

Cas d'étude : Ingénierie des réseaux sans fil et mobiles

Préparé par : TEBOUB Islem & TAKHERIST Ayoub

Objectif : Etude de la coexistence WLAN / Edge (GSM + GPRS).

Hypothèse : Supposons une surface à couvrir par ces deux réseaux où $S=500000\text{m}^2$.

La configuration est la suivante.

IEEE 802.11g

Rayon: 30m

Debit: 54mb/s

Pe : -50dbm

Seuil de sensibilité : -89dbm

IEEE 802.11n

Rayon: 60m

Debit: 250mb/s

Pe : -30dbm

Seuil de sensibilité : -89dbm

GSM/GPRS Edge

Antenne : omnidirectionnelle

Rayon = 500m

Pe = -30dbm

Porteuse: 400kHz

Debit: 375kb/s

Seuil de sensibilité: -165dbm

Travail demandé: Proposer un plan de capacité couverture pour satisfaire les paramètres SLA suivant.

Nombre d'utilisateur: 2800 user.

Débit: 750 kbit/s par utilisateur.

Taux d'interférence: 0,2

Taux d'obstacle: 0,1

Taux de mobilité: 0,2

Solution

Hypothèse : On propose une répartition équitable des users.

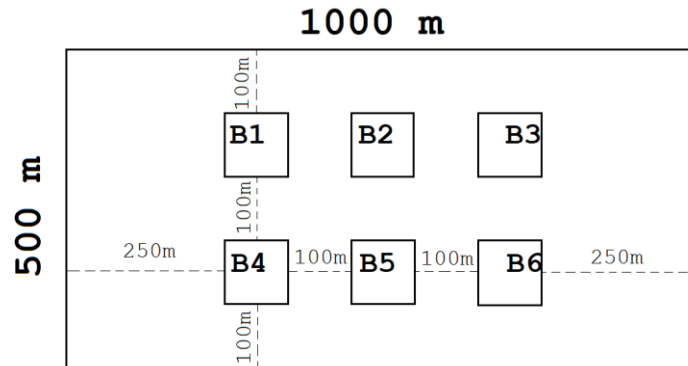


Figure I

Les users des bâtiments (B1...B6) sont fixes et sont repartis d'une manière uniforme. 400 users Indoor par bâtiment. Donc au total 2400 users Indoor.

Les autres users sont dispersés dans les couloirs d'une manière non uniforme et sont mobiles. Donc 400 users Outdoor.

Avant de commencer, on choisit une approche d'ingénierie pour ce cas.

Le plan de travail est le suivant: 1/ Plan de couverture pour les users Indoor 2/ Plan de capacité pour les users Indoor 3/ Plan de couverture pour les users Outdoor 4/ Plan de capacité pour les users Outdoor.

Rappel : Les débits à satisfaire sont les suivants.

Débit total : $2800 \times 750 = 2 \text{ Gb/s}$.

Débit par bâtiment : $400 \times 750 = 293 \text{ Mb/s}$.

Débit Outdoor (users mobiles) : $400 \times 750 = 293 \text{ Mb/s}$.

La technologie Edge est caractérisée par une bande de fréquence de 6,25Mhz. La fréquence des porteuses utilisée dans notre cas est de 400Khz. On calcule le nombre de porteuses qui peuvent être utilisées.

$6,25/400 = 16$ porteuses de communication.

On calcule aussi le débit total offert par le réseau Edge sachant que le débit généré par l'antenne est de 375 Kb/s.

$16 \times 375 = 5,8 \text{ Mb/s}$. (débit assuré par la BTS).

Pour bénéficier le maximum possible de la couverture fournit par l'antenne, cette dernière sera installé au centre de la surface comme l'indique la figure suivante.

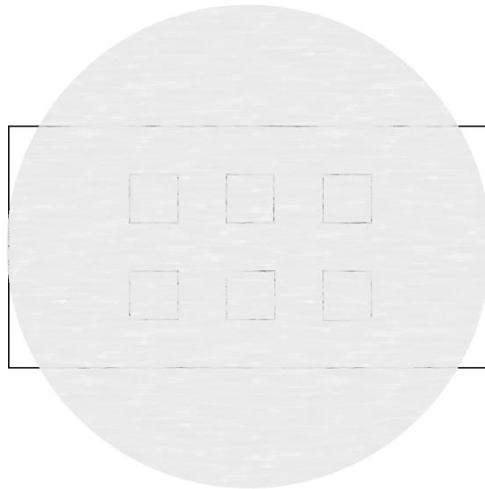


Figure II

Donc la couverture pour les users Indoor est assurée à 100 %.

Passons au plan de capacité pour les réseaux Indoor.

Calculons le taux de capacité assurée par la BTS.

Débit des users Indoor exigé par le SLA = 293Mb/s par bâtiment.

Débit assuré par la BTS = 5,8Mb/s

$5,8 \times 100 / 293 = 1,97\%$ (Taux de capacité non exploitable)

Pour des raisons de coût et d'évitement de chevauchements, on se limite à une seule BTS.

Paramétrage d'installation de l'antenne de la BTS

La puissance émise par l'antenne est : $P_e = -30\text{dbm}$.

$P_r = P_e - L_p + G_e + G_r + L_e + L_e$ (P_r = Puissance reçue)

Les paramètres G_e , G_r , L_e et L_e ne sont pas pris en considération dans ce cas.

$P_r = P_e - L_p$ (où L_p = atténuation du parcours).

$L_p = 32.4 + 20 \log(\text{Fréquence Edge en Mhz}) + 20 \log(\text{Distance en Km})$.

Règle : Le P_r doit être \geq au seuil de sensibilité (seuil = -165dbm).

On va donc calculer la hauteur maximale pour l'installation de l'antenne pour que les ondes électromagnétiques émises par cette dernière soient exploitable.

Distance en Km = $10^{((-P_r + P_e - 32.4 - 20 \log(\text{Fréquence Edge en Mhz}))/20)}$.

C'est-à-dire que l'antenne ne doit pas être installée sur une hauteur élevée à la distance trouvée.

Amélioration de la solution

Comme amélioration, on propose d'utiliser la technologie WLAN 802.11n comme suit.

Pour chaque bâtiment, on installe un Point d'Accès wifi 802.11n.

Chaque PA est positionné au centre de son bâtiment respectif.

Les ondes électromagnétiques des deux technologies dans chacun des bâtiments, vont créer un chevauchement positif qui va améliorer d'avantage le débit offert aux users Indoor.

$5,8+250=255,8\text{Mb/s}$. (Débit offert dans chaque bâtiment).

$255,8*100/293=87,30\%$. (Taux de capacité exploitable).

Donc, pour les users Indoor, la solution qu'on nomme Sol_A a permis d'assurer 100% de la couverture et 87,30% de capacité.

Avantages de la solution Sol A

1/ Elle ne procure aucun chevauchement à l'intérieur des bâtiments.

2/ On n'a pas fournit un confort à 100 % de capacité SLA aux utilisateurs. Mais il est possible d'assurer jusqu'à 105,73 % de capacité SLA si on ajoute au sein du même bâtiment un PA 802,11g. Cette seconde solution est exploitable et ne procure aucun chevauchement. Et elle est envisagée seulement dans le cas où on sera face à une saturation du service dans un même bâtiment.

Passons au user Outdoor, on va essayer de proposer une solution pour le pire cas (c'est-à-dire qu'on va estimer que pour chaque point x appartenant à la surface S, il y'a 400 users).

Concernant les users Outdoor, pour assurer une couverture de 100 %, il suffit d'ajouter 4 PAs Outdoor (WiFi urbain) sur les bornes de la surface comme suit.

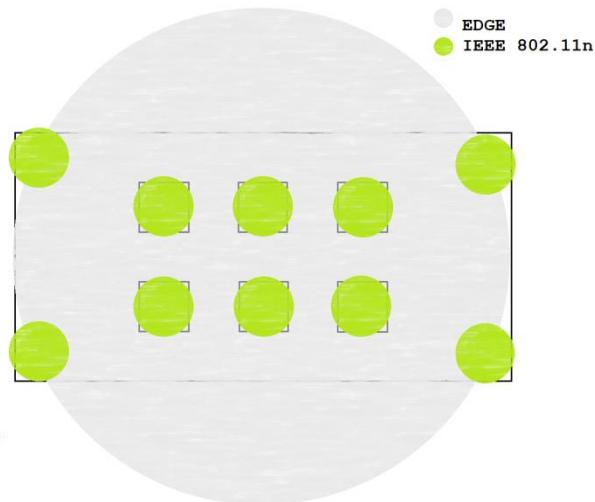


Figure III

Critique de la solution Sol A

Pour l'instant, les users mobiles qui se trouve en dehors des bâtiments et loin des bornes de la surface, ne bénéficie que de $5,8*0,8=4,64\text{Mb/s}$.

$4,6 \times 100 / 293 = 1,58 \%$ de la capacité SLA (taux de capacité inexploitable).

Comme solution on propose de faire un repartitionnement des PAs urbain sur toute la surface Outdoor, avec un partage uniforme des zones de meilleure à faible capacité.

On a donc pensé à utiliser 27 PAs 802,11g et 12 PAs 802,11n comme montré dans la figure suivante.

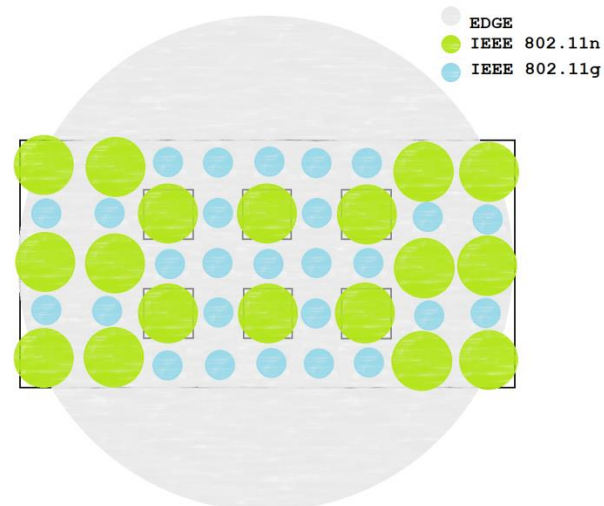


Figure IV

Les taux induits par cette solution (nommée Sol_B) sont les suivants.

Le taux de couverture est de 100 % pour les users Outdoor.

La surface couverte totale se caractérise comme suit :

1/ 30,82 % de la surface est couverte par la technologie Edge et la norme 802,11n.

Cette surface bénéficie du chevauchement positif entre les deux technologies et bénéficie de :

$(250 + 5,8) \times 0,8 = 204,64 \text{ Mb/s}$ (soit 69,84 % de la capacité SLA)

2/ 76,3 % de la surface est couverte par la technologie Edge et la norme 802,11g.

Cette surface bénéficie du chevauchement positif entre les deux technologies et bénéficie de :

$(54 + 5,8) \times 0,8 = 48,84 \text{ Mb/s}$ (soit 16 % de la capacité SLA)

3/ Le reste de la surface est couverte seulement par la technologie Edge. Et bénéficie de :

$5,8 \times 0,8 = 4,64 \text{ Mb/s}$ (soit 1,58 % de la capacité SLA) ce qui est inexploitable.

Pour améliorer la capacité Outdoor on propose la solution Sol_C suivante.

On remplace les 6 PAs 802,11g indiqués dans la figures suivante par des PAs 802,11n. (Donc on utilise au total 18 PA 802.11n et 21 PA 802.11g).

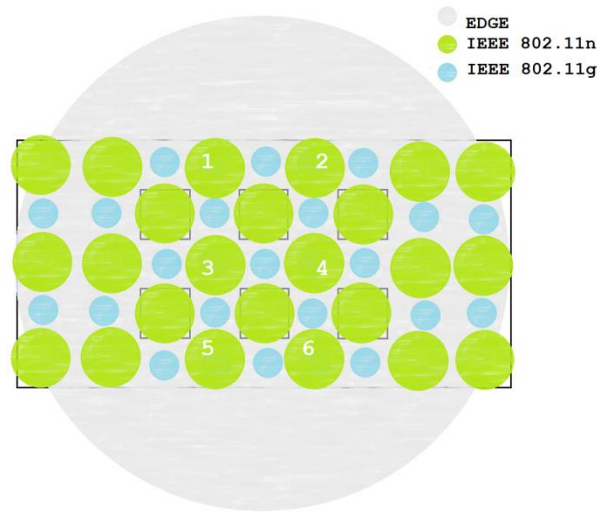


Figure V

Pourquoi choisir ces 6 PAs indiqués dans la figure ?

On estime que les couloires « communicants » qui se partagent au milieu des bâtiments sont plus susceptible d'avoir une densité d'utilisateurs plus élevée.

Résultats de la solution Sol C

Le taux de couverture est de 100 % pour les users Outdoor.

La surface couverte totale se caractérise comme suit :

1/ 46,24 % de la surface est couverte par la technologie Edge et la norme 802,11n.

Cette surface bénéficie du chevauchement positif entre les deux technologies et bénéficie de :

$(250+5,8)*0,8=204,64\text{Mb/s}$ (soit 69,84 % de la capacité SLA)

2/ 13,487 % de la surface est couverte par la technologie Edge et la norme 802,11g.

Cette surface bénéficie du chevauchement positif entre les deux technologies et bénéficie de :

$(54+5,8)*0,8=48,84\text{Mb/s}$ (soit 16 % de la capacité SLA)

3/ Le reste de la surface est couverte seulement par la technologie Edge. Et bénéficie de :

$5,8*0,8=4,64\text{Mb/s}$ (soit 1,58 % de la capacité SLA) ce qui est inexploitable.

On a pu assurer une capacité offerte améliorée sur une plus grande surface.

On garde cette solution, mais on note quelques points :

1/ Augmentation du cout relatif aux changements des 6 Points d'Accès.

2/ Taux de capacité offert n'est toujours pas satisfaisant pour le pire cas. Cela implique une renégociation des paramètres SLA ou une autre itération de paramétrage.

On propose la solution Sol_D, qui consiste à remplacer APs IEEE 802.11g par des APs IEEE 802.11n tant que cela ne va pas créer des grands chevauchements négatifs remarquables (car les petits chevauchements peuvent être évités par repositionnement des APs).

Le résultat du nouvel positionnement est le suivant.

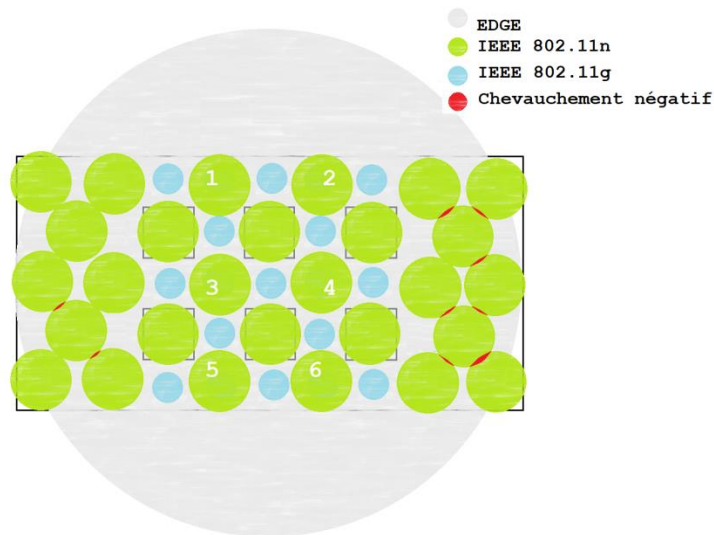


Figure VI

Avantage de la solution Sol D

Le nombre total des PAs a été minimisé.

Critique de la solution Sol D

1/ Augmentation du cout relatif aux changements des PAs IEEE 802.11g par des PAs IEEE 802.11n.

2/ Des chevauchements négatifs ont été créés ce qui va influencer négativement sur les débits offerts.

Comme solution à ces chevauchements, et pour une éventuelle amélioration de la capacité Outdoor offerte, le positionnement des PAs sera altéré en jouant sur les distances entre eux avec un logiciel pour essayer de maximiser au plus efficace leurs rentabilités. La solution induite sera nommée Sol_D2.

Résultats de la solution Sol D2 (Sol D sans chevauchement)

Le taux de couverture est de 100 % pour les users Outdoor.

La surface couverte totale se caractérise comme suit.

1/ 63.3 % de la surface est couverte par la technologie Edge et la norme 802,11n.

Cette surface bénéficie du chevauchement positif entre les deux technologies et bénéficie de :

$$(250+5,8)*0,8=204,64\text{Mb/s (soit 69,84 \% de la capacité SLA)}$$

2/ 7.34 % de la surface est couverte par la technologie Edge et la norme 802,11g.

Cette surface bénéficie du chevauchement positif entre les deux technologies et bénéficie de :

$$(54+5,8)*0,8=48,84\text{Mb/s (soit 16 \% de la capacité SLA)}$$

3/ Le reste de la surface est couverte seulement par la technologie Edge. Et bénéficie de :

$$5,8*0,8=4,64\text{Mb/s (soit 1,58 \% de la capacité SLA) ce qui est inexploitable.}$$

On a pu assurer une capacité offerte améliorée sur une plus grande surface.

Le but des paramètres SLA n'est pas d'assurer une satisfaction à 100% des exigences du client mais d'essayer de se rapprocher au maximum de la qualité de service demandée.

1/ Une renégociation du SLA pourra toujours être établit.

2/ Rappelons que la solution est proposée pour le pire cas, cela veut dire que pour chaque point x de la surface, on a fourni un débit plus ou moins exploitable par 400 personnes, cette densité de users est quasiment impossible en réalité.

On note aussi que la qualité offerte pour 400 users dans n'importe quel point x appartenant à la surface totale S est conditionnée par le nombre de canaux de transmissions inclus dans chaque porteuse de communication. Le nombre de porteuse de communications a été calculé plus haut (16 porteuses de communications), donc pour le pire cas (un seul canal de transmissions dans chaque porteuse de communication), les users Outdoor ont droit à 16+x communications simultanées (le x additionné est relatif au nombre de canaux de transmissions du point d'accès couvrant la zone où les users en question sont placés).

3/ La solution Sol_D2 proposée reste ouverte pour une augmentation du SLA capacité. Cela est concrétisé par la possibilité d'ajouter des APs IEEE 802.11g dans les deux coté latéral de la surface sans que cela ne provoque aucun chevauchement négatif.