
Bureau d'étude Dimensionnement d'interface radio pour réseaux mobiles

Enoncé du problème

Alexandre Boyer

Alexandre.boyer@insa-toulouse.fr

www.alexandre-boyer.fr

INSA de Toulouse

Avril 2012

I. Enoncé du problème

Un opérateur téléphonique souhaite déployer un réseau UMTS sur le campus de Ranguel (cf. Annexes techniques). Avant de démarrer les phases d'installation matérielle, de tests et d'optimisation sur le terrain, il souhaite lancer des études de dimensionnement du réseau, afin d'estimer les coûts en équipements et les bénéfices possibles. Ensuite, l'opérateur souhaite affiner les estimations faites lors du dimensionnement et optimiser certains paramètres de l'interface radio WCDMA. Pour cela, il lance des études de planification sur plusieurs zones test.

1. Dans un premier temps, à partir des données de l'annexe technique, votre équipe devra effectuer une étude de dimensionnement du réseau pour différents environnements de test, afin d'estimer :

- la perte de propagation maximale (dans les sens montants et descendants)
- la couverture radio (étendue maximale des cellules)
- le nombre de stations de base nécessaire pour couvrir la zone en fonction de la configuration (un secteur/cellule ou 3 secteurs/cellule)
- la capacité de transmission d'information par cellule (dans les sens montants et descendants)
- le nombre de porteuses nécessaires

2. Dans un second temps, votre équipe devra effectuer une étude de planification détaillée du réseau UMTS à partir du modèle de la zone Campus de Ranguel, à l'aide de l'outil ICS Telecom. Les caractéristiques du système sont fournies dans l'annexe technique. Il vous est demandé de :

- déterminer le nombre de sites nécessaires, la configuration de la cellule (un ou 3 secteurs/cellule) et le nombre d'amplificateurs par cellule. Les stations de base UMTS réutiliseront les sites d'installation actuels des stations de base GSM,
- optimiser le tilt des antennes,
- optimiser les puissances à donner aux canaux communs (P-CPICH) et la puissance totale des stations de base,

de manière à maximiser le taux de couverture et la capacité par site. L'étude pourra prendre en compte l'effet des interférences des réseaux concurrents.

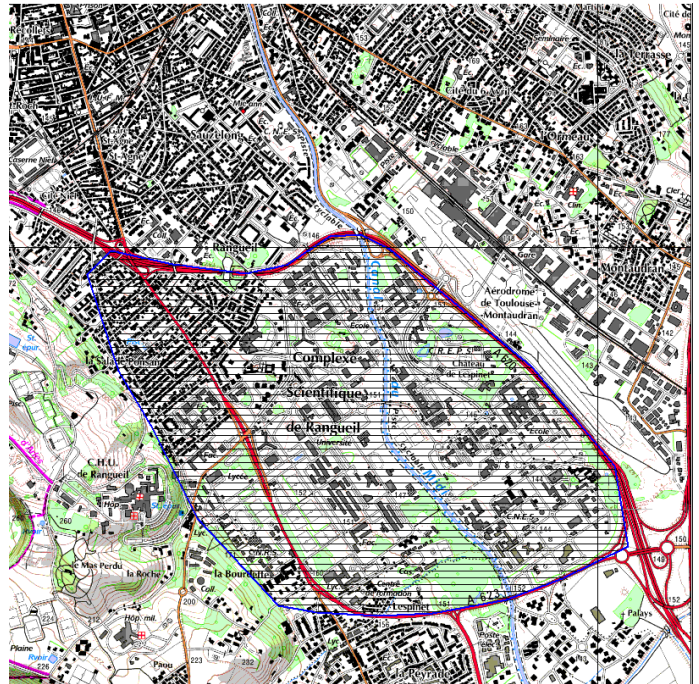
A l'issue du problème, un rapport de dimensionnement et de planification sera rendu. La date limite est fixée le 01/06/2012 – 23h59. Consignes et critères d'évaluation pour le rapport :

- nombre de pages limitées à 20. Format PDF ou word.
- Clarté des explications, définitions des termes, clarification des objectifs
- Justesse des calculs et respect des unités
- Pertinence des conclusions apportées par rapport aux résultats obtenues

II. Annexes techniques

1. Zone à couvrir – Campus de Rangueil

- Modèle de terrain : Toulouse5m.geo
- Carte IGN : Toulouse2m5.img
- Élévation des bâtiments : Toulouse5m.blg
- Occupation du sol : Toulouse5m.sol
- Palette de couleurs : Toulouse2m5.pal
- Résolution : 4m
- Aire de service :
'Aire_service_Campus_Rangueil.plg'
- Surface de l'aire de service = 4.75 km²



2. Position des sites d'installation, position des sites concurrents

Cinq sites GSM pré-existants :

Numéro site	coordonnées	Hauteur d'installation (m)
1	1°28'01.3" E ; 43°34'25.2" N	19
2	1°27'39.6" E ; 43°33'57.1" N	24
3	1°28'59.4" E ; 43°33'47.1" N	15
4	1°28'48.7" E ; 43°33'13.9" N	14
5	1°28'05.7" E ; 43°33'12.0" N	17

Sites concurrents :

Numéro site	coordonnées	Hauteur d'installation (m)	Fréquences UL / DL
C1	1°27'10.4" E ; 43°34'04.7" N	14	1915 – 1935 2110 - 2125

C2	1°29'06.8'' E ; 43°33'24.8'' N	22	1915 – 1935 2110 - 2125
C3	1°28'38.7'' E ; 43°34'03.0'' N	20	1935 – 1950 2140 - 2155
C4	1°27'54.9'' E ; 43°33'57.8'' N	14	1935 – 1950 2140 - 2155

3. Statistiques utilisateurs et services

Densité d'utilisateurs sur la zone Campus de Rangueil : 112 mobiles/km² (en heure de pointe)

Service	Voix	Données temps réels	Vidéo
Débit	12.2 Kbits/s	64 Kbits/s	144 Kbits/s
Facteur d'activité	60 %	100 %	100 %
Demande utilisateur	50 %	20 %	12 %

Taux de couverture visé : 97 % des utilisateurs peuvent se connecter. 85 % des utilisateurs peuvent utiliser leur service.

4. Caractéristiques générales WCDMA

- Technology : WCDMA - FDD
- Bande de fréquence uplink = 1900 – 1915 MHz
- Bande de fréquence downlink = 2155 – 2170 MHz.
- Modulation : QPSK
- Espacement entre canaux = 5 MHz
- Chip rate = 3.84 Mchips/s
- Thermal noise density = -174 dBm/Hz
- Température : 300 K

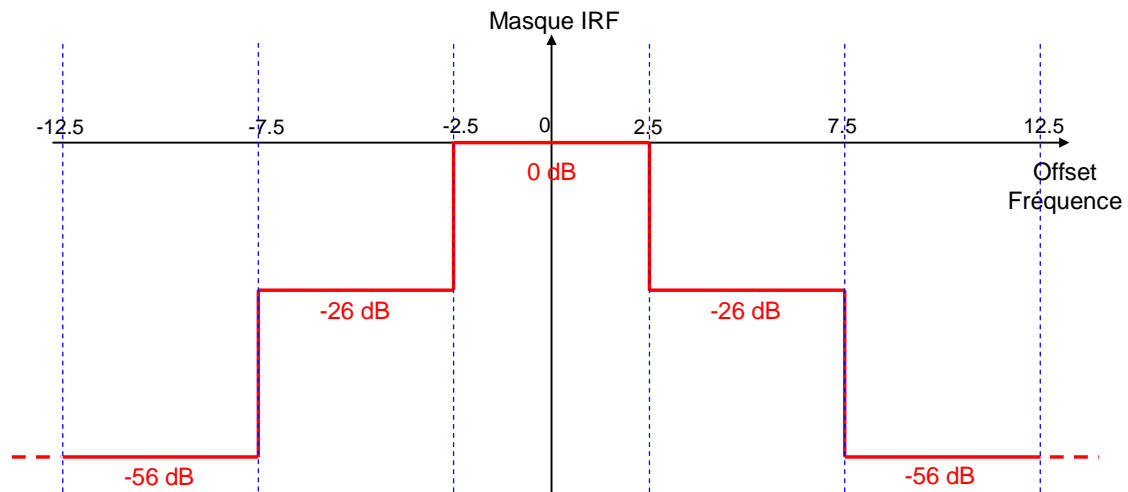
5. Caractéristiques des stations mobiles

Puissance de transmission max.	125 mW
Gain antenne	0 dBi
Body loss	3 dB
Noise Figure	5 dB
Hauteur moyenne	1.5 m

6. Caractéristiques des stations de base

Puissance de transmission par amplificateur RF	≤ 10 W
Noise Figure	3 dB
Gain antenne	0 dBi (antenne omnidirectionnelle) 18 dBi (antenne trisectorielle – fichiers 'UMTS BS.SPH' et 'UMTS BS.SPV')
Tilt	0° à 20 °
Pertes dans les cables	2 dB
Gain de diversité d'antenne (uplink et downlink)	2.5 dB
Hauteur moyenne	20 m
Puissance canaux de contrôle	15 % de la puissance totale par défaut P-CPICH : 30 dBm max SCH : 20 % P-CPICH max S-CCPCH (paging) : 20 % P-CPICH max

Rapport de protection entre canaux :



7. Performances des récepteurs (from 3GPP specifications)

Service	Voix	Données temps réels	Vidéo
BLER max	1 %	1 %	1 %
Débit	12.2 Kbits/s	64 Kbits/s	144 Kbits/s
Eb/No (uplink)	5.1 dB (statique)	1.7 dB (statique)	0.9 dB (statique)
Eb/No (downlink)	7.4 dB (statique)	3.7 dB (statique)	3 dB (statique)
CPICH Ec/Io min	-10 dB	-10 dB	-10 dB

8. Paramètres WCDMA spécifiques

On fixe les hypothèses suivantes pour le dimensionnement :

- Marge d'interférence : de 1 à 10 dB. 3 dB défaut
- Fast fading margin : 5 dB
- Rapport interférence autres cellules/interférence cellule $i = 55\%$ pour une antenne omnidirectionnelle, 65 % pour une antenne à 3 secteurs.

9. Environnements de test

	Pedestrian channel A	Outdoor to indoor channel A
Type d'environnement	semi-urbain, urbain	urbain, indoor
Vitesse	3 km/h	3 km/h
Log-normal fading	6 dB	10 dB
Pertes additionnelles		Pertes de pénétration = 12 dB
Facteur d'orthogonalité	0.85	0.85

10. Modèles de propagation

- Modèle recommandé pour la planification : ITU-R 525
- Modèle de diffraction : Deygout 94
- Modèle d'atténuation par trajets multiples (subpath attenuation) : Standard
- Clutter : valeurs par défaut