

RAPPORT UIT-R M.2078

**Estimation des besoins de spectre pour le développement futur
des IMT-2000 et des IMT évoluées**

(2006)

1 Introduction

Pour atteindre les objectifs liés au développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées, des largeurs de bande supplémentaires sont peut-être nécessaires en plus de celles identifiées pour les IMT-2000 à la CAMR-92 et à la CMR-2000.

La Recommandation UIT-R M.1645 décrit notamment les attentes concernant le développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées.

Compte tenu des progrès techniques et de la mise en œuvre des radiocommunications mobiles IMT-2000, la définition d'un accord sur des stratégies et des approches uniformes et coordonnées au sein de l'UIT a été et continuera d'être une condition préalable à un succès mondial.

L'UIT a pris une décision stratégique de première importance en ce qui concerne le développement et l'introduction des IMT-2000 en reconnaissant et en appliquant le principe d'identification de bandes de fréquences harmonisées au niveau mondial à l'aide de renvois dans le Règlement des radiocommunications.

L'Assemblée des radiocommunications de 2003 a adopté la Recommandation UIT-R M.1645 «Cadre et objectifs d'ensemble du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000». La demande croissante de communications hertziennes, qui pourrait se traduire par des débits de données plus élevés en vue de répondre aux besoins des utilisateurs, a fait l'objet d'un examen particulier.

On trouvera dans le présent Rapport les résultats d'études techniques sur l'estimation des besoins de spectre pour le développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées, comme l'a défini l'UIT-R conformément à la Résolution 228 (Rév.CMR-03). Le Rapport utilise des données de marché pour l'année 2010 et au-delà, fournies par des organisations extérieures à l'UIT et figurant dans le Rapport UIT-R M.2072. L'estimation des besoins de spectre se fait à partir de la méthode de calcul définie dans la Recommandation UIT-R M.1768. De nouveaux concepts (association de services, systèmes complémentaires multiples et groupes de techniques d'accès radioélectrique (RATG, *radio access techniques groups*)) ont été introduits par exemple pour calculer les besoins de spectre liés au développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées. Ils ne sont pas utilisés dans la Recommandation UIT-R M.1390 pour le calcul des besoins additionnels de spectre liés aux IMT-2000.

D'après les calculs du présent Rapport, le besoin total de spectre pour les groupes RATG 1 et RATG 2 en 2020 est estimé à 1 280 MHz (y compris le spectre déjà utilisé, ou dont l'utilisation est prévue, pour le groupe RATG 1). Les calculs prévoient que les besoins de spectre estimés sont compris entre 1 280 MHz et 1 720 MHz (y compris le spectre déjà utilisé, ou dont l'utilisation est prévue, pour le groupe RATG 1), ce qui correspond à une estimation basse ou haute du développement du marché sur la base des données du Rapport UIT-R M.2072. Il convient de noter que l'estimation basse (1 280 MHz) est supérieure aux besoins anticipés pour certains pays qui peuvent avoir besoin de moins de spectre supplémentaire ou ne pas en avoir du tout besoin. Dans d'autres pays, les besoins sont supérieurs à l'estimation haute (1 720 MHz).

1.1 Eléments relatifs aux services

Les utilisateurs ont des attentes toujours plus nombreuses en ce qui concerne la diversité des services et des applications offerts. Ils voudront en particulier disposer d'un flux dynamique et continu d'applications, de capacités et de services nouveaux et universels, qui seront fournis par toutes sortes de dispositifs au moyen d'un abonnement unique et d'une seule identité (numéro ou adresse). Les systèmes de communication polyvalents offrant des services personnalisés et universels adaptés aux différents besoins des utilisateurs imposeront l'emploi de technologies suffisamment souples pour pouvoir satisfaire simultanément plusieurs demandes.

Le trafic multimédia se développe beaucoup plus rapidement que le trafic téléphonique et constituera de plus en plus le flux de trafic dominant. En conséquence, la fourniture de services, qui était assurée jusqu'ici essentiellement en mode circuit, sera assurée en mode paquet. Les utilisateurs pourront ainsi recevoir plus efficacement des services multimédias tels que le courrier électronique, le transfert de fichiers, la messagerie et les services de distribution. Ces services peuvent être symétriques ou asymétriques et assurés en temps réel ou différé. Ils peuvent nécessiter une grande largeur de bande, c'est-à-dire des débits de données plus élevés à l'avenir.

Des travaux ont déjà été entamés sur la convergence de services de télécommunication (radiodiffusion numérique et services hertziens commerciaux par exemple). La tendance à l'intégration et à la convergence peut être caractérisée par:

- la connectivité (mise à disposition d'un canal de communication faisant appel à des agents intelligents dans le réseau et le terminal);
- le contenu (informations, y compris les services fondés sur les technologies de distribution et d'extraction sélectives);
- l'activité commerciale (transactions).

Ces tendances peuvent être considérées du point de vue de l'intégration et de la convergence des technologies de l'information, des télécommunications et du contenu. Elles conduiront à une nouvelle dynamique de fourniture de services et à un nouveau modèle de télécommunications, où les services à valeur ajoutée, par exemple ceux qui dépendent de l'emplacement, offriront des avantages considérables aux utilisateurs finals et aux fournisseurs de services.

La convergence des technologies de l'information, des médias et des télécommunications n'en est qu'à ses débuts dans ce monde numérique (utilisation par exemple des technologies HTML, XML et IP). La télévision sur mobile commence également à apparaître et suscite l'intérêt des utilisateurs même si, pour l'heure, la transmission en continu n'est pas le mode approprié.

L'introduction de données de mobile à haut débit redéfinit le marché et laisse espérer une évolution nouvelle vers des liaisons point à point (texte, voix, image, vidéo) et une plus grande autonomie de l'utilisateur. On peut considérer que l'année 2004 marque un tournant dans l'histoire des télécommunications mobiles et constitue «l'an 1 de l'Internet personnel et portable». «(Référence: [*ITU Internet Reports 2004: The Portable Internet*](#) (Rapports 2004 de l'UIT sur l'Internet: l'Internet portable) et [*ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things*](#) (Rapports 2005 de l'UIT sur l'Internet: l'Internet des objets))».

De plus, des communications «jamais interrompues» permettront à des dispositifs en réseau interconnectés de fournir un contenu et des informations appropriés à l'utilisateur où qu'il se trouve. Les applications de données mobiles ont amené des services Internet «dans la poche» de nombreux utilisateurs de téléphones portables et les systèmes futurs fourniront non seulement des applications personnelles (par exemple, téléphonie cellulaire) mais également des services intégrés à des objets inanimés qui peuvent être très répandus.

1.2 Eléments relatifs aux technologies

Les communications hertziennes font appel à une large gamme de technologies, de services et d'applications mis au point pour répondre aux besoins spécifiques de divers segments de marché et environnements d'utilisateurs. Les principales caractéristiques des systèmes sont les suivantes:

- contenu et services offerts;
- bandes de fréquences de fonctionnement;
- normes définissant les systèmes;
- débits de données pris en charge;
- mécanismes de distribution bidirectionnels ou unidirectionnels;
- degré de mobilité;
- prescriptions réglementaires; et
- coûts.

Les systèmes de la deuxième génération ont été conçus essentiellement pour des applications telles que la téléphonie. En revanche, les IMT-2000 et les IMT évoluées seront de plus en plus conçus comme un ensemble de techniques d'accès radioélectrique différentes destinées à se compléter de façon optimale pour répondre à des besoins de services différents dans divers environnements radioélectriques. Il s'agit de proposer une plate-forme de services commune et souple adaptée aux différents services et applications.

Pour accéder à un service ou à une application, on peut utiliser un seul système ou plusieurs systèmes simultanément (par exemple, un canal de diffusion numérique et un canal retour utilisant les IMT-2000).

A terme, les opérateurs pourraient mettre en œuvre un ensemble de technologies susceptibles d'intégrer progressivement, et sous réserve de considérations commerciales et réglementaires, des systèmes cellulaires, des réseaux locaux hertziens (LAN), des systèmes de diffusion numérique, des systèmes à satellites ou d'autres systèmes d'accès. Ces systèmes devront pouvoir interagir d'une manière transparente, pour que l'utilisateur puisse recevoir des contenus très divers par l'intermédiaire de toutes sortes de mécanismes de distribution, selon les fonctionnalités propres aux terminaux, l'emplacement et le profil de l'utilisateur.

Différents systèmes d'accès radioélectrique seront connectés via des réseaux centraux souples, de telle sorte qu'un utilisateur pourra être raccordé, par l'intermédiaire de systèmes d'accès très divers, aux réseaux et services qui l'intéressent. L'interfonctionnement entre ces divers systèmes d'accès, en termes de transfert horizontal ou vertical et de fourniture de services transparente avec négociation du service incluant la mobilité, la sécurité et la gestion de la qualité de service, QoS, notamment constituera une prescription essentielle.

Il faut impérativement disposer de ces informations pour pouvoir évaluer les besoins de fréquences associés aux applications de télécommunications hertziennes améliorées. Toutefois, la plupart des études de marché menées jusqu'à maintenant portent essentiellement sur le marché global des télécommunications que doivent desservir les services mobiles et d'autres services mobiles améliorés.

2 Domaine d'application

Le présent Rapport:

- a) ne concerne que le ou les groupes RATG de futures communications mobiles de type IMT et la définition des besoins de spectre associés en vue de la préparation du point 1.4 de l'ordre du jour de la CMR-07, tandis que la Recommandation UIT-R M.1645 définit le cadre d'une plus large gamme de groupes RATG de futures communications mobiles utilisables à partir de 2010;
- b) décrit les besoins de trafic prévues pour de futures applications/services sur le marché global des communications mobiles à partir de 2010, besoins qui pourraient être pris en charge par les capacités liées au développement futur des IMT-2000 et des IMT évolués;
- c) procède à un examen attentif des résultats en matière de prévision de services et de marché fournis dans le Rapport UIT-R M.2072 aux fins d'estimation des besoins de trafic;
- d) détermine la répartition du trafic entre les groupes RATG en vue d'identifier les besoins de trafic de type IMT, compte tenu du Rapport UIT-R M.2072;
- e) identifie les caractéristiques de groupes RATG appropriées pour le développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées dans le cadre du point 1.4 de l'ordre du jour de la CMR-07;
- f) fait référence à la méthode définie dans la Recommandation UIT-R M.1768;
- g) décrit des paramètres relatifs aux marchés/services et aux aspects radioélectriques (dont certains figurent respectivement dans les Rapports UIT-R M.2072 et UIT-R M.2074) et en précise la valeur;
- h) fournit les résultats numériques des calculs de spectre avec les valeurs des paramètres d'entrée;
- i) détermine la quantité de spectre nécessaire pour prendre en charge les applications/services fournis par les systèmes antérieurs aux IMT-2000, les IMT-2000, le développement futur des IMT-2000 et les IMT évoluées;
- j) ne traite pas des besoins de spectre spécifiques correspondant au scénario de vastes zones de couverture et d'une faible télédensité, donc, les paramètres relatifs à un tel scénario ne sont pas décrits.

3 Recommandations et Rapports UIT-R pertinents

Recommandations:

- UIT-R M.687 Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- UIT-R M.819 Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) au service des pays en développement
- UIT-R M.1034 Exigences imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
- UIT-R M.1457 Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales 2000 (IMT-2000)
- UIT-R M.1645 Cadre et objectifs d'ensemble du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000
- UIT-R M.1768 Méthodologie de calcul des exigences de spectre pour le développement futur de la composante de Terre des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000
- UIT-T Q.1702 Aspects réseau au-delà des systèmes IMT-2000 – Vision à long terme

Rapports:

UIT-R M.2072 World mobile telecommunication market forecast (publié uniquement en anglais)

UIT-R M.2074 Radio aspects for the terrestrial component of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000

4 Tendances du marché concernant les futurs systèmes de télécommunications mobiles

La Recommandation UIT-R M.1645 définit le cadre du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.

Les systèmes de télécommunications mobiles actuels ont évolué et se sont continuellement enrichis de nouvelles capacités et améliorations de systèmes, de sorte que l'utilisateur disposera de capacités nettement accrues avec le développement futur des IMT-2000. Les IMT évoluées résulteront de la fusion d'éléments existants, améliorés et nouveaux des IMT-2000, de systèmes d'accès hertzien nomade et d'autres systèmes hertziens présentant de très nombreux points communs et assurant un interfonctionnement transparent.

La Recommandation UIT-R M.1645 conclut que l'identification de bandes de fréquences approuvées au niveau international encouragera notamment l'adoption des IMT évoluées. L'objectif principal devrait être de définir des bandes de fréquences communes au niveau mondial afin de garantir l'itinérance mondiale et de diminuer le coût des équipements grâce à des économies à l'échelle mondiale.

Pour répondre à ce besoin, l'UIT-R a élaboré et approuvé la Question UIT-R 229/8 sur le développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées. Un des points du *décide* de cette Question porte sur les caractéristiques techniques et d'exploitation à prévoir pour faire face aux besoins (au niveau, par exemple, de l'utilisation des bandes de fréquences identifiées) associés à l'amélioration constante des IMT-2000.

5 Evaluation des besoins de spectre au moyen des groupes de techniques d'accès radioélectrique (RATG)**5.1 Définition des RATG**

La Recommandation UIT-R M.1645, dans laquelle sont examinées les tendances suivies par les utilisateurs ainsi que les évolutions en matière de services et d'applications, identifie trois principaux domaines de capacités:

- a) capacités des IMT-2000,
- b) capacités liées au nouvel accès mobile, et
- c) capacités d'accès hertzien nomade/local, comme indiqué sur la Fig. 2 de la Recommandation UIT-R M.1645.

Les domaines de capacités b) et c) correspondent aux nouvelles capacités à fournir par les IMT évoluées.

Cette Recommandation porte également sur un ensemble de services et plusieurs mécanismes de distribution acheminant le trafic des services. Une spécification détaillée des interfaces radioélectriques existe pour certains systèmes, tels que les IMT-2000, assurant ces mécanismes de distribution, mais pas encore pour un certain nombre de nouveaux systèmes.

Il a été décidé que la méthode de calcul du spectre nécessaire pour le développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées devrait être suffisamment souple pour prendre en compte à la fois les nouvelles technologies et les systèmes connus de longue date. La Recommandation UIT-R M.1768 précise que cette méthode devrait être *neutre du point de vue technologique et être générique*. Le concept de groupe de techniques d'accès radioélectrique (RATG) a été introduit en conséquence dans le Rapport UIT-R M.2074 pour prendre en compte les deux types de systèmes: ceux pour lesquels des spécifications détaillées n'ont pas encore été définies et ceux pour lesquels des spécifications détaillées ont été définies. Un groupe RATG peut donc être défini comme suit:

Groupe de techniques d'accès radioélectrique (RATG): *modèle de systèmes de référence* assurant au mieux un ensemble de capacités identifiées sur la Fig. 2 de la Recommandation UIT-R M.1645.

En d'autres termes, un groupe RATG peut constituer un modèle générique de référence indiquant les spécifications de système minimales requises pour déterminer les besoins de spectre. Il sera défini de manière plus détaillée dans le cadre d'une spécification minimale mondiale (GCS, *global core specification*) à un stade ultérieur de normalisation.

Les besoins de spectre doivent être estimés en tenant compte des technologies appropriées. Le groupement est fondé sur le point 1.4 de l'ordre du jour conformément à la Résolution 228 (Rév.CMR-03), et la Recommandation UIT-R M.1645.

Les groupes RATG sont les suivants:

- *Groupe 1:* Systèmes antérieurs aux IMT-2000, IMT-2000 et IMT-2000 évoluées.
Ce groupe comprend les systèmes mobiles cellulaires, les systèmes IMT-2000 et leurs améliorations.
- *Groupe 2:* IMT évoluées, telles qu'elles sont décrites sur la Fig. 2 de la Recommandation UIT-R M.1645 (par exemple, nouvel accès mobile et nouvel accès hertzien nomade/local), à l'exception des systèmes déjà décrits pour d'autres groupes RAT.
- *Groupe 3:* Réseaux locaux hertziens (LAN) actuels et leurs améliorations.
- *Groupe 4:* Systèmes mobiles de radiodiffusion numérique et leurs améliorations.
 - Ce groupe comprend les systèmes de radiodiffusion vers des terminaux mobiles et portatifs.

Le rôle de chaque groupe est justifié ci-après.

Groupe 1: La nécessité de créer ce groupe RAT est directement liée au point 1.4 de l'ordre du jour et à la Recommandation UIT-R M.1645. La proposition visant à inclure les IMT-2000 et ses améliorations futures dans un seul groupe RAT est conforme à la prévision décrite dans la Recommandation UIT-R M.1645 suivant laquelle «les IMT-2000 évolueront constamment et régulièrement de façon à pouvoir offrir de nouvelles applications et de nouveaux produits et services», prévision confirmée par les activités de normalisation en cours.

Les systèmes antérieurs aux IMT-2000 figurent dans le groupe RAT 1 pour les raisons suivantes:

- les systèmes antérieurs aux IMT-2000 assurant un sous-ensemble des services IMT-2000, le trafic correspondant peut être associé à celui des IMT-2000;
- la plupart des bandes prévues pour les technologies antérieures aux IMT-2000 sont identifiées pour les IMT-2000 et seront prises en compte en tant que telles dans les estimations;
- la présence de systèmes antérieurs aux IMT-2000 peut être prise en compte d'un point de vue technique par des modifications appropriées de paramètres radioélectriques du groupe RAT 1, par exemple, l'efficacité spectrale, de telle sorte que la valeur de chaque paramètre

radioélectrique soit *représentative* pour toutes les techniques d'accès radioélectrique du groupe RAT;

- les données de marché sont valables au-delà de 2015, période à partir de laquelle l'importance des systèmes antérieurs aux IMT diminuera peut-être dans certains pays et dans certaines régions. Il existera toutefois des différences entre pays et régions en termes d'octroi de licences, de développement du marché, de migration vers les IMT-2000, etc. Le traitement de ces questions ne relève pas du point 1.4 de l'ordre du jour de la CMR-07.

Groupe 2: La nécessité de créer ce groupe RAT est directement liée au point 1.4 de l'ordre du jour et à la Recommandation UIT-R M.1645. Les IMT évoluées assurent les capacités nouvel accès mobile et nouvel accès nomade/local. Ce groupe a été créé en plus du groupe 1 parce que les IMT évoluées devraient présenter des caractéristiques et des capacités d'accès radioélectrique très différentes de celles des IMT-2000 et de leurs développements futurs.

Groupe 3: La nécessité de créer ce groupe RAT est liée à la Recommandation UIT-R M.1645. Il a été reconnu que les IMT-2000 et les IMT évoluées ont un lien avec les réseaux locaux hertziens (RLAN). On peut prévoir qu'une partie du trafic global approprié passera par les réseaux RLAN existants. La CMR-03 a identifié des ressources spectrales communes au niveau mondial pour les réseaux RLAN, ce qui leur assure des capacités considérables.

Groupe 4: La nécessité de créer ce groupe RAT est également liée à la Recommandation UIT-R M.1645 et au fait que de nouveaux services de radiodiffusion mobile fondés sur des technologies telles que la diffusion de données IP (*IP datacast*) devraient apparaître ces prochaines années. Ces services assureront des services point à multipoint sur une partie du marché des télécommunications mobiles.

5.2 Utilisation des RATG pour déterminer les besoins de spectre

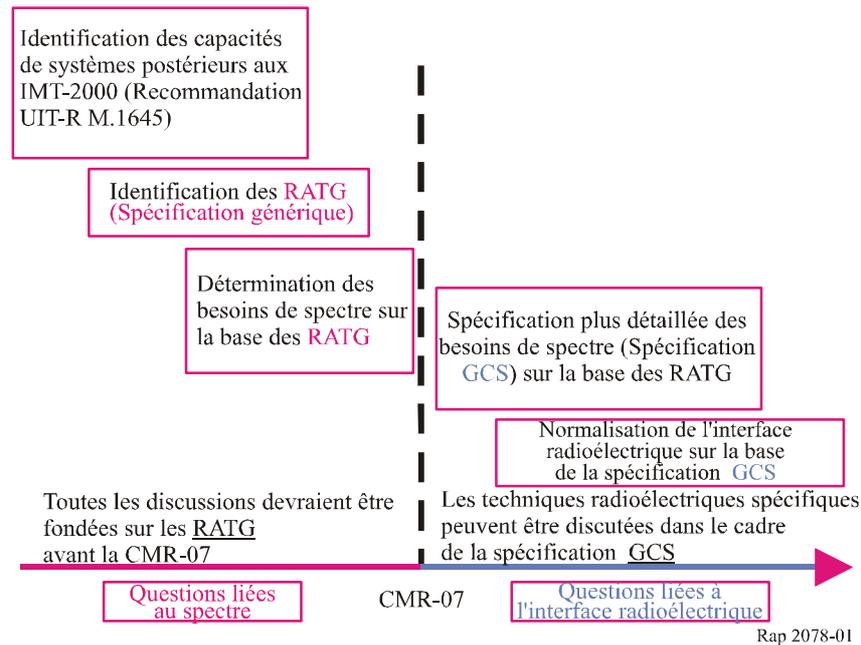
Grâce à l'introduction du concept de RATG, il n'est plus indispensable d'examiner en même temps la question des besoins de spectre et celle des interfaces radioélectriques. On sait en général que la quantité de spectre nécessaire pour un système donné dépend de certains de ses paramètres mais pas de l'ensemble des paramètres qui le caractérisent. Un RATG étant caractérisé par certains paramètres de système neutres d'un point de vue technologique mais indispensables pour la détermination des besoins de spectre, on peut déterminer ces besoins sans définir l'ensemble des paramètres de système (notamment ceux qui dépendent de la technologie utilisée). Cette approche est très utile et commode pour l'examen des besoins de spectre, car le spectre identifié n'est parfois pas disponible avant un certain temps alors que l'identification des besoins de fréquences devrait être faite bien avant le déploiement du système.

Il est préférable en revanche, lorsque l'on veut élaborer des normes d'interface radioélectrique, d'utiliser les technologies les plus récentes car celles-ci contribuent à améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre. L'introduction du concept de RATG permet de lever la contradiction entre une identification précoce du spectre et l'adoption tardive de la technologie utilisée; on peut donc, dans un premier temps, examiner les besoins de spectre en utilisant des techniques d'accès radioélectrique génériques et neutres d'un point de vue technique, avant de définir ultérieurement des spécifications détaillées de RATG dans le cadre d'une spécification GCS et d'examiner les techniques d'interface radioélectrique au regard de cette spécification (voir la Fig. 1).

Il a donc été décidé de déterminer les besoins de spectre sur la base des RATG, mais sans considérer des systèmes spécifiques avant la CMR-07.

FIGURE 1

Méthode à deux étapes pour le développement futur des IMT-2000 et des IMT évoluées



6 Méthode à décalage temporel pour le marché mondial commun

Dans le présent Rapport, les besoins de spectre sont calculés pour les RATG 1 et RATG 2 pour trois années cibles, c'est-à-dire, 2010, 2015 et 2020. Ils sont déterminés sur la base de la méthode présentée dans la Recommandation UIT-R M.1768 avec l'ensemble de valeurs de paramètres d'entrée données au § 7.

Le calcul des besoins de spectre repose sur le concept de «marché mondial commun» exposé dans le Rapport UIT-R M.2072, qui caractérise le futur marché des télécommunications mobiles des années 2010, 2015 et 2020. Le Rapport UIT-R M.2072 définit des ensembles de valeurs possibles pour les paramètres de marché alors que les calculs nécessitent des valeurs uniques pour les différents paramètres d'entrée.

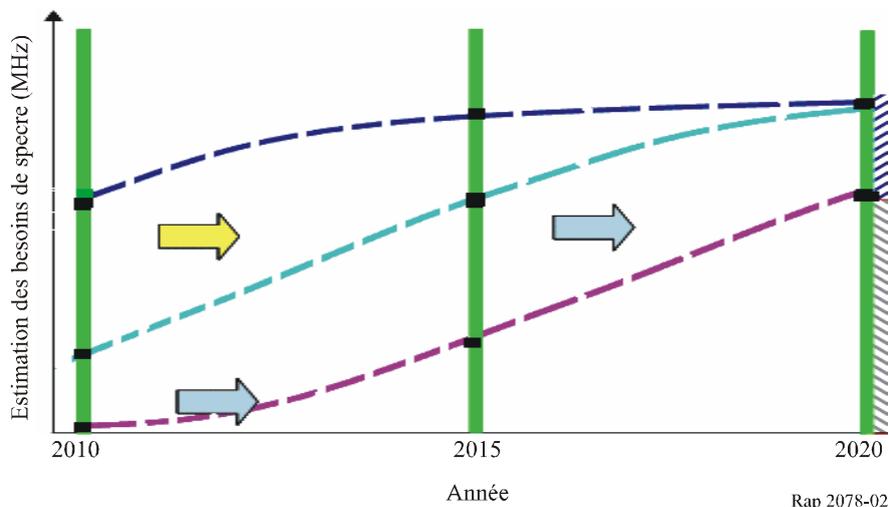
Des différences régionales existent en termes de développement du marché: certaines parties du monde peuvent atteindre un stade de développement donné avant ou après le «marché mondial commun» (moyen). On utilise, pour calculer les besoins de spectre, une méthode à décalage temporel qui permet de caractériser l'écart entre le développement du marché et les scénarios de déploiement de groupes RAT dans divers pays. Cette approche permet d'obtenir à partir du Rapport UIT-R M.2072 des ensembles uniques de valeurs de paramètres de marché pour les années 2010, 2015 et 2020. Compte tenu des différences régionales en termes de développement du marché, on considère que ces ensembles de valeurs sont valables dans certains pays à certaines périodes.

Les prévisions de marché pour les années 2010, 2015 et 2020 permettent d'élaborer un scénario par défaut des besoins de spectre, appelé «scénario intermédiaire». Deux autres scénarios «précoce» et «tardif» sont également définis pour ces trois prévisions de marché/besoins de spectre. Ils correspondent au décalage temporel d'utilisation des systèmes sur le marché dans des pays à densités de population différentes. Les trois scénarios considérés «précoce», «intermédiaire» et «tardif» sont caractéristiques du fait que le déploiement des systèmes et le développement du marché se feront à un rythme différent suivant la zone considérée.

Cette méthode et les trois scénarios qu'elle comporte permettent de prévoir que le marché parviendra au même degré de saturation à des périodes différentes dans des pays à densités de population différentes. L'identification précoce des besoins de spectre pour les IMT évoluées aux fins de prise en charge du marché «saturé» des télécommunications mobiles offre des avantages supplémentaires. Même si cette identification se fait à la CMR-07, l'utilisation du spectre disponible pourrait se faire à des périodes différentes suivant l'administration considérée, par exemple, en fonction du scénario temporel choisi.

La Fig. 2 décrit cette approche temporelle d'un point conceptuel. Certains pays, qui souhaitent mettre en œuvre les futurs systèmes de télécommunications mobiles aussi rapidement que possible, pourraient envisager un déploiement de systèmes correspondant à la courbe (supérieure) bleue. Ce type de déploiement et de développement du marché s'inscrit dans le cadre d'un scénario de marché «précoce». D'autres pays connaîtront un scénario dit «intermédiaire» représenté par la courbe (du milieu) bleue claire et utilisé par défaut pour le calcul des besoins de spectre. Enfin, le scénario «tardif», représenté par la courbe (inférieure) en magenta, devrait être suivi dans les pays où le développement du marché et/ou le déploiement des systèmes devraient être moins rapides. L'attribution des portions de spectre identifiées pourrait ne pas correspondre aux prévisions de développement du marché. Cette différence devrait être la plus visible entre 2010 et 2015. Les évolutions des besoins de spectre entre «2010» et «2020» sont donc indiquées par des lignes pointillées.

FIGURE 2
Scénarios de déploiement des systèmes dans le temps et besoins de spectre associés
(exemple conceptuel)



Rap 2078-02

On voit sur la Fig. 2 comment trois exemples de scénario associés à trois groupes de pays évoluent de manière différente dans le temps, pour des années de départ différentes, par exemple, à 5 ans d'intervalle. Les hypothèses de déploiement de systèmes sont les mêmes pour les trois groupes quel que soit le point de départ temporel du scénario, comme le montre la forme des courbes.

7 Éléments à utiliser pour le calcul des besoins de spectre

7.1 Éléments de l'estimation relatifs aux services

7.1.1 Catégories de service

Une catégorie de service (SC, *service category*) est définie comme étant l'association d'un type de service et d'une classe de trafic (voir le Tableau 1).

TABLEAU 1
Catégories de service

Classe de trafic \ Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	SC 1	SC 6	SC 11	SC 16
Multimédia à débit élevé	SC 2	SC 7	SC 12	SC 17
Multimédia à débit moyen	SC 3	SC 8	SC 13	SC 18
Faible débit de données et multimédia à faible débit	SC 4	SC 9	SC 14	SC 19
Très faible débit de données ⁽¹⁾	SC 5	SC 10	SC 15	SC 20

⁽¹⁾ Comprend la téléphonie et le service de messages courts (SMS).

7.1.2 Environnements de service

Un environnement de service (SE, *service environments*) est défini comme étant l'association d'une télédensité et d'un profil d'utilisation de service (voir le Tableau 2).

TABLEAU 2
Identification des environnements de service

Télédensité \ Profil d'utilisation de service	Urbaine/dense	Suburbaine	Rurale
Domicile	SE 1	SE 4	SE 6
Bureau	SE 2	SE 5	
Domaine public	SE 3		

7.1.3 Paramètres de catégorie de service

Les catégories de service sont caractérisées par des paramètres tirés d'études de marché ou d'autres sources. Les paramètres suivants sont tirés du Rapport UIT-R M.2072:

- 1 Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km²).
- 2 Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (nombre de sessions/(s*utilisateur)).
- 3 Débit binaire moyen du service (bit/s).
- 4 Durée moyenne des sessions (s/session).
- 5 Taux de mobilité.

Les quatre premiers paramètres caractérisent les besoins de différentes catégories de service, le paramètre de mobilité se rapportant à la répartition du trafic. La mobilité des terminaux est étroitement liée aux scénarios d'utilisation des applications. Les types de mobilité définis dans les études de marché du Rapport UIT-R M.2072 sont les suivants:

- | | | |
|---|--------------|-----------------------------|
| 1 | Stationnaire | (0 km/h) |
| 2 | Faible | (> 0 km/h et < 4 km/h) |
| 3 | Forte | (> 4 km/h et < 100 km/h) |
| 4 | Très forte | (> 100 km/h et < 250 km/h). |

Les vitesses limites de ces catégories devraient être liées aux caractéristiques types des réseaux radioélectriques cellulaires. Les catégories de mobilité recensées dans les études de marché sont redéfinies comme suit dans le cadre de notre méthode:

- | | | |
|---|---------------------|-------------------------|
| 1 | Stationnaire/Piéton | (0-4 km/h) |
| 2 | Faible | (> 4 km/h et < 50 km/h) |
| 3 | Forte | (> 50 km/h). |

Aux fins de la présente méthode, le trafic de la catégorie «forte» mobilité, des études de marché est réparti entre les catégories de mobilité «faible» et «forte». Cette répartition doit tenir compte des attributs des environnements de service considérés, ce qui peut se traduire par des facteurs de répartition J_m différents suivant l'environnement de service m considéré. La correspondance entre la répartition du trafic et les différentes catégories de mobilité est décrite dans les Tableaux 3 et 4.

TABLEAU 3

Correspondance entre les catégories de mobilité

Mobilité considérée dans les études de marché	Mobilité considérée aux fins de la présente méthode
Stationnaire	Stationnaire/piéton
Faible	
Forte	Faible (fraction de J_m)
	(fraction $1 - J_m$) Forte
Très forte	

TABLEAU 4

Valeurs J de mise en correspondance entre catégories de mobilité et environnements de service

Environnement de service m	Valeur J_m
1	1
2	1
3	1
4	1
5	0,5
6	0

Les valeurs associées aux paramètres de catégorie de service tirés des études de marché sont indiquées au § 7.2. Les algorithmes de calcul de capacités de la méthode font appel non seulement à ces paramètres mais aussi à d'autres paramètres qui ne figurent pas dans le Rapport UIT-R M.2072. Les paramètres de catégorie de service à considérer sont différents suivant qu'il s'agisse d'un trafic à commutation de circuits ou d'un trafic à commutation par paquets. Les valeurs de paramètres requises dans le cas d'une catégorie de service à commutation de circuits sont données dans le Tableau 5.

La qualité de service utilisée dans les modèles de télétrafic peut avoir une incidence notable sur les besoins de spectre. Les valeurs choisies doivent refléter la qualité de fonctionnement attendue.

TABLEAU 5

Paramètres de catégorie de service: Communs à la classe de trafic à commutation de circuits pour les années 2010, 2015 et 2020

Paramètre	Classe de trafic	
	Conversationnelle	Transmission en continu
	SC 1 – SC 5	SC 6 – SC 10
Probabilité de blocage	0,01	0,01

Dans le cas d'un trafic à commutation par paquets, les valeurs de paramètres requises sont indiquées dans les Tableaux 6 à 8, 9 à 11 et 12 à 14 respectivement, pour les années 2010, 2015 et 2020. Elles ne sont spécifiées que pour le calcul des capacités de trafic à commutation par paquets comme défini dans la Recommandation UIT-R M.1768, c'est-à-dire, pour les catégories de service 11-20.

TABLEAU 6

Taille moyenne de paquets IP par catégorie de service pour l'année 2010 (unité: octet)

Classe de trafic Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 114,00	853,83
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 345,78	1 111,54
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	790,59	1 114,00
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	92,86	207,00
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	44,76	207,00

TABLEAU 7

**Moment d'ordre deux de la taille des paquets IP par catégorie de service pour l'année 2010
(unité: octet²)**

Classe de trafic Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 549 475,00	1 132 635,50
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 988 453,75	1 545 450,23
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 019 787,76	1 549 475,00
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	17 884,41	182 513,50
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	6 381,06	182 513,50

TABLEAU 8

Prescriptions de retard moyen par catégorie de service pour l'année 2010 (unité: s)

Classe de trafic Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,2971	0,0648
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,0867	0,2131
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,9333	8,9120
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	2,7813	4,9444
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,4224	44,5000

TABLEAU 9

Taille moyenne de paquets IP par catégorie de service pour l'année 2015 (unité: octet)

Classe de trafic Type de service	Conversationalnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	3 271,62	3 054,00
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	772,75	3 372,92
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 787,18	3 424,00
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	103,86	235,50
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	45,74	235,50

TABLEAU 10

Moment d'ordre deux de la taille des paquets IP par catégorie de service pour l'année 2015 (unité: octet²)

Classe de trafic Type de service	Conversationalnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	27 378 193,49	20 332 660,50
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	5 942 936,47	28 236 339,72
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	14 849 326,83	28 667 000,00
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	154 415,82	1 827 768,50
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	20 157,67	1 827 768,50

TABLEAU 11

Prescriptions de retard moyen par catégorie de service pour l'année 2015 (unité: s)

Classe de trafic Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,1490	0,0648
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,1019	0,4968
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,7461	13,6960
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	4,9444	4,9444
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,4224	44,5000

TABLEAU 12

Taille moyenne de paquets IP par catégorie de service pour l'année 2020 (unité: octet)

Classe de trafic Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	3 292,23	3 054,00
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 847,82	3 307,86
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1 021,60	1 369,33
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	102,56	235,50
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	47,61	235,50

TABLEAU 13

**Moment d'ordre deux de la taille des paquets IP par catégorie de service
pour l'année 2020 (unité: octet²)**

Classe de trafic Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	27 552 481,16	20 332 660,50
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	15 349 865,20	27 691 445,33
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	6 592 429,07	11 523 733,33
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	138 595,74	1 827 768,50
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	36 019,39	1 827 768,50

TABLEAU 14

Prescriptions de retard moyen par catégorie de service pour l'année 2020 (unité: s)

Classe de trafic Type de service	Conversationnelle	Transmission en continu	Interactive	Arrière-plan
Multimédia à débit très élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,1490	0,0648
Multimédia à débit élevé	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,1019	0,4968
Multimédia à débit moyen	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	1,5280	2,9670
Faible débit de données et multimédia à faible débit	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	2,7813	4,9444
Très faible débit de données	Traité en tant que commutation de circuits	Traité en tant que commutation de circuits	0,4224	44,5000

7.1.4 Paramètres relatifs à l'environnement radioélectrique

Les Tableaux 15 a) et 15 b) donnent la superficie de la cellule/du secteur en fonction de l'environnement radioélectrique, respectivement avec et sans affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments. Des valeurs d'affaiblissement de 18, 15, 12 dB sont utilisées dans les calculs suivant qu'il s'agisse d'un environnement urbain/dense, suburbain ou rural. Le Tableau 16 indique le pourcentage de la population desservie en fonction de l'environnement radioélectrique pour chaque environnement de service. Ces pourcentages sont donnés séparément pour chacune des trois années de prévision.

TABLEAU 15

Superficie supposée de la cellule en fonction de l'environnement radioélectrique (km²)

a) Sans affaiblissement de pénétration

Environnement radioélectrique	Télédensité		
	Urbaine/dense	Suburbaine	Rurale
Macrocellule	0,65	0,65	0,65
Microcellule	0,10	0,10	0,10
Picocellule	0,0016	0,0016	0,0016
Point d'accès public	0,00065	0,00065	0,00065

b) Avec affaiblissement de pénétration

Environnement radioélectrique	Télédensité		
	Urbaine/dense	Suburbaine	Rurale
Macrocellule	0,10	0,15	0,22
Microcellule	0,07	0,10	0,15
Picocellule	0,0016	0,0016	0,0016
Point d'accès public	0,00065	0,00065	0,00065

TABLEAU 16

Pourcentage de la population desservie (%) en fonction de l'environnement radioélectrique pour chaque environnement de service en 2010, 2015 et 2020 respectivement

Environnement de service	Environnement radioélectrique en 2010			
	Macrocellule	Microcellule	Picocellule	Point d'accès public
1	100	90	0	80
2	100	90	20	80
3	100	95	20	10
4	100	15	0	80
5	100	40	35	20
6	100	0	10	50

TABLEAU 16 (fin)

Environnement de service	Environnement radioélectrique en 2015			
	Macrocellule	Microcellule	Picocellule	Point d'accès public
1	100	90	10	80
2	100	90	20	80
3	100	95	30	25
4	100	35	0	80
5	100	50	35	20
6	100	0	10	50
Environnement de service	Environnement radioélectrique en 2020			
	Macrocellule	Microcellule	Picocellule	Point d'accès public
1	100	90	20	80
2	100	90	20	80
3	100	95	40	40
4	100	35	0	80
5	100	50	35	20
6	100	0	10	50

L'environnement radioélectrique est caractérisé par la relation entre l'environnement de service et le schéma de déploiement radioélectrique, on considère par exemple, qu'un déploiement par microcellules est irréalisable en zone rurale car on ne peut y réaliser un déploiement au-dessus du niveau des toits.

7.2 Aperçu du marché et prévision du trafic global

On sait que l'environnement de marché varie suivant le pays considéré.

Les différences tiennent à un facteur d'ordre démographique et au fait que la maturité du marché n'est pas la même d'un pays à l'autre. Le facteur démographique est pris en compte par le biais du paramètre densité d'utilisateurs. Les différences en termes de maturité du marché sont signalées par la méthode à décalage temporel.

La valeur spécifique des paramètres indiqués ci-après est déterminée pour chaque catégorie de service (SC) et pour chaque environnement de service (SE) sur la base du Rapport UIT-R M.2072:

- Nombre d'abonnés (à l'échelle du marché) (utilisateurs/km²)
- Nombre de tentatives d'établissement de session par utilisateur et par seconde (1/utilisateur/s)
- Débit binaire moyen du service (bit/s)
- Durée moyenne des sessions (s)
- Taux de mobilité (stationnaire/faible/élevé/très élevé).

Ces paramètres sont tirés des réponses fournies au questionnaire sur les services et les marchés par 27 organisations, dont les références figurent dans l'Annexe 2 du Rapport UIT-R M.2072. Des ensembles de paramètres sont proposés dans ce Rapport pour chacune des années considérées, 2010, 2015 et 2020. On trouvera des informations détaillées sur ces paramètres, y compris la gamme des valeurs possibles, au § 8 relatif aux paramètres de marché intervenant dans le calcul du spectre et dans l'Annexe 4 du Rapport UIT-R M.2072. D'autres informations, telles que la méthode utilisée pour obtenir ces valeurs, figurent également dans le Rapport UIT-R M.2072¹.

Les valeurs uniques des paramètres de marché sélectionnées dans les gammes de valeurs données dans le Rapport UIT-R M.2072 sont indiquées à l'aide d'un pourcentage (0-100) dans le cas des paramètres a) à d). La valeur de pourcentage 0 correspond à la valeur minimale de l'intervalle défini dans le Rapport UIT-R M.2072 tandis que la valeur 100 désigne la valeur maximale de cet intervalle. Trois scénarios sont considérés pour le taux de mobilité: mobilité minimale (1), mobilité moyenne (2) et mobilité élevée (3).

Des tableaux distincts sont utilisés pour représenter des densités d'utilisateur faible et forte. Les valeurs décrivant le développement du marché ont été choisies de manière à suivre une méthode de base fondée sur l'utilisation d'un même pourcentage dans toutes les catégories de service pour les paramètres Q: taux d'arrivée des sessions par utilisateur, R: débit binaire moyen du service, μ : durée moyenne des sessions, pour préserver les proportions entre catégories de service et tendances dans le temps conformément à ce qui est prévu dans le Rapport UIT-R M.2072.

Les pourcentages associés aux paramètres de marché pour les scénarios de mobilité sélectionnés sont indiqués dans les Tableaux 17a et 17b. On notera que les catégories de service pour lesquelles des intervalles de valeurs ne sont pas indiqués dans le Rapport UIT-R M.2072 ne sont pas affectées par l'utilisation de valeurs de développement de marché différentes. La mention «(Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)» est indiquée pour ces catégories dans les tableaux ci-dessous. Les valeurs exactes des paramètres de marché du Tableau 17 sont indiquées dans l'Annexe 1.

¹ Le processus de calcul de la moyenne utilisé dans le Rapport UIT-R M.2072 pour obtenir les caractéristiques de trafic pour chaque catégorie de service peut conduire à sous-estimer les besoins de spectre si l'un des services contributeurs présente un débit de données de service beaucoup plus important que la valeur moyenne. Ce point n'est important que dans le cas d'un trafic à commutation de circuits dans la catégorie de service la plus élevée.

TABLEAU 17a

**Attributs de marché pour les années 2010, 2015, 2020 dans le cas de
faibles densités d'utilisateurs**

Catégorie de service	<i>U</i> (%)	<i>Q</i> (%)	<i>R</i> (%)	<i>M</i> (%)	Taux de mobilité
1	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	5	30	30	30	2
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
19	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	5	30	30	30	2

TABLEAU 17b

**Attributs de marché pour les années 2010, 2015, 2020 dans le cas
de fortes densités d'utilisateurs**

Catégorie de service	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Taux de mobilité
1	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	25	30	30	30	2
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
19	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	25	30	30	30	2

7.3 Spécification de RATG requise pour l'estimation des besoins de spectre

7.3.1 Paramètres radioélectriques intervenant dans la méthode de calcul des besoins de spectre

Les Tableaux 18 à 21 donnent respectivement les paramètres d'entrée des groupes RAT 1, 2, 3 et 4.

TABLEAU 18

Paramètres radioélectriques associés au RATG 1

Paramètres	Macrocellule	Microcellule	Picocellule	Point d'accès public
Débit de données d'application (Mbit/s)	20	40	40	–
Catégories de mobilité prises en charge	Stationnaire/ piéton, faible, forte	Stationnaire/ piéton, faible	Stationnaire/ piéton	–
Bande de garde entre opérateurs (MHz)	0			–
Déploiement minimal par opérateur et par environnement radioélectrique (MHz)	40	40	40	–
Prise en charge pour la multidiffusion	Oui			–
Nombre de réseaux déployés en chevauchement	1			

TABLEAU 19

Paramètres radioélectriques associés au RATG 2

Paramètres	Macrocellule	Microcellule	Picocellule	Point d'accès public
Débit de données d'application (Mbit/s)	50	100	1 000	1 000
Catégories de mobilité prises en charge	Stationnaire/ piéton, faible, forte	Stationnaire/ piéton, faible	Stationnaire/ piéton	Stationnaire/ piéton
Bande de garde entre opérateurs (MHz)	0			
Prise en charge pour la multidiffusion	Oui			
Déploiement minimal par opérateur et par environnement radioélectrique (MHz)	20	20	120	120
Nombre de réseaux déployés en chevauchement	1			

TABLEAU 20

Paramètres radioélectriques associés au RATG 3

Paramètres	Macrocellule	Microcellule	Picocellule	Point d'accès public
Débit de données d'application (Mbit/s)	–	–	50	100
Catégories de mobilité prises en charge	–	–	Stationnaire/ piéton	Stationnaire/ piéton
Prise en charge pour la multidiffusion (oui = 1, non = 0)	Oui			

NOTE 1 – Les valeurs susmentionnées sont tirées du Rapport UIT-R M.2074.

TABLEAU 21

Paramètres radioélectriques associés au RATG 4

Paramètres	Macrocellule
Débit de données d'application (Mbit/s)	2
Catégories de mobilité prises en charge	Stationnaire/piéton, faible, forte

7.3.2 Matrice d'efficacité spectrale

Le niveau d'efficacité spectrale dans la zone est utilisé dans le calcul des besoins de spectre pour convertir les besoins de capacités, exprimés en bit/s/cellule, en besoins de spectre, exprimés en Hz. Il devrait être mesuré au-dessous de la couche IP et/ou au-dessus de la couche 2. Il prend en compte tous les en-têtes spécifiques de techniques d'accès radioélectrique, la charge liée aux retransmissions, les données de programmation, etc. L'efficacité spectrale peut être constante ou varier en fonction de cette dernière.

Les valeurs d'efficacité spectrale relatives au groupe RAT 1 sont indiquées dans le Tableau 22. Elles sont fondées sur des chiffres proposés pour décrire l'évolution à long terme des technologies IMT-2000. Celles associées au groupe RAT 2 sont supposées être indépendantes de l'année de prévision considérée. Elles sont données dans les Tableaux 23a à 23e, pour les années 2010, 2015 et 2020 respectivement.

TABLEAU 22a

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 1 en 2010 (bit/s/Hz)

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	1	2	2	–
Suburbaine	1	2	2	–
Rurale	1	2	2	–

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	0,5	1	1	–
Suburbaine	0,5	1	1	–
Rurale	0,5	1	1	–

TABLEAU 22b

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 1 en 2015 (bit/s/Hz)

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	1,5	3	3	–
Suburbaine	1,5	3	3	–
Rurale	1,5	3	3	–

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	0,75	1,5	1,5	–
Suburbaine	0,75	1,5	1,5	–
Rurale	0,75	1,5	1,5	–

TABLEAU 22c

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 1 en 2020 (bit/s/Hz)

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	2	4	4	–
Suburbaine	2	4	4	–
Rurale	2	4	4	–

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	1	2	2	–
Suburbaine	1	2	2	–
Rurale	1	2	2	–

Le Tableau 23a est fondé sur des résultats de simulations de technologies hertziennes connues en 2006 et qui devraient être mises en œuvre en 2010. Le Tableau 23e est établi sur la base de limites théoriques (théorème de Shannon) qui permettent d'estimer une marge de mise en œuvre. Les Tableaux 23b à 23d représentent des évolutions possibles pour les valeurs indiquées dans les Tableaux 23a et 23e.

TABLEAU 23a

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 2 en 2010

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	2	2,5	3	5
Suburbaine	2	2,5	3	5
Rurale	2	2,5	3	5

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	1	1,2	1,5	2,5
Suburbaine	1	1,2	1,5	2,5
Rurale	1	1,2	1,5	2,5

TABLEAU 23b

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 2 en 2015 (Ensemble 1)

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	4,25	5,5	7	8,25
Suburbaine	4,25	5,5	7	8,25
Rurale	4,25	5,5	7	8,25

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	2,125	2,75	3,5	4,125
Suburbaine	2,125	2,75	3,5	4,125
Rurale	2,125	2,75	3,5	4,125

TABLEAU 23c

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 2 en 2015 (Ensemble 2)

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	4	5,25	6,5	7,5
Suburbaine	4	5,25	6,5	7,5
Rurale	4	5,25	6,5	7,5

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	2,0	2,625	3,25	3,75
Suburbaine	2,0	2,625	3,25	3,75
Rurale	2,0	2,625	3,25	3,75

TABLEAU 23d

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 2 en 2020 (Ensemble 1)

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	4,5	6	7,5	9
Suburbaine	4,5	6	7,5	9
Rurale	4,5	6	7,5	9

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	2,25	3	3,75	4,5
Suburbaine	2,25	3	3,75	4,5
Rurale	2,25	3	3,75	4,5

TABLEAU 23e

Efficacité spectrale dans la zone pour le groupe RAT 2 en 2020 (Ensemble 2)

Efficacité spectrale dans la zone en mode monodiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	6	8	10	10
Suburbaine	6	8	10	10
Rurale	6	8	10	10

Efficacité spectrale dans la zone en mode multidiffusion (bit/s/Hz/cellule)

Télé-densité	Environnement radioélectrique			
	Macro-cellule	Micro-cellule	Pico-cellule	Point d'accès public
Urbaine/dense	3	4	5	5
Suburbaine	3	4	5	5
Rurale	3	4	5	5

7.4 Répartition du trafic entre les groupes RAT disponibles

La répartition du trafic entre groupes RAT dépend des groupes RAT disponibles pour chaque environnement radioélectrique et chaque environnement de service. La répartition entre groupes RAT du trafic total allant à un environnement radioélectrique particulier est celle définie dans la Recommandation UIT-R M.1768 qui donne la répartition du trafic entre les groupes RAT disponibles. Cette répartition est donnée pour chacune des trois années de prévision, 2010, 2015 et 2020, car on peut supposer que l'introduction progressive de nouvelles techniques au sein des RATG modifie la répartition du trafic au profit de techniques plus modernes. Les valeurs sont indiquées dans les Tableaux 24a à 24c pour 2010, 2015 et 2020.

TABLEAU 24a

Répartition du trafic entre groupes RAT disponibles en 2010

Groupes RAT disponibles	Répartition du trafic (%)		
	RATG 1	RATG 2	RATG 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	100	0	–
1, 3	30	–	70
2, 3	–	0	100
1, 2, 3	30	0	70

TABLEAU 24b

Répartition du trafic entre groupes RAT disponibles en 2015

Groupes RAT disponibles	Répartition du trafic (%)		
	RATG 1	RATG 2	RATG 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	50	50	–
1, 3	20	–	80
2, 3	–	30	70
1, 2, 3	20	20	60

TABLEAU 24c

Répartition du trafic entre groupes RAT disponibles en 2020

Groupes RAT disponibles	Répartition du trafic (%)		
	RATG 1	RATG 2	RATG 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	10	90	–
1, 3	10	–	90
2, 3	–	50	50
1, 2, 3	10	45	45

8 Besoins de spectre pour les groupes RAT liés aux IMT

On calcule les besoins de spectre pour les groupes RAT 1 (systèmes antérieurs aux IMT, IMT-2000 et ses améliorations) et RAT 2 (c'est-à-dire, IMT évoluées) en 2010, 2015 et 2020. On utilise pour cela la méthode à décalage temporel décrite au § 6 avec les valeurs de paramètres d'entrée du § 7 qui correspondent au scénario «intermédiaire» considéré par défaut. Les résultats associés aux scénarios «précoce» et «tardif» sont déduits de ceux associés au scénario «intermédiaire», par le biais d'un décalage temporel.

Le Tableau 25 donne les besoins de spectre pour le niveau moyen de développement des marchés. Des différences régionales sont prévues en termes de développement du marché, certaines parties du monde pouvant atteindre un stade de développement donné avant ou après le «marché mondial commun» (moyen). On parle ainsi d'une «méthode à décalage temporel» (voir le § 6).

TABLEAU 25

Prévision des besoins de spectre pour les RATG 1 et RATG 2 (MHz)

Développement du marché	Besoins de spectre pour le groupe RATG 1			Besoins de spectre pour le groupe RATG 2			Total des besoins de spectre		
	Année 2010	Année 2015	Année 2020	Année 2010	Année 2015	Année 2020	Année 2010	Année 2015	Année 2020
Estimation haute	840	880	880	0	420	840	840	1 300	1 720
Estimation basse	760	800	800	0	500	480	760	1 300	1 280

Les Tableaux 26 a) et b) correspondent à un scénario intermédiaire de la méthode à décalage temporel.

TABLEAU 26

Eventail des besoins de spectre estimés (MHz)

a) Développement du marché pour une faible densité d'utilisateurs

	1 réseau (voir la Note 3)	2 réseaux (voir la Note 1)	3 réseaux (voir la Note 1)	4 réseaux (voir la Note 1)	5 réseaux (voir la Note 1)
RATG 1 (voir la Note 2)	800	880	840	1 120	1 000
RATG 2	480	560	720	800	1 000
RATG 1 + RATG 2	1 280	1 440	1 560	1 920	2 000

b) Développement du marché pour une forte densité d'utilisateurs

	1 réseau (voir la Note 3)	2 réseaux (voir la Note 1)	3 réseaux (voir la Note 1)	4 réseaux (voir la Note 1)	5 réseaux (voir la Note 1)
RATG 1 (voir la Note 2)	880	880	960	1 120	1 200
RATG 2	840	880	1 020	1 120	1 300
RATG 1 + RATG 2	1 720	1 760	1 980	2 240	2 500

NOTE 1 – Lorsque plusieurs réseaux sont présents dans un pays, le besoin total de spectre peut être plus élevé pour prendre en compte l'intégration du spectre (multiples entiers de 40 MHz dans le cas du RATG 1).

NOTE 2 – L'estimation des besoins de spectre pour le RATG 1 en 2010 peut sembler élevée au regard des déploiements de réseaux actuels. Toutefois, l'estimation totale a été réalisée à l'aide d'un processus défini dans la Recommandation UIT-R M.1768 et de caractéristiques techniques prévues pour le RATG 1 en ce qui concerne l'évolution des technologies IMT-2000. De plus, il n'y a pas suffisamment de données statistiques de marché pour prévoir les besoins exacts du RATG 1.

NOTE 3 – Il convient de noter que dans la Recommandation UIT-R M.1768 et dans le Rapport UIT-R M.2074, le terme «réseau» est associé à l'expression «nombre de réseaux déployés en chevauchement».

9 Conclusions

Le présent Rapport présente les résultats du calcul des besoins de spectre pour les groupes RAT 1 (systèmes antérieurs aux IMT, IMT-2000 et leurs améliorations) et RAT 2 (c'est-à-dire, IMT évoluées) en 2010, 2015 et 2020.

Il utilise la méthode de calcul des besoins de spectre présentée dans la Recommandation UIT-R M.1768 et définit les valeurs de tous les paramètres d'entrée nécessaires aux calculs. Les besoins de spectre ont été calculés pour ces deux groupes RAT dans les années 2010, 2015 et 2020.

D'après les calculs du présent Rapport, le besoin total de spectre pour les RATG 1 et RAT 2 en 2020 est estimé à 1 280 MHz (y compris le spectre déjà utilisé, ou dont l'utilisation est prévue, pour le RATG 1²). Les calculs prévoient que les besoins de spectre estimés sont compris entre 1 280 MHz et 1 720 MHz (y compris le spectre déjà utilisé, ou dont l'utilisation est prévue, pour le RATG 1²), ce qui correspond à une estimation basse ou haute de développement du marché sur la base des données du Rapport UIT-R M.2072. Il convient de noter que l'estimation basse (1 280 MHz) est supérieure aux besoins anticipés dans certains pays. Dans d'autres pays, les besoins seront supérieurs à l'estimation haute (1 720 MHz).

Les scénarios de déploiement traduisent les différences en termes de développement quantitatif du marché et de niveau de déploiement des techniques d'accès radioélectrique suivant les parties du monde considérées.

Les résultats obtenus montrent qu'un complément de spectre est nécessaire au-delà de celui identifié pour les IMT-2000 à la CAMR-92 et à la CMR-2000.

10 Bibliographie

The Magic Mobile Future 2010-2020. UMTS Forum, www.umtsforum.org

The demand for future mobile communications markets and services in Europe (FMS). <http://fms.irc.es/documents/FMS%20FINAL%20REPORT.pdf>

Development of spectrum requirement forecasts for IMT-2000 and systems beyond IMT-2000 (IMT-Advanced). UMTS Forum Report #40, www.umtsforum.org

Annexes

- Annexe 1 Valeurs des paramètres de marché pour l'estimation des besoins de spectre
- Annexe 2 Considérations de base sur l'estimation des besoins de spectre pour les IMT évoluées du point de vue radioélectrique et simplifications correspondantes de la méthode
- Annexe 3 Estimation des besoins de spectre pour les applications nomades
- Annexe 4 Sensibilité de l'estimation des besoins de spectre

² Groupe RAT 1: systèmes antérieurs aux IMT, IMT-2000 et ses améliorations.

– Ce groupe comprend les systèmes mobiles cellulaires, les systèmes IMT-2000 et leurs améliorations conformément aux renvois 5.317A, 5.384A et 5.388 du Tableau d'attribution des bandes de fréquences.

Annexe 1

Valeurs des paramètres de marché pour l'estimation des besoins de spectre

TABLEAU 27a

Attributs de marché en 2010 (cas d'une forte densité d'utilisateurs)

Catégorie de service	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Taux de mobilité
1	25	30	3c0	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2
19	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)

TABLEAU 27b

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	45,0	2,99E-01	20000,0	53,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	7,0	2,99E-01	20000,0	51,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	6107,8	2,44E-01	496,2	113,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	15380,3	3,10E-01	374,9	110,2	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	7812,0	1,64E-01	447,1	71,7	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	1387,5	3,74E-01	290,2	109,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	2758,8	4,24E-01	275,2	85,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	200,3	9,97E-02	282,4	79,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	3475,3	2,86E-01	88,0	249,4	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	3512,8	2,86E-01	88,0	249,4	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	4599,8	2,86E-01	88,0	268,3	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	8,8	2,86E-01	88,0	249,4	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	22,3	2,76E-01	88,0	276,0	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	8,8	2,82E-01	88,0	259,9	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	11,0	3,00E-03	11230,4	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	122,8	2,84E-01	10657,1	219,9	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	195,3	8,52E-02	10427,3	190,5	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	30,8	3,06E-01	8844,2	239,7	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	1,5	6,75E-02	9679,1	197,7	27,9	11,4	45,3	15,4

TABLEAU 27b

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	3759,8	1,16E-01	801,9	713,3	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	17338,8	1,19E-01	849,6	1050,5	64,4	20,0	8,4	7,1
8	3	5980,3	2,52E-01	868,8	384,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	1131,8	1,41E-01	767,6	449,6	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	2205,5	3,22E-01	868,8	386,3	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	228,0	1,98E-01	832,2	970,1	39,0	16,5	36,7	7,8
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	19,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	19,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	19,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	200,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	300,0	2,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	50,0	1,00E-01	16,0	1,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	50,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	50,0	2,99E-01	16,0	1,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,00E-01	16,0	1,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	32,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	6771,8	3,00E-01	30000,0	2,4	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	2511,8	4,39E-01	171000,0	15,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	188,0	3,00E-01	30000,0	2,4	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	527,3	5,76E-01	10256,8	92,9	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	1462,0	5,95E-01	9779,8	95,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	10978,8	2,33E-01	10532,6	31,1	46,2	44,2	9,5	0,0
12	4	139,5	6,00E-01	9767,9	95,9	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	4061,3	2,31E-01	9820,1	30,8	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	306,0	2,32E-01	9972,0	30,8	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	33827,5	2,24E+00	1371,9	23,6	66,1	23,4	10,4	0,0
13	2	110602,3	2,19E+00	1371,9	32,0	67,0	27,9	5,1	0,0
13	3	66561,0	2,12E+00	1371,9	36,2	36,7	45,2	18,1	0,0
13	4	9558,8	2,30E+00	850,9	22,9	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	24125,8	2,31E+00	859,6	22,9	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	1903,5	2,30E+00	884,1	23,5	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	5763,5	1,07E-01	125,1	21,7	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5763,5	1,13E-01	126,5	21,7	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	9235,3	1,33E-01	177,4	544,0	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	58,3	1,42E-01	48,8	42,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	1622,8	1,38E-01	177,9	1051,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	129,5	1,40E-01	177,5	1005,4	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 27b

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	12294,5	1,20E+00	8,3	8,5	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	38327,0	1,55E+00	7,6	10,0	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	22530,3	1,08E+00	32,8	9,0	33,5	38,9	26,6	1,0
15	4	3155,0	1,27E+00	7,6	8,5	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	8279,3	1,55E+00	39,4	9,2	44,3	13,4	37,8	4,5
15	6	624,0	1,27E+00	61,3	9,2	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	1953,5	0,00E+00	5521,6	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	6950,5	1,99E-01	6530,6	120,0	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	4201,0	0,00E+00	5594,0	86,7	10,0	70,0	20,0	0,0
17	4	574,8	0,00E+00	5512,7	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	1537,5	1,99E-01	6513,5	120,0	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	115,3	0,00E+00	5539,2	86,4	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	1468,8	7,45E-01	701,8	11,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	8490,0	6,77E-01	716,5	16,7	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	380,8	7,45E-01	1009,0	10,7	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	36,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	68,8	7,45E-01	1009,0	10,7	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	50,0	2,99E-01	16,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	15,0	5,0

TABLEAU 27c

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	50,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	55,0	2,81E-01	20000,0	64,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10,0	2,99E-01	20000,0	9,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	6392,8	2,44E-01	486,6	125,4	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	15717,8	3,10E-01	318,5	113,7	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	7857,0	1,64E-01	373,3	91,3	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	1462,5	3,70E-01	275,2	118,3	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	2800,0	4,17E-01	275,2	99,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	202,5	9,82E-02	275,2	87,8	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	3475,3	2,86E-01	88,0	787,0	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	3512,8	2,86E-01	88,0	787,0	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	4599,8	2,86E-01	518,1	805,9	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	8,8	2,86E-01	88,0	787,0	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	22,3	2,76E-01	634,2	813,6	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	8,8	2,82E-01	368,7	797,5	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	11,0	3,00E-03	10400,0	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	122,8	2,84E-01	10400,0	203,1	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	195,3	8,52E-02	10337,1	190,5	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	30,8	3,06E-01	9737,2	222,9	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	1,5	6,75E-02	10093,1	197,7	27,9	11,4	45,3	15,4

TABLEAU 27c

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	3986,8	2,28E-01	512,4	351,1	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	12084,8	4,06E-01	523,8	358,0	72,1	22,4	5,0	0,5
8	3	7964,0	2,64E-01	539,4	355,3	49,8	39,8	10,0	0,5
8	4	943,3	2,67E-01	511,8	358,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	2525,8	3,36E-01	512,7	357,4	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	191,8	2,67E-01	513,6	356,5	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	29,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	29,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	29,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	7,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	1275,0	3,19E-01	8,2	1081,4	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	4275,0	4,04E-01	8,2	1081,4	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	2467,5	2,35E-01	8,2	1081,4	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	375,0	3,19E-01	8,2	1081,4	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	937,5	4,04E-01	8,2	1081,4	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	75,0	2,35E-01	8,2	1081,4	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	232,8	4,85E-01	13414,2	71,8	68,5	22,0	9,0	0,5
12	2	402,3	5,58E-01	10313,9	85,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	216,8	5,00E-01	15103,3	66,1	52,2	38,3	8,5	1,0
12	4	51,3	5,91E-01	10231,3	86,2	62,7	24,9	12,4	0,0
12	5	75,5	5,86E-01	10487,5	85,0	43,5	20,0	31,5	5,0
12	6	7,3	5,68E-01	11668,4	79,0	43,0	15,5	34,5	7,0
13	1	22643,0	1,20E-01	1114,4	19,7	66,1	22,4	9,4	2,1
13	2	74695,0	2,03E-01	1089,5	17,6	67,0	27,4	5,1	0,5
13	3	45117,5	1,23E-01	1136,6	21,8	35,8	42,8	17,9	3,5
13	4	6162,0	1,19E-01	1080,8	16,2	62,2	24,9	12,4	0,5
13	5	16115,8	2,04E-01	1086,8	16,9	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	1224,3	1,20E-01	1011,9	18,2	35,5	15,0	40,0	9,5
14	1	7073,3	1,55E+00	60,0	1,3	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5763,5	1,13E-01	60,0	20,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	9235,3	1,33E-01	92,9	542,6	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	545,8	5,39E+00	63,5	0,6	61,0	24,4	12,2	2,4
14	5	1622,8	1,38E-01	91,8	1049,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	208,3	2,25E+00	92,1	20,9	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 27c

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	31044,5	4,55E+00	6,2	9,4	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	105827,0	4,91E+00	6,2	11,5	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	62533,8	4,79E+00	6,9	7,9	34,8	44,8	19,9	0,5
15	4	8780,0	4,63E+00	6,2	9,4	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	23095,5	5,30E+00	6,2	9,4	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	1735,0	5,01E+00	6,2	9,4	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	285,5	0,00E+00	5671,5	85,8	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	945,3	1,99E-01	6745,7	95,1	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	598,0	0,00E+00	6230,1	87,6	11,0	69,0	20,0	0,0
17	4	74,5	0,00E+00	5598,0	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	203,0	1,99E-01	6607,1	95,1	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	15,3	0,00E+00	5806,8	87,0	5,5	10,0	69,5	15,0
18	1	600,0	1,00E-01	574,0	8,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1300,0	9,96E-01	595,0	16,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	100,0	1,00E-01	1030,0	7,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	15,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	1,00E-01	1030,0	7,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	1209,0	3,70E-01	13,2	2,5	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	457,5	5,09E-01	13,2	3,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	39,0	3,70E-01	13,2	2,5	32,5	15,0	42,5	10,0

TABLEAU 27d

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante multidiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
2	1	50,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	2	10,0	0,4	20000,0	1344,5	100	0	0	0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
2	4	20,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	5	3,0	0,4	20000,0	597,6	100	0	0	0
2	6	1,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
3	1	380,0	0,4	1424,2	273,6	83	17	0	0
3	2	450,0	0,6	922,7	384,1	84	16	0	0
3	3	60,0	0,4	1192,0	149,4	82	18	0	0
3	4	100,0	1,3	731,7	248,5	86	14	0	0
3	5	55,0	1,4	623,4	336,1	87	13	0	0
3	6	2,8	0,8	679,9	223,3	87	13	0	0

TABLEAU 28a

Attributs de marché en 2015 (cas d'une forte densité d'utilisateurs)

Catégorie de service	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Taux de mobilité
1	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	1
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2
19	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	25	30	30	30	2

TABLEAU 28b

Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante monodiffusion (cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	46,0	5,98E-01	20000,0	106,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	7,0	5,98E-01	20000,0	102,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	11981,0	2,54E-01	505,3	162,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	24526,8	4,02E-01	379,1	147,3	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	16618,5	2,15E-01	467,4	107,1	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	1771,5	5,60E-01	290,2	156,1	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	3764,0	6,27E-01	275,2	126,6	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	275,3	1,65E-01	282,4	121,2	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	9879,5	5,81E-01	88,0	428,5	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	9917,8	5,81E-01	88,0	428,5	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	13139,3	6,03E-01	99,2	449,5	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	10,3	6,43E-01	88,0	428,5	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	26,5	6,09E-01	96,4	443,2	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	11,0	6,29E-01	91,5	434,8	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	31362,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	63240,3	9,93E-01	15,3	231,0	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	42105,5	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4062,0	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8689,0	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	781,5	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	148,0	2,20E-02	321000,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	2229,0	2,10E-02	2009,6	1054,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	9524,8	3,16E-01	7400,0	1092,6	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	439,0	9,45E-02	10571,5	309,9	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	611,3	2,25E-02	2000,0	1080,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	37,3	5,42E-01	9570,7	368,4	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	124,8	2,40E-02	2200,2	1014,9	27,9	11,4	45,3	15,4

TABLEAU 28b

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	6857,8	1,60E-01	700,8	413,9	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	13632,5	5,83E-01	868,8	413,9	64,4	20,0	8,4	7,1
8	3	9314,0	4,61E-01	868,8	412,4	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	1142,5	2,52E-01	700,8	413,9	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	3053,5	6,02E-01	868,8	413,6	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	230,8	4,63E-01	868,8	413,6	39,0	16,5	36,7	7,8
9	1	306,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408,0	5,98E-01	144,0	38,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51,0	1,99E-01	144,0	38,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102,0	5,98E-01	144,0	38,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	204,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	306,0	5,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	51,0	1,99E-01	16,0	2,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	51,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	51,0	5,98E-01	16,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,99E-01	16,0	2,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	27,8	2,40E-02	321000,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	42,8	1,75E-01	321000,0	61,5	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	14092,8	2,99E-01	36825,4	3,3	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5209,5	5,79E-01	175503,1	27,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	390,5	3,00E-01	36433,0	3,3	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	13253,5	9,39E-01	9869,7	19,2	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	41696,3	2,13E-01	9450,9	73,1	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	32679,0	2,02E-01	10141,0	70,1	46,2	44,2	9,5	0,0
12	4	3899,0	9,51E-01	9425,3	18,5	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	11992,0	2,01E-01	9465,8	70,1	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	985,3	7,82E-01	9599,7	19,2	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	29994,5	2,65E+00	1372,5	62,3	66,1	23,4	10,4	0,0
13	2	85808,5	3,24E+00	1372,5	53,9	67,0	27,9	5,1	0,0
13	3	56159,5	2,89E+00	1372,5	64,4	36,7	45,2	18,1	0,0
13	4	6601,8	3,45E+00	870,3	44,8	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	17283,8	3,72E+00	888,5	44,8	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	1312,5	3,44E+00	936,2	46,0	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	12245,5	1,60E-01	125,8	23,8	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	12245,5	1,74E-01	126,5	23,8	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	19735,8	2,07E-01	176,5	352,9	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	63,0	2,68E-01	48,8	51,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	2293,8	2,10E-01	177,2	1021,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	180,8	2,15E-01	178,1	938,2	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 28b

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	13082,0	1,60E+00	9,7	14,9	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	40999,5	2,29E+00	8,3	17,2	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	24818,8	1,35E+00	35,2	16,6	33,5	38,9	26,6	1,0
15	4	3376,0	1,74E+00	7,6	14,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	9081,0	2,29E+00	54,7	15,6	44,3	13,4	37,8	4,5
15	6	684,5	1,72E+00	85,3	15,6	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	1771,5	6,49E-01	8136,4	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	6184,3	9,49E-01	9623,9	153,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	3778,0	6,58E-01	8426,8	87,3	10,0	70,0	20,0	0,0
17	4	510,3	6,72E-01	8061,6	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	1362,5	9,53E-01	9553,9	153,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	102,8	6,69E-01	8178,7	86,7	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	2496,5	8,14E-01	1001,8	17,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	10152,3	1,07E+00	1016,5	27,8	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,99E-01	990,0	11,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	687,8	8,14E-01	1321,0	16,1	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	71,0	1,99E+00	653,0	72,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	129,8	8,14E-01	1321,0	16,1	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	510,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020,0	5,98E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020,0	5,98E-01	16,0	20,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	51,0	5,98E-01	16,0	20,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	15,0	5,0

TABLEAU 28c

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	51	1,99E-01	20000	3586	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	56	5,61E-01	20000	129	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20	1,99E-01	20000	3586	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10	5,98E-01	20000	17	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1	1,99E-01	20000	3586	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	12272	2,54E-01	495,7	187	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	24871	4,01E-01	322,7	150,6	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	16664,25	2,15E-01	393,6	130,4	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	1848	5,50E-01	275,2	173,6	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	3806	6,14E-01	275,2	138,3	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	277,5	1,62E-01	275,2	128,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	9879,5	5,81E-01	88	1504,3	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	9917,75	5,81E-01	88	1504,3	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	13139,25	6,03E-01	992,1	1525,3	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	10,25	6,43E-01	88	1504,3	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	26,5	6,09E-01	782,7	1519	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	11	6,29E-01	417,9	1510,6	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	31362,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	63240,25	9,93E-01	15,3	231	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	42105,5	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4062	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8689	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	781,5	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111	2,00E-02	302293,9	150	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	111	2,00E-02	302293,9	150	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	148	2,20E-02	302293,9	150	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	191,5	6,00E-03	10400	45	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	335	4,14E-01	10400	388,2	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	439	9,45E-02	10438,5	309,9	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	37,25	5,42E-01	10529,4	334,8	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	2,5	1,06E-01	10457,1	302,1	27,9	11,4	45,3	15,4

TABLEAU 28c

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/ utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	13073,5	2,51E-01	750,9	335,2	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	29299	6,57E-01	780	365,5	72,1	22,4	5,0	0,5
8	3	22739,75	3,96E-01	801,3	363,7	49,8	39,8	10,0	0,5
8	4	1879,75	3,51E-01	749,7	365,8	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	5030,75	4,91E-01	750	365,2	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	380,25	3,52E-01	750,9	364,6	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	306	3,98E-01	144	14	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408	5,98E-01	144	57	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51	1,99E-01	144	57	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51	3,98E-01	144	14	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102	5,98E-01	144	57	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10	1,99E-01	144	14	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	2103	5,79E-01	8,3	1082,8	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	7249,5	7,19E-01	8,3	1082,8	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	4250,25	4,39E-01	8,3	1082,8	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	623,25	5,79E-01	8,3	1082,8	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	1598,25	7,19E-01	8,3	1082,8	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	124,5	4,39E-01	8,3	1082,8	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	27,75	2,40E-02	304587,8	18	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	42,75	1,75E-01	304587,8	22,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	37	3,00E-02	304587,8	18	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5	3,98E-01	500000	7	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	11217,5	1,54E-01	10435,7	25	68,5	22,0	9,0	0,5
12	2	39423,25	1,50E-01	8246,3	23,8	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	23809,25	1,56E-01	11734,9	25,9	52,2	38,3	8,5	1,0
12	4	3288,25	1,51E-01	8176,6	23,8	62,7	24,9	12,4	0,0
12	5	8707	1,51E-01	8344,5	23,8	43,5	20,0	31,5	5,0
12	6	654,75	1,52E-01	9145,3	24,4	43,0	15,5	34,5	7,0
13	1	20780,75	2,12E-01	1149,5	35,2	66,1	22,4	9,4	2,1
13	2	48677,25	3,85E-01	1180,1	26,1	67,0	27,4	5,1	0,5
13	3	34998	2,29E-01	1181,9	37,3	35,8	42,8	17,9	3,5
13	4	3380,5	2,37E-01	1229,3	21,9	62,2	24,9	12,4	0,5
13	5	8693,75	4,10E-01	1227,8	22,6	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	668,25	2,41E-01	1135,5	25,9	35,5	15,0	40,0	9,5
14	1	13650	1,02E+00	60	3,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	12245,5	1,74E-01	60	22,4	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	19735,75	2,07E-01	94,3	351,5	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	578,25	6,91E+00	68,4	1,5	61,0	24,4	12,2	2,4
14	5	2293,75	2,10E-01	92,1	1020,2	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	265	2,46E+00	93	23,9	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 28c

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	32207	8,69E+00	7,6	17,8	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	109849,5	9,40E+00	6,9	22,3	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	65052,75	8,76E+00	8,3	15,1	34,8	44,8	19,9	0,5
15	4	9113,5	8,84E+00	6,9	17,8	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	23982,5	9,78E+00	7,6	17,8	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	1802	9,22E+00	7,6	17,8	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51	3,98E-01	20000	12	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10	3,98E-01	20000	12	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0	0,00E+00	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	298,25	5,06E-01	9044,5	85,8	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	880,75	9,02E-01	10442,9	105,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	596	5,50E-01	11004,2	93,9	11,0	69,0	20,0	0,0
17	4	68,25	6,35E-01	8482,3	87,3	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	184	9,31E-01	9920,7	104,4	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	14,25	6,17E-01	9351,5	89,7	5,5	10,0	69,5	15,0
18	1	612	1,99E-01	574	17	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1326	1,99E+00	595	32	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20	1,99E-01	990	5	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	102	1,99E-01	1030	15	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	71	1,99E+00	653	31	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10	1,99E-01	1030	15	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	510	1,99E-01	144	10	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020	5,98E-01	144	10	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51	1,99E-01	144	10	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51	1,99E-01	144	10	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51	1,99E-01	144	10	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10	1,99E-01	144	10	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020	1,99E-01	16	12	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020	5,98E-01	16	20	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	1210,5	4,39E-01	13,2	4,3	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	102	1,99E-01	16	12	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	458,25	7,19E-01	13,2	6,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	39	4,39E-01	13,2	4,3	32,5	15,0	42,5	10,0

TABLEAU 28d

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante multidiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
2	1	51,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,2	0,8	20000,0	2689,6	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,4	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	0,8	20000,0	1195,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	387,6	0,8	1424,2	547,3	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	459,0	1,2	922,7	768,4	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,2	0,8	1192,0	298,8	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	102,0	2,6	731,7	497,0	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,1	2,8	623,4	672,4	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	1,6	679,9	446,7	87,0	13,0	0,0	0,0

TABLEAU 29a

Attributs de marché en 2020 (cas d'une forte densité d'utilisateurs)

Catégorie de service	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Taux de mobilité
1	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	25	30	30	30	2
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
19	25	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	25	30	30	30	2

TABLEAU 29b

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/ utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	4730,0	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	17062,5	7,07E-01	11240,0	513,3	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	10216,8	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	1419,0	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3789,3	7,07E-01	11240,0	508,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	18096,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	35528,0	6,30E-01	379,8	214,8	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	26291,5	3,01E-01	470,9	146,9	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	2338,5	8,88E-01	290,2	229,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	5266,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	387,8	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	13089,8	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	13128,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	17421,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	14,3	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	33,8	1,13E+00	105,0	819,8	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	14,5	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	37575,8	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	68203,0	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	45589,3	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4373,8	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8709,5	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	842,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	5080,5	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	13683,0	3,10E-02	8075,5	1136,3	72,1	22,4	5,0	0,5
7	3	2971,8	0,00E+00	10963,1	480,0	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	917,0	0,00E+00	3000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	44,3	5,92E-01	9992,8	533,6	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	187,0	0,00E+00	3409,7	988,2	5,5	10,0	69,5	15,0

TABLEAU 29b

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	15782,5	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	15861,0	9,32E-01	868,8	486,2	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	21320,3	7,93E-01	868,8	486,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	68,5	1,03E+00	868,8	493,1	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	9,0	7,39E-01	868,8	493,1	38,5	17,6	36,2	7,7
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	27,8	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	43,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	18793,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	6950,8	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	521,0	3,00E-01	89978,0	6,0	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	35244,0	2,84E+00	11059,6	33,1	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	120974,5	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	82235,8	2,28E+00	11344,8	75,2	46,0	44,0	10,0	0,0
12	4	10549,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	30422,0	2,31E+00	9858,5	21,2	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	2373,3	2,56E+00	9953,7	21,2	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	14325,3	2,43E-01	1360,5	149,3	65,1	23,3	11,6	0,0
13	2	14293,5	5,03E-01	1360,8	148,6	64,7	29,9	5,4	0,0
13	3	17566,0	3,29E-01	1359,6	156,3	36,5	45,7	17,8	0,0
13	4	75,5	9,70E-01	1358,1	176,6	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	110,8	1,76E+00	1358,1	175,2	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	24,5	1,14E+00	1249,6	177,9	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	15514,5	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	15514,5	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	26031,8	3,12E-01	177,0	314,1	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	67,3	5,28E-01	48,8	66,9	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	2977,3	2,97E-01	177,8	981,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	233,3	3,23E-01	177,6	852,6	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 29b

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	13139,8	2,06E+00	11,5	30,0	66,5	22,2	9,9	1,5
15	2	41089,8	3,15E+00	7,9	33,2	67,2	27,4	5,0	0,5
15	3	25608,0	1,23E+00	20,1	35,9	33,3	38,2	26,5	2,0
15	4	3382,0	2,47E+00	7,0	27,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	9313,8	3,14E+00	30,1	29,3	44,0	12,5	39,5	4,0
15	6	702,8	2,47E+00	36,5	30,7	34,5	14,0	41,0	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	4493,3	7,13E-01	10056,5	32,7	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	16242,8	1,01E+00	9931,2	179,5	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	2969,5	8,24E-01	10911,4	90,6	10,5	69,5	20,0	0,0
17	4	1309,8	7,28E-01	9481,7	32,1	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	1044,0	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	262,5	7,27E-01	9816,7	32,7	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	15,0	5,0

TABLEAU 29c

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	4730,0	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	17062,5	7,07E-01	11240,0	513,3	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	10216,8	1,44E-01	11240,0	360,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	1419,0	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3789,3	7,07E-01	11240,0	508,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	18096,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	35528,0	6,30E-01	379,8	214,8	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	26291,5	3,01E-01	470,9	146,9	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	2338,5	8,88E-01	290,2	229,2	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	5266,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	387,8	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	13089,8	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	13128,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	17421,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	14,3	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	33,8	1,13E+00	105,0	819,8	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	14,5	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	37575,8	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	68203,0	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	45589,3	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	4373,8	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	8709,5	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	842,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	5080,5	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	13683,0	3,10E-02	8075,5	1136,3	65,9	20,7	7,4	6,0
7	3	2971,8	0,00E+00	10963,1	480,0	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	917,0	0,00E+00	3000,0	1080,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	44,3	5,92E-01	9992,8	533,6	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	187,0	0,00E+00	3409,7	988,2	28,5	12,0	44,0	15,5

TABLEAU 29c

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	15782,5	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	15861,0	9,32E-01	868,8	486,2	70,0	21,7	6,3	1,9
8	3	21320,3	7,93E-01	868,8	486,2	48,3	38,6	9,7	3,4
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	68,5	1,03E+00	868,8	493,1	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	9,0	7,39E-01	868,8	493,1	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	27,8	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	43,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	18793,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	6950,8	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	521,0	3,00E-01	89978,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	35244,0	2,84E+00	11059,6	33,1	68,3	22,1	9,0	0,5
12	2	120974,5	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	82235,8	2,28E+00	11344,8	75,2	50,0	40,5	9,0	0,5
12	4	10549,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	30422,0	2,31E+00	9858,5	21,2	43,0	20,0	32,0	5,0
12	6	2373,3	2,56E+00	9953,7	21,2	41,8	15,4	35,3	7,5
13	1	14325,3	2,43E-01	1360,5	149,3	68,5	21,2	7,9	2,4
13	2	14293,5	5,03E-01	1360,8	148,6	67,4	25,8	5,1	1,7
13	3	17566,0	3,29E-01	1359,6	156,3	38,6	39,7	17,4	4,3
13	4	75,5	9,70E-01	1358,1	176,6	61,9	24,8	12,4	1,0
13	5	110,8	1,76E+00	1358,1	175,2	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	24,5	1,14E+00	1249,6	177,9	35,3	14,9	39,8	10,0
14	1	15514,5	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	15514,5	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	26031,8	3,12E-01	177,0	314,1	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	67,3	5,28E-01	48,8	66,9	60,7	23,8	12,1	3,4
14	5	2977,3	2,97E-01	177,8	981,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	233,3	3,23E-01	177,6	852,6	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 29c

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/ utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	13139,8	2,06E+00	11,5	30,0	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	41089,8	3,15E+00	7,9	33,2	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	25608,0	1,23E+00	20,1	35,9	35,0	45,0	19,5	0,5
15	4	3382,0	2,47E+00	7,0	27,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	9313,8	3,14E+00	30,1	29,3	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	702,8	2,47E+00	36,5	30,7	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	4493,3	7,13E-01	10056,5	32,7	56,6	24,2	19,2	0,0
17	2	16242,8	1,01E+00	9931,2	179,5	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	2969,5	8,24E-01	10911,4	90,6	13,9	66,2	19,4	0,5
17	4	1309,8	7,28E-01	9481,7	32,1	45,3	29,9	24,9	0,0
17	5	1044,0	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	262,5	7,27E-01	9816,7	32,7	7,0	10,0	68,0	15,0
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	32,5	15,0	42,5	10,0

TABLEAU 29d

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante multidiffusion
(cas d'une forte densité d'utilisateurs)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
2	1	51,5	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,3	1,7	20000,0	5554,5	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,6	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	1,7	20000,0	2468,7	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	391,4	1,7	1424,2	1130,4	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	463,5	2,5	922,7	1587,0	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,8	1,7	1192,0	617,2	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	103,0	5,4	731,7	1026,4	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,7	5,8	623,4	1388,6	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	3,3	679,9	922,5	87,0	13,0	0,0	0,0

TABLEAU 30a

Attributs de marché en 2010 (cas d'une faible densité d'utilisateurs)

Catégorie de service	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Taux de mobilité
1	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2
19	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)

TABLEAU 30b

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/ utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	55,0	25,0	20,0	0,0
2	2	45,0	2,99E-01	20000,0	53,0	77,5	17,5	5,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	10,0	70,0	20,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	45,0	30,0	25,0	0,0
2	5	7,0	2,99E-01	20000,0	51,0	55,0	10,0	30,0	5,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	5,0	10,0	70,0	15,0
3	1	3637,6	2,44E-01	496,2	113,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	6716,1	3,10E-01	374,9	110,2	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	1674,4	1,64E-01	447,1	71,7	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	757,5	3,74E-01	290,2	109,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	827,8	4,24E-01	275,2	85,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	53,7	9,97E-02	282,4	79,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	735,1	2,86E-01	88,0	249,4	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	782,6	2,86E-01	88,0	249,4	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	936,0	2,86E-01	88,0	268,3	49,3	32,3	13,8	4,6
4	4	5,8	2,86E-01	88,0	249,4	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	20,5	2,76E-01	88,0	276,0	54,8	9,5	30,7	5,0
4	6	5,8	2,82E-01	88,0	259,9	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	2,2	3,00E-03	11230,4	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	102,2	2,84E-01	10657,1	219,9	70,0	21,7	5,8	2,4
7	3	39,1	8,52E-02	10427,3	190,5	33,3	42,3	17,9	6,5
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	30,2	3,06E-01	8844,2	239,7	48,5	14,1	30,1	7,3
7	6	0,3	6,75E-02	9679,1	197,7	6,5	10,0	68,5	15,0

TABLEAU 30b

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	792,0	1,16E-01	801,9	713,3	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	3547,8	1,19E-01	849,6	1050,5	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	1204,1	2,52E-01	868,8	384,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	242,4	1,41E-01	767,6	449,6	90,0	10,0	0,0	0,0
8	5	481,1	3,22E-01	868,8	386,3	47,6	16,7	28,6	7,1
8	6	49,6	1,98E-01	832,2	970,1	39,7	15,4	37,4	7,5
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	19,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	19,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	5,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	19,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	200,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	300,0	2,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	50,0	1,00E-01	16,0	1,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	50,0	1,99E-01	16,0	1,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	50,0	2,99E-01	16,0	1,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,00E-01	16,0	1,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	32,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	1354,4	3,00E-01	30000,0	2,4	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	506,4	4,39E-01	171000,0	15,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	37,6	3,00E-01	30000,0	2,4	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	265,5	5,76E-01	10256,8	92,9	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	532,4	5,95E-01	9779,8	95,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	2203,8	2,33E-01	10532,6	31,1	46,2	44,2	9,5	0,0
12	4	67,9	6,00E-01	9767,9	95,9	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	852,3	2,31E-01	9820,1	30,8	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	65,2	2,32E-01	9972,0	30,8	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	8365,5	2,24E+00	1371,9	23,6	66,1	23,4	10,4	0,0
13	2	23720,5	2,19E+00	1371,9	32,0	67,0	27,9	5,1	0,0
13	3	13392,2	2,12E+00	1371,9	36,2	36,7	45,2	18,1	0,0
13	4	2071,8	2,30E+00	850,9	22,9	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	4905,2	2,31E+00	859,6	22,9	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	400,7	2,30E+00	884,1	23,5	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	3552,7	1,07E-01	125,1	21,7	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	3552,7	1,13E-01	126,5	21,7	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	2007,1	1,33E-01	177,4	544,0	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	20,5	1,42E-01	48,8	42,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	404,6	1,38E-01	177,9	1051,0	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	37,9	1,40E-01	177,5	1005,4	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 30b

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	4858,9	1,20E+00	8,3	8,5	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	10065,4	1,55E+00	7,6	10,0	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	4666,1	1,08E+00	32,8	9,0	33,5	38,9	26,6	1,0
15	4	791,0	1,27E+00	7,6	8,5	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	1735,9	1,55E+00	39,4	9,2	44,3	13,4	37,8	4,5
15	6	132,8	1,27E+00	61,3	9,2	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	54,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	390,7	0,00E+00	5521,6	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	1430,1	1,99E-01	6530,6	120,0	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	840,2	0,00E+00	5594,0	86,7	10,0	70,0	20,0	0,0
17	4	115,0	0,00E+00	5512,7	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	315,5	1,99E-01	6513,5	120,0	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	23,1	0,00E+00	5539,2	86,4	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	773,8	7,45E-01	701,8	11,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	2738,0	6,77E-01	716,5	16,7	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	156,2	7,45E-01	1009,0	10,7	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	36,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	21,8	7,45E-01	1009,0	10,7	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	50,0	2,99E-01	16,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,00E-01	16,0	6,0	60,0	20,0	15,0	5,0

TABLEAU 30c

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	50,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	55,0	2,81E-01	20000,0	64,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10,0	2,99E-01	20000,0	9,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	1,00E-01	20000,0	1793,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	3998,6	2,44E-01	486,6	125,4	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	7143,6	3,10E-01	318,5	113,7	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	1731,4	1,64E-01	373,3	91,3	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	852,5	3,70E-01	275,2	118,3	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	880,0	4,17E-01	275,2	99,7	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	56,5	9,82E-02	275,2	87,8	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	735,1	2,86E-01	88,0	787,0	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	782,6	2,86E-01	88,0	787,0	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	936,0	2,86E-01	518,1	805,9	50,0	32,4	13,0	4,6
4	4	5,8	2,86E-01	88,0	787,0	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	20,5	2,76E-01	634,2	813,6	53,8	8,5	33,2	4,5
4	6	5,8	2,82E-01	368,7	797,5	50,5	7,8	34,5	7,3
5	1	15616,9	6,48E-01	15,3	221,7	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	34488,8	8,26E-01	15,3	232,7	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	22271,6	7,81E-01	15,3	217,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	2240,7	1,38E+00	14,6	208,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	4902,9	1,69E+00	11,8	227,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	414,2	1,35E+00	15,3	207,5	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	2,2	3,00E-03	10400,0	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	102,2	2,84E-01	10400,0	203,1	65,3	20,5	7,3	6,8
7	3	39,1	8,52E-02	10337,1	190,5	31,7	42,1	18,8	7,4
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	30,2	3,06E-01	9737,2	222,9	48,0	13,2	32,4	6,4
7	6	0,3	6,75E-02	10093,1	197,7	27,9	11,4	45,3	15,4

TABLEAU 30c

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	837,4	2,28E-01	512,4	351,1	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	2497,0	4,06E-01	523,8	358,0	72,1	22,4	5,0	0,5
8	3	1600,8	2,64E-01	539,4	355,3	49,8	39,8	10,0	0,5
8	4	204,7	2,67E-01	511,8	358,0	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	545,2	3,36E-01	512,7	357,4	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	42,4	2,67E-01	513,6	356,5	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	300,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	400,0	2,99E-01	144,0	29,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	50,0	1,00E-01	144,0	29,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	50,0	1,99E-01	144,0	7,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	100,0	2,99E-01	144,0	29,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,00E-01	144,0	7,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	415,0	3,19E-01	8,2	1081,4	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	1095,0	4,04E-01	8,2	1081,4	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	533,5	2,35E-01	8,2	1081,4	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	115,0	3,19E-01	8,2	1081,4	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	227,5	4,04E-01	8,2	1081,4	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	23,0	2,35E-01	8,2	1081,4	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	2	20,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5,0	1,99E-01	500000,0	4,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	206,6	4,85E-01	13414,2	71,8	68,5	22,0	9,0	0,5
12	2	320,5	5,58E-01	10313,9	85,6	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	51,4	5,00E-01	15103,3	66,1	52,2	38,3	8,5	1,0
12	4	50,3	5,91E-01	10231,3	86,2	62,7	24,9	12,4	0,0
12	5	55,1	5,86E-01	10487,5	85,0	43,5	20,0	31,5	5,0
12	6	5,5	5,68E-01	11668,4	79,0	43,0	15,5	34,5	7,0
13	1	6128,6	1,20E-01	1114,4	19,7	66,1	22,4	9,4	2,1
13	2	16539,0	2,03E-01	1089,5	17,6	67,0	27,4	5,1	0,5
13	3	9103,5	1,23E-01	1136,6	21,8	35,8	42,8	17,9	3,5
13	4	1392,4	1,19E-01	1080,8	16,2	62,2	24,9	12,4	0,5
13	5	3303,2	2,04E-01	1086,8	16,9	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	264,9	1,20E-01	1011,9	18,2	35,5	15,0	40,0	9,5
14	1	3814,7	1,55E+00	60,0	1,3	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	3552,7	1,13E-01	60,0	20,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	2007,1	1,33E-01	92,9	542,6	25,4	63,7	10,4	0,5
14	4	269,2	5,39E+00	63,5	0,6	61,0	24,4	12,2	2,4
14	5	404,6	1,38E-01	91,8	1049,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	53,7	2,25E+00	92,1	20,9	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 30c

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	8608,9	4,55E+00	6,2	9,4	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	23565,4	4,91E+00	6,2	11,5	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	12666,8	4,79E+00	6,9	7,9	34,8	44,8	19,9	0,5
15	4	1916,0	4,63E+00	6,2	9,4	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	4699,1	5,30E+00	6,2	9,4	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	355,0	5,01E+00	6,2	9,4	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	50,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	1,99E-01	20000,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	57,1	0,00E+00	5671,5	85,8	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	229,1	1,99E-01	6745,7	95,1	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	119,6	0,00E+00	6230,1	87,6	11,0	69,0	20,0	0,0
17	4	14,9	0,00E+00	5598,0	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	48,6	1,99E-01	6607,1	95,1	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	3,1	0,00E+00	5806,8	87,0	5,5	10,0	69,5	15,0
18	1	600,0	1,00E-01	574,0	8,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1300,0	9,96E-01	595,0	16,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20,0	1,00E-01	990,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	100,0	1,00E-01	1030,0	7,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	70,0	9,96E-01	653,0	15,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	1,00E-01	1030,0	7,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	500,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1000,0	2,99E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	50,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,00E-01	144,0	5,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1000,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1000,0	2,99E-01	16,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	321,8	3,70E-01	13,2	2,5	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	100,0	1,00E-01	16,0	6,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	131,5	5,09E-01	13,2	3,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	15,8	3,70E-01	13,2	2,5	32,5	15,0	42,5	10,0

TABLEAU 30d

**Attributs de marché en 2010 pour une liaison descendante multidiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
2	1	50,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	2	10,0	0,4	20000,0	1344,5	100	0	0	0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
2	4	20,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
2	5	3,0	0,4	20000,0	597,6	100	0	0	0
2	6	1,0	0,1	20000,0	3585,4	100	0	0	0
3	1	380,0	0,4	1424,2	273,6	83	17	0	0
3	2	450,0	0,6	922,7	384,1	84	16	0	0
3	3	60,0	0,4	1192,0	149,4	82	18	0	0
3	4	100,0	1,3	731,7	248,5	86	14	0	0
3	5	55,0	1,4	623,4	336,1	87	13	0	0
3	6	2,8	0,8	679,9	223,3	87	13	0	0

TABLEAU 31a

Attributs de marché en 2015 (cas d'une faible densité d'utilisateurs)

Catégorie de service	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Taux de mobilité
1	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	1
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2
19	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	5	30	30	30	2

TABLEAU 31b

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/ utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	46,0	5,98E-01	20000,0	106,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5	7,0	5,98E-01	20000,0	102,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	1	4860,2	2,54E-01	505,3	162,5	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	8618,2	4,02E-01	379,1	147,3	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	3438,1	2,15E-01	467,4	107,1	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	843,9	5,60E-01	290,2	156,1	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	1034,4	6,27E-01	275,2	126,6	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	68,7	1,65E-01	282,4	121,2	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2016,7	5,81E-01	88,0	428,5	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2065,2	5,81E-01	88,0	428,5	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	2643,9	6,03E-01	99,2	449,5	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	7,7	6,43E-01	88,0	428,5	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	21,3	6,09E-01	96,4	443,2	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	8,6	6,29E-01	91,5	434,8	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	7904,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	14280,1	9,93E-01	15,3	231,0	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	8829,1	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1057,2	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1843,4	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	172,3	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	111,0	2,00E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	148,0	2,20E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	445,8	2,10E-02	2009,6	1054,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	2068,2	3,16E-01	7400,0	1092,6	72,1	22,4	5,0	0,5
7	3	87,8	9,45E-02	10571,5	309,9	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	122,3	2,25E-02	2000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	32,3	5,42E-01	9570,7	368,4	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	25,0	2,40E-02	2200,2	1014,9	5,5	10,0	69,5	15,0

TABLEAU 31b

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/ utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	1412,4	1,60E-01	700,8	413,9	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	2808,1	5,83E-01	868,8	413,9	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	1870,8	4,61E-01	868,8	412,4	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	244,5	2,52E-01	700,8	413,9	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	651,5	6,02E-01	868,8	413,6	46,3	18,1	27,8	7,9
8	6	50,2	4,63E-01	868,8	413,6	38,5	17,6	36,2	7,7
9	1	306,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408,0	5,98E-01	144,0	38,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51,0	1,99E-01	144,0	38,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51,0	3,98E-01	144,0	10,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102,0	5,98E-01	144,0	38,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	204,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	306,0	5,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	51,0	1,99E-01	16,0	2,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	51,0	3,98E-01	16,0	2,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	51,0	5,98E-01	16,0	2,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	1,99E-01	16,0	2,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	5,6	2,40E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	24,6	1,75E-01	321000,0	61,5	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	2818,6	2,99E-01	36825,4	3,3	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	1045,9	5,79E-01	175503,1	27,2	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	78,1	3,00E-01	36433,0	3,3	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	2813,9	9,39E-01	9869,7	19,2	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	8584,1	2,13E-01	9450,9	73,1	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	6543,8	2,02E-01	10141,0	70,1	46,0	44,0	10,0	0,0
12	4	820,6	9,51E-01	9425,3	18,5	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	2439,2	2,01E-01	9465,8	70,1	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	201,1	7,82E-01	9599,7	19,2	40,5	15,0	37,0	7,5
13	1	7630,9	2,65E+00	1372,5	62,3	65,1	23,3	11,6	0,0
13	2	18793,7	3,24E+00	1372,5	53,9	64,7	29,9	5,4	0,0
13	3	11313,5	2,89E+00	1372,5	64,4	36,5	45,7	17,8	0,0
13	4	1483,6	3,45E+00	870,3	44,8	62,5	25,0	12,5	0,0
13	5	3538,4	3,72E+00	888,5	44,8	40,0	20,0	35,0	5,0
13	6	282,5	3,44E+00	936,2	46,0	36,0	15,0	40,0	9,0
14	1	4897,1	1,60E-01	125,8	23,8	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	4897,1	1,74E-01	126,5	23,8	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	4110,4	2,07E-01	176,5	352,9	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	25,4	2,68E-01	48,8	51,4	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	540,4	2,10E-01	177,2	1021,6	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	48,2	2,15E-01	178,1	938,2	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 31b

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	5064,4	1,60E+00	9,7	14,9	66,5	22,2	9,9	1,5
15	2	10647,9	2,29E+00	8,3	17,2	67,2	27,4	5,0	0,5
15	3	5127,0	1,35E+00	35,2	16,6	33,3	38,2	26,5	2,0
15	4	838,4	1,74E+00	7,6	14,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	1897,8	2,29E+00	54,7	15,6	44,0	12,5	39,5	4,0
15	6	144,9	1,72E+00	85,3	15,6	34,5	14,0	41,0	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	3,98E-01	20000,0	108,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	354,3	6,49E-01	8136,4	86,4	55,0	25,0	20,0	0,0
17	2	1277,7	9,49E-01	9623,9	153,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	755,6	6,58E-01	8426,8	87,3	10,5	69,5	20,0	0,0
17	4	102,1	6,72E-01	8061,6	86,4	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	280,5	9,53E-01	9553,9	153,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	20,6	6,69E-01	8178,7	86,7	5,0	10,0	70,0	15,0
18	1	988,9	8,14E-01	1001,8	17,6	67,5	22,5	10,0	0,0
18	2	3091,3	1,07E+00	1016,5	27,8	67,5	27,5	5,0	0,0
18	3	20,0	1,99E-01	990,0	11,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	219,2	8,14E-01	1321,0	16,1	62,5	25,0	12,5	0,0
18	5	71,0	1,99E+00	653,0	72,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	34,0	8,14E-01	1321,0	16,1	32,5	15,0	42,5	10,0
19	1	510,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020,0	5,98E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020,0	5,98E-01	16,0	20,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	51,0	5,98E-01	16,0	20,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	1,99E-01	16,0	12,0	60,0	20,0	15,0	5,0

TABLEAU 31c

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	51,0	1,99E-01	20000,0	3586,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	56,0	5,61E-01	20000,0	129,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,0	1,99E-01	20000,0	3586,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	10,0	5,98E-01	20000,0	17,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	1,99E-01	20000,0	3586,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	5228,8	2,54E-01	495,7	187,0	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	9054,2	4,01E-01	322,7	150,6	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	3496,1	2,15E-01	393,6	130,4	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	940,8	5,50E-01	275,2	173,6	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	1087,6	6,14E-01	275,2	138,3	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	71,5	1,62E-01	275,2	128,4	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2016,7	5,81E-01	88,0	1504,3	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2065,2	5,81E-01	88,0	1504,3	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	2643,9	6,03E-01	992,1	1525,3	49,8	32,3	13,4	4,6
4	4	7,7	6,43E-01	88,0	1504,3	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	21,3	6,09E-01	782,7	1519,0	54,3	9,5	31,7	4,5
4	6	8,6	6,29E-01	417,9	1510,6	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	7904,5	7,97E-01	15,3	231,5	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	14280,1	9,93E-01	15,3	231,0	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	8829,1	9,15E-01	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1057,2	1,56E+00	15,3	205,9	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1843,4	2,02E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	172,3	1,54E+00	15,3	205,2	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	111,0	2,00E-02	302293,9	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	111,0	2,00E-02	302293,9	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	148,0	2,20E-02	302293,9	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	38,3	6,00E-03	10400,0	45,0	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	195,8	4,14E-01	10400,0	388,2	65,9	20,7	7,4	6,0
7	3	87,8	9,45E-02	10438,5	309,9	32,0	42,5	18,0	7,5
7	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	5	32,3	5,42E-01	10529,4	334,8	48,5	13,7	30,9	6,9
7	6	0,5	1,06E-01	10457,1	302,1	28,5	12,0	44,0	15,5

TABLEAU 31c

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	2655,5	2,51E-01	750,9	335,2	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	5941,4	6,57E-01	780,0	365,5	70,0	21,7	6,3	1,9
8	3	4556,0	3,96E-01	801,3	363,7	48,3	38,6	9,7	3,4
8	4	392,0	3,51E-01	749,7	365,8	67,5	20,0	12,5	0,0
8	5	1047,0	4,91E-01	750,0	365,2	50,0	15,0	30,0	5,0
8	6	80,1	3,52E-01	750,9	364,6	42,5	10,0	40,0	7,5
9	1	306,0	3,98E-01	144,0	14,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	408,0	5,98E-01	144,0	57,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	51,0	1,99E-01	144,0	57,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	51,0	3,98E-01	144,0	14,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	102,0	5,98E-01	144,0	57,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	1,99E-01	144,0	14,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	583,8	5,79E-01	8,3	1082,8	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	1694,7	7,19E-01	8,3	1082,8	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	890,9	4,39E-01	8,3	1082,8	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	165,5	5,79E-01	8,3	1082,8	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	360,5	7,19E-01	8,3	1082,8	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	32,9	4,39E-01	8,3	1082,8	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	5,6	2,40E-02	304587,8	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	24,6	1,75E-01	304587,8	22,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	7,4	3,00E-02	304587,8	18,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	5,0	3,98E-01	500000,0	7,0	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	1	2406,7	1,54E-01	10435,7	25,0	68,3	22,1	9,0	0,5
12	2	8129,5	1,50E-01	8246,3	23,8	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	4769,9	1,56E-01	11734,9	25,9	50,0	40,5	9,0	0,5
12	4	698,5	1,51E-01	8176,6	23,8	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	1782,2	1,51E-01	8344,5	23,8	43,0	20,0	32,0	5,0
12	6	135,0	1,52E-01	9145,3	24,4	41,8	15,4	35,3	7,5
13	1	5788,2	2,12E-01	1149,5	35,2	68,5	21,2	7,9	2,4
13	2	11367,5	3,85E-01	1180,1	26,1	67,4	25,8	5,1	1,7
13	3	7081,2	2,29E-01	1181,9	37,3	38,6	39,7	17,4	4,3
13	4	839,3	2,37E-01	1229,3	21,9	61,9	24,8	12,4	1,0
13	5	1820,4	4,10E-01	1227,8	22,6	39,8	19,9	34,8	5,5
13	6	153,7	2,41E-01	1135,5	25,9	35,3	14,9	39,8	10,0
14	1	5178,0	1,02E+00	60,0	3,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	4897,1	1,74E-01	60,0	22,4	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	4110,4	2,07E-01	94,3	351,5	26,0	62,5	11,0	0,5
14	4	278,9	6,91E+00	68,4	1,5	60,7	23,8	12,1	3,4
14	5	540,4	2,10E-01	92,1	1020,2	35,0	60,0	5,0	0,0
14	6	65,0	2,46E+00	93,0	23,9	32,7	59,8	5,0	2,5

TABLEAU 31c

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	8889,4	8,69E+00	7,6	17,8	67,5	22,5	10,0	0,0
15	2	24417,9	9,40E+00	6,9	22,3	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	13173,8	8,76E+00	8,3	15,1	35,0	45,0	19,5	0,5
15	4	1985,9	8,84E+00	6,9	17,8	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	4878,1	9,78E+00	7,6	17,8	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	368,4	9,22E+00	7,6	17,8	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	51,0	3,98E-01	20000,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	3,98E-01	20000,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	59,7	5,06E-01	9044,5	85,8	56,6	24,2	19,2	0,0
17	2	217,0	9,02E-01	10442,9	105,9	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	119,2	5,50E-01	11004,2	93,9	13,9	66,2	19,4	0,5
17	4	13,7	6,35E-01	8482,3	87,3	45,3	29,9	24,9	0,0
17	5	44,8	9,31E-01	9920,7	104,4	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	2,9	6,17E-01	9351,5	89,7	7,0	10,0	68,0	15,0
18	1	612,0	1,99E-01	574,0	17,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1326,0	1,99E+00	595,0	32,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	20,0	1,99E-01	990,0	5,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	102,0	1,99E-01	1030,0	15,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	71,0	1,99E+00	653,0	31,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	1,99E-01	1030,0	15,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	510,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1020,0	5,98E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	51,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	1,99E-01	144,0	10,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1020,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1020,0	5,98E-01	16,0	20,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	323,7	4,39E-01	13,2	4,3	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	102,0	1,99E-01	16,0	12,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	132,5	7,19E-01	13,2	6,7	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	15,8	4,39E-01	13,2	4,3	32,5	15,0	42,5	10,0

TABLEAU 31d

**Attributs de marché en 2015 pour une liaison descendante multidiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
2	1	51,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,2	0,8	20000,0	2689,6	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,4	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	0,8	20000,0	1195,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,2	20000,0	7172,1	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	387,6	0,8	1424,2	547,3	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	459,0	1,2	922,7	768,4	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,2	0,8	1192,0	298,8	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	102,0	2,6	731,7	497,0	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,1	2,8	623,4	672,4	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	1,6	679,9	446,7	87,0	13,0	0,0	0,0

TABLEAU 32a

Attributs de marché en 2020 (cas d'une faible densité d'utilisateurs)

Catégorie de service	U (%)	Q (%)	R (%)	μ (%)	Taux de mobilité
1	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
2	5	30	30	30	2
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
19	5	30	30	30	2 (Pas d'intervalle dans le Rapport UIT-R M.2072)
20	5	30	30	30	2

TABLEAU 32b

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	946,0	1,44E-01	11240,0	360,0	55,0	25,0	20,0	0,0
2	2	3449,3	7,07E-01	11240,0	513,3	77,5	17,5	5,0	0,0
2	3	2043,4	1,44E-01	11240,0	360,0	10,0	70,0	20,0	0,0
2	4	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	45,0	30,0	25,0	0,0
2	5	763,5	7,07E-01	11240,0	508,4	55,0	10,0	30,0	5,0
2	6	56,8	1,44E-01	11240,0	360,0	5,0	10,0	70,0	15,0
3	1	6108,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	10855,2	6,30E-01	379,8	214,8	69,0	26,0	5,0	0,0
3	3	5373,5	3,01E-01	470,9	146,9	47,0	43,0	10,0	0,0
3	4	962,1	8,88E-01	290,2	229,2	65,5	22,0	12,5	0,0
3	5	1337,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	91,2	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2659,6	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2708,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	3501,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,3	32,3	13,8	4,6
4	4	12,5	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	23,6	1,13E+00	105,0	819,8	54,8	9,5	30,7	5,0
4	6	13,3	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	9163,2	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	15288,6	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	9529,9	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1122,0	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1858,7	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	183,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	1016,1	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	2901,4	3,10E-02	8075,5	1136,3	70,0	21,7	5,8	2,4
7	3	594,4	0,00E+00	10963,1	480,0	33,3	42,3	17,9	6,5
7	4	183,4	0,00E+00	3000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	33,7	5,92E-01	9992,8	533,6	48,5	14,1	30,1	7,3
7	6	37,4	0,00E+00	3409,7	988,2	6,5	10,0	68,5	15,0

TABLEAU 32b

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	3198,1	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	3254,6	9,32E-01	868,8	486,2	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	4272,1	7,93E-01	868,8	486,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	90,0	10,0	0,0	0,0
8	5	55,3	1,03E+00	868,8	493,1	47,6	16,7	28,6	7,1
8	6	5,8	7,39E-01	868,8	493,1	39,7	15,4	37,4	7,5
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	70,0	20,0	10,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	80,0	20,0	0,0	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	60,0	20,0	20,0	0,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	65,0	20,0	10,0	5,0
11	1	5,6	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	25,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	3758,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	1394,2	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	104,2	3,00E-01	89978,0	6,0	5,0	10,0	70,0	15,0
12	1	7213,6	2,84E+00	11059,6	33,1	67,5	22,5	10,0	0,0
12	2	24442,1	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	16455,2	2,28E+00	11344,8	75,2	45,0	45,0	10,0	0,0
12	4	2151,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	6126,0	2,31E+00	9858,5	21,2	42,5	20,0	32,5	5,0
12	6	478,7	2,56E+00	9953,7	21,2	40,0	15,0	37,5	7,5
13	1	4513,1	2,43E-01	1360,5	149,3	69,3	20,7	6,7	3,3
13	2	4506,7	5,03E-01	1360,8	148,6	69,1	22,1	5,4	3,4
13	3	3595,6	3,29E-01	1359,6	156,3	40,3	38,1	16,5	5,1
13	4	40,7	9,70E-01	1358,1	176,6	57,5	23,4	11,7	7,5
13	5	104,6	1,76E+00	1358,1	175,2	38,6	19,8	33,8	7,7
13	6	24,1	1,14E+00	1249,6	177,9	35,5	15,3	39,4	9,9
14	1	5574,9	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5574,9	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	5371,2	3,12E-01	177,0	314,1	26,5	61,0	11,5	1,0
14	4	30,3	5,28E-01	48,8	66,9	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	677,9	2,97E-01	177,8	981,0	35,2	59,8	5,0	0,0
14	6	58,7	3,23E-01	177,6	852,6	33,0	58,5	5,5	3,0

TABLEAU 32b

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	5100,0	2,06E+00	11,5	30,0	65,9	21,5	9,8	2,9
15	2	10690,0	3,15E+00	7,9	33,2	66,2	27,0	5,4	1,5
15	3	5286,4	1,23E+00	20,1	35,9	33,0	39,8	23,8	3,4
15	4	841,2	2,47E+00	7,0	27,2	62,2	24,9	12,4	0,5
15	5	1945,2	3,14E+00	30,1	29,3	43,5	12,5	40,0	4,0
15	6	148,6	2,47E+00	36,5	30,7	34,5	14,5	40,5	10,5
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	898,7	7,13E-01	10056,5	32,7	56,0	24,0	20,0	0,0
17	2	3290,2	1,01E+00	9931,2	179,5	67,5	27,5	5,0	0,0
17	3	593,9	8,24E-01	10911,4	90,6	12,0	68,0	19,5	0,5
17	4	262,0	7,28E-01	9481,7	32,1	45,0	30,0	25,0	0,0
17	5	216,8	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	52,5	7,27E-01	9816,7	32,7	6,0	10,0	69,0	15,0
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	60,0	20,0	20,0	0,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	60,0	20,0	15,0	5,0

TABLEAU 32c

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 1 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
1	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	2	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	1	946,0	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	3449,3	7,07E-01	11240,0	513,3	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	2043,4	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	4	283,8	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	763,5	7,07E-01	11240,0	508,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	56,8	1,44E-01	11240,0	360,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	6108,0	3,84E-01	506,0	231,3	69,0	21,0	10,0	0,0
3	2	10855,2	6,30E-01	379,8	214,8	69,5	25,5	5,0	0,0
3	3	5373,5	3,01E-01	470,9	146,9	46,5	43,5	10,0	0,0
3	4	962,1	8,88E-01	290,2	229,2	66,0	21,5	12,5	0,0
3	5	1337,3	1,04E+00	275,2	172,2	49,0	16,0	30,0	5,0
3	6	91,2	2,99E-01	282,4	161,1	46,0	11,5	35,0	7,5
4	1	2659,6	9,95E-01	88,0	810,7	73,8	11,9	9,5	4,8
4	2	2708,0	9,95E-01	88,0	810,7	73,1	16,5	5,7	4,7
4	3	3501,0	1,02E+00	123,0	833,8	49,3	32,3	13,8	4,6
4	4	12,5	1,21E+00	88,0	810,7	69,0	14,3	11,9	4,8
4	5	23,6	1,13E+00	105,0	819,8	54,8	9,5	30,7	5,0
4	6	13,3	1,18E+00	95,3	814,2	50,7	8,2	33,8	7,2
5	1	9163,2	9,25E-01	16,0	229,0	62,6	22,4	9,3	5,6
5	2	15288,6	1,33E+00	16,0	227,2	62,0	25,5	6,9	5,6
5	3	9529,9	1,00E+00	15,3	252,1	37,7	42,5	14,2	5,7
5	4	1122,0	1,70E+00	15,3	204,3	59,0	23,6	11,8	5,7
5	5	1858,7	2,34E+00	11,8	255,1	34,1	23,4	36,6	5,9
5	6	183,8	1,68E+00	15,3	203,6	36,1	18,3	36,1	9,6
6	1	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	25,0	20,0	0,0
6	2	1743,0	2,50E-02	321000,0	150,0	55,0	35,0	10,0	0,0
6	3	2324,0	3,00E-02	321000,0	150,0	10,0	70,0	20,0	0,0
6	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	5	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	1	1016,1	0,00E+00	3075,0	892,8	55,0	25,0	20,0	0,0
7	2	2901,4	3,10E-02	8075,5	1136,3	72,5	22,5	5,0	0,0
7	3	594,4	0,00E+00	10963,1	480,0	11,3	68,5	19,7	0,5
7	4	183,4	0,00E+00	3000,0	1080,0	45,0	30,0	25,0	0,0
7	5	33,7	5,92E-01	9992,8	533,6	50,0	15,0	30,0	5,0
7	6	37,4	0,00E+00	3409,7	988,2	5,0	10,0	70,0	15,0

TABLEAU 32c

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 2 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
8	1	3198,1	1,74E-01	700,8	123,0	72,5	17,5	10,0	0,0
8	2	3254,6	9,32E-01	868,8	486,2	63,9	19,8	8,8	7,5
8	3	4272,1	7,93E-01	868,8	486,2	46,1	36,9	9,2	7,8
8	4	21,0	4,11E-01	384,0	158,0	90,0	10,0	0,0	0,0
8	5	55,3	1,03E+00	868,8	493,1	47,6	16,7	28,6	7,1
8	6	5,8	7,39E-01	868,8	493,1	39,7	15,4	37,4	7,5
9	1	309,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	2	412,0	1,23E+00	144,0	79,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	3	52,0	4,11E-01	144,0	79,0	80,0	10,0	10,0	0,0
9	4	52,0	8,23E-01	144,0	20,0	90,0	10,0	0,0	0,0
9	5	103,0	1,23E+00	144,0	79,0	70,0	10,0	20,0	0,0
9	6	10,0	4,11E-01	144,0	20,0	80,0	10,0	10,0	0,0
10	1	206,0	8,23E-01	16,0	4,0	67,5	22,5	10,0	0,0
10	2	309,0	1,23E+00	16,0	4,0	67,5	27,5	5,0	0,0
10	3	52,0	4,11E-01	16,0	4,0	40,0	45,0	15,0	0,0
10	4	52,0	8,23E-01	16,0	4,0	62,5	25,0	12,5	0,0
10	5	52,0	1,23E+00	16,0	4,0	35,0	20,0	40,0	5,0
10	6	10,0	4,11E-01	16,0	4,0	35,0	15,0	40,0	10,0
11	1	5,6	3,00E-02	321000,0	18,0	55,0	25,0	20,0	0,0
11	2	25,5	3,17E-01	321000,0	81,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	3	3758,8	2,99E-01	90141,2	6,0	10,0	70,0	20,0	0,0
11	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5	1394,2	8,76E-01	212984,6	53,9	100,0	0,0	0,0	0,0
11	6	104,2	3,00E-01	89978,0	6,0	100,0	0,0	0,0	0,0
12	1	7213,6	2,84E+00	11059,6	33,1	67,7	22,4	9,5	0,5
12	2	24442,1	2,57E+00	10725,9	75,5	67,5	27,5	5,0	0,0
12	3	16455,2	2,28E+00	11344,8	75,2	49,0	41,5	9,0	0,5
12	4	2151,5	2,85E+00	9835,8	21,2	62,5	25,0	12,5	0,0
12	5	6126,0	2,31E+00	9858,5	21,2	43,0	20,0	32,0	5,0
12	6	478,7	2,56E+00	9953,7	21,2	41,3	15,4	35,8	7,5
13	1	4513,1	2,43E-01	1360,5	149,3	69,3	20,7	6,7	3,3
13	2	4506,7	5,03E-01	1360,8	148,6	69,1	22,1	5,4	3,4
13	3	3595,6	3,29E-01	1359,6	156,3	39,8	38,1	17,0	5,1
13	4	40,7	9,70E-01	1358,1	176,6	57,7	23,5	11,7	7,0
13	5	104,6	1,76E+00	1358,1	175,2	38,6	19,8	33,8	7,7
13	6	24,1	1,14E+00	1249,6	177,9	35,1	15,3	39,6	9,9
14	1	5574,9	2,40E-01	120,2	30,6	67,2	22,4	10,0	0,5
14	2	5574,9	2,54E-01	121,6	30,3	67,2	27,4	5,0	0,5
14	3	5371,2	3,12E-01	177,0	314,1	26,5	61,0	11,5	1,0
14	4	30,3	5,28E-01	48,8	66,9	61,3	22,1	12,3	4,4
14	5	677,9	2,97E-01	177,8	981,0	35,2	59,8	5,0	0,0
14	6	58,7	3,23E-01	177,6	852,6	33,0	58,5	5,5	3,0

TABLEAU 32c

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison montante monodiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs) (partie 3 sur 3)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
15	1	5100,0	2,06E+00	11,5	30,0	67,2	22,4	10,0	0,5
15	2	10690,0	3,15E+00	7,9	33,2	67,5	27,5	5,0	0,0
15	3	5286,4	1,23E+00	20,1	35,9	35,0	45,0	18,5	1,5
15	4	841,2	2,47E+00	7,0	27,2	62,5	25,0	12,5	0,0
15	5	1945,2	3,14E+00	30,1	29,3	45,0	15,0	35,0	5,0
15	6	148,6	2,47E+00	36,5	30,7	35,0	15,0	40,0	10,0
16	1	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	2	52,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	3	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	4	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	5	10,0	8,23E-01	20000,0	222,0	80,0	20,0	0,0	0,0
16	6	0,0	0,00E+00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	1	898,7	7,13E-01	10056,5	32,7	59,0	22,0	17,0	2,0
17	2	3290,2	1,01E+00	9931,2	179,5	67,2	27,4	5,0	0,5
17	3	593,9	8,24E-01	10911,4	90,6	20,4	59,7	18,4	1,5
17	4	262,0	7,28E-01	9481,7	32,1	46,5	29,0	24,0	0,5
17	5	216,8	1,43E+00	9733,7	224,9	45,0	20,0	30,0	5,0
17	6	52,5	7,27E-01	9816,7	32,7	11,0	10,5	64,0	14,5
18	1	618,0	4,11E-01	574,0	82,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	2	1339,0	4,11E+00	595,0	153,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	3	21,0	4,11E-01	990,0	23,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	4	103,0	4,11E-01	1030,0	72,0	80,0	20,0	0,0	0,0
18	5	72,0	4,11E+00	653,0	148,0	60,0	20,0	20,0	0,0
18	6	10,0	4,11E-01	1030,0	72,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	1	515,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	2	1030,0	1,23E+00	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	3	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
19	4	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	80,0	20,0	0,0	0,0
19	5	52,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	20,0	0,0
19	6	10,0	4,11E-01	144,0	21,0	60,0	20,0	15,0	5,0
20	1	1030,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	2	1030,0	1,23E+00	16,0	41,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	3	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	35,0	45,0	20,0	0,0
20	4	103,0	4,11E-01	16,0	25,0	80,0	20,0	0,0	0,0
20	5	52,0	1,23E+00	16,0	41,0	35,0	20,0	40,0	5,0
20	6	10,0	4,11E-01	16,0	25,0	32,5	15,0	42,5	10,0

TABLEAU 32d

**Attributs de marché en 2020 pour une liaison descendante multidiffusion
(cas d'une faible densité d'utilisateurs)**

Catégorie de service	Environnement de service	Densité d'utilisateurs (nombre d'utilisateurs par km ²)	Taux d'arrivée des sessions par utilisateur (sessions/h/utilisateur)	Débit binaire moyen du service (kbit/s)	Durée moyenne des sessions (s)	Taux de mobilité			
						Stationnaire	Faible	Elevée	Très élevée
2	1	51,5	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	2	10,3	1,7	20000,0	5554,5	100,0	0,0	0,0	0,0
2	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	4	20,6	70,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
2	5	3,1	1,7	20000,0	2468,7	100,0	0,0	0,0	0,0
2	6	1,0	0,4	20000,0	14812,0	100,0	0,0	0,0	0,0
3	1	391,4	1,7	1424,2	1130,4	83,0	17,0	0,0	0,0
3	2	463,5	2,5	922,7	1587,0	84,0	16,0	0,0	0,0
3	3	61,8	1,7	1192,0	617,2	82,0	18,0	0,0	0,0
3	4	103,0	5,4	731,7	1026,4	86,0	14,0	0,0	0,0
3	5	56,7	5,8	623,4	1388,6	87,0	13,0	0,0	0,0
3	6	2,7	3,3	679,9	922,5	87,0	13,0	0,0	0,0

Annexe 2

Considérations de base sur l'estimation des besoins de spectre pour les IMT évoluées du point de vue radioélectrique et simplifications correspondantes de la méthode

1 Comportement et qualité de fonctionnement d'un réseau radioélectrique réel

1.1 Qualité de fonctionnement radioélectrique de base

L'étude de la qualité de fonctionnement de base d'un réseau radioélectrique réel est fondée sur une description indépendante de la technologie de l'interface radioélectrique et sur un modèle hexagonal simplifié de déploiement de réseau avec antennes équidirectives.

1.1.1 Description générique de la qualité de fonctionnement de l'interface radioélectrique

La limite théorique de la capacité de canal des systèmes de communication est donnée, au sens de la théorie de l'information [3], par la capacité de canal de Shannon:

$$\frac{C_s}{W} = \log_2 \left(1 + \frac{C}{I+N} \right) \quad (1)$$

où:

- C_s : capacité de canal de Shannon
- W : largeur de bande de la porteuse du système
- C : puissance de la porteuse

I : puissance du brouillage

N : puissance du bruit.

La limite de Shannon de l'équation (1) décrit le niveau de la liaison en termes d'efficacité spectrale en fonction du rapport $CIR = C/(I + N)$. Le rapport CIR que l'on peut atteindre dépend des paramètres de système énumérés au § 1. On suppose que le signal brouilleur suit une distribution de Gauss, hypothèse suffisamment réaliste dans le cas de plusieurs sources de brouillage indépendantes, conformément au théorème de la limite centrale [3]. Dans le cas de signaux réels à amplitude limitée, la capacité atteignable est inférieure à celle donnée par l'équation (1).

De plus, l'expérience montre que l'enveloppe des modes de couche physique associés à des concepts réalistes d'interface radioélectrique permet de décrire la qualité de fonctionnement de base en termes d'efficacité spectrale par rapport au rapport CIR. On peut en avoir une valeur approchée en opérant un décalage parallèle de la fonction de Shannon conformément à la Fig. 3, qui tient compte de la dégradation des systèmes réalisables par rapport à la limite de Shannon. L'efficacité spectrale disponible maximale ϵ_{max} (bit/s/Hz) d'une interface radioélectrique réalisable dépend du concept de couche physique pour l'ordre de modulation et le débit de codage les plus élevés. ϵ_{max} correspond au débit de données maximal associé au débit cumulé T (en-tête compris) notamment pour le codage, l'estimation de canal, les protocoles et la signalisation par rapport à la largeur de bande de la porteuse W . ϵ_{max} est un paramètre de conception associé à une interface radioélectrique particulière. Lorsque $\epsilon < \epsilon_{max}$, l'efficacité spectrale ϵ suit une loi de Shannon décalée par rapport au rapport CIR. On fait l'hypothèse dans cette méthode d'un système fonctionnant à pleine charge, lorsque la totalité du débit disponible T est utilisée.

L'efficacité spectrale d'une interface radioélectrique réalisable est la suivante:

$$\epsilon = \frac{T}{W} = \log_2 \left(1 + \frac{CIR}{\Delta CIR} \right) \quad \text{pour } \epsilon \leq \epsilon_{max} \quad \text{et } CIR \leq CIR' \quad (2)$$

$$\epsilon = \frac{T}{W} = \epsilon_{max} = \text{const} \quad \text{pour } CIR > CIR'$$

avec la dégradation ΔCIR par rapport à la limite de Shannon:

$$\frac{CIR}{\Delta CIR} = \frac{C}{I + N} \quad (3)$$

dans l'équation (1). Cette formule est valable dans la gamme de valeurs CIR suivante:

$$CIR(\text{dB}) \leq CIR'(\text{dB}) = 10 \cdot \log(2^{\epsilon_{max}} - 1) + \Delta CIR(\text{dB}). \quad (4)$$

La dégradation de l'interface radioélectrique réalisable ΔCIR par rapport à la limite de Shannon correspond au second paramètre de conception. Fondamentalement, une interface radioélectrique générique est complètement caractérisée par l'équation (2) et par les deux paramètres de conception suivants:

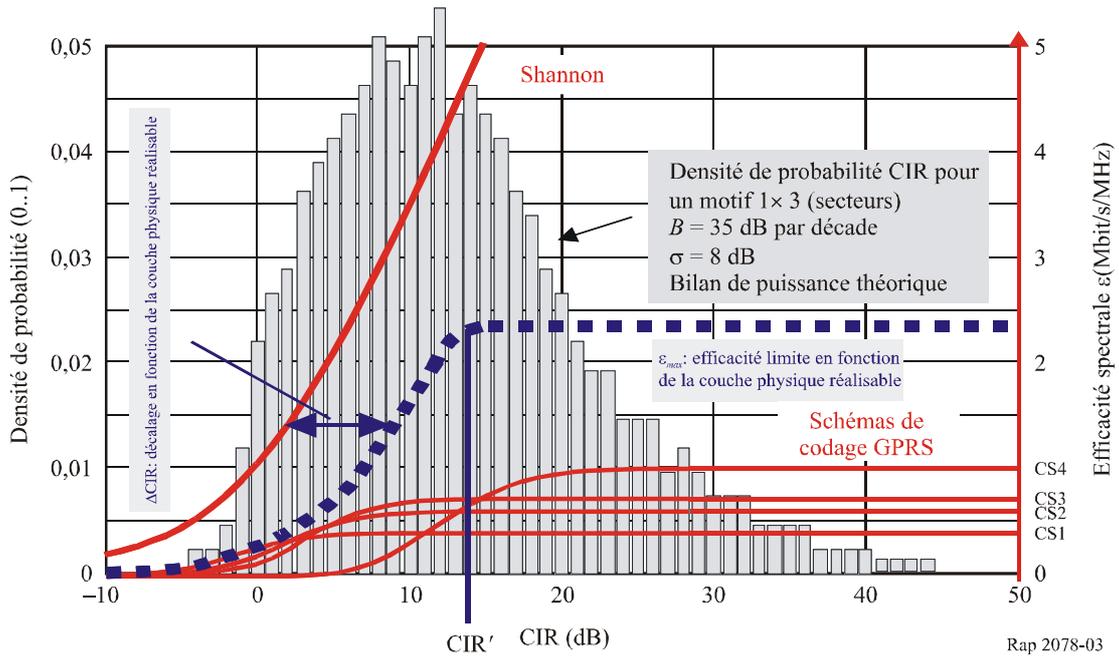
ϵ_{max} : efficacité spectrale disponible maximale (bit/s/Hz)

ΔCIR : dégradation par rapport à la limite de Shannon (dB).

Lorsque $\Delta CIR = 0$ dB, l'efficacité spectrale ϵ tend vers la capacité de Shannon ($\epsilon \rightarrow C_s/W$).

FIGURE 3

Qualité de fonctionnement générique d'une interface radioélectrique adaptative (GPRS par exemple) en fonction du rapport porteuse/brouillage par rapport à la capacité de canal de Shannon



1.1.2 Description du scénario de déploiement

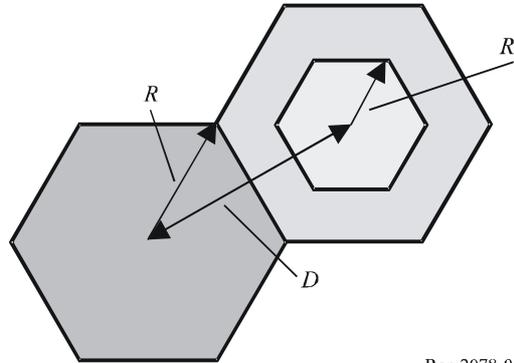
La Fig. 4 présente deux cellules adjacentes d'un déploiement cellulaire avec ses paramètres caractéristiques. La relation de base entre la taille du motif K , la taille de la cellule R et la distance de réutilisation D est la suivante:

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3 \cdot K} \tag{5}$$

pour un réseau à pleine charge et une certaine prescription CIR_{cov} (95% d'utilisateurs satisfaits par exemple). Si un mode de couche physique associé à une valeur CIR_{cov} prescrite plus élevée est utilisée, la taille de la cellule diminue et passe à la valeur R' .

FIGURE 4

Relation entre la distance de réutilisation D , la taille de la cellule R et la taille effective de la cellule R' en fonction de la couche physique (ε'_{max} et ΔCIR)



Rap 2078-04

La relation entre la taille du motif, le rapport porteuse/brouillage CIR_{cov} requis et la couverture dans le cas d'un environnement cellulaire à couverture totale pour un réseau fonctionnant à pleine charge avec une modulation et un codage constants peut être approximativement décrite comme suit [4]:

$$CIR_{cov}[\text{dB}] \approx 0,5 \cdot \beta \cdot \log(3 \cdot K) - \Gamma \quad (6)$$

où:

- K : taille du motif
- β : affaiblissement de propagation par décade et
- Γ : terme correctif, qui dépend essentiellement des facteurs suivants:
 - couverture requise (par exemple 95%)
 - écart type σ de l'évanouissement à long terme
 - diagramme d'antenne
 - algorithme de transfert
 - méthode utilisée pour réduire le brouillage (utilisation d'une commande de puissance par exemple).

La réutilisation de fréquences dans la zone de déploiement est donnée par la taille du motif K , qui correspond au nombre de fréquences de porteuse nécessaires pour assurer une couverture totale pour un mode de couche physique donné.

Le Tableau 33 donne les valeurs de base de Γ et décrit l'évolution de l'évanouissement à long terme en fonction de l'écart type σ conformément à l'équation (6):

$$\Gamma(\sigma)(\text{dB}) = \Gamma(\sigma = 6 \text{ dB}) + 2 \cdot \Delta\sigma(\text{dB}) \quad (7)$$

TABLEAU 33

**Facteur de correction Γ pour différents besoins de couverture cov
et un écart type d'évanouissement à long terme σ**

Pour $\sigma = 6$ dB	Cellules équidirectives		
Couverture cov	90%	95%	98%
Γ	12 dB	14 dB	16 dB

On utilisera les valeurs de paramètres suivantes:

$$K = 1 \text{ (dans la plupart des cas)}$$

$$\beta = 40 \text{ dB/décade}$$

$$\sigma = 6 \text{ ou } 8 \text{ dB respectivement.}$$

1.2 Besoins de spectre pour une interface radioélectrique avec un mode de couche physique constant

Dans le cas d'un mode de couche physique constant, la valeur CIR_{cov} nécessaire pour un critère de qualité de 95% d'utilisateurs satisfaits par exemple est obtenue à partir de l'équation (6) et du Tableau 33. W est la largeur de bande de la porteuse et l'espacement entre porteuses est égale à $W(1+q)$, où le paramètre q représente la bande de garde normalisée requise pour assurer l'espacement entre canaux adjacents. On obtient ainsi, grâce aux équations (1), (2) et (6), la largeur de bande $B_{necessary}$ totale du système et la taille du motif K pour une couverture totale:

$$\frac{B_{necessary}}{T \cdot (1+q)} = \frac{K \cdot W}{T} \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR_{cov}(\varepsilon_{max}, \Delta CIR)_{dB} + \Gamma}{0,5 \cdot \beta}} \cdot \frac{1}{\log_2 \left(1 + \frac{CIR_{cov}}{\Delta CIR} \right)}$$

Pour $\varepsilon \leq \varepsilon_{max}$ et $CIR \leq CIR'$

$$\frac{B_{necessary}}{T \cdot (1+q)} = \frac{K \cdot W}{T} \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR'_{cov}(\varepsilon_{max}, \Delta CIR)_{dB} + \Gamma}{0,5 \cdot \beta}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_{max}} \quad (8)$$

Pour $CIR > CIR'$

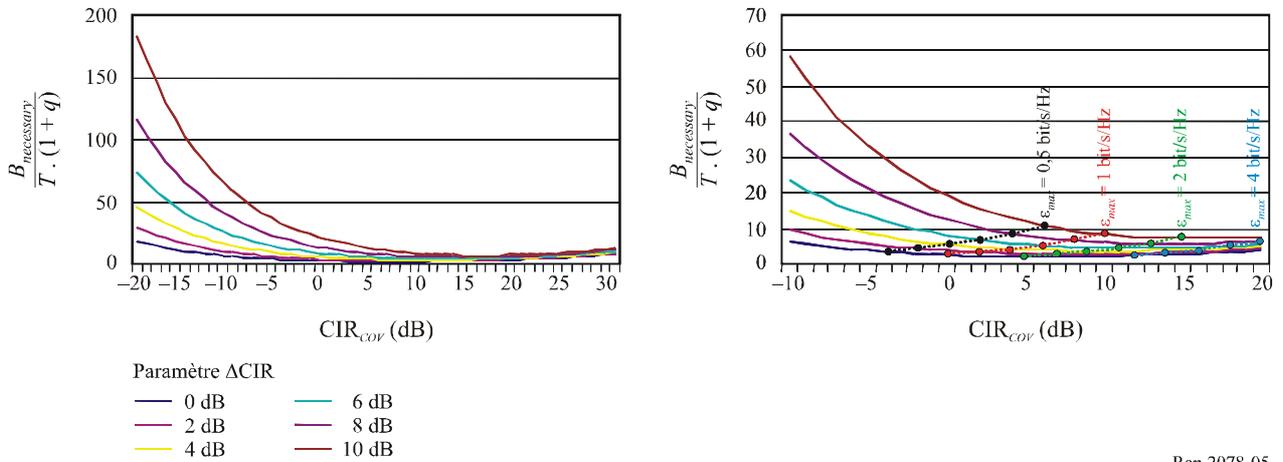
$$K = \frac{B_{necessary}}{W \cdot (1+q)} = \frac{B_{necessary}}{T \cdot (1+q)} \cdot \varepsilon_{max}$$

Lorsque $CIR > CIR'$, un accroissement du rapport CIR, n'améliore pas l'efficacité spectrale en raison de la limite ε_{max} associée au mode de couche physique du système radioélectrique.

La Fig. 5 représente les résultats de l'équation (8) en fonction des besoins de couverture et des conditions de propagation. Les besoins de spectre minimaux dans ce cas sont assurés pour des valeurs CIR supérieures à 10 dB, ce qui correspondait à une taille du motif $K > 7$.

FIGURE 5

Largeur de bande de système normalisée nécessaire dans le cas suivant: couverture de 95%, écart type de l'affaiblissement à long terme de 8 dB, pente de l'affaiblissement sur le trajet de 40 dB, paramètres ΔCIR – dégradation par rapport à la limite de Shannon, pour une efficacité spectrale maximale ε_{max} du mode de couche physique



Rap 2078-05

1.3 Besoins de spectre associés à une interface radioélectrique pour des modes de couche physique adaptatifs

Dans le cas d'un environnement cellulaire aux fins de couverture totale pour un réseau à pleine charge et une modulation et un codage adaptatifs, le mode de couche physique utilisé est celui que donne la Fig. 3 pour la valeur CIR à considérer. Une valeur K' de «taille de motif effective» peut être calculée en fonction de la valeur CIR nécessaire. Les différents modes de couche physique correspondent à différents paramètres ϵ'_{max} (bit/s/Hz). La taille de motif effective $K' \geq K$ peut être calculée à l'aide de l'équation (6) pour chacun de ces modes en fonction d'un certain besoin minimal de couverture CIR'_{cov} et de l'intervalle de valeurs CIR nécessaire. Il en résulte une certaine distance de réutilisation D pour la taille effective de cellule $R' \leq R$, la couche physique particulière considérée pouvant alors être utilisée avec la qualité de couverture requise (voir la Fig. 4):

$$K' \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR'_{cov}(\epsilon'_{max}, \Delta CIR)|_{dB} + \Gamma}{0,5 \cdot \beta}} \quad \text{et} \quad \frac{D}{R'} = \sqrt{3 \cdot K'} \quad (9)$$

Le débit cumulé normalisé moyen (correspondant à l'efficacité spectrale sur la zone) dans la zone de déploiement pour la valeur attendue de T/W avec la probabilité de densité pour K' [4] correspond à la valeur attendue en fonction de l'interface radioélectrique, du scénario de déploiement et de la taille de motif K . Cette moyenne est calculée dans l'hypothèse d'une distribution d'utilisateurs uniforme sur la zone de déploiement.

1.3.1 Evaluation du débit cumulé moyen pour une interface radioélectrique donnée en cas de modulation et de codage adaptatifs

On représente sur les Fig. 6 et 7 le débit moyen normalisé par rapport à la largeur de bande de la porteuse W pour différentes efficacités spectrales crête, le débit moyen normalisé par rapport au débit maximal T_{max} , la probabilité de disponibilité du débit maximal dans la zone de couverture ainsi que les besoins de spectre global requis pour une couverture totale, pour des valeurs d'efficacité spectrale maximale de 1 bit/s/Hz et 4 bit/s/Hz ainsi que des conditions de propagation et des besoins de couverture choisis à titre d'exemple. Le calcul mathématique des valeurs moyennes est fondé sur le Document [4]. Lorsque la dégradation ΔCIR par rapport à la capacité de Shannon augmente, le débit moyen diminue fortement, ce qui se traduit par une augmentation des besoins de

spectre. La probabilité d'atteindre le débit crête diminue beaucoup lorsque la taille du motif est petite. Le besoin de spectre est toutefois minimal pour une taille de motif $K = 1$. On peut ainsi réaliser différents compromis entre le débit moyen cumulé, la disponibilité du débit cumulé crête et le besoin de spectre global.

Par conséquent, l'estimation des besoins de spectre doit prendre en compte les scénarios de déploiement de référence et les critères de qualité pour le débit cumulé moyen réalisable en fonction du débit cumulé crête de l'interface radioélectrique crête et de la probabilité de prise en charge du débit cumulé crête dans la zone de déploiement.

FIGURE 6

Débit cumulé moyen normalisé par rapport à la largeur de bande de la porteuse ou par rapport au débit cumulé maximal et probabilité de débit cumulé maximal pour les paramètres suivants: couverture de 95%, cellules équidirectives, écart type de l'évanouissement à long terme de 6 dB, pente d'affaiblissement sur le trajet de 40 dB, $\epsilon_{max} = 1$ bit/s/Hz, en fonction du paramètre Δ CIR – dégradation par rapport à la limite de Shannon

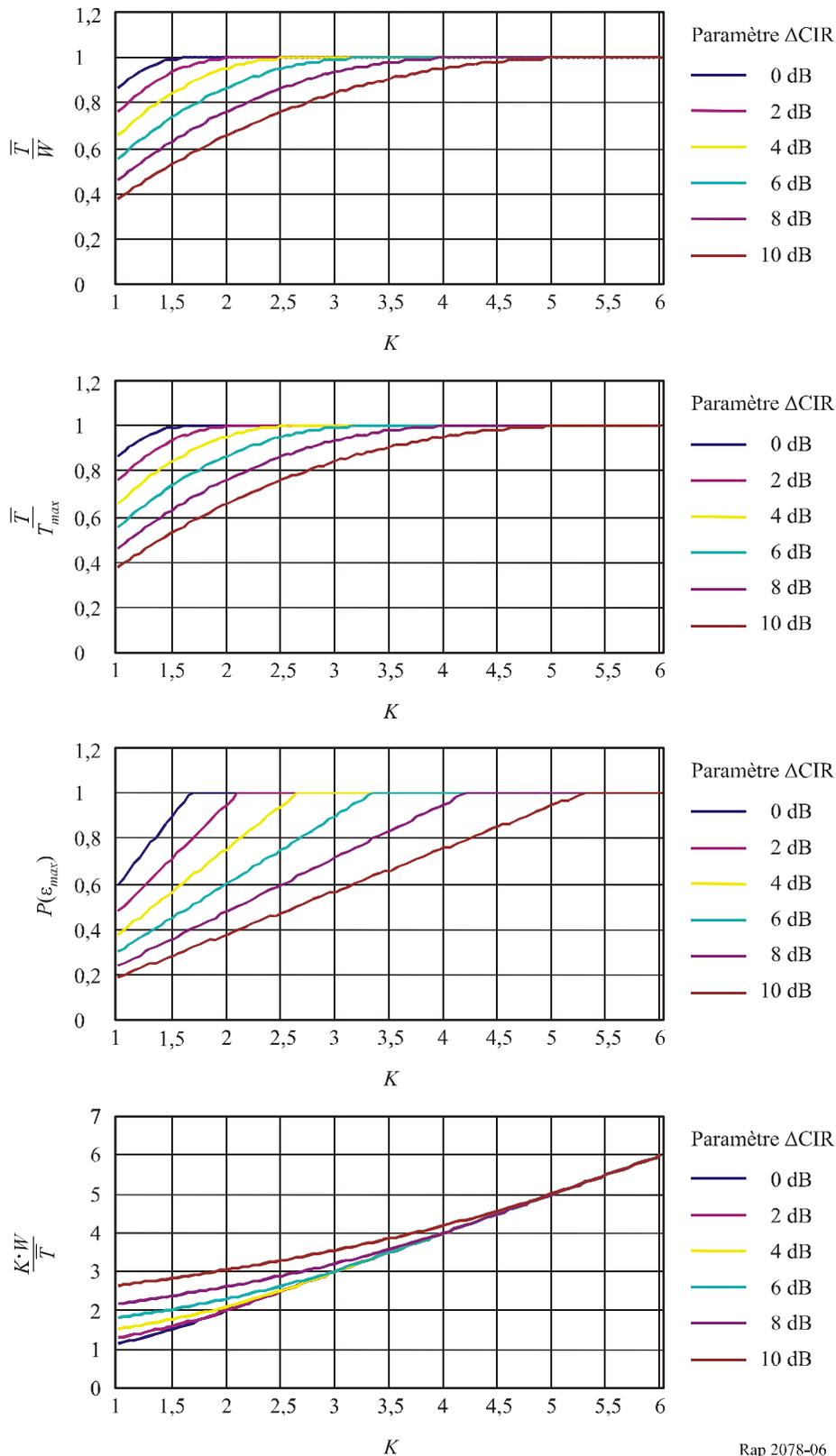
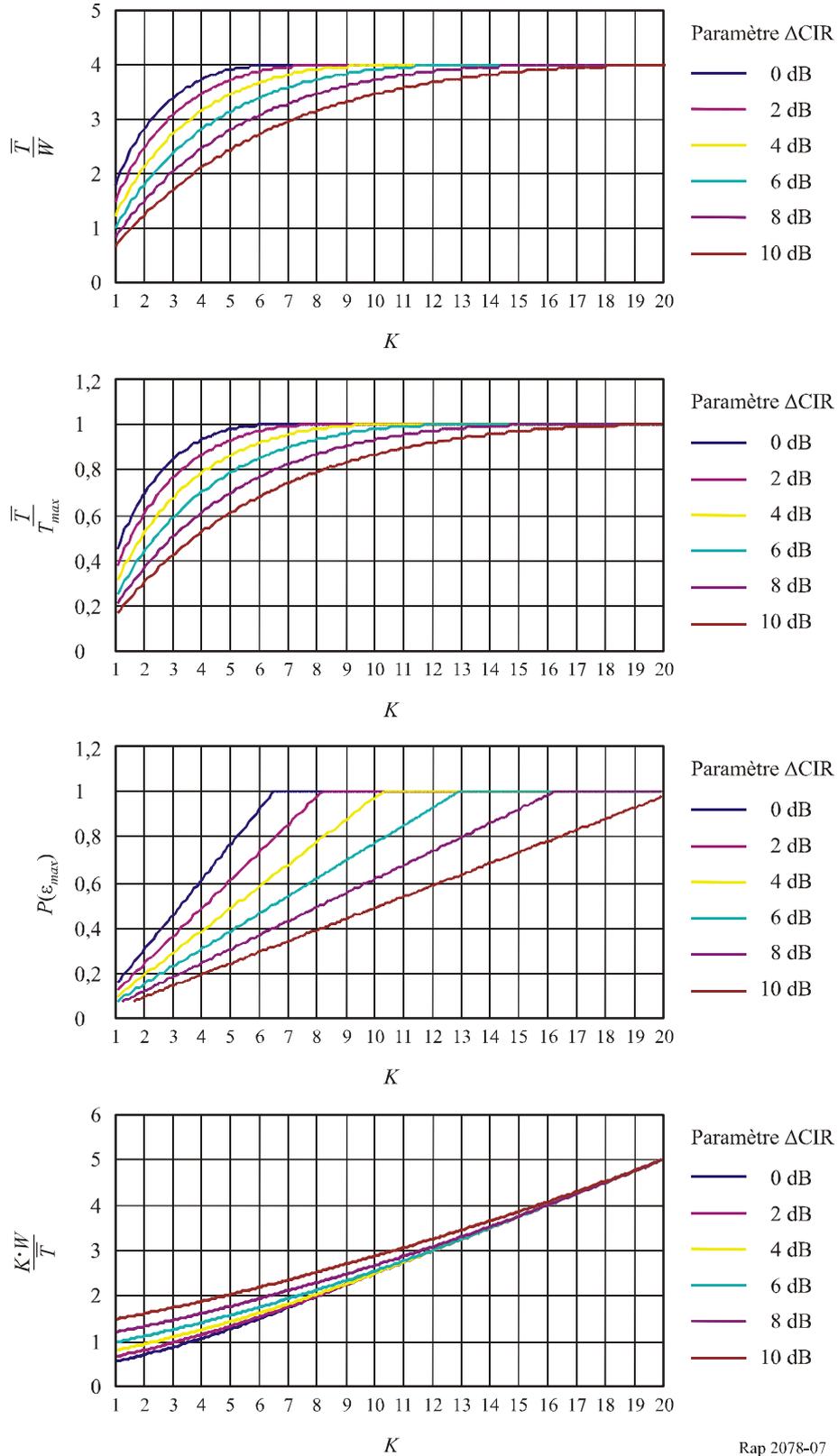


FIGURE 7

Débit cumulé moyen normalisé par rapport à la largeur de bande de la porteuse ou par rapport au débit cumulé maximal et probabilité de débit cumulé maximal pour les paramètres suivants: couverture de 95%, cellules équidirectives, écart type de l'évanouissement à long terme de 6 dB, pente d'affaiblissement sur le trajet de 40 dB, $\epsilon_{max} = 4$ bit/s/Hz, en fonction du paramètre Δ CIR – dégradation par rapport à la limite de Shannon



1.3.2 Débit cumulé en fonction de la distance et en bord de cellule pour une interface radioélectrique donnée en cas de modulation et de codage adaptatifs

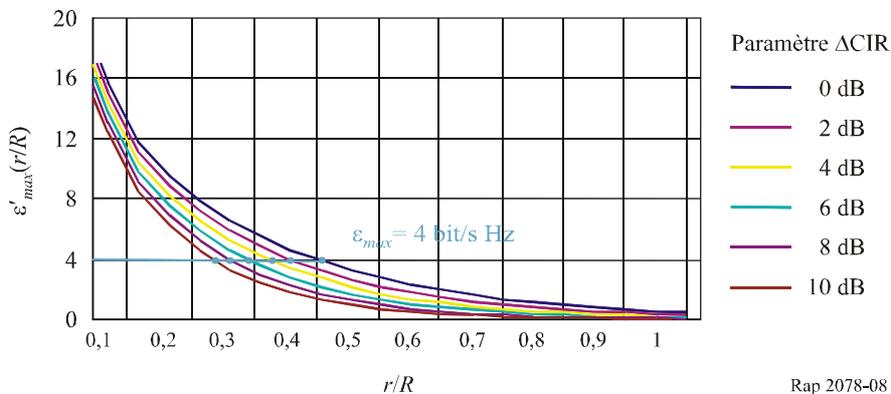
Le débit cumulé théoriquement disponible dépend du rapport porteuse/brouillage disponible et décroît lorsque la distance r à la station de base de desserte augmente. Le débit cumulé disponible en bord de cellule correspond pour l'utilisateur à une prescription importante de qualité de service (QoS). Le débit cumulé normalisé en fonction de la distance r est donné par l'équation suivante [4]:

$$\varepsilon'_{max}(r) = \frac{T(r)}{W} = \frac{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{3 \cdot K}^{\beta/10}}{10^{\frac{\Delta CIR|_{dB} + \Gamma}{10}}} \cdot \left(\frac{R}{r} \right)^{\beta/10} \right)}{\ln 2} \leq \varepsilon_{max} \quad (10)$$

Le débit cumulé disponible décroît lentement lorsque la distance r augmente. La garantie d'un débit disponible cumulé minimal jusqu'au bord de la cellule est donc aussi un critère de qualité important à prendre en compte pour déterminer le besoin global de spectre. La Fig. 8 représente le débit cumulé disponible en fonction de la distance.

FIGURE 8

Débit cumulé normalisé par rapport à la distance normalisée r/R pour les paramètres suivants: taille de motif $K=1$, couverture de 95%, cellules équidirectives, écart type de l'évanouissement à long terme de 6 dB et pente d'affaiblissement sur le trajet de 40 dB, en fonction du paramètre ΔCIR – dégradation par rapport à la limite de Shannon, le débit cumulé normalisé maximal ε_{max} est indiqué



En bord de cellule, $r = R$, le débit cumulé est le suivant [4]:

$$\varepsilon'_{max}(r = R) = \frac{T(R)}{W} = \frac{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{3 \cdot K}^{\beta/10}}{10^{\frac{\Delta CIR|_{dB} + \Gamma}{10}}} \right)}{\ln 2} \quad (11)$$

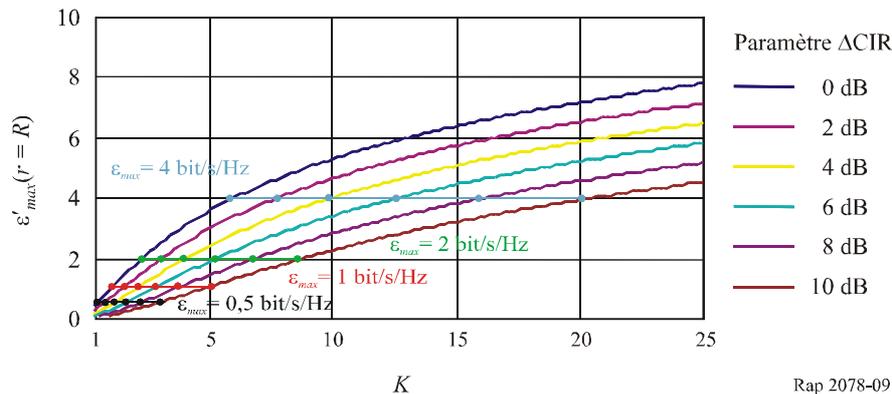
Il est indépendant du débit cumulé crête de l'interface radioélectrique pour le mode de couche physique le plus élevé.

Le débit cumulé en bord de cellule, calculé à partir de l'équation (11), est représenté sur la Fig. 9 pour les valeurs de paramètres utilisées jusqu'à présent à titre d'exemple. Il augmente lorsque la taille du motif s'accroît au prix toutefois de besoins de spectre accrus (voir les Fig. 6 et 7). La dégradation ΔCIR a une incidence importante sur l'efficacité spectrale notamment pour les petites

tailles de motif. Dans les systèmes réels, le fonctionnement est limité par la valeur ϵ_{max} du mode de couche physique disponible maximal.

FIGURE 9

Débit cumulé normalisé en bord de cellule pour les paramètres suivants: couverture de 95%, cellules équidirectives, écart type de l'évanouissement à long terme de 6 dB et pente d'affaiblissement sur le trajet de 40 dB, $\epsilon_{max} = 1$ bit/s/Hz, en fonction du paramètre Δ CIR – dégradation par rapport à la limite de Shannon, le débit cumulé normalisé maximal ϵ_{max} est indiqué



Rap 2078-09

1.4 Exemple de paramètres de système pour différentes conceptions de système

L'exemple décrit ci-après montre l'incidence de la conception d'un système sur l'évolution de la qualité de fonctionnement en fonction du spectre disponible fourni.

On suppose dans cet exemple que le système dispose d'une modulation et d'un codage adaptatifs. Une pente d'affaiblissement de trajet de 40 dB/décade caractérise les conditions de propagation. L'en-tête des données de signalisation et de codage correspond à environ 20% du débit de données utile. Le débit cumulé utile crête du système devrait être de 100 Mbit/s. On considère deux conceptions de système, dont les efficacités spectrales sont de 1 bit/s/Hz et de 4 bit/s/Hz. La réutilisation de fréquences a pour valeur $K = 1$. Les paramètres généraux sont donc les suivants:

- $T_{max, useful} = 100$ Mbit/s
- 20% du débit utile correspond aux données d'en-tête de signalisation
- $T_{max} = 120$ Mbit/s
- $K = 1$
- $\epsilon_{max} = 1$ bit/s/Hz ou 4 bit/s/Hz respectivement
- dégradation par rapport à la limite de Shannon Δ CIR = 4 dB
- pente d'affaiblissement sur le trajet 40 dB/décade.

La qualité de fonctionnement du système, établie sur la base des paragraphes précédents, est décrite dans le Tableau 34.

TABLEAU 34

**Comparaison entre deux types de conception de système
à bande étroite ou à large bande**

Paramètre	Système à bande étroite	Système à large bande
ε_{max} (bit/s/Hz)	4	1
$T_{max, useful}$ (Mbit/s)	100	100
T_{max} (Mbit/s), en-tête compris	120	120
\bar{T}_{useful} (Mbit/s)	30,9	65
$T_{cell edge}$ (Mbit/s)	4,8	19,2
W (MHz)	30	120
$K W$ (MHz)	30	120
Probabilité pour T_{max}	0,0975	0,377

Le système à large bande fournit une meilleure QoS aux utilisateurs en raison de sa plus grande robustesse vis-à-vis du brouillage cocanal. Il faut donc trouver un compromis global entre les besoins de spectre et la qualité de service. Il convient de respecter l'hypothèse générale selon laquelle les IMT améliorées devraient assurer une bonne QoS aux utilisateurs.

1.5 Facteurs influençant l'estimation des besoins de spectre

Le présent Rapport montre que le besoin global de spectre dépend de nombreux facteurs et notamment de la qualité de fonctionnement de l'interface radioélectrique et du concept de déploiement. Pour avoir une estimation rapide en l'absence de concept détaillé largement accepté applicable aux nouveaux systèmes d'interface radioélectrique, on peut utiliser la description plus générique de l'interface radioélectrique indiquée au § 3.1 pour réaliser une estimation des besoins de spectre indépendante de la technologie. Dans la méthode de calcul des besoins de spectre de la Recommandation UIT-R M.1768, l'interface radioélectrique est représentée par une efficacité spectrale moyenne par cellule, qui correspond à l'inverse du besoin global de spectre normalisé par rapport au débit moyen des Fig. 6 et 7.

1.5.1 Débit cumulé crête

L'interface radioélectrique de base est caractérisée par le débit cumulé crête réalisable en fonction de la largeur de bande de la porteuse W , du schéma de codage et de l'ordre de modulation et du mode de couche physique disponibles les plus élevés, ainsi que par la souplesse de l'attribution des débits de données, les autres modes de couche physique disponibles étant caractérisés par des débits inférieurs.

Plusieurs solutions techniques existent en termes d'association entre largeur de bande de la porteuse, schéma de codage et ordre de modulation pour obtenir un débit crête donné. Cependant, un système à bande étroite avec un ordre de modulation élevé requiert un rapport signal/bruit beaucoup plus élevé qu'un système à large bande présentant le même débit cumulé crête.

Compte tenu de ces relations, la définition du débit cumulé crête n'est pas suffisante pour évaluer le besoin global de spectre pour les systèmes à couches physiques adaptatives. Le besoin global de spectre dépend de la largeur de bande de la porteuse, du nombre de fréquences de porteuse K nécessaire pour couvrir toute la zone, des bandes de garde nécessaires, du concept de déploiement et de la QoS requise. La définition de paramètres de QoS tels que le débit de cellule moyen cumulé ou le débit cumulé en bord de cellule a une incidence sur l'estimation des besoins de spectre.

1.5.2 Critères de QoS

Outre le débit cumulé crête, il est également important de définir des critères de QoS pour évaluer les besoins de spectre dans des conditions plus réalistes.

L'interface radioélectrique est caractérisée par les paramètres suivants:

- Le débit de donnée crête cumulé disponible ou débit T_{max} , qui est un paramètre de conception et dépend de l'ordre de modulation et du schéma de codage.
- La souplesse de l'interface radioélectrique en termes d'adaptation au débit, qui dépend de l'ensemble des modulations et des schémas de codage disponibles.
- La relation entre le rapport signal/(bruit plus brouillage) disponible et le débit, qui détermine la qualité de fonctionnement de l'interface radioélectrique.
- Le rapport signal/(bruit plus brouillage) disponible, qui dépend des conditions de propagation, du scénario de déploiement et de la conception des antennes.

D'autres critères importants de QoS permettant d'évaluer les besoins de spectre sont les suivants:

- Le débit de cellule cumulé moyen \bar{T} dans la zone de déploiement, par exemple pour une distribution d'utilisateurs uniforme et des conditions de déploiement de référence. Il détermine l'efficacité spectrale moyenne de l'interface radioélectrique pour des conditions de niveau système.
- Le débit minimal cumulé disponible en bord de cellule T_{edge} .
- Un critère de satisfaction d'utilisateurs fondé sur:
 - le pourcentage d'utilisateurs (par exemple 95%),
 - qui obtiennent un débit minimal (par exemple 10% du débit crête),
 - pendant un pourcentage spécifié de la durée de la session (par exemple 95% du temps de session).

Le débit moyen \bar{T} dépend:

- des paramètres de conception de l'interface radioélectrique ϵ_{max} et ΔCIR ;
- du scénario de déploiement avec K et Γ ;
- des conditions de déploiement β et σ et, enfin
- de la conception d'antenne.

L'écart par rapport au débit restant en bord de cellule T_{edge} est lié au fait que le paramètre de conception ϵ_{max} de l'interface radioélectrique n'a pas d'incidence sur ce débit.

Le critère de satisfaction des utilisateurs ne peut être évalué que par simulations. Le débit devrait dépendre aussi peu que possible de la distance, ce qui est plus souvent le cas pour les systèmes à large bande.

1.6 Récapitulatif des relations de base

Les études exposées dans le présent Rapport décrivent les relations de base entre les différents paramètres caractérisant l'interface radioélectrique et le scénario de déploiement. Les concepts théoriques utilisés dans la présente annexe sont décrits plus en détail dans le Document [4]. Les relations de base entre les différents paramètres sont les suivantes:

- Le débit cumulé crête disponible de l'interface radioélectrique est déterminé par le mode de couche physique maximal et n'est atteignable que lorsque le rapport porteuse/brouillage est élevé.

- En diminuant la taille de motif K , on réduit les besoins de spectre $B_{necessary}$ pour une largeur de bande de la porteuse donnée W , au prix toutefois du débit cumulé moyen.
- Les besoins de spectre associés à des systèmes à modulation et codage adaptatifs pour un débit cumulé crête donné normalisé par rapport au débit de cellule cumulé moyen sont minimaux lorsque $K = 1$.
- Dans ces conditions cependant, la probabilité d'obtenir ce débit cumulé crête est faible en raison de l'incidence du brouillage cocanal.
- Le débit cumulé crête requis peut en principe être obtenu pour n'importe quelle efficacité de spectre maximale ε_{max} en association avec l'ordre de modulation.
- Le débit cumulé disponible décroît de façon importante lorsque la distance à la station de base augmente.
- Le débit cumulé en bord de cellule ne dépend pas du débit crête disponible de l'interface radioélectrique. Il ne dépend que du rapport porteuse/brouillage disponible et de la largeur de bande de la porteuse.
- Le trafic moyen cumulé pouvant être pris en charge dépend du débit de cellule moyen cumulé disponible.
- Le débit cumulé moyen dépend de la conception de l'interface radioélectrique (débit cumulé crête, dégradation par rapport à la limite de Shannon, souplesse des modes de couche physique), des conditions de propagation, du scénario de déploiement et en particulier de la largeur de bande du système.
- Les conditions de propagation, notamment le coefficient d'affaiblissement sur le trajet β et l'écart type σ associé à l'évanouissement dû à l'effet d'écran, dépendent des scénarios de déploiement.
- Une valeur élevée de β réduit l'incidence du brouillage intercellules au dépend de la portée et inversement.
- Une valeur faible de β améliore la portée du système et permet un déploiement de réseau économique pour une échelonnabilité de cellule suffisante. Le brouillage cocanal s'accroît toutefois également. L'incidence du brouillage entre cellules doit alors être diminuée grâce à une conception d'antennes appropriée et au déploiement de point d'accès sous le niveau des toits pour utiliser des effets d'écran inhérents dans la zone de déploiement.
- Une conception d'antennes appropriée permet de réduire le brouillage cocanal et peut permettre d'accroître la portée.
- L'incidence du brouillage entre canaux adjacents devrait être réduite au minimum pour diminuer la largeur des bandes de garde nécessaires entre porteuses adjacentes.
- Toutefois, l'incidence la plus importante résulte du brouillage cocanal intracellulaire par rapport au brouillage cocanal intercellulaire, et de l'effet moins important du brouillage entre canaux adjacents.

2 Adaptation d'un réseau radioélectrique réel aux prescriptions de la Recommandation UIT-R M.1768 et à celle du présent Rapport

Dans le § 2, on décrit le comportement de base d'un réseau radioélectrique réel dans des conditions de brouillage limité et l'on énumère les paramètres qui ont une incidence sur les besoins de spectre. La méthode de calcul des besoins de spectre adoptée dans la Recommandation UIT-R M.1768 décrit de manière simplifiée un réseau radioélectrique réel. Ces simplifications étaient nécessaires car l'une des prescriptions de la méthode était: «ne pas être plus complexe que ne le justifient les incertitudes liées aux données d'entrée».

Dans cette méthode, de nombreux facteurs influents énumérés au § 3 sont modélisés avec les paramètres d'entrée à considérer, à savoir la superficie de la cellule, le débit de données d'application, le déploiement minimal par opérateur et par environnement radioélectrique et l'efficacité spectrale dans la zone. La signification et l'utilisation de ces paramètres sont décrites ci-après. On explique en outre la façon dont il convient de prendre en compte les questions du § 3 sur les réseaux radioélectriques réels pour déterminer les valeurs de ces paramètres d'entrée.

2.1 Superficie de la cellule

Le paramètre superficie de la cellule est utilisé pour calculer la charge de trafic acceptée pour différents environnements radioélectriques et diverses télédensités en fonction de données de trafic tirées d'études de marché. Des calculs de bilan de liaison devraient permettre d'obtenir des valeurs réalistes pour ce paramètre.

Les valeurs du paramètre superficie de la cellule tiennent compte de l'environnement opérationnel (par exemple les conditions de propagation pour un déploiement donné et la situation de brouillage), de critères de QoS (par exemple des débits de données cibles tels que le débit de données crête et le débit de données d'utilisateur en bord de cellule) et de caractéristiques de système (par exemple les configurations d'antenne, la qualité de fonctionnement de l'émetteur et du récepteur et les largeurs de bande de porteuse qui dépendent du débit de données). Les valeurs de la superficie de cellule devraient également prendre en compte les besoins de prise en charge de la mobilité pour différents types de cellule. Par exemple, une macrocellule est définie pour prendre en charge toutes les classes de mobilité (du cas stationnaire au cas de mobilité élevée) figurant dans la Recommandation UIT-R M.1768 qui fixe une limite inférieure applicable à la taille de cellule utilisable pour un déploiement de macrocellules.

2.2 Débit de données d'application

Le paramètre débit de données d'application est utilisé dans la méthode pour la répartition du trafic entre groupes RAT en fonction de l'environnement radioélectrique. Il correspond à un débit de données en principe disponible pour des applications dans un type de cellule particulier. Il peut être inférieur au débit binaire crête disponible et peut ne pas être disponible partout dans toute la cellule.

L'outil d'estimation utilise actuellement les valeurs suivantes de débit de données d'application pour la répartition du trafic entre groupes RAT:

- scénarios à macrocellules 50 Mbit/s
- scénarios à microcellules 100 Mbit/s
- scénarios en intérieur 1 Gbit/s.

Dans un environnement de **macro** ou de **microcellules**, le système fonctionne dans des **conditions de brouillage limitées**. Le débit cumulé disponible diminue de façon importante lorsque la distance de propagation augmente (voir le § 3.3.2). Le débit de données d'application – en particulier dans un environnement de macrocellules – correspond donc au débit cumulé moyen attendu, qui est inférieur au débit cumulé crête du système. Les Fig. 6 et 7 montrent que le débit cumulé moyen pour un déploiement avec un facteur de réutilisation de fréquences égal à 1 dans un environnement de macrocellules correspond à environ 50% du débit cumulé crête, suivant l'efficacité spectrale crête, la dégradation par rapport à la limite de Shannon et les conditions de propagation. Dans un environnement de macrocellules, un débit de données d'application de 50 Mbit/s correspond à 50% du débit cumulé crête requis de 100 Mbit/s associé aux IMT évoluées. Dans un environnement de microcellules, on peut utiliser des modes de couche physique potentiellement plus élevés que dans le cas de macrocellules car le rapport porteuse/brouillage devrait être plus élevé, ce qui permet d'obtenir un débit de données d'application plus élevée égal à 100 Mbit/s.

On suppose que dans les **scénarios en intérieur**, le système fonctionne dans des **conditions de bruit limitées** bien au-dessus du niveau de bruit. Un débit de données d'application de 1 Gbit/s correspond donc au débit cumulé crête requis du système, disponible dans la totalité de la cellule d'intérieur avec une forte probabilité compte tenu des faibles distances à considérer suivant des hypothèses réalistes pour les applications en intérieur.

Ces valeurs de débit de données d'application comparées à celles du débit cumulé crête requis sont conformes aux valeurs d'efficacité spectrale pour les différents scénarios.

On peut déterminer, grâce au débit de données d'application de la Recommandation UIT-R M.1768, si une catégorie de service peut être prise en charge par un groupe RAT donné dans un environnement radioélectrique particulier en comparant les besoins des catégories de service aux capacités des groupes RAT. Les études de marché du Rapport UIT-R M.2072 caractérisent les catégories de service à l'aide d'un seul type de paramètre de débit de données, à savoir, le débit binaire de service moyen. Le débit binaire moyen de service de la catégorie de service correspond à une prescription de débit de données moyen obtenu en faisant la moyenne pondérée pour les différents services appartenant à une même catégorie de service donné, comme on le décrit dans la Recommandation UIT-R M.1768. Pour plus de simplicité, on n'utilise donc dans la méthode qu'un seul type de paramètre débit de données pour modéliser le groupe RAT. On a choisi une valeur de débit de données d'application suffisamment élevée pour assurer la prise en charge des catégories de service décrites dans les études de marché et capables d'être fournies par les futurs systèmes. Ce débit risque toutefois de ne pas être disponible dans toute la cellule.

2.3 Déploiement minimal par opérateur (= par réseau) et par environnement radioélectrique

Le paramètre déploiement minimal par réseau et par environnement radioélectrique donne la quantité minimale de spectre nécessaire à un opérateur pour mettre en place un réseau capable de fonctionner dans l'environnement radioélectrique considéré. Il s'exprime en unités de granularité de spectre relative à la largeur de bande de la porteuse.

Lorsque l'on calcule la valeur du paramètre déploiement minimal, il faut s'assurer que le débit de données d'application peut être pris en charge dans l'environnement radioélectrique considéré. Il faut aussi tenir compte du débit binaire en bord de cellule pour que le taux de satisfaction des utilisateurs en bord de cellule soit également acceptable.

2.4 Efficacité spectrale dans la zone

Dans la Recommandation UIT-R M.1768, le paramètre efficacité spectrale dans la zone est utilisé pour calculer les besoins de spectre bruts par cellule en divisant les besoins de capacité exprimés en bit/s/cellule par les valeurs d'efficacité spectrale exprimées en bit/s/Hz/cellule. Dans cette Recommandation et dans le Rapport UIT-R M.2074, l'efficacité spectrale est calculée à partir du débit de données moyen obtenu pour tous les utilisateurs, qui sont répartis de façon homogène dans la zone de l'environnement radioélectrique, pour la couche IP dans le cas de services à commutation par paquets et pour la couche application dans le cas de services à commutation de circuits.

Les besoins de capacité décrits dans la méthode correspondent au cumul des capacités des liaisons montante et descendante; l'efficacité spectrale correspondante est donc indépendante du sens de la liaison. Les besoins de capacité correspondent à la capacité cumulée moyenne requise dans la cellule; ils sont calculés à partir de chiffres de trafic qui décrivent le trafic cumulé moyen sur la cellule. L'efficacité spectrale est donc également décrite à l'aide d'un seul chiffre par cellule au sens d'une moyenne, qui caractérise la situation sur la totalité de la cellule. Le calcul des valeurs d'efficacité spectrale est fondé sur le débit cumulé moyen pour tous les utilisateurs de la cellule normalisé par la largeur de bande de la cellule.

Les valeurs d'efficacité spectrale devraient prendre en compte les critères de QoS (taux de satisfaction d'utilisateurs et débit de données suffisants), l'environnement opérationnel (conditions de propagation, situation de brouillage) et les caractéristiques de système (caractéristiques d'antenne, qualité de fonctionnement de l'émetteur et du récepteur).

2.5 Débit binaire réalisable dans une cellule

Dans la pratique, les débits binaires disponibles ne seront pas constants sur l'ensemble de la cellule, car ils dépendent par exemple de la distance par rapport à la station de base du fait de la variation du rapport S/N en présence de bruit ou de la variation du rapport $S/(I + N)$ en présence de brouillage. Etant donné qu'il faudrait, pour une modélisation convenable, un algorithme assez complexe et que l'outil d'estimation des besoins de spectre devrait être aussi simple que possible pour pouvoir effectuer les calculs sur un PC classique à l'aide de logiciels standard, il est fait appel, dans la méthode, à une approche simplifiée.

A des fins de répartition du trafic, on a supposé dans la méthode que le débit de données d'application utilisé est constant sur toute la cellule. Il s'agit d'une hypothèse prudente car elle suppose que le débit de données d'application est toujours disponible pour la majorité des utilisateurs. Toutefois, la variabilité des débits de données disponibles à travers la cellule est prise en compte en considérant l'efficacité spectrale dans la zone, c'est-à-dire la moyenne de l'efficacité spectrale sur la totalité de la zone.

2.6 Relations avec les paramètres radioélectriques

Les paramètres radioélectriques des § 4.1 à 4.4, qui sont utilisés comme paramètres d'entrée dans la Recommandation UIT-R M.1768 pour modéliser le réseau réel de façon simplifiée, sont étroitement liés. Par conséquent, le calcul de leurs valeurs devrait se faire dans un même cadre. Ces valeurs devraient prendre en compte l'environnement opérationnel (par exemple les conditions de propagation et la situation de brouillage), les critères de QoS (par exemple, les prescriptions en matière de débit de données et la satisfaction des utilisateurs) et les caractéristiques de système (par exemple, les configurations d'antenne et les caractéristiques de l'émetteur et du récepteur). Il est important de considérer un seul et même cadre pour le calcul de la valeur des différents paramètres d'entrée car ceux-ci sont liés.

3 Conclusions

Dans l'Annexe 2, on décrit le comportement d'un réseau radioélectrique réel à l'aide de relations de base et l'on énumère les paramètres qui ont une incidence sur les besoins de spectre. La méthode de calcul des besoins de spectre adoptée dans la Recommandation UIT-R M.1768 décrit un modèle simplifiée permettant de caractériser un réseau radioélectrique réel. Les facteurs déterminant les besoins de spectre d'un réseau radioélectrique réel, décrits au § 3, sont pris en compte dans la méthode de calcul en tant que paramètres d'entrée et leurs valeurs sont déterminées conformément au § 4. Ces paramètres d'entrée comprennent la superficie de la cellule, le débit de données d'application, le déploiement minimal par opérateur et par environnement de service et l'efficacité spectrale dans la zone.

Il est important de déterminer dans un même cadre et à partir des mêmes hypothèses les valeurs des paramètres d'entrée à utiliser aux fins du présent Rapport car ces paramètres sont liés.

4 Références

- [1] Recommandation UIT-R M.1645 – Cadre et objectifs d'ensemble du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.
- [2] Recommandation UIT-R M.1768 – Méthodologie de calcul des exigences de spectre pour le développement futur de la composante de Terre des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.
- [3] THOMAS, J.B. [1969] *An Introduction to Statistical Communication Theory*, John Wiley & Sons, New York, Etats-Unis d'Amérique.
- [4] MOHR, W. [2003] Spectrum demand for Systems Beyond IMT-2000 Based on Data Rate Estimates. *Wiley J. Wireless Comm. and Mobile Computing*; **3**, p. 1-19.

Annexe 3

Estimation des besoins de spectre pour les applications nomades

L'estimation des besoins de spectre pour les applications nomades du RATG 2 a fait l'objet de débats très importants. Certaines administrations sont d'avis qu'il est inutile de procéder à une évaluation distincte de ces besoins, tandis que d'autres estiment qu'une évaluation distincte est nécessaire pour que les administrations soient informées de la façon de prendre en compte ces applications dans les bandes de fréquences disponibles.

Les applications nomades font appel à des débits de données élevés allant jusqu'à 1 Gbit/s et seront fournies par le biais de microcellules et de points d'accès public. Leurs caractéristiques radioélectriques peuvent être différentes de celles des applications mobiles, par exemple, plus grande largeur de bande de la porteuse (100 MHz par exemple), moindre brouillage d'autres cellules, etc.

L'outil d'estimation des besoins de spectre ne permet pas d'estimer de façon séparée les besoins des applications nomades. Les travaux nécessaires n'ont pu être terminés à temps pour figurer dans le Rapport de la RPC-07. Une administration a évalué sommairement les besoins de spectre des applications nomades et a montré que ceux-ci pourraient représenter plus de 50% du besoin de spectre total estimé. Cette analyse est appuyée par certaines administrations mais contestée par d'autres. L'outil ne pouvant pas estimer les besoins de spectre des applications nomades, une telle estimation risquerait donc d'être imprécise.

Annexe 4

Sensibilité de l'estimation des besoins de spectre

La Fig. 10 décrit la sensibilité de l'estimation des besoins de spectre vis-à-vis des paramètres U , Q , R et μ . On a fait varier une à une la valeur de chacun de ces paramètres (entre un minimum 0 et un maximum 1) avant de faire varier toutes les valeurs simultanément.

Les résultats montrent que les besoins de spectre augmentent rapidement lorsque les valeurs de ces paramètres dépassent environ 50% de leur valeur maximale.

