



Conseil de la radiodiffusion et des
télécommunications canadiennes

Canadian Radio-television and
Telecommunications Commission

Rapport technique du Centre de recherches sur les communications (CRC) Mesures relatives à la couverture mobile

Khaledul Islam, Liang Zhang, le 14 juin 2024

Numéro unique du CRC : 031034-TR-01

Approuvé pour publication en tant que rapport technique du CRC par : Stéphane Gagnon

Mesures relatives à la couverture mobile

Numéro de catalogue BC92-142/2025F-PDF

ISBN 978-0-660-79834-9

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur du Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC). Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC)

Gatineau (Québec)

Canada

K1A 0N2

Tél. : 819-997-0313

Ligne sans frais : 1-877-249-2782 (au Canada seulement)

<https://applications.crtc.gc.ca/contact/fra/librairie>

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Conseil de la radiodiffusion
et des télécommunications canadiennes, 2025

Also available in English

Résumé

Le présent rapport présente une enquête documentaire portant sur les exigences en matière de qualité de service pour les différents types de services mobiles, le débit de données requis et le niveau de puissance du signal requis aux récepteurs, d'après les résultats d'analyse et d'essais effectués par l'industrie et d'autres organismes de réglementation internationaux.

Le présent rapport propose des définitions de la couverture des services mobiles (CSM) en trois niveaux de service, soit la couverture mobile d'urgence (CMU), la couverture mobile de base (CMB) et la couverture mobile avancée (CMA), en fonction des types de services mobiles et des exigences respectives en matière de qualité de service (QdS).

Ensuite, deux paramètres de couverture sont proposés afin de déterminer les zones de couverture des services mobiles pour les différents niveaux de service : le débit de données et la puissance du signal reçu. Les seuils recommandés de ces deux paramètres sont établis pour les trois niveaux d'évaluation de la couverture des services mobiles.

Les définitions relatives à la couverture, les paramètres et les critères proposés sont utilisés pour élaborer une approche unifiée afin de générer les périmètres de rayonnement de couverture pour les différents niveaux de services mobiles offerts aux consommateurs canadiens, en fonction de l'état le plus récent du déploiement du système mobile au Canada.

Les définitions et les mesures de couverture proposées tiennent compte de toutes les technologies cellulaires, et ce, de la 2G aux plus récents systèmes 5G déployés dans la bande de 3,5 GHz.

Table des matières

Résumé.....	3
Liste des acronymes.....	5
Introduction	6
Étude des scénarios de services mobiles et de leurs exigences en matière de débit.....	7
Appels vocaux	7
Appels vidéo.....	9
Diffusion vidéo en continu	9
Exigences de service propres aux organismes de réglementation et à l'industrie	10
Office of Communications (Ofcom), Royaume-Uni	10
Commission for Communications Regulation (ComReg), Irlande.....	11
FCC (Commission fédérale des communications), États-Unis	12
ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse), France ...	13
GSMA (Global System for Mobile Communications Association).....	17
Recommandations concernant la définition et les paramètres de la couverture mobile	17
Définitions de la couverture mobile	17
Mesures pour déterminer la couverture mobile	18
Considérations relatives à la 5G.....	21
Conclusions	22
Références.....	23
Terminologies.....	24

Liste des acronymes

5G NR	Nouvelle radio 5G
AMR-NB	Multi-débit adaptatif – Bande étroite
AMR-WB	Multi-débit adaptatif – Large bande
ARCEP	Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse
ORECE	Organe des régulateurs européens des communications électroniques
CPICH	Canal pilote commun
ComReg	Commission for Communications Regulation
CRTC	Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes
EVS	Services vocaux évolués
FCC	Commission fédérale des communications des États-Unis
FDD	Duplexage par répartition en fréquence
GSM	Système mondial de téléphonie mobile
GSMA	Association GSM
ISDE	Innovation, Sciences et Développement économique
LTE	Évolution à long terme
Ofcom	Office of Communications du Royaume-Uni
OTT	Par contournement
ERM	Exploitant de réseau mobile
QoS	Qualité de service
ROHC	Compression d'en-tête robuste
RSRP	Puissance reçue des signaux de référence
RSCP	Puissance reçue du canal pilote commun
RTP	Protocole de transmission en temps réel
SINR	Rapport signal sur interférence et bruit
RxLev	Niveau du signal reçu
SS-RSRP	Puissance reçue des signaux de synchronisation
SST	Secteur du spectre et des télécommunications
TDD	Duplexage par répartition dans le temps
TTI	Intervalle de temps de transmission
UDP	Protocole de datagramme utilisateur
EU	Équipement de l'utilisateur
UMTS	Service universel de télécommunications mobiles
VoLTE	Voix sur LTE
VoNR	Voix sur nouvelle radio

Introduction

L'un des deux principaux objectifs de « La haute vitesse pour tous : la stratégie canadienne pour la connectivité » est le suivant : « *faire en sorte qu'une couverture mobile sans fil est offerte dans les lieux où les Canadiens vivent et travaillent, ainsi que le long des principaux corridors routiers* ». [1] Le Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC) recueille les périmètres de rayonnement de la couverture mobile auprès des exploitants de réseaux mobiles (ERM), ce qui permet au CRTC et à ISDE de publier des cartes pour montrer la disponibilité du service mobile au Canada. Cependant, il n'y a actuellement pas de définition unifiée de ce que constitue la « couverture mobile » et aucune approche unifiée pour obtenir ces périmètres de couverture. Par conséquent, différents ERM caractérisent la couverture mobile de leurs propres réseaux en fonction de différents critères, hypothèses et modèles de prédiction de la couverture. Cela soulève des questions quant à l'exactitude et à la cohérence de l'estimation de la couverture des services mobiles en fonction de ces périmètres de rayonnement fournis par les ERM, et ce, en particulier en ce qui concerne la disponibilité des services mobiles pour les applications d'urgence.

Le présent rapport présente une enquête documentaire portant sur les exigences de qualité de service pour les différents types de services mobiles, le débit de données requis et le niveau de puissance du signal requis aux récepteurs, et ce, d'après les résultats d'analyse et d'essais effectués par l'industrie et d'autres organismes de réglementation internationaux.

À partir des résultats de l'enquête documentaire, le présent rapport propose les éléments suivants :

- Définitions de la couverture : Des définitions de la couverture des services mobiles (CSM) en trois niveaux de service, soit la couverture mobile d'urgence (CMU), la couverture mobile de base (CMB) et la couverture mobile avancée (CMA), en fonction des types de services mobiles et des exigences respectives en matière de qualité de service (QoS).
- Paramètres et critères de couverture : Deux paramètres de couverture, le débit de données et la puissance du signal reçu, et leurs seuils respectifs recommandés pour les trois niveaux de service.

Parmi les deux mesures de couverture, il est plus facile d'utiliser le débit de données pour fournir un aperçu ou une probabilité de la qualité de service réalisable, mais il est plus difficile de le mesurer en pratique ou de le simuler¹. La puissance du signal reçu constitue une mesure plus couramment utilisée pour prédire le rendement mobile réalisable, car elle est beaucoup plus facile à mesurer dans la pratique et à modéliser dans les outils de simulation. Lorsqu'utilisée, cette mesure doit d'abord être convertie en débit de données réalisable pour l'évaluation de la qualité de service mobile. Cette conversion dépend des technologies sans fil, des configurations de déploiement et des caractéristiques du récepteur. Pour l'estimation de la couverture en périphérie de cellule, certaines suppositions générales pour des technologies sans fil spécifiques peuvent être faites lors de l'analyse tout en fournissant une précision suffisante.

Les définitions relatives à la couverture, les paramètres et les critères proposés peuvent être utilisés pour élaborer une approche unifiée afin de générer les périmètres de rayonnement de couverture pour les différents niveaux de services mobiles offerts aux consommateurs canadiens, en fonction de l'état le plus récent du déploiement du système mobile au Canada.

¹Il existe des méthodes pour calculer le débit théorique maximal à partir de la puissance reçue des signaux de référence (RSRP). Cependant, cela équivaudrait à l'utilisation de la RSRP, mais d'une manière plus complexe en raison des étapes et des hypothèses supplémentaires. Les valeurs réelles relatives au débit obtenues par les consommateurs dépendent de nombreux facteurs, comme la distribution des appareils dans la cellule, qui ne sont pas faciles à estimer et varient considérablement au fil du temps.

Les définitions et les paramètres de couverture proposés tiennent compte de toutes les bandes de radiofréquence (RF) applicables à toutes les technologies cellulaires, de la 2G aux plus récents systèmes 5G déployés, y compris les bandes de 3,5 et 3,8 GHz.

Étude des scénarios de services mobiles et de leurs exigences en matière de débit

Cette section résume l'enquête documentaire concernant divers services mobiles et leurs débits de données minimaux ou recommandés dans le cadre de diverses études menées par les fournisseurs de services et d'applications connexes, les organismes de réglementation et les consortiums de l'industrie.

Appels vocaux

À partir de la 4G LTE (Long Term Evolution), les réseaux cellulaires ne prennent en charge que les services vocaux par paquets tels que les appels VoLTE (voix sur LTE) pour le réseau 4G LTE et les appels VoNR (voix sur nouvelle radio) pour le réseau 5G nouvelle radio (NR). Les appels VoLTE et VoNR supportent divers codecs audio comme le multi-débit adaptatif – bande étroite (AMR-NB), le multi-débit adaptatif - large bande (AMR-WB) et les services vocaux évolués (SVE).

Les exigences en matière de débit de données en liaison montante et descendante (UL/DL) pour les services VoLTE, VoNR et les services vocaux fournis par diverses applications de voix sur IP (VoIP) par contournement (OTT) sont résumées au tableau 1. La Commission fédérale des communications (FCC) des États-Unis n'a pas précisé de seuil minimal de débit de données pour les appels VoIP dans sa ligne directrice sur les exigences de vitesse à large bande ^([2]).

Tableau 1 : Exigences en matière de débit de données pour les appels vocaux individuels

Type d'appel vocal	Codec 3GPP – Débit de données maximal	Débit de données UL/DL minimum/recommandé			
		Large bande de la FCC ([2])	Zoom ([6])	Skype ([7])	MS Teams ([8])
Appels VoLTE	– Charge utile du codec AMR-NB : 4,75 à 12,2 kb/s – Charge utile du codec AMR-WB : 6,6 à 23,85 kb/s – Charge utile du codec EVS : 5,9 à 128 kb/s	VoIP < 500/500 kb/s	S.O.	S.O.	S.O.
Appels VoNR	– Charge utile du codec AMR-NB : 4,75 à 12,2 kb/s – Charge utile du codec AMR-WB : 6,6 à 23,85 kb/s – Charge utile du codec EVS : 5,9 à 128 kb/s	VoIP < 500/500 kb/s	S.O.	S.O.	S.O.
Application VoIP OTT	S.O.	VoIP < 500/500 kb/s	60/60-80/80 kb/s	30/30 à 100/100 kb/s	10/10 à 58/58 kb/s

Lors des appels VoLTE/VoNR et VoIP, le codec vocal génère une trame audio toutes les 20 ms. Par exemple, le codec AMR-WB utilisé dans un appel VoLTE/VoNR génère une trame vocodée de 477 bits toutes les 20 ms (en mode 23,85 kb/s) qui devient

²La charge utile correspond aux données réelles du service, par exemple les flux de bits audio et vidéo sans compter les données ajoutées pour la transmission, comme les redondances pour correction d'erreurs.

ensuite la charge utile de la couche RTP (protocole de transmission en temps réel) de la pile VoIP. Pour une utilisation efficace de l'interface radio cellulaire pendant les appels VoLTE/VoNR, le réseau cellulaire effectue généralement une compression d'en-tête composite, ou compression d'en-tête robuste (ROHC), pour réduire la taille des en-têtes³ agrégées (produites par RTP, UDP et IPv4/IPv6) par rapport à la charge utile. Un exemple de charge utile aux différentes couches d'une pile de modem, avec et sans ROHC, pour un vocodeur fonctionnant à 23,85 kb/s, est résumé au tableau 2.

Tableau 2 : Charge utile de la trame vocodée à la couche physique sans ROHC

Cadre vocodé vers la charge utile de la couche physique sans ROHC		Cadre vocodé vers la charge utile de la couche physique avec ROHC	
Cadre vocodé	~60 octets	Cadre vocodé	~60 octets
↓		↓	
RTP	+ en-tête de 12 octets	Compression d'en-tête robuste (ROHC)	+ ~5 octets
UDP	+ En-tête de 8 octets		
IPv6	+ En-tête de 40 octets		
Protocole de convergence de données en paquets (PDCP)	+ en-tête de 2 octets	PDCP	+ en-tête de 2 octets
Commande de liaison radio (RLC)	+ en-tête de 1 octet	Commande de liaison radio (RLC)	+ en-tête de 1 octet
Adresse physique (adresse MAC)	+ en-tête de 2 octets	Adresse physique (adresse MAC)	+ en-tête de 2 octets
	125 octets ou 1 000 bits toutes les 20 ms		70 octets ou 560 bits toutes les 20 ms
Couche physique		Couche physique	

Bien qu'une trame vocodée soit générée toutes les 20 ms, la transmission de cette charge utile à travers le réseau se fait généralement à l'intérieur d'une seule sous-trame de la couche physique, laquelle a une durée de 1 ms (également connue sous le nom d'intervalle de temps de transmission ou TTI en 4G LTE). Du point de vue du réseau, cette transmission en rafale à l'utilisateur équivaut à 500 bits/1 ms (ou 500 kb/s) ou 280 bits/1 ms (ou 280 kb/s), avec et sans compression d'en-tête robuste respectivement, en supposant un facteur d'activité vocale de 50 %.

En périphérie de cellule, la puissance d'émission de la liaison montante peut s'avérer être le goulot d'étranglement lors des appels VoLTE. Le réseau cellulaire demande généralement à l'EU d'utiliser une fonction appelée « regroupement TTI », faisant en sorte que l'EU envoie le même paquet en quatre sous-frames consécutives (c.-à-d. sur un intervalle de 4 ms), chaque fois avec une version de redondance (RV) différente. Différents ensembles de données redondantes ajoutés pour différentes versions de la redondance (RV) améliorent considérablement la probabilité de décodage réussi du paquet audio par le réseau.

³Les en-têtes participent à l'empaquetage des données de la charge utile pour le transfert via les connexions réseau.

Appels vidéo

Les exigences en matière de débit de données pour appels vidéo spécifiées par les fournisseurs de diverses applications populaires sont résumées au tableau 3.

Tableau 3 : Exigences en matière de débit de données pour les appels vidéo

Qualité/type d'appel vidéo	Débit de données UL/DL minimum/recommandé				
	Large bande de la FCC ([2])	Zoom ([6])	Skype ([7])	MS Teams ([8])	Google Meets ([9])
Définition normalisée (DN) 1:1	DL de 1 Mbps	600/600 kb/s	400/400 kb/s – 500/500 kb/s	150/150 kb/s – 1,5/1,5 Mb/s	1/1 Mb/s
Appel 1:1 haute définition (HD)/entièrement HD (FHD)	HD : DL 1,5 Mb/s	720p : 1,2/1,2 Mb/s 1080p : 3,8/3 Mb/s	HD : 1,2/1,2 Mb/s - 1,5/1,5 Mb/s		3,2/2,6 Mb/s
Conférence en définition standard (SD)	Non précisé	1 Mb/s/600 kb/s	2 Mb/s/128 kb/s/2 – 5 Mb/s/512 kb/s (5 participants)	150/200 kb/s – 2,5/4 Mb/s	1,5/1 Mb/s (5 participants)
Conférence en haute définition (HD)	DL : 6 Mb/s	720P : 2,6/1,8 Mb/s 1080p : 3,8/3 Mb/s			3,2/3,3 Mb/s (5 participants)

Diffusion vidéo en continu

Les exigences en matière de débit de données pour les services de diffusion vidéo en continu précisées par les fournisseurs de diverses applications OTT populaires sont résumées au tableau 4.

Tableau 4 : Exigences en matière de débit de données pour les services de diffusion vidéo en continu

Qualité et type de diffusion vidéo en continu	Débit de données DL minimum [Mb/s]						
	Large bande de la FCC ([2])	YouTube ([10])	Apple ([14])	Prime Video ([15])	Netflix ([16])	Disney+ ([17])	Hulu ([18])
SD 360p	3-4	0,7		1			1,5
SD 480p		1,1					
HD	5-8	2,5		5	≥ 3	5	3
FHD		5			≥ 5		6
4K Ultra HD (UHD)	25	20	25		≥ 15	25	16

Exigences de service propres aux organismes de réglementation et à l'industrie

Cette section résume l'enquête documentaire sur les services mobiles et leurs débits de données minimaux ou recommandés, ainsi que la puissance minimale du signal requise pour différents réseaux cellulaires (le cas échéant), à partir d'études menées par les organismes de réglementation et les consortiums de l'industrie.

Office of Communications (Ofcom), Royaume-Uni

Pour les réseaux 2G, 3G et 4G, l'Office of Communications du Royaume-Uni (Ofcom) définit la couverture en fonction de la puissance minimale du signal requise pour, au minimum, fournir une probabilité de 98 % de réussir un appel téléphonique de 90 secondes. Dans le cas de la 4G en particulier, la définition comprend également une probabilité de 95 % d'atteindre une vitesse de téléchargement d'au moins 2 Mb/s ([12],[13]). L'Ofcom s'attend à ce qu'un seuil moyen de puissance reçue des signaux de référence (RSRP) 4G LTE de -105 dBm soit nécessaire pour répondre à ces exigences ([12], [13]). Cette exigence oblige les exploitants de services de téléphonie cellulaire à déclarer leur couverture, lesquels génèrent les périmètres de rayonnement de couverture en fonction d'un niveau de confiance de 50 %. Ce seuil RSRP de -105 dBm avec un niveau de confiance de 50 % correspond à un seuil RSRP de -115 dBm avec un niveau de confiance de 95 %, basé sur la « variabilité spatiale des pertes » lors de l'utilisation du modèle de propagation UIT-R P.1812 [28].

Pour les réseaux 5G, l'Ofcom définit la couverture en fonction de la puissance minimale des signaux de synchronisation RSRP (SS-RSRP) étant requise pour que les appareils établissent une connexion 5G fiable ([12]). Cette définition s'inscrit dans un cadre réglementaire de déclaration pour les exploitants de services étant adapté aux différentes variantes de la 5G NR dans les bandes de fréquences basses, moyennes et hautes, sans inférer un service et une performance typiques. L'Ofcom fournit une vue d'ensemble de la disponibilité de la couverture 5G extérieure sur une plage de confiance croissante en une connexion 5G fiable, de la confiance élevée (où une puissance du signal de -110 dBm ou plus est prévue) à la confiance très élevée (où une puissance du signal de -100 dBm ou plus est prévue). L'Ofcom associe le niveau de confiance élevé à une probabilité d'au moins 80 % de couverture à l'endroit prévu, et le niveau de confiance très élevé à une probabilité d'environ 95 %. Étant donné que l'Ofcom s'attend à ce que les exploitants de services fournissent des prévisions basées sur un niveau de confiance de 50 % de la couverture, l'Ofcom s'est appuyée sur les seuils minimum de connexion 5G au sol généralement utilisés afin d'établir ces niveaux de confiance plus élevés. L'Ofcom tient particulièrement compte de l'efficacité générale des prédictions 5G des exploitants de services (statistiques d'erreurs de prédiction) et de la variabilité au niveau local, ainsi que des différences de performance entre les différents appareils. L'Ofcom suppose que l'écart-type combiné de ces effets s'élève à ~12 dB, ce qui permet d'établir des intensités de signal auxquelles les prédictions fournies par les exploitants, sur une base de fiabilité de 50 % à partir d'un modèle de prédiction convenable, sont susceptibles de résulter en un niveau de confiance élevé (-110 dBm @ 80 % de disponibilité) ou très élevé (-100 dBm @ 95 % de disponibilité) de la couverture à un endroit donné. La méthode de prédiction officielle établie par l'Ofcom utilise le modèle de propagation UIT-R P.1812-4 ([27]). Les détails de cette méthode de prédiction se trouvent dans la section intitulée « Overview of Ofcom's compliance model » dans [13].

Les seuils de puissance du signal utilisés par l'Ofcom ([12] tableau 5) pour estimer la couverture sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Seuils de puissance du signal mobile (Ofcom) ([12])

Service	Réseau	Indicateur	Extérieur	Intérieur et en voiture
Voix	2G	RxLev ⁴	-81 dBm	-71 dBm
	3G	CPICH ⁵ RSCP ⁶	-100 dBm	-90 dBm
	4G	RSRP	-105 dBm	-95 dBm
Données de base (< 2 Mb/s, latence > 100 ms)	3G	CPICH RSCP	-100 dBm	-90 dBm
	4G	RSRP	-115 dBm	-105 dBm
Données haut débit (≥ 2 Mb/s DL; latence < 100 ms) et voix	4G	RSRP	-105 dBm	-95 dBm
5G haut niveau de confiance		SS-RSRP	-110 dBm	
5G très haut niveau de confiance		SS-RSRP	-100 dBm	

Commission for Communications Regulation (ComReg), Irlande

La ComReg a commandé une étude afin d'obtenir des recommandations sur les seuils de couverture mobile extérieure 5G appropriés et Plum Consulting a publié un rapport ([31]) en 2021. Selon [31], l'outil de cartographie de ComReg utilise les seuils techniques 2G, 3G et 4G suivants pour la catégorisation des couvertures :

Catégorisation de la couverture	4G (RSRP en dBm)	3G (C-PICH RSCP en dBm)	2G (RxLev en dBm)
Très bonne	$-85 \leq X$	$-75 \leq X$	$-71 \leq X$
Bonne	$-95 \leq X < -85$	$-85 \leq X < -75$	$-81 \leq X < -71$
Passable	$-105 \leq X < -95$	$-95 \leq X < -85$	$-91 \leq X < -81$
Limite	$-115 \leq X < -105$	$-105 \leq X < -95$	$-101 \leq X < -91$
Aucune couverture	$X < -115$	$X < -105$	$X < -101$

Le document précise la catégorisation de la couverture applicable à la 4G comme suit :

- Très bon : Forte puissance du signal avec des vitesses de données maximales.
- Bon : Forte puissance du signal avec de bonnes vitesses de données.
- Passable : Des vitesses de données rapides et fiables peuvent être atteintes, mais des vitesses de données marginales avec des pertes de données sont possibles à des niveaux de signal plus faibles.
- Limite : Déconnexions susceptibles de se produire.
- Aucune couverture : Il est probable qu'il n'y ait pas de couverture dans cette région.

La firme Plum fait remarquer que les différences technologiques entre la 4G et la 5G sont des facteurs importants à prendre en compte dans la détermination des seuils appropriés de couverture mobile extérieure 5G. Les recommandations de la firme

⁴RxLev – Niveau de signal reçu

⁵Canal pilote commun (C-PICH)

⁶Puissance reçue du canal pilote commun (RSCP)

Plum pour les seuils de couverture mobile extérieure pour la 5G tiennent compte, dans une certaine mesure, des différentes bandes passantes de chaque bande de fréquence, en particulier de la bande passante plus élevée disponible en 3,5 GHz ainsi que de l'espacement des sous-porteuses. Les seuils de couverture extérieure 5G recommandés par la firme Plum à 90 % de probabilité sont indiqués en [31] en termes de RSRP-RSR 5G minimum (dBm). Compte tenu du niveau de maturité de la 5G, la firme Plum recommande à la ComReg d'indiquer que les contours de prédiction de la 5G « [...] sont destinées à donner une indication intuitive de la couverture 5G ». En ce qui concerne la bande passante, la firme Plum suppose ceci :

- 10 MHz en FDD 700, 800 et 900 MHz avec MIMO 2 x 2 et espacement des sous-porteuses de 15 kHz
- 25 MHz en FDD 1,8 MHz, 15 MHz en FDD 2,1 GHz, 30 MHz en FDD 2,6 GHz et 80 MHz en TDD 3,5 GHz avec rapport DL : UL de 8:2; le tout avec un MIMO (entrées multiples, sorties multiples) 4 x 4 et un espacement des sous-porteuses de 30 kHz

Tableau 6 : Seuils de couverture 5G recommandés par la firme Plum à la ComReg (tableau 6.1 tiré de [31])

Catégorisation de la couverture	Description	< 1 GHz	1,8 GHz et 2,1 GHz	2,3 GHz et 2,6 GHz	3,5 GHz
Très bonne	Forte puissance du signal avec des vitesses de données maximales.	≥ -82,8	≥ -91,7	≥ -93,3	≥ -97,4
Bonne	Forte puissance du signal avec de bonnes vitesses de données.	≥ -92,8	≥ -101,7	≥ -103,3	≥ -107,4
Passable	Des vitesses de données rapides et fiables peuvent être atteintes, mais des vitesses de données marginales avec des pertes de données sont possibles à des niveaux de signal plus faibles.	≥ -102,8	≥ -111,7	≥ -113,3	≥ -117,4
Limite	Vitesses de données marginales ou faibles avec des déconnexions de données susceptibles de se produire.	≥ -112,8	≥ -121,7	≥ -123,3	≥ -127,4
Aucune couverture	Intensité du signal pour laquelle aucune couverture n'est disponible pour les consommateurs.	< -112,8	< -121,7	< -123,3	< -127,4

FCC (Commission fédérale des communications), États-Unis

La FCC fournit les lignes directrices suivantes sur la vitesse à large bande pour divers scénarios d'utilisation ([2]) :

Activité		Vitesse de téléchargement maximale (Mb/s)
Utilisation générale	Navigation générale et courriel	1
	Webradio	< 0,5
	Appels VoIP	< 0,5
	Étudiants	5-25
	Télétravail	5-25
	Téléchargement de fichiers	10
	Médias sociaux	1

Activité		Vitesse de téléchargement maximale (Mb/s)
Visionnement de vidéos	Diffusion en continu de vidéos de définition standard	3-5
	Diffusion vidéo haute définition (HD)	5-8
	Diffusion vidéo Ultra HD 4K	25
Vidéoconférence	Appel vidéo personnel standard (p. ex. Skype)	1
	Appel vidéo personnel HD (p. ex. Skype)	1,5
	Vidéoconférence HD	6
Jeux	Console de jeu se connectant à Internet	3
	Multi-joueurs en ligne	4

La FCC définit les cartes de couverture mobile en fonction des critères suivants selon une probabilité minimale de 90 % et un facteur de charge cellulaire d'au moins 50 % ([4]) :

- Couverture 3G : vitesses DL/UL $\geq 200/50$ kb/s
- Couverture 4G LTE : vitesses DL/UL $\geq 5/1$ Mb/s
- Couverture 5G-NR – deux ensembles de paramètres :
- Vitesses DL/UL $\geq 7/1$ Mb/s
- Vitesses DL/UL $\geq 35/3$ Mb/s

La FCC précise les exigences de couverture pour différentes technologies mais n'adopte pas de valeur minimale normalisée de puissance du signal comme le fait l'Ofcom avec le RSRP par exemple.

La FCC reconnaît [5] que les exigences minimales en matière de puissance du signal dépendent d'un grand nombre de variables qui influencent l'analyse du bilan de liaison radio (budget RF), notamment la bande de fréquences, l'architecture réseau et les capacités particulières des appareils. La FCC a sollicité divers opinions concernant la possibilité d'établir une valeur minimale du paramètre de puissance du signal, ou une plage de valeurs, pour tenir compte de cette variation ([5]); mais en bout de ligne, elle a décidé [5] de ne pas adopter de valeur minimale normalisée du paramètre de puissance du signal. Au lieu de cela, la FCC exige des fournisseurs qu'ils soumettent un ensemble de cartes montrant le RSRP (dBm) mesuré à la hauteur de 1,5 mètre au-dessus du niveau du sol ([29]) pour chaque station cellulaire en fonction.

À titre d'information supplémentaire dans le contexte du présent document, la FCC a effectué une campagne de mesures 4G LTE sur le réseau routier en 2019 et a signalé à l'époque qu'un RSRP 4G LTE minimum de -105 dBm était nécessaire pour atteindre un débit de données DL d'au moins 5 Mb/s 80 % du temps ([11]).

ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse), France

L'ARCEP, l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse, définit les critères suivants afin d'évaluer le rendement de différents scénarios d'utilisation ([20]) :

- **Voix** : Le taux de réussite pour maintenir un appel de deux minutes sans perturbation audible.
- **Messages textes** : La capacité de recevoir un message texte en moins de 10 secondes.
- **Scénarios d'utilisation d'Internet mobile** :

- Pour les utilisations d'Internet mobile les moins exigeantes (comme la navigation sur le Web) : débit de données ≥ 3 Mb/s.
- Pour les utilisations les plus courantes de l'Internet mobile (p. ex. regarder des vidéos) : débit de données ≥ 8 Mb/s.
- Pour les utilisations les plus exigeantes (p. ex. utilisation d'outils collaboratifs en milieu de travail) : ≥ 30 Mb/s.

L'ARCEP publie les résultats de sa vérification annuelle évaluant la qualité des services fournis par les exploitants de services mobiles. Un exemple est présenté à la Figure 1 montrant le rendement de l'Internet mobile à partir de plus d'un million de mesures prises sur les réseaux 2G, 3G, 4G et 5G en France métropolitaine, entre mi-mai et mi-août 2023 ([20]).

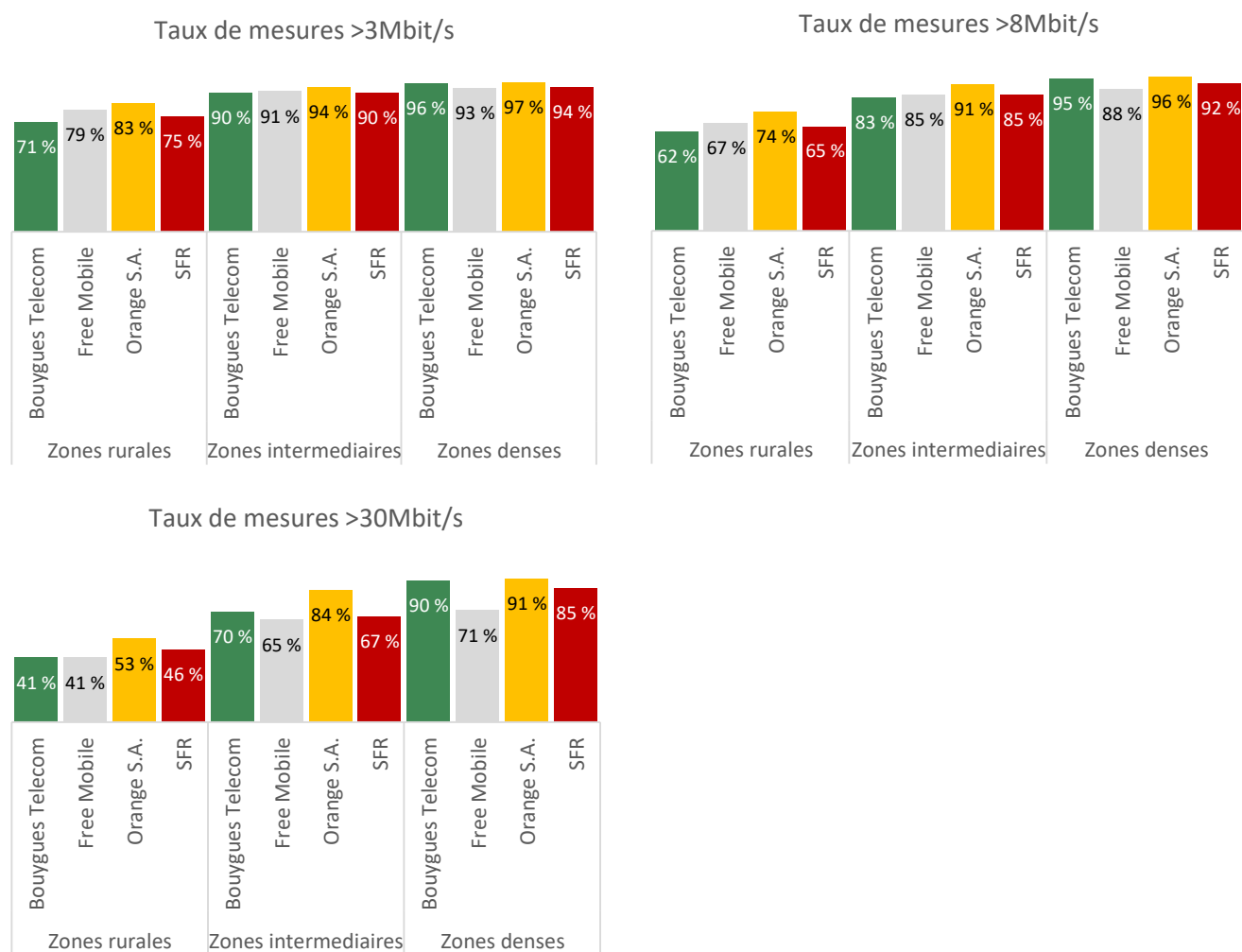


Figure 1 : Rendement des fournisseurs d'Internet mobile dans les régions rurales, à moyenne et à forte densité ([20])

Description longue

Zone	Compagnies	>3Mbit/s	>8Mbit/s	>30Mbit/s
Zones rurales	Bouygues Telecom	71 %	62 %	41 %
	Free Mobile	79 %	67 %	41 %
	Orange S.A.	83 %	74 %	53 %
	SFR (Société Française du Radiotéléphone)	75 %	65 %	46 %
Zones intermédiaires	Bouygues Telecom	90 %	83 %	70 %
	Free Mobile	91 %	85 %	65 %
	Orange S.A.	94 %	91 %	84 %
	SFR	90 %	85 %	67 %
Zones denses	Bouygues Telecom	96 %	95 %	90 %
	Free Mobile	93 %	88 %	71 %
	Orange S.A.	97 %	96 %	91 %
	SFR	94 %	92 %	85 %

À l'instar de la FCC, l'ARCEP n'a pas adopté d'exigences relatives aux seuils minimaux de niveau de signal associés à ces services.

Organe des régulateurs européens des communications électroniques (ORECE)

Dans un document publié en 2018 ([30]), l'Organe des régulateurs européens des communications électroniques (ORECE) fournit un résumé utile des seuils de couverture existants (afin d'évaluer s'il y a couverture extérieure ou non) adoptés par différents pays européens, présenté ci-bas au tableau 7.

Tableau 7 : Seuils utilisés dans les pays européens (annexe 2 de [30])

Pays	Organisme de réglementation	Seuil RxLev 2G	Seuil RSCP 3G UMTS	Seuil du RSRP 4G LTE
Belgique	BIPT	Non précisé	Satisfaisant -105 dBm, bon -95 dBm, Très bon -85 dBm	Satisfaisant -115 dBm, Bon -105 dBm, Très bon -95 dBm
Bulgarie	CRC	≥ -100 dBm	≥ - 105 dBm	≥ -110 dBm
Croatie	HAKOM	- 95 dBm	> -114 dBm	> - 115 dBm
République tchèque	CTU	900 MHz : > - 93 dBm, 1800 MHz : > - 91 dBm	2100 MHz : > - 86 dBm	900 MHz : > - 109 dBm 1800 MHz : > - 107 dBm 2100 MHz : > - 106 dBm 2600 MHz : > - 105 dBm
Finlande	FICORA	≥ -90 dBm	≥ -100 dBm	≥ -110 dBm
Grèce	EETT	> -110 dBm	> -115 dBm	> -125 dBm
Hongrie	NMHH	>-93 dBm	> -96 dBm	> -110 dBm
Islande	PTA	-75 dBm en ville, -95 dBm en milieu rural	-85 dBm en ville, -100 dBm en milieu rural	-85 dBm en ville, -100 dBm en milieu rural
Lituanie	RRT	>-95 dBm	>-105 dBm	>-115 dBm
Macédoine	AEK	>-95 dBm	>-105 dBm	>-110 dBm
Norvège	NKOM	>-90 dBm	>-100 dBm	>-110 dBm
Portugal	ANACOM	>-105 dBm	>-115 dBm	>-125 dBm
Roumanie	ANCOM	>-92 dBm	>-107 dBm	>-112 dBm
Serbie	RATEL	>-95 dBm	>-105 dBm	>-110 dBm
Slovénie	AKOS	>-93 dBm	>-96 dBm	>-108 dBm
Suède	PTS	>-99 dBm	>-104 dBm	>-111 dBm
Turquie	ICTA	>-104 dBm	>-110 dBm	Non précisé
Royaume-Uni	Ofcom	>-81 dBm	>-100 dBm	>-105 dBm

GSMA (Global System for Mobile Communications Association)

Appels VoLTE

La note moyenne d'opinion (MOS) est une mesure largement utilisée pour évaluer la qualité d'un appel vocal. Normalisée par l'Union internationale des télécommunications (UIT-T), la note MOS consiste en une mesure numérique humainement attribuée à la qualité globale d'une session vocale; elle est attribuée sur une échelle de 1 (mauvais) à 5 (excellent) de la qualité perçue d'un appel vocal. L'UIT-T fournit les lignes directrices pour la mesure de la qualité des appels VoLTE dans [28].

La GSMA recommande que le 10^e centile du MOS soit utilisé comme mesure aux fins d'évaluation de la qualité du déploiement du réseau ([19]). La note MOS attribuée à un appel vocal peut être affectée par le codec utilisé, la latence de transmission, les délais associés au réseau et la perte de paquets. La VoLTE supporte divers codecs vocaux tels que EVS, AMR-WB et AMR-NB. Le codec AMR-WB peut soutenir un débit de données de 6,6 à 23,85 kb/s, tandis que l'AMR-NB supporte un débit de données de 4,75 à 12,2 kb/s. Selon des mesures sur le terrain d'appels VoLTE AMR-WB 4G à 23,85 kb/s, la GSMA recommande les niveaux de signal minimums suivants afin d'atteindre les 10^e centiles du MOS ci-dessous ([19]) dans un réseau 4G :

Note MOS cible au 10e centile	LTE RSRP (dBm)	SINR (dB)
2,5	-112	-4
3	-108	-3
3,5	-103	2

* La note MOS : 1 – mauvais, 2 – médiocre, 3 – passable, 4 – bon, 5 – excellent.

Recommandations concernant la définition et les paramètres de la couverture mobile

Définitions de la couverture mobile

Afin de fournir une caractérisation détaillée de la couverture des services mobiles, il est proposé de définir des zones de couverture géographique pour trois niveaux différents de services mobiles dans des conditions de réception extérieures :

Services d'urgence (appels vocaux, messagerie texte, système d'avertissement public)

- Pour les services d'urgence, la couverture est définie comme étant la zone où :
 - Appels vocaux d'urgence : Le système est capable de fournir une probabilité de 95 % de prendre en charge un appel vocal d'urgence de 90 secondes sans interruption et avec une qualité audio adéquate (note MOS recommandée : $\geq 2,5$ pour 90 % des appels).
 - Système d'alerte au public (SAP) : Le système est capable de fournir des services de SAP comme des services de radiodiffusion cellulaire (SRC) ou des systèmes d'alerte mobile commerciaux (SAMC) avec un taux de réussite de 100 %.

Services de bases (services d'urgence plus appels vocaux et vidéo, et services de données à débit moyen)

- Pour les services de base, la couverture est définie comme étant la zone où :
 - Pour les appels vocaux : Le système est capable de fournir une probabilité de 95 % de prendre en charge un appel vocal ou un appel vidéo de 90 secondes sans aucune interruption et avec une qualité vocale élevée (note MOS recommandée : ≥ 3 pour 90 % des appels).
 - Données : le système est capable de fournir une probabilité de 95 % de prendre en charge un service de données nécessitant un débit de données en liaison descendante d'au moins 3 Mb/s et un débit de données en liaison montante d'au moins 1 Mb/s.

Services avancés (services de base plus services de données supérieurs)

- Pour les services avancés, la couverture est définie comme étant la zone où :
 - Pour les appels vocaux : Le système est capable de fournir une probabilité de 95 % de prendre en charge un appel vocal ou un appel vidéo de 90 secondes sans aucune interruption avec une qualité vocale élevée (note MOS recommandée : ≥ 3 pour 90 % des appels).
 - Pour les données : Le système est capable de fournir une probabilité de 95 % de prendre en charge un service de données nécessitant un débit de données de liaison descendante constant d'au moins 10 Mb/s et un débit de données de liaison montante d'au moins 2 Mb/s.

Mesures pour déterminer la couverture mobile

Les zones de couverture peuvent être déterminées par deux ensembles de paramètres : le débit et le niveau de puissance reçue de la liaison descendante.

Mesure 1 : Débit de données de service avec exigences de latence

Cette mesure pourrait être donnée aux exploitants pour qu'ils se conforment et fournissent une réponse, mais il serait difficile pour une organisation externe de générer ces contours afin de les valider¹. Théoriquement, le débit maximal disponible pour un niveau de RSRP donné peut être calculé, auquel cas les périmètres de rayonnement dérivés du RSRP et du débit seraient équivalents. Cependant, le débit réel atteint à un moment et à un endroit donné dépendra de nombreux facteurs, comme le nombre d'utilisateurs connectés à la cellule et leur distribution spatiale autour de l'émetteur, ce qui en fait une mesure plus difficile à valider.

- Services d'urgence : Débit de données de liaison descendante ≥ 250 kb/s, débit de données de liaison montante ≥ 250 kb/s; latence : ≤ 150 ms pour la voix.
- Services de base : Débit de données de liaison descendante ≥ 3 Mb/s, débit de données de liaison montante ≥ 1 Mb/s; latence : ≤ 100 ms pour la voix et < 150 ms pour les données.
- Services avancés : débit de données de liaison descendante ≥ 10 Mb/s, débit de données de liaison montante ≥ 2 Mb/s, latence : ≤ 100 ms

Mesure 2 : Niveau de puissance du signal reçu en liaison descendante

Cette mesure fournit un moyen plus simple de prédire la couverture et constitue la mesure recommandée. On suppose que la liaison descendante et la liaison montante sont ajustées de sorte que tout problème potentiel de déséquilibre de puissance de la liaison montante est réglé par le réseau au moyen de mécanismes tels que l'agrégation d'intervalles de transmission (TTI). Par conséquent, le niveau de puissance du signal reçu de la liaison descendante constitue ici la mesure à considérer. Cette stratégie est similaire à celle utilisée par l'Ofcom et dépend implicitement de suppositions faites quant au choix des

services étant supportés. Cependant, il peut être nécessaire de vérifier séparément les services individuels pour un seuil de puissance de signal donné.

Les indicateurs de la puissance du signal de liaison descendante dépendent de la technologie d'accès radio sous-jacente et sont mesurés comme suit :

- 2G GSM : Intensité du signal reçu (RxLev) de la cellule GSM.
- 3G UMTS : La puissance reçue (RSCP) du canal pilote commun (CPICH)
- 4G : La puissance reçue des signaux de référence (RSRP)
- 5G : La puissance reçue des signaux de synchronisation (SS-RSRP)

Les seuils de niveau de signal suivants sont recommandés pour divers niveaux de service :

- Services d'urgence :
 - o 2G : GSM RxLev : minimum de -90 dBm
 - o 3G : C-PICH RSCP : minimum de -100 dBm
 - o 4G/5G : 4G RSRP ou 5G SS RSRP : minimum de -110 dBm pour l'extérieur
- Services de base :
 - o 3G : C-PICH RSCP minimum de -95 dBm
 - o 4G/5G : RSRP ou 5G SS RSRP : minimum de -105 dBm pour l'extérieur
- Services avancés : 4G RSRP ou 5G SS RSRP : minimum de -100 dBm pour l'extérieur.

Le raisonnement et la justification de ces niveaux sont donnés ci-dessous.

Mesure 2 pour les services d'urgence

- Appels vocaux d'urgence : Pour s'assurer qu'un appel d'urgence peut être effectué de manière fiable, un seuil minimal ≥ -110 dBm en 4G est requis selon des résultats de tests sur route ([19], [21], [22]). À cette intensité de signal, 90 % des appels devraient avoir une note MOS $\geq 2,5$ ([19]) en supposant qu'un codec AMR à débit de données inférieur est utilisé. On suppose également que le réseau utilise la fonction de regroupement d'intervalles de transmission (ITT) lorsque la couverture en périphérie de cellule devient limitée par la liaison montante. Il est convenu que le réseau utilise une compression d'en-tête robuste (ROHC) pour les appels d'urgence VoLTE/VoNR.
- Aux fins de sélection du réseau par l'EU, le 3GPP définit une cellule 2G, 3G et 4G/5G de « haute qualité de signal » comme ayant un niveau de signal ≥ -85 dBm ([23]), ≥ -95 dBm ([24]) et ≥ -110 dBm respectivement. L'EU utilise ce paramètre pour prioriser les cellules fournissant les services aux abonnés, ce qui peut également inclure les cellules ayant un niveau de signal inférieur à ceux mentionnés ci-haut.
- Les valeurs médiane et moyenne des seuils minimaux de 4G RSRP utilisés par divers exploitants européens pour les couvertures de services sont respectivement de -110 dBm et -112 dBm, telles qu'énumérées dans [30].
- Les valeurs médiane et moyenne des seuils minimaux de 3G RSCP utilisés par divers exploitants de services européens telles qu'énumérées dans [30] sont respectivement de -105 dBm et -104 dBm. Le seuil 3G pour la voix fixé par l'Ofcom est de -100 dBm.
- Les valeurs médiane et moyenne des seuils 2G RxLev minimaux utilisés par divers exploitants de services européens telles qu'énumérées dans [30] sont respectivement de -95 dBm et -96 dBm.

Mesure 2 pour les services de base

- Appels vocaux et vidéo non urgents : 90 % des appels VoLTE devraient avoir une note MOS ≥ 3 ([19]); 5 dB sont ajoutés par rapport aux appels vocaux d'urgence pour tenir compte d'une augmentation de la note MOS ainsi que des codecs audio à débit de données plus élevé, tels que le codec EVS, requis pour une qualité audio supérieure

(HD/HD+), en particulier pour les appels VoNR 5G. On suppose également que le réseau utilise la fonction de regroupement d'intervalles de transmission (ITT) lorsque la couverture en périphérie de cellule devient limitée par la liaison montante. Le réseau devrait utiliser une compression d'en-tête robuste (ROHC) pour les appels d'urgence VoLTE/VoNR.

- Le seuil de l'Ofcom pour les appels vocaux afin d'atteindre un débit de données en liaison descendante d'au moins 2 Mb/s en 4G est de -105 dBm ([12]).
- La FCC a indiqué dans [11] qu'un RSRP minimal de -105 dBm était requis pour atteindre un débit de données DL $\geq$ 5 Mb/s dans le réseau 4G LTE 80 % du temps ([11]).

Mesure 2 pour les services avancés

- Les services avancés nécessitent des débits de données plus élevés et des exigences de latence plus strictes. Par conséquent, le seuil est augmenté à -100 dBm.
- Le seuil est le même que le seuil 5G de l'Ofcom avec un intervalle de confiance très élevé ([12]).

Les paramètres déterminés avec leurs seuils respectifs pour les différents niveaux de services mobiles sont résumés dans le tableau 8. Pour chaque niveau de service, des exemples de services sont également énumérés avec leurs exigences en matière de débit de données UL/DL.

Tableau 8 – Paramètres et seuils d'évaluation de la couverture pour différents niveaux de services mobiles

Niveau de service	Exemples de services	Exigences minimales en matière de taux UL/DL pour des exemples de services.	Mesure 1 : Débit DL/UL, latence	Mesure 2 : Niveau de puissance de la liaison descendante			
				4G RSRP minimum (dBm)		5G SS RSRP minimum (dBm)	
				Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur
Urgences	Appels vocaux d'urgence (VoLTE/VoNR) avec une note 90%-MOS $\geq$ 2,5.	DL/UL 250 kb/s	DL/UL : $> 250/250$ kb/s Exigence de latence < 150 ms	-110	-100	-110	-100
	Messagerie texte (SMS) point à point	SMS : maximum de 170 octets par message					
	Système d'alerte publique diffusant des messages textes par service de radiodiffusion cellulaire (SRC) ou par un système d'alerte mobile commercial (SAMC).	93 octets par message et jusqu'à 15 messages concaténés (total de 1395 octets).					
De base	Courriel de base	DL : 1 Mb/s	DL/UL : $> 3/1$ Mbps	-105	-95	-105	-95
	Messages sur les médias sociaux avec images occasionnelles	DL : 1 Mb/s					

Niveau de service	Exemples de services	Exigences minimales en matière de taux UL/DL pour des exemples de services.	Mesure 1 : Débit DL/UL, latence	Mesure 2 : Niveau de puissance de la liaison descendante			
				4G RSRP minimum (dBm)		5G SS RSRP minimum (dBm)	
				Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur
	Voix avec une note 90%-MOS ≥ 3 (VoLTE/VoNR, VoIP par contournement).	500/500 kb/s	Latence < 150 ms				
	Appel vidéo SD 1:1	1/1 Mb/s					
	Appel vidéo HD 1:1	1,5/1,5 Mb/s					
	Navigation Web de base	DL : 3 Mb/s DL					
Avancé	Vidéoconférence HD	4/3 Mb/s	DL/UL : > 10/2 Mb/s Latence < 100 ms	-100		-100	
	Médias sociaux avec images occasionnelles	DL : 5 Mb/s					
	Diffusion vidéo HD/FHD	DL : 6 Mb/s					
	Diffusion en continu 4K UHD	25 Mb/s					
	Télétravail	25 Mb/s					

Considérations relatives à la 5G

On suppose que les anciennes bandes basses de FDD, qui ont une largeur de bande beaucoup plus faible que les nouvelles bandes moyennes et hautes de TDD, devraient être utilisées pour les services vocaux d'urgence et les services de base dans les réseaux 4G et 5G. Par conséquent, on s'attend à ce qu'il n'y ait pas beaucoup de différence entre les seuils 4G et 5G à la périphérie de la cellule tant que des bandes FDD basses sont utilisées. Pour les services avancés, qui nécessitent des débits plus élevés, ou pour augmenter la capacité, les réseaux 5G peuvent utiliser des bandes moyennes qui ont des bandes passantes beaucoup plus élevées que les bandes basses existantes. Par conséquent, les seuils de la 5G devront peut-être être revus à l'avenir lorsque des données de terrain adéquates seront disponibles dans les bandes moyennes.

Les bandes hautes, telles que les bandes d'ondes millimétriques, qui ont une très grande largeur de bande, ne sont pas prises en compte dans le présent rapport technique. Ces bandes n'ont pas encore été autorisées ou déployées au Canada.

Conclusions

Fondé sur un examen approfondi d'un large éventail de services mobiles à large bande et d'études de qualité provenant à la fois de l'industrie et d'organismes de réglementation internationaux, le présent rapport propose une définition de la couverture des services mobiles comprenant trois niveaux de services:

- **Services d'urgence** : Une probabilité de 95 % d'effectuer un appel vocal d'urgence de 90 secondes sans interruption et avec une qualité audio adéquate (note MOS recommandée : $\geq 2,5$ pour 90 % des appels) et une probabilité de 100 % de recevoir des messages du système d'avertissement public; le débit de données requis pour ces services est d'au moins 250 kb/s pour la liaison montante et la liaison descendante.
- **Services de base** : Une probabilité de 95 % d'effectuer un appel vocal ou un appel vidéo de 90 secondes sans aucune interruption avec une qualité vocale élevée (note MOS recommandée : ≥ 3 pour 90 % des appels); et une probabilité de 95 % d'un service de données avec un débit de données en liaison descendante d'au moins 3 Mb/s et un débit de données en liaison montante d'au moins 1 Mb/s.
- **Services avancés** : Une probabilité de 95 % d'effectuer un appel vocal ou un appel vidéo de 90 secondes sans aucune interruption avec une qualité vocale élevée (note MOS recommandée : ≥ 3 pour 90 % des appels); et une probabilité de 95 % d'un service de données avec un débit de données de liaison descendante constant d'au moins 10 Mb/s et un débit de données de liaison montante d'au moins 2 Mb/s.

Deux paramètres sont proposés pour déterminer les zones de couverture mobile correspondant à ces paramètres : le débit de données de liaison descendante et les niveaux de puissance du signal reçu. Le Centre de recherches sur les communications Canada (CRC) recommande d'utiliser le niveau de puissance du signal reçu, car il est relativement facile à calculer et à mesurer sur le terrain. Les niveaux de puissance du signal radio dépendants de la technologie d'accès radio sont les critères les plus couramment utilisés pour définir la couverture mobile à l'heure actuelle. Les résultats de l'enquête de l'Organe des régulateurs européens des communications électroniques (ORECE) ([30]) montrent que 22 des 33 organismes nationaux de réglementation en Europe définissent des seuils de puissance du signal reçu pour la classification des différents niveaux de couverture mobile.

La définition proposée de la couverture des services mobiles, les paramètres et les seuils recommandés associés serviront à élaborer une approche unifiée pour générer les contours de couverture pour différents niveaux de services mobiles offerts aux consommateurs canadiens, en fonction de l'état actuel du déploiement des systèmes mobiles au Canada.

Références

- [1] ISDE, « [La Stratégie canadienne pour la connectivité](#) ». Repéré le 9 mai 2024.
- [2] [FCC Broadband Speed Guide](#)
- [3] [FCC Household Broadband Guide](#)
- [4] [FCC Broadband Data Collection BDC System User Guide, 12 mars 2024](#)
- [5] [FCC 21-20, « Establishing the Digital Opportunity Data Collection »](#)
- [6] [Configuration requise pour Zoom](#)
- [7] [Exigences relatives à Skype](#)
- [8] [Préparer le réseau de votre organisation pour Microsoft Teams](#)
- [9] [Configuration requise pour le matériel Google Meet](#)
- [10] [Configuration système requise pour YouTube et appareils compatibles](#)
- [11] [FCC GN Docket No. 19-367 : « MOBILITY FUND PHASE II COVERAGE MAPS INVESTIGATION STAFF REPORT », 4 décembre 2019](#)
- [12] [Ofcom Connected Nations 2023 : methodology Index](#)
- [13] [Ofcom Coverage obligations in the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum award - Ofcom's approach to verifying compliance](#)
- [14] [Exigences relatives à l'Apple TV 4K](#)
- [15] [Diffusions en direct sur Prime Video](#)
- [16] [Vitesses de connexion Internet recommandées par Netflix](#)
- [17] [Recommandations pour le débit Internet pour Disney+](#)
- [18] [Exigences de vitesse relatives à Hulu](#)
- [19] [GSMA 4G/5G Network Experience Evaluation Guideline](#)
- [20] [ARCEP – Qualité des services mobiles en métropole, le 26 octobre 2023](#)
- [21] [A Elnashar, MA El-Saidny, et M Mahmoud, « Practical performance analyses of circuit-switched fallback and voice over LTE », IEEE Transactions on Vehicular Technology 66 \(2\), 2017](#)
- [22] [Jia, Yunhan *et al.*, « Performance Characterization and Call Reliability Diagnosis Support for Voice over LTE ». Mobicom15.](#)
- [23] [3GPP TS 43.022, v9.2.0, « Digital cellular telecommunications system \(Phase 2+\); Functions related to Mobile Station \(MS\) in idle mode and group receive mode », 2010-10.](#)
- [24] [3GPP TS 25.304, v.12.6.0, « UMTS; UE Procedures in Idle Mode and Procedures for Cell Reselection in Connected Mode », 2015-07.](#)
- [25] [3GPP TS 36.304, v.15.3.0, Release 15, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access \(E-UTRA\); User Equipment \(UE\) procedures in idle mode”, 2019-05.](#)
- [26] [3GPP TS 38.304, « 5G NR; User Equipment \(UE\) procedures in idle mode and in RRC Inactive state », Release 16, 2020-07.](#)
- [27] [Recommendation ITU-R P.1812-4, “A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands”, juillet 2015.](#)
- [28] [ITU-T G.1028, « Qualité de service de bout en bout de la téléphonie sur les réseaux mobiles 4G ».](#)
- [29] [FCC Rules & Regulations for Title 47](#)
- [30] [BEREC BoR \(18\) 237, “Common Position on information to consumers on mobile coverage”, 6 décembre 2018.](#)
- [31] [Plum Consulting Document 21é118a, « Coverage thresholds for 5G Services »](#)

Terminologies

Multi-débit adaptatif – Bande étroite (AMR-NB) : Codec vocal qui encode des signaux à bande étroite (200 à 3400 Hz) à des débits binaires variables allant de 4,75 à 12,2 kb/s (4,75, 5,15, 5,90, 6,70, 7,40, 7,95, 10,2 et 12,2 kb/s). L'AMR a été adopté comme codec vocal standard par le 3GPP en octobre 1999 et est largement utilisé dans les réseaux GSN, UMTS et LTE.

Multi-débit adaptatif – Bande large (AMR-WB) : Codec vocal qui utilise la technologie ACELP® (Algebraic Code Excited Linear Prediction), qui est également utilisée dans l'AMR à bande étroite. Le codec vocal AMR-WB est composé de neuf débits binaires de 6,6, 8,85, 12,65, 14,25, 15,85 18,25, 19,85, 23,05 et 23,85 kb/s. Il s'agit du premier codec à être normalisé pour les applications sans fil (3GPP) et filaires (Recommandation UIT-T G.722.2). Cela offre une qualité de parole améliorée grâce à une bande passante vocale plus large de 50 à 7000 Hz par rapport aux codeurs vocaux à bande étroite.

Note moyenne d'opinion (MOS) : Généralement appelée note **MOS**, elle constitue la mesure la plus couramment utilisée pour mesurer la qualité globale des appels vocaux depuis des décennies. Normalisée par l'Union internationale des télécommunications (UIT-T), il s'agit d'une mesure subjective sur une échelle de 1 (mauvais) à 5 (excellent) généralement. Les essais relatifs au MOS pour les réseaux téléphoniques VoIP sont définis dans la norme UIT-T PESQ P.862.

Puissance reçue des signaux de référence 4G (4G RSRP) : Puissance moyenne linéaire des éléments de ressources 4G qui transportent des signaux de référence spécifiques à la cellule. Les mesures RSRP sont utilisées par les dispositifs mobiles pour la sélection/resélection des cellules, le contrôle de la puissance, la gestion du faisceau, les procédures de mobilité telles que le transfert.

Puissance reçue des signaux de synchronisation 5G (5G SS-RSRP) : Puissance moyenne mesurée sur un seul élément de ressource du signal de synchronisation secondaire (SSS). Les mesures de la SS-RSRP sont utilisées pour la sélection et la resélection des cellules, le contrôle de la puissance, la gestion du faisceau, les procédures de mobilité telles que le transfert. Les dispositifs mobiles utilisent le RSRP minimal et les seuils RSRQ diffusés par le réseau 5G pour la sélection initiale et la nouvelle sélection subséquente des cellules 5G.

Services vocaux évolués (EVS) : Les EVS sont un codec à super large bande (20-20 000 Hz) offrant une grande robustesse contre les délais réseau et les pertes de paquets grâce à son codage sensible aux canaux et à la dissimulation améliorée des pertes de paquets. Les EVS ont été normalisés par le 3GPP en tant que successeurs de l'AMR-WB. Le codec EVS prend en charge les points de fonctionnement de la bande étroite (5,9-24,4 kb/s) à la bande complète (16,4-128 kb/s).