civile et passive disponibles.

Exemples de politiques de transparence adoptées dans les pays étudiés

Le Open Market Review et Public Review au Royaume-Uni

Avant d'intervenir dans une zone donnée, le gouvernement anglais prend part à des consultations réunissant, dans un premier temps, l'industrie, qui se doit de partager les capacités de leurs réseaux actuels et leurs plans de déploiement dans les 3 prochaines années. Le gouvernement consulte également avec les communautés et le public afin d'identifier les zones où les services sont jugés comme inadéquats. Le gouvernement n'intervient ensuite que dans les zones « blanches » où les services disponibles sont inadéquats et pour lesquelles il n'existe pas de plans de déploiement prévus par le privé.

Partage de l'information sous huis clos aux États-Unis

L'État de la Géorgie a mis en place un processus de partage de l'information sous huis clos, où les opérateurs sont appelés à divulguer l'information sur leur réseaux actuels et planifiés. L'État s'engage à ne pas diffuser l'information.

Sources : Gouvernement du Royaume-Uni, 2022 ; analyse KPMG.



Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

2.1 Le survol de la méthodologie utilisée dans le cadre des travaux

- **2.1.1 L'approche globale**
- 2.1.2 La modélisation de la demande
- 2.1.3 La modélisation de l'offre

2.2 Les résultats

- 2.2.1 La définition des variables estimées
- 2.2.2 Les résultats en matière d'écart de capacité à combler
- 2.2.3 Les résultats en matière d'investissements nécessaires

L'approche à la modélisation

L'exercice de modélisation vise à prévoir la demande future en connectivité au Québec et à évaluer la capacité du réseau à y répondre sur les horizons temporels de 2020-2025 et de 2025-2030.

- Un modèle a été développé afin d'évaluer la demande actuelle et future en connectivité (voir méthodologie « demande ») ;
- Quatre modèles différents ont été développés afin d'évaluer la capacité du réseau à y répondre, soit 1 pour chacun type de réseau (dorsale, fixe, mobile et sans-fil fixe).

Deux scénarios de demande ont été modélisés et analysés

- Un **scénario de base** reposant sur les investissements récents des FSI et l'analyse des tendances relatives à la demande considérées comme raisonnables par les experts de l'industrie ; et
- Un **scénario où une percée technologique** accélère la croissance du nombre d'appareils connectés ainsi que les débits nécessaires à leur bon fonctionnement (« scénario percée technologique »).

Les résultats sont détaillés par verticale de croissance (16), par région administrative (17) et par type de réseau (4), permettant une analyse granulaire des besoins et de la capacité du réseau au Québec

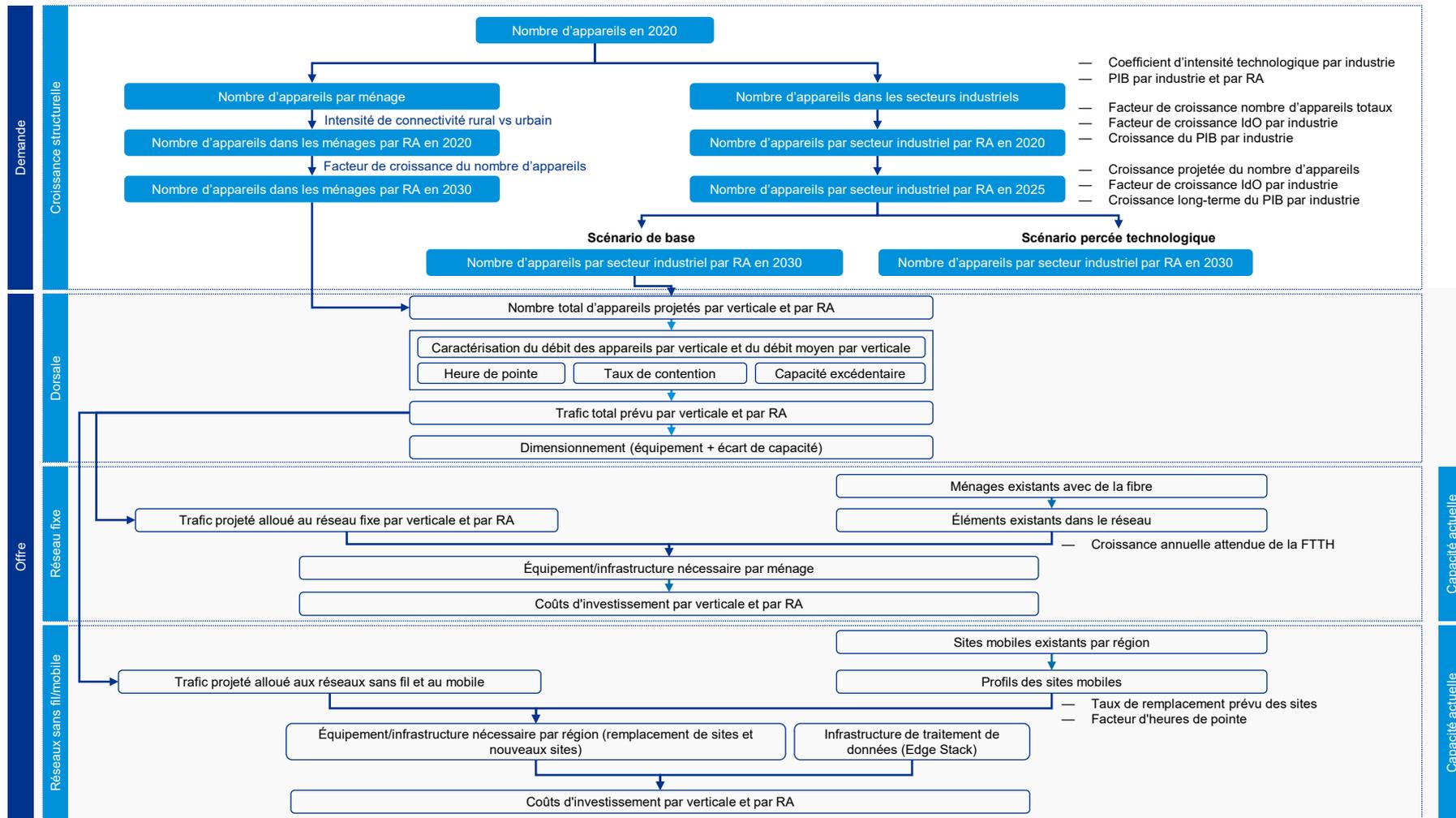
- **Verticales** : 16 verticales de croissance de la demande ont été identifiées, 15 pour les secteurs industriels de l'économie (SCIAN) et un pour la demande provenant des ménages. La section 2.1.2 présente la méthodologie et les hypothèses sur lesquelles repose l'estimation de la demande actuelle et future pour chacune des verticales.
- **Régions administratives** : Le contexte géographique, économique et social de chacune des régions administratives du Québec a été pris en compte dans l'évaluation de la demande actuelle et future, et ce, par verticale.
- **Type de réseau** : Chaque type de réseau comporte des contraintes qui lui sont propres et a fait l'objet d'une analyse approfondie. La section 2.2.1 ainsi que les annexes détaillent la méthodologie et les hypothèses sur lesquelles repose l'analyse.

Les résultats sont présentés en matière d'écart de capacité Mbit/s (section 2.2.1) et d'investissements requis pour les combler (section 2.2.2)

Le schéma à la page suivante présente le cadre d'analyse et les variables clés considérées

Source : analyse KPMG.

Le cadre d'analyse



Source : analyse KPMG.

Les principales hypothèses

La modélisation repose sur un certain nombre d'hypothèses. En particulier :

- Les technologies de l'information et des communications évoluent très rapidement tant au niveau de l'offre que de la demande. Des écarts notables entre les hypothèses détaillées dans les prochaines pages (et en annexes) et l'évolution des technologies observées au cours de la prochaine décennie pourraient avoir un impact à la hausse ou à la baisse sur les investissements requis pour répondre aux besoins de capacité du réseau québécois.
- L'offre de capacité de transport de données est évaluée de façon itérative à partir des estimations de la consommation courante et de la demande future. Elle n'est pas basée sur des données des opérateurs du réseau réel. Des écarts entre la capacité réelle et estimée sont à prévoir.
- Le modèle utilise des paramètres contemporains pour évaluer les coûts en investissement requis d'ici 2030. En d'autres mots, fournir une capacité additionnelle donnée en 2030 coûterait le même montant qu'en 2022.
 - Selon les diverses sources consultées, la possibilité que des évolutions technologiques permettent une baisse des coûts de déploiement est pratiquement assurée. À ces fins, la capacité de la fibre est très prometteuse pour permettre un réseau évolutif à des coûts économiquement viables.
 - Pour ces raisons, une hypothèse du scénario de percée technologique prévoit que l'addition de capacité se fera avec un gain d'efficacité de 25% entre 2025 et 2030, ce qui est considéré comme conservateur par les experts consultés. En effet, une fois l'infrastructure IHD mise en place, le prix du déploiement par unité de capacité (Mbit/s) diminue de façon importante selon deux facteurs : 1) certains coûts fixes non récurrents permettent l'ajout d'une capacité importante et 2) le coût des équipements même diminuerait de l'ordre de 20% par année (Huawei, 2020)
 - L'utilisation d'estimations conservatrices permet de fournir une évaluation dans la fourchette supérieure du coût total de déploiement de la capacité projetée.

Les projections à compter de 2025 sont plus sensibles aux hypothèses

- Tout effort de projection sur le long terme est sujet à des marges d'erreur plus importantes.
- Ceci est particulièrement vrai dans le cas où les gains en efficacité technologique ont connu des taux de croissance importants au cours des dernières décennies (loi de Moore).
- La probabilité qu'une percée technologique ait lieu dans une année donnée est relativement faible, mais au fil du temps elle s'accroît et contribue à l'apparition d'un point de discontinuité dans les besoins en capacité.

Les besoins estimés en investissement doivent être considérés avec prudence. Une étude plus précise réalisée en étroite collaboration avec les FSI serait nécessaire pour augmenter la fiabilité des prévisions.

Source : Huawei, 2020 ; analyse KPMG.

Le scénario alternatif : l'avènement d'une percée technologique

La paramétrisation du scénario de percée technologique est basée sur une revue de la littérature d'évènements similaires passés. Les principales variables d'intérêt sont :

- La croissance au niveau du nombre d'appareils connectés dans les secteurs industriels où il est prévu une explosion du nombre d'appareils en tout genre, mais dont la majorité demandera peu de débit (des capteurs, détecteurs, etc.); et
- La croissance au niveau du débit par appareil dans les ménages, où les données historiques suggèrent une stagnation du nombre d'appareils, mais un accroissement du débit nécessaire à leur fonctionnement optimal (notamment attribuable à la demande croissante en vidéo haute résolution en temps réel, la réalité augmentée, la réalité virtuelle, les jeux vidéo de plus en plus immersifs, etc.).
- La modélisation de ces deux scénarios permet de soumettre l'environnement existant à des tests de résistance et à assurer que les investissements dans les infrastructures seront en mesure de soutenir les besoins en capacité de transport de données.
- Le tableau ci-dessous présente les écarts associés aux hypothèses formulées dans le scénario de base et dans le scénario avec percée technologique.

Appareils	Croissance annualisée du nombre d'appareils de 26,3% (contre 21,4% dans le scénario de base) pour les secteurs industriels.
Débits	<p>Dorsale :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Augmentation de la proportion des appareils requérant l'intervalle le plus élevé de consommation de débit, résultant en une augmentation annuelle du débit de 10,4% du côté industriel et de 12,4% du côté des ménages entre 2025 et 2030 par rapport au scénario de base. — Gain d'efficacité de 25% des équipements sur la période, ce qui représente une économie proportionnelle de coûts pour fournir une capacité additionnelle donnée. Il est probable que d'importants gains en efficacité soient réalisés sur 10 ans, d'autant plus dans l'éventualité d'un scénario avec percée technologique. <p>Fixe :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Augmentation de la vitesse de déploiement du FTTH pour atteindre 98% des ménages couverts en 2025 et 100% en 2030 (contre le scénario de base dans lequel ces proportions atteignent respectivement 80% et 95%). <p>Sans-fil :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Augmentation proportionnelle des liaisons descendantes et des liaisons montantes par appareil en raison de l'augmentation du débit par appareil. <p>Edge Core :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Augmentation proportionnelle basée sur la hausse des sites dimensionnés dans le modèle sans fil.

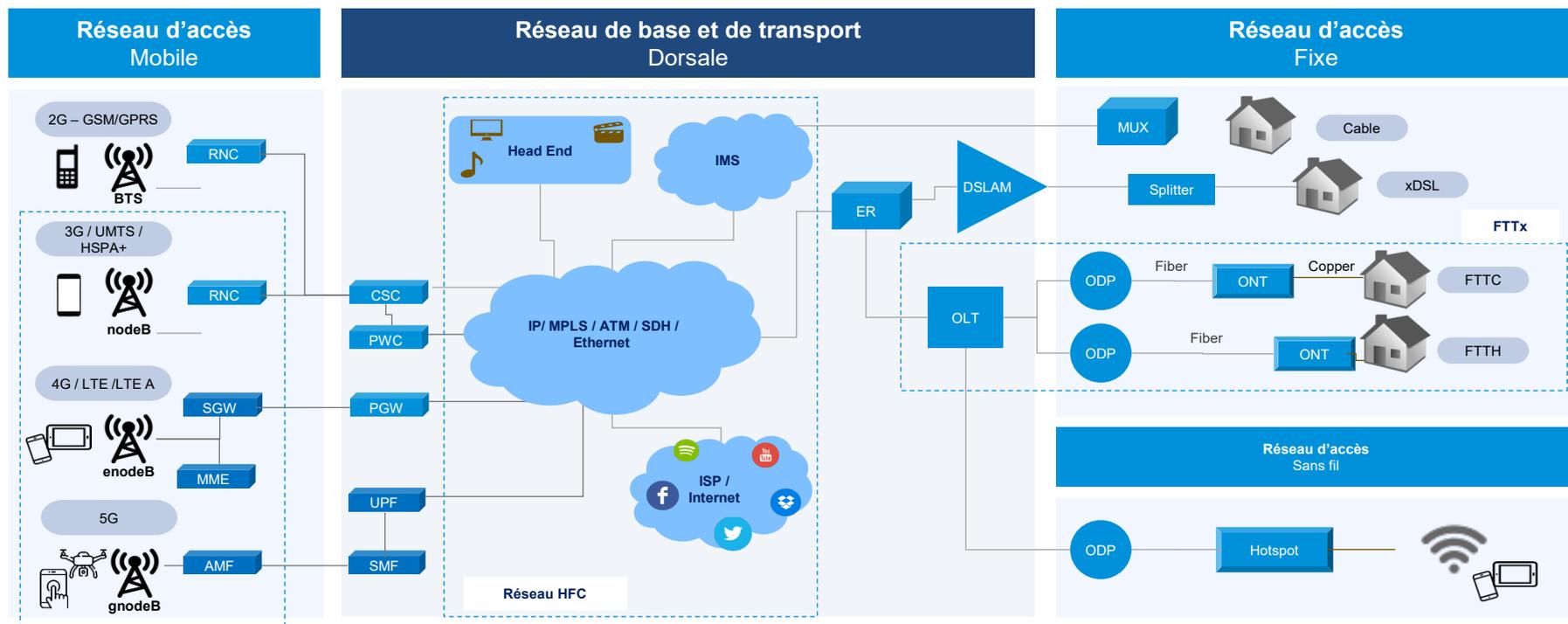
Le scénario percée technologique sert à mettre un plafond aux dépenses nécessaires pour répondre à la demande en 2030.

Sources : IoT Analytics – Cellular IoT & LPWA Connectivity Market Tracker 2010-2025 ; analyse KPMG.

Les modèles de l'offre prennent en considération la dorsale et les réseaux d'accès

Afin d'estimer l'investissement requis par le Québec pour répondre aux besoins futurs en connectivité, il faut considérer l'ensemble des éléments composant le réseau, soit l'infrastructure d'accès (technologies filaires et sans fil) requise pour que les appareils se connectent au réseau, l'infrastructure centrale (ou dorsale) permettant la connexion de ces appareils au reste de l'Internet et une dimension EDGE (Edge Stack) pour le traitement de données.

Schématisation des réseaux considérés



Source : analyse KPMG.



Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

2.1 Le survol de la méthodologie utilisée dans le cadre des travaux

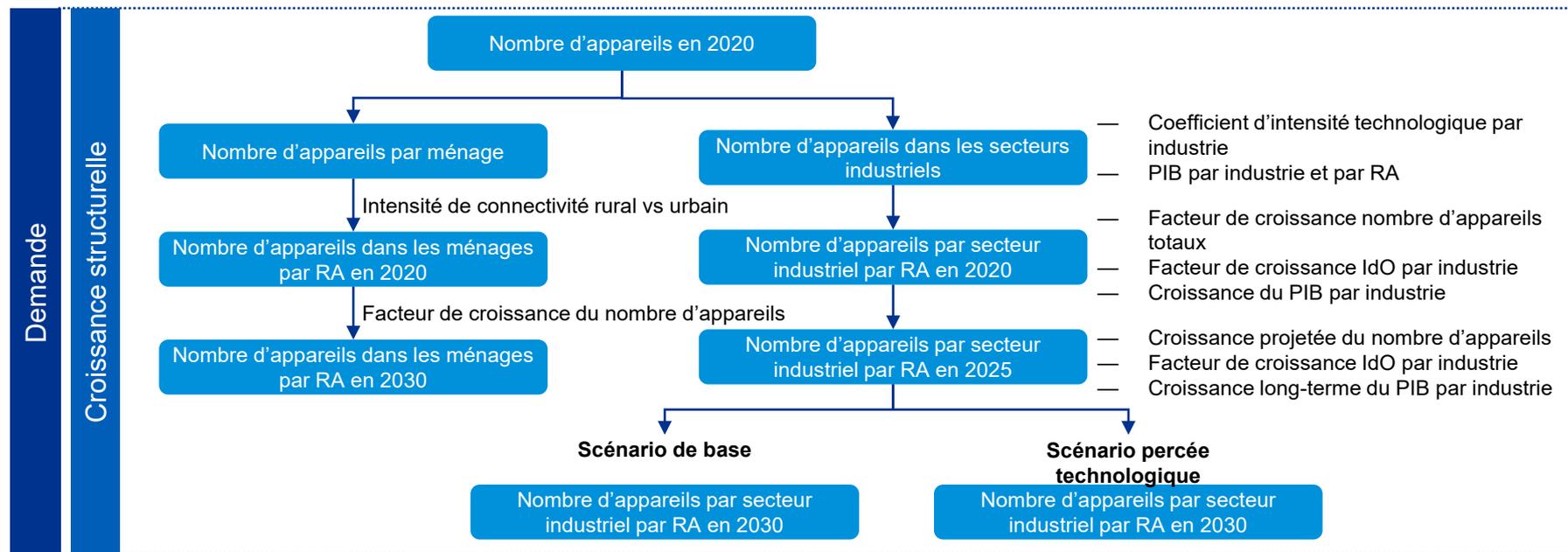
- 2.1.1 L'approche globale
- **2.1.2 La modélisation de la demande**
- 2.1.3 La modélisation de l'offre

2.2 Les résultats

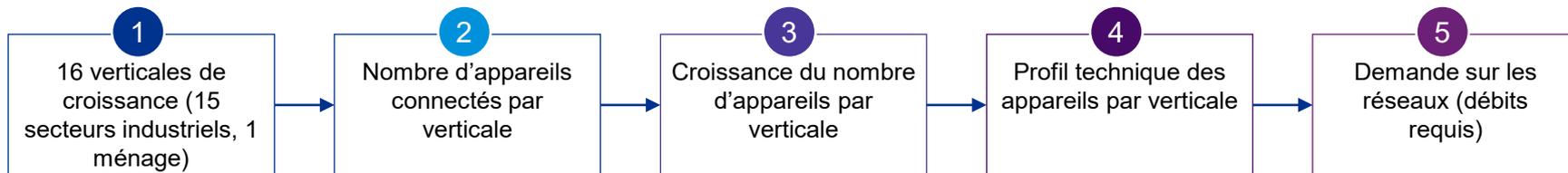
- 2.2.1 La définition des variables estimées
- 2.2.2 Les résultats en matière d'écart de capacité à combler
- 2.2.3 Les résultats en matière d'investissements nécessaires

L'exercice de modélisation de la demande

Le premier modèle vise à estimer la demande actuelle et future au Québec.



Étapes de modélisation présentées dans les pages qui suivent



Source : analyse KPMG.

Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

1 | La demande en connectivité est générée par 16 verticales de croissance qui représentent les secteurs économiques du Québec

Chaque secteur a des besoins de connectivité spécifiques, sollicitant le réseau différemment

- 15 des 16 vecteurs identifiés suivent le système de classification des industries nord-américaines (SCIAN).
- Le dernier vecteur comprend l'usage des consommateurs, soit la demande générée par les foyers.

Verticales de croissance considérées

<p>1 Ressources naturelles</p> 	<p>2 Services publics</p> 	<p>3 Construction</p> 	<p>4 Fabrication</p> 
<p>5 Commerce de gros et de détail</p> 	<p>6 Transport et entreposage</p> 	<p>7 Finances, assurances et services immobiliers</p> 	<p>8 Services professionnels, scientifiques et techniques</p> 
<p>9 Services administratifs et gestion d'entreprises</p> 	<p>10 Services d'enseignement</p> 	<p>11 Soins de santé et assistance sociale</p> 	<p>12 Information, industrie culturelle et loisirs</p> 
<p>13 Services d'hébergement et de restauration</p> 	<p>14 Autres services (sauf admin. publiques)</p> 	<p>15 Administrations publiques</p> 	<p>16 Ménages</p> 

Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.

Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

2 | La demande est estimée à partir du nombre d'appareils connectés aux réseaux, par verticale et par région

Les 17 régions du Québec présentent des spécificités liées non seulement à leur démographie (demande des ménages), mais aussi quant aux besoins des secteurs d'activité.

- Les hypothèses développées pour projeter les besoins en capacité (voir Annexe 1.1 concernant la demande) permettent de dériver un nombre d'appareils par verticale et par région.

Nombre d'appareils par verticale et par région administrative en 2020

Région administrative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total par RA
Bas-Saint-Laurent	41 732	n.d.	53 526	63 473	109 768	16 774	72 585	82 427	18 757	54 870	93 478	91 808	8 056	16 623	29 978	954 308	1 708 163
Saguenay–Lac-Saint-Jean	39 534	n.d.	88 450	115 901	142 480	19 912	107 223	208 734	38 729	76 423	145 132	166 441	12 311	25 524	48 158	1 364 853	2 599 805
Capitale-Nationale	25 693	159 223	186 770	160 043	435 104	79 177	819 925	920 929	182 957	265 539	434 302	745 470	42 818	37 801	378 779	3 730 419	8 604 949
Mauricie	11 642	n.d.	66 175	107 172	108 571	22 658	157 963	147 923	46 643	52 411	130 777	160 651	14 635	15 363	43 277	1 342 500	2 428 361
Estrie	35 738	n.d.	96 670	157 130	128 352	23 987	127 604	253 225	54 510	112 378	166 935	202 120	12 648	20 057	48 640	1 645 980	3 085 974
Montréal	28 784	664 989	488 437	971 974	1 574 561	365 307	3 318 548	4 991 146	673 334	992 091	1 318 382	3 785 910	138 617	176 525	474 823	10 244 553	30 207 981
Outaouais	16 333	n.d.	124 657	35 009	132 063	26 329	175 087	188 919	57 560	103 347	133 337	238 639	13 018	21 309	283 334	1 975 041	3 523 982
Abitibi-Témiscamingue	69 777	140 379	55 295	35 181	89 072	15 649	81 927	82 023	26 911	48 629	65 751	n.d.	6 047	12 379	24 471	715 888	1 469 379
Côte-Nord	55 473	n.d.	61 134	68 205	80 240	23 923	80 513	n.d.	33 514	57 222	107 127	n.d.	9 880	11 463	39 279	438 111	1 066 084
Nord-du-Québec	27 736	n.d.	30 567	34 103	40 120	11 961	40 257	n.d.	16 757	28 611	53 563	n.d.	4 940	5 732	19 639	218 166	532 152
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	14 528	n.d.	27 240	24 705	49 731	9 594	n.d.	n.d.	n.d.	30 597	65 874	100 241	4 379	7 005	25 878	428 493	788 265
Chaudière-Appalaches	44 734	n.d.	152 040	228 351	191 552	37 767	322 170	268 998	39 114	94 671	185 754	132 838	14 565	27 849	79 288	2 094 500	3 914 191
Laval	n.d.	113 740	100 005	115 057	228 537	59 170	334 272	355 134	91 729	85 715	186 738	338 563	13 352	16 973	62 785	2 190 851	4 292 621
Lanaudière	21 351	n.d.	140 274	149 378	191 224	52 166	191 701	231 118	62 002	91 315	186 769	194 455	17 162	25 737	51 325	2 577 792	4 183 769
Laurentides	20 843	183 434	224 804	155 757	271 260	55 382	333 076	349 752	112 631	140 852	229 576	554 692	21 882	33 260	101 462	3 084 537	5 873 200
Montérégie	92 105	399 491	455 843	527 395	748 822	175 936	1 098 666	1 181 288	220 803	337 879	568 455	1 263 819	48 759	97 352	225 679	7 827 672	15 269 964
Centre-du-Québec	57 358	n.d.	64 090	164 366	108 738	22 803	46 828	154 974	28 053	54 616	111 384	117 112	9 409	12 135	29 735	1 217 461	2 199 062
Total par verticale	603 360	1 661 257	2 415 977	3 113 201	4 630 196	1 018 494	7 308 346	9 416 591	704 007	2 627 167	4 183 334	8 092 759	392 479	563 088	1 966 529	42 051 125	91 747 910

n.d. : représente des régions pour lesquelles les informations relatives au vecteur ne sont pas disponibles.

Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.

3 | Les hypothèses de croissance du nombre d'appareils varient par verticale

Le modèle de la demande estime la croissance du nombre d'appareils pour chaque verticale et dans chaque région administrative en 2020, 2025 et 2030.

- L'exercice offre un scénario dans lequel une percée technologique augmente considérablement le nombre d'appareils connectés et sollicite davantage le réseau à compter de 2025 (voir Annexe 1.1 pour les hypothèses sous-jacentes) ;
- La répartition du nombre d'appareils projetés par secteur et région administrative pour l'ensemble des années est présentée à l'Annexe 4.
- Le poids des différentes verticales est appelé à évoluer au cours de la décennie :
 - Le nombre d'appareils connectés des ménages à l'échelle du Québec sera relativement stable et suivra la croissance des ménages. Le poids des ménages dans l'ensemble des appareils connectés passerait de 46% en 2020 à 24% en 2025, puis à 12% en 2030 dans le scénario de base (8% dans le scénario avec une percée technologique).
 - À l'inverse, deux secteurs se démarqueraient de façon considérable :
 - Le secteur des finances, assurances et services immobiliers, avec 8% des appareils connectés en 2020, verrait cette proportion passer à 14% en 2025, puis à 19 ou 20% en 2030, selon le scénario retenu.
 - Des constats similaires sont projetés pour le secteur des services professionnels, avec un poids relatif dans le total des appareils connectés qui passerait de 10% en 2020, à 14% en 2025 et 15% ou 16% en 2030, selon le scénario retenu.

Nombre d'appareils par verticale en 2020, 2025 et 2030 (scénario de base et scénario percée technologique)

Appareils totaux	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total par année
2020	603 360	1 661 257	2 415 977	3 113 201	4 630 196	1 018 494	7 308 346	9 416 591	1 704 007	2 627 167	4 183 334	8 092 759	392 479	563 088	1 966 529	42 051 125	91 747 910
2025	1 441 554	3 996 279	3 762 562	6 805 528	14 763 090	1 718 247	24 497 732	24 511 912	3 670 083	6 204 412	13 597 147	19 179 191	982 281	1 295 033	4 825 431	43 543 664	174 794 146
2030 – Scénario de base	3 392 609	9 701 909	7 386 506	15 859 565	42 998 348	3 589 042	75 742 307	60 099 966	10 020 122	14 835 699	38 997 586	46 908 787	2 372 936	3 302 753	11 427 754	45 089 179	391 725 068
2030 – Percée technologique	4 948 199	14 251 055	10 457 549	23 052 221	64 527 352	5 135 220	113 871 281	88 280 350	14 718 476	21 775 753	58 244 309	68 903 934	3 485 586	4 851 387	16 786 135	45 089 179	558 377 986

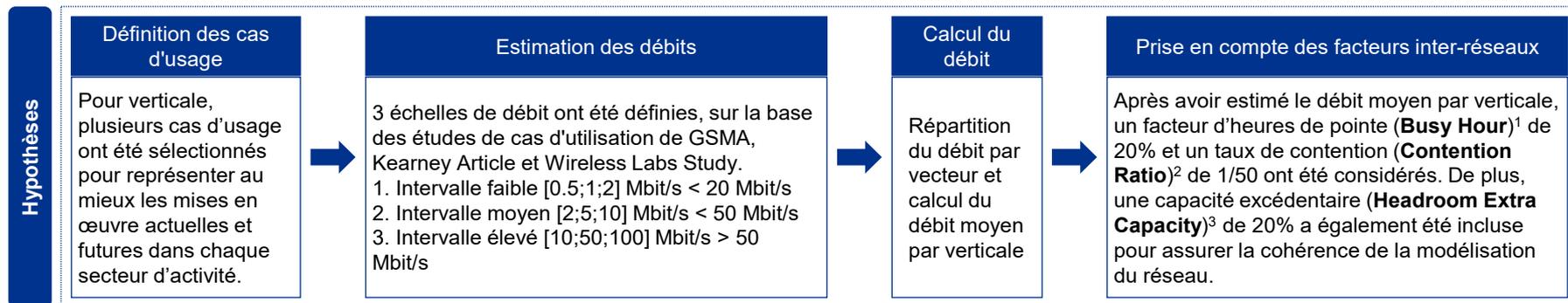
Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.

4 | La consommation de données varie selon le profil technique des appareils, qui est différent d'une verticale à l'autre

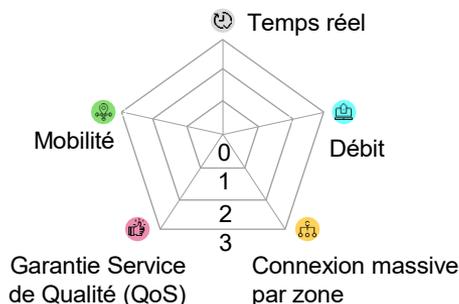
Une fois le nombre d'appareils courants et futurs estimés, le modèle détermine la consommation de données par appareils selon leur profil technique moyen par verticale.

— Les principales hypothèses quant au profil technique des appareils sont présentées ci-dessous.

Hypothèses du profil technique des appareils



Demande d'infrastructure de réseau



Pour l'évaluation des besoins en réseau par type d'appareil selon la verticale, un graphique en forme de radar a été utilisé. Chaque sommet de la carte radar a la signification suivante :

- **Mobilité (Mobility)** : le besoin de mobilité d'un appareil, qui signifie qu'après qu'il soit connecté à un point d'accès (PA), l'appareil doit pouvoir passer d'un PA à l'autre sans perdre la connexion (exemple : les drones).
- **Temps réel (Real Time)** : le besoin d'un appareil de pouvoir échanger des données instantanément ou avec une faible latence de transmission (exemple : le streaming vidéo en direct).
- **Débit (Throughput)** : le besoin de traiter un volume de données à chaque instant (exemple : capteurs, réalité virtuelle).
- **Connexion massive par zone (Massive Connection/area)** : besoin d'avoir un nombre élevé d'appareils connectés au réseau en même temps (exemple : la commande de robots sans fil).
- **Guarantee QoS** : indique le besoin de qualité des données échangées (exemple : réalité augmentée).

L'annexe 1.1 détaille le débit moyen des appareils par verticale, pour le scénario de base et pour le scénario de percée technologique

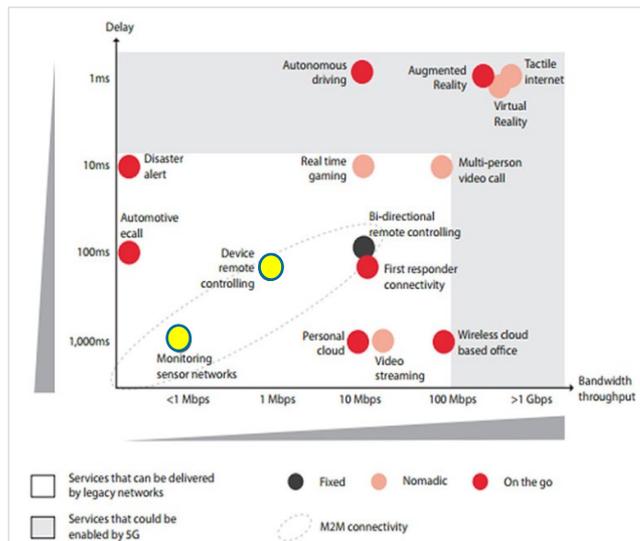
¹ Période pendant laquelle se produit la charge totale maximale de trafic sur une période donnée de 24 heures ² : Rapport entre la demande maximale potentielle et la largeur de bande réelle ; ³ Capacité supplémentaire pour assurer la cohérence de la modélisation du réseau.

4 | Le profil technique des appareils est dérivé d'études de cas

Les cas d'usage actuels et futurs permettent d'estimer les exigences de débit pour un appareil dans les prochaines années en fonction des caractéristiques sectorielles.

- Cela permet d'obtenir le trafic moyen par appareil dans un secteur donné.
- Les cas d'usage en agriculture sont présentés dans l'encadré ci-dessous.

En prenant l'exemple du **secteur des ressources naturelles**¹, un des secteurs critiques pour l'activité économique en zone rurale, la plupart des cas d'utilisation de la 5G sont basés sur des capteurs pour contrôler et améliorer l'efficacité de la production. Certaines de ces applications comprennent la surveillance des réseaux de capteurs et le contrôle à distance des appareils. Selon les études de Wireless Labs et de GSMA, les cas d'utilisation nécessiteront un débit moyen par appareil compris entre 0,5 et 1 Mbit/s, comme l'indiquent les points jaunes sur le graphique ci-dessous.



Les cas d'utilisation présentés nécessitent des données en temps réel, ce qui contribuera à augmenter l'efficacité de la production. La capacité à surveiller, suivre et automatiser les systèmes permettra aux producteurs de mesurer leurs indicateurs de performance au jour le jour. En ce qui concerne l'AgriTech, les appareils permettront aux agriculteurs de contrôler la production en utilisant des capteurs pour communiquer les niveaux d'humidité, de fertilisation et de nutrition, ainsi que pour rendre compte des schémas météorologiques actuels et prévus afin de permettre une gestion et une analyse améliorées.

Calcul du débit								
Mbit/s	0.5	1	2	5	10	50	100	1000
Répartition des appareils qui utilisent le débit spécifique dans ce secteur	30%	30%	25%	5%	5%	2%	2%	1%

Le trafic moyen par appareil estimé pour ce secteur est de 14,7 Mbit/s. En prenant pour exemple la région du **Bas-Saint-Laurent**, il est estimé qu'il y aura **234 654 appareils** pour l'année 2030 dans ce secteur. En prenant comme hypothèses un facteur d'heure de pointe de 20%, un taux de concentration de 1:50 ainsi qu'une marge de capacité supplémentaire de 20%, et en supposant que 30% des connexions mobiles sont faites dans la zone urbaine de la région administrative, le débit requis estimé serait de **1 126Mbit/s pour l'ensemble des appareils**.

¹ Inclut les secteurs de l'agriculture, de la foresterie, de la pêche, des mines, l'exploitation en carrière, et l'extraction de pétrole et de gaz.

Source : analyse KPMG.

5 | La demande sur les réseaux est la résultante de multiples facteurs

Les cas d'utilisation par secteur anticipent les besoins de capacité du réseau considérant la nature des données, des dispositifs requis et du débit nécessaire pour transmettre ces données.

- La demande varie selon les régions et la composition sectorielle de leur économie.
- Une région administrative dont l'économie dépend davantage du secteur des ressources naturelles (agriculture, foresterie, extraction minière) comme la Côte-Nord aura des besoins en connectivité moins importants, toutes proportions gardées, qu'une région administrative comme Montréal, où le secteur des services professionnels exige des capacités significatives en transport de données.
- Le type d'application considéré pour chaque verticale est donné en exemple. Le secteur des ressources naturelles est présenté ci-dessous.

Exemple

01

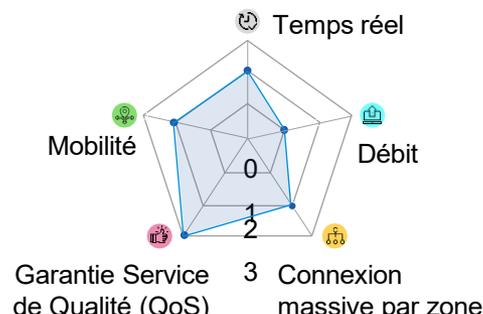
Ressources naturelles



CAS D'USAGE

- Surveillance à distance des conditions et des infrastructures permettant d'économiser du temps et de réduire le besoin de main-d'œuvre lors des contrôles de routine.
- Accès à des données en temps réel tout au long de la chaîne de valeur et à une plus grande capacité d'analyse des données permettant d'améliorer la prise de décision des producteurs et le temps de mise sur le marché.
- Caméras haute définition transmettent des vidéos en temps réel et des inspections par robot ou drone.
- Applications de réalité virtuelle et de réalité augmentée.

Demande d'infrastructure de réseau



Temps réel

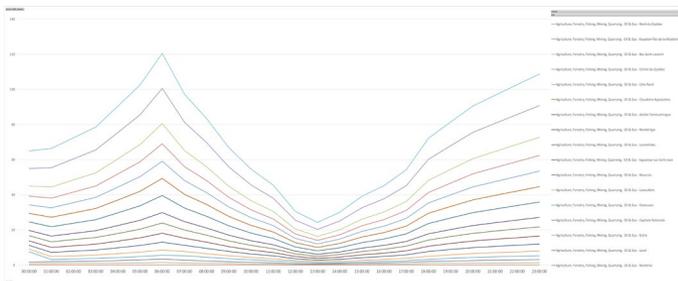
Mobilité

Débit

Garantie Service de Qualité (QoS)

Connexion massive par zone

Évolution de l'utilisation tout au long de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande en début de matinée (0-6h) et en fin d'après-midi (6-11h) pour un système d'irrigation par exemple.
- Moins de demande pendant les heures ensoleillées (11-18h).
- Demande moyenne le matin entre 8-11h.
- Demande proportionnellement plus importante dans les régions rurales
- Estimé pour la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (région 100% rurale) et ajusté aux autres régions selon le pourcentage de ruralité.



Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

2.1 Le survol de la méthodologie utilisée dans le cadre des travaux

- 2.1.1 L'approche globale
- 2.1.2 La modélisation de la demande
- **2.1.3 La modélisation de l'offre**

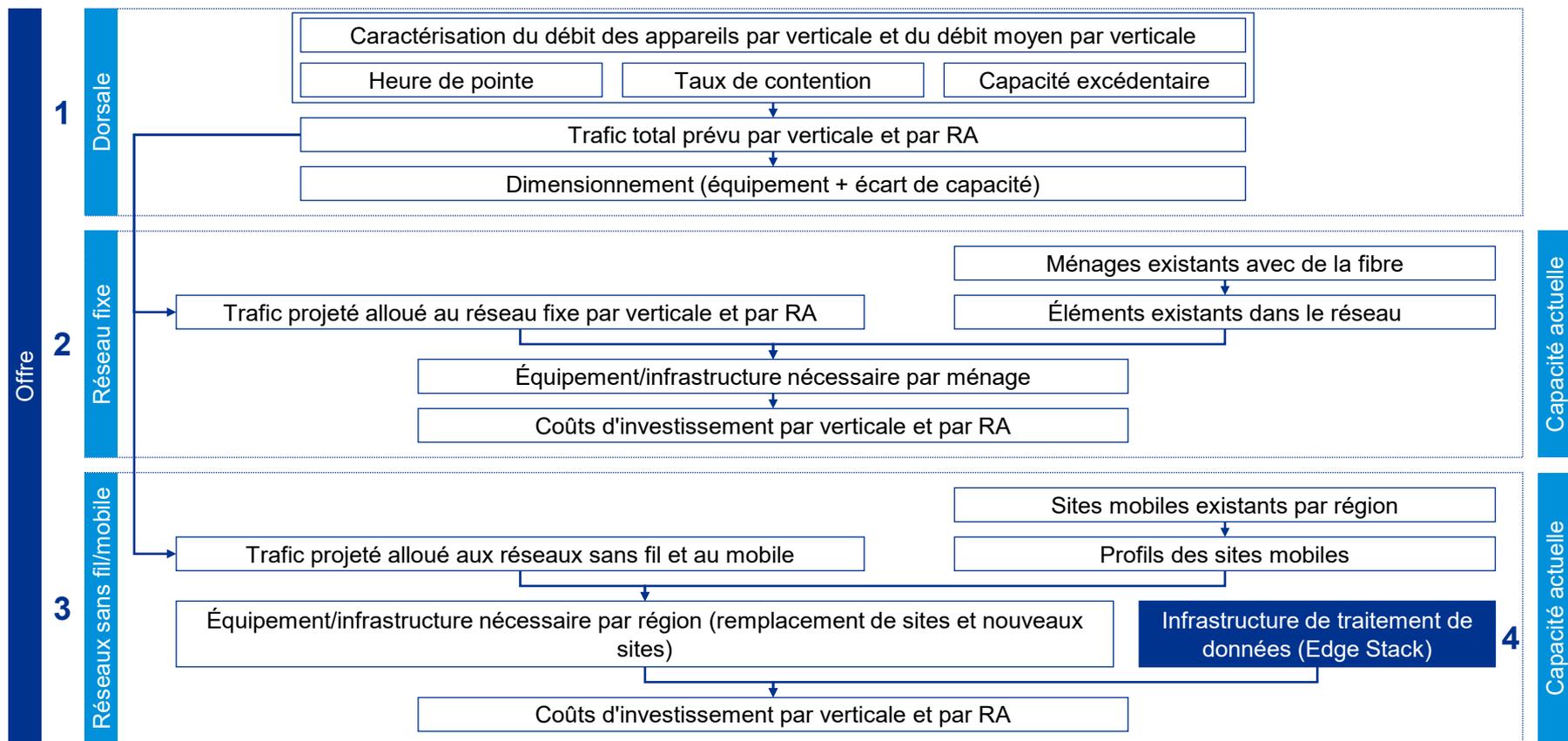
2.2 Les résultats

- 2.2.1 La définition des variables estimées
- 2.2.2 Les résultats en matière d'écart de capacité à combler
- 2.2.3 Les résultats en matière d'investissements nécessaires

Le cadre d'analyse

La capacité du réseau, incluant le réseau de base et les réseaux d'accès, a été évaluée. Toute planification de capacité doit tenir compte des paramètres techniques, démographiques, géographiques, économiques et temporels.

Schématisation des étapes de modélisation

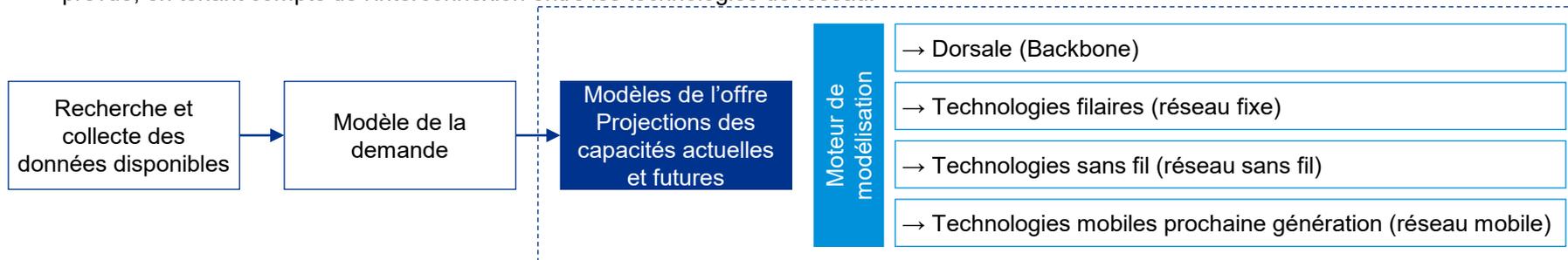


Source : analyse KPMG.

La capacité de chaque type de réseau est modélisée

Après avoir estimé la demande pour la prochaine décennie en matière de dispositifs et de débit, la collecte de données et la recherche d'informations ont permis d'analyser les paramètres actuels du réseau dont le nombre de sites, l'emplacement de ceux-ci et les technologies qui seront utilisées.

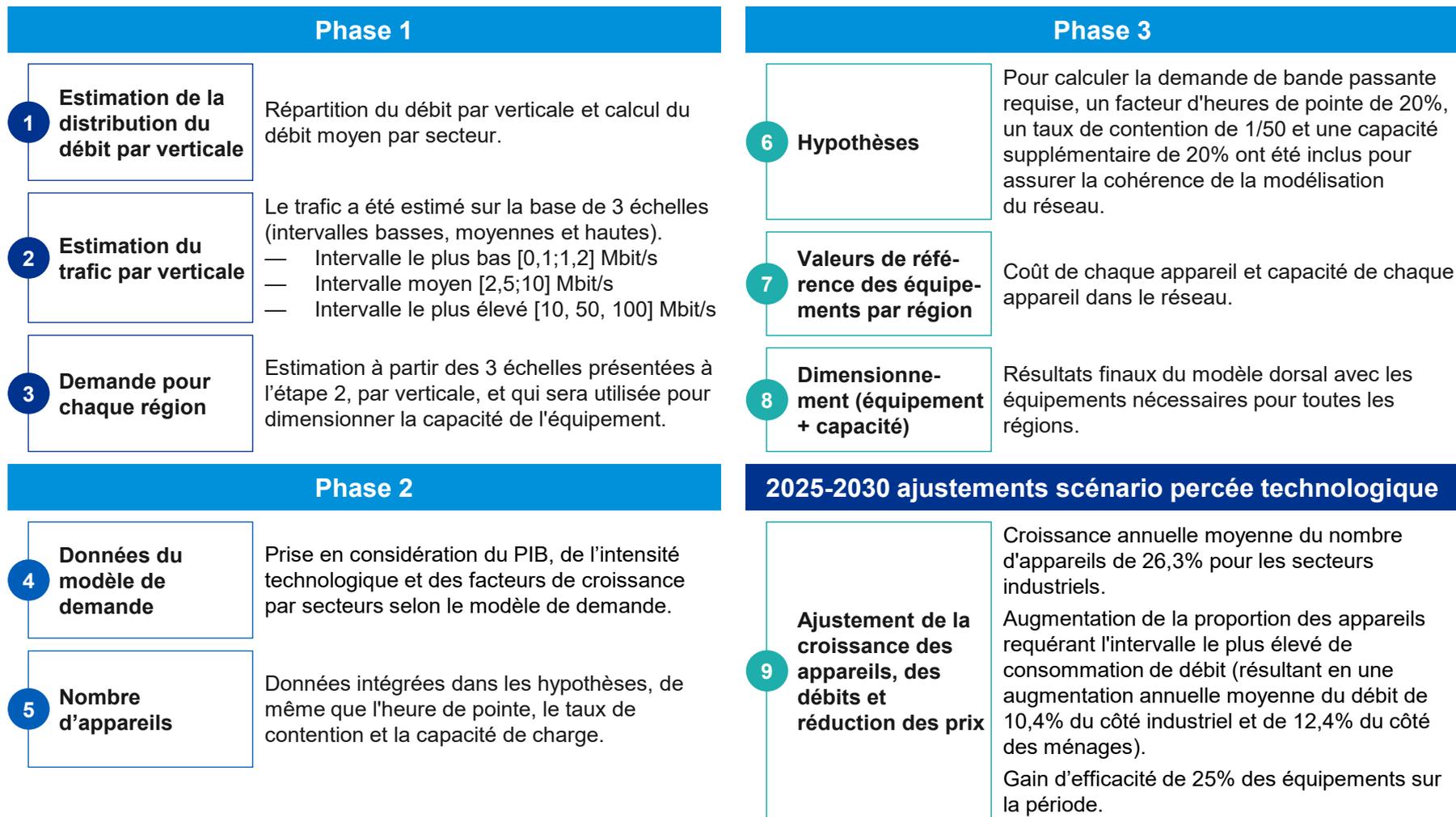
- Les modèles d'offre (un pour chaque type de réseau) fournissent des estimations de l'infrastructure nécessaires pour répondre à la demande prévue, en tenant compte de l'interconnexion entre les technologies de réseau.



	Dorsale (Backbone)	Filaire (Wireline)	Sans fil (Wireless)	Mobile
Type de réseau				
Technologies	Optical, Switching, etc	FTTx	LPWA, LoRA, FWA	LTE/4G, 5G
% du trafic	100%	60% (*)	10% (*) (5% indoor 5% Outdoor)	30% (*)

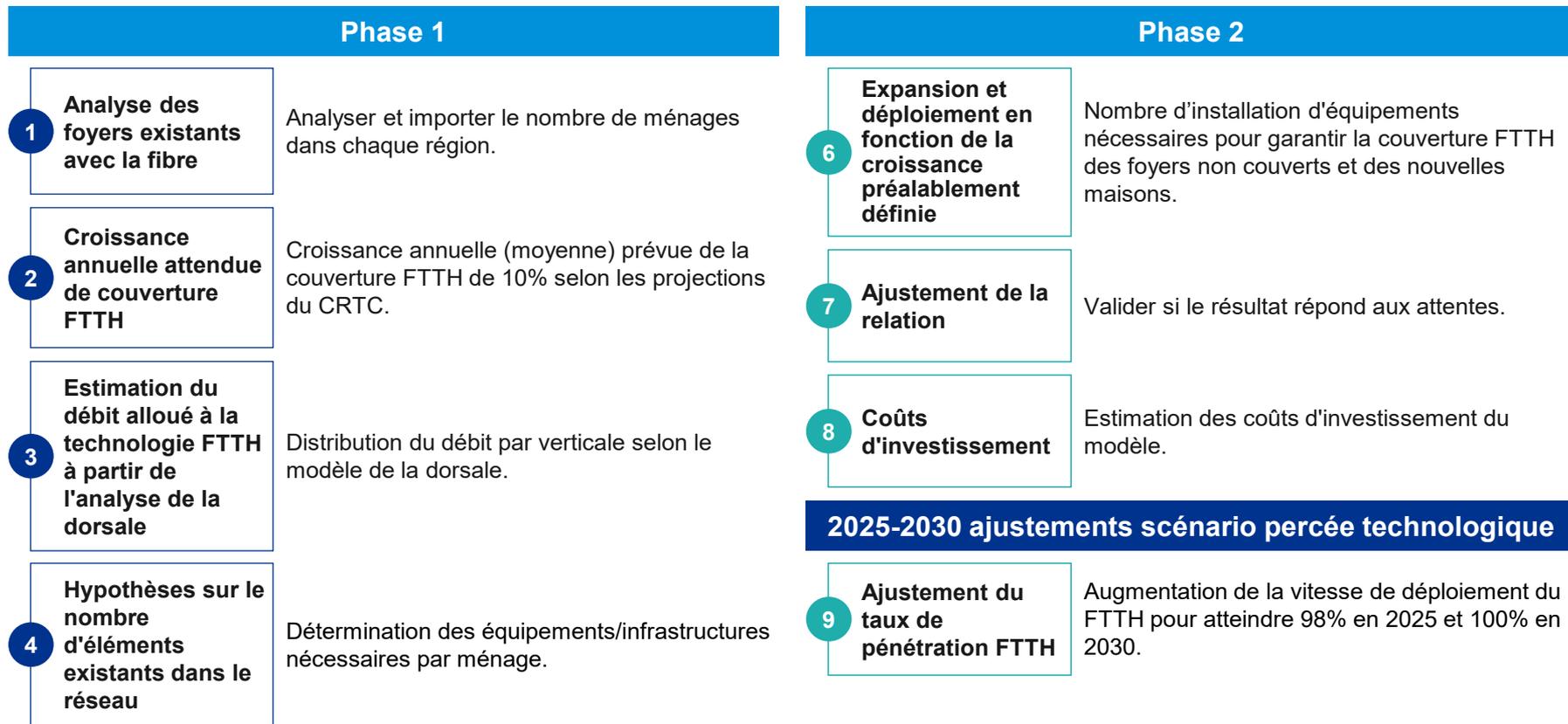
(*) Hypothèses posées par KPMG considérant le modèle présenté.
Source : analyse KPMG.

1 | Survol de la méthodologie pour estimer la capacité de la dorsale



Source : analyse KPMG.

2 | Survol de la méthodologie pour estimer la capacité du réseau fixe



Source : analyse KPMG.

3 | Survol de la méthodologie pour estimer la capacité du réseau sans fil et mobile

1 Analyser et importer le nombre de sites dans la région et leur emplacement exact pour créer une couche Google Earth.

3 Dessiner des polygones pour chaque emplacement et déterminer le nombre exact de sites dans les zones urbaines et rurales.

5 Tracer le profil de chaque site selon plusieurs paramètres LTE (par exemple la fréquence) et les spécifications régionales pour déterminer le rayon de la cellule.

7 Importer les couches de couverture dans Google Earth pour vérifier les résultats obtenus.

2 Identifier des sites ruraux et des emplacements urbains stratégiques en fonction des facteurs géographiques et la concentration des sites.

4 Analyser les technologies et services présents sur chaque site.

6 Calculer la couverture de chaque profil de site et calculer la couverture totale de chaque emplacement en fonction des polygones sélectionnés.

8 Déterminer les écarts de couverture et obtenir le pourcentage de la région qui n'est pas couverte par les sites LTE.

2025-2030 ajustements du scénario percée technologique

9 Augmentation des liaisons descendantes et des liaisons montantes par appareil en raison de l'augmentation du débit par appareils.

Source : analyse KPMG.

4 | Survol de la méthodologie pour estimer les investissements nécessaires en traitement de données

Principales composantes du Edge Cloud

Edge Stack :

Installations permettant une capacité de stockage et de traitement de données à même le réseau IHD (typiquement sur les sites du réseau mobile).

Light Edge Stack :

Fonctionnalités d'un Edge Stack, mais dispose d'une moins grande puissance de traitement (pour combler des besoins moins importants).

Matériel informatique



Réseau



Logiciel en nuage



Orchestration en nuage



Automatisation



10% des sites estimés dans les zones urbaines du Québec auront un *Edge Stack* d'ici 2025.

20% des sites estimés dans les zones urbaines du Québec auront un *Edge Stack* d'ici 2030.

De plus :

10% des sites actuels du Québec en milieu urbain auront un *Light Edge Stack* d'ici 2030.

2% des sites actuels du Québec en milieu rural seront équipés d'un *Light Edge Stack* d'ici 2030.

Le coût moyen d'un *Edge Stack* se situe entre 150 000 et 200 000 USD.

Le coût moyen d'un *Light Edge Stack* se situe entre 50 000 et 75 000 USD pour les sites éloignés.

2025-2030 ajustements scénario percée technologique

Augmentation basée sur la hausse du nombre de sites dimensionnés dans le modèle sans fil.

Source : analyse KPMG.



Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

2.1 Le survol de la méthodologie utilisée dans le cadre des travaux

- 2.1.1 L'approche globale
- 2.1.2 La modélisation de la demande
- 2.1.3 La modélisation de l'offre

2.2 Les résultats

- **2.2.1 La définition des variables estimées**
- 2.2.2 Les résultats en matière d'écart de capacité à combler
- 2.2.3 Les résultats en matière d'investissements nécessaires

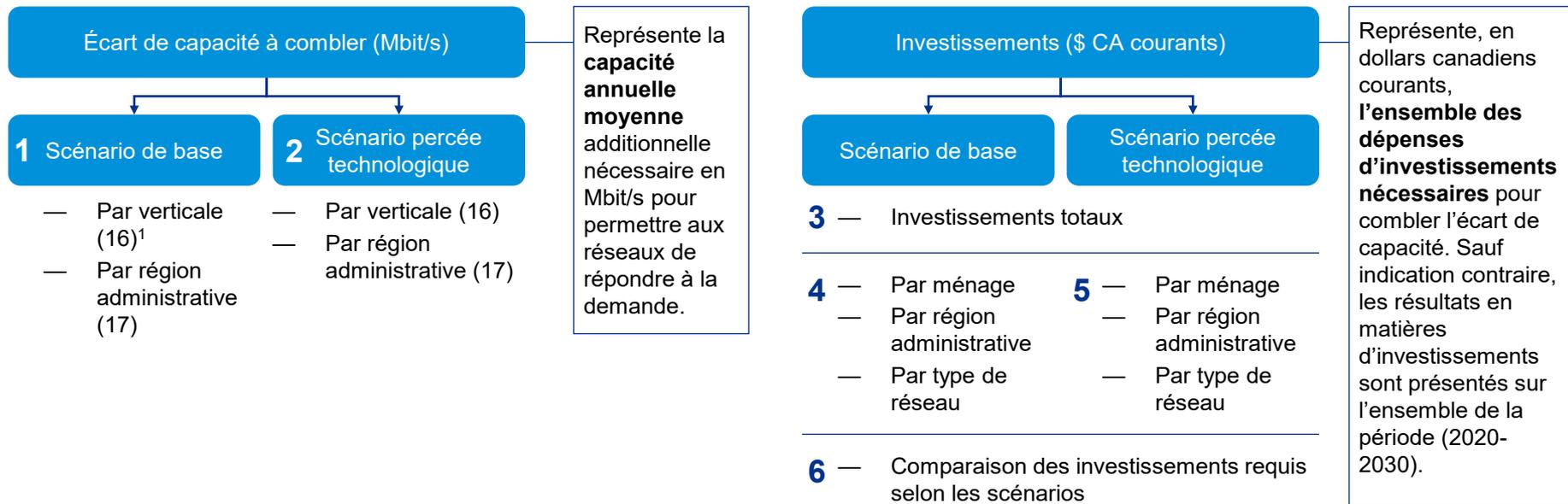
La définition des variables estimées

La simulation tient compte du nombre d'appareils estimés par verticale, auquel s'applique une demande en débit par appareil selon la verticale de croissance et l'évolution attendue des technologies.

- La répartition de ces vecteurs de la demande au sein des régions administratives permet ensuite de générer la croissance de la demande attendue par région administrative et d'évaluer la capacité additionnelle du réseau nécessaire.

Les résultats de l'exercice de modélisation sont présentés selon les dimensions et variables qui apparaissent dans le schéma suivant

Schématisation de la présentation des résultats



Source : analyse KPMG.



Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

2.1 Le survol de la méthodologie utilisée dans le cadre des travaux

- 2.1.1 L'approche globale
- 2.1.2 La modélisation de la demande
- 2.1.3 La modélisation de l'offre

2.2 Les résultats

- 2.2.1 La définition des variables estimées
- **2.2.2 Les résultats en matière d'écart de capacité à combler**
- 2.2.3 Les résultats en matière d'investissements nécessaires

1 | Scénario de base : écart de capacité annuel moyen par secteur

Le modèle estime un écart annuel moyen de capacité de 4,9 millions de Mbit/s à combler sur la période 2020-2030

- 202 012 Mbit/s (4%) additionnels par année sont attribuables aux besoins en connectivité accrus des ménages ;
- Le solde résiduel (96%) est attribuable aux secteurs économiques, dont 1 620 234 Mbit/s (33% du total) aux secteurs des services professionnels.

Écart de capacité annuel moyen (en Mbit/s)

Secteurs industriels et institutionnels	Écart (Mbit/s)	% de la capacité annuelle nécessaire au Québec
Ressources naturelles	19 716	0%
Services publics	58 297	1%
Construction	104 909	2%
Fabrication	93 075	2%
Commerce de gros et de détail	474 995	10%
Transport et entreposage	54 776	1%
Finance, assurances et services immobiliers	754 988	15%
Services professionnels, scientifiques et techniques	1 620 234	33%
Services administratifs et gestion d'entreprises	59 513	1%
Services d'enseignement	338 428	7%
Soins de santé et assistance sociale	635 482	13%
Information, industrie culturelle et loisirs	361 898	7%
Services d'hébergement et de restauration	15 764	0%
Autres services (sauf les administrations publiques)	31 573	1%
Administrations publiques	94 083	2%
Secteurs industriels et institutionnels	4 717 730	96%
Ménages	202 012	4%
Total	4 919 742	100%

Source : analyse KPMG.

1 | Scénario de base : écart de capacité annuel moyen par région administrative

En tenant compte de la répartition des secteurs à l'échelle de la province et des caractéristiques structurelles des régions administratives, l'écart annuel de capacité moyen à combler entre 2020 et 2030 a été estimé. Parmi les principaux constats :

- 42% de la capacité à combler viendra de la région de Montréal. Bien que la région ne représente qu'un quart de la population de la province, les secteurs industriels et institutionnels de Montréal représenteront 43% des besoins en capacité additionnelle hors ménage chaque année ;
- L'écart annuel moyen à combler requiert une croissance annualisée de la capacité de 9% pour l'ensemble de la province.

Écart de capacité annuel moyen, par verticale et par région administrative (Mbit/s)

Régions administratives	Nouvelle capacité annuelle nette nécessaire (Mbit/s)			
	Secteurs industriels et institutionnels	Ménages	Écart annuel moyen	% de la capacité annuelle nécessaire au Québec
	Écart (Mbit/s)	Écart (Mbit/s)		
Bas-Saint-Laurent	68 389	475	68 864	1%
Saguenay–Lac-Saint-Jean	116 262	(637)	115 625	2%
Capitale-Nationale	473 019	16 222	489 241	10%
Mauricie	99 721	3 873	103 594	2%
Estrie	136 126	9 436	145 562	3%
Montréal	2 015 533	40 337	2 055 870	42%
Outaouais	134 239	11 665	145 904	3%
Abitibi-Témiscamingue	62 580	733	63 313	1%
Côte-Nord et Nord-du-Québec	78 348	287	78 635	2%
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	28 325	557	28 883	1%
Chaudière-Appalaches	169 772	7 253	177 026	4%
Laval	196 286	13 142	209 428	4%
Lanaudière	148 810	18 025	166 835	3%
Laurentides	236 333	25 702	262 036	5%
Montréal	667 650	49 551	717 202	15%
Centre-du-Québec	86 338	5 389	91 727	2%
Québec	4 717 730	202 012	4 919 742	100%

Source : analyse KPMG.

2 | Scénario percée technologique : écart de capacité annuel moyen par secteur

L'écart annuel moyen de capacité à combler entre 2020 et 2030 est évalué à 15,1 millions de Mbit/s (+206% par rapport au scénario de base) et se décline comme suit :

- 2 551 645 Mbit/s pour les ménages, qui se démarque nettement de l'écart à combler pour le scénario de base (+1 163%) ;
- 12 523 747 Mbit/s pour les industries (+165%).

Écart de connectivité annuel par verticale, scénario percée technologique (en Mbit/s)

Secteurs industriels et institutionnels	Écart (Mbit/s)	% de la capacité annuelle nécessaire au Québec
Ressources naturelles	52 751	0%
Services publics	156 519	1%
Construction	308 911	2%
Fabrication	251 760	2%
Commerce de gros et de détail	1 245 560	8%
Transport et entreposage	156 753	1%
Finance, assurances et services immobiliers	1 968 550	13%
Services professionnels, scientifiques et techniques	4 302 321	29%
Services administratifs et gestion d'entreprises	159 594	1%
Services d'enseignement	911 644	6%
Soins de santé et assistance sociale	1 657 510	11%
Information, industrie culturelle et loisirs	972 395	6%
Services d'hébergement et de restauration	42 122	0%
Autres services (sauf les administrations publiques)	84 689	1%
Administrations publiques	252 668	2%
Secteurs industriels et institutionnels	12 523 747	83%
Ménages	2 551 645	17%
Total	15 075 391	100%

¹ PIB en dollars courants
Source : analyse KPMG.

2 | Résultats scénario percée technologique : écart de capacité annuel moyen région administrative

La croissance des débits utilisés par les ménages et le nombre d'appareils connectés dans le secteur industriel créeraient des pressions importantes sur les réseaux de plusieurs régions administratives.

- Les besoins en capacité feraient plus que doubler dans l'ensemble des régions (+190% à +242%).
- L'écart annuel moyen à combler requiert une croissance annualisée de la capacité de 17,9% pour l'ensemble de la province.

Écart de capacité annuel moyen, par verticale et par région administrative (Mbit/s)

Régions administratives	Nouvelle capacité annuelle nette nécessaire (Mbit/s)		Écart total	% de la capacité annuelle nécessaire au Québec
	Secteurs industriels et institutionnels Écart (Mbit/s)	Ménages Écart (Mbit/s)		
Bas-Saint-Laurent	181 291	50 373	231 664	2%
Saguenay–Lac-Saint-Jean	309 061	70 014	379 075	3%
Capitale-Nationale	1 254 631	223 510	1 478 141	10%
Mauricie	264 058	76 586	340 644	2%
Estrie	361 564	102 447	464 012	3%
Montréal	5 346 427	606 193	5 952 620	39%
Outaouais	357 218	123 636	480 854	3%
Abitibi-Témiscamingue	166 545	38 669	205 213	1%
Côte-Nord et Nord-du-Québec	207 928	34 607	242 535	2%
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	75 408	23 325	98 733	1%
Chaudière-Appalaches	450 884	122 141	573 026	4%
Laval	520 630	137 598	658 228	4%
Lanaudière	395 716	166 568	562 285	4%
Laurentides	628 987	206 699	835 686	6%
Montérégie	1 774 288	496 664	2 270 952	15%
Centre-du-Québec	229 111	72 716	301 827	2%
Québec	12 523 746	2 551 746	15 075 492	100%

Source : analyse KPMG.



Section 2. Les résultats de l'exercice de modélisation

2.1 Le survol de la méthodologie utilisée dans le cadre des travaux

- 2.1.1 L'approche globale
- 2.1.2 La modélisation de la demande
- 2.1.3 La modélisation de l'offre

2.2 Les résultats

- 2.2.1 La définition des variables estimées
- 2.2.2 Les résultats en matière d'écart de capacité à combler
- **2.2.3 Les résultats en matière d'investissements nécessaires**

3 | Estimation des coûts totaux

Le tableau ci-dessous montre, pour les deux scénarios, les coûts d'investissement totaux pour l'ensemble du Québec sur la période 2020-2030.

Pour le scénario de base, les investissements requis sont estimés à 18,0 G\$ (1,8 G\$ par année), soit 4 534 \$ par ménage :

- 8,2 G\$ dans la dorsale (45%) ;
- 5,1 G\$ dans le réseau filaire (28%) ;
- 4,0 G\$ dans le réseau sans fil (22%) ;
- 0,8 G\$ dans le EDGE Core (4%).

Pour le scénario percée technologique, les investissements requis augmentent de 80% pour atteindre 32,3 G\$ (3,2 G\$ par année), soit 8 116 \$ par ménage :

- 12,6 G\$ dans la dorsale (39%) ;
- 7,0 G\$ dans le réseau filaire (22%) ;
- 11,0 G\$ dans le réseau sans fil (34%) ;
- 1,6 G\$ dans le EDGE Core (5%).

Investissements requis totaux (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; par type de réseau en \$

Scénario	Dorsale	Réseau fixe	Réseau mobile et sans fil	EDGE Core	Total sur 10 ans	Par ménage
Scénario de base (2020-2030)	8 192	5 102	3 958	777	18 029	4 534
Percée technologique (2020-2030)	12 615	7 041	11 031	1 588	32 275	8 116

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.

4 | Scénario de base : investissements par ménage

Le tableau ci-dessous montre les coûts d'investissement totaux pour toutes les régions sur la période 2020-2030.

- Les investissements les plus importants seront nécessaires dans les régions de Montréal, de la Montérégie et de la Capitale-Nationale.
- C'est également à Montréal qu'ils seront les plus importants sur une base par ménage, à hauteur de 6 000\$.

Investissements requis totaux par ménages (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; en \$

Régions administratives	Nombre de ménages en 2030	2020-2030 Scénario de base (M\$ CA 2022 ¹)	Scénario de base : \$ par ménage ¹
Bas-Saint-Laurent	90 126	451	5 002
Saguenay–Lac-Saint-Jean	123 945	603	4 866
Capitale-Nationale	367 314	1 784	4 857
Mauricie	132 505	498	3 758
Estrie	163 453	630	3 856
Montréal	972 051	5 832	6 000
Outaouais	189 114	695	3 674
Abitibi-Témiscamingue	65 822	294	4 464
Côte-Nord et Nord-du-Québec	53 656	314	5 852
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	41 795	179	4 288
Chaudière-Appalaches	196 004	889	4 537
Laval	185 768	961	5 171
Lanaudière	238 851	880	3 685
Laurentides	305 573	1 131	3 702
Montérégie	734 212	2 440	3 324
Centre-du-Québec	116 584	447	3 834
Québec	3 976 773	18 029	4 534

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.

4 | Scénario de base : investissements par région administrative

Le tableau ci-dessous présente les coûts par région administrative, par type de réseau sur la période 2020-2030

Les investissements requis sont estimés à 18,0 G\$ (1,8 G\$ par année), soit 4 534 \$ par ménage :

- 8,2 G\$ dans la dorsale (45%) ;
- 5,1 G\$ dans le réseau filaire (29%) ;
- 4,0 G\$ dans le réseau sans fil (22%) ;
- 0,8 G\$ dans le EDGE Core (4%).

Investissements requis totaux par type de réseau (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; en \$

Régions administratives	Dorsale	Réseau fixe	Réseau mobile et sans fil	EDGE Core	Total sur 10 ans
Bas-Saint-Laurent	139	146	133	32	451
Saguenay–Lac-Saint-Jean	219	192	154	38	603
Capitale-Nationale	783	517	406	77	1 784
Mauricie	203	199	79	17	498
Estrie	270	238	99	24	630
Montréal	2 931	1 303	1 372	225	5 832
Outaouais	292	272	106	24	695
Abitibi-Témiscamingue	117	114	50	12	294
Côte-Nord et Nord-du-Québec	130	99	60	25	314
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	61	80	29	10	179
Chaudière-Appalaches	334	291	218	46	889
Laval	375	285	258	42	961
Lanaudière	355	347	131	46	880
Laurentides	493	392	210	37	1 131
Montérégie	1 308	443	586	102	2 440
Centre-du-Québec	182	183	65	17	447
Québec	8 192	5 102	3 958	777	18 029

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.

5 | Percée technologique : investissements par ménage

Le tableau ci-dessous montre les coûts d'investissement totaux pour toutes les régions sur la période 2020-2030.

- Le différentiel d'investissement requis le plus important serait en Montérégie (+112%), Montréal (+95%) et dans les Laurentides (+77%). Le différentiel est le plus bas au Bas-Saint-Laurent (+23%), au Saguenay–Lac-Saint-Jean (+26%) et à Chaudière-Appalaches (+33%).

Investissements requis totaux par ménages (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; en \$

Régions administratives	Nombre de ménages en 2030	2020-2030 percée technologique (M\$ CA 2022 ¹)	Percée technologique : \$ par ménage ¹
Bas-Saint-Laurent	90 126	553	6 131
Saguenay–Lac-Saint-Jean	123 945	763	6 153
Capitale-Nationale	367 314	3 073	8 367
Mauricie	132 505	847	6 389
Estrie	163 453	1 091	6 675
Montréal	972 051	11 393	11 720
Outaouais	189 114	1 191	6 300
Abitibi-Témiscamingue	65 822	476	7 229
Côte-Nord et Nord-du-Québec	53 656	493	9 191
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	41 795	272	6 505
Chaudière-Appalaches	196 004	1 180	6 021
Laval	185 768	1 508	8 120
Lanaudière	238 851	1 491	6 244
Laurentides	305 573	2 007	6 567
Montérégie	734 212	5 183	7 060
Centre-du-Québec	116 584	754	6 468
Québec	3 976 773	32 275	8 116

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.

5 | Percée technologique : investissements par région administrative

Le tableau ci-dessous présente les coûts par région administrative, par type de réseau sur la période 2020-2030

Les investissements requis augmentent de 79% pour atteindre 32,2 G\$ (3,2 G\$ par année), soit 8 023\$ par ménage :

- 12,6 G\$ dans la dorsale (39%) ;
- 7,0 G\$ dans le réseau filaire (22%) ;
- 11,0 G\$ dans le réseau sans fil (34%) ;
- 1,5 G\$ dans le EDGE Core (5%).

Investissements requis totaux par type de réseau (2020-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; en \$

Régions administratives	Dorsale	Réseau fixe	Réseau mobile et sans fil	EDGE Core	Total sur 10 ans
Bas-Saint-Laurent	207	180	133	32	553
Saguenay–Lac-Saint-Jean	332	239	154	38	763
Capitale-Nationale	1 218	643	1 062	150	3 073
Mauricie	302	249	258	37	847
Estrie	404	295	341	50	1 091
Montréal	4 696	1 660	4 434	602	11 393
Outaouais	431	338	369	54	1 191
Abitibi-Témiscamingue	179	137	139	22	476
Côte-Nord et Nord-du-Québec	202	116	150	24	493
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	90	95	75	12	272
Chaudière-Appalaches	502	356	264	58	1 180
Laval	566	333	535	74	1 508
Lanaudière	515	420	489	67	1 491
Laurentides	733	519	662	92	2 007
Montérégie	1 967	1 240	1 736	241	5 183
Centre-du-Québec	270	221	230	34	754
Québec	12 615	7 041	11 031	1 588	32 275

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.

6 | Comparaison du scénario de base et du scénario percée technologique : investissement par région administrative

Le tableau ci-dessous décortique les investissements nécessaires par région administrative et compare le scénario de base au scénario de percée technologique sur la période 2025-2030, le scénario de percée technologique étant introduit en 2025.

— Pour le scénario de base, les investissements sont de 7,5 G\$ pour la période, contre 19,3 G\$ pour le scénario de percée technologique (+156%).

Investissements requis totaux par région administrative, comparaison des deux scénarios (2025-2030)

En millions de dollars canadiens courants¹ ; en %

Régions administratives	2025-2030 Scénario de base (M\$ CA 2022)	2025-2030 percée technologique (M\$ CA 2022)	Besoins en investissements additionnels dans le scénario percée technologique
Bas-Saint-Laurent	142	195	37%
Saguenay–Lac-Saint-Jean	185	281	52%
Capitale-Nationale	780	1 897	143%
Mauricie	168	447	166%
Estrie	211	590	180%
Montréal	2 832	8 008	183%
Outaouais	225	626	178%
Abitibi-Témiscamingue	102	250	145%
Côte-Nord et Nord-du-Québec	112	277	147%
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	59	132	124%
Chaudière-Appalaches	295	479	62%
Laval	459	927	102%
Lanaudière	277	786	184%
Laurentides	399	1 118	180%
Montérégie	1 133	2 978	163%
Centre-du-Québec	150	398	165%
Québec	7 527	19 390	158%

¹ 1 \$US = 1,28 \$CA

Source : analyse KPMG.



Annexes

Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande

1.1 Hypothèses de travail détaillées

1.2 Résultats

Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre

2.1 Hypothèses de travail détaillées – Dorsale

2.2 Hypothèses de travail détaillées – Réseau fixe

2.3 Hypothèses de travail détaillées – Réseau mobile et sans fil

2.4 Hypothèses de travail détaillées – Edge Core

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

Analyse des besoins futurs du Québec - Hypothèses de travail

L'estimation des besoins actuels et futurs en matière de transport et de traitement de la donnée reposent sur des hypothèses de travail. L'exercice estime la croissance de la demande entre deux périodes, soit t=0 (la demande actuelle, en 2020) et t=X (la demande future, en 2025 et en 2030), en termes du nombre total d'appareils connectés au réseau.

- Deux approches ont servi à l'estimation de la demande par RA : une approche ascendante (*bottom-up*) et une approche descendante (*top-down*).
- L'exercice distingue la croissance structurelle (due à des changements fondamentaux comme la démographie, le profil économique des régions, etc.) et la croissance anticipée liée aux changements technologiques (consommation de données par appareils, réseaux sollicités, etc.)

Hypothèses de travail pour la <u>croissance structurelle</u>		
Hypothèses	Ménages	Entreprises/institutions
Hypothèses de base	1. Nombres d'appareils actuels au Québec (t=0) 2. Répartition des appareils actuels entre ménages et entreprises (t=0)	
Estimations des besoins actuels (t=0)	3. Répartition de la population urbaine et rurale (t=0) 4. Différentiel de connectivité entre les zones urbaines et rurales (t=0)	8. Répartition du PIB sectoriel par région administrative (t=0) 9. Estimation de l'intensité technologique par secteur de l'économie (t=0)
Estimations des besoins futurs (t=x)	5. Taux de croissance annualisé du nombre d'appareils connectés pour les ménages et entreprises (entre t=0 et t=x) 6. Répartition de la population urbaines et rurale (t=x) 7. Différentiel de connectivité urbain : rural (t=x)	10. Croissance du PIB sectoriel (entre t=0 et t=x) 11. Répartition de la croissance du PIB sectoriel dans les régions administratives (t=x) 12. Croissance de l'intensité technologique (entre t=0 et t=x)

Le côté « demande » de l'analyse vise à estimer, basé sur des hypothèses de travail découlant de la littérature sur le sujet, les besoins actuels et futurs du Québec en matière de transport et de traitement des données. Les pages suivantes détaillent ces hypothèses.

Source : analyse KPMG.

Analyse des besoins futurs du Québec - Hypothèses de travail

Les hypothèses de travail de base (croissance structurelle) permettent de déterminer le nombre d'appareils actuels au Québec et leur répartition entre les ménages et les entreprises au Québec.

- Cette approche descendante (top down) a comme point de départ les estimations considérées les plus précises par les grands joueurs de l'industrie.

Hypothèses de travail pour la <u>croissance structurelle</u>		
Hypothèses	Ménages	Entreprises/institutions
Hypothèses de base	<p>1. Nombres d'appareils actuels au Québec (t=0): estimé à partir d'études réalisées par Cisco Systems Inc., un conglomérat technologique fréquemment cité dans l'industrie pour ses projections quant au futur de la connectivité à l'échelle mondiale.</p> <p>Le nombre d'appareils actuels au Québec est calculé à partir du nombre d'appareils moyens par personne au Canada (11,7 en 2020). Le nombre moyen d'appareils par personne au Québec est considéré comme étant le même au Canada et au Québec.</p> <p>Sources:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Cisco Annual Internet Report (2018-2023) White Paper — Institut de la Statistique du Québec (population au Québec en 2020) <p>2. Répartition des appareils actuels entre ménages et entreprises (t=0): estimé à partir d'entretiens avec des experts sur le sujet, il est assumé que 46% des appareils actuellement connectés au Québec le sont dans des ménages, et 54% dans des entreprises et des institutions. Ces estimations seraient cohérentes avec la répartition globale moyenne des appareils entre ménages et entreprises. Le standard de l'industrie au milieu de la décennie étant d'environ 70% pour les ménages et 30% pour les entreprises. En 2025, IoT Analytics prévoit que 75% des appareils connectés appartiendront à des entreprises ou institutions.</p> <p>Sources:</p> <ul style="list-style-type: none"> — IoT Analytics — Entretiens avec des experts 	

Source : analyse KPMG.

Analyse des besoins futurs du Québec - Hypothèses de travail

Les hypothèses de travail sur les estimations des besoins actuels pour les ménages (croissance structurelle) permettent d'estimer la répartition de la population selon qu'elle soit urbaine ou rurale dans chacune des régions administratives de la province et d'assigner un différentiel de connectivité entre ces deux types de régions.

Hypothèses de travail pour la <u>croissance structurelle</u>	
Hypothèses	Ménages
Estimations des besoins actuels (t=0)	<p>3. Répartition de la population urbaine et rurale (t=0): la population urbaine a été calculée à partir des données de la population vivant dans une région métropolitaine de recensement (RMR) à laquelle ont été ajoutés les agglomérations de recensement (AR). La population résiduelle est considérée comme vivant en région rurale. Cet exercice a été effectué pour chacune des 17 régions administratives de la province.</p> <p>Sources:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Institut de la statistique du Québec – données courantes et futures sur la démographie <p>4. Différentiel de connectivité entre les zones urbaines et rurales (t=0): la différence de connectivité entre les zones rurales et les zones urbaines est calculée à partir du pourcentage de connectivité à Internet dans les ménages faisant partie de région de plus de 50 000 habitants contre ceux de moins de 50 000 habitants (moyenne pondérée) aux États-Unis. Des données similaires ne sont pas disponibles au Québec ou au Canada. De ces calculs, 88% de la population urbaine utiliserait Internet, contre 84% de la population urbaine. Le différentiel détermine que la probabilité qu'un individu utilise Internet en région rurale est 5% plus faible qu'en région urbaine.</p> <p>Sources:</p> <ul style="list-style-type: none"> — American Consumer Survey – Tableau S2801

Source : analyse KPMG.

Analyse des besoins futurs du Québec - Hypothèses de travail

Les hypothèses de travail sur les estimations des besoins futurs pour les ménages (croissance structurelle) permettent d'estimer le taux de croissance annualisé du nombre d'appareils connectés dans la province et du différentiel de connectivité entre les zones rurales et urbaines dans le futur.

Hypothèses de travail pour la <u>croissance structurelle</u>	
Hypothèses	Ménages
Estimations des besoins futurs (t=x)	<p>5. Taux de croissance annualisé du nombre d'appareils connectés pour les ménages et entreprises (entre t=0 et t=x): calculé à partir des publications d'Ericsson et IoT Analytics qui estiment et mesurent la croissance mondiale de l'adoption d'appareils IoT et non-IoT. Le taux de croissance utilisé est une moyenne de la croissance prévue du nombre d'appareils non-IoT connectés entre 2020 et 2025 à l'échelle mondiale (+0,7% CAGR) et pour les appareils IoT (+21,4%). Sources:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Ericsson, Mobility Report 2021. — IoT Analytics <p>6. Répartition de la population urbaine et rurale (t=x): La population par région administrative en 2025 et en 2030 est tirée des estimations de l'Institut de la statistique du Québec. La proportion d'individus vivant en région urbaine et rurale par région administrative est assumée comme restant similaire à celle à t=0 (voir hypothèse 3). Source:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Institut de la statistique du Québec – données courantes et futures sur la démographie <p>7. Différentiel de connectivité entre les zones urbaines et rurales (t=x): est considéré comme restant similaire à celui calculé à l'hypothèse 4 en 2025, puis il converge de moitié d'ici 2030 (l'écart passe de 5% à 2,5%). Source:</p> <ul style="list-style-type: none"> — American Consumer Survey – Tableau S2801

Source : analyse KPMG.

Analyse des besoins futurs du Québec - Hypothèses de travail

Les hypothèses de travail sur les estimations des besoins actuels pour les entreprises/institutions (croissance structurelle) permettent essentiellement de distribuer le nombre d'appareils actuels par industrie (selon leur intensité technologique estimée) et par région administrative.

Hypothèses de travail pour la <u>croissance structurelle</u>	
Hypothèses	Entreprises/institutions
Estimations des besoins actuels (t=0)	<p>8. Répartition du PIB sectoriel par région administrative (t=0): alors que le PIB par secteur et par région administrative n'est pas disponible au Québec, il a été calculé en répartissant le PIB par région administrative selon le pourcentage des emplois du secteur se trouvant dans chaque région.</p> <p>Par la suite, un coefficient de productivité par région administrative a été calculé en considérant le différentiel entre la somme du PIB par secteur tel que calculé précédemment et le PIB par région administrative officiel, tel que disponible dans les comptes officiels de l'Institut de la statistique du Québec. Ce coefficient est ensuite appliqué à l'ensemble des secteurs au sein d'une région administrative. Il est assumé que le différentiel de productivité est le même d'une région à l'autre, peu importe le secteur.</p> <p>Sources:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Statistique Canada – répartition des emplois par région par code SCIAN (tableau 14-10-0092-01) — Institut de la statistique du Québec – Panorama des régions du Québec et PIB par RA et RMR <p>9. Estimation de l'intensité technologique par secteur économique (t=0): calculé à partir de la part des achats de matériel technologique en proportion des achats totaux de chaque industrie. Ces proportions permettent d'établir l'importance relative des dépenses en machines et matériel à composante technologique dans chacune des industries du Québec. Ces proportions ont par la suite été normalisées dans le but d'établir les secteurs de l'économie qui sont à forte intensité technologique et ceux qui le sont moins. Les hypothèses 8 et 9 permettent de répartir le nombre d'appareils des entreprises/institutions par industrie et par région administrative au Québec.</p> <p>Source:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Statistique Canada - Tableaux des ressources et des emplois

Source : analyse KPMG.

Analyse des besoins futurs du Québec - Hypothèses de travail

Les hypothèses de travail sur les estimations des besoins futurs pour les entreprises/institutions (croissance structurelle) permettent d'estimer la croissance du nombre d'appareils par secteur de l'économie et par région administrative.

Hypothèses de travail pour la <u>croissance structurelle</u>	
Hypothèses	Entreprises/institutions
Estimations des besoins futurs (t=x)	<p>10. Croissance du PIB par secteur économique (entre t=0 et t=x): calculée selon les estimations du Conference Board du Canada en date de juillet 2021. Pour T=2025, le taux de croissance annualisé entre 2019 et 2023 a été utilisé de sorte à ne pas tenir compte du rebond économique suite à la pandémie dans la projection de croissance du PIB par secteur. Pour se rendre à t=2030, le taux de croissance annuel par secteur au Canada a été utilisé à partir de 2025. Ce taux a été réduit de l'écart de croissance moyen prévu entre le Canada et le Québec pendant cette période (-0,2 points de pourcentage). Source: — Conference Board du Canada – Estimations de croissance du PIB</p> <p>11. Répartition de la croissance du PIB par secteur par région administrative (entre t=0 et t=x): le poids d'un secteur économique par région administrative demeure similaire entre t=0 et t=x (tel que calculée selon l'hypothèse 8)</p> <p>12. Croissance de l'intensité technologique par secteur économique (entre t=0 et t=x): calculée en se basant sur 8 rapports de projection de la croissance de la taille des marchés de l'Internet des objets dans 8 des 15 industries analysées (agriculture, construction, fabrication, commerce de détail, finance, de l'assurances, transport, services d'enseignement, soins de santé et assistance sociale) (TCAC entre 13 et 26,5% selon les secteurs). Une moyenne (20,3%) de ces taux de croissance annualisés a été appliquée aux 7 autres industries. Afin de soustraire de cette croissance nominale l'inflation sous-jacente, les pressions inflationnistes tendancielle à partir des indices des prix à la production (IPP) ont été soustraites. Afin de tenir compte du fait que ces estimations d'inflation sont corrigées pour tenir compte de l'augmentation de la qualité des biens et produits, une seconde soustraction de 3,3% a été réalisé (ajustement pour la qualité selon le Conference Board du Canada). Sources: — Études sur la croissance des marchés de l'Internet des objets par secteur (Allied Market Research, Report Linker, Research and Markets — Statistique Canada – Inflation présumée par composante (tableau 18-10-0266-01) — Conference Board du Canada – ajustement pour la qualité</p>

Source : analyse KPMG.

Analyse des besoins futurs du Québec – Hypothèses de travail

Pour projeter la capacité nécessaire en 2030, un deuxième scénario a été considéré : celui où une percée technologique augmentait de façon significative les besoins de connectivité des ménages et des entreprises.

Hypothèses de travail pour le scénario de percée technologique d'ici 2030	
Hypothèses	Ménages et entreprises/institutions
Estimations des besoins futurs ; scénario de percée technologique (t=x)	<p>1. Une croissance du nombre d'appareils plus important pour les entreprises: à partir des données de croissance passées et estimées d'Ericsson et IoT Analytics, un processus aléatoire a été appliqué entre les années 2025 et 2030. Pour ce faire, le taux de croissance moyen entre 2011 et 2025 (27,8%) et son écart-type (7,8%) ont servi à modéliser 1 000 scénarios évoluant selon ces deux paramètres. Une croissance excédentaire de 15 points de pourcentage a été ajoutée au taux de croissance de l'année 2028, des suites de conversation avec des experts concernant l'impact la première année de l'adoption de masse d'autres technologies (début des années 2010 – adoption des téléphones intelligents, début du <i>streaming</i>).</p> <p>Sources:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Ericsson, Mobility Report 2021 — IoT Analytics — Discussion avec des experts

Source : analyse KPMG.

La consommation de données par appareil dépend du secteur d'activité : scénario de base (1/2)

Le tableau ci-dessous indique les hypothèses relatives à la répartition des débits par verticale, ainsi que des cas d'usage. Parmi les principales hypothèses :

- Les appareils utilisés par les ménages généreront un trafic moyen de 137,3 Mbit/s sur l'ensemble de la décennie.
- Du côté des utilisations industrielles, le trafic moyen varie de 14,7 Mbit/s en agriculture à 66,6 Mbit/s dans les services professionnels.

Répartition des débits en Mbit/s (%) par verticale, cas d'usage utilisés et trafic moyen

Secteurs industriels et institutionnels	Répartition des débits en Mbit/s (en %)								Cas d'usage	Trafic moyen
	0,5	1	2	5	10	50	100	1 000		
Ressources naturelles	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>25</u>	5	5	2	2	1	Surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils	14,7
Services publics	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>20</u>	5	10	2	2	1	Surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils	15,1
Construction	5	15	15	<u>25</u>	<u>22</u>	10	5	3	Surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils, télécommande bidirectionnelle, réalité virtuelle, modélisation 3D, outils de suivi GPS, structuration de capteurs IoT	43,9
Fabrication	<u>20</u>	<u>25</u>	<u>30</u>	15	5	2	2	1	Contrôle à distance des appareils, télécommande bidirectionnelle	15,2
Commerce de gros et de détail	5	15	<u>20</u>	<u>24</u>	15	15	5	1	Contrôle à distance des appareils	25,8
Transport et entreposage	12	10	10	<u>20</u>	<u>30</u>	10	5	3	Conduite autonome, héler virtuellement, surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils, connectivité des premiers intervenants	44,4
Finance, assurance et services immobiliers	5	<u>20</u>	<u>30</u>	15	14	10	5	1	Bureaux sur le <i>cloud</i> , services bancaires en ligne et mobiles, blockchain, industrie du <i>trading</i> , appareils portables	23,0
Services professionnels, scientifiques et techniques	5	10	10	15	<u>25</u>	16	15	4	Réalité virtuelle, réalité augmentée, Internet tactile, nanosatellites	66,6
Services administratifs et gestion de d'entreprises	<u>30</u>	<u>25</u>	<u>25</u>	10	5	2	2	1	Surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils, alertes automatisées	14,9

Source : analyse KPMG.

La consommation de données par appareil dépend du secteur d'activité : scénario de base (2/2)

Le tableau ci-dessous indique les hypothèses relatives à la répartition des débits par verticale, ainsi que des cas d'usage. Parmi les principales hypothèses :

- Les appareils utilisés par les ménages généreront un trafic moyen de 137,3 Mbit/s sur l'ensemble de la décennie.
- Du côté des utilisations industrielles, le trafic moyen varie de 14,7 Mbit/s en agriculture à 66,6 Mbit/s dans les services professionnels.

Répartition des débits en Mbit/s (%) par verticale, cas d'usage utilisés et trafic moyen

Secteurs industriels et institutionnels	Répartition des débits en Mbit/s (en %)								Cas d'usage	Trafic moyen
	0,5	1	2	5	10	50	100	1 000		
Services d'enseignement	10	12	12	10	18	<u>20</u>	15	3	Appel vidéo multi-personnes, <i>streaming</i> , réalité virtuelle/augmentée, apprentissage à distance	57,7
Soins de santé et assistance sociale	10	15	<u>20</u>	18	15	10	10	2	Surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils, ambulances connectées, réalité virtuelle/augmentée, appel vidéo multi-personnes	38,0
Information, industrie culturelle et loisirs	<u>25</u>	<u>20</u>	17	15	10	10	2	1	Vidéo transmission, <i>cloud</i> personnel, jeux en temps réel, télécommande d'appareils, réalité virtuelle	19,4
Services d'hébergement et de restauration	<u>30</u>	<u>27</u>	<u>20</u>	5	10	5	2	1	Surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils, alertes automatisées, connectivité des premiers répondants	16,6
Autres services (sauf les administrations publiques)	10	14	15	<u>20</u>	<u>25</u>	10	5	1	Surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils, télécommande d'appareils, bureaux sur le <i>cloud</i>	24,0
Administrations publiques	10	15	<u>20</u>	<u>22</u>	<u>20</u>	10	2	1	Appel vidéo multi-personnes, vidéo transmission, surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils	20,7
Ménages	5	5	10	10	15	20	25	10	Vidéo transmission, jeux en temps réel, connectivité des premiers répondants, appel vidéo multi-personnes, <i>cloud</i> personnel, surveillance des réseaux de capteurs, contrôle à distance des appareils	137,3

Source : analyse KPMG.

La consommation de données par appareil dépend du secteur d'activité : scénario percée technologique

Sous le scénario avec une percée technologique, les hypothèses reposent sur le nombre d'appareils connectés par secteur industriel et le débit nécessaire au fonctionnement optimal de ceux-ci.

- Du côté des ménages, le débit moyen augmenterait de 12,4% entre 2025 et 2030.
- Les secteurs industriels et institutionnels verront une croissance des débits allant de 8,4% (administrations publiques) à 11,9% (services publics), pour une moyenne pondérée de 10,4% par appareil.

Répartition des débits en Mbit/s (%) par verticale, cas d'usage utilisés et trafic moyen

Secteurs industriels et institutionnels	Répartition des débits en Mbit/s (en %)								Trafic moyen	Croissance annuelle hypothétique 2025-2030 (percée technologique)
	0,5	1	2	5	10	50	100	1 000		
Ressources naturelles	15	15	<u>20</u>	18	14	12	5	1	23,9	10,2%
Services publics	<u>20</u>	<u>25</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	7	4	2	2	26,5	11,9%
Construction	5	10	15	<u>20</u>	<u>20</u>	15	10	5	70,9	10,1%
Fabrication	10	15	18	<u>25</u>	15	10	6	1	24,3	9,8%
Commerce de gros et de détail	5	10	15	15	<u>25</u>	18	10	2	42,7	10,6%
Transport et entreposage	5	8	10	15	18	<u>22</u>	18	4	71,9	10,1%
Finance, assurance et services immobiliers	5	10	18	<u>20</u>	<u>25</u>	13	7	2	37,5	10,3%
Services professionnels, scientifiques et techniques	5	5	10	15	<u>23</u>	15	19	8	109,8	10,5%
Services administratifs et gestion de d'entreprises	<u>30</u>	<u>25</u>	<u>25</u>	8	5	2	3	2	25,8	11,6%
Services d'enseignement	7	10	12	10	15	15	<u>25</u>	6	94,9	10,5%
Soins de santé et assistance sociale	8	10	<u>20</u>	15	15	15	13	4	63,3	10,7%
Information, industrie culturelle et loisirs	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	15	10	8	5	2	31,5	10,1%
Services d'hébergement et de restauration	<u>30</u>	<u>27</u>	15	5	10	9	2	2	28,5	11,4%
Autres services (sauf les administrations publiques)	8	10	15	<u>20</u>	<u>25</u>	10	10	2	38,9	10,2%
Administrations publiques	6	10	<u>20</u>	<u>30</u>	<u>20</u>	10	2	2	31,0	8,4%
Ménages	5	10	10	10	10	18	15	<u>22</u>	245,8	12,4%

Source : analyse KPMG.



Annexes

Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande

1.1 Hypothèses de travail détaillées

1.2 Résultats

Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre

2.1 Hypothèses de travail détaillées – Dorsale

2.2 Hypothèses de travail détaillées – Réseau fixe

2.3 Hypothèses de travail détaillées – Réseau mobile et sans fil

2.4 Hypothèses de travail détaillées – Edge Core

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

Demande provenant des services publics

L'approche présentée dans le corps du rapport pour estimer la demande provenant du secteur des ressources naturelles a également été utilisée pour les autres vecteurs.

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

02

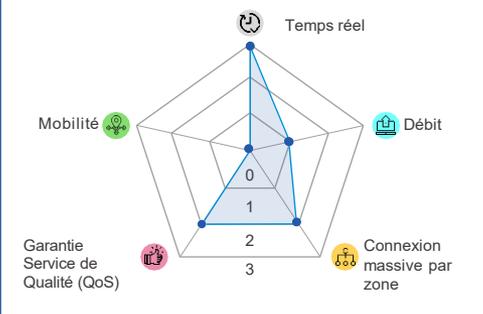
Services publics



Usages

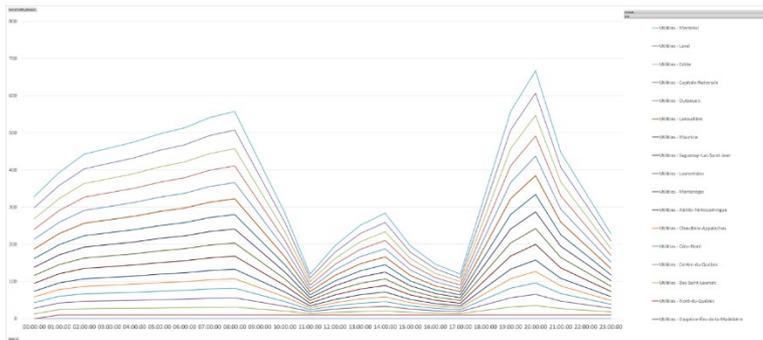
- Les compteurs intelligents ne sont pas seulement destinés aux consommateurs, et ils auront un niveau de détail plus élevé ;
- Surveillance à distance des réseaux électriques ;
- Éclairage public intelligent (grâce à des capteurs intégrés) pour permettre l'efficacité dans les zones publiques et fournir un éclairage adapté.

Demande d'infrastructure de réseau



Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- La demande est la plus forte entre 18-22h, lorsque les gens rentrent chez eux.
- La demande est moindre entre 0h-8h.
- La demande est moyenne entre 12h-14h, par exemple les gens rentrent chez eux pour dîner, il utilisent leurs appareils ménagers, la télévision, etc.
- Demande faible entre 9h-11h et 15h-18h.
- En temps de télétravail accru, il y a un pic entre 9-12h et 14-18h et la demande devient plus constante tout au long de la journée et plus élevée en termes absolus.
- Plus importante dans les régions urbaines.

Demande provenant de la construction

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

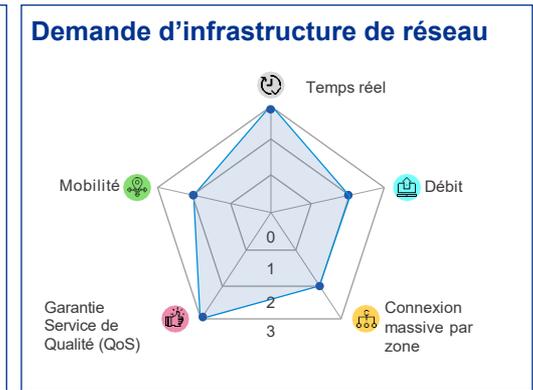
03

Construction



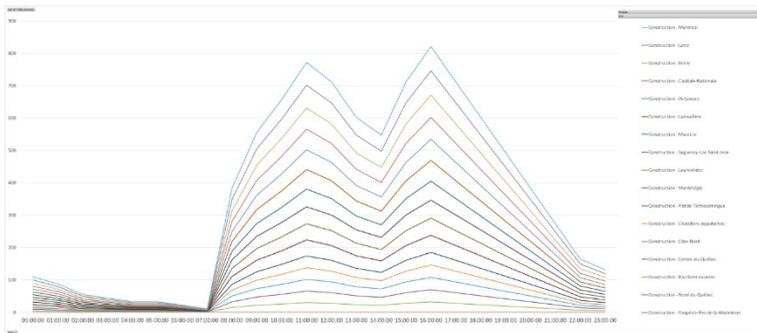
Usages

- Visualisation holographique de bâtiments ;
- Diffusion 8K à 360 degrés et lecture de codes QR à partir de caméras vidéo sans fil ;
- Détection structurelle par l'Internet des objets (IdO) ;
- Affichage de la conception en temps réel.



Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande la plus forte entre 8-12h et 14-18h.
- Demande plus faible entre 12-14h et 18-8h.
- Plus importante dans les zones urbaines.

Demande provenant du commerce de gros et de détail

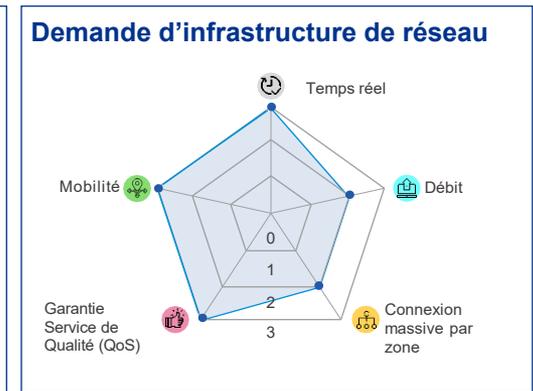
La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

05

Commerce de gros et de détail

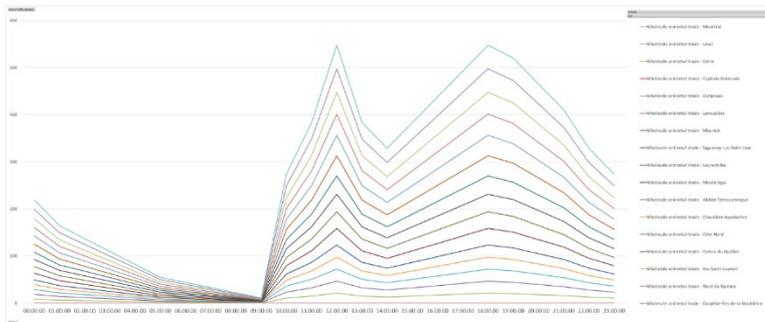
Usages

- Capteurs permettant une visibilité en temps réel des stocks ;
- Expériences immersives : les acheteurs sont en mesure de vérifier immédiatement les matériaux ou les ingrédients des produits grâce à l'utilisation de lunettes intelligentes ou de leurs téléphones intelligents ;
- Personnalisation : avec une latence plus faible, les détaillants seront également en mesure de répondre aux modèles et aux comportements d'achat avec un contenu immersif et adapté en temps réel.



Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande la plus forte entre 12-14h et 18-22h.
- Demande faible entre 10-12h et 14-16h.
- Demande moyenne entre 4-6h.
- Demande proche de zéro entre 22-10h.
- Plus importante dans les régions urbaines.

Demande provenant du transport et de l'entreposage

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

06

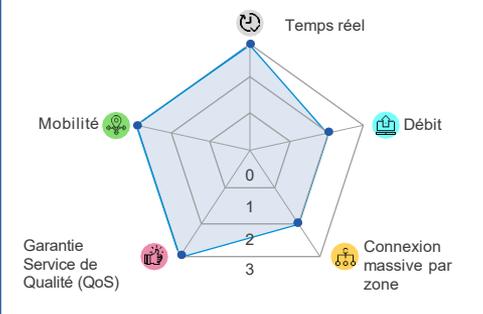
Transport et entreposage



Usages

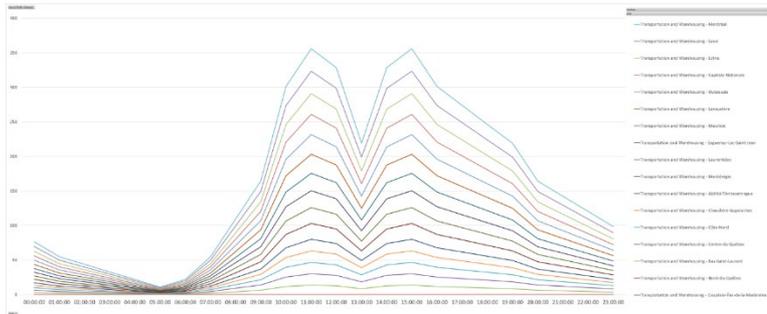
- Connectivité de bout en bout ;
- Véhicule-à-véhicule (V2V) : Les véhicules se transmettent directement les signaux entre eux ;
- Véhicule à infrastructure (V2I) : Les véhicules communiquent avec les capteurs installés sur les ponts, les routes et les feux de signalisation.

Demande d'infrastructure de réseau



Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



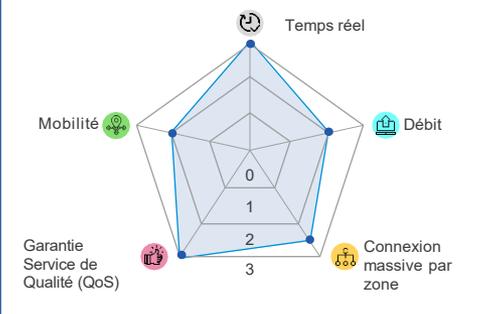
Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande maximale entre 10-12h et 14-16h.
- Demande proche de zéro entre 19h et 8h.
- Demande entre 8-9 heures et 16-19 heures.
- Plus importante dans les régions urbaines.

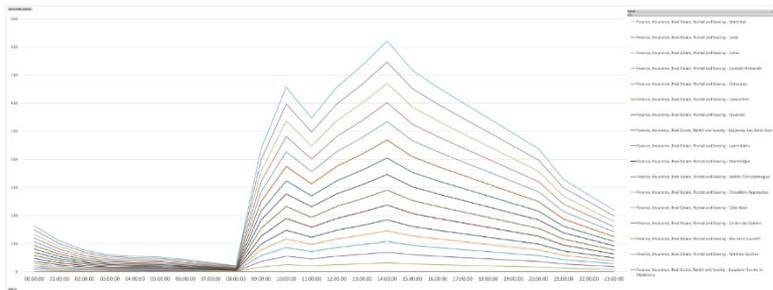
Demande provenant des finances, de l'assurance et des services immobiliers

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

<p>07</p> <p>Finances, assurance et services immobiliers</p> 	<p>Usages</p> <ul style="list-style-type: none"> — Conseils financiers fournis par des robots IA ; — Sécurité accrue et services bancaires personnalisés ; — Blockchain et financement du commerce ; — Des analyses d'assurance plus rapides ; — Services bancaires à partir de davantage de technologies « portables » ; — Succursales et GAB « pop-up » ; — Les applications financières vont se déplacer vers le cloud. 	<p>Demande d'infrastructure de réseau</p> 
--	--	--

Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



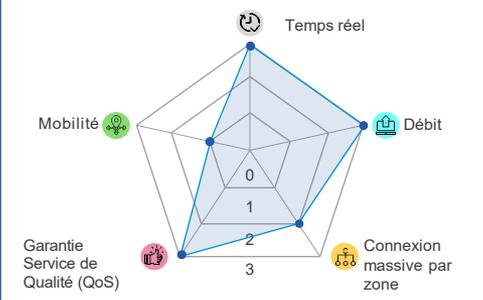
Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande plus forte entre 9h et 15h.
- Demande faible entre 15h et 21h.
- Pic de demande entre 12 et 15 heures.
- Plus importante dans les régions urbaines.

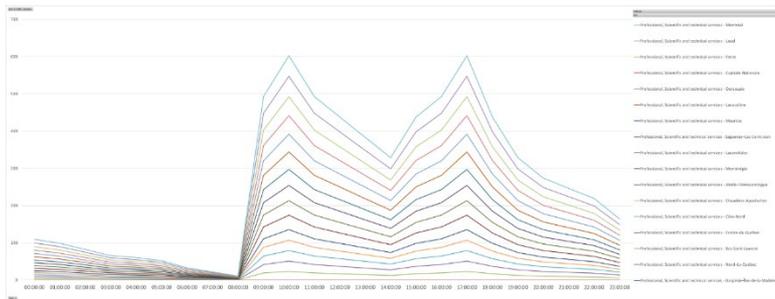
Demande provenant des services professionnels, scientifiques et techniques

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

<p>08</p> <p>Services professionnels, scientifiques et techniques</p> 	<p>Usages</p> <ul style="list-style-type: none"> — IoT 5G via nanosatellite ; — Analyse en temps réel et prédictive grâce à des capteurs ; — Robotisation et automatisation scientifique expérimentale. 	<p>Demande d'infrastructure de réseau</p> 
---	---	--

Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



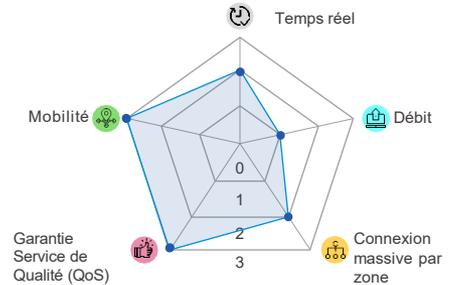
Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande plus forte entre 9-18h.
- Pic entre 9h-12h et 15h-18h.
- Demande faible entre 6-11h.
- Demande proche de zéro entre 23h-9h.
- Plus importante dans les régions urbaines.

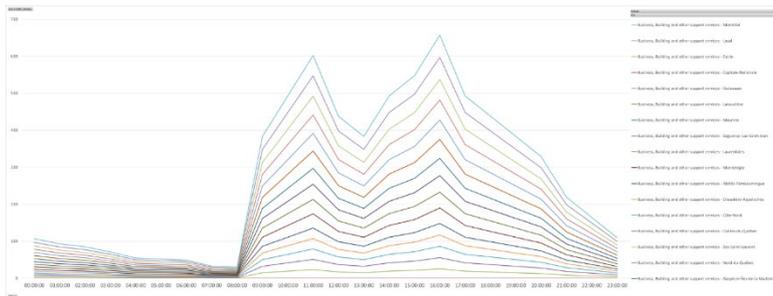
Demande provenant des services administratifs et de la gestion d'entreprises

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

<p>09</p> <p>Services administratifs et gestion d'entreprises</p> 	<p>Usages</p> <ul style="list-style-type: none"> — Harmoniser l'utilisation des bâtiments et l'utilisation des équipements (orchestrer les systèmes de chauffage, de climatisation et de ventilation) ; — Meilleure utilisation de l'espace ; — Systèmes automatisés pour surveiller et réguler la qualité de l'air et options de réservation assistée par ordinateur pour les places de stationnement ou les bureaux. 	<p>Demande d'infrastructure de réseau</p> 
---	--	--

Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



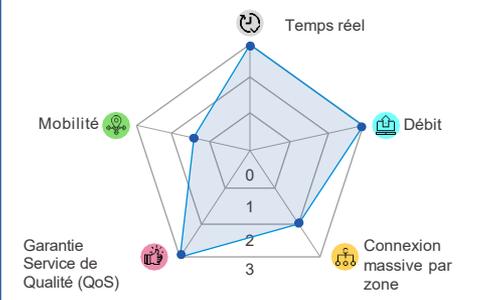
Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Pic entre 10-12h et 14-18h.
- Demande n'est jamais zéro.
- Demande moyenne entre 8-10h, 12-14h et 18-22h.
- Demande proche de zéro entre 22-8h.
- Plus importante dans les régions urbaines.

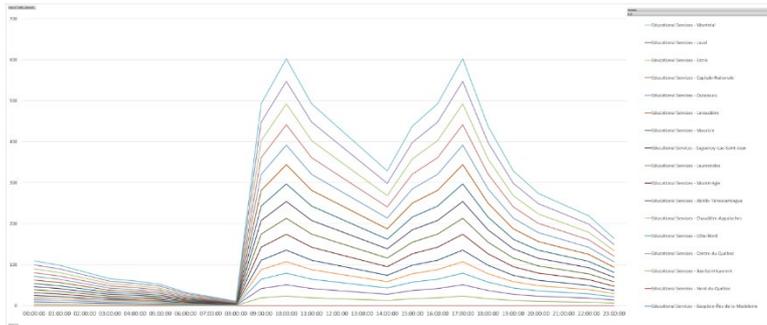
Demande provenant des services d'enseignement

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

<p>10</p> <p>Services d'enseignement</p> 	<p>Usages</p> <ul style="list-style-type: none"> — Éducation améliorée par la RV/AR ; — Offres IoT ; — Apprentissage à distance. 	<p>Demande d'infrastructure de réseau</p> 
--	--	--

Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande la plus forte entre 8-13h et 14-18h.
- Demande moyenne entre 12-14h.
- Demande faible entre 18-8h.
- Importante dans les zones urbaines et rurales, mais demande accrue particulièrement dans les régions urbaines.

Demande provenant des soins de santé et de l'assistance sociale

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

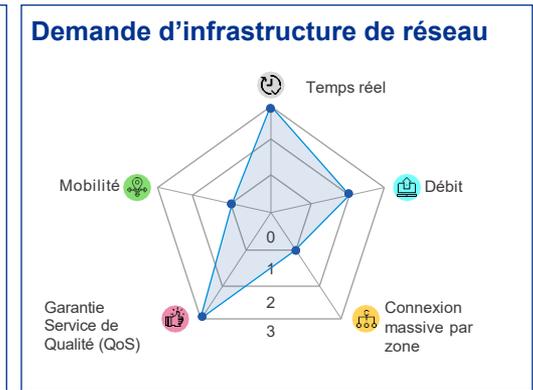
11

Soins de santé et assistance sociale



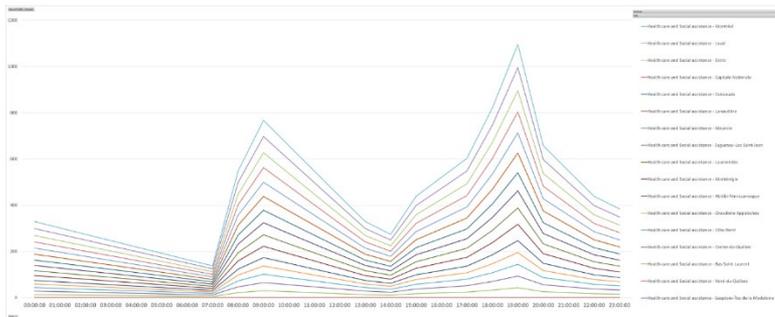
Usages

- Surveillance à distance des patients ;
- Ambulance connectée ;
- Consultations virtuelles haute définition ;
- Gestion des ordonnances par vidéo ;
- Assistance AR/VR pour personnes avec handicap visuel ;
- Thérapie de distraction et de réadaptation ;
- Expert à distance pour la collaboration en chirurgie ;
- Formation et éducation AR/VR ;
- Traitement informatique en temps réel et à haut débit ;
- Analyse vidéo pour la reconnaissance comportementale.



Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Verticale qui a parmi les demandes les plus élevées parce qu'elle nécessite plus d'appareils.
- Demande la plus faible de 0-7h.
- Forte demande 9-12h et 16-20h.
- Demande moyenne 7-9h et 8-12h.
- Demande n'est jamais zéro.
- Plus importante dans les régions urbaines.

Demande provenant l'industrie de l'information, de l'industrie culturelle et des loisirs

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

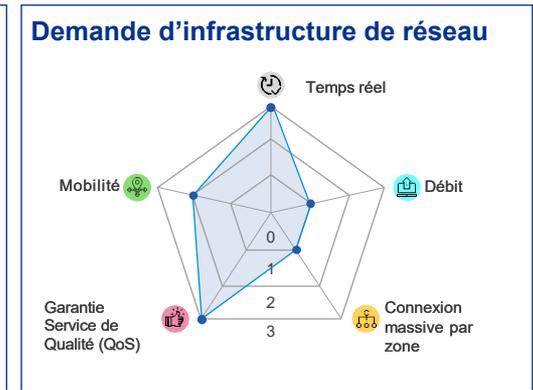
12

Information, industrie culturelle et loisirs



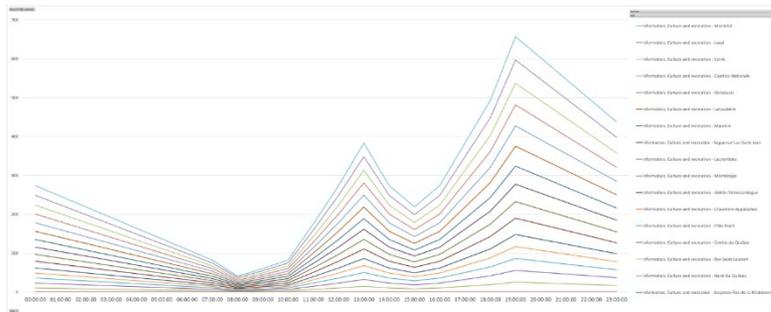
Usages

- Technologie de capture par scanner à ultra-haute résolution ;
- Expériences immersives ;
- Rendu en temps réel et IA interactive.



Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



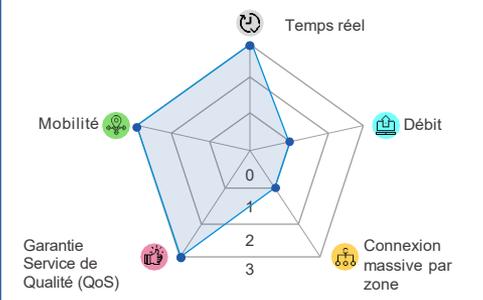
Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande maximale de 6-12h.
- Demande moyenne entre 12-14h.
- Demande quasi nulle entre 0-9h.
- Faible demande entre 9-12h et 14-18h.

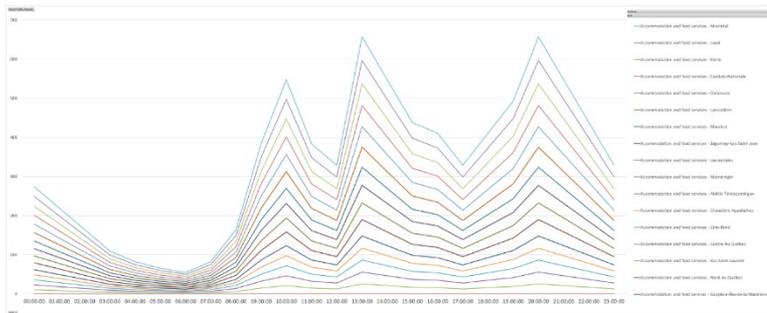
Demande provenant des services d'hébergement et de la restauration

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

<p>13</p> <p>Services d'hébergement et de restauration</p> 	<p>Usages</p> <ul style="list-style-type: none"> — Robotique et machines ; — Impression 3D ; — Drones ; — Blockchain, IoT et IA pour la traçabilité alimentaire de bout en bout. 	<p>Demande d'infrastructure de réseau</p> 
--	---	--

Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande la plus forte entre 9-11h, 12-14h et 19-21h.
- Demande moyenne entre 11-12h, 5-7h et 9-11h.
- Demande faible entre 14-17h et 23-9h.

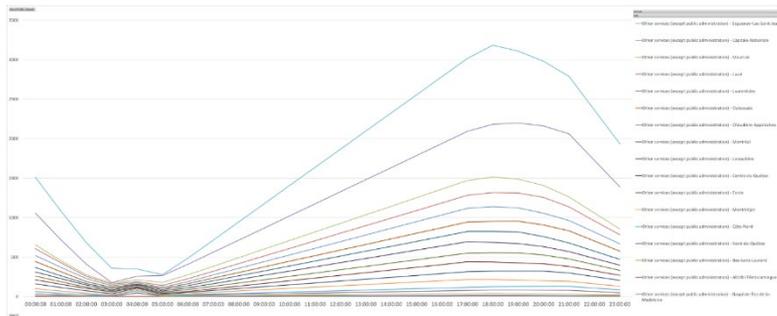
Demande provenant des autres services

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

<p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">14</p> <p style="font-size: 18px; font-weight: bold;">Autres services (sauf admin. publiques)</p> <p style="text-align: right;">○○○</p>	<p>Usages</p> <ul style="list-style-type: none"> — Une combinaison d'usages communs aux autres services. 	<p>Demande d'infrastructure de réseau</p>
--	--	--

Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



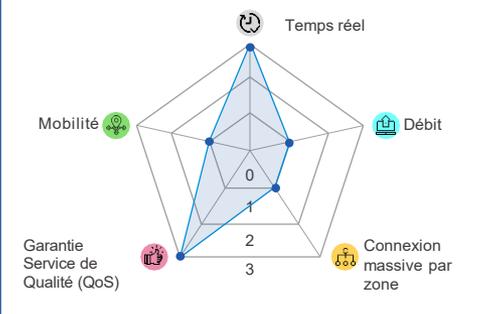
Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Moyenne des autres secteurs : une croissance au fur et à mesure de la journée, avec un sommet à l'heure de pointe en soirée.

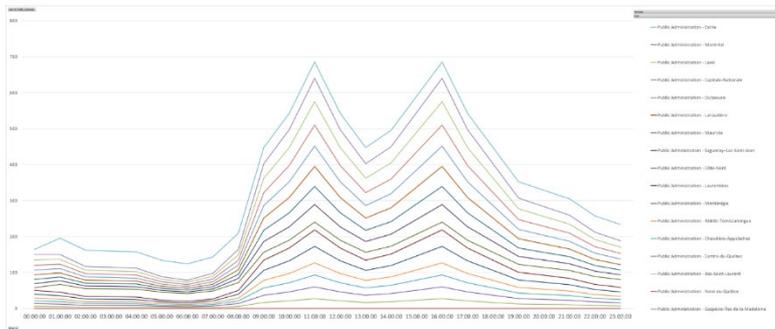
Demande provenant des administrations publiques

La demande prévue pour l'ensemble de chaque secteur tient compte du type et du nombre d'appareils requis pour les applications identifiées et du débit nécessaire pour le fonctionnement optimal de ces appareils.

<p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">15</p> <p style="font-size: 18px; font-weight: bold;">Administrations publiques</p> 	<p>Usages</p> <ul style="list-style-type: none"> — Harmoniser l'utilisation des bâtiments et l'utilisation des équipements (orchestrer les systèmes de chauffage, de climatisation et de ventilation) ; — Meilleure utilisation de l'espace ; — Contrôle en temps réel ; — Équipement de connexion (capteurs, etc.). 	<p>Demande d'infrastructure de réseau</p> 
--	---	--

Les besoins varieront selon les régions en fonction de l'impact du secteur sur chacune d'entre elles.

Évaluation des besoins en capacité au cours de la journée



Source : analyse KPMG.

Hypothèses

- Demande la plus forte entre 9-12h et 14-17h.
- Demande faible entre 12-14h et 17-19h.
- Demande quasi nulle entre 19-9h.



Annexes

Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande

1.1 Hypothèses de travail détaillées

1.2 Résultats

Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre

2.1 Hypothèses de travail détaillées – Dorsale

2.2 Hypothèses de travail détaillées – Réseau fixe

2.3 Hypothèses de travail détaillées – Réseau mobile et sans fil

2.4 Hypothèses de travail détaillées – Edge Core

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

Modèle de dimensionnement de la dorsale - Vue des entrées/sorties

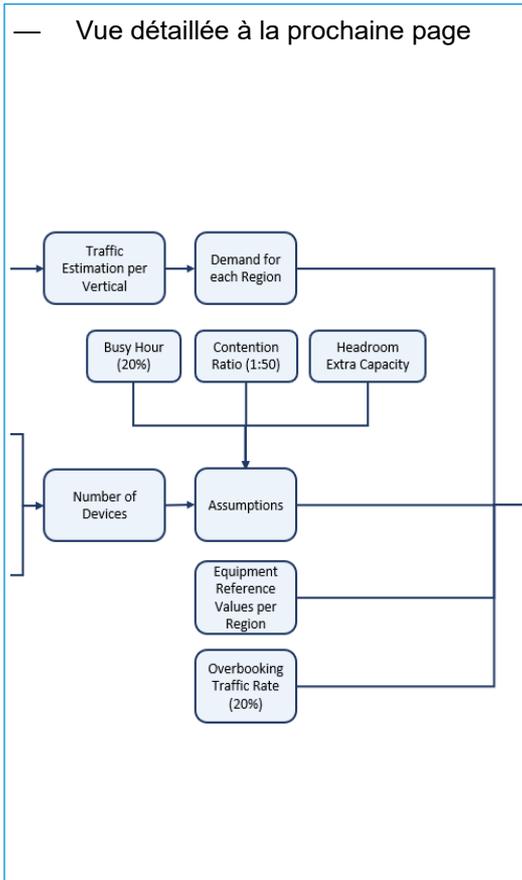
Ci-dessous, une illustration des paramètres d'entrée/sortie à haut niveau pour le modèle de la dorsale.

1 Entrées

- Taux d'intensité
- PIB par verticale et par région
- Estimation de la distribution du débit par verticale
- Facteur de croissance pour les cinq prochaines années
- Estimation du trafic par verticale
- Nombre d'appareils
- Valeurs de référence des équipements par région
- Facteur d'heures de pointe (20%)
- Taux de contention (1/50)
- Capacité excédentaire (20%)

Source : analyse KPMG.

2 Modèle de la dorsale



3 Sorties

- Le modèle infère la capacité estimée et l'équipement nécessaire pour soutenir cette capacité spécifique pour les 17 régions sélectionnées pour chacune des années indiquées (de 2020 à 2025).

Region	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Region 1	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Region 2	2000	2200	2400	2600	2800	3000
Region 3	3000	3300	3600	3900	4200	4500
Region 4	4000	4400	4800	5200	5600	6000
Region 5	5000	5500	6000	6500	7000	7500
Region 6	6000	6600	7200	7800	8400	9000
Region 7	7000	7700	8400	9100	9800	10500
Region 8	8000	8800	9600	10400	11200	12000
Region 9	9000	9900	10800	11700	12600	13500
Region 10	10000	11000	12000	13000	14000	15000
Region 11	11000	12100	13200	14300	15400	16500
Region 12	12000	13200	14400	15600	16800	18000
Region 13	13000	14300	15600	16900	18200	19500
Region 14	14000	15400	16800	18200	19600	21000
Region 15	15000	16500	18000	19500	21000	22500
Region 16	16000	17600	19200	20800	22400	24000
Region 17	17000	18700	20400	22100	23800	25500

Modèle de la dorsale - Hypothèses - (2020-2025)

Les hypothèses prises en compte pour simuler les résultats pour le modèle de la dorsale sont présentées ci-dessous.

Notre approche par étapes

Étape 1

- 1 **Estimation de la distribution du débit par verticale** — Répartition du débit par verticale et calcul du débit moyen par secteur.
- 2 **Estimation du trafic par verticale** — Le trafic a été estimé sur la base de trois échelles, incluant des intervalles de divers débits.
 1. Intervalle plus faible ; 0,1 - 1,2 Mbit/s
 2. Intervalle moyen ; 2,5 - 10 Mbit/s
 3. Intervalle plus élevé ; 10 – 100 Mbit/s
- 3 **Demande pour chaque région** — Estimation à partir des 3 échelles présentées à la page 34, par verticale, et qui sera utilisée pour dimensionner la capacité de l'équipement.
 - Elle restera constante au fil des ans.

Distribution du débit par verticale et calcul du débit moyen par secteur.

Voir les pages 102 et 103.

Estimation du trafic par verticale pour le Bas-Saint-Laurent

Bas-Saint-Laurent	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6
Verticales – intensité par industrie – Trafic (Mbit/s)	577,17	577,17	577,17	577,17	577,17	577,17
Ressources naturelles	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70
Services publics	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10
Construction	43,93	43,93	43,93	43,93	43,93	43,93
Fabrication	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20
Commerce de gros et de détail	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78	25,78
Transport et entreposage	44,36	44,36	44,36	44,36	44,36	44,36
Finance, assurances et services immobiliers	22,98	22,98	22,98	22,98	22,98	22,98
Services professionnels, scientifiques et techniques	66,58	66,58	66,58	66,58	66,58	66,58
Services administratifs et gestion d'entreprises	14,90	14,90	14,90	14,90	14,90	14,90
Services d'enseignement	57,71	57,71	57,71	57,71	57,71	57,71
Soins de santé et assistance sociale	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
Information, industrie culturelle et loisirs	19,42	19,42	19,42	19,42	19,42	19,42
Services d'hébergement et de restauration	16,57	16,57	16,57	16,57	16,57	16,57
Autres services (sauf les administrations publiques)	23,99	23,99	23,99	23,99	23,99	23,99
Administrations publiques	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70
Ménages	137,28	137,28	137,28	137,28	137,28	137,28

Source : analyse KPMG.

Modèle de la dorsale - Hypothèses - (2020-2025)

Les hypothèses prises en compte pour simuler les résultats pour le modèle de la dorsale sont présentées ci-dessous.

Notre approche par étapes

Étape 2

4 PIB par verticale et par région ; Taux d'intensité ; Facteur de croissance pour les 5 et 10 prochaines années

- Le **PIB** par secteur et région administrative n'est pas disponible au Québec. Celui-ci a été calculé en répartissant le PIB par région administrative selon le pourcentage de l'emploi du secteur total situé dans chacune des régions.
- Le **taux d'intensité** est calculé à partir de la part des achats d'équipements technologiques par rapport au total des achats dans chaque industrie.
- Le **facteur de croissance** est calculé sur la base de rapports de projection de la croissance de la taille du marché de l'Internet des objets dans 8 de ces 15 industries (agriculture, construction, fabrication, commerce de détail, finance et assurance, transport, services d'enseignement, soins de santé et assistance sociale) (TCAC entre 13 et 26,5% selon le secteur). Une moyenne (20,3%) de ces taux de croissance annualisés a été appliquée aux 7 industries restantes.
- Ces données sont ensuite intégrées dans les hypothèses, tout comme le facteur d'heure de pointe, le taux de contention et la capacité excédentaire.

5 Nombre d'appareils

Source : analyse KPMG.

Taux de croissance sur 5 ans et coefficients d'intensité technologique pour chacune des 15 verticales

	Croissance sur 5 ans	Coefficient d'intensité technologique
Ressources naturelles	92%	1,9
Services publics	108%	6,8
Construction	33%	3,4
Fabrication	84%	2,9
Commerce de gros et de détail	165%	7,4
Transport et entreposage	52%	2,4
Finance, assurances et services immobiliers	170%	7,2
Services professionnels, scientifiques et techniques	108%	18,6
Services administratifs et gestion d'entreprises	108%	7,9
Services d'enseignement	106%	6,0
Soins de santé et assistance sociale	151%	8,6
Information, industrie culturelle et loisirs	108%	26,1
Services d'hébergement et de restauration	108%	2,3
Autres services (sauf les administrations publiques)	108%	3,7
Administrations publiques	108%	3,8
	120%	7,3

Nombre d'appareils au Bas-Saint-Laurent par verticale en 2025

	Appareils en 2025
Ressources naturelles	99 707
Services publics	0
Construction	83 360
Fabrication	138 754
Commerce de gros et de détail	349 987
Transport et entreposage	28 299
Finance, assurances et services immobiliers	243 308
Services professionnels, scientifiques et techniques	214 562
Services administratifs et gestion d'entreprises	40 400
Services d'enseignement	129 583
Soins de santé et assistance sociale	303 834
Information, industrie culturelle et loisirs	217 577
Services d'hébergement et de restauration	20 163
Autres services (sauf les administrations publiques)	38 230
Administrations publiques	73 559
Ménages	949 846

Modèle de la dorsale - Hypothèses - (2020-2025)

Les hypothèses prises en compte pour simuler les résultats pour le modèle de la dorsale sont présentées ci-dessous.

Notre approche par étapes

Étape 3

- 6 **Hypothèses** — Pour calculer la demande de bande passante requise, un facteur d'heures de pointe de 20%, un taux de contention de 1/50 et une capacité excédentaire de 20% ont été inclus pour assurer la cohérence de la modélisation du réseau.
- 7 **Valeurs de référence des équipements par région** — Les coûts de chaque équipement nécessaire à combler les écarts en capacité ont été additionnés.
- 8 **Dimensionnement (équipement et capacité)** — Résultat final : le modèle de la dorsale et tous les équipements nécessaires pour l'ensemble des régions sont indiqués dans le tableau de droite.

Nombre d'appareils multiplié par le facteur d'heures de pointe (20%), le taux de contention (1/50) et la marge de capacité excédentaire (20%) pour les différentes verticales du Bas-Saint-Laurent

Bas-Saint-Laurent	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6
Verticales – intensité par industrie – Trafic (Mbit/s)	8 199	9 373	10 547	11 721	12 896	14 070
Ressources naturelles	200	256	312	367	423	479
Services publics	0	0	0	0	0	0
Construction	257	286	314	343	371	400
Fabrication	305	377	449	521	594	666
Commerce de gros et de détail	527	757	988	1 219	1 449	1 680
Transport et entreposage	81	92	103	114	125	136
Finance, assurances et services immobiliers	348	512	676	840	1 004	1 168
Services professionnels, scientifiques et techniques	396	522	649	776	903	1 030
Services administratifs et gestion d'entreprises	90	111	132	152	173	194
Services d'enseignement	263	335	407	479	550	622
Soins de santé et assistance sociale	449	651	853	1 055	1 256	1 458
Information, industrie culturelle et loisirs	441	561	682	803	924	1 044
Services d'hébergement et de restauration	39	50	62	74	85	97
Autres services (sauf les administrations publiques)	80	101	121	142	163	184
Administrations publiques	144	186	228	269	311	353
Ménages	4 581	4 576	4 572	4 568	4 564	4 559

Nombre total d'équipements requis pour toutes les régions par année

Équipements requis au dimensionnement	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6
Matériel informatique						
Routage	16	7 229	514	510	512	591
Commutateurs	16	7 229	514	510	512	591
Passerelles	16	7 229	514	510	512	591
Pare-feu	16	7 229	514	510	512	591
Logiciels						
Routage – Logiciels	32	7 229	514	510	512	591
Commutateurs – Logiciels	32	7 229	514	510	512	591
Passerelles – Logiciels	32	7 229	514	510	512	591
Pare-feu – Logiciels	32	7 229	514	510	512	591
Infrastructures de maintenance						
Équipement de test	32	0	0	0	0	0
Outils spécialisés	32	0	0	0	0	0
Infrastructures de soutien						
Services de déploiement	32	0	0	0	0	0
Installations de base	16	0	0	0	0	0
Opération et maintenance des infrastructures du réseau						
Centre d'exploitation du réseau – Licences	32	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Installations	32	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Équipements	1	0	0	0	0	0

Source : analyse KPMG.

Modèle de la dorsale - Hypothèses - (2025-2030)

Les hypothèses prises en compte pour simuler les résultats pour le modèle de la dorsale sont présentées ci-dessous.

— Ajuster le nombre d'appareils selon la valeur de croissance déjà établie pour la période entre 2025 et 2030 et simuler tous les équipements nécessaires pour chaque région (comme indiqué dans le tableau de droite).

Nombre d'appareils multiplié par le facteur d'heures de pointe (20%), le taux de contention (1/50) et la marge de capacité excédentaire (20%) pour les différentes verticales du Bas-Saint-Laurent

Bas-Saint-Laurent	An 6 (2025)	An 7 (2026)	An 8 (2027)	An 9 (2028)	An 10 (2029)	An 11 (2030)
Verticales – intensité par industrie – Trafic (Mbit/s)	14 070	17 189	20 309	23 428	26 548	29 667
Ressources naturelles	479	608	738	867	997	1 126
Services publics	0	0	0	0	0	0
Construction	400	477	554	631	708	786
Fabrication	666	843	1 020	1 198	1 375	1 552
Commerce de gros et de détail	1 680	2 323	2 965	3 608	4 250	4 893
Transport et entreposage	136	165	195	225	254	284
Finance, assurances et services immobiliers	1 168	1 656	2 145	2 634	3 122	3 611
Services professionnels, scientifiques et techniques	1 030	1 329	1 628	1 927	2 226	2 525
Services administratifs et gestion d'entreprises	194	261	328	395	462	529
Services d'enseignement	622	795	968	1 141	1 314	1 487
Soins de santé et assistance sociale	1 458	2 003	2 548	3 093	3 638	4 183
Information, industrie culturelle et loisirs	1 044	1 346	1 648	1 950	2 252	2 554
Services d'hébergement et de restauration	97	124	152	179	206	234
Autres services (sauf les administrations publiques)	184	240	297	354	411	468
Administrations publiques	353	450	546	643	740	836
Ménages	4 559	4 567	4 575	4 583	4 591	4 599

Nombre d'équipements et de capacités nécessaires à dimensionner dans le Bas-Saint-Laurent en 2029 et 2030

Description	An 10 (2029)			An 11 (2030)		
		1 331 000			1 435 500	
Demande en capacité par année (Mbit/s)		933 133			1 032 593	
Capacité déployée (Mbit/s) – Limitée par équipement réseau						
Écart à combler (Mbit/s)		397 867			402 907	
Bas-Saint-Laurent	Dimensionnement d'équipements	Σ - Équipements	Capacité par équipement de réseau	Dimensionnement d'équipements	Σ - Équipements	Capacité par équipement de réseau
Matériel informatique						
Routage	18	242	1 331 000	19	261	1 435 500
Commuteurs	18	242	1 331 000	19	261	1 435 500
Passerelles	18	242	1 331 000	19	261	1 435 500
Pare-feu	18	242	1 331 000	19	261	1 435 500
Logiciels						
Routage – Logiciels	18	243	1 336 500	19	262	1 441 000
Commuteurs – Logiciels	18	243	1 336 500	19	262	1 441 000
Passerelles – Logiciels	18	243	1 336 500	19	262	1 441 000
Pare-feu – Logiciels	18	243	1 336 500	19	262	1 441 000
Infrastructures de maintenance						
Équipement de test	0	2		0	2	
Outils spécialisés	0	2		0	2	
Infrastructures de soutien	0	2		0	2	
Services de déploiement						
Installations de base	0	1		0	1	
Opération et maintenance des infrastructures du réseau						
Centre d'exploitation du réseau – Licences	0	2		0	2	
Centre d'exploitation du réseau – Installations	0	2		0	2	

Source : analyse KPMG.

Modèle de la dorsale - Hypothèses - (2025-2030 - scénario de percée technologique)

Les hypothèses prises en compte pour simuler les résultats pour le modèle de la dorsale sont présentées ci-dessous.

- Au cours de cette période (2025-2030), on constate **une croissance de la demande de 100%** pour les ménages et de **50%** pour les autres verticales.
- Sur une base annualisée, la croissance correspondante est de **12,4%** pour les ménages et de **10,4%** pour les autres verticales.

Nombre d'appareils multiplié par le facteur d'heures de pointe (20%), le taux de contention (1/50) et la marge de capacité excédentaire (20%) pour les différentes verticales du Bas-Saint-Laurent

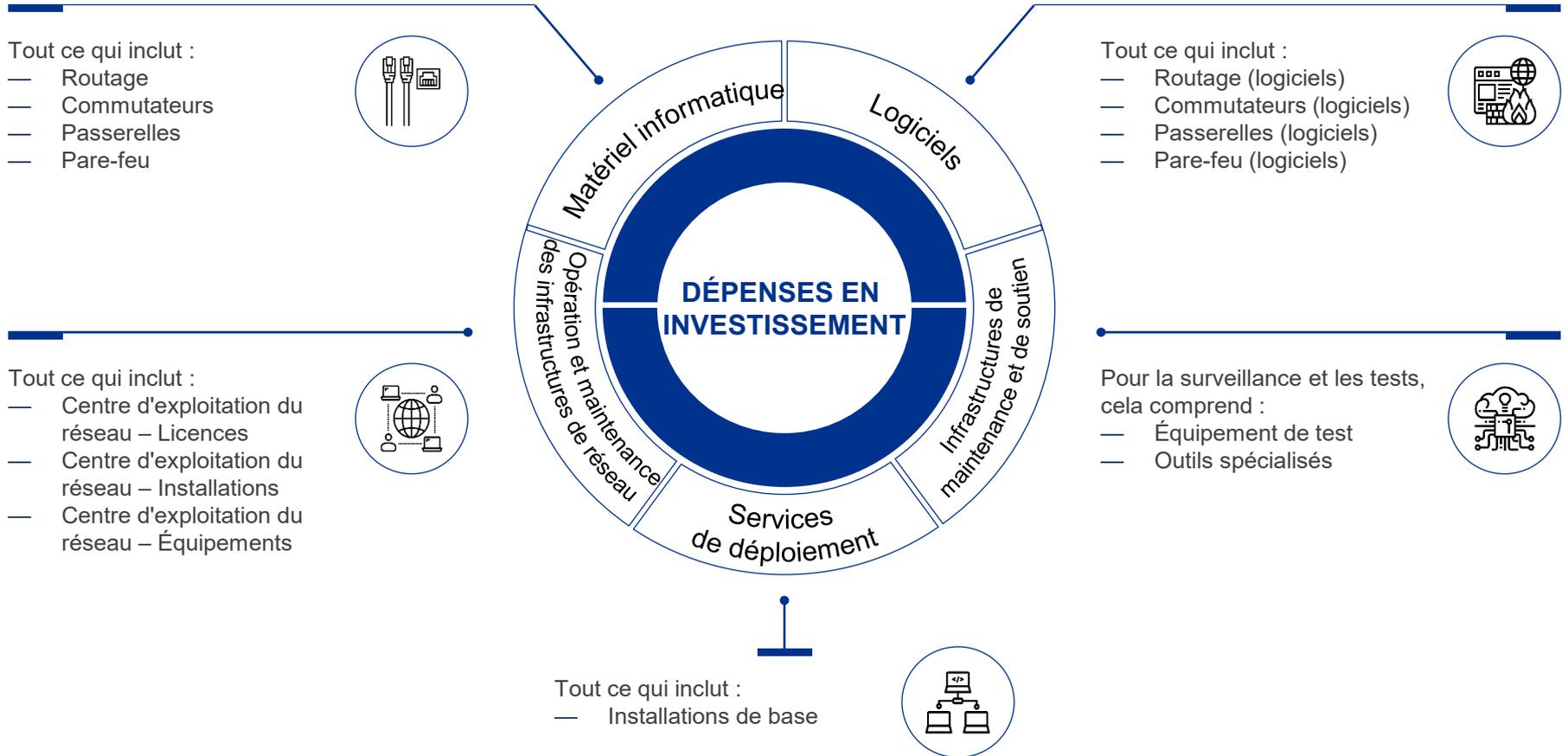
Bas-Saint-Laurent	Year 6 (2025)	Year 7 (2026)	Year 8 (2027)	Year 9 (2028)	Year 10 (2029)	Year 11 (2030)
Verticales – intensité par industrie – Trafic (Mbit/s)	14 070	19 599	25 128	30 657	36 186	41 715
Ressources naturelles	479	711	944	1 177	1 410	1 643
Services publics	0	0	0	0	0	0
Construction	400	543	685	827	970	1 112
Fabrication	666	984	1 302	1 620	1 938	2 256
Commerce de gros et de détail	1 680	2 813	3 945	5 078	6 210	7 343
Transport et entreposage	136	190	244	298	352	406
Finance, assurances et services immobiliers	1 168	2 020	2 872	3 724	4 576	5 429
Services professionnels, scientifiques et techniques	1 030	1 566	2 102	2 637	3 173	3 709
Services administratifs et gestion d'entreprises	194	311	427	544	661	778
Services d'enseignement	622	934	1 246	1 559	1 871	2 183
Soins de santé et assistance sociale	1 458	2 416	3 374	4 332	5 289	6 247
Information, industrie culturelle et loisirs	1 044	1 586	2 127	2 669	3 211	3 752
Services d'hébergement et de restauration	97	146	195	245	294	343
Autres services (sauf les administrations publiques)	184	284	385	486	587	687
Administrations publiques	353	528	703	878	1 053	1 228
Ménages	4 559	4 567	4 575	4 583	4 591	4 599

Nombre d'équipements et de capacités nécessaires à dimensionner dans le Bas-Saint-Laurent en 2029 et 2030

Description	Year 10 (2029)			Year 11 (2030)		
	Dimensionnement d'équipements	Σ - Équipements	Capacité par équipement de réseau	Dimensionnement d'équipements	Σ - Équipements	Capacité par équipement de réseau
Demande en capacité par année (Mbit/s)		2 783 000			3 393 500	
Capacité déployée (Mbit/s) – Limitée par équipement réseau		2 781 462			3 388 113	
Écart à combler (Mbit/s)		1 538			5 387	
Bas-Saint-Laurent						
Matériel informatique						
Routage	96	506	2 783 000	111	617	3 393 500
Commuteurs	96	506	2 783 000	111	617	3 393 500
Passerelles	96	506	2 783 000	111	617	3 393 500
Pare-feu	96	506	2 783 000	111	617	3 393 500
Logiciels						
Routage – Logiciels	96	507	2 788 500	111	618	3 399 000
Commuteurs – Logiciels	96	507	2 788 500	111	618	3 399 000
Passerelles – Logiciels	96	507	2 788 500	111	618	3 399 000
Pare-feu – Logiciels	96	507	2 788 500	111	618	3 399 000
Infrastructures de maintenance						
Équipement de test	0	2	0	0	2	0
Outils spécialisés	0	2	0	0	2	0
Infrastructures de soutien	0	2	0	0	2	0
Services de déploiement						
Installations de base	0	1	0	0	1	0
Opération et maintenance des infrastructures du réseau						
Centre d'exploitation du réseau – Licences	0	2	0	0	2	0
Centre d'exploitation du réseau – Installations	0	2	0	0	2	0

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - modèle de la dorsale

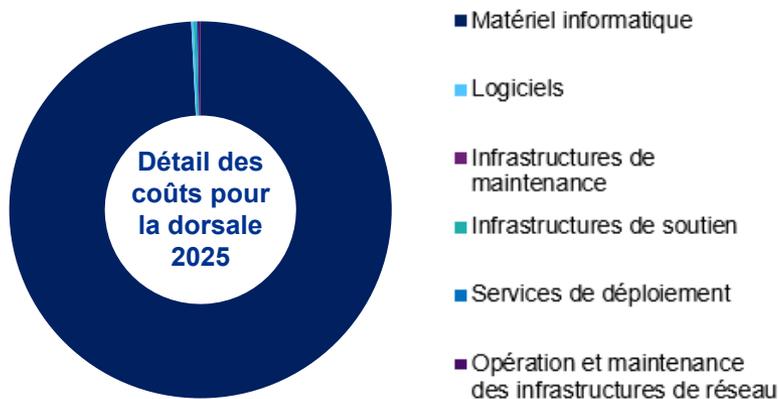


Le modèle de coûts se base sur cinq composantes : le matériel informatique, les logiciels, les infrastructures de maintenance et de soutien, les services de déploiement ainsi que sur les coûts liés à l'opération et à la maintenance du réseau.

Source : analyse KPMG.

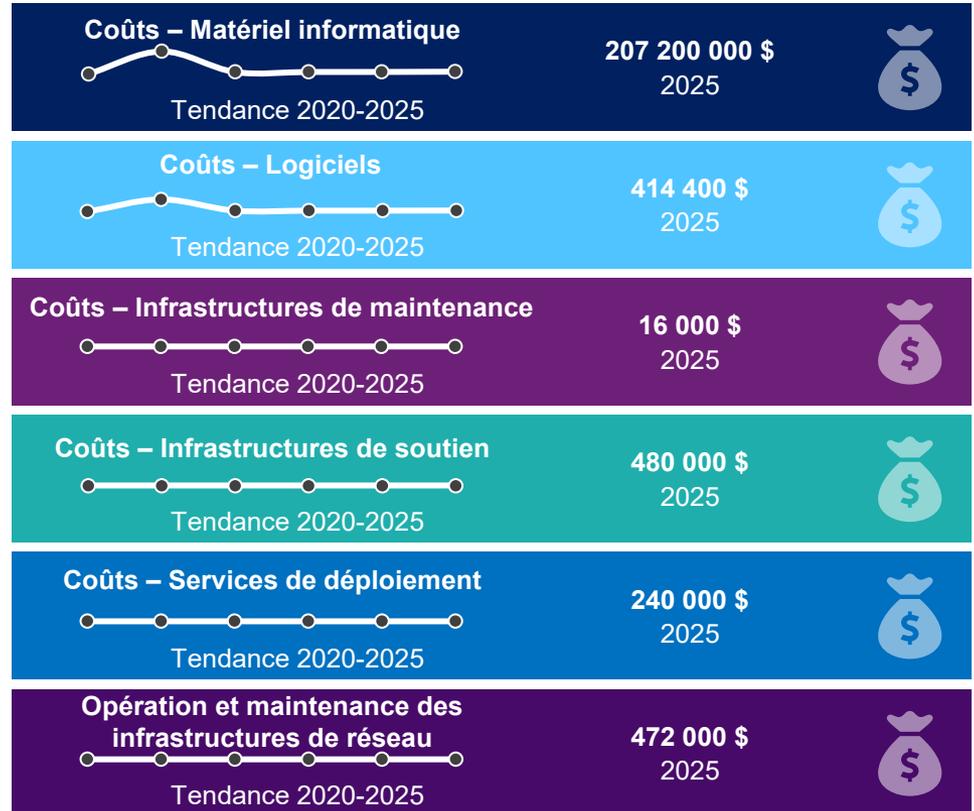
Détails des coûts (2020-2030)

Le graphique ci-bas représente la répartition des coûts par type d'équipement pour les 17 régions, en fonction des besoins, des prix et de la capacité unitaire pour la période 2020-2025.



Chaque catégorie d'équipement comprend :

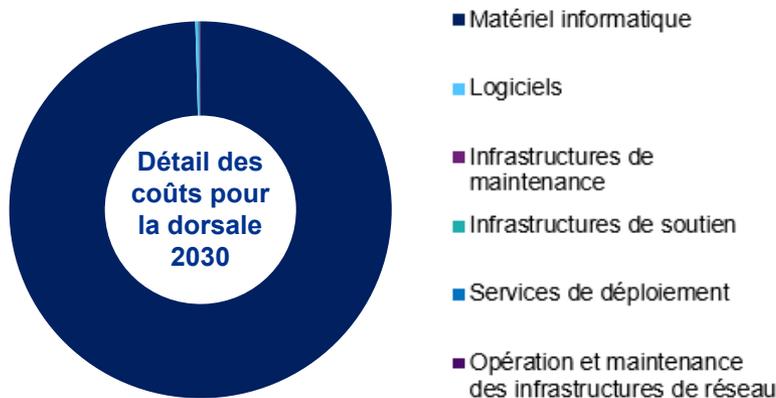
- **Matériel informatique** : Routage, commutateurs, passerelles, pare-feu
- **Logiciels** : Routage (logiciels), commutateurs (logiciels), passerelles (logiciels), pare-feu (logiciels)
- **Infrastructures de maintenance** : Équipement de test, outils spécialisés
- **Infrastructures de soutien**
- **Services de déploiement** : Installations de base
- **Opération et maintenance des infrastructures de réseau** : Licences, installations, équipements



Source : analyse KPMG.

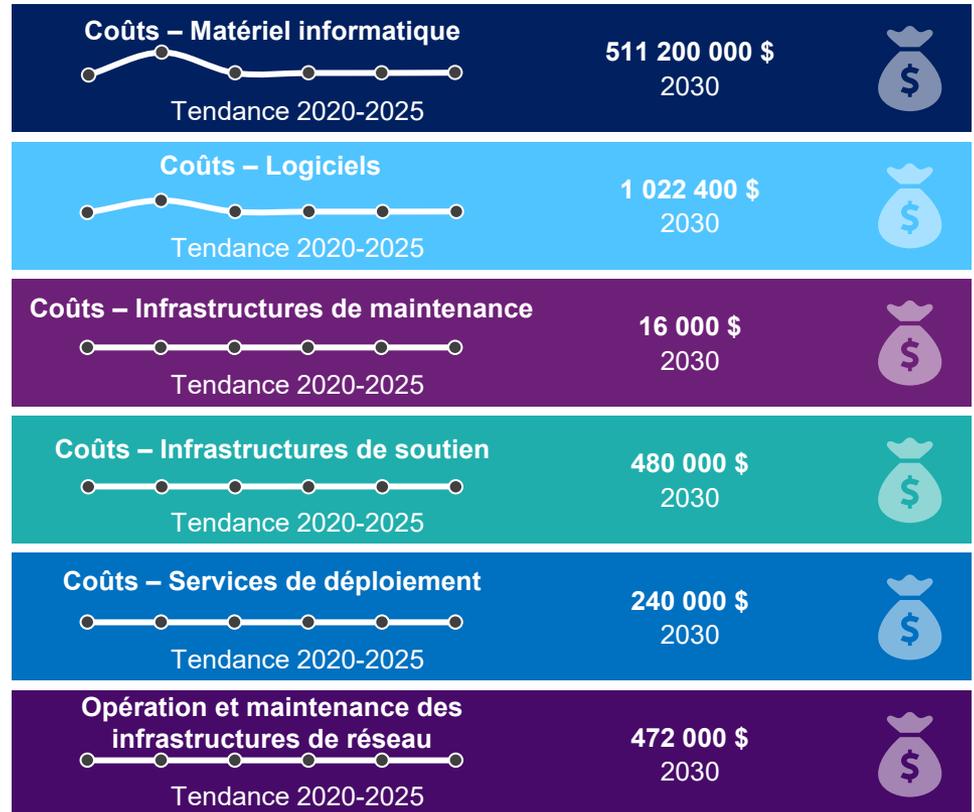
Détails des coûts (2025-2030)

Le graphique ci-bas représente la répartition des coûts par type d'équipement pour les 17 régions, en fonction des besoins, des prix et de la capacité unitaire pour la période 2025-2030.



Chaque catégorie d'équipement comprend :

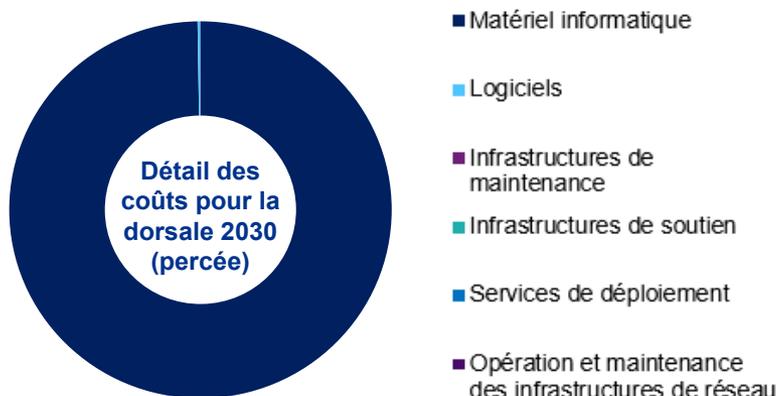
- **Matériel informatique** : Routage, commutateurs, passerelles, pare-feu
- **Logiciels** : Routage (logiciels), commutateurs (logiciels), passerelles (logiciels), pare-feu (logiciels)
- **Infrastructures de maintenance** : Équipement de test, outils spécialisés
- **Infrastructures de soutien**
- **Services de déploiement** : Installations de base
- **Opération et maintenance des infrastructures de réseau** : Licences, installations, équipements



Source : analyse KPMG.

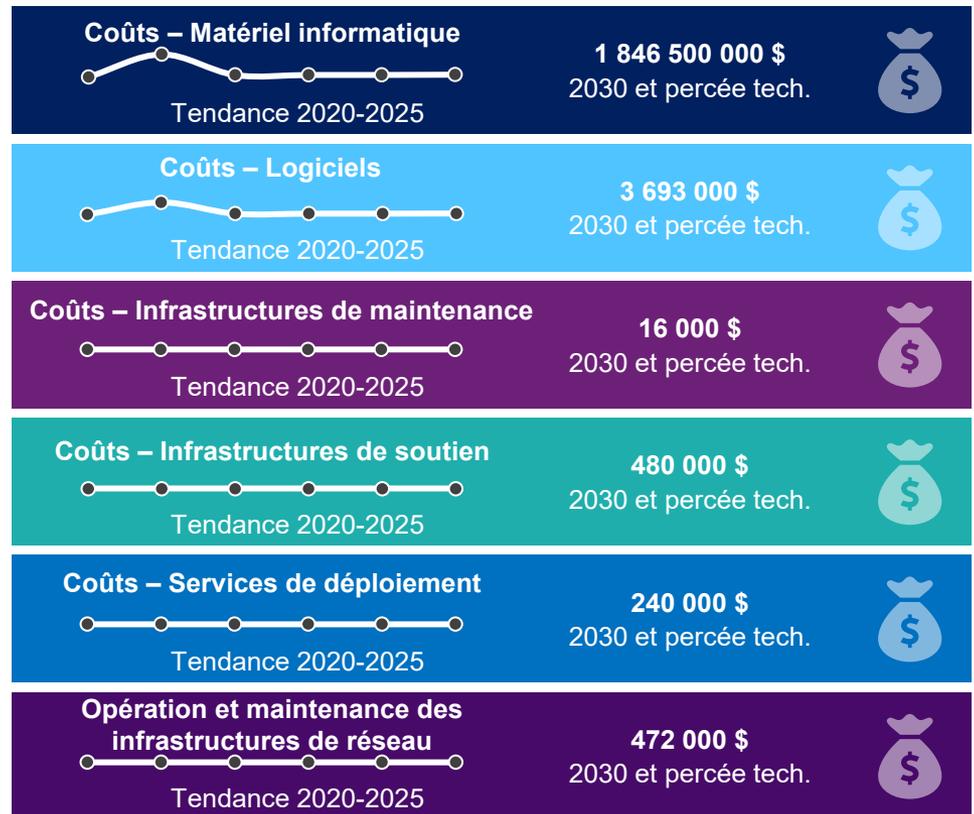
Détails des coûts (2025-2030 - scénario percée technologique)

Le graphique ci-bas représente la répartition des coûts par type d'équipement pour les 17 régions, en fonction des besoins, des prix et de la capacité unitaire pour la période 2025-2030.



Chaque catégorie d'équipement comprend :

- **Matériel informatique** : Routage, commutateurs, passerelles, pare-feu
- **Logiciels** : Routage (logiciels), commutateurs (logiciels), passerelles (logiciels), pare-feu (logiciels)
- **Infrastructures de maintenance** : Équipement de test, outils spécialisés
- **Infrastructures de soutien**
- **Services de déploiement** : Installations de base
- **Opération et maintenance des infrastructures de réseau** : Licences, installations, équipements



Le scénario de percée technologique assume un gain d'efficacité de 25% des équipements et donc une réduction de leur coût.

Source : analyse KPMG.

Résultats du modèle de la dorsale (2020-2025)

Ci-dessous, une représentation du nombre total d'équipements nécessaires pour les 17 régions, leur prix unitaire et leur capacité entre 2020 et 2025.

Nombre d'équipements acquis pour 17 régions et prix unitaire et capacité correspondants – Cumul sur 6 ans								
Dimensionnement d'équipement	Prix unitaire (\$)	Capacité moy. (Mbit/s)	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6
Matériel informatique								
Routage	100 000	5 500	16	7 031	515	512	517	518
Commutateurs	100 000	5 500	16	7 031	515	512	517	518
Passerelles	100 000	5 500	16	7 031	515	512	517	518
Pare-feu	100 000	5 500	16	7 031	515	512	517	518
Logiciels								
Routage – Logiciels	200	5 500	32	7 031	515	512	517	518
Commutateurs – Logiciels	200	5 500	32	7 031	515	512	517	518
Passerelles – Logiciels	200	5 500	32	7 031	515	512	517	518
Pare-feu – Logiciels	200	5 500	32	7 031	515	512	517	518
Infrastructures de maintenance								
Équipement de test	250	-	32	0	0	0	0	0
Outils spécialisés	250	-	32	0	0	0	0	0
Infrastructures de soutien	15 000	-	32	0	0	0	0	0
Services de déploiement								
Installations de base	15 000	-	16	0	0	0	0	0
Opération et maintenance des infrastructures du réseau								
Centre d'exploitation du réseau – Licences	8 000	-	32	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Installations	500	-	32	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Équipements	200 000	-	1	0	0	0	0	0

Source : analyse KPMG.

Résultats du modèle de la dorsale (2025-2030)

Ci-dessous, une représentation du nombre total d'équipements nécessaires pour les 17 régions, leur prix unitaire et leur capacité entre 2025 et 2030.

Nombre d'équipements acquis pour 17 régions et prix unitaire et capacité correspondants – Cumul sur 6 ans								
Dimensionnement d'équipement	Prix unitaire (\$)	Capacité moy. (Mbit/s)	An 6	An 7	An 8	An 9	An 10	An 11
Matériel informatique								
Routage	100 000	5 500	518	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Commutateurs	100 000	5 500	518	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Passerelles	100 000	5 500	518	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Pare-feu	100 000	5 500	518	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Logiciels								
Routage – Logiciels	200	5 500	591	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Commutateurs – Logiciels	200	5 500	591	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Passerelles – Logiciels	200	5 500	591	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Pare-feu – Logiciels	200	5 500	591	1 271	1 762	1 271	1 274	1 278
Infrastructures de maintenance								
Équipement de test	250	-	0	0	0	0	0	0
Outils spécialisés	250	-	0	0	0	0	0	0
Infrastructures de soutien	15 000	-	0	0	0	0	0	0
Services de déploiement								
Installations de base	15 000	-	0	0	0	0	0	0
Opération et maintenance des infrastructures du réseau								
Centre d'exploitation du réseau – Licences	8 000	-	0	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Installations	500	-	0	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Équipements	200 000	-	0	0	0	0	0	0

Source : analyse KPMG.

Résultats du modèle de la dorsale (2025-2030 – scénario percée technologique)

Ci-dessous, une représentation du nombre total d'équipements nécessaires pour les 17 régions, leur prix unitaire et leur capacité entre 2025 et 2030, dans le scénario de percée technologique.

Nombre d'équipements acquis pour 17 régions et prix unitaire et capacité correspondants – Cumul sur 6 ans								
Dimensionnement d'équipement	Prix unitaire (\$)	Capacité moy. (Mbit/s)	An 6	An 7	An 8	An 9	An 10	An 11
Matériel informatique								
Routage	75 000	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Commutateurs	75 000	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Passerelles	75 000	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Pare-feu	75 000	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Logiciels								
Routage – Logiciels	150	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Commutateurs – Logiciels	150	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Passerelles – Logiciels	150	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Pare-feu – Logiciels	150	5 500	1 380	3 574	4 115	3 574	5 398	6 155
Infrastructures de maintenance								
Équipement de test	187,50	-	0	0	0	0	0	0
Outils spécialisés	187,50	-	0	0	0	0	0	0
Infrastructures de soutien	11 250	-	0	0	0	0	0	0
Services de déploiement								
Installations de base	11 250	-	0	0	0	0	0	0
Opération et maintenance des infrastructures du réseau								
Centre d'exploitation du réseau – Licences	6 000	-	0	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Installations	375	-	0	0	0	0	0	0
Centre d'exploitation du réseau – Équipements	150 000	-	0	0	0	0	0	0

Le scénario de percée technologique assume un gain d'efficacité de 25% des équipements et donc une réduction de leur coût.

* Réduction du prix de 25% en supposant que l'équipement gagnera en efficacité au fil du temps

Source : analyse KPMG.



Annexes

Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande

1.1 Hypothèses de travail détaillées

1.2 Résultats

Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre

2.1 Hypothèses de travail détaillées – Dorsale

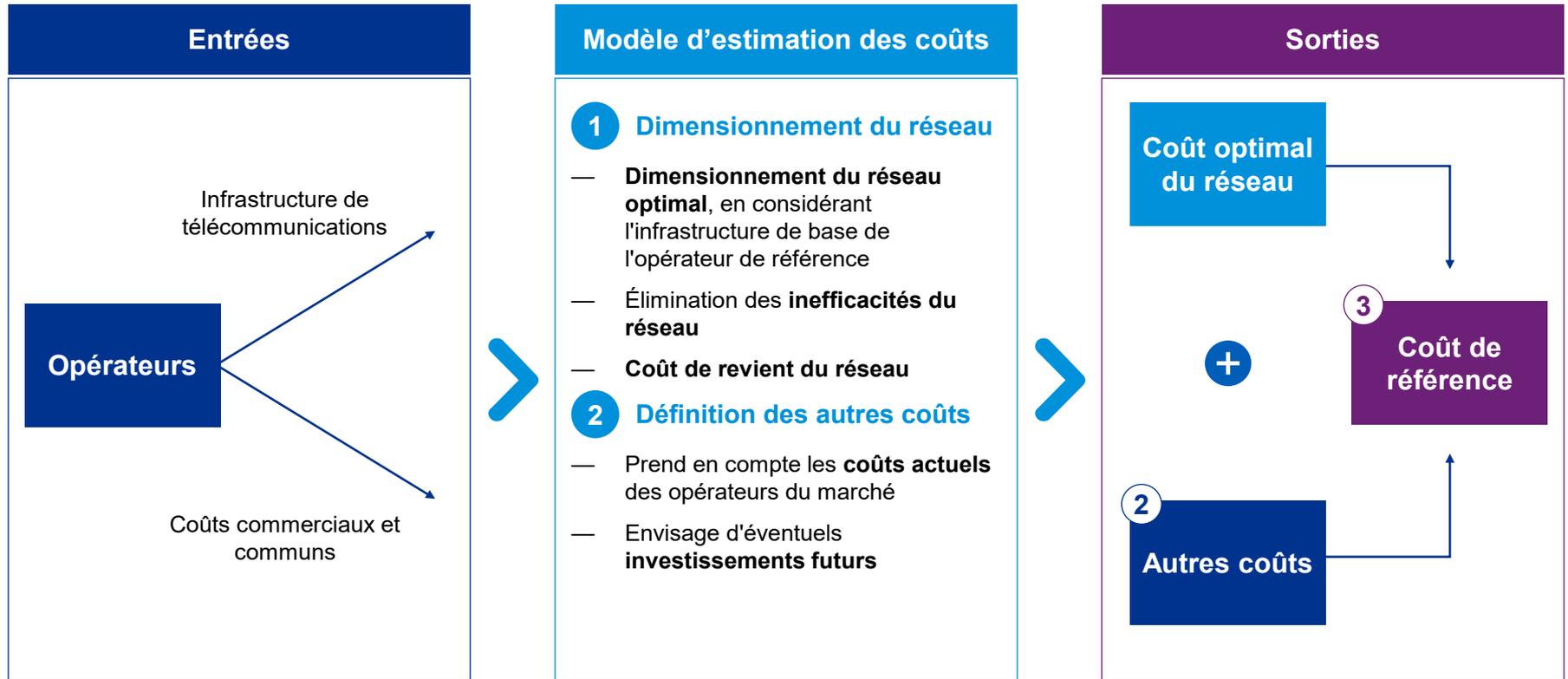
2.2 Hypothèses de travail détaillées – Réseau fixe

2.3 Hypothèses de travail détaillées – Réseau mobile et sans fil

2.4 Hypothèses de travail détaillées – Edge Core

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

Modèle de dimensionnement du réseau fixe - Vue des entrées/sorties

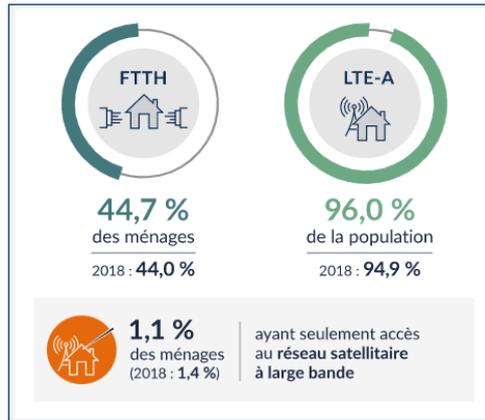
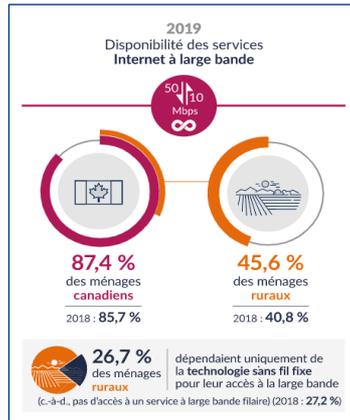


- Des données qui tiennent compte de l'infrastructure de télécommunications en place et des coûts commerciaux et communs.
- Un modèle de calcul des coûts qui prend en compte le dimensionnement du réseau et la définition des autres coûts.
- Résultat : la somme des coûts optimaux du réseau et des autres coûts

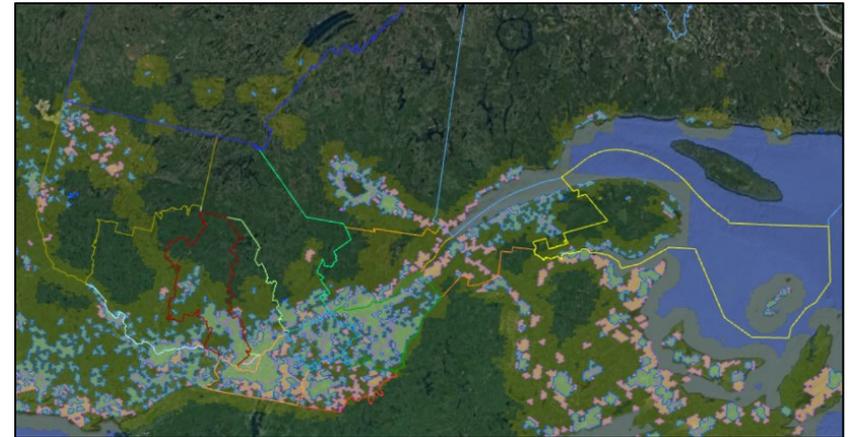
Source : analyse KPMG.

Capacité actuelle du réseau fixe

Disponibilité des services Internet à large bande au Canada *



La couverture au Québec



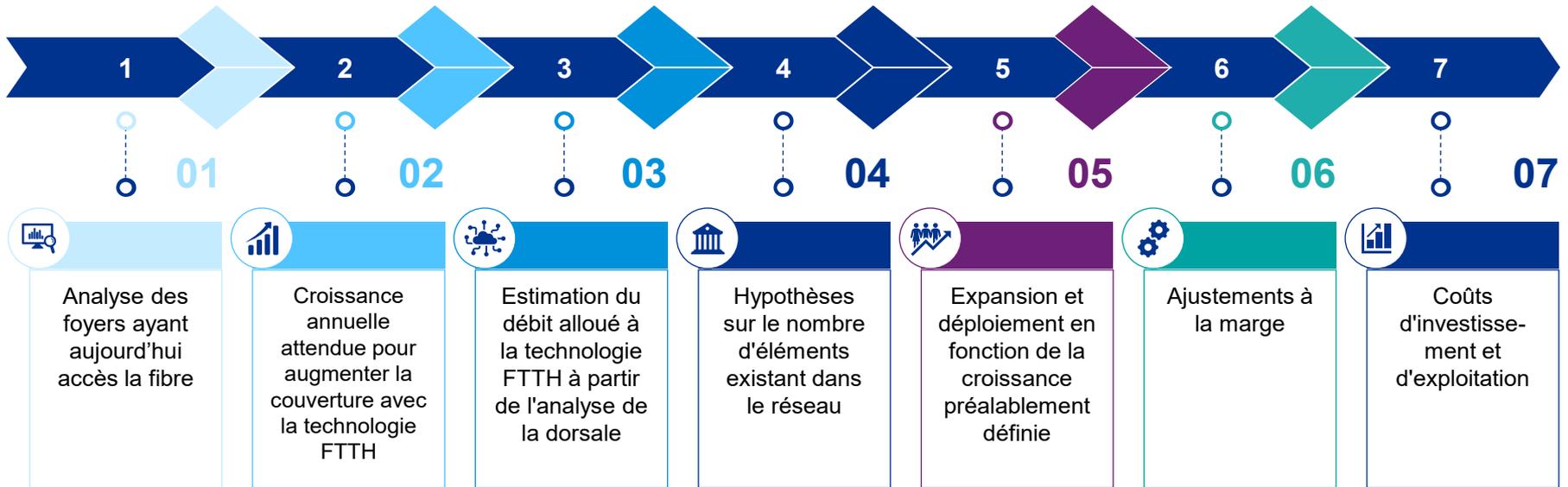
- 87,4% des ménages canadiens ont accès à des services 50/10 Mbit/s.
- 45,6% des zones rurales ont accès à des services 50/10 Mbit/s alors que 26,7% dépendent de la technologie sans fil.
- 44,7% des ménages au Canada ont une couverture FTTH.
- Sur le territoire du Québec, 98,4% ont accès à des services d'au moins 5 Mbit/s, 95,8% d'au moins 25 Mbit/s, 94,1% d'au moins 50 Mbit/s, 91,8% d'au moins 50/10 Mbit/s, 90,5% d'au moins 100 Mbit/s et 54,2% d'au moins un G/s.

Province/territoire	5 Mbps +	25 Mbps +	50 Mbps +	50/10/illimité	100 Mbps +	Gigabit
Colombie-Britannique	98,3	96,4	94,1	93,5	93,5	57,7
Alberta	99,7	98,6	94,7	87,8	83,6	33,5
Saskatchewan	97,3	90,3	83,3	71,1	57,6	0,0
Manitoba	98,2	95,6	94,2	73,0	72,8	12,1
Ontario	98,6	95,8	91,8	87,7	86,8	83,1
Québec	98,4	95,8	94,1	91,8	90,5	54,2
Nouveau-Brunswick	94,8	92,1	90,8	81,2	81,1	81,1
Nouvelle-Écosse	93,9	79,2	79,2	78,4	78,4	75,9
Île-du-Prince-Édouard	95,1	90,0	86,2	61,3	61,3	59,3
Terre-Neuve-et-Labrador	91,1	82,6	82,4	73,9	73,6	68,8
Yukon	93,2	60,8	60,8	0,0	60,8	0,0
Territoires du Nord-Ouest	97,4	61,8	61,8	0,0	53,7	0,0
Nunavut	99,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Canada	98,2	95,0	92,1	87,4	86,0	61,1

* Données extraites du site du Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes.

Sources : CRTC ; analyse KPMG.

Étapes de réalisation du modèle du réseau fixe



- Le modèle du réseau fixe commence par une analyse des foyers ayant aujourd'hui accès à la fibre optique, puis se sert d'hypothèses à la croissance annuelle de la couverture FTTH (pour le présent exercice, l'hypothèse est d'un taux de croissance de 10%).
- La distribution du débit par verticale estimée dans l'analyse de la dorsale et la distribution correspondante pour tous les types d'accès sont réutilisés : aux fins de cet exercice, l'accès fixe/résidentiel se voit attribuer 60% du trafic total.
- Ensuite, le nombre d'équipements qui existent déjà dans les foyers actuels sera déterminé/estimé, et le modèle déploiera itérativement le nombre d'équipements nécessaires à installer pour garantir la couverture FTTH des maisons qui pourraient être construites dans le futur.
- Pour le modèle du réseau fixe, on suppose également que 44% des ménages sont déjà couverts (données du CRTC) et qu'en 2025, la couverture atteindrait 80% au Québec.
- Ensuite, si les résultats ne correspondent pas aux attentes de ce qui est considéré nécessaire pour garantir une couverture complète de chaque région, des ajustements à la marge sont apportés afin d'assurer un réseau répondant aux critères nécessaires de performance.
- Enfin, les investissements et les coûts d'exploitation sont estimés.

Source : analyse KPMG.

Étapes de réalisation du modèle du réseau fixe

Les grandes étapes utilisées dans la réalisation du modèle du réseau fixe sont présentées ci-dessous.

Notre approche par étapes

Étape 1

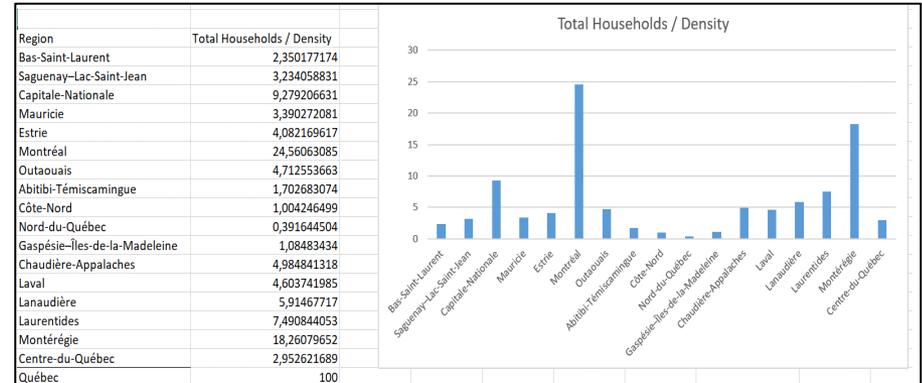
- 1 **Analyse des foyers ayant aujourd'hui accès la fibre** — Analyser et importer le nombre de ménages dans chaque région.
- 2 **Croissance annuelle attendue pour augmenter la couverture avec la technologie FTTH** — Croissance annuelle (moyenne) prévue de la couverture FTTH de 10%.
- 3 **Estimation du débit alloué à la technologie FTTH à partir de l'analyse de la dorsale** — Distribution du débit par verticale tirée de l'analyse la dorsale.
- 4 **Hypothèses sur le nombre d'éléments existant dans le réseau** — Détermination des équipements/infrastructures nécessaires par ménage.

Source : analyse KPMG.

Croissance annuelle prévue du service Internet en fibre optique (Couverture de 10%)

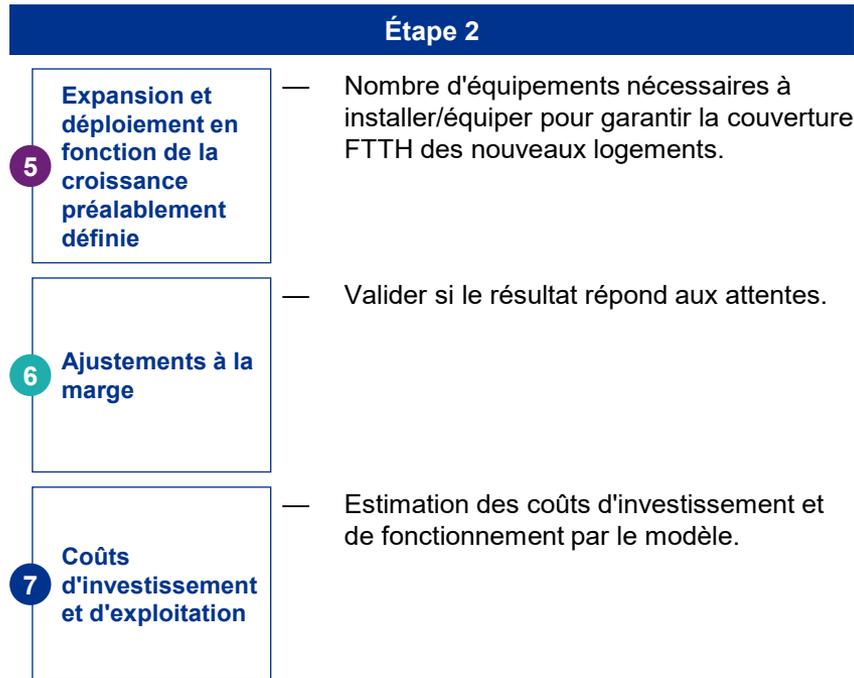


Densité (ménages/km²) pour les 17 régions administratives



Étapes de réalisation du modèle du réseau fixe

Notre approche par étapes



Nombre d'éléments (ménages) pour le réseau d'accès en fibre optique

Customer	Units	Total	Urban	Rural
Customer Box - Fiber Television	Number of Elements	90 930		-
Customer Router - Fiber Internet	Number of Elements	90 930		-
ONU	Number of Elements	90 930		-
Optical Distribution Box (ODB) (1:6 - based on previous exp)	Number of Elements	15 155		-
Interior Wiring (Average Value per customer)	Meters / Customer	30	33	-
Installation materials (washers, pigtails,...) per customer	Number of Elements	1	1	-

Coûts unitaires CAPEX pour le réseau d'accès en fibre optique

Fiber Network - Access				
For elements where a Year of Acquisition is requested, please consider the most recent year and the respective CAPEX				
Customer	Units	CAPEX - Unit Costs		Year of Acquisition
		USD	Values	
Customer Box - Fiber Television	USD	100,00		2021
Customer Router - Fiber Internet	USD	100,00		2021
ONU	USD	100,00		2021
Optical Distribution Box (ODB) (1:6 - based on previous exp)	USD	20,00		2021
Interior Wiring (Average Value per customer)	USD / Meter	2,00		2021
Installation materials (washers, pigtails,...) per customer	USD / Customer	15,00		2021
Last Mile / Drop Network				
Optical Distribution Point (ODP)	USD	\$ 100,00		2021
Optical Splitter	USD	\$ 100,00		2021
Shelter - ODP	USD	\$ 200,00		2021
Distribution Network				
Optical Sub Splitter (OSS)	USD	\$ 15 000,00		2021
Optical Splitter	USD	\$ 100,00		2021
Joints (JSO)	USD	\$ 250,00		2021
Manholes	USD	\$ 2 500,00		2021
Shelter - ODP	USD	\$ -		

Source : analyse KPMG.

Étapes de réalisation du modèle du réseau fixe (2030)

Étant donné que le modèle fixe est basé sur le nombre de ménages par région, le nombre de ménages a été estimé à partir des tendances de croissance établies pour 2020 et 2025.

- Pour l'accès filaire, les résultats du scénario « percée technologique » dans lequel il y a une augmentation du nombre d'appareils et du débit n'affectent pas directement le nombre de maisons/population ayant accès à la technologie FTTH.
- Dans ce scénario, il a seulement été considéré que l'expansion de l'accès FTTH est plus accélérée (98%) en 2025, par rapport à 80% (scénario de base).

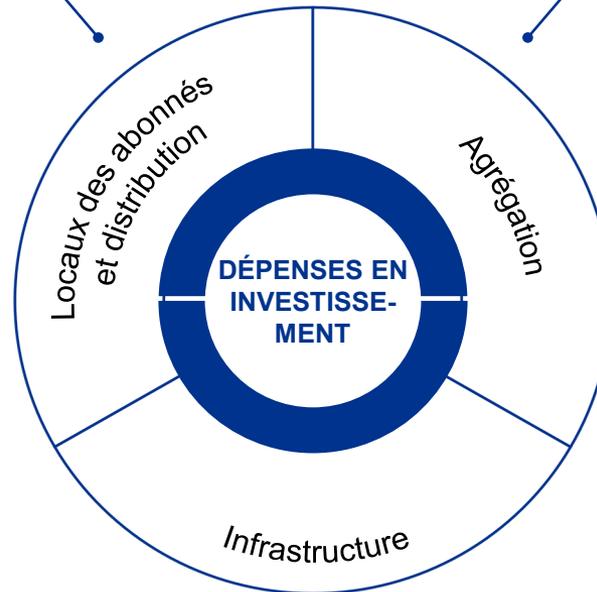
Régions administratives	Population par ménage 2020	Population par ménage – projection 2025	Population par ménage – projection 2030	Population en 2030	Nombre de ménages – Projection en 2030
Bas-Saint-Laurent	2,24	2,22	2,21	195 537	88 326
Saguenay–Lac-Saint-Jean	2,26	2,26	2,27	274 263	121 020
Capitale-Nationale	2,17	2,18	2,19	802 693	366 673
Mauricie	2,29	2,29	2,29	283 082	123 377
Estrie	2,30	2,31	2,31	360 550	155 763
Montréal	2,40	2,42	2,43	2 186 600	900 753
Outaouais	2,37	2,38	2,38	434 055	182 199
Abitibi-Témiscamingue	2,18	2,17	2,16	147 856	68 313
Côte-Nord	2,27	2,25	2,24	84 774	37 851
Nord-du-Québec	2,31	2,32	2,32	49 942	21 495
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	2,26	2,25	2,25	89 802	39 974
Chaudière-Appalaches	2,20	2,21	2,21	448 853	202 672
Laval	2,18	2,16	2,15	481 218	223 535
Lanaudière	2,30	2,26	2,24	576 036	256 795
Laurentides	3,18	3,19	3,19	704 058	220 763
Montérégie	2,60	2,60	2,60	1 739 705	669 234
Centre-du-Québec	2,13	2,13	2,13	263 950	123 657

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - réseau fixe

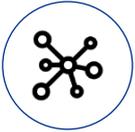
Tout ce qui inclut :

- Locaux des abonnés
- Éléments du réseau du dernier kilomètre
- Éléments de distribution
- Élément d'alimentation

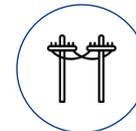


Tout ce qui inclut :

- Fibre qui relie le réseau de transport (dorsale) au réseau de distribution
- Équipement fonctionnel



Tout ce qui inclut :
— Infrastructure qui va de l'OLT à l'ODP



Le modèle d'estimation des coûts est basé sur trois dimensions concernant le réseau d'accès : les locaux des abonnés et distribution, l'infrastructure et l'agrégation.

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - réseau fixe (2020-2025)

Ci-dessous le détail des coûts pour le réseau fixe sur la période 2020-2025, pour le scénario de base.

Régions administratives	Locaux des abonnés et distribution				Infrastructure			Agrégation		
	Locaux des abonnés	Dernier kilomètre	Distribution	Alimentation	Conduits	Pôles	Fibre	Infrastructure [Conduits + Pôles]	Fibre [CORE/ Internet/TV/ IXP]	Équipement fonctionnel
Bas-Saint-Laurent	9 929 631	1 379 553	2 348 750	6 522 900	3 273 480	9 820 440	16 367 400	327 348	17 349 444	10 229 625
Saguenay-Lac-Saint-Jean	13 664 053	1 866 874	2 348 750	6 522 900	4 504 608	13 513 824	22 523 040	450 461	23 874 422	14 076 900
Capitale-Nationale	39 204 950	5 199 821	2 348 750	6 522 900	12 924 684	38 774 052	64 623 420	1 292 468	68 500 825	40 389 638
Mauricie	14 324 057	1 953 001	2 348 750	6 522 900	4 722 192	14 166 576	23 610 960	472 219	25 027 618	14 756 850
Estrie	17 247 341	2 334 474	2 348 750	6 522 900	5 685 912	17 057 736	28 429 560	568 591	30 135 334	17 768 475
Montréal	103 769 341	13 625 119	2 348 750	6 522 900	34 209 648	102 628 944	171 048 240	3 420 965	181 311 134	106 905 150
Outaouais	19 910 729	2 682 031	2 348 750	6 522 900	6 563 952	19 691 856	32 819 760	656 395	34 788 946	20 512 350
Abitibi-Témiscamingue	7 193 953	1 022 562	2 348 750	6 522 900	2 371 608	7 114 824	11 858 040	237 161	12 569 522	7 411 275
Côte-Nord et Nord-du-Québec	5 897 749	853 414	2 348 750	6 522 900	1 944 288	5 832 864	9 721 440	194 429	10 304 726	6 075 900
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	4 583 527	681 915	2 348 750	6 522 900	1 511 028	4 533 084	7 555 140	151 103	8 008 448	4 721 963
Chaudière-Appalaches	21 061 151	2 832 155	2 348 750	6 522 900	6 943 212	20 829 636	34 716 060	694 321	36 799 024	21 697 538
Laval	19 450 997	2 622 039	2 348 750	6 522 900	6 412 392	19 237 176	32 061 960	641 239	33 985 678	20 038 725
Lanaudière	24 989 731	3 344 813	2 348 750	6 522 900	8 238 348	24 715 044	41 191 740	823 835	43 663 244	25 744 838
Laurentides	31 649 074	4 213 821	2 348 750	6 522 900	10 433 736	31 301 208	52 168 680	1 043 374	55 298 801	32 605 425
Montérégie	77 152 387	10 151 753	2 348 750	6 522 900	25 434 828	76 304 484	127 174 140	2 543 483	134 804 588	79 483 838
Centre-du-Québec	12 474 974	1 711 706	2 348 750	6 522 900	4 112 604	12 337 812	20 563 020	411 260	21 796 801	12 851 888
Total – Québec	422 503 644	56 475 048	37 580 000	104 366 400	139 286 520	417 859 560	696 432 600	13 928 652	750 155 767	435 270 375

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - réseau fixe (2020-2025 - scénario percée technologique)

Ci-dessous le détail des coûts pour le réseau fixe sur la période 2020-2025, pour le scénario de percée technologique

— À noter que le scénario de percée technologique est introduit en 2025 dans le modèle du réseau fixe.

Régions administratives	Locaux des abonnés et distribution				Infrastructure			Agrégation		
	Locaux des abonnés	Dernier kilomètre	Distribution	Alimentation	Conduits	Pôles	Fibre	Infrastructure [Conduits + Pôles]	Fibre [CORE/ Internet/TV/ IXP]	Équipement fonctionnel
Bas-Saint-Laurent	14 894 409	2 027 429	2 348 750	6 522 900	4 910 022	14 730 660	24 551 100	491 022	26 024 166	30 688 875
Saguenay-Lac-Saint-Jean	20 496 041	2 758 411	2 348 750	6 522 900	6 756 912	20 270 736	33 784 560	675 691	35 811 634	42 230 700
Capitale-Nationale	58 807 387	7 757 831	2 348 750	6 522 900	19 287 026	58 161 078	96 935 130	1 938 703	102 751 238	121 168 913
Mauricie	21 486 049	2 887 602	2 348 750	6 522 900	7 083 288	21 249 864	35 416 440	708 329	37 541 426	44 270 550
Estrie	25 870 975	3 459 810	2 348 750	6 522 900	8 528 868	25 586 604	42 644 340	852 887	45 203 000	53 305 425
Montréal	155 653 973	20 395 779	2 348 750	6 522 900	51 314 472	153 943 416	256 572 360	5 131 447	271 966 702	320 715 450
Outaouais	29 866 057	3 891 147	2 348 750	6 522 900	9 845 928	29 537 784	49 229 640	984 593	52 183 418	61 537 050
Abitibi-Témiscamingue	10 790 891	1 491 942	2 348 750	6 522 900	6 756 912	10 672 236	17 787 060	355 741	18 854 284	22 233 825
Côte-Nord et Nord-du-Québec	8 846 585	1 238 221	2 348 750	6 522 900	2 916 432	8 749 296	14 582 160	291 643	15 457 090	18 227 700
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	6 875 252	980 973	2 348 750	6 522 900	2 266 542	6 799 626	11 332 710	226 654	12 012 673	14 165 888
Chaudière-Appalaches	31 591 690	4 206 332	2 348 750	6 522 900	10 414 818	31 244 454	52 074 090	1 041 482	55 198 535	65 092 613
Laval	29 176 459	3 891 158	2 348 750	6 522 900	9 618 588	28 855 764	48 092 940	961 859	50 978 516	60 116 175
Lanaudière	37 484 558	4 975 319	2 348 750	6 522 900	12 357 522	37 072 566	61 787 610	1 235 752	65 494 867	77 234 513
Laurentides	47 473 574	6 278 831	2 348 750	6 522 900	15 650 604	46 951 812	78 253 020	1 565 060	82 948 201	97 816 275
Montérégie	115 728 542	15 185 729	2 348 750	6 522 900	38 152 242	114 456 726	190 761 210	3 815 224	202 206 883	238 451 513
Centre-du-Québec	18 712 423	2 525 659	2 348 750	6 522 900	6 168 906	18 506 718	30 844 530	616 891	32 695 202	38 555 663
Total – Québec	633 754 865	83 952 173	37 580 000	104 366 400	212 029 082	626 789 340	1 044 648 900	20 892 978	1 107 327 835	1 305 811 128

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - réseau fixe (2025-2030)

Ci-dessous le détail des coûts pour le réseau fixe sur la période 2025-2030, pour le scénario de base.

Régions administratives	Locaux des abonnés et distribution				Infrastructure			Agrégation		
	Locaux des abonnés	Dernier kilomètre	Distribution	Alimentation	Conduits	Pôles	Fibre	Infrastructure [Conduits + Pôles]	Fibre [CORE/ Internet/TV/ IXP]	Équipement fonctionnel
Bas-Saint-Laurent	4 018 925	608 238	2 348 750	6 522 900	1 324 896	3 974 687	6 624 478	132 490	7 021 947	4 140 299
Saguenay-Lac-Saint-Jean	5 506 492	802 357	2 348 750	6 522 900	1 815 302	5 445 906	9 076 511	181 530	9 621 101	5 672 819
Capitale-Nationale	16 683 715	2 260 923	2 348 750	6 522 900	5 500 101	16 500 303	27 500 505	550 010	29 150 535	17 187 816
Mauricie	5 613 721	816 350	2 348 750	6 522 900	1 850 652	5 551 957	9 253 262	185 065	9 808 458	5 783 289
Estrie	7 087 291	1 008 643	2 348 750	6 522 900	2 336 445	7 009 334	11 682 224	233 644	12 383 157	7 301 390
Montréal	40 984 326	5 432 020	2 348 750	6 522 900	13 511 292	40 533 875	67 556 458	1 351 129	71 609 845	42 222 786
Outaouais	8 290 132	1 165 607	2 348 750	6 522 900	2 732 986	8 198 958	13 664 930	273 299	14 484 826	8 540 581
Abitibi-Témiscamingue	3 108 317	489 408	2 348 750	6 522 900	1 024 695	3 074 085	5 123 476	102 470	5 430 884	3 202 172
Côte-Nord et Nord-du-Québec	2 700 314	436 166	2 348 750	6 522 900	890 189	2 670 566	4 450 944	89 019	4 718 000	2 781 840
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	1 818 899	321 147	2 348 750	6 522 900	599 612	1 798 837	2 998 062	59 961	3 177 946	1 873 789
Chaudière-Appalaches	9 221 659	1 287 166	2 348 750	6 522 900	3 040 083	9 120 248	15 200 414	304 008	16 112 439	9 500 259
Laval	10 170 909	1 411 038	2 348 750	6 522 900	3 353 022	10 059 067	16 765 111	335 302	17 771 018	10 478 194
Lanaudière	11 684 236	1 608 519	2 348 750	6 522 900	3 851 921	11 555 764	19 259 606	385 192	20 415 182	12 037 254
Laurentides	10 044 770	1 394 578	2 348 750	6 522 900	3 311 438	9 934 314	16 557 190	331 144	17 550 621	10 348 244
Montérégie	30 450 228	4 057 378	2 348 750	6 522 900	10 038 512	30 115 536	50 192 560	1 003 851	53 204 114	31 370 350
Centre-du-Québec	5 626 481	818 015	2 348 750	6 522 900	1 854 859	5 564 577	9 274 295	185 486	9 830 753	5 796 434
Total – Québec	173 010 415	23 917 553	37 580 000	104 366 400	57 036 005	171 108 014	285 180 026	5 703 600	302 290 826	178 237 516

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - réseau fixe (2025-2030 - scénario percée technologique)

Ci-dessous le détail des coûts pour le réseau fixe sur la période 2025-2030, pour le scénario de percée technologique

— À noter que les montants ci-dessous représentent seulement les coûts associés afin de connecter les ménages restants (2%) grâce aux technologies FTTH, alors que le scénario technologique permet déjà la couverture de 98% de la population.

Régions administratives	Locaux des abonnés et distribution				Infrastructure			Agrégation		
	Locaux des abonnés	Dernier kilomètre	Distribution	Alimentation	Conduits	Pôles	Fibre	Infrastructure [Conduits + Pôles]	Fibre [CORE/ Internet/TV/ IXP]	Équipement fonctionnel
Bas-Saint-Laurent	535 922	153 725	2 348 750	6 522 900	176 653	529 958	883 264	17 665	936 260	1 104 080
Saguenay-Lac-Saint-Jean	734 264	179 608	2 348 750	6 522 900	242 040	726 121	1 210 201	24 204	1 282 814	1 512 752
Capitale-Nationale	2 224 560	374 083	2 348 750	6 522 900	733 347	2 200 040	366 734	73 335	3 886 738	4 583 417
Mauricie	748 561	181 473	2 348 750	6 522 900	246 754	740 261	1 233 768	24 675	1 307 794	1 542 210
Estrie	945 037	207 112	2 348 750	6 522 900	311 526	934 578	1 557 630	31 153	1 651 088	1 947 037
Montréal	5 464 642	796 896	2 348 750	6 522 900	1 801 506	5 404 517	9 007 528	180 151	9 547 979	11 259 410
Outaouais	1 105 416	228 041	2 348 750	6 522 900	364 398	1 093 194	1 821 991	36 440	1 931 310	2 277 488
Abitibi-Témiscamingue	414 507	137 881	2 348 750	6 522 900	136 626	409 878	683 130	13 663	724 118	853 913
Côte-Nord et Nord-du-Québec	360 107	130 782	2 348 750	6 522 900	118 692	356 075	593 459	11 869	629 067	741 824
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	242 585	115 446	2 348 750	6 522 900	79 948	239 845	399 742	7 995	423 726	499 677
Chaudière-Appalaches	1 229 620	244 249	2 348 750	6 522 900	405 344	1 216 033	2 026 722	40 534	2 148 325	2 533 402
Laval	1 356 186	260 765	2 348 750	6 522 900	447 070	1 341 209	2 235 348	44 707	2 369 469	2 794 185
Lanaudière	1 557 963	287 096	2 348 750	6 522 900	513 589	1 540 768	2 567 947	51 359	2 722 024	3 209 934
Laurentides	1 339 368	258 570	2 348 750	6 522 900	441 525	1 324 575	2 207 625	44 153	2 340 083	2 759 532
Montérégie	4 060 095	613 610	2 348 750	6 522 900	1 338 468	4 015 405	6 692 341	133 847	7 093 882	8 365 427
Centre-du-Québec	750 262	181 695	2 348 750	6 522 900	247 315	741 944	1 236 573	24 731	1 310 767	1 545 716
Total – Québec	23 069 095	4 351 032	37 580 000	104 366 400	7 604 801	22 814 401	34 357 269	760 481	40 305 444	47 530 004

Source : analyse KPMG.



Annexes

Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande

1.1 Hypothèses de travail détaillées

1.2 Résultats

Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre

2.1 Hypothèses de travail détaillées – Dorsale

2.2 Hypothèses de travail détaillées – Réseau fixe

2.3 Hypothèses de travail détaillées – Réseau mobile et sans fil

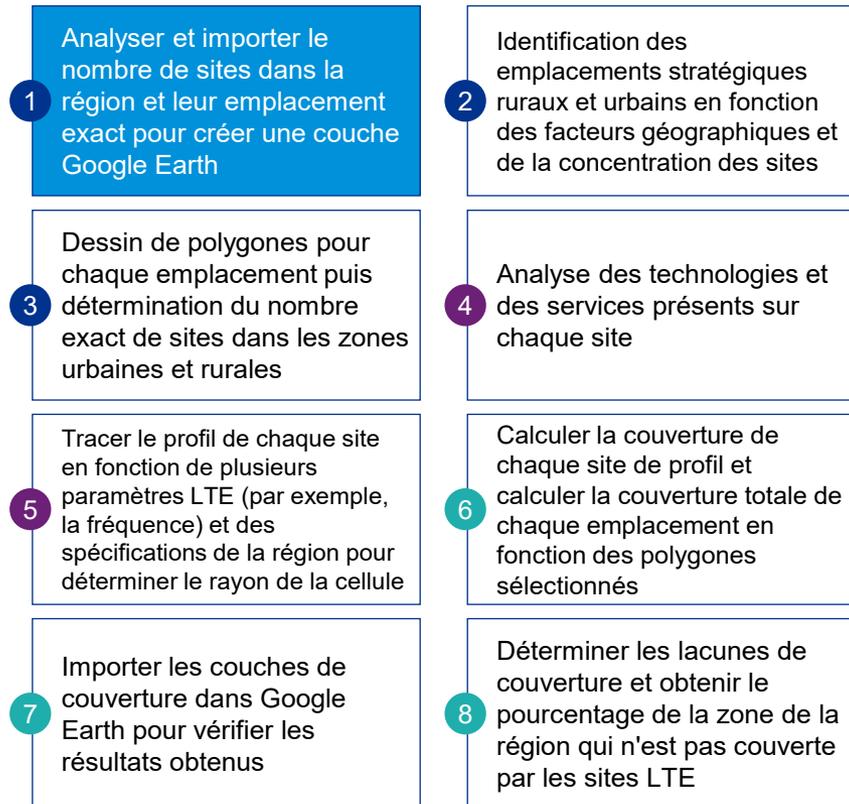
2.4 Hypothèses de travail détaillées – Edge Core

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

Modèle mobile et sans fil - Calculs de la couverture [1/4]

La couverture actuelle du réseau mobile et sans fil a été calculée pour le Québec. Les étapes suivantes ont été utilisées pour évaluer la couverture actuelle et les écarts de couverture dans la région du Bas-Saint-Laurent. Elles illustrent la méthodologie suivie pour toutes les régions du Québec.

Notre approche par étapes

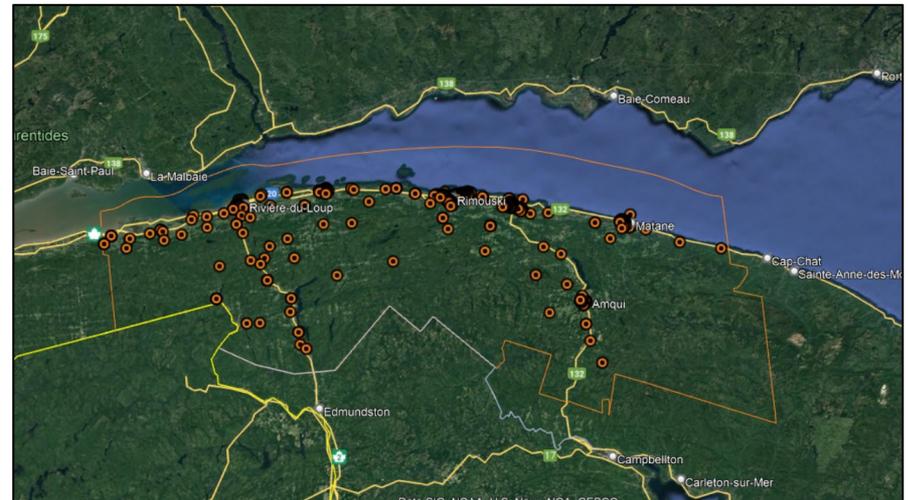


Exemple : Région du Bas-Saint Laurent

1. Analyser et importer le nombre de sites dans la région et leur emplacement exact pour créer une couche Google Earth.

Il s'agit d'une région essentiellement rurale, dont seulement 3% de la superficie est urbaine et 97% rurale. La superficie totale est de 22 183 km² (dont 21 564 km² de zones rurales et 619 km² de zones urbaines). La région compte une population totale de 197 565 personnes et 410 sites déployés.

Le nombre de sites a été obtenu à partir du site du gouvernement du Canada*.

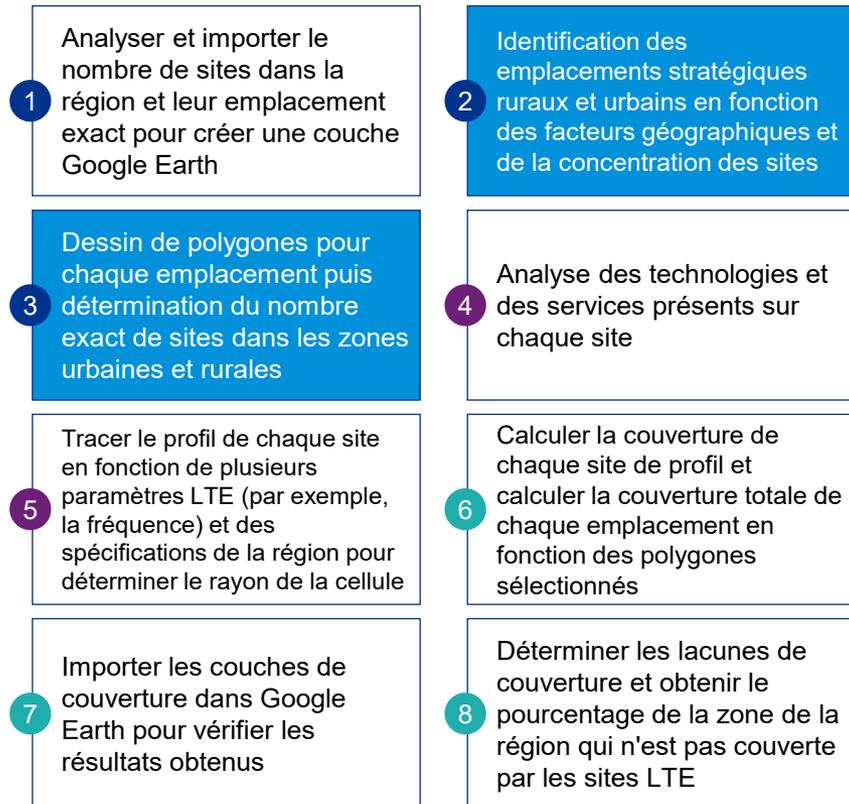


* Données avec sites obtenues à partir du répertoire des [Données du système de gestion du spectre](#). La meilleure information qui existe est celle des FSI. Toutefois, les tests d'exploration et les tests d'entraînement sont la meilleure alternative si les FSI ne partagent pas les informations nécessaires à l'exercice de modélisation.

Source : analyse KPMG.

Modèle mobile et sans fil - Calculs de la couverture [2/4]

Notre approche par étapes

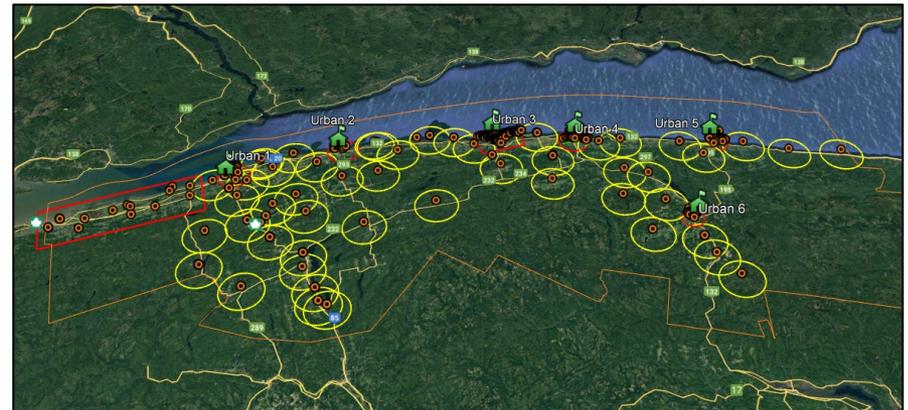


Exemple : Région du Bas-Saint Laurent

2. Identification des emplacements stratégiques ruraux et urbains en fonction des facteurs géographiques et de la concentration des sites.
3. Détermination du nombre exact de sites dans les zones urbaines et rurales.

Dans cette région, six sites urbains ont été identifiés. Les cercles en jaune représentent les sites ruraux. Le polygone en rouge a été conçu pour regrouper une concentration de sites dans une zone rurale.

Le nombre total de sites dans le Bas-Saint Laurent est de 410, avec 313 sites concentrés dans les 6 sites urbains et 97 sites dans les zones rurales.



Source : analyse KPMG.

Modèle mobile et sans fil - Calculs de la couverture [3/4]

Notre approche par étapes

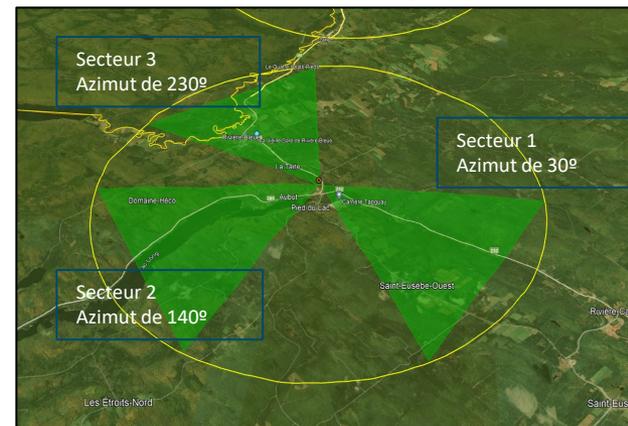
- | | |
|---|---|
| <p>1 Analyser et importer le nombre de sites dans la région et leur emplacement exact pour créer une couche Google Earth</p> | <p>2 Identification des emplacements stratégiques ruraux et urbains en fonction des facteurs géographiques et de la concentration des sites</p> |
| <p>3 Dessin de polygones pour chaque emplacement puis détermination du nombre exact de sites dans les zones urbaines et rurales</p> | <p>4 Analyse des technologies et des services présents sur chaque site</p> |
| <p>5 Tracer le profil de chaque site en fonction de plusieurs paramètres LTE (par exemple, la fréquence) et des spécifications de la région pour déterminer le rayon de la cellule</p> | <p>6 Calculer la couverture de chaque site de profil et calculer la couverture totale de chaque emplacement en fonction des polygones sélectionnés</p> |
| <p>7 Importer les couches de couverture dans Google Earth pour vérifier les résultats obtenus</p> | <p>8 Déterminer les lacunes de couverture et obtenir le pourcentage de la zone de la région qui n'est pas couverte par les sites LTE</p> |

Exemple : Région du Bas-Saint Laurent

- 4.** Analyse des technologies et des services présents sur chaque site.
5. Tracer le profil de chaque site en fonction de plusieurs paramètres LTE (par exemple, la fréquence) et des spécifications de la région pour déterminer le rayon de la cellule.

Exemple d'un *OnAir*¹ : Profil de site rural LTE dans un emplacement rural (site 1435), fonctionnant dans une bande de fréquence de 700 MHz, avec un rayon de cellule de 8 kilomètres. Pour les sites urbains, une fréquence standard de 2,5 GHz a été considérée, avec un rayon de 0,3 kilomètre².

- Secteur 1 : Carrière Tanguay, la route 212 et une partie de la route 232
- Secteur 2 : Aubut et la route 289
- Secteur 3 : Route 289 et une partie de Rivière-Bleue



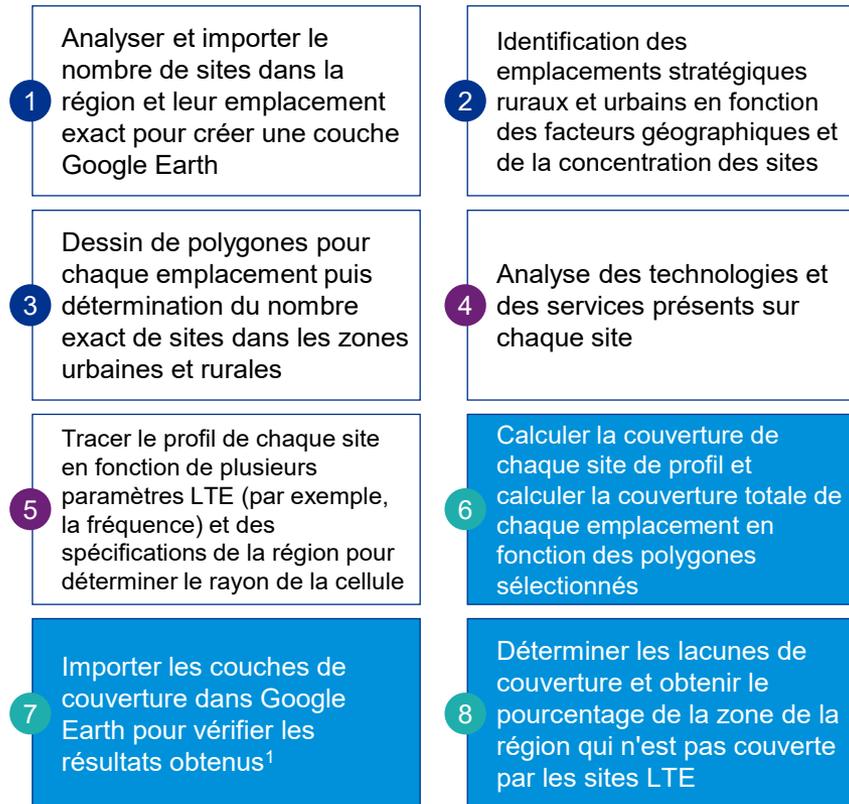
¹ Un *OnAir* réfère, dans ce cas, à un site macro qui est actuellement opérationnel dans le réseau.

² Compte tenu des fréquences disponibles (extraites des données du domaine public) qui sont actuellement déployées au Canada et compte tenu également du fait que la fréquence 2,5 GHz est l'une des plus efficaces du spectre radioélectrique disponible (largement utilisée par les FSI dans d'autres pays et dans plusieurs études de cas), deux scénarios différents ont été considérés pour cette analyse de couverture, l'un utilisant la fréquence 700 MHz et l'autre la fréquence 2,5 GHz, car ils représentent deux scénarios différents en termes de couverture et de capacité.

Source : analyse KPMG

Modèle mobile et sans fil - Calculs de la couverture [4/4]

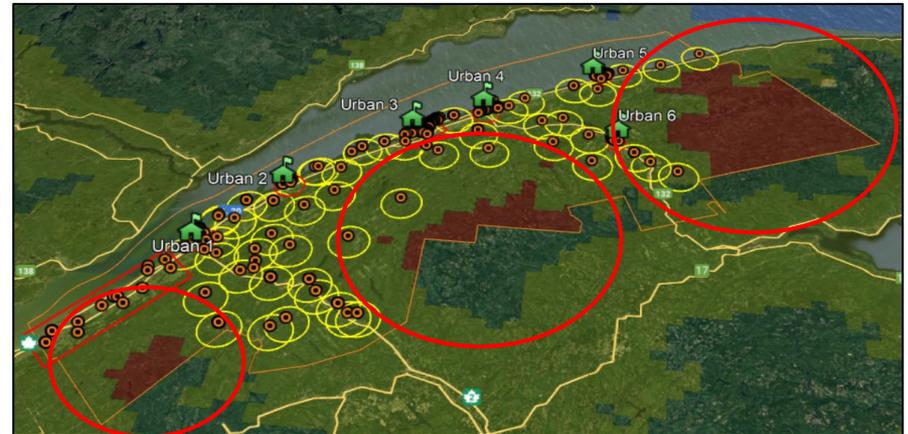
Notre approche par étapes



Exemple : Région du Bas-Saint Laurent

6. Calculer la couverture de chaque site de profil et calculer la couverture totale de chaque emplacement en fonction des polygones sélectionnés.

7. Importer les couches de couverture dans Google Earth pour vérifier les résultats obtenus.



8. Déterminer les lacunes de couverture et obtenir le pourcentage de la zone de la région qui n'est pas couverte par les sites LTE:

- Zone urbaine totale couverte : 100%
- Zone rurale totale couverte : 77.08%

Couverture totale pour la région du Bas-Saint-Laurent : 77,72% (urbain et rural)

¹ Couches de couvertures obtenues à partir de <https://crtc.gc.ca/fra/publications/reports/policymonitoring/2020/cmr4.htm#a5.2>

Source : analyse KPMG.

Hypothèses du modèle mobile et sans-fil - Solutions extérieures/intérieures

Sites macro

Pour estimer les sites macro nécessaires, que ce soit pour la 4G, la colocalisation 5G ou la 5G autonome, de nombreuses simulations ont été effectuées pour estimer la demande, tant en capacité qu'en couverture.

En ce qui concerne la capacité, le modèle prévoit, pour chacune des années sélectionnées, le nombre de Mbit/s requis en liaison descendante / liaison montante en % de la capacité du réseau d'accès radio (RAN), en considérant une capacité RAN à un maximum de 80% de chaque site, pour garantir une réserve de 20%. Les pages suivantes montrent les résultats simulés pour chacune des régions. Plus ce paramètre est faible, plus la marge de capacité disponible est importante, ce qui signifie que l'investissement peut être davantage dispersé (moins d'efforts à fournir en termes d'investissement au cours des premières années).

Un autre paramètre important est le nombre d'utilisateurs actifs simultanés (SAU) requis en % de la capacité du RAN, un paramètre qui permet de déterminer si la configuration réelle et le nombre de sites peuvent répondre à la demande estimée.

En ce qui concerne la couverture, une analyse au cas par cas de chaque région a été effectuée pour estimer la couverture actuelle et leurs lacunes spécifiques. Par exemple, après avoir estimé le nombre de sites nécessaires pour répondre à la demande en termes de capacité, la région a été analysée à nouveau pour vérifier s'il y avait des points manquants tels que des bâtiments publics/privés importants, des routes, et d'autres éléments qui n'ont pas été couverts initialement. Cela permet de mieux déterminer le nombre de sites nécessaires dans ces endroits.

Il est important de noter qu'il peut y avoir des cas où un remplacement (*swap*) est suffisant pour répondre à la demande prévue et, dans ce cas, aucun nouveau site ne sera nécessaire du point de vue de la capacité.

Source : analyse KPMG.

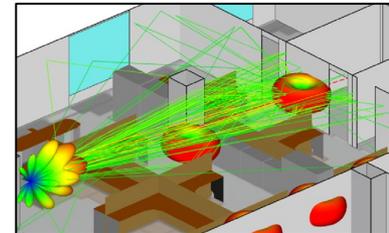
Sites intérieurs (DAS dans les bâtiments)

Les utilisateurs commerciaux de services sans fil exigent de plus en plus des communications fiables à l'intérieur de bâtiments tels que des bureaux, des immeubles résidentiels, etc. Le système d'antennes réparties (DAS) d'intérieur permet une couverture quasi parfaite dans l'ensemble d'un lieu ou d'un bâtiment, fournie aux utilisateurs via un réseau dédié qui n'est pas accaparé ou perturbé par les voisins ou limité par l'infrastructure locale du FSI.

Par exemple, le système DAS peut être déployé dans un hôpital pour couvrir tous les besoins du personnel et des appareils, laissant le Wi-Fi disponible pour que les patients et les visiteurs puissent surfer de leur côté sans encombrer les applications clés du personnel. Ou encore, le DAS peut se suffire à lui-même dans une tour d'habitation qui cherche à résoudre le problème des locataires qui vivent et travaillent soudainement dans un même bâtiment.

Pour simplifier le processus de simulation, certaines hypothèses ont été prises en considération :

1. Si la région sélectionnée compte plus de 60% de zone urbaine, 20% du total des sites seront mis en œuvre en tant que DAS.
2. Si la région sélectionnée compte de 40% à 60% de zone urbaine, 10% du total des sites seront mis en œuvre en tant que DAS.
3. Si la région sélectionnée compte moins de 40% de zones urbaines, 5% du total des sites seront mis en œuvre en tant que DAS.



Simulations pour Montréal – exemple de profil de site

Certains des paramètres définis dans les profils

Caractéristiques techniques	4G utilisant 3 bandes LTE (uniquement pour la 4G)	Sites 4G avec 3 bandes LTE co-localisées (4G + 5G)	5G autonome (pas de colocalisation avec la 4G)
Débit maximal en liaison descendante par site (Mbit/s)	270	550	290
Débit maximal de la liaison montante par site (Mbit/s)	70	90	60

Définition du profil dans le modèle (par exemple)

4G Sites using 3 LTE Bands (Sites which will support only 4G technology) - The Parameters are seen from carriers perspective, and not backhauling		Units	2022	2023	2024	2025
Maximum Simultaneously Devices per site	Number of Devices		1200	1200	1200	1200
Maximum Throughput for Downlink per Site	Mbps		270	270	270	270
Maximum Throughput for Uplink per Site	Mbps		70	70	70	70
4G Sites using 3 LTE Band co-located with 5G ones (Sites that will support both 4G & 5G technologies) - The Parameters are seen from carriers perspective, and not backhauling		Units	2022	2023	2024	2025
Maximum Simultaneously Devices per site	Number of Devices		2300	2300	2300	2300
Maximum Throughput for Downlink per Site	Mbps		550	550	550	550
Maximum Throughput for Uplink per Site	Mbps		90	90	90	90
5G Standalone Sites (Not co-located with 4G) - The Parameters are seen from carriers perspective, and not backhauling		Units	2022	2023	2024	2025
Maximum Simultaneously Devices per site	Number of Devices		1900	1900	1900	1900
Maximum Throughput for Downlink per Site	Mbps		290	290	290	290
Maximum Throughput for Uplink per Site	Mbps		60	60	60	60

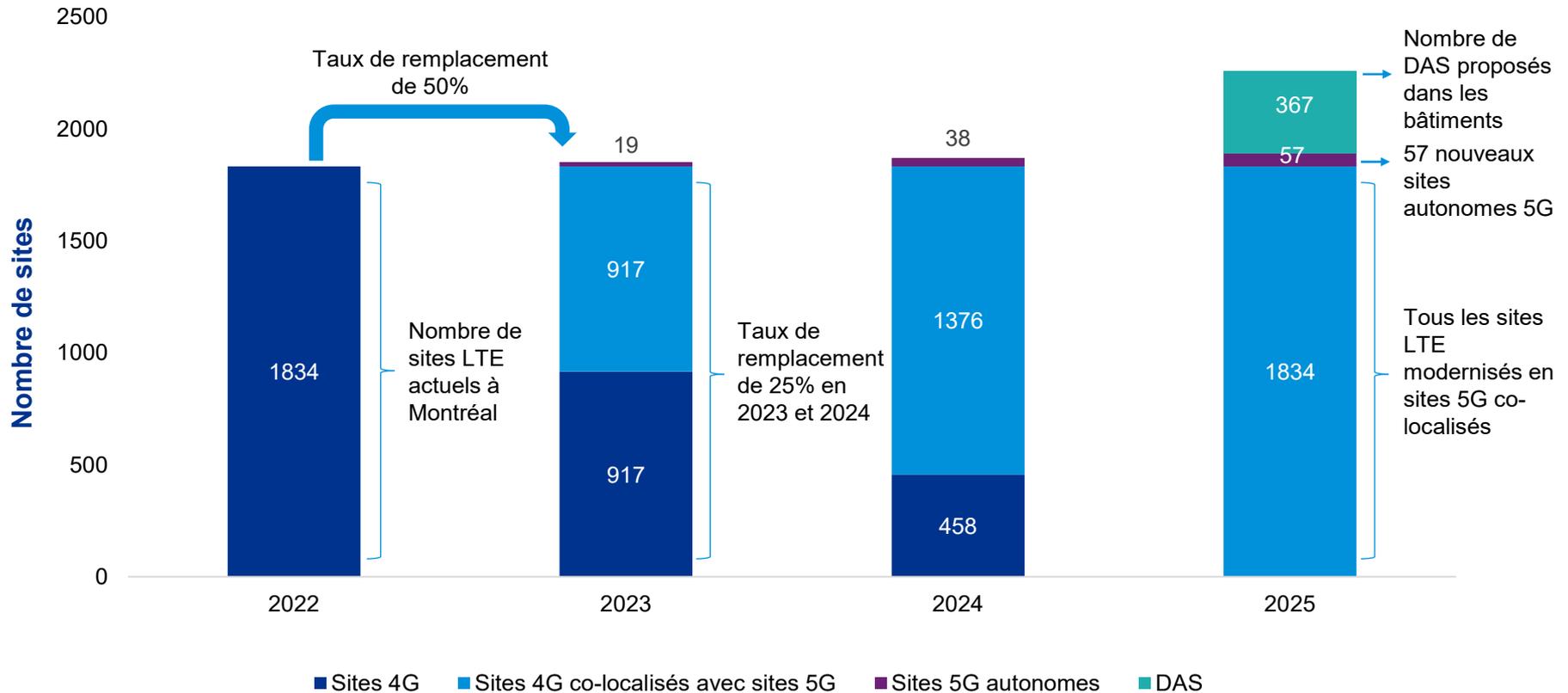
Pour les simulations des technologies mobiles NextGen (4G/5G/FTTx/LoRA/LPWA), 3 profils de sites ont été considérés :

- (i) Profil 4G utilisant 3 bandes LTE, un profil qui ne prend en charge que la technologie 4G
- (ii) Profil 4G utilisant 3 bandes LTE co-localisées, qui prend en charge les technologies 4G et 5G
- (iii) Profil autonome 5G, un profil qui prend en charge uniquement la technologie 5G (nouvelle approche du site).

Source : analyse KPMG.

Simulations pour Montréal – taux de remplacement des sites

Hypothèses liées aux remplacements



Ont été pris en compte un facteur de modernisation de 50% en 2022 puis de 25% pour les deux années suivantes.

Simulations pour Montréal – capacité actuelle et future

Années projetées	Mbit/s requis – Liaison descendante en % de la capacité RAN	Mbit/s requis – Liaison montante en % de la capacité du RAN	SAU requis en % de la capacité du RAN
2020	92%	74%	94%
2022	107,1%	82,6%	126,8%
2025	58%	67%	88%

- Selon la demande estimée, **le nombre actuel de sites utilisant la technologie LTE ne dispose pas d'une capacité de liaison descendante suffisante pour les années actuelles et futures** (cela apparaît clairement dans le paramètre SAU requis en % de la capacité RAN, qui est bien supérieur à 100%).
- Toutefois, en procédant à **un remplacement de 50% des sites LTE en 2022-2023 et à un remplacement de 25% des sites LTE vers des sites 4G/5G colocalisés pour les années suivantes jusqu'en 2025, tout en ajoutant 57 nouveaux sites 5G autonomes, la capacité requise est ramenée de 107,1% à 58% à la fin de 2025** et donc, le réseau peut répondre aux exigences prévues avec une marge suffisante.
- Remarque : les simulations incluent également une marge de capacité RAN de 20%.

Source : analyse KPMG.

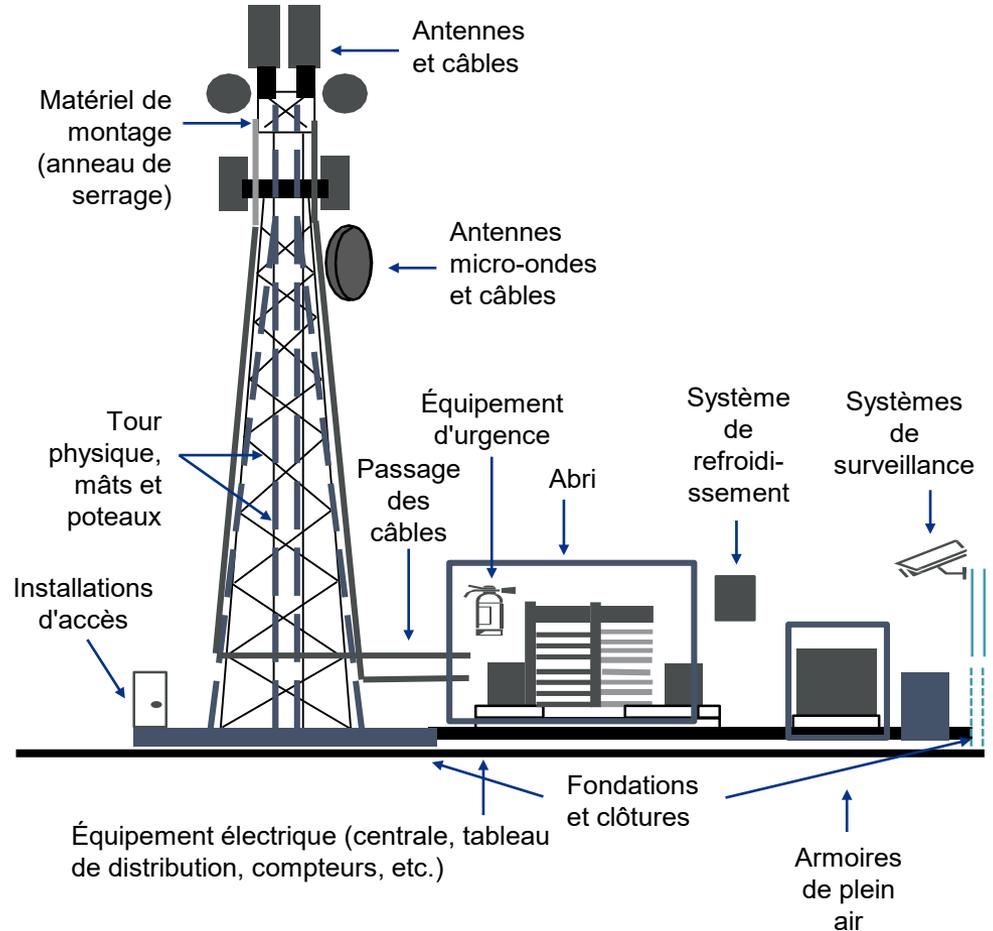
Structure des coûts - sites macro

Scénario 1 : Nouveau site

Détail concernant le matériel	Coût
Durcissement (<i>Hardening</i>)¹	70 000 \$
Équipement micro-ondes	45 000 \$
Acquisition de site, zonage	60 000 \$
Construction	90 000 \$
Équipement et installation radio	100 000 \$
Total	365 000 \$

Scénario 2 : Remplacement de site (SWAP)

Détail concernant le matériel	Coût
<i>Hardening</i>¹	70 000 \$
Équipement micro-ondes	45 000 \$
Équipement et installation radio	100 000 \$
Total	215 000 \$



Note : Plus les informations sont granulaires, plus les modèles de coûts seront précis (y compris les analyses de sensibilité). La précision pourrait être accrue en appliquant 3-4 modèles de coûts différents à divers groupes au sein d'une région, par exemple.

¹ Le *Hardening* inclut le mât de chantier, le génie civil, les gaines de câblage, la protection de l'infrastructure énergétique, le creusement de tranchées, etc.

Source : analyse KPMG.

Coûts sites macro (2020-2025)

Régions administratives	Équipement d'accès radio (\$)	Équipement de durcissement et de soutien (\$)	Infrastructure d'accès (\$)
Bas-Saint-Laurent	59 740 000	28 840 000	300 000
Saguenay–Lac-Saint-Jean	74 820 000	36 120 000	0
Capitale-Nationale	102 370 000	49 420 000	450 000
Mauricie	32 335 000	15 610 000	300 000
Estrie	44 370 000	21 420 000	0
Montréal	274 195 000	132 370 000	8 550 000
Outaouais	47 850 000	23 100 000	0
Abitibi-Témiscamingue	22 620 000	10 920 000	0
Côte-Nord et Nord-du-Québec	26 970 000	13 020 000	0
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	12 905 000	6 230 000	300 000
Chaudière-Appalaches	98 165 000	47 390 000	0
Laval	41 470 000	20 020 000	4 950 000
Lanaudière	53 505 000	25 830 000	9 900 000
Laurentides	71 050 000	34 300 000	0
Montérégie	181 395 000	87 570 000	0
Centre-du-Québec	29 435 000	14 210 000	0
Total – Québec	1 173 195 000	566 370 000	24 750 000

Investissement total – Sites de remplacement :
1 764 315 000 \$

Investissement total – Nouveaux sites :
60 225 000 \$

Source : analyse KPMG.

Coûts sites macro (2025-2030)

Investissement total requis : 1 223 115 000 \$US

Régions administratives	Équipement d'accès radio (\$)	Équipement de durcissement et de soutien (\$)	Infrastructure d'accès (\$)
Bas-Saint-Laurent	5 945 000	2 870 000	6 150 000
Saguenay–Lac-Saint-Jean	3 625 000	1 750 000	3 750 000
Capitale-Nationale	62 640 000	30 240 000	64 800 000
Mauricie	5 220 000	2 520 000	5 400 000
Estrie	4 350 000	2 100 000	4 500 000
Montréal	231 275 000	111 650 000	239 250 000
Outaouais	4 495 000	2 170 000	4 650 000
Abitibi-Témiscamingue	2 175 000	1 050 000	2 250 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	2 755 000	1 330 000	2 850 000
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	1 305 000	630 000	1 350 000
Chaudière-Appalaches	9 715 000	4 690 000	10 050 000
Laval	47 705 000	23 030 000	49 350 000
Lanaudière	5 220 000	2 520 000	5 400 000
Laurentides	22 910 000	11 060 000	23 700 000
Montérégie	73 660 000	35 560 000	76 200 000
Centre-du-Québec	2 900 000	1 400 000	3 000 000
Total – Québec	485 895 000	234 570 000	502 650 000

Source : analyse KPMG.

Coûts sites macro (2025-2030 - scénario percée technologique)

Investissement total requis : 6 381 295 000 \$US

Régions administratives	Équipement d'accès radio (\$)	Équipement de durcissement et de soutien (\$)	Infrastructure d'accès (\$)
Bas-Saint-Laurent	5 945 000	2 870 000	6 150 000
Saguenay–Lac-Saint-Jean	3 625 000	1 750 000	3 750 000
Capitale-Nationale	256 215 000	123 690 000	265 050 000
Mauricie	59 740 000	28 840 000	61 800 000
Estrie	78 300 000	37 800 000	81 000 000
Montréal	1 073 435 000	518 210 000	1 110 450 000
Outaouais	84 535 000	40 810 000	87 450 000
Abitibi-Témiscamingue	29 145 000	14 070 000	30 150 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	30 160 000	14 560 000	31 200 000
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	15 225 000	7 350 000	15 750 000
Chaudière-Appalaches	23 635 000	11 410 000	24 450 000
Laval	123 830 000	59 780 000	128 100 000
Lanaudière	114 115 000	55 090 000	118 050 000
Laurentides	160 515 000	77 490 000	166 050 000
Montérégie	423 690 000	204 540 000	438 300 000
Centre-du-Québec	52 925 000	25 550 000	54 750 000
Total – Québec	2 535 035 000	1 223 810 000	2 622 450 000

Source : analyse KPMG.

Sites intérieurs - systèmes d'antennes réparties

Objectifs, avantages et risques

Mise en œuvre de systèmes d'antennes réparties dans des endroits clés tels que des stades, des centres commerciaux et d'autres lieux publics ; augmenter la couverture et la capacité des lieux intérieurs à l'échelle nationale ; et jouer un rôle clé dans la densification du réseau de sites cellulaires intérieurs au Québec, en gérant l'installation et l'assurance de la qualité du service de ces systèmes.



BÉNÉFICES

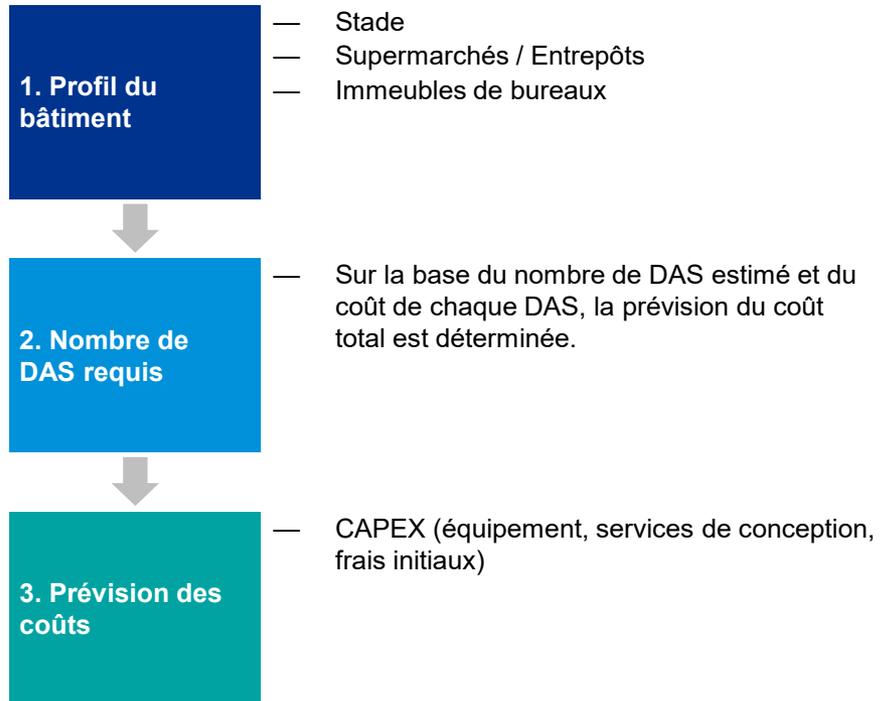
- La mauvaise qualité du service dans certains lieux à forte fréquentation crée une opportunité de pénétration du marché.
- Un trafic quotidien important dans des endroits clés conduira à un potentiel de revenus élevés.
- Les économies importantes en dépenses en OPEX liées au partage des infrastructures peuvent être financièrement intéressantes pour les opérateurs.



RISQUES

- Les avantages concurrentiels de certains opérateurs par rapport à d'autres peuvent entraîner des difficultés à conclure des accords avec des sites à forte fréquentation.
- Le tout nécessitera une analyse au cas par cas quant aux questions monétaires.

Comment le calcul des coûts des équipements de réseau a été effectué



Source : analyse KPMG.

Systemes d'antennes distribuées – dimensionnement technique

Cas de base : exemples de DAS considérés



Type 1 – Stades

Superficie (m ²)	92 000
Étages	2
Blocage du signal	Faible
# d'antennes	38
# unités distantes	38
Câblage (m)	9 700

730 000 \$ par stade



Type 2 – Supermarchés / entrepôts

Superficie (m ²)	32 000
Étages	3
Blocage du signal	Faible
# d'antennes	27
# unités distantes	4
Câblage (m)	640

102 000 \$ par bâtiment



Type 3 – Immeubles de bureaux

Superficie (m ²)	20 000
Étages	4
Blocage du signal	Moyen
# d'antennes	84
# unités distantes	11
Câblage (m)	580

140 000 \$ par immeuble de bureaux

Source : analyse KPMG.

Systemes d'antennes distribuées - dimensionnement technique

Représentation d'un système DAS à l'intérieur d'un bâtiment.

Pour simplifier le processus de simulation, certaines hypothèses ont été prises en considération :

a) Si la région sélectionnée **compte plus de 60% de zone urbaine**, elle a été considérée comme la suivante :

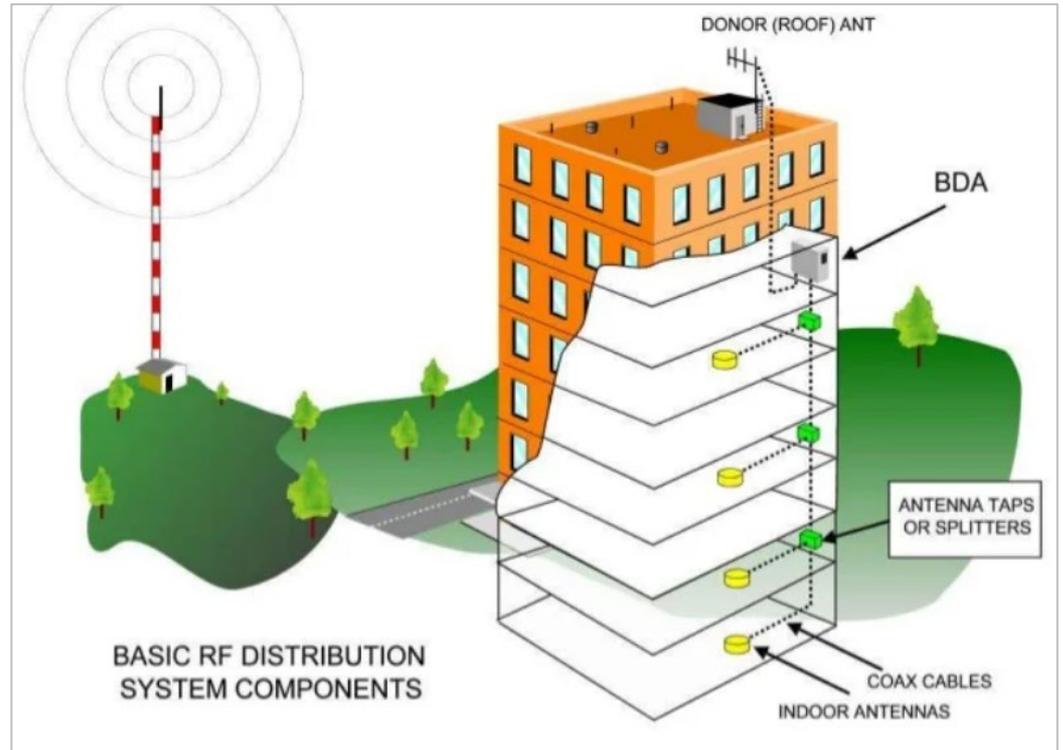
- 1) 10% étaient des DAS de type 1
- 2) 30% étaient des DAS de type 2
- 3) 60% étaient des DAS de type 3

b) Si la région sélectionnée **compte entre 40% et 60% de zone urbaine**, elle a été considérée comme la suivante :

- 1) 5% étaient des DAS de type 1
- 2) 15% étaient des DAS de type 2
- 3) 80% étaient des DAS de type 3

c) Si la région sélectionnée **compte moins de 40% de zone urbaine**, elle a été considérée comme suit :

- 1) 0% étaient des DAS de type 1
- 2) 15% étaient des DAS de type 2
- 3) 85% étaient des DAS de type 3



Source de l'image: cellular-ppt-56-638.jpg

Source : analyse KPMG.

Systèmes d'antennes distribuées intérieures (2020-2025)

Le tableau ci-dessous présente les investissements nécessaires pour les sites intérieurs.

— Investissement total requis : 130 032 000 \$US

Régions administratives	# de sites DAS intérieurs à ajouter	% régions urbaines	# DAS type 1	# DAS type 2	# DAS type 3	Investissement requis (\$)
Bas-Saint-Laurent	21	3%	0	3	18	2 826 000
Saguenay–Lac-Saint-Jean	26	4%	0	4	22	3 488 000
Capitale-Nationale	70	41%	7	21	42	13 132 000
Mauricie	11	5%	1	3	7	2 016 000
Estrie	15	20%	0	2	13	2 024 000
Montréal	367	100%	37	110	220	69 030 000
Outaouais	17	1%	0	3	14	2 266 000
Abitibi-Témiscamingue	8	20%	0	1	7	1 082 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	9	1%	0	1	8	1 222 000
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	4	0%	0	1	3	522 000
Chaudière-Appalaches	34	7%	0	5	29	4 570 000
Laval	51	100%	5	15	31	9 520 000
Lanaudière	15	15%	0	2	13	2 024 000
Laurentides	25	8%	0	4	21	3 348 000
Montérégie	63	32%	6	19	38	11 638 000
Centre-du-Québec	10	5%	0	2	8	1 324 000
Total – Québec	746	-	56	196	494	130 032 000

Source : analyse KPMG.

Systèmes d'antennes distribuées intérieures 2025-2030

Le tableau ci-dessous présente les investissements nécessaires pour les sites intérieurs.

— Investissement total requis : 104 836 000 \$US

Régions administratives	# de sites DAS intérieurs à ajouter	% régions urbaines	# DAS type 1	# DAS type 2	# DAS type 3	Investissement requis (\$)
Bas-Saint-Laurent	2	3%	0	0	2	280 000
Saguenay–Lac-Saint-Jean	1	4%	0	0	1	140 000
Capitale-Nationale	47	41%	2	7	38	7 494 000
Mauricie	2	5%	0	0	2	280 000
Estrie	2	20%	0	0	2	280 000
Montréal	399	100%	40	120	239	74 900 000
Outaouais	2	1%	0	0	2	280 000
Abitibi-Témiscamingue	1	20%	0	0	1	140 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	1	1%	0	0	1	140 000
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	0	0%	0	0	0	-
Chaudière-Appalaches	4	7%	0	1	3	522 000
Laval	82	100%	8	25	49	15 250 000
Lanaudière	2	15%	0	0	2	280 000
Laurentides	8	8%	0	1	7	1 082 000
Montérégie	27	32%	0	4	23	3 628 000
Centre-du-Québec	1	5%	0	0	1	140 000
Total – Québec	581	-	50	158	373	104 836 000

Source : analyse KPMG.

Systemes d'antennes distribuées intérieures 2025-2030 - scénario percée technologique

Le tableau ci-dessous présente les investissements nécessaires pour les sites intérieurs.

— Investissement total requis : 472 134 000 \$US

Régions administratives	# de sites DAS intérieurs à ajouter	% régions urbaines	# DAS type 1	# DAS type 2	# DAS type 3	Investissement requis (\$)
Bas-Saint-Laurent	2	3%	0	0	2	280 000
Saguenay–Lac-Saint-Jean	1	4%	0	0	1	140 000
Capitale-Nationale	196	41%	10	29	157	32 238 000
Mauricie	22	5%	0	3	19	2 966 000
Estrie	28	20%	0	4	24	3 768 000
Montréal	1 851	100%	185	555	1 111	347 200 000
Outaouais	31	1%	0	5	26	4 150 000
Abitibi-Témiscamingue	11	20%	0	2	9	1 464 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	11	0%	0	2	9	1 464 000
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	6	0%	0	1	5	802 000
Chaudière-Appalaches	9	7%	0	1	8	1 222 000
Laval	214	100%	21	64	129	39 918 000
Lanaudière	41	15%	0	6	35	5 512 000
Laurentides	58	8%	0	9	49	7 778 000
Montérégie	154	32%	0	23	131	20 686 000
Centre-du-Québec	19	5%	0	3	16	2 546 000
Total – Québec	2 654	-	216	707	1 731	472 134 000

Source : analyse KPMG.

Simulations sans fil (2020)

Simulations pour refléter l'état actuel du réseau (uniquement les sites LTE).

Régions administratives	Demande (# appareils estimés)	Nombre actuel de sites existants	Mbit/s requis – Liaison descendante en % de la capacité RAN	Mbit/s requis – Liaison montante en % de la capacité RAN	SAU requis en % de la capacité du RAN	Liaison descendante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Liaison montante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Appareils simultanément actifs vs capacité RAN (# appareils); k = milliers, M = millions
Bas-Saint-Laurent	1 708 164	410	22%	17%	26%	19 vs 89	4 vs 23	102k vs 394k
Saguenay–Lac-Saint-Jean	2 599 807	516	27%	21%	32%	29 vs 111	6 vs 29	156k vs 495k
Capitale-Nationale	8 604 950	703	65%	50%	77%	98 vs 152	20 vs 39	519k vs 675k
Mauricie	2 428 361	221	58%	45%	69%	28 vs 48	10 vs 23	260k vs 459k
Estrie	3 085 974	306	53%	41%	63%	35 vs 66	7 vs 17	185k vs 294k
Montréal	30 207 983	1834	92%	74%	94%	381 vs 396	76 vs 102	1,81M vs 1,8M
Outaouais	3 523 983	330	56%	44%	67%	40 vs 71	8 vs 18	211k vs 317k
Abitibi-Témiscamingue	1 469 380	156	50%	38%	59%	17 vs 34	3 vs 9	88k vs 150k
Côte-Nord et Nord-du-Québec	1 598 235	186	45%	35%	54%	18 vs 40	4 vs 10	96k vs 179k
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	788 266	87	48%	37%	57%	9 vs 19	2 vs 5	47k vs 84k
Chaudière-Appalaches	3 914 191	677	31%	24%	36%	74 vs 146	9 vs 39	235k vs 650k
Laval	4 292 621	253	90%	69%	93%	49 vs 55	10 vs 14	258k vs 243k
Lanaudière	4 183 768	303	73%	56%	86%	40 vs 65	10 vs 17	251k vs 291k
Laurentides	5 873 200	490	63%	49%	75%	67 vs 106	13 vs 27	352k vs 470k
Montérégie	15 269 965	1251	64%	50%	76%	174 vs 270	35 vs 70	916k vs 1,2M
Centre-du-Québec	2 199 062	203	57%	44%	68%	25 vs 44	5 vs 11	132k vs 195k
Total – Québec	91 747 910	7 926	-	-	-	-	-	-

Source : analyse KPMG.

Simulations sans fil (2020-2025)

Simulations pour refléter l'état actuel du réseau (uniquement les sites LTE).

Régions administratives	Demande (# appareils estimés)	Nombre actuel de sites existants	Mbit/s requis – Liaison descendante en % de la capacité RAN	Mbit/s requis – Liaison montante en % de la capacité RAN	SAU requis en % de la capacité du RAN	Liaison descendante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Liaison montante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Appareils simultanément actifs vs capacité RAN (# appareils); k = milliers, M = millions
Bas-Saint-Laurent	2 931 169	410	38%	29%	44%	33 vs 89	7 vs 23	171k vs 394k
Saguenay–Lac-Saint-Jean	4 571 983	516	47%	36%	54%	52 vs 111	10 vs 29	266k vs 495k
Capitale-Nationale	16 929 415	703	127%	98%	152%	193 vs 152	39 vs 39	1.02M vs 675k
Mauricie	4 240 174	221	101%	78%	117%	48 vs 48	10 vs 12	247k vs 212k
Estrie	5 436 415	306	118%	91%	131%	78 vs 66	16 vs 17	384k vs 294k
Montréal	63 847 691	1834	203%	157%	218%	804 vs 196	161 vs 103	3,9M vs 1,8M
Outaouais	6 067 860	330	97%	75%	112%	69 vs 71	14 vs 18	355k vs 317k
Abitibi-Témiscamingue	2 672 531	156	90%	70%	103%	30 vs 34	6 vs 9	155k vs 150k
Côte-Nord et Nord-du-Québec	3 121 013	186	89%	68%	100%	36 vs 40	7 vs 10	179k vs 179k
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	1 348 153	87	82%	63%	95%	15 vs 19	3 vs 5	79k vs 84k
Chaudière-Appalaches	6 957 155	677	54%	42%	62%	79 vs 146	16 vs 38	404k vs 650k
Laval	7 878 193	253	164%	127%	195%	90 vs 55	18 vs 14	473k vs 243k
Lanaudière	6 899 241	303	120%	93%	140%	79 vs 65	16 vs 17	407k vs 291k
Laurentides	10 458 069	490	113%	87%	129%	119 vs 106	24 vs 27	608k vs 470k
Montérégie	27 690 890	1251	117%	90%	134%	316 vs 270	63 vs 70	1,6M vs 1,2M
Centre-du-Québec	3 744 196	203	97%	75%	113%	43 vs 44	9 vs 11	219k vs 195k
Total – Québec	174 794 148	7 926	-	-	-	-	-	-

Source : analyse KPMG.

Simulations sans fil (2020-2025)

Les simulations ont pris en considération un point de base de 50% de taux de modernisation pour l'année 2022 et 25% pour les années suivantes jusqu'en 2025.

Régions administratives	Demande (# appareils estimés)	Nombre actuel de sites existants	Mbit/s requis – Liaison descendante en % de la capacité RAN	Mbit/s requis – Liaison montante en % de la capacité RAN	SAU requis en % de la capacité du RAN	Liaison descendante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Liaison montante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Appareils simultanément actifs vs capacité RAN (# appareils); k = milliers, M = millions	Nouveaux sites autonomes 5G à ajouter (en termes de capacité)	Nouveaux sites autonomes 5G à ajouter (en fonction de la couverture)	Sites DAS intérieurs à ajouter	Total des sites (2025)
Bas-Saint-Laurent	2 931 169	410	14%	16%	21%	33 vs 247	7 vs 43	180k vs 852k	0	2 (Rtes 299/287)	21	433
Saguenay–Lac-Saint-Jean	4 571 983	516	17%	19%	26%	63 vs 311	13 vs 54	280k vs 1,07M	0	0	26	542
Capitale-Nationale	16 929 415	703	46%	53%	70%	192 vs 424	39 vs 73	1,02M vs 1,46M	0	3 (Rte 381)	70	776
Mauricie	4 240 174	221	36%	52%	57%	48 vs 133	10 vs 23	260k vs 459k	0	2 (Rte 155)	11	234
Estrie	5 436 415	306	34%	39%	52%	62 vs 185	12 vs 32	333k vs 636k	0	0	15	321
Montréal	63 847 691	1834	58%	67%	88%	650 vs 1124	130 vs 194	3,42M vs 3,9M	57	0	367	2258
Outaouais	6 067 860	330	35%	40%	54%	69 vs 199	14 vs 34	373k vs 686k	0	0	17	347
Abitibi-Témiscamingue	2 672 531	156	32%	38%	50%	30 vs 94	6 vs 16	163k vs 324k	0	0	8	164
Côte-Nord et Nord-du-Québec	3 121 013	186	32%	37%	49%	36 vs 112	7 vs 19	190k vs 386k	0	0	9	195
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	1 348 153	87	32%	39%	52%	15 vs 48	3 vs 9	83k vs 160k	0	2 (Rte 198)	4	93
Chaudière-Appalaches	6 957 155	677	19%	23%	30%	79 vs 409	16 vs 70	426k vs 1,4M	0	0	34	711
Laval	7 878 193	253	55%	63%	81%	90 vs 164	18 vs 29	473k vs 582k	33	0	51	337
Lanaudière	6 899 241	303	39%	44%	58%	79 vs 202	16 vs 35	526k vs 730k	66	0	15	384
Laurentides	10 458 069	490	40%	47%	63%	119 vs 296	24 vs 51	641k vs 1,02M	0	0	25	515
Montérégie	27 690 890	1251	42%	49%	65%	316 vs 755	63 vs 130	1,7M vs 2,6M	0	0	63	1314
Centre-du-Québec	3 744 196	203	35%	41%	55%	43 vs 122	9 vs 21	230k vs 421k	0	0	10	213
Total – Québec	174 794 148	7 926	-	-	-	-	-	-	156	9	746	8 837

Source : analyse KPMG.

Simulations sans fil (2025-2030)

Les simulations d'accès sans fil pour l'année 2030 sont présentées ci-dessous.

Régions administratives	Demande (# appareils estimés)	Mbit/s requis – Liaison descendante en % de la capacité RAN	Mbit/s requis – Liaison montante en % de la capacité RAN	SAU requis en % de la capacité du RAN	Liaison descendante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Liaison montante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Appareils simultanément actifs vs capacité RAN (# appareils); k = milliers, M = millions	Ajout de sites (2025-2030)	Total des sites (2030)
Bas-Saint-Laurent	6 180 727	26%	30%	35%	70 vs 267	14 vs 47	336k vs 952k	43	476
Saguenay–Lac-Saint-Jean	9 754 759	20%	24%	35%	59 vs 327	12 vs 57	373k vs 1,2M	26	568
Capitale-Nationale	38 758 699	58%	64%	95%	326 vs 563	65 vs 102	2,07M vs 2,19M	479	1 255
Mauricie	9 032 036	64%	73%	95%	92 vs 144	18 vs 25	490k vs 517k	38	259
Estrie	11 458 752	59%	68%	88%	117 vs 198	23 vs 35	123k vs 707k	32	353
Montréal	151 933 264	69%	77%	95%	61,09G vs 1,59G	219 vs 285	9,1M vs 9,6M	1 994	3 828
Outaouais	12 538 035	61%	71%	93%	128 vs 209	26 vs 36	684k vs 736k	33	363
Abitibi-Témiscamingue	5 838 518	55%	64%	87%	56 vs 101	11 vs 18	315k vs 361k	16	180
Côte-Nord et Nord-du-Québec	7 234 895	54%	62%	90%	65 vs 121	13 vs 21	387k vs 430k	20	215
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	2 808 030	58%	70%	84%	30 vs 52	6 vs 9	153m vs 183m	9	102
Chaudière-Appalaches	15 029 497	35%	40%	52%	153 vs 439	31 vs 77	814k vs 1,5M	71	782
Laval	17 278 862	64%	70%	95%	164 vs 259	33 vs 48	1,03M vs 1,09M	411	664
Lanaudière	13 883 086	77%	86%	94%	167 vs 217	33 vs 39	761k vs 810k	38	422
Laurentides	22 270 050	66%	75%	95%	227 vs 344	45 vs 61	1,2M vs 1,27M	166	656
Montérégie	60 018 436	63%	71%	95%	576 vs 911	115 vs 162	3,25M vs 3,41M	535	1 786
Centre-du-Québec	7 707 423	63%	73%	90%	83 vs 131	17 vs 23	421k vs 469k	21	234
Total – Québec	391 725 069	-	-	-	-	-	-	3 932	12 143

Source : analyse KPMG.

Simulations sans fil (2025-2030 - scénario percée technologique)

Les simulations d'accès sans fil pour l'année 2030 (avec percée technologique) sont présentées ci-dessous.

Régions administratives	Demande (# appareils estimés)	Mbit/s requis – Liaison descendante en % de la capacité RAN	Mbit/s requis – Liaison montante en % de la capacité RAN	SAU requis en % de la capacité du RAN	Liaison descendante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Liaison montante requise vs capacité RAN disponible (Mbit/s)	Appareils simultanément actifs vs capacité RAN (# appareils); k = milliers, M = millions	Ajout de sites (2025-2030)	Ajout de sites attribuables au scénario de percée technol.	Total des sites (2030)
Bas-Saint-Laurent	8 690 727	63%	72%	48%	167 vs 267	33 vs 47	457k vs 952k	43	0	476
Saguenay–Lac-Saint-Jean	137 787 589	81%	93%	64%	265 vs 327	53 vs 57	738k vs 1.2M	26	0	568
Capitale-Nationale	55 532 725	95%	99%	63%	966 vs 1,01G	193 vs 195	2.90M vs 4,56M	479	1 484	2 739
Mauricie	12 706 826	93%	98%	59%	244 vs 263	49 vs 50	667k vs 1,14M	38	409	668
Estrie	16 081 643	93%	98%	56%	328 vs 354	66 vs 67	844k vs 1,52M	32	536	889
Montréal	219 825 722	97%	99%	39%	3,69G vs 3,82G	738 vs 746	13.2M vs 33.6M	1 994	7 684	11 512
Outaouais	17 513 636	94%	99%	56%	357 vs 382	71 vs 72	922k vs 1,65M	33	598	961
Abitibi-Témiscamingue	8 288 243	91%	98%	66%	144 vs 158	29 vs 29	433k vs 659k	16	196	376
Côte-Nord et Nord-du-Québec	10 401 050	91%	98%	74%	162 vs 178	32 vs 33	539k vs 733k	20	199	414
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	3 941 524	90%	99%	61%	73 vs 82	15 vs 15	207k vs 338k	9	102	204
Chaudière-Appalaches	21 207 012	87%	98%	65%	407 vs 469	81 vs 83	1,11M vs 1,72M	71	101	883
Laval	24 456 741	96%	99%	66%	455 vs 474	91 vs 92	1,47M vs 2,22M	411	741	1 405
Lanaudière	19 180 931	95%	99%	51%	426 vs 446	85 vs 86	1,02M vs 2,01M	38	790	1 212
Laurentides	31 277 887	94%	98%	58%	600 vs 641	120 vs 122	1,64M vs 2,83M	166	1 024	1 680
Montérégie	84 736 287	95%	99%	60%	1,58G vs 1,67G	315 vs 318	4,43M vs 7,37M	535	2 604	4 390
Centre-du-Québec	10 758 274	93%	98%	54%	219 vs 237	44 vs 45	547k vs 1,02M	21	363	597
Total – Québec	682 386 817	-	-	-	-	-	-	3 932	16 831	28 974

Source : analyse KPMG.



Annexes

Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande

1.1 Hypothèses de travail détaillées

1.2 Résultats

Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre

2.1 Hypothèses de travail détaillées – Dorsale

2.2 Hypothèses de travail détaillées – Réseau fixe

2.3 Hypothèses de travail détaillées – Réseau mobile et sans fil

2.4 Hypothèses de travail détaillées – Edge Core

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

Hypothèses modèle *Edge Core*

Composantes principales du *Edge Cloud*

Matériel informatique



Réseau



Logiciels infonuagiques



Coordination du *cloud*



Automatisation



10% des sites estimés dans les zones urbaines du Québec seront dotés d'un Edge Stack d'ici 2025.

20% des sites estimés dans les zones urbaines du Québec seront dotés d'un Edge Stack d'ici 2030.

De plus :

10% des sites actuels au Québec en **régions urbaines** auront un Light Edge Stack en 2030.

2% des sites actuels au Québec **régions rurales** auront un Light Edge Stack en 2030.

Le coût moyen d'un Edge Stack est estimé entre 150 000 et 200 000 \$US.

Le coût moyen d'un Light Edge Stack est estimé entre 50 000 et 75 000 \$US pour les régions éloignées.

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - Edge Core (2020-2025)

Le tableau ci-dessous montre l'investissement nécessaire en termes de Edge Stack pour chaque région en 2025.

— Investissement total requis : 141 600 000 \$US

Régions administratives	Nombre de sites estimés pour 2025	Sites urbains (80%)	Sites ruraux (20%)	Edge Stack (10% des sites en région urbaine en 2030)	Investissement estimé (1 Edge Stack = 200k \$)
Bas-Saint-Laurent	433	346	87	35	7 000 000
Saguenay–Lac-Saint-Jean	516	413	103	41	8 600 000
Capitale-Nationale	776	621	155	62	12 400 000
Mauricie	221	177	44	18	3 800 000
Estrie	321	257	64	26	5 200 000
Montréal	1 834	1 467	367	147	36 200 000
Outaouais	330	264	66	26	5 600 000
Abitibi-Témiscamingue	164	132	32	13	2 600 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	195	156	39	16	3 200 000
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	93	74	19	7	1 400 000
Chaudière-Appalaches	711	569	142	57	11 400 000
Laval	253	202	51	20	5 400 000
Lanaudière	384	307	77	31	6 200 000
Laurentides	490	392	98	39	8 200 000
Montérégie	1 251	1 000	251	100	21 000 000
Centre-du-Québec	213	170	43	17	3 400 000
Total – Québec	8 185	6 547	1 638	655	141 600 000

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - Edge Core (2025-2030)

Le tableau ci-dessous montre l'investissement nécessaire en termes de Edge Stack pour chaque région en 2030.

— Investissement total requis : 464 900 000 \$US

Régions administratives	Nombre de sites estimés pour 2030	Sites urbains (80%)	Sites ruraux (20%)	Edge Stack (20% des sites en région urbaine en 2030)	Light Edge Stack (10% des sites en région urbaine en 2030)	Light Edge Stack (2% des sites en région ruraux en 2030)	Investissement estimé (1 Edge Stack = 200k \$)	Investissement estimé (1 Light Edge Stack = 75k \$)
Bas-Saint-Laurent	476	381	95	76	38	2	15 200 000	3 000 000
Saguenay–Lac-Saint Jean	568	454	114	91	45	2	18 200 000	3 525 000
Capitale-Nationale	1 255	1 004	251	201	100	5	40 200 000	7 875 000
Mauricie	259	207	52	41	21	1	8 200 000	1 650 000
Estrie	353	282	71	56	28	1	11 200 000	2 175 000
Montréal	3 828	3 064	766	613	306	15	122 600 000	24 075 000
Outaouais	363	290	73	58	29	1	11 600 000	2 250 000
Abitibi-Témiscamingue	180	144	36	29	14	1	5 800 000	1 125 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	215	172	43	34	17	1	6 800 000	1 350 000
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	102	82	20	16	8	1	3 200 000	675 000
Chaudière-Appalaches	782	626	156	125	63	3	25 000 000	4 950 000
Laval	664	531	133	106	53	3	21 200 000	4 200 000
Lanaudière	422	338	84	68	34	2	13 600 000	2 700 000
Laurentides	656	525	131	105	53	3	21 000 000	4 200 000
Montérégie	1 786	1 429	357	286	143	7	57 200 000	11 250 000
Centre-du-Québec	234	187	47	37	19	1	7 400 000	1 500 000
Total – Québec	12 143	9 716	2 429	1 942	971	49	388 400 000	76 500 000

Source : analyse KPMG.

Détails des coûts - *Edge Core* (2025-2030 - scénario percée technologique)

Le tableau ci-dessous montre l'investissement nécessaire en termes de Edge Stack pour chaque région en 2030 pour le scénario « percée technologique ».

— Investissement total requis : 1 109 825 000 \$US

Régions administratives	Nombre de sites estimés pour 2030	Sites urbains (80%)	Sites ruraux (20%)	Edge Stack (20% des sites en région urbaine en 2030)	Light Edge Stack (10% des sites en région urbaine en 2030)	Light Edge Stack (2% des sites en région ruraux en 2030)	Investissement estimé (1 Edge Stack = 200k \$)	Investissement estimé (1 Light Edge Stack = 75k \$)
Bas-Saint-Laurent	476	381	95	76	38	2	15 200 000	3 000 000
Saguenay–Lac-Saint Jean	568	454	114	91	45	2	18 200 000	3 525 000
Capitale-Nationale	2 739	2 191	548	438	219	11	87 600 000	17 250 000
Mauricie	668	534	134	107	53	3	21 400 000	4 200 000
Estrie	889	711	178	142	71	4	28 400 000	5 625 000
Montréal	11 512	9 210	2 302	1 842	921	46	368 400 000	72 525 000
Outaouais	961	769	192	154	77	4	30 800 000	6 075 000
Abitibi-Témiscamingue	376	301	75	60	30	2	12 000 000	2 400 000
Côte-Nord et Nord-du-Québec	414	331	83	66	33	2	13 200 000	2 625 000
Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	204	163	41	33	16	1	6 600 000	1 275 000
Chaudière-Appalaches	883	706	177	141	71	4	28 200 000	5 625 000
Laval	1 405	1 124	281	225	112	6	45 000 000	8 850 000
Lanaudière	1 212	970	242	194	97	5	38 800 000	7 650 000
Laurentides	1 680	1 344	336	269	134	7	53 800 000	10 575 000
Montérégie	4 390	3 512	878	702	351	18	140 400 000	27 675 000
Centre-du-Québec	597	478	119	96	48	2	19 200 000	3 750 000
Total – Québec	28 974	23 179	5 795	4 636	2 316	119	927 200 000	182 625 000

Source : analyse KPMG.



Annexes

Annexe 1 – Méthodologie : modèle de la demande

1.1 Hypothèses de travail détaillées

1.2 Résultats

Annexe 2 – Méthodologie : modèles de l'offre

2.1 Hypothèses de travail détaillées – Dorsale

2.2 Hypothèses de travail détaillées – Réseau fixe

2.3 Hypothèses de travail détaillées – Réseau mobile et sans fil

2.4 Hypothèses de travail détaillées – Edge Core

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

Selon le secteur d'activité et la région, le nombre d'appareils est appelé à croître de manière différente

Le modèle de demande estime la croissance du nombre d'appareils pour chaque vecteur et dans chaque région administrative en 2020, 2025 et 2030.

- L'exercice prend en compte l'introduction d'une percée technologique qui augmenterait considérablement le nombre d'appareils connectés et solliciterait davantage le réseau à compter de 2025 ;
- Pour ce faire, une série d'hypothèses ont été utilisées (voir Annexe 1.1) ;
- La dispersion des appareils par secteur et région administrative est présentée à l'Annexe 1.1.

Nombre d'appareils par vecteur en 2020, 2025 et 2030 (scénario de base et percée technologique)

Appareils totaux	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total par année
2020	603 360	1 661 257	2 415 977	3 113 201	4 630 196	1 018 494	7 308 346	9 416 591	1 704 007	2 627 167	4 183 334	8 092 759	392 479	563 088	1 966 529	42 051 125	91 747 910
2025	1 441 554	3 996 279	3 762 562	6 805 528	14 763 090	1 718 247	24 497 732	24 511 912	3 670 083	6 204 412	13 597 147	19 179 191	982 281	1 295 033	4 825 431	43 543 664	174 794 146
2030 – Scénario de base	3 392 609	9 701 909	7 386 506	15 859 565	42 998 348	3 589 042	75 742 307	60 099 966	10 020 122	14 835 699	38 997 586	46 908 787	2 372 936	3 302 753	11 427 754	45 089 179	391 725 068
2030 – Percée technologique	4 948 199	14 251 055	10 457 549	23 052 221	64 527 352	5 135 220	113 871 281	88 280 350	14 718 476	21 775 753	58 244 309	68 903 934	3 485 586	4 851 387	16 786 135	45 089 179	558 377 986

Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.

La demande s'estime à partir du nombre d'appareils connectés aux réseaux (2020)

Chaque secteur a des besoins de connectivité spécifiques, ce qui sollicite le réseau différemment pour un nombre d'appareils donné.

— Les diverses hypothèses réalisées pour projeter les besoins en capacité (voir Annexe 1 concernant la demande) génèrent un nombre d'appareils par région et par secteur.

Nombre d'appareils par vecteur de croissance et région administrative en 2020

Région administrative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total par RA
Bas-Saint-Laurent	41 732	n.d.	53 526	63 473	109 768	16 774	72 585	82 427	18 757	54 870	93 478	91 808	8 056	16 623	29 978	954 308	1 708 163
Saguenay–Lac-Saint-Jean	39 534	n.d.	88 450	115 901	142 480	19 912	107 223	208 734	38 729	76 423	145 132	166 441	12 311	25 524	48 158	1 364 853	2 599 805
Capitale-Nationale	25 693	159 223	186 770	160 043	435 104	79 177	819 925	920 929	182 957	265 539	434 302	745 470	42 818	37 801	378 779	3 730 419	8 604 949
Mauricie	11 642	n.d.	66 175	107 172	108 571	22 658	157 963	147 923	46 643	52 411	130 777	160 651	14 635	15 363	43 277	1 342 500	2 428 361
Estrie	35 738	n.d.	96 670	157 130	128 352	23 987	127 604	253 225	54 510	112 378	166 935	202 120	12 648	20 057	48 640	1 645 980	3 085 974
Montréal	28 784	664 989	488 437	971 974	1 574 561	365 307	3 318 548	4 991 146	673 334	992 091	1 318 382	3 785 910	138 617	176 525	474 823	10 244 553	30 207 981
Outaouais	16 333	n.d.	124 657	35 009	132 063	26 329	175 087	188 919	57 560	103 347	133 337	238 639	13 018	21 309	283 334	1 975 041	3 523 982
Abitibi-Témiscamingue	69 777	140 379	55 295	35 181	89 072	15 649	81 927	82 023	26 911	48 629	65 751	n.d.	6 047	12 379	24 471	715 888	1 469 379
Côte-Nord	55 473	n.d.	61 134	68 205	80 240	23 923	80 513	n.d.	33 514	57 222	107 127	n.d.	9 880	11 463	39 279	438 111	1 066 084
Nord-du-Québec	27 736	n.d.	30 567	34 103	40 120	11 961	40 257	n.d.	16 757	28 611	53 563	n.d.	4 940	5 732	19 639	218 166	532 152
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	14 528	n.d.	27 240	24 705	49 731	9 594	n.d.	n.d.	n.d.	30 597	65 874	100 241	4 379	7 005	25 878	428 493	788 265
Chaudière-Appalaches	44 734	n.d.	152 040	228 351	191 552	37 767	322 170	268 998	39 114	94 671	185 754	132 838	14 565	27 849	79 288	2 094 500	3 914 191
Laval	n.d.	113 740	100 005	115 057	228 537	59 170	334 272	355 134	91 729	85 715	186 738	338 563	13 352	16 973	62 785	2 190 851	4 292 621
Lanaudière	21 351	n.d.	140 274	149 378	191 224	52 166	191 701	231 118	62 002	91 315	186 769	194 455	17 162	25 737	51 325	2 577 792	4 183 769
Laurentides	20 843	183 434	224 804	155 757	271 260	55 382	333 076	349 752	112 631	140 852	229 576	554 692	21 882	33 260	101 462	3 084 537	5 873 200
Montérégie	92 105	399 491	455 843	527 395	748 822	175 936	1 098 666	1 181 288	220 803	337 879	568 455	1 263 819	48 759	97 352	225 679	7 827 672	15 269 964
Centre-du-Québec	57 358	n.d.	64 090	164 366	108 738	22 803	46 828	154 974	28 053	54 616	111 384	117 112	9 409	12 135	29 735	1 217 461	2 199 062
Appareils totaux par vecteur	603 360	1 661 257	2 415 977	3 113 201	4 630 196	1 018 494	7 308 346	9 416 591	704 007	2 627 167	4 183 334	8 092 759	392 479	563 088	1 966 529	42 051 125	91 747 910

n.d. : représente des régions pour lesquelles les informations relatives au vecteur ne sont pas disponibles.

Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.

La demande s'estime à partir du nombre d'appareils connectés aux réseaux (2025)

Chaque secteur a des besoins de connectivité spécifiques, ce qui sollicite le réseau différemment pour un nombre d'appareils donné.

— Les diverses hypothèses réalisées pour projeter les besoins en capacité (voir Annexe 1 concernant la demande) génèrent un nombre d'appareils par région et par secteur.

Nombre d'appareils par vecteur de croissance et région administrative en 2025

Région administrative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total par RA
Bas-Saint-Laurent	99 707	n.d.	83 360	138 754	349 987	28 299	243 308	214 562	40 400	129 583	303 834	217 577	20 163	38 230	73 559	949 846	2 931 169
Saguenay–Lac-Saint-Jean	94 456	n.d.	137 750	253 362	454 289	33 592	359 415	543 346	83 415	180 483	471 724	394 452	30 812	58 703	118 169	1 358 015	4 571 983
Capitale-Nationale	61 386	383 023	290 870	349 857	1 387 303	133 576	2 748 407	2 397 229	394 052	627 107	1 411 618	1 766 705	107 163	86 938	929 441	3 854 740	16 929 415
Mauricie	27 815	n.d.	103 058	234 280	346 172	38 226	529 496	385 051	100 460	123 776	425 067	380 729	36 627	35 333	106 192	1 367 892	4 240 174
Estrie	85 386	n.d.	150 551	343 489	409 241	40 467	427 732	659 160	117 404	265 397	542 590	479 008	31 655	46 129	119 352	1 718 854	5 436 415
Montréal	68 772	1 599 682	760 676	2 124 758	5 020 391	616 289	11 123 845	12 992 233	1 450 224	2 342 959	4 285 154	8 972 304	346 925	405 985	1 165 111	10 572 384	63 847 691
Outaouais	39 022	n.d.	194 136	76 531	421 075	44 418	586 894	491 767	123 974	244 069	433 388	565 556	32 581	49 009	695 239	2 070 201	6 067 860
Abitibi-Témiscamingue	166 712	337 693	86 115	76 907	284 001	26 400	274 622	213 510	57 961	114 844	213 711	n.d.	15 135	28 470	60 045	716 404	2 672 531
Côte-Nord	132 536	n.d.	95 207	149 098	255 841	40 359	269 882	n.d.	72 183	135 138	348 195	n.d.	24 727	26 364	96 381	424 409	2 070 320
Nord-du-Québec	66 268	n.d.	47 604	74 549	127 921	20 179	134 941	n.d.	36 092	67 569	174 098	n.d.	12 364	13 182	48 191	227 737	1 050 693
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	34 711	n.d.	42 423	54 007	158 564	16 185	n.d.	n.d.	n.d.	72 259	214 110	237 563	10 960	16 111	63 499	427 762	1 348 153
Chaudière-Appalaches	106 879	n.d.	236 782	499 180	610 752	63 714	1 079 919	700 218	84 244	223 578	603 758	314 817	36 453	64 050	194 554	2 138 255	6 957 155
Laval	n.d.	273 610	155 744	251 518	728 675	99 823	1 120 487	924 434	197 566	202 427	606 958	802 367	33 416	39 036	154 061	2 288 072	7 878 193
Lanaudière	51 011	n.d.	218 459	326 543	609 705	88 007	642 587	601 613	133 540	215 652	607 059	460 842	42 952	59 192	125 940	2 716 141	6 899 241
Laurentides	49 797	441 265	350 102	340 489	864 896	93 431	1 116 477	910 424	242 584	332 641	746 195	1 314 575	54 766	76 494	248 965	3 274 966	10 458 069
Montérégie	220 057	961 006	709 914	1 152 898	2 387 573	296 812	3 682 751	3 074 959	475 564	797 948	1 847 656	2 995 151	122 032	223 898	553 768	8 188 903	27 690 890
Centre-du-Québec	137 041	n.d.	99 811	359 308	346 705	38 470	156 969	403 406	60 420	128 983	362 032	277 547	23 549	27 909	72 964	1 249 082	3 744 196
Appareils totaux par vecteur	1 441 554	3 996 279	3 762 562	6 805 528	14 763 090	1 718 247	24 497 732	24 511 912	3 670 083	6 204 412	13 597 147	19 179 191	982 281	1 295 033	4 825 431	42 294 582	174 794 146

n.d. : représente des régions pour lesquelles les informations relatives au vecteur ne sont pas disponibles.

Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.

La demande s'estime à partir du nombre d'appareils connectés aux réseaux (2030)

Chaque secteur a des besoins de connectivité spécifiques, ce qui sollicite le réseau différemment pour un nombre d'appareils donné.

— Les diverses hypothèses réalisées pour projeter les besoins en capacité (voir Annexe 1 concernant la demande) génèrent un nombre d'appareils par région et par secteur.

Nombre d'appareils par vecteur de croissance et région administrative en 2030 (scénario de base)

Région administrative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total par RA
Bas-Saint-Laurent	234 654	n.d.	163 649	323 351	1 019 358	59 111	752 262	526 077	110 300	309 853	871 418	532 153	48 709	97 499	174 204	958 128	6 180 727
Saguenay–Lac-Saint-Jean	222 296	n.d.	270 425	590 434	1 323 144	70 167	1 111 244	1 332 212	227 740	431 561	1 352 939	964 757	74 434	149 712	279 852	1 353 843	9 754 759
Capitale-Nationale	144 469	929 880	571 024	815 305	4 040 598	279 010	8 497 548	5 877 688	1 075 846	1 499 509	4 048 622	4 321 037	258 879	221 720	2 201 135	3 976 429	38 758 699
Mauricie	65 460	n.d.	202 319	545 965	1 008 246	79 845	1 637 101	944 095	274 277	295 968	1 219 124	931 193	88 482	90 110	251 487	1 398 363	9 032 036
Estrie	200 952	n.d.	295 555	800 464	1 191 937	84 526	1 322 466	1 616 173	320 539	634 604	1 556 187	1 171 566	76 470	117 644	282 655	1 787 015	11 458 752
Montréal	161 850	3 883 604	1 493 327	4 951 524	14 622 177	1 287 293	34 392 802	31 855 236	3 959 427	5 602 374	12 290 126	21 944 611	838 081	1 035 394	2 759 257	10 856 179	151 933 264
Outaouais	91 836	n.d.	381 120	178 347	1 226 404	92 779	1 814 565	1 205 748	338 475	583 606	1 242 988	1 383 247	78 707	124 988	1 646 489	2 148 735	12 538 035
Abitibi-Témiscamingue	392 345	819 828	169 058	179 224	827 170	55 145	849 078	523 499	158 247	274 611	612 939	n.d.	36 561	72 607	142 201	726 004	5 838 518
Côte-Nord	311 914	n.d.	186 907	347 458	745 152	84 300	834 423	n.d.	197 076	323 135	998 649	n.d.	59 734	67 237	228 253	416 216	4 800 455
Nord-du-Québec	155 957	n.d.	93 454	173 729	372 576	42 150	417 211	n.d.	98 538	161 567	499 324	n.d.	29 867	33 618	114 127	242 320	2 434 440
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	81 690	n.d.	83 284	125 857	461 826	33 807	n.d.	n.d.	n.d.	172 782	614 082	581 034	26 477	41 088	150 381	435 722	2 808 030
Chaudière-Appalaches	251 533	n.d.	464 841	1 163 287	1 778 851	133 085	3 338 904	1 716 842	230 006	534 610	1 731 620	769 984	88 062	163 349	460 750	2 203 776	15 029 497
Laval	n.d.	664 253	305 751	586 135	2 122 307	208 508	3 464 332	2 266 590	539 397	484 033	1 740 799	1 962 442	80 724	99 556	364 852	2 389 184	17 278 862
Lanaudière	120 051	n.d.	428 869	760 975	1 775 801	183 826	1 986 756	1 475 076	364 593	515 656	1 741 088	1 127 134	103 761	150 958	298 255	2 850 286	13 883 086
Laurentides	117 195	1 071 276	687 305	793 474	2 519 059	195 158	3 451 935	2 232 239	662 308	795 395	2 140 141	3 215 209	132 300	195 084	589 607	3 472 364	22 270 050
Montérégie	517 890	2 333 068	1 393 674	2 686 707	6 953 943	619 975	11 386 362	7 539 393	1 298 393	1 908 017	5 299 209	7 325 590	294 799	571 012	1 311 452	8 578 953	60 018 436
Centre-du-Québec	322 517	n.d.	195 945	837 329	1 009 799	80 356	485 318	989 097	164 961	308 418	1 038 332	678 829	56 889	71 178	172 795	1 295 661	7 707 423
Appareils totaux par vecteur	3 392 609	9 701 909	7 386 506	15 859 565	42 998 348	3 589 042	75 742 307	60 099 966	10 020 122	14 835 699	38 997 586	46 908 787	2 372 936	3 302 753	11 427 754	45 089 179	391 725 067

n.d. : représente des régions pour lesquelles les informations relatives au vecteur ne sont pas disponibles.

Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.

Annexe 3 – Répartition des appareils par vecteur de croissance et par région administrative

La demande s'estime à partir du nombre d'appareils connectés aux réseaux (2030 - scénario percée technologique)

Chaque secteur a des besoins de connectivité spécifiques, ce qui sollicite le réseau différemment pour un nombre d'appareils donné.

— Les diverses hypothèses réalisées pour projeter les besoins en capacité (voir Annexe 1 concernant la demande) génèrent un nombre d'appareils par région et par secteur.

Nombre d'appareils par vecteur de croissance et région administrative en 2030 (percée technologique)

Région administrative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total par RA
Bas-Saint-Laurent	342 248	n.d.	231 689	469 997	1 529 744	84 576	1 130 953	772 751	162 019	454 801	1 301 495	781 675	71 548	143 216	255 887	958 128	8 690 727
Saguenay–Lac-Saint-Jean	324 224	n.d.	382 858	858 209	1 985 633	100 395	1 670 648	1 956 875	334 525	633 443	2 020 663	1 417 124	109 335	219 910	411 072	1 353 843	13 778 758
Capitale-Nationale	210 711	1 365 892	808 435	1 185 064	6 063 700	399 209	12 775 247	8 633 688	1 580 302	2 200 970	6 046 764	6 347 137	380 265	325 682	3 233 230	3 976 429	55 532 725
Mauricie	95 475	n.d.	286 436	793 572	1 513 068	114 243	2 461 225	1 386 774	402 884	434 420	1 820 805	1 367 822	129 971	132 362	369 407	1 398 363	12 706 826
Estrie	293 093	n.d.	418 436	1 163 492	1 788 733	120 941	1 988 200	2 373 983	470 837	931 469	2 324 221	1 720 904	112 326	172 806	415 189	1 787 015	16 081 643
Montréal	236 062	5 704 595	2 114 199	7 197 147	21 943 409	1 841 866	51 706 274	46 791 896	5 815 970	8 223 132	18 355 749	32 234 260	1 231 051	1 520 882	4 053 051	10 856 179	219 825 722
Outaouais	133 944	n.d.	539 576	259 231	1 840 457	132 749	2 728 025	1 771 114	497 183	856 614	1 856 447	2 031 841	115 612	183 594	2 418 514	2 148 735	17 513 636
Abitibi-Témiscamingue	572 245	1 204 239	239 346	260 506	1 241 329	78 902	1 276 507	768 964	232 448	403 072	915 446	n.d.	53 705	106 651	208 878	726 004	8 288 243
Côte-Nord	454 935	n.d.	264 616	505 038	1 118 245	120 617	1 254 474	n.d.	289 483	474 295	1 491 518	n.d.	87 743	98 764	335 280	416 216	6 911 225
Nord-du-Québec	227 467	n.d.	132 308	252 519	559 123	60 309	627 237	n.d.	144 742	237 148	745 759	n.d.	43 872	49 382	167 640	242 320	3 489 825
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	119 146	n.d.	117 910	182 935	693 059	48 371	n.d.	n.d.	n.d.	253 609	917 154	853 477	38 892	60 354	220 894	435 722	3 941 524
Chaudière-Appalaches	366 866	n.d.	658 105	1 690 862	2 669 510	190 418	5 019 722	2 521 855	337 853	784 697	2 586 238	1 131 023	129 353	239 942	676 792	2 203 776	21 207 012
Laval	n.d.	975 716	432 871	851 961	3 184 933	298 334	5 208 290	3 329 375	792 316	710 461	2 599 947	2 882 615	118 574	146 237	535 929	2 389 184	24 456 741
Lanaudière	175 097	n.d.	607 177	1 106 093	2 664 933	263 020	2 986 897	2 166 728	535 548	756 877	2 600 377	1 655 639	152 414	221 740	438 105	2 850 286	19 180 931
Laurentides	170 931	1 573 588	973 062	1 153 332	3 780 337	279 232	5 189 653	3 278 918	972 859	1 167 476	3 196 379	4 722 795	194 335	286 558	866 069	3 472 364	31 277 887
Montérégie	755 355	3 427 024	1 973 114	3 905 187	10 435 739	887 064	17 118 301	11 074 554	1 907 199	2 800 576	7 914 560	10 760 499	433 028	838 754	1 926 382	8 578 953	84 736 287
Centre-du-Québec	470 399	n.d.	277 411	1 217 076	1 515 398	114 974	729 629	1 452 877	242 310	452 694	1 550 787	997 126	83 563	104 552	253 817	1 295 661	10 758 274
Appareils totaux par vecteur	4 948 199	14 251 055	10 457 549	23 052 221	64 527 352	5 135 220	113 871 281	88 280 350	14 718 476	21 775 753	58 244 309	68 903 934	3 485 586	4 851 387	16 786 135	45 089 179	558 377 987

n.d. : représente des régions pour lesquelles les informations relatives au vecteur ne sont pas disponibles.

Sources : Institut de la statistique du Québec ; Conference Board du Canada ; analyse KPMG.