

## RECOMMANDATION UIT-R M.1390

**MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES EXIGENCES DE SPECTRE DE TERRE  
POUR LES SYSTÈMES IMT-2000**

(1999)

**Introduction**

Les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) sont des systèmes mobiles de la troisième génération dont l'entrée en service est prévue autour de l'an 2000, sous réserve des impératifs du marché. Ils permettront d'accéder, au moyen d'une ou de plusieurs liaisons radioélectriques, à un vaste éventail de téléservices assurés par les réseaux fixes de télécommunication (par exemple réseau téléphonique public commuté (RTPC)/réseau numérique avec intégration des services (RNIS)), ainsi qu'à divers autres services spécifiques aux usagers mobiles.

Ces systèmes utilisent différents types de terminaux mobiles, reliés à des réseaux de terre ou à des réseaux à satellites, conçus en fonction d'une utilisation dans le service fixe ou dans le service mobile.

Les principales caractéristiques des IMT-2000 sont les suivantes:

- niveau élevé de communauté de conception à l'échelle mondiale;
- compatibilité des services au sein des IMT-2000 et avec les réseaux fixes;
- qualité élevée;
- utilisation d'un petit terminal de poche avec possibilité de déplacement des abonnés itinérants partout dans le monde;
- capacité de prise en charge d'applications multimédia et d'un large éventail de services.

Les IMT-2000 sont définis par une série de recommandations interdépendantes de l'UIT, dont celle-ci fait partie.

L'estimation des exigences de spectre pour la composante de terre des systèmes IMT-2000 a fait l'objet du rapport UIT-R M.1153 précédant la CAMR-92. On considérait à ce moment-là que les services de téléphonie étaient la principale source de trafic. Au fur et à mesure que les progrès technologiques apportent des capacités supplémentaires en matière de télécommunications, les utilisateurs pourront demander plus de prestations de services hertziens. Les futurs services hertziens doivent prendre en charge non seulement la phonie, mais également une abondante gamme de nouveaux services qui serviront une large gamme d'applications. Les services tels que le multimédia, l'accès à Internet, l'imagerie et la téléconférence nécessiteront des systèmes hertziens de troisième génération. En réponse à ces nouvelles applications, les systèmes IMT-2000 prendront en charge des services de débit binaire élevé. La fourniture des nouveaux services décrits dans la Recommandation UIT-R M.816 (Cadre de description des services assurés par les IMT-2000) a une certaine influence sur les exigences de spectre pour les systèmes IMT-2000.

Il est nécessaire de développer une nouvelle méthodologie pour la détermination des exigences de spectre qui peuvent prendre en charge non seulement les nouveaux services des systèmes IMT-2000, mais également des nouvelles technologies de transmission radioélectrique actuellement développées.

**Domaine d'application**

La présente Recommandation fournit une méthodologie de calcul pour la détermination des exigences de spectre de terre des systèmes IMT-2000. Cette méthodologie pourrait également être utilisée pour d'autres systèmes publics de radiocommunication mobile de terre. Elle fournit une approche systématique qui intègre les influences géographiques, les effets du marché du trafic, les aspects techniques et systémiques ainsi qu'une approche consolidée des résultats d'exigence de spectre. La méthodologie s'applique tant aux technologies de transmission radioélectrique à commutation de circuit qu'à commutation par paquet, et peut prendre en charge des services caractérisés par des flux de trafic asymétriques<sup>1)</sup>.

---

1) L'Appendice 1 fournit un exemple d'application de la méthodologie.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que le Règlement des Radiocommunications (RR) spécifie les bandes 1 885-2 025 MHz et 2 110-2 200 MHz comme étant mondialement destinées à être utilisées par les administrations désirant mettre en oeuvre les IMT-2000, comme indiqué dans le RR S5.388, et dans la Résolution 212 (Rév.CMR-97);
- b) que la mise en place initiale des systèmes IMT-2000 devrait commencer d'ici à l'an 2000 en fonction des conditions du marché;
- c) que les bandes identifiées au a) du *considérant* sont utilisées différemment d'un pays à l'autre;
- d) que la répartition du trafic et des services qu'acheminent les systèmes IMT-2000 peut varier d'un pays à l'autre, ou encore au sein d'un même pays. Dans certaines parties du monde, un spectre supplémentaire peut être nécessaire, tandis que dans d'autres parties du monde, les bandes de fréquence identifiées au a) du *considérant* suffiraient pour répondre aux besoins actuels et futurs des services IMT-2000;
- e) qu'il faut assurer l'exploitation des terminaux IMT-2000 dans des contextes réglementaires variés;
- f) que les diverses technologies radioélectriques d'accès qui peuvent convenir aux IMT-2000 peuvent avoir des exigences de largeur de bande de canal différentes, et par conséquent elles peuvent avoir des influences diverses sur les possibilités d'utilisation des fréquences de base;
- g) que le trafic acheminé par des systèmes mobiles ainsi que le nombre de services et leur diversité continueront à se développer;
- h) que les futurs systèmes peuvent entraîner l'utilisation d'une vaste gamme de types de cellules, depuis les cellules installées à l'intérieur d'un bâtiment jusqu'aux cellules à satellites qui devront pouvoir coexister en un endroit donné;
- j) que les IMT-2000 offriront des services à débit binaire supérieur à celui des systèmes précédents, de manière à répondre à la demande croissante des clients et que cela pourrait générer une demande de spectres supplémentaires allant au-delà des estimations précédentes;
- k) que l'efficacité d'utilisation du spectre exige que soient pris en compte les équilibres entre coût des systèmes IMT-2000 et largeur de bande requise;
- l) le fait que la méthodologie donnée en Annexe 1 est considérée suffisamment souple pour prendre en charge, soit une vue mondiale, soit des exigences spécifiques des marchés régionaux en matière de besoin de spectre de terre,

*recommande*

- 1 que la méthodologie de calcul des estimations d'exigence de spectre de terre IMT-2000, comme spécifié dans l'Annexe 1 soit utilisée par les administrations comme base de calcul impliquant l'estimation des futurs besoins de spectre de terre des systèmes IMT-2000;
- 2 que la méthodologie décrite dans l'Annexe 1 puisse également être prise en compte dans le calcul d'estimation de spectre de terre pour d'autres systèmes publics de radiocommunication mobile terrestre et leur utilisation est fortement encouragée.

ANNEXE 1

**Méthodologie de calcul des exigences de spectre des systèmes IMT-2000**

**1 Aperçu général de la méthodologie d'estimation du spectre de terre**

Une méthodologie permettant d'estimer les exigences de spectre de terre est présentée ci-après. Cette méthodologie permet de calculer des estimations de spectre destinées à prendre en charge des services présents et futurs de télécommunication mobile. L'équation permettant d'effectuer cette estimation est donnée dans l'équation 1.

Cette méthodologie est conforme à la vision mondiale des systèmes IMT-2000 ainsi qu'aux services tels que présentés dans la Recommandation UIT-R M.816: «Cadre de description des services assurés par les systèmes IMT-2000». La méthodologie est suffisamment souple pour prendre en charge, soit une perspective mondiale du spectre nécessaire, soit les exigences spécifiques des marchés régionaux.

Le principal objectif de cette méthodologie est de déterminer les exigences de spectre particulier pour toute les combinaisons représentatives d'environnements et de services spécifiques ( $F_{es}$ ) dans une zone géographique donnée et de combiner l'ensemble des exigences  $F_{es}$  de spectre particulier dans une estimation totale des exigences de spectre de la composante de terre,  $F_{de\ terre}$ , en utilisant des facteurs de pondération appropriés ( $\alpha_{es}$ ) pour ce calcul. Le facteur ( $\alpha_{es}$ ) tient compte de l'influence des services concurrents dans une zone géographique donnée. Un facteur de rajustement supplémentaire ( $\beta$ ) est disponible pour s'appliquer au cumul composite et tenir compte des influences telles que la diversité des opérateurs, le partage des spectres et considérations similaires.

L'estimation d'une exigence de spectre pour de nombreuses années à venir n'est pas un calcul exact. En particulier, il n'est pas prévu que la méthodologie donnée dans le présent document comprenne les effets de second et troisième ordres; en fait les calculs tiennent plutôt compte des influences significatives de premier ordre qui sont les principaux facteurs pour le spectre de terre requis.

Le spectre exigé ( $F_{de\ terre}$ ) en MHz est:

$$F_{de\ terre} = \beta \sum \alpha_{es} F_{es} = \beta \sum \alpha_{es} T_{es}/S_{es} \quad (1)$$

où «e» et «s» sont des indices dépendant respectivement des divers environnements et services.

Par conséquent,  $F_{de\ terre}$  est le spectre total requis, en tant que cumul pondéré de  $F_{es}$  individuel coexistant dans la même zone géographique pour tous les environnements «e» et services «s» considérés pertinents, et ajustés de manière à tenir compte d'influences telles que le partage de spectre, la diversité des opérateurs,

où:

$F_{de\ terre}$	= Exigence de spectre de la composante de terre	Unités: MHz
$T_{es}$	= Trafic/Cellule <sub>es</sub>	Unités: Mbit/s/cellule
$S_{es}$	= Capacité du système	Unités: Mbit/s/MHz/cellule
$\alpha_{es}$	= Facteur de pondération	Unités: adimensionnelle
$\beta$	= Facteur de rajustement	Unités: adimensionnelle

L'équation 1 concerne à la fois les services à commutation par circuit et à commutation par paquet et tient compte de l'asymétrie du trafic dans les sens liaison montante et liaison descendante. Chacun des facteurs de l'équation 1 sera défini ultérieurement dans les sous sections ci-après.

Les calculs, paramètres et définition des entrées dans le cadre de la présente méthodologie sont divisés en quatre catégories et sont utilisés pour rassembler en quatre sous groupes des aspects similaires de la méthodologie:

- A** Considérations d'ordre géographique,
- B** Considérations relatives au marché et au trafic,
- C** Considérations techniques et systémiques,
- D** Considérations relatives aux résultats de spectre.

L'Appendice 1 donne également un exemple d'application de la méthodologie. Cet exemple est fondé sur un sous ensemble représentatif d'environnements et de services. L'exemple de calcul utilise des valeurs de paramètres estimées à partir de recherches de marché pour des services publics de télécommunication mobile terrestre, y compris des services IMT-2000 ainsi que des valeurs de paramètres techniques estimées à partir des technologies de transmission radio-électrique IMT-2000 pour l'année 2010.

Il convient de ne pas considérer les résultats illustrés dans cet exemple comme apportant une réponse à la question relative aux exigences de spectre futures pour les services publics de télécommunication mobile terrestre, y compris les services IMT-2000, car tous les environnements et services qui doivent être pris en compte pour assurer l'exhaustivité du calcul, n'ont pas été inclus dans l'exemple qui tient cependant compte de tous les environnements et services nécessaires à un examen valable de tous les aspects de la méthodologie.

## 2 Organigramme de la méthodologie

Les informations ci-après présentent la méthodologie sous forme d'organigramme, avec une énumération séquentielle des étapes réparties en quatre sous-catégories. Les sections suivantes du présent document donnent des informations et des descriptions détaillées des termes, paramètres et calculs effectués<sup>2)</sup>.

### A Considérations d'ordre géographique

#### A1 Sélection de «e»

«e» – type d'environnement: choix de la densité et de la mobilité.

Ces environnements sont définis par une combinaison associant un attribut de densité et un attribut de mobilité, pris conjointement, comme illustré dans la matrice ci-après:

Mobilité	En bâtiment	Piéton	Véhicule
Densité			
Urbain dense (centre-ville)			
Urbain			
Suburbain			
Rural			

Par exemple, «urbain dense, en bâtiment» pourrait être une valeur de «e».

#### A2 Sélection du sens de calcul

Liaison montante (de la station mobile vers la station de base) ou liaison descendante (de la station de base vers la station mobile).

#### A3 Détermination de la zone et de la géométrie de la cellule représentatives Unités: en mètres

Diamètre s'il s'agit d'une géométrie cellulaire omnidirectionnelle et circulaire; rayon du sommet s'il s'agit d'une géométrie cellulaire hexagonale sectorisée.

#### A4 Calcul de la Zone de Cellule $A_e$ Unités: $\text{km}^2$

Zone de Cellule<sub>e</sub> (Cell\_Area<sub>e</sub>).

### B Considérations liées au marché et au trafic

#### B1 Sélection de «s»

s – type de service: sélection du type de service et par conséquent du Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur (Net\_User\_Bit\_Rate<sub>s</sub>) (kbit/s).

2) La notation mathématique utilisée pour décrire une fonction complexe comme un nom de fonction et une liste de paramètres d'entrée est utilisée en plusieurs endroits dans le présent document. Elle est représentée de la manière suivante:

Fonction {paramètre1, paramètre2, ..., paramètreN}.

**B2 Détermination de la Densité de Population<sub>e</sub> (Population\_Density<sub>e</sub>)** Unités: utilisateurs potentiels/km<sup>2</sup>

**B3 Détermination du Taux<sub>es</sub> de Pénétration (Penetration\_Rate<sub>es</sub>)** Unités: %

**B4 Calcul de Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub> (Users/Cell<sub>es</sub>)** Unités: utilisateurs

Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub> = Densité\_Population<sub>e</sub>\*Taux<sub>es</sub> de Pénétration\*Zone\_Cellule<sub>e</sub>  
(Users/Cell<sub>es</sub> = Population\_Density<sub>e</sub>\*Penetration\_Rate<sub>es</sub>\*Cell\_Area<sub>e</sub>).

**B5 Détermination des paramètres de trafic**

Tentatives<sub>es</sub> d'Appel en Heure de Pointe (Busy\_Hour\_Call\_Attempts<sub>es</sub>) Unités: appels en heure de pointe

Durée<sub>es</sub> d'Appel Effective (Effective\_Call\_Duration<sub>es</sub>) Unités: secondes

Facteur<sub>es</sub> d'Activité (Activity\_Factor<sub>es</sub>) Unités: adimensionnelle

**B6 Calcul du Trafic/Utilisateur<sub>es</sub>** Unités: appel-secondes

Trafic/Utilisateur<sub>es</sub> = Tentatives<sub>es</sub> d'Appel Heure de Pointe\*Durée<sub>es</sub> de l'Appel\* Facteur<sub>es</sub> d'Activité  
(Traffic/User<sub>es</sub> = Busy\_Hour\_Call\_Attempts<sub>es</sub>\*Call\_Duration<sub>es</sub>\* Activity\_Factor<sub>es</sub>).

(NOTE – Peut être exprimé en Erlangs, où un Erlang = appel-secondes/3 600.)

**B7 Calcul du Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub>** Unités: appel-secondes/cellule

Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> = Trafic/Utilisateur<sub>es</sub>\*Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub>  
(Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub> = Traffic/User<sub>es</sub>\*Users/Cell<sub>es</sub>).

(NOTE – Peut être exprimé en Erlangs, où un Erlang = appel-secondes/3 600.)

**B8 Détermination des Paramètres de la Fonction<sub>es</sub> Qualité de Service (Quality\_of\_Service\_Function<sub>es</sub> Parameters)** Unités: diverses

Taille<sub>es</sub> du Groupe (Group\_Size<sub>es</sub>);

Critère<sub>s</sub> de Blocage (Blocking Criteria<sub>s</sub>) {Formule et Qualité de Service pour commutation de circuit; Formule et Retard (Delay) pour commutation par paquet}.

**C Considérations techniques et systémiques**

**C1 Calcul du nombre de Canaux de Service/Cellule<sub>es</sub> (Service\_Channels/Cell<sub>es</sub>) requis pour écouler le Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> (Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>)** Unités: aucune

Canaux de Service/Cellule<sub>es</sub> (Service\_Channels/Cell<sub>es</sub>) =  
  
(Fonction<sub>s</sub> Qualité de Service  
{Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub>\*Taille<sub>es</sub> du groupe;  
Critère<sub>s</sub> de Blocage})/Taille<sub>es</sub> du Groupe  
((Quality\_of\_Service\_Function<sub>s</sub>  
{Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>\*Group\_Size<sub>es</sub>;  
Blocking Criteria<sub>s</sub>})/Group\_Size<sub>es</sub>)

- C2 Détermination du Débit<sub>es</sub> Binaire du Canal de Service (Service\_Channel\_Bit\_Rate<sub>es</sub>) nécessaire pour écouler le Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur (Net\_User\_Bit\_Rate<sub>s</sub>)** Unités: kbit/s
- C3 Calcul du Trafic<sub>es</sub> (Calculate Traffic<sub>es</sub>)** Unités: Mbit/s/cellule

$T_{es} = \text{Canaux de Service/Cellule}_{es} * \text{Débit}_{es} \text{ Binaire du Canal de Service (Service_Channels/Cell}_{es} * \text{Service_Channel_Bit_Rate}_{es})$ .

(On notera la conversion des valeurs kbit/s en Mbit/s.)

- C4 Détermination des Paramètres de Capacité<sub>es</sub> Nette Système (Net\_System\_Capability<sub>es</sub> Parameters)** Unités: diverses

Efficacité Spectrale du Système; Facteur de Codage; Facteur de Surdébit (Overhead Factor); Modèle de Déploiement; et autres facteurs.

- C5 Calcul de la Capacité<sub>es</sub> Nette Système (Net\_System\_Capability<sub>es</sub>)** Unités: Mbit/s/MHz/cellule

$S_{es} = \text{Fonction de \{Efficacité Spectrale; Facteur de Codage; Facteur de Surdébit; Modèle de Déploiement, et autres facteurs\}}$ .

## D Considérations liées au résultat de spectre

- D1 Calcul de la Composante Individuelle  $F_{es}$**

(La réponse correspondra au sens de calcul choisi, soit liaison montante, soit liaison descendante.)

$F_{es} = T_{es}/S_{es}$  (soit liaison montante, soit liaison descendante) Unités: MHz

- D2 Répétition du processus pour le calcul de l'autre sens (soit liaison descendante, soit liaison montante selon le cas)**

Recommencer les étapes A2 à D1.

- D3 Calcul de  $F_{es}$  pour le service «s» combinant les composantes liaison montante et liaison descendante**

$F_{es} = (F_{es} \text{ montante} + F_{es} \text{ descendante})$  Unités: MHz

- D4 Répétition du processus (étapes A1 à D3) pour tous les paramètres «e», «s»**

- D5 Détermination du Facteur de Pondération applicable à chaque  $F_{es}$  individuelle:  $\alpha_{es}$**  Unités: aucune

- D6 Détermination du(des) Facteur(s) de Rajustement):  $\beta$**  Unités: aucune

- D7 Calcul de la Valeur Totale de Spectre  $F_{de \text{ terre}}$**  Unités: MHz

$F_{de \text{ terre}} = \beta \sum \alpha_{es} F_{es}$ .

### 3 Description détaillée de la méthodologie

#### A Considérations d'ordre géographique

##### A1 Environnement

Le point de départ pour prendre en compte les exigences du spectre de terre consiste à déterminer des caractéristiques des cellules que le système utilisera. Le système fonctionnera dans divers scénarios, englobant diverses combinaisons de densité et de mobilité. Un tableau des environnements possibles est donné ci-dessous, bien qu'il n'y ait aucune indication quant aux environnements spécifiques à prendre en compte. On considère que la matrice ci-dessous est suffisamment souple pour couvrir la plupart des situations rencontrées en matière de déploiement d'un système public de radiocommunication mobile terrestre.

L'indice variable «e» représente l'environnement pour lequel le calcul est effectué, et l'environnement est défini par une combinaison associant un attribut densité et un attribut mobilité, considérés conjointement; ils sont illustrés dans la matrice suivante:

Mobilité	En bâtiment	Piéton	Véhicule
Densité			
Urbain dense (centre-ville)			
Urbain			
Suburbain			
Rural			

Par exemple, «urbain dense, en bâtiment» pourrait être une valeur de «e».

Il est évident que certains de ces environnements peuvent se chevaucher (géographiquement), tandis que d'autres peuvent être séparés. Pour calculer le spectre total requis pour les systèmes IMT-2000 il sera nécessaire de déterminer le spectre maximal qui pourrait dans la pratique être nécessaire pour l'une des zones. On sait à priori que toutes les combinaisons (valeur de «e») ne seront pas nécessaires et que dans la plupart des cas il suffit de tenir compte de quelques combinaisons. Il est par exemple admis que dans la pratique «urbain dense, véhicule» en tant que valeur de «e» ne sera pas nécessaire pour certains calculs. Par conséquent, la première étape de la méthodologie consiste à déterminer les environnements qui pourraient coexister et qui pourraient donner lieu à la demande de spectre total la plus élevée.

Dans la pratique, il s'agira d'une combinaison d'environnements urbain dense et urbain. La méthode qui permet de déterminer le spectre total exigé est alors appliquée à chacun des membres de cet ensemble d'environnements en chevauchement.

##### A2 Sélection du sens de calcul

Liaison montante (de la station mobile vers la station de base) ou liaison descendante (de la station de base vers la station mobile).

Les valeurs de trafic et de spectre des étapes A2 à D1 sont calculées séparément pour la liaison montante et la liaison descendante du fait de l'asymétrie de trafic de certains services. Le spectre exigé pour toute valeur  $F_{es}$  est la somme des exigences dans les deux sens.

##### A3 Détermination de la zone et de la géométrie de la cellule

Pour chacun des environnements «e» identifiés en A1, la zone et la géométrie de la cellule doivent être établies. Des exemples type pourraient être un cercle ou un hexagone, l'un ou l'autre étant considéré comme un ensemble ou divisés en secteurs. Il est possible pour des raisons opérationnelles que divers environnements utilisent des cellules de géométrie différente et il est très probable qu'il y ait plusieurs tailles de cellules.

**A4 Calcul de la Zone de la Cellule<sub>e</sub>****Unités: km<sup>2</sup>**

Après avoir identifié la géométrie et les dimensions de la cellule pour chaque environnement, il est nécessaire de calculer la zone de la cellule.

Par exemple:

Pour une cellule circulaire, Zone de la cellule<sub>e</sub> =  $\pi R^2 = \pi D^2/4$

où: R = rayon du cercle

D = diamètre du cercle.

Pour une cellule hexagonale, Zone de la cellule<sub>e</sub> =  $(3/2) * (\sqrt{3}) * R^2$

où: R = rayon (au sommet) de l'hexagone.

Pour une cellule qui est un secteur d'un cercle/hexagone, la zone qu'il convient d'utiliser (Zone de la Cellule<sub>e</sub>) (Cell\_Area<sub>e</sub>) est la zone du secteur et il peut être suffisant de diviser la zone de l'ensemble du cercle/hexagone pour obtenir la zone du secteur.

Il est admis d'utiliser d'autres géométries de cellules et formules correspondantes de calcul de la zone.

**B Considérations relatives au marché et au trafic****B1 Sélection de «s»**

«s» – type de service: sélectionne le type de service et par conséquent le Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur (Net\_User\_Bit\_Rate<sub>s</sub>) (kbit/s).

Pour un service public de radiocommunication mobile terrestre, il existe un ensemble de services proposés. Le fait de sélectionner un type de service «s», choisit un service particulier à partir de cet ensemble, à des fins de calcul.

Par exemple dans les systèmes IMT-2000, un ensemble de services raisonnable (la gamme de «s») pourrait être:

- Phonie (à commutation de circuit)
- Message Simple (à commutation par paquet)
- Données commutées (à commutation de circuit)
- Multimédia moyen (à commutation par paquet)
- Multimédia de débit élevé (à commutation par paquet)
- Multimédia interactif (à commutation par paquet).

**B2 Détermination de la Densité<sub>e</sub> de Population (Population\_Density<sub>e</sub>)****Unités: Utilisateurs potentiels/km<sup>2</sup>**

Pour chaque environnement pris en compte, il est également nécessaire de déterminer une densité de population. Cette valeur permettra de calculer le nombre de personnes par unité de surface dans le cadre de l'environnement considéré.

Des emplacements géographiques similaires peuvent avoir des densités de population différentes en fonction de la composante de mobilité. Par exemple, urbain-piéton peut avoir une densité de population de 100 000 utilisateurs/km<sup>2</sup>, même si cette même zone ne pourrait pas physiquement avoir une densité d'environnement urbain-véhicule de plus de 3 000 utilisateurs/km<sup>2</sup>.

**B3 Détermination du Taux<sub>es</sub> de Pénétration (Penetration\_Rate<sub>es</sub>)****Unités: %**

Ce paramètre est le rapport du nombre de personnes abonnées au service «s» sur la population totale dans l'environnement «e».

Il convient de noter que l'utilisation de chaque service n'est pas exclusif. Chaque Taux<sub>e</sub> de Pénétration fait référence à la pénétration de service en tant que pourcentage de la base totale d'utilisateurs potentiels. Etant donné que des utilisateurs peuvent utiliser plusieurs services, il est possible que la pénétration *totale* dans un environnement donné (pour tous les services) dépasse la valeur 1 (100%) si une proportion élevée d'utilisateurs utilise plus d'un service.

**B4 Calcul Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub> (Users/Cell<sub>es</sub>)**

Ce paramètre dépend de la densité de population et de la zone de la cellule pour chaque environnement «e», ainsi que du taux de pénétration pour le service «s» et l'environnement «e».

Cette valeur représente le nombre de personnes réellement abonnées au service «s» dans une cellule de l'environnement «e».

Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub> = Densité<sub>es</sub> de Population \* Taux<sub>es</sub> de Pénétration \* Zone de la Cellule<sub>e</sub>  
(Users/Cell<sub>es</sub> = Population\_Density<sub>es</sub> \* Penetration\_Rate<sub>es</sub> \* Cell\_Area<sub>e</sub>).

**B5 Détermination des Paramètres de Trafic**

Pour chaque service et dans chaque environnement, les paramètres suivants doivent être déterminés:

*Tentatives<sub>es</sub> d'Appel en Heure de Pointe (Busy\_Hour\_Call\_Attempts<sub>es</sub>)*

**Unités: nombre d'appels en heure de pointe**

Ce paramètre est défini comme étant le nombre moyen de tentatives d'appels pour l'utilisateur moyen, en heure de pointe. Il convient de noter que ces appels peuvent avoir pour origine, soit l'utilisateur, soit le réseau. Il n'est fait ici aucune distinction entre ces deux sources puisque les ressources nécessaires qui en résultent sont les mêmes. Pour les services à commutation de circuit, ce paramètre est explicite; pour les services à commutation par paquet, un appel est considéré comme une session.

*Durée<sub>es</sub> de l'Appel (Call\_Duration<sub>es</sub>)*

**Unités: secondes**

Ce paramètre est défini comme étant la durée moyenne réelle de l'appel ou de la session pendant l'heure de pointe.

*Facteur<sub>es</sub> d'Activité (Activity\_Factor<sub>es</sub>)*

**Unités: adimensionnelle**

Défini comme étant un pourcentage de temps pendant lequel la ressource est effectivement utilisée au cours de l'appel. Par exemple, si la voix est transmise uniquement si l'utilisateur parle, ou si une émission de paquets s'effectue par rafale, la transmission n'est active que pendant une durée relativement courte.

**B6 Calcul du Trafic/Utilisateur<sub>es</sub> (Traffic/User<sub>es</sub>)**

**Unités: appel-secondes**

Ce paramètre est défini comme la probabilité de décrochage et d'activité de l'utilisateur pendant l'heure de pointe pour un appel à commutation de circuit ou une session à commutation par paquet. Ce paramètre est clairement défini en Erlangs (appel-secondes/3 600) pour les services à commutation de circuit et il prend l'unité équivalente de l'activité relative moyenne dans une période de référence de l'heure de pointe pour les services à commutation par paquet.

Trafic/Utilisateur<sub>es</sub> = Tentatives<sub>es</sub> Appel Heure de Pointe \* Durée<sub>es</sub> de l'Appel \* Facteur<sub>es</sub> d'Activité  
(Traffic/User<sub>es</sub> = Busy\_Hour\_Call\_Attempts<sub>es</sub> \* Call\_Duration<sub>es</sub> \* Activity\_Factor<sub>es</sub>).

**B7 Calcul du Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> (Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>)**

**Unités: appel-secondes**

Il s'agit du trafic total émis dans une cellule donnée d'environnement «e» pour le service «s» en heure de pointe.

Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> = Trafic/Utilisateur<sub>es</sub> \* Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub>  
(Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub> = Traffic/User<sub>es</sub> \* Users/Cell<sub>es</sub>).

Ce paramètre est clairement défini en Erlangs (appel-secondes/3 600) pour les services à commutation de circuit et il prend l'unité équivalente de l'activité relative moyenne dans une période de référence de l'heure de pointe pour les services à commutation par paquet.

**B8 Détermination des Paramètres de la Fonction<sub>es</sub> Qualité de Service (Quality\_of\_Service\_Function<sub>es</sub>) (QOS<sub>es</sub>)**

**Unités: diverses**

*Paramètres requis:*

*Taille<sub>es</sub> du Groupe (Group\_Size<sub>es</sub>)*

*Critère<sub>s</sub> de Blocage (Blocking Criteria<sub>s</sub>) (Formule et Blocage pour les services à commutation de circuit)*

ou

*Critère<sub>s</sub> de Blocage (Blocking Criteria<sub>s</sub>) (Formule et Retard pour les services à commutation par paquet)*

### *Discussion des aspects Qualité de service*

Les capacités de la voie porteuse sont caractérisées en termes de paramètres ayant une valeur de Qualité de Service et de Niveau de Service. La détermination des valeurs de paramètres Fonction<sub>es</sub> des Qualités de Service (dont la présente Fonction<sub>s</sub> Qualité de service s'applique à la qualité de service proprement dite mais également au niveau de service) influence directement le nombre de ressources de canaux de services qui sont nécessaires pour écouler les flux de Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur.

Ces paramètres sont nécessaires pour déterminer la quantité réelle de ressources nécessaires pour écouler le trafic sortant de la cellule. Pour les services à commutation de circuit, le paramètre nécessaire est représenté par le blocage acceptable, c'est-à-dire le pourcentage maximal d'appels qui ne peut pas être traité par le réseau.

Pour les services à commutation par paquet, la qualité de service est définie en termes de retard maximal des paquets et de probabilité de perte de paquets. Les valeurs acceptables de ce paramètre doivent être établies pour un Type de Service donné «s».

Le débit d'un système à commutation par paquet dépend du choix d'un protocole à accès multiples approprié (par exemple, Aloha, PMRA, etc.). Etant donné un protocole particulier, le débit total peut être déterminé pour un Type de Service «s» particulier par application d'un modèle de trafic adéquat et une Fonction<sub>es</sub> Qualité de Service de paquet convenable.

Les modèles de trafic pour les services à commutation par paquet dépendent de nombreux paramètres dont certains pourraient être inclus dans la variable Capacité<sub>es</sub> Nette Système. Quelques exemples de paramètres de trafic à commutation par paquet sont donnés ci-après:

- temps statistiques d'arrivée des diverses sessions;
- nombre de rafales de paquets par session;
- temps d'arrivée des rafales de paquet dans une session donnée;
- statistiques relatives à la taille du paquet.

Les valeurs ci-dessus sont également liées au Type de Service «s». Lorsqu'une session est constituée de services multiples, il convient d'utiliser un modèle de trafic cumulatif.

La fonction requise utilisée pour le calcul de la Fonction<sub>es</sub> Qualité de Service par rapport au nombre de canaux de service est une question de choix de la fonction convenant au Type de Service «s» sélectionné. Par exemple, Erlang B avec une valeur de blocage de quelques pourcents (soit 2% de blocage) a souvent été utilisée pour des services de phonie (à commutation de circuit) et peut être un choix convenable pour la détermination du spectre associé au Type de Service phonie. Pour les calculs relatifs au Type de Service à base de paquet, d'autres fonctions telles que discutées précédemment, décrivant la Fonction<sub>es</sub> de Qualité de Service qui convient au service à commutation par paquet pourraient être utilisées.

Considérant que les technologies de transmission radioélectrique et les déploiements de services peuvent fournir une certaine mesure du «partage» ou du «réacheminement» du trafic entre cellules adjacentes (peut-être selon une structure hiérarchique ou autres dispositifs), il est recommandé de considérer le trafic et la Fonction<sub>es</sub> Qualité de Service au sein d'un groupement de cellules donné.

Le terme Taille<sub>es</sub> de Groupe est utilisé pour décrire le nombre de cellules qu'on a choisi d'inclure dans un groupe donné afin d'appliquer la Fonction<sub>es</sub> de Qualité de Service et de trafic. La Taille<sub>es</sub> de Groupe n'implique aucune géométrie particulière même si l'on pourrait prendre pour exemple un réseau régulier et hexagonal de cellules qui donne lieu à une Taille<sub>es</sub> de Groupe de sept, valeur obtenue en ajoutant à la cellule concernée les six cellules du premier étage qui l'entoure.

Le principe de base consiste à multiplier le Trafic/Cellule<sub>es</sub> par la Taille<sub>es</sub> du Groupe et d'appliquer la fonction Critère<sub>s</sub> de Blocage à ce groupement. Ainsi, pour obtenir les Canaux de Service/Cellule<sub>es</sub>, la Taille<sub>es</sub> de Groupe est divisée pour déduire l'évaluation par cellule.

Cette étape de calcul a pour effet de réduire quelque peu le nombre de Canaux de Service/Cellule<sub>es</sub> en tenant compte d'une certaine amélioration de l'efficacité de la répartition du trafic dans un groupement géographique donné. Dans la mesure où le groupement et/ou le partage du trafic entre des cellules géographiquement groupées est inclus dans le paramètre Capacité<sub>es</sub> Système, il convient de choisir la valeur de un pour la Taille<sub>es</sub> du Groupe et de calculer la fonction Critère<sub>s</sub> de Blocage sur le trafic d'une seule cellule.

De la même manière, si les effets de la Fonction<sub>es</sub> Qualité de Service sont inclus dans le paramètre Capacité<sub>es</sub> Système, dans ce cas, il convient de choisir la valeur un pour la Fonction de Blocage<sub>s</sub> ce qui, en principe, nécessiterait également que la valeur Taille<sub>es</sub> du Groupe soit établie à une unité.

## C Considérations techniques et systémiques

### C1 Calcul du nombre de Canaux de Service/Cellules<sub>es</sub> exigé pour l'écoulement du Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> (Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>) Unités: aucune

Le calcul du nombre de Canaux de Service/Cellules<sub>es</sub> (Service\_Channels/Cell<sub>es</sub>) est une fonction complexe qui implique l'utilisation des paramètres précédemment discutés:

$$\text{Canaux de Service/Cellules}_{es} = (\text{QOS}_{es} \{ \text{Trafic Proposé/Cellules}_{es} * \text{Taille}_{es} \text{ Groupe}; \\ \text{Critère}_{s} \text{ de Blocage} \}) / \text{Taille}_{es} \text{ Groupe} \\ (\text{Service\_Channels/Cell}_{es} = (\text{QOS}_{es} \{ \text{Offered\_Traffic/Cell}_{es} * \text{Group\_Size}_{es}; \\ \text{Blocking Criteria}_{s} \}) / \text{Group\_Size}_{es})$$

La valeur Canaux de Service/Cellules<sub>es</sub> est le nombre réel de «canaux» qui peuvent être fournis pour l'écoulement du trafic prévu. Un canal de service est un canal qui prend en charge un service qui nécessite l'écoulement du Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur correspondant pour le service «s» sélectionné.

De manière générale, une installation de communication physique offre un débit binaire physique donné qui peut être sous-divisé en plusieurs canaux de transmission à sous-débit, chacun d'entre eux étant capable de prendre en charge un certain nombre de canaux de service.

### C2 Détermination du Débit<sub>es</sub> Binaire du Canal de Service (Service\_Channel\_Bit\_Rate<sub>es</sub>) nécessaire à l'écoulement du Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur (Net\_User\_Bit\_Rate<sub>s</sub>) Unités: kbit/seconde

Du fait de la modularité du débit binaire du canal de service, il est possible que le Débit<sub>es</sub> Binaire du Canal de Service soit supérieur ou égal au Débit<sub>es</sub> Binaire Net Utilisateur. Par exemple, un Débit<sub>es</sub> Binaire de Canal de Service de 16 kbit/s permettant d'écouler un Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur de 14 kbit/s ou un Débit<sub>es</sub> Binaire de Canal de Service de 80 kbit/s permettant d'écouler un Débit<sub>s</sub> Binaire Net utilisateur de 64 kbit/s.

La valeur du Débit<sub>es</sub> Binaire de Canal de Service pourrait également introduire des effets liés aux facteurs de codage et au surdébit du canal. Dans la mesure où les effets du débit binaire réel du canal de service, des facteurs de codage et des surdébits du canal ne sont pas inclus dans la Capacité<sub>es</sub> Nette Système, il conviendrait de les inclure dans ce paramètre. Si l'on ignore les éventuels facteurs liés au Débit<sub>s</sub> Binaire de Canal de Service qui font que ce débit binaire devient supérieur au Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur, le Débit<sub>es</sub> Binaire du Canal de Service est simplement égal au Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur.

### C3 Calcul du Trafic<sub>es</sub> (Calculate Traffic<sub>es</sub>) Unités: Mbit/s/cellule

(Noter la conversion des kbit/s en Mbit/s.)

$$T_{es} = \text{Canaux de Service/Cellule}_{es} * \text{Débit}_{es} \text{ Binaire de Canal de Service} \\ (\text{Service\_Channels/Cell}_{es} * \text{Service\_Channel\_Bit\_Rate}_{es}).$$

A ce niveau, le trafic a été cumulé pour tous les facteurs représentés par l'environnement, le type de service, le sens de transmission choisi, la géométrie de la cellule, les aspects qualité de service, les efficacités de trafic dans un groupe de cellules donné ainsi que les exigences liées au débit binaire du canal de service.

### C4 Capacité<sub>es</sub> Nette Système (Net\_System\_Capability<sub>es</sub>) ( S<sub>es</sub> ) Unités: Mbit/s/MHz/cellule

(Une expression équivalente pour bits/s/Hz/cellule.)

Détermination des paramètres de Capacité Nette Système Unités: diverses

S<sub>es</sub> est une mesure de la capacité d'un système de technologie spécifique. Cette valeur est liée à l'efficacité spectrale du système de télécommunication mobile mais comporte de nombreux autres facteurs. La dimension unitaire de S<sub>es</sub> est Mbit/s/MHz/cellule, c'est-à-dire un équivalent direct de bits/s/Hz/cellule. La Capacité<sub>es</sub> Nette Système n'est pas identique à l'efficacité spectrale de la technologie de transmission radioélectrique. Elle est constituée d'un certain nombre d'effets combinés de manière complexe et adaptés à la technologie de transmission radioélectrique ainsi qu'au type de service «s» et à l'environnement «e». Les valeurs nécessaires à la détermination de la Capacité<sub>es</sub> Nette Système sont souvent obtenues à partir de résultats de simulations systémiques complexes.

Les principales composantes de la Capacité<sub>es</sub> Nette Système peuvent inclure:

- 1) La conception de la technologie de transmission radioélectrique utilisée et ses impacts techniques, y compris, de manière non limitative:
  - l'efficacité spectrale physique de la technologie d'accès utilisée;
  - les exigences de  $E_b/N_0$  spécifique;
  - les exigences de  $C/I$  spécifique;
  - les exigences de plan de réutilisation de fréquence spécifique;
  - les facteurs de codage utilisés par la technologie de transmission radioélectrique;
  - les facteurs de surdébit utilisés par la technologie de transmission radioélectrique;
  - l'environnement - en bâtiment, à l'extérieur, fixe, piéton, véhicule.
- 2) Modèles de déploiement et/ou technique de déploiement comprenant des microcellules, des macrocellules, des cellules hiérarchiques ou des cellules en recouvrement, etc.

Par conséquent, il faut un compromis entre Capacité<sub>es</sub> Nette Système et qualité ou niveau de service.

### **C5 Calcul de la Capacité<sub>es</sub> Nette Système (Calculate Net\_System\_Capability<sub>es</sub>)**

$S_{es}$  = Fonction de {Efficacité Spectrale, Facteur de Codage, Facteur de Surdébit, Modèle de Déploiement et d'autres facteurs}.

Ce calcul utilise les valeurs et paramètres discutés précédemment dans le cadre des combinaisons de fonctions appropriées.

## **D Considérations relatives aux résultats de spectre**

### **D1 Calcul de la Composante Individuelle $F_{es}$ pour un sens donné**

- liaison montante (de la station mobile vers la station de base); ou
- liaison descendante (de la station de base vers la station mobile).

Le spectre requis pour un service et un environnement donnés, dans un sens donné, est calculé en divisant le Trafic<sub>es</sub> (tel que déterminé au § C3) par la Capacité<sub>es</sub> Nette Système (telle que déterminée au § C4).

$F_{es} = T_{es}/S_{es}$  (soit liaison montante, soit liaison descendante)

**Unités: MHz**

### **D2 Répétition du processus de calcul pour l'autre sens (soit liaison descendante, soit liaison montante selon le cas)**

Recommencer les étapes A2 à D1 pour l'autre sens (si le calcul n'a pas été précédemment effectué).

### **D3 Calcul de $F_{es}$ pour le Service «s», associant des composantes de liaison montante et de liaison descendante**

Le spectre total requis pour un service et un environnement donnés est déterminé en additionnant directement le spectre nécessaire aux composantes liaison montante et liaison descendante.

$F_{es} = (F_{es} \text{ montante} + F_{es} \text{ descendante})$

**Unités: MHz**

### **D4 Répétition du processus (étapes A1 à D3) pour tous les «e», «s» requis**

Recommencer les étapes A1 à D3 pour chaque combinaison de «e» et «s» prise en compte.

**D5 Détermination du facteur de pondération ( $\alpha_{es}$ ) applicable à chaque  $F_{es}$  individuelle**

**Unités: aucune**

Le facteur de pondération ( $\alpha_{es}$ ) pondère de manière appropriée les calculs d'exigences de spectre et comprend les éléments suivants:

- pondération permettant de réajuster les décalages géographiques dans des environnements en chevauchement;
- pondération permettant de corriger les exigences de trafic en heure de pointe non simultanées.

La valeur de  $\alpha_{es}$  peut aller de zéro à l'unité, et sa valeur par défaut est 1.

**D6 Détermination du facteur de rajustement ( $\beta$ )**

**Unités: aucune**

Le facteur de rajustement ( $\beta$ ) tient compte d'influences telles que:

- les opérateurs multiples (efficacité spectrale/de jonction réduite);
- le partage avec d'autres services/systèmes IMT-2000;
- le partage avec des services/systèmes non IMT-2000;
- les bandes de garde;
- la modularité technologique. Par exemple, si une technologie utilise des voies Duplex à répartition en fréquence (DRF) à 10 MHz, les exigences seront nécessairement un multiple entier de 20 MHz;
- d'autres rajustements à justifier.

Ce facteur de rajustement est une approximation tenant compte des influences des environnements «e», des services «s» et autres effets. La valeur par défaut de  $\beta$  est 1, et il convient de fournir des justifications techniques pour toutes autres valeurs.

**D7 Calcul de la valeur finale du Spectre total  $F_{de\ terre}$**

**Unités: MHz**

Pour chaque environnement et service, chaque  $F_{es}$  est multipliée par  $\alpha_{es}$ , et les produits individuels sont additionnés. Le résultat de la somme est multiplié par le facteur de rajustement ( $\beta$ ) afin de dériver le spectre de terre total requis  $F_{de\ terre}$ .

$$F_{de\ terre} = \beta \sum \alpha_{es} F_{es} \quad \text{MHz}$$

APPENDICE 1

**Exemple de calcul**

Le présent exemple fournit des directives d'application de la méthodologie détaillée dans les § 2 et 3 de l'Annexe 1.

L'exemple est calculé au moyen de valeurs de paramètres estimées sur la base d'une recherche de marché sur des services publics de télécommunication mobile terrestre, y compris les services IMT-2000 ainsi que des valeurs de paramètres techniques estimées sur la base des technologies de transmission radioélectrique IMT-2000 en perspective de l'année 2010. Il convient de ne pas considérer les résultats illustrés dans cet exemple comme apportant une réponse à la question relative aux exigences de spectre futures pour les services publics de télécommunication mobile terrestre, y compris les services IMT-2000, car tous les environnements et services qui doivent être pris en compte pour assurer l'exhaustivité du calcul, n'ont pas été inclus dans l'exemple.

L'examen des environnements et services révèle qu'il y a potentiellement douze valeurs de l'indice «e» et six valeurs de l'indice «s» représentatives des principales contributions à une exigence de spectre donnée. En conséquence, un calcul complet de l'estimation de l'exigence de spectre de terre pour les services publics de télécommunication mobile terrestre, y compris les services IMT-2000, nécessiterait l'utilisation de soixante-douze termes pour la somme des termes individuels  $F_{es}$ .

Cet exemple est fondé sur un sous-ensemble représentatif des environnements et services tel que représenté dans la matrice ci-dessous et qui suffisent à appliquer tous les aspects de la méthodologie.

**Environnements «e» et services «s» représentatifs (valeurs pour  $F_{es}$ )**

Environnements «e»	haute densité-en bâtiment (centre-ville)	Urbain-piéton	Urbain-véhicule
Services «s»			
Phonie (S)	$F_{es}$	$F_{es}$	$F_{es}$
Message simple (SM)	$F_{es}$	$F_{es}$	$F_{es}$
Données commutées (SD)	$F_{es}$	$F_{es}$	$F_{es}$
Multimédia moyen (MMM)	$F_{es}$	$F_{es}$	$F_{es}$
Multimédia de débit élevé (HMM)	$F_{es}$	$F_{es}$	$F_{es}$
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	$F_{es}$	$F_{es}$	$F_{es}$

Les valeurs présentées dans les tableaux ci-dessous sont souvent arrondies mais le calcul est effectué avec plus de chiffres afin de fournir des exemples de résultats plus précis.

## A Exemple pour l'Année 2010

### A1 Environnement

Un sous-ensemble de tous les environnements est pris en compte dans cet exemple: uniquement l'environnement haute densité-en bâtiment qui est aussi généralement appelé centre-ville (CBD); environnement urbain-piéton, et urbain-véhicule. Ce sous-ensemble de trois environnements est extrait de toutes les possibilités car ces environnements correspondent à des couches superposées dans les centres des villes.

Il convient de souligner qu'aucun utilisateur ne devrait occuper deux environnements à la fois.

### A2 Sens de calcul

- liaison montante (de la station mobile vers la station de base); ou
- liaison descendante (de la station de base vers la station mobile).

Les calculs suivants sont décrits de manière détaillée pour chacun des sens.

### A3 Détermination de la géométrie et de la zone de la cellule représentatives

Les environnements sont définis pour avoir la géométrie suivante:

TABLEAU 1  
Description de l'environnement

Environnement «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville)	Urbain-piéton	Urbain-véhicule
Géométrie <sub>e</sub> (Geometry <sub>e</sub> )	Circulaire	Hexagonal avec trois secteurs	Hexagonal avec trois secteurs
Dimension cellule <sub>e</sub> (Cell dimension <sub>e</sub> )	Diamètre = 100 m	Rayon = 600 m	Rayon = 600 m

**A4 Calcul de la Zone de la Cellule**

Sur la base de la description de la cellule, les zones sont calculées de la manière suivante:

TABLEAU 2

**Zone<sub>e</sub> de Cellule (Cell\_Area<sub>e</sub>)**

Environnement «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville)	Urbain-piéton	Urbain-véhicule
zone <sub>e</sub> de cellule (km <sup>2</sup> )	$7,85 \times 10^{-3}$	$3,12 \times 10^{-1}$	$3,12 \times 10^{-1}$

**B1 Sélection du service «s»**

Les services sont les suivants:

TABLEAU 3

**Description du Type de Service «s» et Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur  
(Net\_User\_Bit\_Rate<sub>s</sub>) correspondant**

Net_User_Bit_Rate <sub>s</sub>	Débit binaire net DL (liaison descendante) (kbit/s)	Débit binaire net UL (liaison ascendante) (kbit/s)
Type de service «s»		
Phonie (S)	16	16
Message Simple (SM)	14	14
Données Commutées (SD)	64	64
Multimédia Moyen (MMM)	384	64
Multimédia de débit élevé (HMM)	2 000	128
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	128	128

**B2 Détermination de la Densité de Population (Population\_Density)**

Pour les trois environnements considérés, les densités de population peuvent être choisies de la manière suivante:

TABLEAU 4

**Densité<sub>e</sub> de Population (Population\_Density<sub>e</sub>)**

Environnement «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville)	Urbain-piéton	Urbain-véhicule
Densité <sub>e</sub> de Population	250 000	100 000	3 000

**B3 Détermination du Taux<sub>es</sub> de Pénétration (Penetration\_Rate<sub>es</sub>)**

Le tableau ci-dessous décrit les taux de pénétration utilisés dans l'exemple de calcul:

TABLEAU 5

**Taux<sub>es</sub> de pénétration (Penetration\_Rate<sub>es</sub>) en pourcentage**

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville)	Urbain-piéton	Urbain-véhicule
Services «s»			
Phonie (S)	73%	73%	73%
Message Simple (SM)	40%	40%	40%
Données Commutées (SD)	13%	13%	13%
Multimédia Moyen (MMM)	15%	15%	15%
Multimédia de débit élevé (HMM)	15%	15%	15%
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	25%	25%	25%

**B4 Calcul de Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub> (Users/Cell<sub>es</sub>)**

Le tableau ci-dessous donne la valeur de Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub> calculée en tenant compte des hypothèses ci-dessus:

TABLEAU 6

**Utilisateurs/Cellule<sub>es</sub> (Users/Cell<sub>es</sub>)**

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) nombre d'utilisateurs	Urbain-piéton nombre d'utilisateurs	Urbain-véhicule nombre d'utilisateurs
Services «s»			
Phonie (S)	1 433	22 756	683
Message Simple (SM)	785	12 469	374
Données Commutées (SD)	255	4 052	122
Multimédia Moyen (MMM)	295	4 676	140
Multimédia de débit élevé (HMM)	295	4 676	140
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	491	7 793	234

**B5 Détermination des paramètres de trafic**

Les paramètres de trafic suivants sont considérés représentatifs de l'utilisateur moyen dans chacun des environnements et pour chacun des services:

TABLEAU 7

**Tentatives d'Appels Heure de Pointe (Busy\_Hour\_Call\_Attempts)  
exprimée en appels en heure de pointe**

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) appels en heure de pointe		Urbain-piéton appels en heure de pointe		Urbain-véhicule appels en heure de pointe	
Services «s»						
Phonie (S)	0,9		0,8		0,4	
Message Simple (SM)	0,06		0,03		0,02	
Données Commutées (SD)	0,2		0,2		0,02	
Multimédia Moyen (MMM)	0,5		0,4		0,008	
Multimédia de débit élevé (HMM)	0,15		0,06		0,008	
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	0,1		0,05		0,008	

TABLEAU 8

**Durées d'Appel (Call\_Duration<sub>es</sub>), en secondes**

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) secondes		Urbain-piéton secondes		Urbain-véhicule secondes	
Services «s»						
Phonie (S)	120		120		120	
Message Simple (SM)	30		30		30	
Données Commutées (SD)	156		156		156	
Multimédia Moyen (MMM)	13,9		13,9		13,9	
Multimédia de débit élevé (HMM)	53,3		53,3		53,3	
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	180		180		180	

TABLEAU 9

Facteur<sub>es</sub> d'Activité (Activity\_Factor<sub>es</sub>)

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) adimensionnel		Urbain-piéton adimensionnel		Urbain-véhicule adimensionnel	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Phonie (S)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Message Simple (SM)	1	1	1	1	1	1
Données Commutées (SD)	1	1	1	1	1	1
Multimédia Moyen (MMM)	1	1	1	1	1	1
Multimédia de débit élevé (HMM)	1	1	1	1	1	1
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

B6 Calcul du Trafic/Utilisateur<sub>es</sub> (Traffic/User<sub>es</sub>)

TABLEAU 10

Trafic/Utilisateur<sub>es</sub> (Traffic/User<sub>es</sub>) en appel-secondes

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) appel-secondes		Urbain-piéton appel-secondes		Urbain-véhicule appel-secondes	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Phonie (S)	54	54	48	48	24	24
Message Simple (SM)	1,8	1,8	0,9	0,9	0,6	0,6
Données Commutées (SD)	31,2	31,2	31,2	31,2	3,12	3,12
Multimédia Moyen (MMM)	6,95	6,95	5,56	5,56	0,111	0,111
Multimédia de débit élevé (HMM)	8	8	3,2	3,2	0,427	0,427
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	14,4	14,4	7,2	7,2	1,15	1,15

**B7 Calcul du Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> (Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>)**

TABLEAU 11a

**Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> (Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>) en appel-secondes**

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) appel-secondes		Urbain-piéton appel-secondes		Urbain-véhicule appel-secondes	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Services «s»						
Phonie (S)	$7,74 \times 10^4$	$7,74 \times 10^4$	$1,09 \times 10^6$	$1,09 \times 10^6$	$1,64 \times 10^4$	$1,64 \times 10^4$
Message Simple (SM)	$1,41 \times 10^3$	$1,41 \times 10^3$	$1,12 \times 10^4$	$1,12 \times 10^4$	$2,24 \times 10^2$	$2,24 \times 10^2$
Données Commutées (SD)	$7,96 \times 10^3$	$7,96 \times 10^3$	$1,26 \times 10^5$	$1,26 \times 10^5$	$3,79 \times 10^2$	$3,79 \times 10^2$
Multimédia Moyen (MMM)	$2,05 \times 10^3$	$2,05 \times 10^3$	$2,60 \times 10^4$	$2,60 \times 10^4$	$1,56 \times 10^1$	$1,56 \times 10^1$
Multimédia de débit élevé (HMM)	$2,36 \times 10^3$	$2,36 \times 10^3$	$1,50 \times 10^4$	$1,50 \times 10^4$	$5,98 \times 10^1$	$5,98 \times 10^1$
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	$7,07 \times 10^3$	$7,07 \times 10^3$	$5,61 \times 10^4$	$5,61 \times 10^4$	$2,69 \times 10^2$	$2,69 \times 10^2$

La taille du groupe est choisie pour être égale à 7. Le Trafic Proposé/Cellule illustré ci-dessous est le trafic considéré pour l'ensemble des 7 cellules et exprimé en Erlangs.

TABLEAU 11b

**Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> (Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>) \*Taille<sub>es</sub>  
du Groupe (Group\_Size<sub>es</sub>) en Erlangs**

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) appel-secondes		Urbain-piéton appel-secondes		Urbain-véhicule appel-secondes	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Services «s»						
Phonie (S)	150,5	150,5	2 123,88	2 123,88	31,86	31,86
Message Simple (SM)	2,75	2,75	21,82	21,82	0,44	0,44
Données Commutées (SD)	15,49	15,49	245,85	245,85	0,74	0,74
Multimédia Moyen (MMM)	3,98	3,98	50,51	50,51	0,03	0,03
Multimédia de débit élevé (HMM)	4,58	4,58	29,09	29,09	0,12	0,12
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	13,74	13,74	109,1	109,1	0,52	0,52

### B8 Détermination des paramètres de la Fonction<sub>es</sub> Qualité de Service (Quality\_of\_Service\_Function<sub>es</sub>) (QOS<sub>es</sub>)

La fonction Qualité de Service pour les services à commutation de circuit est choisie pour être Erlang B avec un critère de blocage de 2%. Pour les services à commutation par paquet, la fonction Qualité de Service est arrondie au nombre entier supérieur.

### C1 Calcul du nombre de Canaux de Service/Cellule<sub>es</sub> (Service\_Channels/Cell<sub>es</sub>) requis pour écouler le Trafic Proposé/Cellule<sub>es</sub> (Offered\_Traffic/Cell<sub>es</sub>)

Le nombre de canaux de trafic requis dans le groupe est présenté ci-dessous:

TABLEAU 12a

#### Canaux de Service (Service\_Channels) par Groupe

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville)		Urbain-piéton		Urbain-véhicule	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Phonie (S)	164	164	2 137	2 137	41	41
Message Simple (SM)	3	3	22	22	1	1
Données Commutées (SD)	23	23	259	259	4	4
Multimédia Moyen (MMM)	4	4	51	51	1	1
Multimédia de débit élevé (HMM)	5	5	30	30	1	1
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	21	21	122	122	3	3

Le nombre de canaux de service requis dans la cellule est le nombre de canaux de service dans le groupe divisé par la taille du groupe qui est de 7 puis arrondi. Il est présenté ci-dessous:

TABLEAU 12b

#### Canaux de Service/Cellule (Service\_Channels/Cell<sub>es</sub>)

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville)		Urbain-piéton		Urbain-véhicule	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Phonie (S)	23,43	23,43	305,3	305,3	5,86	5,86
Message Simple (SM)	0,43	0,43	3,14	3,14	0,14	0,14
Données Commutées (SD)	3,29	3,29	37,0	37,0	0,57	0,57
Multimédia Moyen (MMM)	0,57	0,57	7,29	7,29	0,14	0,14
Multimédia de débit élevé (HMM)	0,71	0,71	4,29	4,29	0,14	0,14
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	3,0	3,0	17,43	17,43	0,43	0,43

### C2 Détermination du Débit<sub>es</sub> Binaire de Canal de Service (Service\_Channel\_Bit\_Rate<sub>es</sub>) nécessaire pour écouler le Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur (Net\_User\_Bit\_Rate<sub>s</sub>)

Dans cet exemple, on suppose que le Débit<sub>es</sub> Binaire Canal de Service est égal au Débit<sub>s</sub> Binaire Net Utilisateur.

TABLEAU 13

Débit<sub>es</sub> Binaire de Canal de Service (Service\_Channel\_Bit\_Rate<sub>es</sub>)

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) (kbit/s)		Urbain-piéton (kbit/s)		Urbain-véhicule (kbit/s)	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Services «s»						
Phonie (S)	16	16	16	16	16	16
Message Simple (SM)	14	14	14	14	14	14
Données Commutées (SD)	64	64	64	64	64	64
Multimédia Moyen (MMM)	64	384	64	384	64	384
Multimédia de débit élevé (HMM)	128	2 000	128	2 000	128	2 000
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	128	128	128	128	128	128

### C3 Calcul du Trafic<sub>es</sub> (Traffic<sub>es</sub>)

En utilisant comme base le nombre de canaux nécessaires ainsi que le débit binaire de canal de service, on peut déduire le trafic dans chaque cellule.

TABLEAU 14

Trafic<sub>es</sub> (Traffic<sub>es</sub>)

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) (Mbit/s/Cellule)		Urbain-piéton (Mbit/s/Cellule)		Urbain-véhicule (Mbit/s/Cellule)	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Services «s»						
Phonie (S)	0,37	0,37	4,88	4,88	0,09	0,09
Message Simple (SM)	0,01	0,01	0,04	0,04	0,002	0,002
Données Commutées (SD)	0,21	0,21	2,37	2,37	0,04	0,04
Multimédia Moyen (MMM)	0,04	0,22	0,47	2,80	0,01	0,05
Multimédia de débit élevé (HMM)	0,09	1,43	0,55	8,57	0,02	0,29
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	0,38	0,38	2,23	2,23	0,05	0,05

### C4 Paramètres<sub>es</sub> de la Capacité Nette Système (Net\_System\_Capability\_Parameters<sub>es</sub>) (S<sub>es</sub>)

Un certain nombre de paramètres doit être pris en compte pour la détermination des principaux éléments qui affectent la valeur de la Capacité<sub>es</sub> Nette Système.

### C5 Calcul de la Capacité<sub>es</sub> Nette Système (Net\_System\_Capability<sub>es</sub>)

Pour cet exemple, un facteur d'amélioration, qui est l'amélioration prévue des capacités des systèmes de l'an 2010 par rapport aux systèmes d'aujourd'hui, est appliqué aux capacités de la génération actuelle pour obtenir la Capacité<sub>es</sub> Nette Système.

Dans cet exemple, les capacités nettes système suivantes ont été utilisées:

TABLEAU 15

Capacité<sub>es</sub> Nette Système (Net\_System\_Capability<sub>es</sub>) (S<sub>es</sub>)

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) (kbit/s/MHz/Cellule)		Urbain-piéton (kbit/s/MHz/Cellule)		Urbain-véhicule (kbit/s/MHz/Cellule)	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Services «s»						
Phonie (S)	67	67	67	67	67	67
Message Simple (SM)	73	73	73	73	73	73
Données Commutées (SD)	73	73	73	73	73	73
Multimédia Moyen (MMM)	73	73	73	73	73	73
Multimédia de débit élevé (HMM)	73	73	73	73	73	73
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	73	73	73	73	73	73

### D1 Calcul de la composante individuelle F<sub>es</sub> pour un sens donné (soit liaison montante, soit liaison descendante)

### D2 Répétition du processus de calcul pour l'autre sens (soit liaison descendante, soit liaison montante selon le cas)

En utilisant le trafic calculé ci-dessus et l'exemple de capacité nette système, on peut déduire de la manière suivante les composantes F<sub>es</sub> pour chaque environnement et chaque sens:

TABLEAU 16

Exigences individuelles de spectre (F<sub>es</sub>)

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) (MHz)		Urbain-piéton (MHz)		Urbain-véhicule (MHz)	
	Montante	Descendante	Montante	Descendante	Montante	Descendante
Services «s»						
Phonie (S)	5,6	5,6	72,9	72,9	1,4	1,4
Message Simple (SM)	0,08	0,08	0,6	0,6	0,03	0,03
Données Commutées (SD)	2,9	2,9	32,4	32,4	0,5	0,5
Multimédia Moyen (MMM)	0,5	3,0	6,4	38,3	0,1	0,8
Multimédia de débit élevé (HMM)	1,3	19,6	7,5	117,4	0,3	3,9
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	5,3	5,3	30,6	30,6	0,8	0,8

### D3 Calcul de $F_{es}$ pour le service «s», en combinant les composantes de liaison montante et de liaison descendante

La somme donne les résultats suivants:

TABLEAU 17

 $F_{es}$  combinant les composantes de liaison montante et de liaison descendante

Environnements «e»	Haute densité-en bâtiment (centre-ville) (MHz)	Urbain-piéton (MHz)	Urbain-véhicule (MHz)
Services «s»			
Phonie (S)	11,2	145,8	2,8
Message Simple (SM)	0,2	1,2	0,05
Données Commutées (SD)	5,8	64,9	1,0
Multimédia Moyen (MMM)	3,5	44,7	0,9
Multimédia de débit élevé (HMM)	20,8	124,9	4,2
Multimédia Interactif de débit élevé (HIMM)	10,5	61,1	1,5

### D4 Répétition du processus (étapes A1 à D3) pour toutes les $F_{es}$ requises

Les résultats ont été présentés dans les tableaux qui montrent les valeurs pour tous les services «s» et tous les environnements «e».

### D5 Détermination du facteur de pondération ( $\alpha_{es}$ ) applicable à chaque $F_{es}$ individuelle

Si tous les services sont supposés avoir des heures de pointe coïncidentes et si les trois environnements sont localisés dans la même zone géographique, les facteurs de pondération sont considérés être de un:

$$\alpha_{es} = 1 \text{ pour tous les «e» et «s»}$$

### D6 Détermination du facteur de rajustement ( $\beta$ )

Pour tenir compte de l'inefficacité des jonctions et des bandes de garde, un facteur de rajustement de 5% peut être utilisé.

$$\beta = 1,05$$

### D7 Calcul de la valeur finale du spectre total $F_{de\ terre}$

Dans cet exemple, la somme des composantes avec application du facteur de rajustement:

$$F_{de\ terre} = 530,3 \text{ MHz}$$

Dans cet exemple, le résultat donné pour  $F_{de\ terre}$  est l'estimation de l'exigence de spectre pour des services publics de radiocommunication mobile terrestre, y compris les systèmes IMT-2000, pour l'année 2010, du fait des hypothèses utilisées dans les prévisions de trafic et de marché, notamment le fait que les prévisions ont inclus les services publics de radiocommunication mobile terrestre de première et de seconde générations et les services futurs IMT-2000 prévus.

Il doit être de nouveau souligné qu'il convient de ne pas considérer les résultats illustrés dans cet exemple comme fournissant une réponse à la question relative aux exigences de spectre futures pour les services publics de télécommunication mobile terrestre, y compris les services IMT-2000, étant donné que tous les chiffres donnés dans cet exemple sont encore à l'étude et tous les environnements et services qui doivent être pris en compte pour assurer l'exhaustivité du calcul, peuvent ne pas avoir été inclus dans l'exemple.