

utilisation du spectre de fréquence: Orange Cameroun

ITU/BDT Regional seminar on Broadband Wireless
Access of Rural and Remote Areas for Africa
Yaoundé 18-21 September 2006



- Il s'agit pour nous ici, de présenter l'utilisation qui est faite à Orange Cameroun du spectre de fréquence ainsi que quelques méthodes d'optimisation utilisées pour une meilleure utilisation de cette ressource
- Nous allons ensuite parler de l'accès aux services large bande sans fil sous l'angle de l'opérateur mobile, sans aborder les technologies Wimax et WiFi
- La conclusion portera sur les besoins futures et surtout sur les problèmes que posent l'accès aux services des régions rurales forestières enclavées

- ➔ Les besoins d'Orange Cameroun
- ➔ Les faisceaux hertziens
- ➔ Le segment spatial
- ➔ Le réseau d'accès mobile
- ➔ Les services large bande sans fil
- ➔ Quelques problèmes

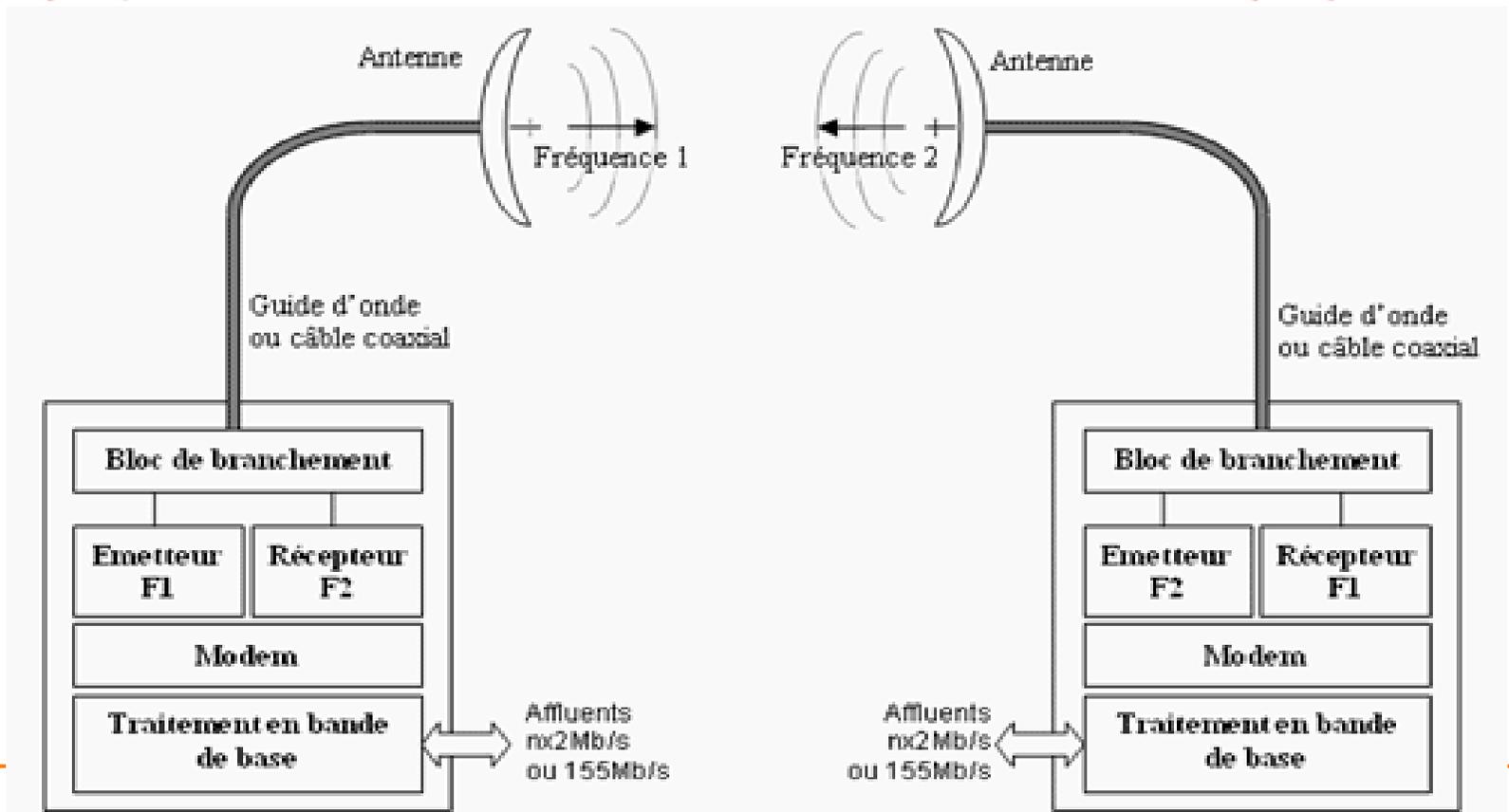
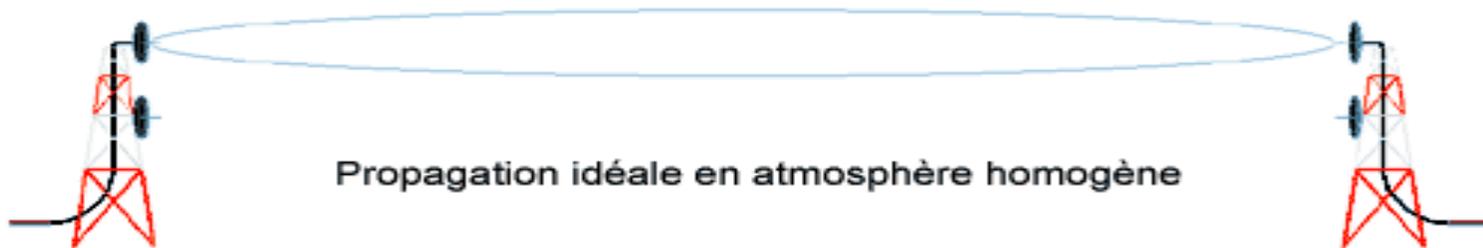


- Une présentation synoptique du réseau montre que les besoins des opérateurs sont les suivants:
 - Les interconnexions entre les MSC et avec les autres opérateurs nationaux. Besoins de gros tuyaux pour transiter le trafic. La technologie en Faisceau Hertzien est la SDH
 - Les interfaces A, Ater et Abis. Ici les besoins en capacité ne sont pas importants par lien. Il faut distinguer 2 types de supports:
 - Les Faisceaux hertzien en PDH (capacité variant de 2 E1 à 75 E1)
 - Les liens VSAT, variant de 512kbps à 2Mbps.
 - Les interfaces AIR. Les besoins ici sont définis:
 - À partir de la bande initiale allouée lors de l'attribution de la licence d'opérateur de GSM (40 canaux dans la bande des 900Mhz)
 - À partir des besoins de trafic
 - À partir des objectifs de qualité
 - À partir des besoins en service supplémentaires (GPRS, EDGE)

les faisceaux hertziens



Schéma synoptique typique d'une liaison FH



- Les ressources fréquentielles sont limitées et les besoins (liaisons) importantes. La planification de ces ressources devient un impératif.
- Il faut par exemple trouver des fréquences pour les interfaces Abis des plus de 80 BTS de la ville de Douala.
- Ceci n'est possible que par l'utilisation optimale de la bande de fréquence qui nous est attribuée tout en permettant une très faible variété d'équipements.
- Les équipements choisis doivent être agiles dans la totalité du plan de fréquence choisi pour ne pas générer de contrainte de disponibilité de matériels.

- 2 types de liaisons:
 - Les liaisons longues, ou liaisons interurbaines
 - Liaisons supérieures à 10Km
 - Liaisons habituellement hors des zones urbaines
 - Les liaisons courtes ou urbaines
 - Liaisons inférieures à 10Km
 - Liaisons essentiellement urbaines
- En fonction de la capacité à transporter, ces liaisons sont de type SDH ou PDH

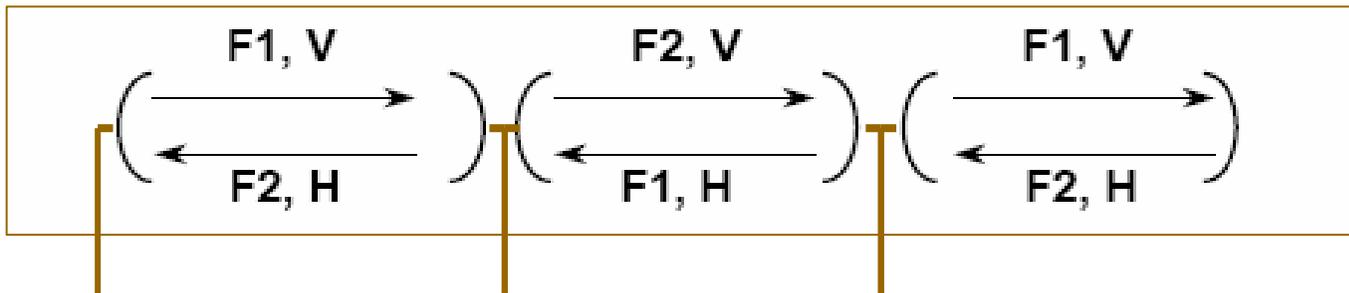
- Les liaisons courtes
 - Bande de fréquences à 15Ghz (14,400 – 15,350Ghz) pour les PDH
 - Bande de fréquences à 13Ghz (12,750 – 13,250Ghz) et à 18Ghz (17,700 – 19,700Ghz) pour le SDH
- Liaisons longues
 - Bande de fréquences à 8Ghz (8,275 – 8,500Ghz) pour les PDH
 - Bande de fréquences à 5Ghz (4,400 – 5,000Ghz) pour les SDH

Principe d'espacement des canaux : Largeurs de bande / débits FH

Norme	PDH	PDH	PDH	PDH	SDH
Débit	2x2 Mbit/s	4x2 Mbit/s	8x2 Mbit/s	16x2 Mbit/s	155 Mbit/s
Modulation 4 états	3,5 Mhz	7 MHz	14 MHz	28 MHz	-
Modulation 16 états	1,75MHz	3,5 Mhz	7 MHz	14 MHz	-
Modulation 64 états	-	-	-	-	56MHz
Modulation 128 états	-	-	-	-	28MHz

Affectation des fréquences et effet des polarisations

- Il est possible de jouer dans le plan de fréquence proprement dit, sur l'utilisation des polarisations V ou H en utilisant les découplages d'antenne pour augmenter la capacité des liaisons.
 - Réduction des brouillages: alternance des fréquences émission et réception d'un relais à l'autre, croisement des polarisations
 - Emploi d'antennes directives ayant des lobes latéraux suffisamment bas
 - Utilisation de 2 canaux différents pour la transmission bilatérale d'un signal



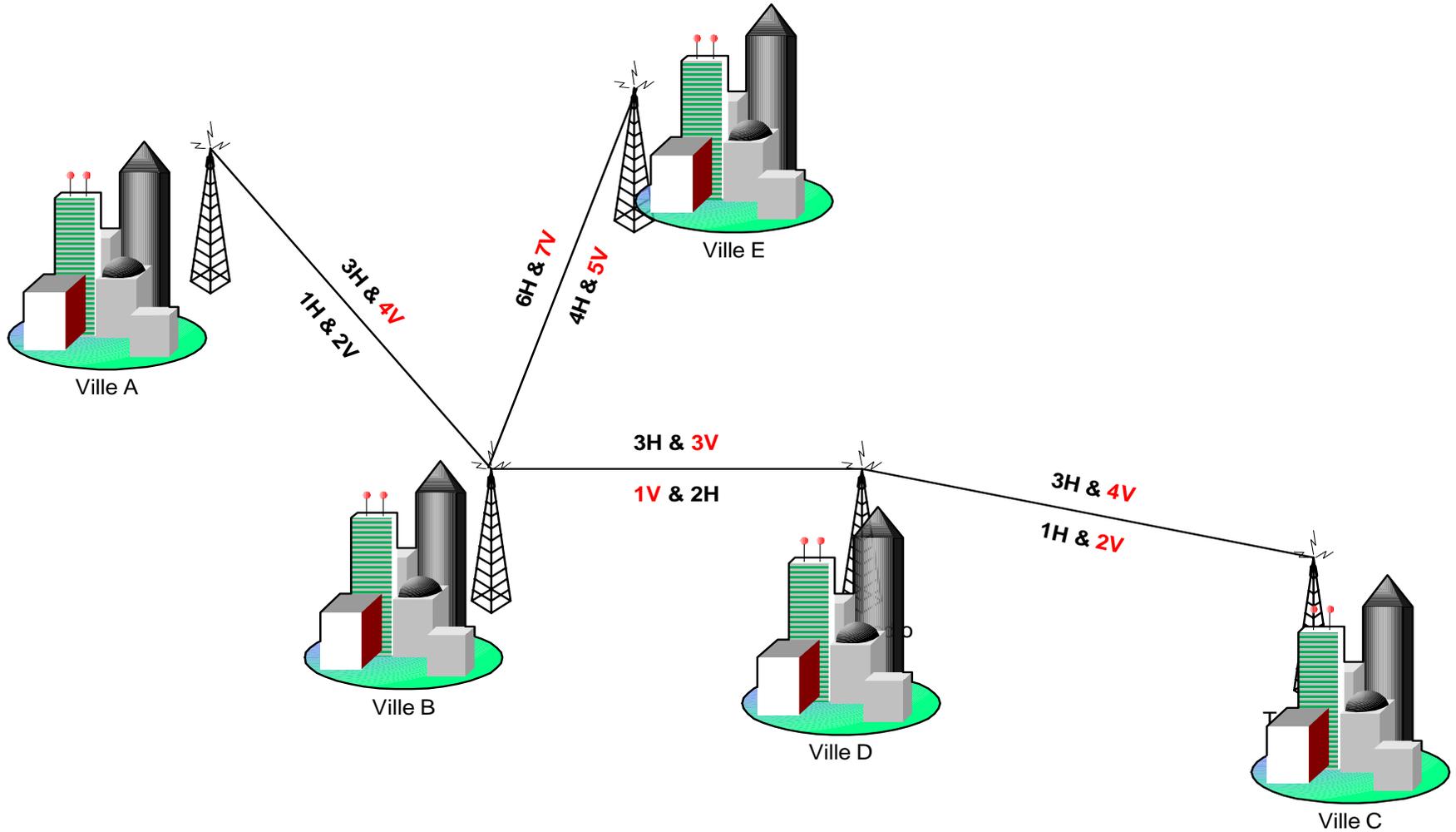
Exemple sur le Plan de fréquences à 5GHz

Rec. ITU RF 1099-1 (figure 2)

N°	F (MHz)	F' (MHz)	Canaux 28 MHz (64 QAM)
1	4430	4730	1
2	4470	4770	2
3	4510	4810	3
4	4550	4850	4
5	4590	4890	5
6	4630	4930	6
7	4670	4970	7

Nous avons un plan avec 7 canaux ayant des écarts de 40Mhz.

Exemple fréquences FH 5Ghz



Exemple sur le Plan de fréquences à 15GHz

Rec. ITU RF 636-3

Plan 28Mhz			Plan 14Mhz		
Ch.	Fn	F'n	Ch.	Fn	F'n
1 N°	14 417	14 907	1 N°	14417	14907
			2	14431	14921
2	14 445	14 935	3	14445	14935
			4	14459	14949
3	14 473	14 963	5	14473	14963
			6	14487	14977
4	14 501	14 991	7	14501	14991

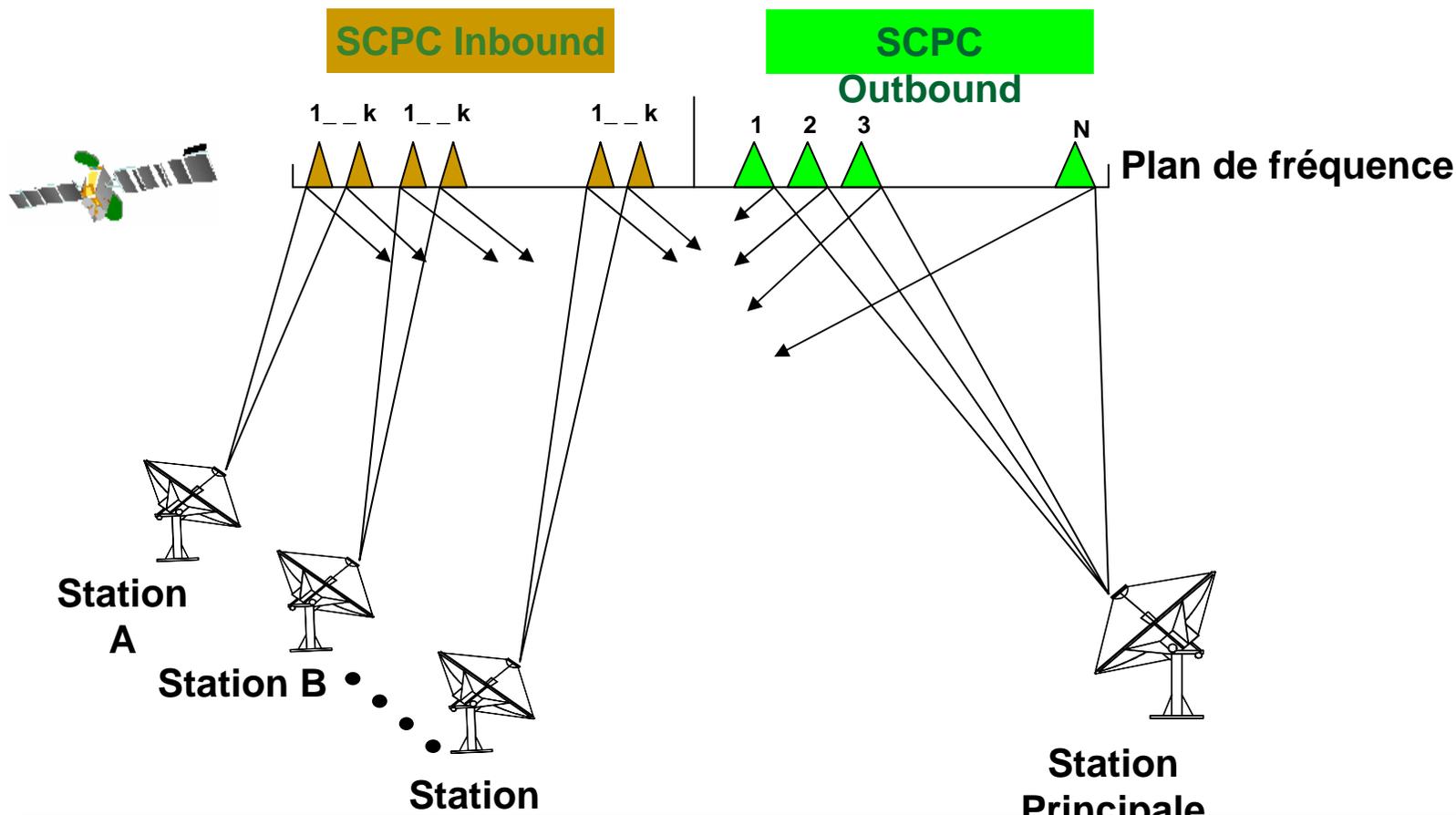
le segment spatial



- L'objectif ici est de fournir les besoins de connexion des sites distants enclavés
 - Abis pour les BTS
 - Ater pour les BSC
- Le coût des liaisons est très important et impose la mise en place de moyen d'optimisation de ce segment

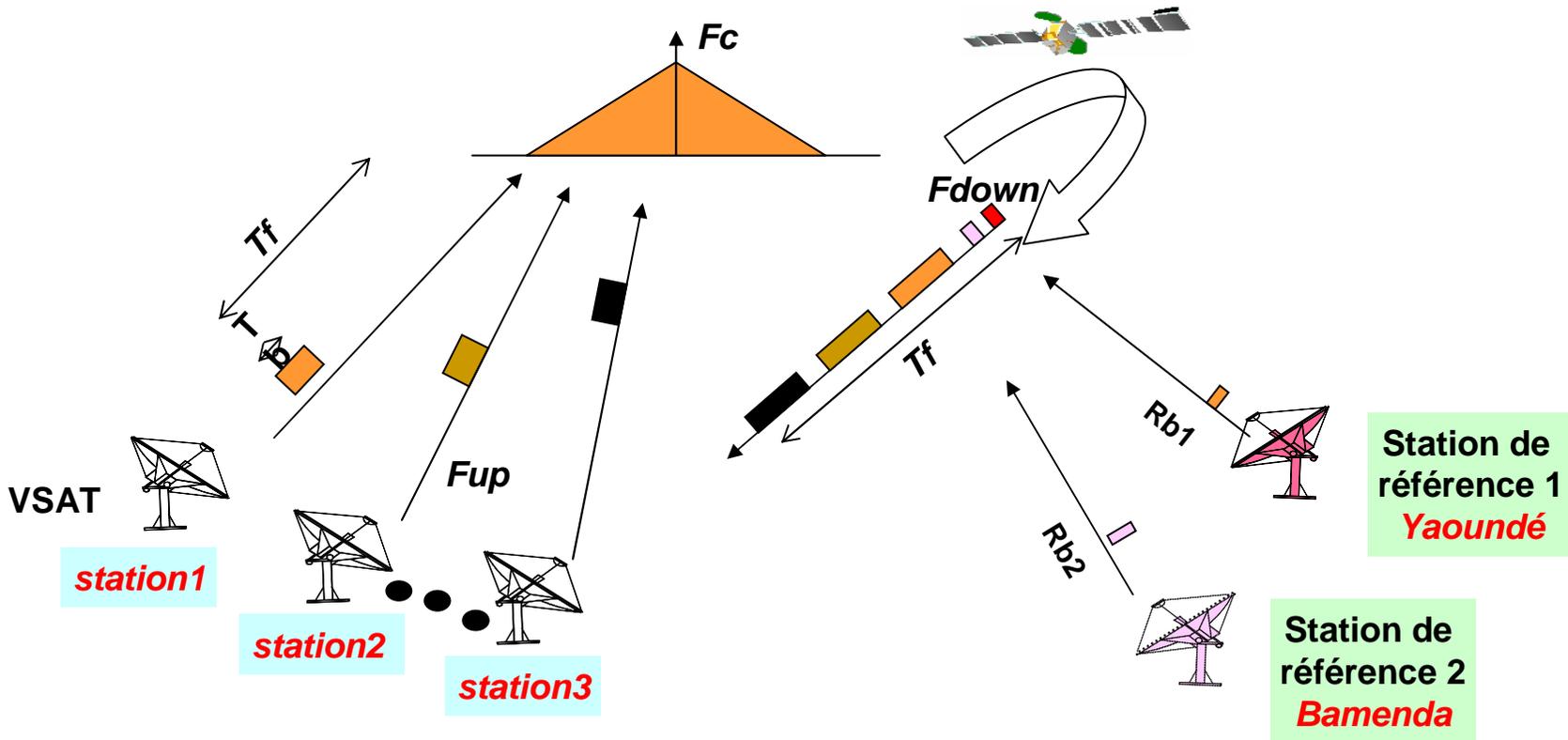
- Plages de fréquences à 6/4 GHz : ITU R - RS 524-5
 - Uplink band: 5850 – 6425 MHz
 - Downlink band : 3625 – 4200 MHz
- Les fréquences sont allouées par le concessionnaire de bande spatiale, conformément à la recommandation ITU et selon les spécifications requises
 - tailles d'antennes,
 - type d'équipements RF
 - type de répéteurs
 - type d'orbite
 - situation géographique
 - etc.
- Le concessionnaire est Intelsat

Principe d'assignation des fréquences Vsat : le FDMA/SCPC



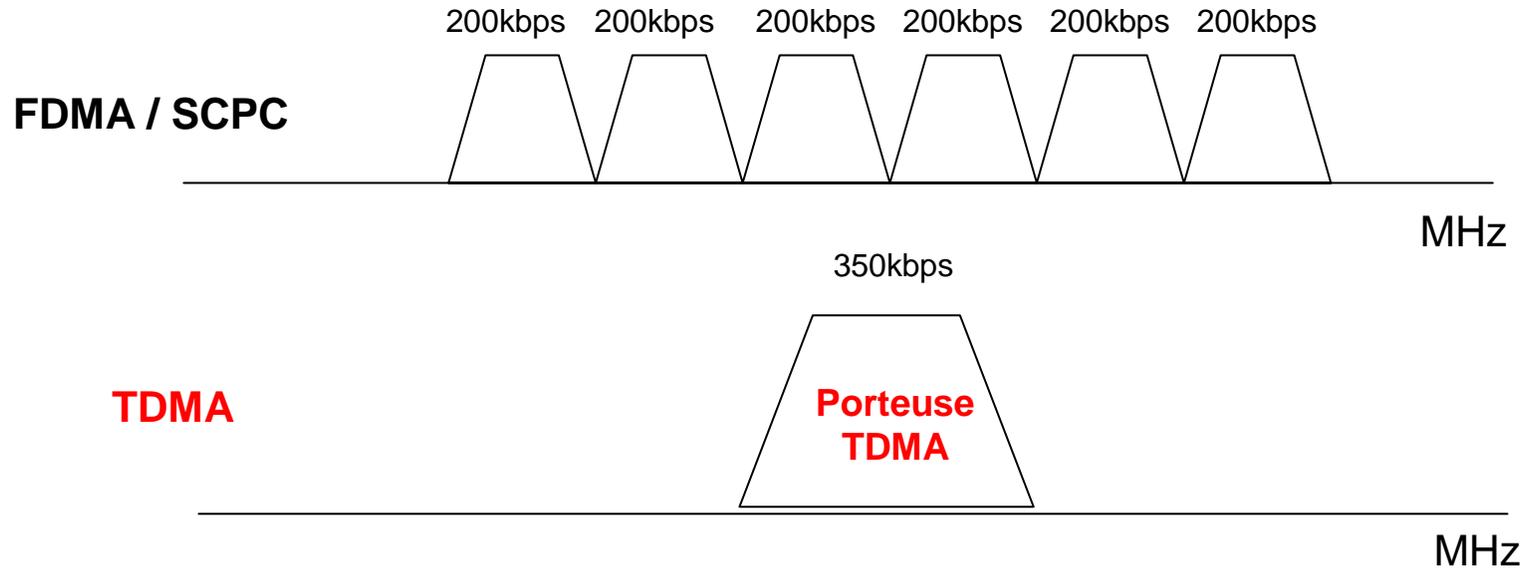
Chaque station est dimensionnée avec la règle de l'Erlang Max individuel des besoins de la station

Optimisation du PDF Vsat : Accès Multiple à Assignation Fixe, le TDMA



L'une des méthodes d'optimisation est le calcul de l'Erlang Max simultanée de l'ensemble des stations et de définir les classes de services par station. Ceci permet d'avoir un meilleur taux d'utilisation sur tout le segment et de mieux gérer les congestions

Accès Multiple à Assignment Fixe: Comparaisons



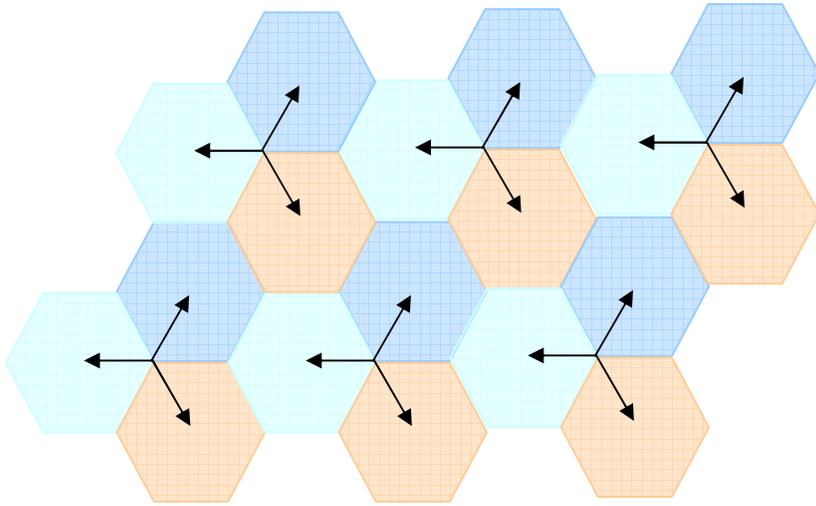
le réseau d'accès mobile



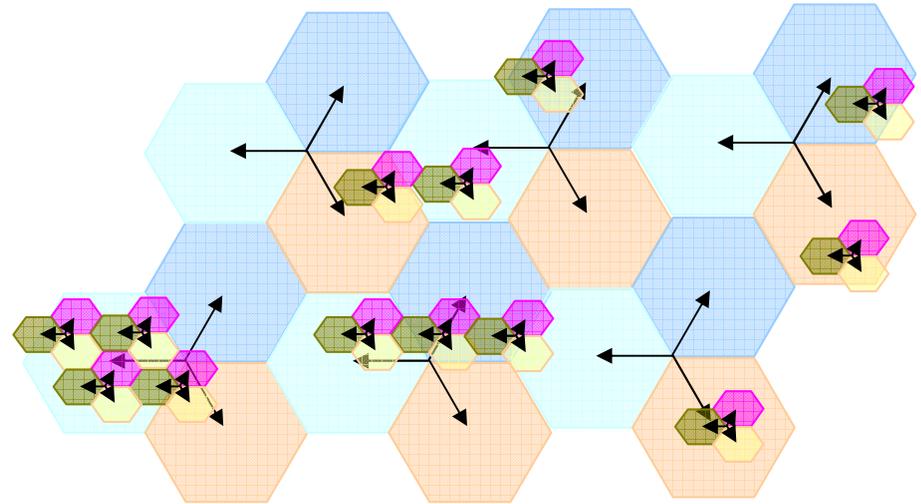
- La bande de fréquences en uplink et Downlink actuellement utilisée sur le réseau Orange Cameroun est de 16 MHz sur la bande 900 MHz (40 canaux) et 24 MHz sur la bande 1800 MHz (60 canaux)
- Un certain nombre de techniques existent pour une meilleure utilisation du spectre affecté à l'opérateur.
- Ces techniques prennent en compte les différentes contraintes de qualité et de trafic qu'imposent le service à fournir aux clients
- Elles permettent donc une réutilisation harmonieuse des fréquences en mettant à son minimum admissible les possibilités d'interférence

- Basé sur le principe du motif cellulaire (régularité du design), le principe d'affectation de fréquences repose sur l'atténuation que subissent les ondes lorsqu'elles se propagent dans l'atmosphère.
- La réutilisation de fréquences sans crainte d'interférences est alors possible lorsque l'on se trouve loin de l'émetteur car le signal local est beaucoup plus fort que le signal lointain: notion de meilleure serveuse.
- Des émetteurs voisins utilisent des fréquences différentes, alors que ceux qui sont éloignés utilisent des fréquences identiques.
- Dans les zones à faible trafic, l'on privilégiera des cellules à grande taille, les objectifs étant des objectifs de couverture
- Dans les zones à fort trafic, les cellules seront de plus petite taille, on parlera dans ce cas de densification, les objectifs étant des objectifs de trafic

Ingénierie Radio : les motifs cellulaires



- Cas d'une zone avec une distribution de trafic homogène
- les cellules de même couleur utilisent des fréquences identiques

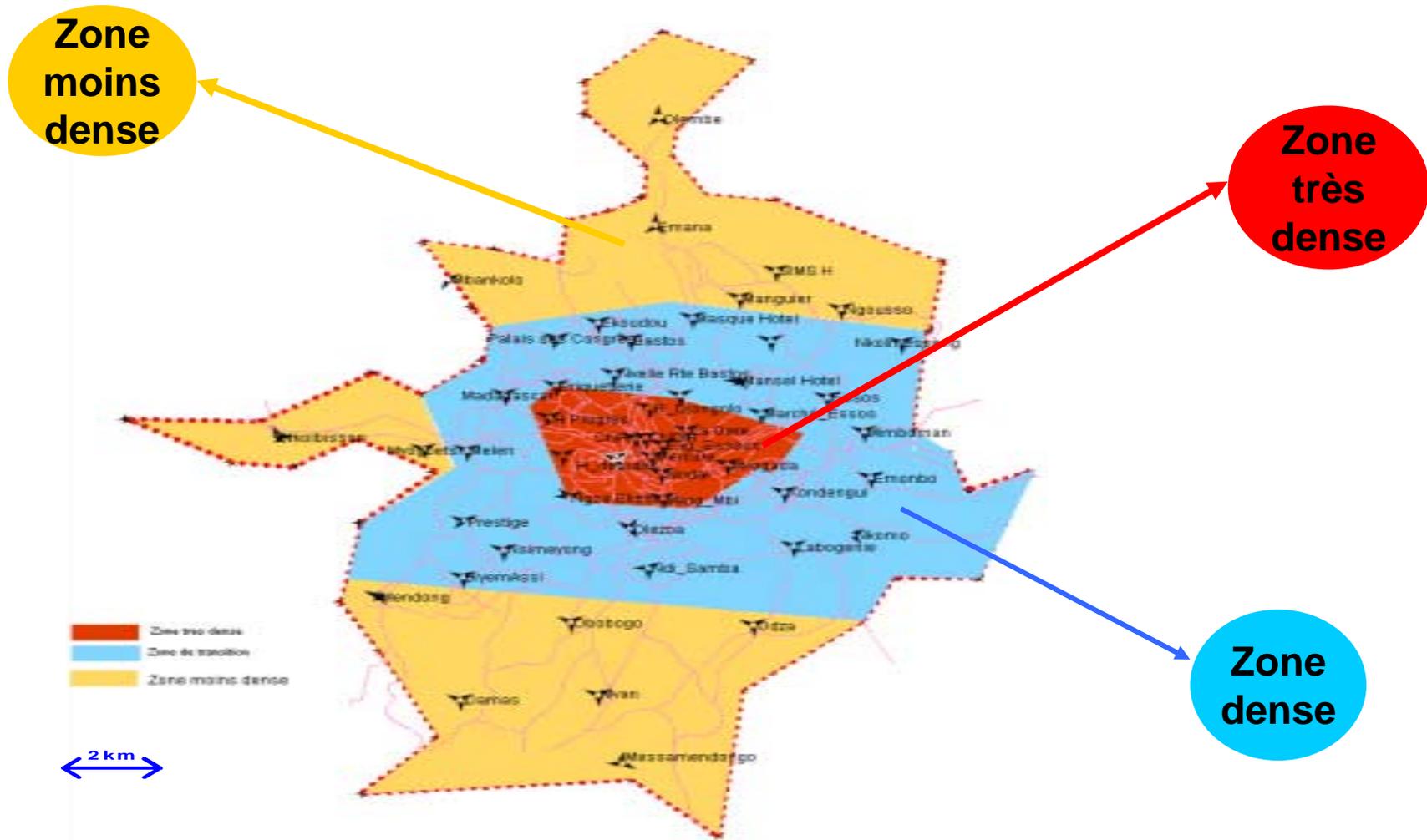


- Cas d'une zone avec de fortes densités de trafic irrégulières
- La densification est marquée par la présence des cellules de plus petite taille, et la continuité de la couverture par des cellules dites parapluies pour éviter les trous de couverture

- La régularité du relief facilite la mise en place d'un motif cellulaire régulier
- La ville de Yaoundé par exemple, de part son vallonnement n'est pas facile à designer et ne permet pas de mettre en place un motif cellulaire régulier.
- Les besoins en fréquences sont plus importants pour la minimisation des problèmes de qualité dus aux interférences

- Ces besoins sont définis en fonction de la configuration des zones urbaines denses qui sont les zones critiques
- Actuellement pour Orange Cameroun c'est:
 - 40 canaux dans la bande des 900Mhz
 - 60 canaux dans la bande des 1800Mhz
- Ces ressources permettent de gérer les besoins en trafic, de design et d'être dans les tolérances d'interférence dans les zones urbaines denses de Douala et de Yaoundé
- Dans le slide suivant nous voyons l'exemple de la ville de Yaoundé et de ses 3 zones de densité:
 - Urbain très dense
 - Urbain dense
 - Urbain moyen (périphérie)

Densité de trafic



- **La solution dite du concentric cell (cellules concentriques)**
 - Cette solution n'est pas utilisée car elle ne permet que de limiter la dégradation de la qualité compte tenu du fait que la réutilisation des fréquences dans la plus petite zone est alors possible pour d'autres cellules. Les algorithmes d'optimisation sont approximatifs car les mesures dans la plus grande zone ne sont pas connues.
- **La densification**
 - Elle est utilisée pour les zones moins denses où l'on a une distance inter site de l'ordre de 1500m. Toute fois, elle n'est plus possible sur la zone urbaine dense de nos principales villes, compte tenu du fait que la distance inter site minimale (de l'ordre de 400 à 600m) est déjà atteinte sur cette zone.

■ La solution micro cellulaire

- Cette solution est effective sur des zones très localisées. Elle ne peut être généralisée compte tenu de son efficacité spectrale très médiocre. De plus, l'environnement ne permet pas une canalisation saine de la propagation sur Douala, ni Yaoundé. D'autre part, la densité de sites nécessaires et les coûts sont très importants.

■ Le motif fractionnaire

- Nous utilisons cette solution sur notre réseau. En effet, la qualité de service dépend fortement du recouvrement intercellulaire. Et afin de gérer ces recouvrements, une meilleure précision des bases de données géographiques et des outils de prédictions est nécessaire.

■ La solution demi débit

- L'amélioration des systèmes de codage permet de transporter 2 communications simultanées sur un même canal, lorsque les terminaux supportent ce type de codage.
- C'est la solution utilisée actuellement pour permettre l'écoulement de trafic actuel sur nos zones à fortes densité de trafic. Elle est utilisée très localement car elle nécessite le re-dimensionnement du réseau de transmission

■ La solution dualband

- Les ressources sont combinées sur la bande 900 et la bande 1800, cette solution est également utilisée sur le réseau Orange Cameroun
- Elle permet une meilleure gestion de la qualité liée aux interférences et permet de résoudre les limites de la technique de densification

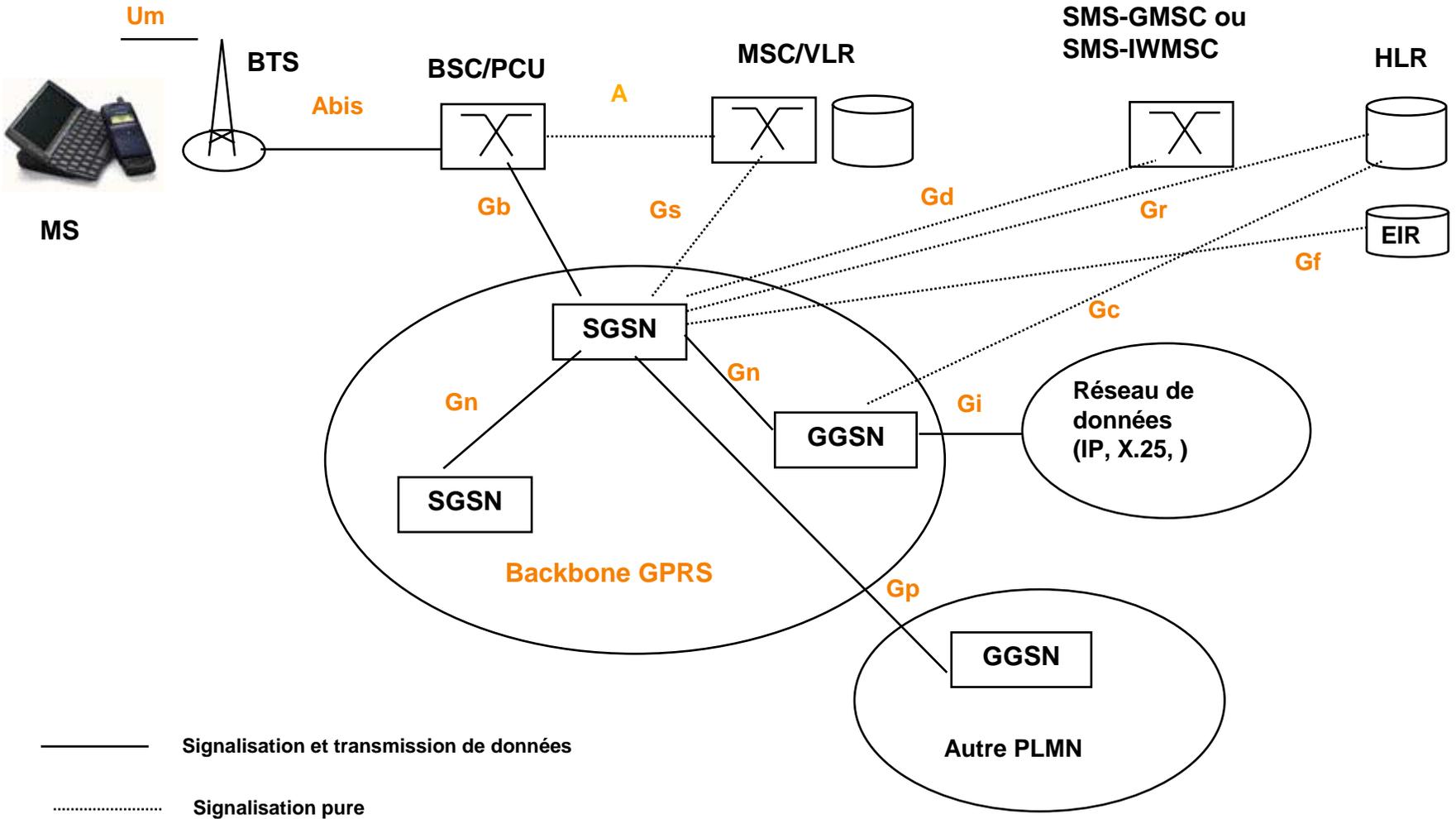
services large bande sans fil



- Après la mise en place du réseau data dans les réseaux GSM, les besoins en fréquence deviennent très importants:
 - Il n'est plus question de faire de l'itinérance (nationale ou internationale) et de la mobilité pour la voix uniquement
 - Il faut s'appuyer sur le même réseau pour offrir ces mêmes facilités (itinérance et mobilité) à la data qui a déjà un confort certain sur le réseau fixe.
 - Ceci induit des besoins nouveaux en ressources pour gérer ce type de trafic qui ne fait pas baisser le trafic voix traditionnel

- Les différentes solutions large bande qui existent aujourd'hui sont:
 - EDGE
 - UMTS (IMT)
 - Wifi
 - Wimax
 - ...
- Pour l'opérateur de mobile et dans le cadre de sa licence, la solution est l'EDGE

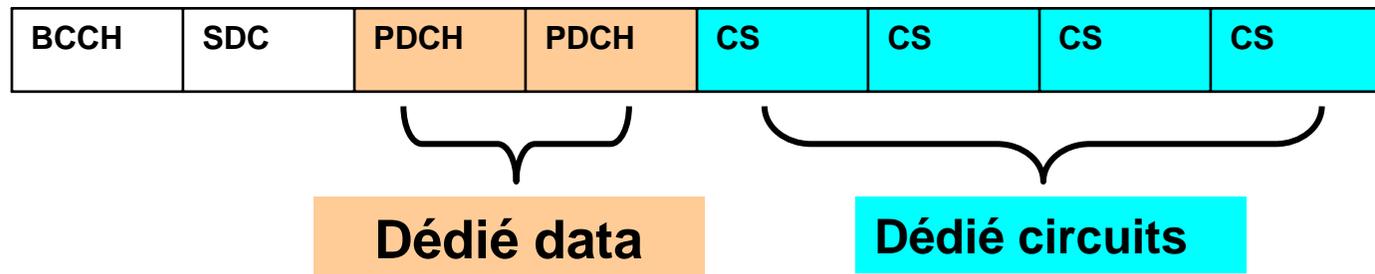
Le réseau GPRS/EDGE



- Cette architecture utilise les mêmes équipements que celle des réseaux GSM
- elle introduit en plus des équipements SGSN et GGSN constituant le backbone GPRS dont les fonctionnalités principales reposent sur l'interconnexion au réseau GSM, la gestion de la mobilité, l'allocation et le routage des ressources data ainsi que du contrôle de leur intégrité.
- Cette allocation de ressources, à la différence du GSM où les ressources sont allouées à un utilisateur en permanence pendant toute sa communication, fait entrer la notion de partage.
- Une même ressource est allouée à plusieurs utilisateurs en simultané en fonction du type de mobile utilisé.

Architecture du réseau GPRS/EDGE

- ❑ Les ressources Data ou PDCH (packet data channel) sont affectés à cet effet
- ❑ Le densification des sites est nécessaire, les RTS(radio times slot) PDCH étant dédiés uniquement au transport de la data
- ❑ La planification des ressources radio s'en trouve complexifié, malgré les nouveaux algorithmes et les évolutions logicielles des équipements du réseau d'accès.



Les ressources étant partagées, plusieurs utilisateurs peuvent se voir alloués un PDCH et ceci est géré par l'opérateur. Et l'impact se fera ressentir sur le débit alloué.

- EDGE est *Enhanced Data for GSM Evolution*
- Cette évolution ne concerne que la circulation des données, la voix continuant toujours de transiter sur le réseau GSM traditionnel.
- Les équipements du cœur de réseau sont ceux du réseau GPRS
- Au niveau radio des nouveaux algorithmes de codage sont mis en place pour l'augmentation du débit data offert.
- Ce n'est pas une nouvelle norme de télécommunication mobile à proprement parler, comme l'UMTS. Il s'agit d'une simple évolution de la technologie GSM/GPRS permettant d'obtenir un meilleur débit

EDGE : les débits

- Les débits moyens sont de 130 kbps en réception et de 60 kbps en émission
- Ces débits sont largement supérieurs à ceux du GPRS (6 à 10 fois plus important)
- Il est toutefois important de noter que ces débits sont largement en dessous des performance des réseau 3G qui ont un débit moyen en téléchargement de 250 kbps
- Dans le cadre de son amélioration des travaux sont en cours pour une augmentation substantielles des débits (400 kbps), avec la technologie GERAN (*GSM Edge Radio Access Network*)

Codage GPRS	Kbits/s	Codage Edge	Kbits/s
CS1	8	MCS1	8,8
CS2	12	MCS2	11,2
CS3	14,4	MCS3	14,8/13,6
CS4	20	MCS4	17,6
		MCS5	22,4
		MCS6	29,6/27,2
		MCS7	44,8
		MCS8	54,4
		MCS9	59.2

- Tous les mobiles ne sont pas EDGE compatibles
- L'EDGE est déployé dans les zones où les besoins en bande passante sont très importantes, on parle de déploiement en hot spot
- L'EDGE permet pour les nomades où les personnes résidents dans les zones enclavées un accès très confortable aux applications gourmandes en bande:
 - Email, Agenda, Intranet, Internet, Application Corporate,
 - E-commerce, Services de localisation,
 - Music, Audio, réservation, informations, vidéo

- ❑ La spécialisation des RTS pour le data a un impact important sur le design et la planification fréquentielle où il faut fournir la capacité nécessaire pour gérer le trafic voix ainsi amputé de capacité
- ❑ La data pour plus d'uniformisation doit être sur les 2 couches 900 et 1800Mhz
- ❑ La qualité du signal est importante car elle a un impact important sur les débits offerts.

les problèmes



- Il existe aujourd'hui chez plusieurs manufacturiers des solutions de TRX de très fortes puissances
- Ces TRX permettent d'atteindre des rayons de couvertures importants dans les zones dégagées de tout obstacle naturel
- Ceux-ci ne permettent pas actuellement une bonne couverture dans les zones de montagnes et surtout dans les zones de forêt
- Spécifiquement dans les zones de forêt, les techniques actuelles d'optimisation de couverture ne permettent pas une augmentation des rayons de couverture
- Il faut donc mettre en place, une bande de fréquence, qui mieux que celles actuellement allouées au GSM (900Mhz et 1800Mhz) permettra une meilleure couverture de ces zones.

- Les solutions de déploiement actuel ne peuvent pas s'appliquer à ces zones qui sont habituellement rurales.
- Les difficultés ici sont les suivantes:
 - **Multiplication des sites**, le déploiement dans ces zones se fait avec des tours très hautes (il faut au moins être au dessus des arbres à 70m en moyenne), ce qui renchérit fortement le coût du sites
 - **Mettre des petites tours** dans les localités identifiées et faire le raccordement par VSAT. Cette solution n'est pas évidentes, les coûts récurrents liés à la location du segment spatial sont assez élevés.
- **Il est important pour une facilitation de la pénétration de la téléphonie dans les zones de forêt enclavées, mettre en place de solution pérenne dans le cadre de la réaffectation actuelle du spectre de fréquences**

thanks

from Orange Cameroun Radio and transmission teams



the future's bright, the future's

Orange