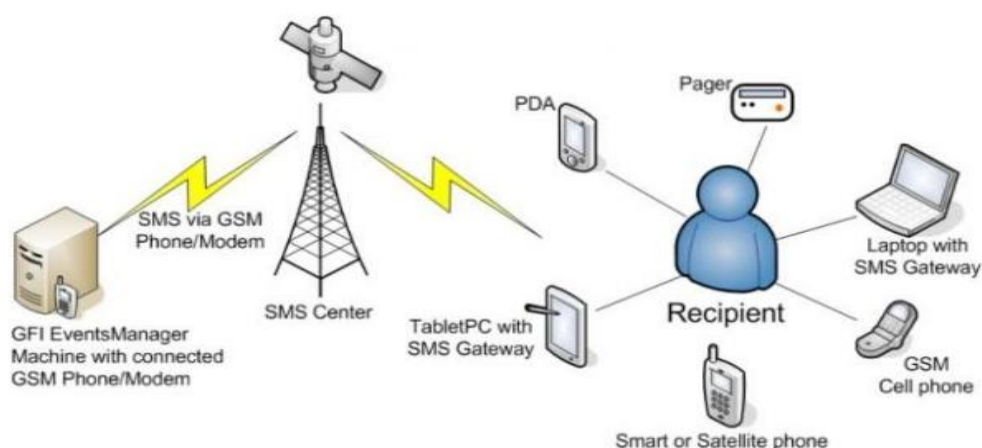


Rapport hebdomadaire



Réalisé Par
ZAIL Chaimae

Effectué à
Orange - Casablanca

Encadré à l'ENSAS par :
Mr. DALLI Anouar

Encadré à Orange par :
Mlle EL ALAMI Imane

Table des matières

Introduction :	5
I- Les Réseaux mobiles :	6
I.1-Les réseaux GSM :	6
I.1.1-L'architecture du réseau GSM :	6
I.1.2 Présentation des interfaces :	8
I.1.3 Méthodes d'accès :	8
I.2 Le réseau UMTS :	9
I.2.1 Architecture du réseau UMTS :	9
I.2.2 Présentation des interfaces de l'UMTS :	10
I.2.3 La technique WCDMA :	11
I.3 Le réseau LTE :	12
I.3.1 Architecture LTE :	12
I.3.2 Méthodes d'accès :	13
II. Déploiement d'un nouveau site :	15
II.1 La phase de La planification :	16
Les Types de la planification :	16
II.2 La phase du Déploiement :	18
II.2.1 La préparation du site (site survey) :	18
II.2.2 L'installation :	18
II.2.3 La configuration :	19
II.2.4 Le commissioning :	19
II.2.5 Le Clean up :	20
II.2.6 L'acceptance :	20
II.3 La phase de l'Optimisation :	20
II.3.1 Les compteurs purs :	20
II.3.2 Les indicateurs de performance (KPIs) :	20
II.3.3 Drive-Test :	21
III. Equipements Radio :	21
III.1 Un pylône :	21
III.2 Des équipements Radio (TRX, TRE) :	21
III.3 Les antennes :	21
III.3.1 Types antennes :	21
III.3.2 Caractéristiques des antennes :	22
III.4 Feeders :	22
III.5 JUMPER :	22

III.6 Combiner :	23
III.7 Base Transceiver station BTS :	23
III.7.1 Types BTS :	23
III.7.2 Composants BTS :	23
IV-La Transmission radio :	25
1-La taille du réseau :	25
2- L'architecture d'un réseau :	25
3- Le Débit :	26
4-Mode de transmission :	26
5-suppports physiques :	26
6-Optimisation :	26
V- Outils utilisés :	27
V.1-PRS :	27
V.2-C-SON :	27
V.3-HUAWEI iManager U2000 :	27
V.4-Planet :	27
V.5-TEMS :	28

Figure 1:Diagramme de Gantt.....	5
Figure 2:l'architecture du réseau GSM.....	6
Figure 3:FDMA.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 4: TDMA.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5:Architecture du réseau UMTS	9
Figure 6:Les composants de la Station Mobile MS	Erreur ! Signet non défini.
Figure 7:Architecture réseaux LTE.....	12
Figure 8:Architecture EPC.....	13
Figure 9:Le principe de l'OFDM	14
Figure 10:La différence entre OFDM et OFDMA	14
Figure 11:La technique SC-FDMA.....	15
Figure 12:La technologie MIMO.....	15
Figure 13:Les étapes de la planification	16
Figure 14:identification du PCI en fonction du PSS et SSS	17
Figure 15:le cas de la confusion du PCI	17
Figure 16:Exemple du rapport SSV.....	18
Figure 17: Antenne Multi-bandes	21
Figure 18:Tilt, Azimut, HBA.....	22
Figure 19:les types de la BTS 3900	23
Figure 20:Les cartes de la BBU	24
Figure 21:Les différentes architectures d'un réseau.....	25
Figure 22:Montage transmission.....	27

Liste des tableaux

Tableau 1:Les interfaces du réseaux GSM.....	8
Tableau 2:les interfaces réseaux UMTS	11

Introduction :

Le secteur des télécommunications a connu une évolution remarquable ces dernières années. Toutefois la saturation des réseaux 2G et leurs limites en matière de débit et services, a amené les acteurs du domaine de télécommunication à penser à une troisième génération représentée par la norme UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) « 3G » en profitant du progrès qu'a connu la technologie du traitement de signal. Ceci a apporté une amélioration du débit permettant de supporter les nouveaux services avec une bonne qualité de transmission de la voix et des données.

Cependant, avec la demande croissante et l'augmentation du nombre d'abonnés, cette technologie ne permet plus de répondre aux besoins. Il fallait donc pousser le développement vers d'autres améliorations pour augmenter la capacité des réseaux, ce qui a donné naissance à la quatrième génération LTE (Long Term Evolution) «4G» apportant une amélioration du débit. En tant que fournisseur des équipements de télécommunication, le prestataire HUAWEI a été choisi pour mener les opérations de planification et d'optimisation de ses réseaux.

L'objectif étant de maîtriser les concepts de planification et d'optimisation Radio des réseaux 3G/4G et les mettre en pratique. L'optimisation des réseaux d'accès radio devient, pour un opérateur, un enjeu fondamental lui permettant de minimiser les investissements, réduire le nombre de sites à déployer, et de garantir une bonne qualité de service aux utilisateurs. Une fois le réseau est opérationnel, l'opérateur doit veiller à son bon fonctionnement.

Diagramme de Gantt :

Pour la planification du projet, nous avons utilisé le diagramme de GANTT. C'est un outil qui permet de planifier le projet et de rendre plus simple le suivi de son avancement en visualisant l'enchaînement et la durée des différentes tâches.

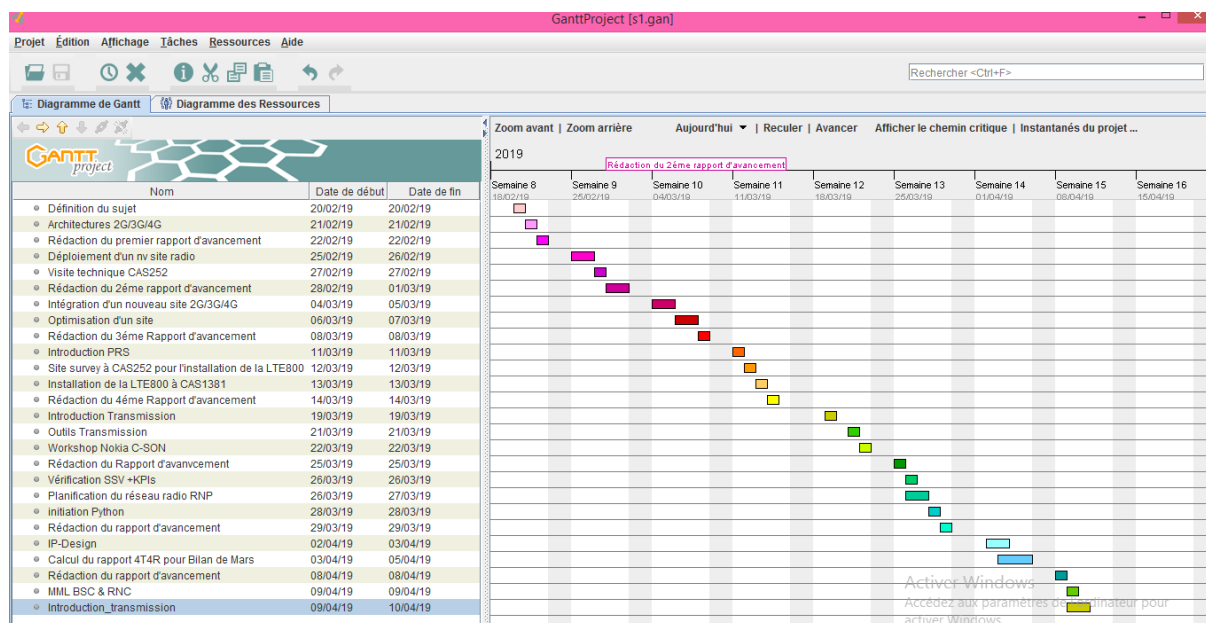


Figure 1:Diagramme de Gantt

I- Les Réseaux mobiles :

L'évolution technologique des réseaux mobiles nous a amené aujourd'hui à une nouvelle révolution, celle de l'Internet mobile. L'entrée dans le monde de l'information et de la communication a débuté par l'insertion progressive des téléphones fixes, l'accès à l'Internet et la téléphonie mobile.

I.1-Les réseaux GSM :

Global System for Mobile Communications (GSM) est une norme numérique de seconde génération pour la téléphonie mobile. Tel qu'il a été conçu, le réseau GSM est idéal pour les communications de type « voix » (téléphonie). Le réseau étant commuté, les ressources ne sont allouées que pour la durée de la conversation, comme lors de l'utilisation de lignes téléphoniques fixes.

I.1.1-L'architecture du réseau GSM :

La figure ci-dessous illustre l'architecture du réseau GSM :

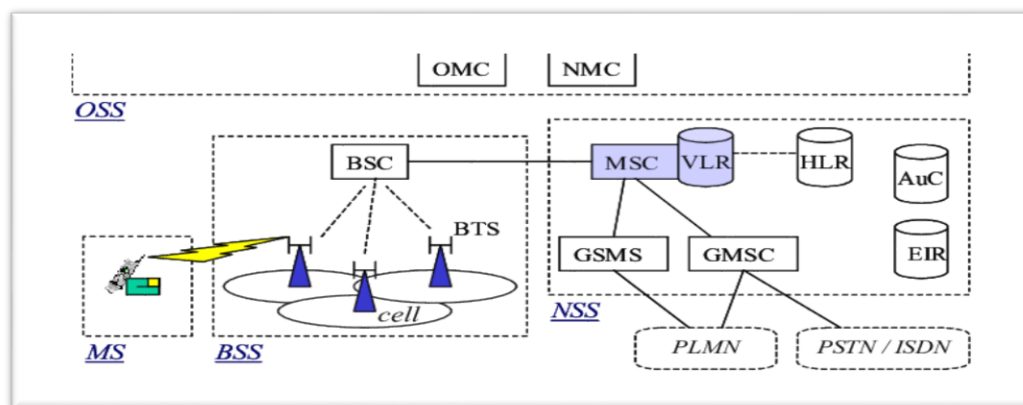


Figure 2:l'architecture du réseau GSM

I.1.1.1 Station mobile (MS – Mobile Station)

La station mobile est l'équipement physique utilisé par l'utilisateur du réseau GSM pour accéder aux services de télécommunication offerts. Chaque terminal mobile est identifié par un code unique IMEI relatif au constructeur et un numéro d'appel de l'abonné MSISDN. De plus, on attribue à chaque carte SIM une identité unique dans le réseau qui est l'IMSI qui identifie l'abonné ainsi que les renseignements relatifs à l'abonnement.

I.1.1.2 Le sous-système radio (BSS – Base Station System)

Le sous-système radio représente la partie accès du réseau, il est composé de deux parties : la station de transmission de base BTS et de l'unité de contrôle qui est le contrôleur de station de base BSC.

a) Base Transceiver Station

La BTS est un ensemble d'antennes émetteur/récepteur (TRX) qui assure la transmission et la réception radio entre les mobiles et le réseau, elle réalise l'ensemble de mesures radio nécessaires pour vérifier la qualité de la liaison et qui sont exploitées par le BSC.

La BTS a une capacité typique autour de 16 porteuses, la zone d'action d'une station de base est appelée cellule, dont le rayon varie entre quelques centaines de mètres à quelques

kilomètres. La BTS est responsable d'effectuer les procédures de la couche physique (Multiplexage TDMA, Modulation, démodulation, saut de fréquences lent, chiffrement, égalisation, codage et correction d'erreurs).

b) Base Station Controller

C'est l'organe intelligent du réseau d'accès (BSS) qui permet de gérer et superviser une ou plusieurs BTS. La capacité d'un BSC dépend de nombre des TRX, de trafic maximal et le nombre de ports physiques. La zone couverte par un BSC est appelée zone de localisation où un BSC permet de contrôler une ou plusieurs zones de localisation.

Les principales tâches d'un BSC sont : gestion de ressources radio, allocation des canaux, contrôle de puissance des MS et BTS, décision et exécution des mécanismes de Handover et concentration du trafic vers le MSC.

1.1.1.3 Le sous-système réseau (NSS)

Le sous-système réseau (NSS) comprend l'ensemble des fonctions de commutation et de routage, de sécurité et de confidentialité nécessaires à l'établissement des appels et à la mobilité principalement localisées dans le MSC. Il s'occupe entre autres de l'interconnexion avec les réseaux fixes auxquels est rattaché le réseau mobile. Le NSS se compose des entités suivantes :

a) Commutateur de service mobile

Le MSC est le commutateur en charge de la gestion des services en mode circuit des stations mobiles qui sont enregistrées dans la zone géographique qu'il gère. Il est relié au GMSC pour relier le réseau mobile au réseau fixe. Un MSC contrôle un ou plusieurs BSC, sa capacité dépend du trafic maximal calculé en Erlang et le BHCA qui définit le nombre des tentatives d'appels à l'heure de pointe. La zone couverte par un MSC est appelée zone de commutation, son rôle est : la gestion des appels, la gestion de transfert des messages, la gestion des Handovers.

b) Commutateur d'entrée de service mobile

Ce commutateur est l'interface entre le réseau cellulaire et le réseau téléphonique public. Le GMSC est chargé d'acheminer les appels du réseau fixe à un usager GSM.

c) Registre des abonnés locaux

Le HLR est une base de données de tous les abonnés du même opérateur, il contient les informations concernant les conditions d'abonnement de l'utilisateur et les caractéristiques des services souscrits, et contient également les informations grossières sur la localisation de l'abonné.

d) Registre des abonnés visiteurs

Le VLR contient temporairement des informations sur les abonnés qui visitent une région desservie par un MSC autre que celui auquel ils sont abonnés. Ces informations proviennent du HLR auquel l'abonné est enregistré et indiquent les services auxquels l'abonné a droit. Ce transfert d'informations se fait qu'une seule fois et n'est effacé que lorsque l'abonné ferme son appareil ou quitte la région du MSC courant. En procédant ainsi, le VLR n'a pas à interroger le HLR chaque fois qu'une communication est demandée, par ou pour, l'abonné visiteur. Il est à noter que le VLR est toujours associé à un MSC.

1.1.1.4 Sous-système opération (OSS)

L'OSS assure la gestion et la supervision du réseau qui intervient à de nombreux niveaux : détection de pannes, mise en service de sites, modification de paramétrage, réalisation de statistiques. Il permet à l'opérateur d'administrer son réseau, de manière locale par l'OMC et de manière générale par le NMC.

a) Equipment Identity Register

Le registre d'identification d'équipement est la base de données contenant les identités des terminaux, il comporte trois listes : Noire, Grise et Blanche.

b) Authentication Center

Le centre d'authenticité est une base de données qui contient les paramètres utilisés pour la gestion de la sécurité de l'accès au système, il mémorise pour chaque abonné une clé secrète utilisée pour authentifier les demandes de services et pour chiffrer les communications.

1.1.2 Présentation des interfaces :

Les interfaces désignées par des lettres de A à H dans le tableau ci-après ont été définies par la norme GSM. Bien souvent, le découpage des fonctions entre les éléments du réseau (VLR et MSC) par exemple est effectué par les constructeurs qui ne respectent pas forcément les règles définies.

Le tableau ci-dessous illustre les usages des différentes interfaces utilisées dans l'architecture de la norme GSM :

Nom	Localisation	Utilisation
Um	MS – BTS	Interface radio
Abis	BTS – BSC	Divers
A	BSC – MSC	Divers
C	GMSC – HLR	Interrogation du HLR pour appel entrant
	SM – GMSC – HLR	Interrogation du HLR pour message court entrant
D	VLR – HLR	Gestion des informations d'abonnés et de localisation
	VLR - HLR	Services supplémentaires
E	MSC – SM - GMSC	Transport de messages courts
	MSC – MSC	Exécution des handover *
G	VLR – VLR	Gestion des informations des abonnés
F	MSC - EIR	Vérification de l'identité du terminal
B	MSC - VLR	Divers
H	HLR – AUC	Echange des données d'authentification

Tableau 1:Les interfaces du réseaux GSM

1.1.3 Méthodes d'accès :

a) Frequency Division Multiple Access

FDMA, est un mode de multiplexage destiné à la téléphonie mobile. Il s'agit d'un découpage en bande de fréquences de manière à attribuer une partie du spectre à chaque utilisateur. De cette manière, chaque utilisateur se voit attribuer une bande de fréquences distincte.

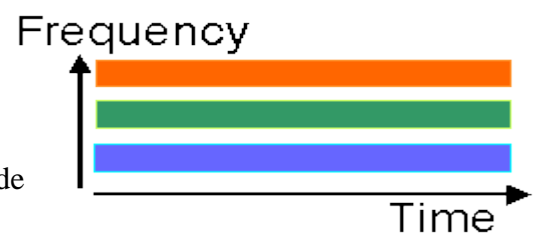


Figure 3:FDMA

b) Time Division Multiple Access

TDMA, est un mode de multiplexage permettant de plusieurs signaux sur un seul canal. Il s'agit du multiplexage temporel, dont le principe est de découper le temps disponible entre les différentes connexions (utilisateurs). Par ce moyen, une fréquence peut être utilisée par plusieurs abonnés simultanément.

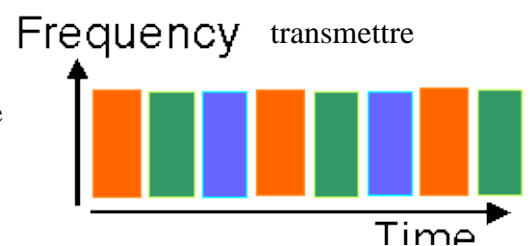


Figure 4: TDMA

1.2 Le réseau UMTS :

L'UMTS vient se combiner aux réseaux GSM et GPRS. C'est une technologie de troisième génération développée au sein de l'organisme 3GPP. Il apporte des fonctionnalités respectives de voix, de data et des fonctionnalités multimédia.

Le principal intérêt de la 3G réside dans l'augmentation significative des débits bien supérieurs à ceux permis par les technologies précédentes, et donc l'utilisateur peut bénéficier de plusieurs services tels que l'accès à internet et le téléchargement des fichiers vidéo.

L'UMTS fonctionne sur la bande de fréquences 1900-2100 MHz et permet un débit réel de l'ordre de 384 Kbits/s.

1.2.1 Architecture du réseau UMTS :

Le réseau UMTS est composé d'un réseau d'accès UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) et d'un réseau cœur.

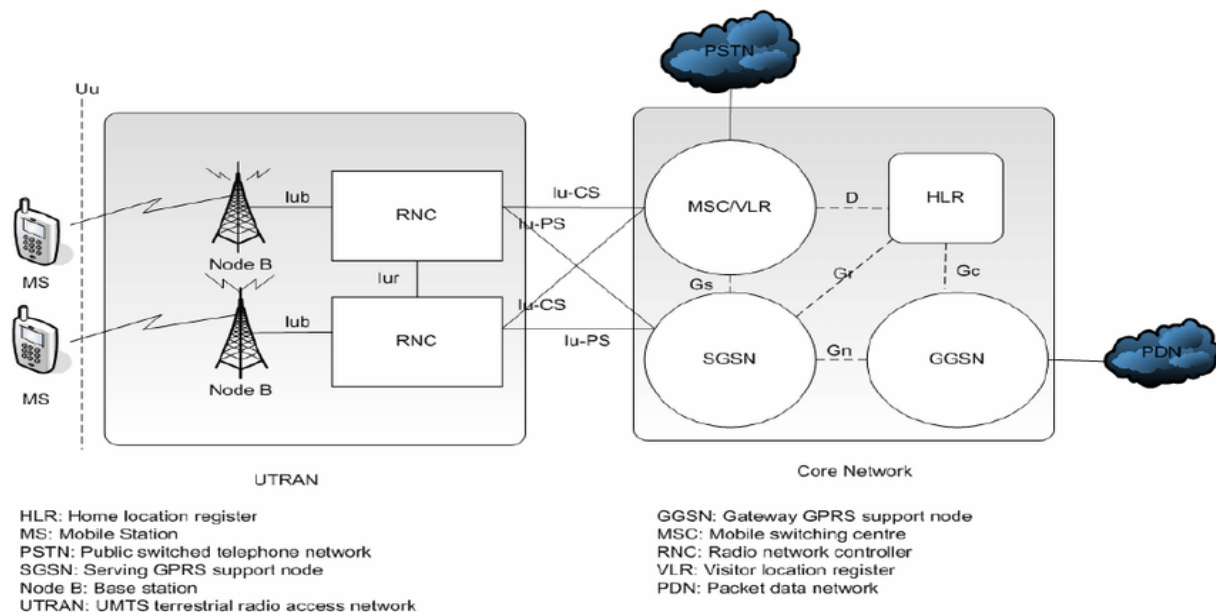


Figure 5: Architecture du réseau UMTS

1.2.1.1 Les équipements de l'UTRAN :

L'UTRAN est doté de plusieurs fonctionnalités, sa fonction principale est de transférer les données générées par l'utilisateur, il est une passerelle entre l'équipement utilisateur et le réseau cœur via les interfaces Uu et Iu. Cependant, il est chargé d'autres fonctions :

-La Sécurité : Il permet de garantir la confidentialité et la protection des informations échangées par l'interface radio en utilisant des algorithmes de chiffrement et d'intégrité.

-La Mobilité : Une estimation de la position géographique est possible à l'aide du réseau d'accès UTRAN.

-La Gestion des ressources radio : Le réseau d'accès est chargé d'allouer et de maintenir des ressources radio nécessaires à la communication.

-La Synchronisation : Il est aussi en charge du maintien de la base temps de référence des mobiles pour transmettre et recevoir des informations.

L'UTRAN est composé de plusieurs éléments : une ou plusieurs stations de base (appelées NodeB), des contrôleurs radio RNC (Radio Network Controller) et des interfaces de communication entre les différents éléments du réseau UMTS.

a) L'équipement Usager

Il consiste en un ME (Mobile Equipment) et une carte USIM (Universel Subscriber Identity Module) l'équivalent en 3G de la carte SIM en 2G.

ME est le terminal employé pour la communication radio. Tandis que la carte USIM est une application qui gère les procédures d'authentification et de chiffrement, ainsi que les services auxquels l'abonné a souscrit.

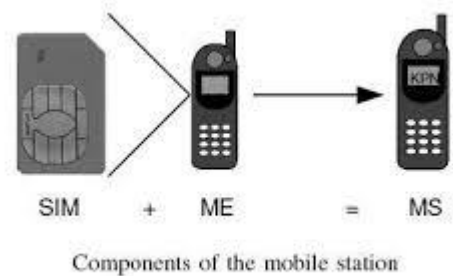


Figure 6: Les composants de la Station Mobile MS

b) NodeB

Le NodeB gère la couche physique de l'interface radio, son rôle principal est d'assurer les fonctions de réception et de transmission avec un équipement usager. Il prend en charge la correction d'erreur, l'adaptation du débit, l'étalement de spectre, la modulation et la démodulation, et le contrôle de puissance du signal.

c) RNC

Le RNC est le nœud central de l'UTRAN et l'équivalent du Base Station Controller (BSC) de GSM. Il contrôle les ressources radio des NodeB auxquels il est connecté, son rôle principal est de router les communications entre le NodeB et le réseau cœur de l'UMTS. Il travaille au niveau des couches 2 et 3 du modèle OSI (contrôle de puissance, allocation de codes).

Nous distinguons deux types de RNC :

- **Le Serving RNC** transporte les données utilisateurs par l'interface Iu. Le SRNC est l'intermédiaire final pour la signalisation entre l'UE et l'UTRAN. Tout UE est associée à un seul SRNC.
- **Le Drift RNC** transfère les données de manière transparente entre le mobile et le SRNC. Un même mobile peut aussi bien ne pas avoir de DRNC qu'en avoir plusieurs au même moment.

1.2.1.2 Les équipements du réseau cœur :

Le réseau cœur de l'UMTS est scindé en deux domaines de services :

- Le domaine CS (Circuit Switched) utilisé pour la téléphonie.
- Le domaine PS (Packet Switched) qui permet la commutation de paquets.

Un domaine est une entité qui s'interface directement à un ou plusieurs réseaux d'accès à travers l'interface Iu. C'est ainsi qu'on parle de l'interface Iu-Cs pour le trafic voix et de l'interface Iu-Ps (Packet Switched) pour la transmission des données. Ces deux domaines permettent aux équipements usagers de pouvoir gérer simultanément une communication paquets et circuits.

La partie CS se compose essentiellement du MSC et du GMSC, alors que la partie PS comprend le SGSN et le GGSN. Le groupe des éléments communs entre les deux domaines est composé de plusieurs modules, le HLR, l'AuC et l'EIR.

1.2.2 Présentation des interfaces de l'UMTS :

Le tableau ci-dessous illustre les usages des différentes interfaces utilisées dans l'architecture de la norme UMTS :

Interface	Localisation	Description	Equivalent GSM/ GPRS
Uu	UE-UTRAN	Interface radio permettant au mobile de communiquer avec l'UTRAN	Um
Iu	UTRAN-Réseau cœur	Iu-CS : permet au RNC de communiquer avec le MSC/VLR	A
		Iu-PS : permet au RNC de communiquer avec le SGSN	Gb
Iur	RNC-RNC	Communication entre deux RNC, notamment dans le cadre de macro-diversité.	-
Iub	NodeB-RNC	Communication NodeB-RNC	Abis

Tableau 2: les interfaces réseaux UMTS

1.2.3 La technique WCDMA :

L'interface radio (aussi nommée interface air) de l'UMTS est basée sur le WCDMA (Wideband Code Distributed Multiple Access), qui elle-même réutilise largement le concept CDMA.

1.2.3.1 Présentation du CDMA

Le CDMA, qui est actuellement employé dans de nombreux systèmes de communication, permet à un grand nombre d'utilisateurs d'utiliser la même onde porteuse sans interférer les uns les autres. Il consiste à répartir l'information radioélectrique émise sur une bande de fréquences plus large que celle réellement nécessaire à la transmission du signal utile.

Ce dernier apparaît alors comme un bruit et sa densité spectrale est constante sur l'intégralité de la bande occupée.

1.2.3.2 Concept du WCDMA

Le WCDMA se base largement sur le CDMA, utilisant une plus large bande passante ce qui permet d'accroître le débit. Pour optimiser les ressources radio, il propose deux modes de fonctionnement, selon le type de multiplexage. De plus, outre l'étalement (Channelisation), le WCDMA applique une autre opération essentielle, le brouillage (scrambling), que nous verrons dans ce qui suit.

1.2.3.3 Les multiplexages

a) Le FDD-WCDMA (Frequency Division Duplex)

Cette technique utilise deux bandes passantes de 5Mhz, l'une pour le sens montant (uplink), l'autre pour le sens descendant (downlink). Le débit maximal supporté par un seul code est de 384 kbit/s. Pour les services à haut débit, plusieurs codes sont nécessaires pour supporter un débit de 2 Mbit/s.

b) Le TDD-WCDMA (Time Division Duplex)

Cette technique n'utilise qu'une bande passante de 5 Mhz divisée en portions de temps (time slot), elle est utilisée pour les deux sens. Elle comprend donc une composante AMRT (Accès Multiple à Répartition dans le Temps) fondée sur la trame GSM (qui fait appel au TDMA) en

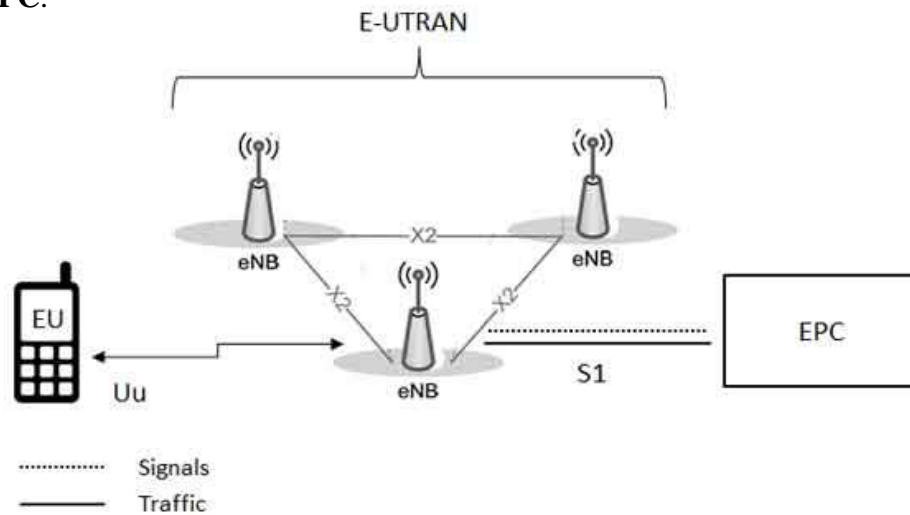
plus de la séparation par code. Ce concept offre une large gamme de débits et de service en allouant plusieurs codes ou plusieurs intervalles de temps à un utilisateur.

I.3 Le réseau LTE :

Les réseaux LTE (*Long Term Evolution*), appelés commercialement 4G, représentent une évolution importante par rapport aux réseaux GSM et UMTS. Les normes spécifiant les réseaux LTE sont issues du 3GPP comme les normes UMTS, le LTE est une technologie cellulaire qui offre la possibilité de réutiliser les mêmes fréquences hertziennes dans des cellules radio mitoyennes, grâce aux codages radio OFDMA et SC-FDMA et à un encodage permettant d'identifier les cellules. Cela permet d'affecter à chaque cellule une largeur spectrale variant de 5 à 20 MHz et donc d'avoir une bande passante plus importante et plus de débit dans chaque cellule.

I.3.1 Architecture LTE :

Cette technologie est composée des deux parties : le réseau d'accès **E-UTRAN**, et le réseau cœur appelé **EPC**.



I.3.1.1 réseau d'accès E-UTRAN :

La partie radio du réseau Radio Access Network appelée « eUTRAN » est simplifiée par l'intégration dans les stations de base « eNode B » des fonctions de contrôle qui étaient implémentées dans les RNC (*Radio Network Controller*) des réseaux UMTS. Pour remplacer la fonction d'interconnexion des RNC, des liens directs entre les eNode B (appelés X2) sont utilisés.

Le RAN d'un réseau LTE se limite donc aux eNode B, aux antennes et aux liaisons en fibres optiques vers les antennes distantes (liens CPRI) et celles reliant les eNode B entre eux et avec le cœur de réseau (réseau de backhaul).

I.3.1.2 Evolved Packet Core EPC:

Le cœur de réseau appelé « EPC » (*Evolved Packet Core*) ou « SAE » (*System Architecture Evolution*), est bâti sur des technologies « full IP », c'est-à-dire utilisant uniquement les protocoles internet pour la signalisation, le transport de la voix et des données.

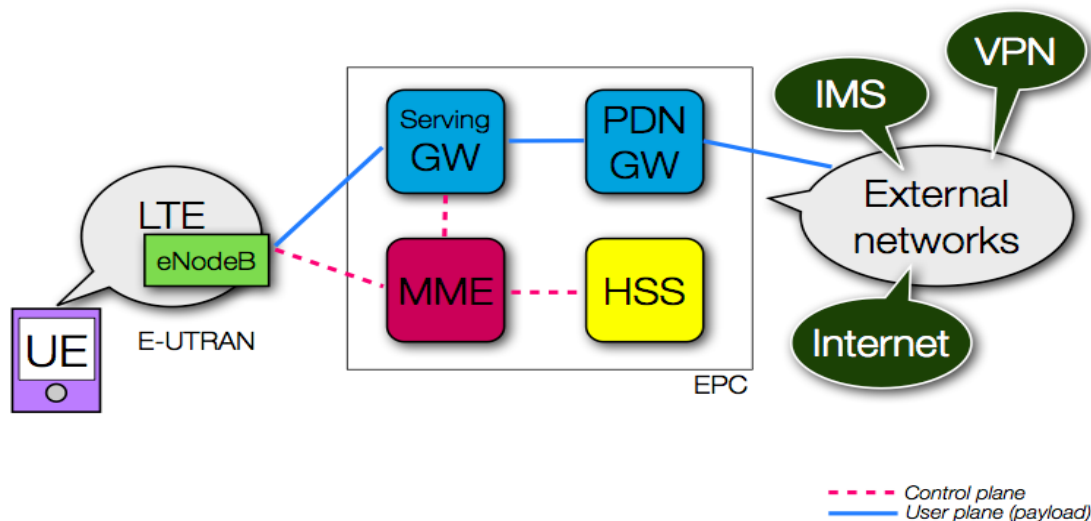


Figure 8: Architecture EPC

a) Home Subscriber Server (HSS):

Le HSS est une base de données contenant des informations liées à l'utilisateur et aux abonnés. Il fournit également des fonctions de support dans la gestion de la mobilité, la configuration des appels et des sessions, l'authentification des utilisateurs et l'autorisation d'accès.

b) Serving GW :

Le service GW est le point d'interconnexion entre le côté radio et l'EPC. Comme son nom l'indique, cette passerelle sert l'UE en acheminant les paquets IP entrants et sortants.

c) Le PDN GW :

Le PDN GW est le point d'interconnexion entre l'EPC et les réseaux IP externes. Ces réseaux s'appellent PDN (Packet Data Network), d'où le nom. Le PDN GW achemine les paquets vers et depuis les PDN.

Le PDN GW exécute également diverses fonctions telles que l'adresse IP / l'attribution de préfixe IP ou le contrôle de politique et la tarification.

d) Mobility Management Entity (MME) :

MME est l'équipement qui gère la signalisation entre les terminaux (UE) et le cœur de réseau LTE. Il est chargé de dialoguer avec le HSS de manière à consulter et stocker les profils et les données de sécurité des terminaux situés dans une grande région donnée.

Ces données sont ensuite utilisées dans son dialogue avec les stations de base notamment pour faire du contrôle d'accès et gérer la connexion, les droits d'accès et la sécurité des abonnés.

1.3.2 Méthodes d'accès :

Le but de ce système LTE est d'arriver à une technologie radio d'accès évoluée offrant des services de haut débit (150Mbps/s en réception et 75Mbps/s en émission), tout en satisfaisant les contraintes technologiques présentes. C'est pourquoi, il a été proposé pour diverses raisons que sur la voie descendante, la technique d'accès **OFDMA** soit utilisée. En revanche sur la voie montante, on utilisera la technique **SC-FDMA**. Ces deux techniques sont dérivées du codage **OFDM**, qui est une modulation à porteuses multiples dont la principale caractéristique est l'orthogonalité des canaux supportés par chaque porteuse (appelée aussi sous porteuse)

afin de combattre l'interférence entre symboles (et donc simplifier la tâche des égalisateurs) tout en maintenant un débit élevé.

1.3.2.1 Le Principe de l'OFDM

Le canal est décomposé en plusieurs sous-porteuses, et chaque symbole du signal est modulé sur une sous-porteuse, puis l'ensemble est sommé constituant ainsi un symbole OFDM, par conséquent si on a décomposé la bande du canal en M sous porteuses, la somme qui est le symbole OFDM sera constitué de M Symboles modulés par les M sous-porteuses. Il faut noter que les fréquences des porteuses sont choisies de manière à ce qu'elles soient orthogonales entre elles et séparés d'un écart Δf , par conséquent quand une composante est maximale le reste est forcément minimal, éliminant ainsi les interférences entre les fréquences adjacentes. La figure suivante montre le signal d'origine :

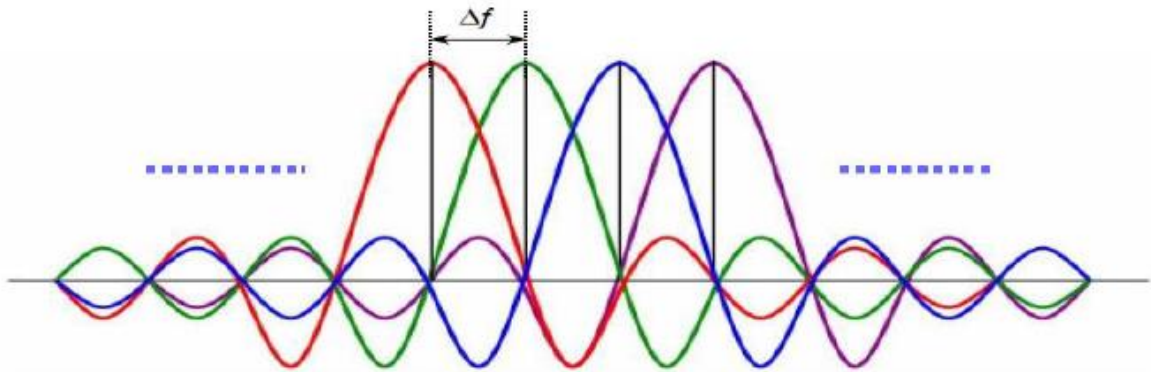


Figure 9: Le principe de l'OFDM

1.3.2.2 Principe de l'OFDMA

L'abréviation pour Orthogonal Frequency Division Multiple Access est une technique d'accès basée sur la division en fréquence, elle se base sur l'OFDM, la différence entre ces deux techniques est montrée sur la figure :

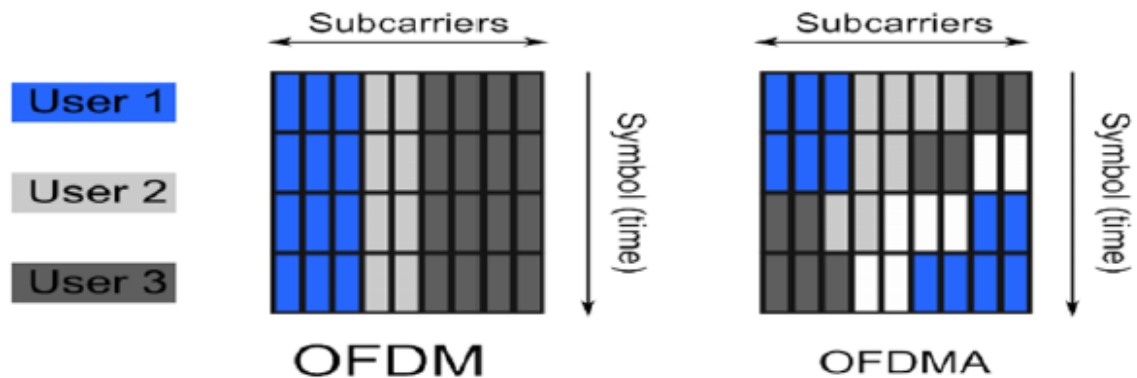


Figure 10: La différence entre OFDM et OFDMA

1.3.2.3 La technique SC-FDMA :

L'abréviation pour Single Carrier Frequency Division Multiple Access, est une technique également dérivée de l'OFDM, la figure suivante montre la différence conceptuelle avec l'OFDMA expliquée dans le paragraphe précédent :

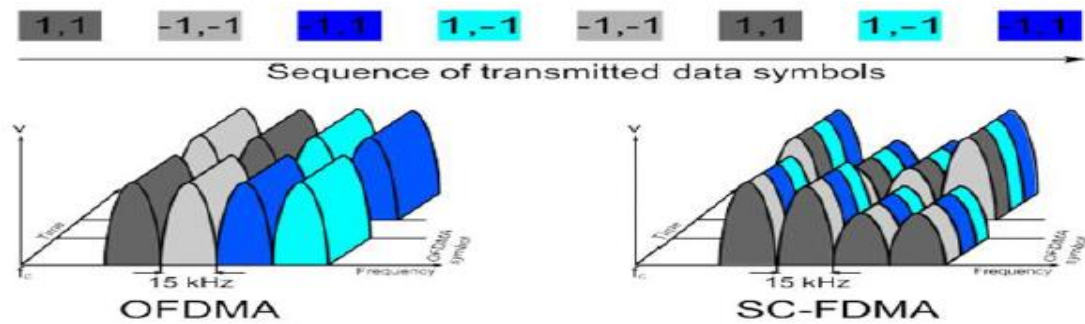


Figure 11: La technique SC-FDMA

SC-FDMA transmet un seul symbole à la fois (série) mais qui est réparti sur l'ensemble des porteuses résultant ainsi un symbole de largeur $M \times 15\text{KHz}$ mais toujours d'une durée $66.7\mu\text{s}$, réellement chaque sous porteuse porte « un sous-symbole » mais visuellement c'est comme s'il n'y a qu'une seule porteuse qui est utilisée d'où la nomination. L'avantage c'est que le problème relatif au PAPR élevé disparaît car c'est la transmission en parallèle de plusieurs symboles qui le cause, tandis qu'avec la SC-FDMA la transmission est série qui est certes plus lente mais assure un faible PAPR qui permet à l'amplificateur RF du mobile de consommer un minimum d'énergie, raison pour laquelle elle a été adoptée pour le lien montant.

1.3.2.4 Configurations MIMO supportées :

La technologie multi-antennes permet entre autres d'augmenter le gain et la directivité d'antenne en utilisant la diversité spatiale. Le MIMO s'appuie sur cette technologie pour transmettre des informations différentes sur chaque antenne.

MIMO (entrées multiples, sorties multiples) est une technique utilisée dans les réseaux mobiles permettant d'envoyer plusieurs signaux différents sur des antennes différentes à des fréquences proches pour augmenter le débit ou la portée du réseau. Sa particularité passe donc par l'utilisation simultanée de plusieurs antennes, émettrices et réceptrices. Ainsi il permet d'améliorer les performances des appareils.

La technologie MIMO utilise des réseaux d'antennes à l'émission et à la réception afin d'améliorer la qualité du rapport signal sur bruit et le débit de transmission.

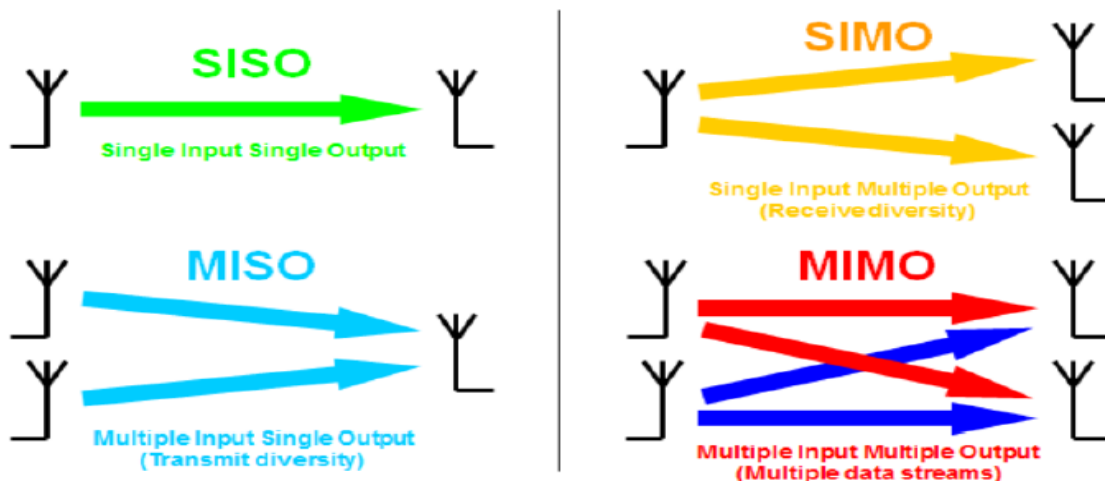


Figure 12: La technologie MIMO

II. Déploiement d'un nouveau site :

L'exigence de l'évolution du réseau, le coût, la qualité et la configuration sont déterminés pour faciliter la mise en œuvre de l'ingénierie.

Chaque nouveau Site passe par trois grandes étapes qui sont : La Planification, la phase de déploiement et l'optimisation, chacune sera détaillée par la suite.

II.1 La phase de La planification :

La Radio Network Planning (RNP) fournit des services d'ingénierie de réseau dans les domaines de la planification de la radio, le processus de planification du réseau est composé de trois phases comme présenté par le schéma suivant :

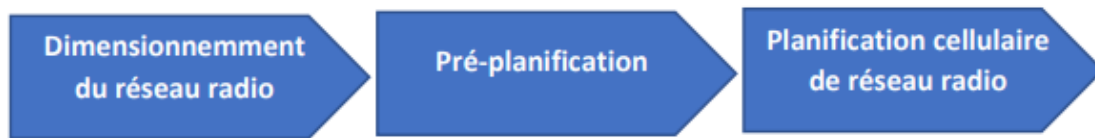


Figure 13: Les étapes de la planification

-Le dimensionnement : C'est une analyse simplifiée du futur réseau. Afin de définir la structure globale du réseau en matière de capacité, de couverture et de qualité de service, estimer la quantité des ressources nécessaires, évaluer le coût global du déploiement.

-Pré-planification : Sur la base de la sortie de dimensionnement, le futur réseau est défini en détail. L'échelle du réseau et l'emplacement précis théorique du site sont déterminés.

-Planification cellulaire de réseau radio : définir la couverture et planifier les fréquences, déterminer une zone de recherche de sites. Chaque site sélectionné est interrogé, et les paramètres de cellule sont déterminés.

Les Types de la planification :

Pour mettre en pratique la planification du réseau, différents types sont proposés durant ce processus, on en cite :

-Planification des emplacements des cellules

-Planification des azimuts et des tilts : Le choix des azimuts des différents secteurs prend en considération les points suivants :

- La planification des sites voisins pour ne pas avoir beaucoup d'interférences.
- Les zones que nous cherchons couvrir par ce site.
- Les obstacles qui peuvent entraver la propagation du signal.

Il faut noter que les valeurs par défauts sont $0^{\circ}/120^{\circ}/240^{\circ}$. Afin de limiter ou d'augmenter la zone de couverture d'une antenne, on tilt l'antenne vers le sol ou vers le ciel.

-Planification des PSC en UMTS (3G) : L'attribution des fréquences aux cellules (planification des fréquences) qui doit se faire en GSM n'a plus lieu en 3G, du fait de l'utilisation des codes.

En revanche il faut effectuer une planification des codes : attribuer à chaque cellule un code d'embrouillage (SC).

Dans la phase de planification des PSC ; il faut rappeler que la distance de réutilisation d'un code est de 3000 m.

Dans le cas où le PSC est mal planifié, un échec de la connexion avec le UE peut survenir dans le cas d'un chevauchement de couverture de deux cellules partageant le même PSC.

Ceci peut engendrer des problèmes d'interférence. Ainsi une bonne distribution de PSC permet de :

- garantir une distance minimale de réutilisation des PSC.
- corriger les temps de synchronisation.

- améliorer l'utilisation des PSC « primary scrambling code ».
- réserver PSC pour les nouveaux sites prévus.

-Planification de PCI en LTE (4G) :

Les identifiants de cellules physiques dans le système LTE sont utilisés pour **différencier les signaux radio des cellules** pour s'assurer que les codes PCIs sont uniques dans la couverture de cellule concernée.

Comme spécifié dans le protocole, l'ID d'une cellule de la couche physique se compose de l'ID de groupe de cellules et l'identifiant à l'intérieur du groupe de cellules. La formule pour calculer le PCI est la suivante :

$$\text{PCI} = \text{PSS} + 3 * \text{SSS}$$

Avec **PSS**: primary synchronisation signals, PCI- ID

SSS: Secondary synchronisation signals, PCI- group

The PSS is 3 sequence number (0, 1 and 2).

The SSS is 168 sequence number (0 to 167).

→D'où PCI va avoir 504 valeurs (de 0 à 503) parce que en appliquant la formule précédente $\text{SSS}=\text{PSS}=0$ on obtient $\text{PCI}=0$, de même pour $\text{SSS}=167$ et $\text{PSS}=2$ on aura $\text{PCI}=503$.

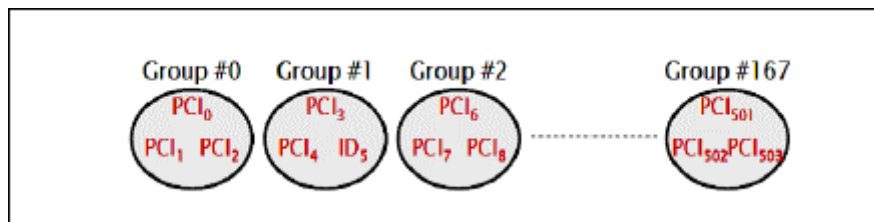


Figure 14:identification du PCI en fonction du PSS et SSS

Règles du PCI Planning :

-On a trois cellules A, B et C ; les cellules A et B forment un groupe de cellules voisines alors que les cellules A et C forment un autre groupe, d'où B et C doivent avoir deux PCIs différents pour éviter toute confusion.

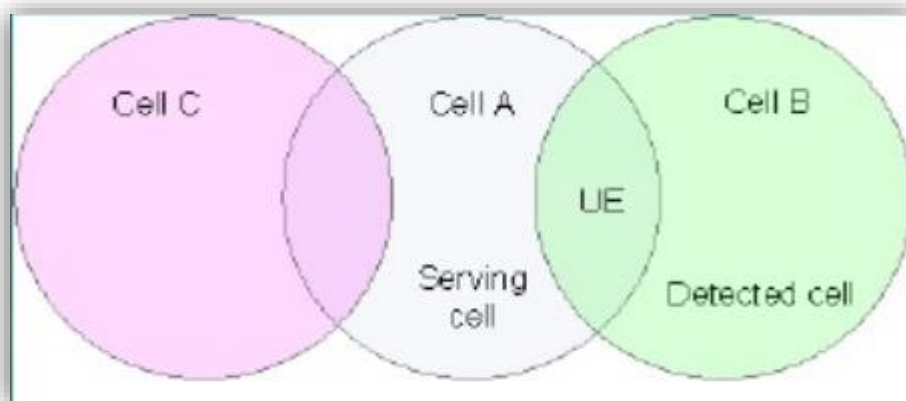


Figure 15:le cas de la confusion du PCI

-Quand on affecte des PCIs pour différentes cellules contrôlées par le même EnodeB, ces PCIs doivent être compatibles avec le principe du moduo3 que l'on utilise pour voisinage des cellules, On considère ce principe pour les cellules voisines et les cellules proches des cellules voisine.

-Les cellules qui partagent le même PCI doivent être éloignées le maximum possible.

-Planification des voisinages :

Cette planification décrit les connaissances de base des cellules voisines, son objectif est d'assurer le **Handover**, d'améliorer la **qualité de service** du réseau, et d'assurer la **performance** du réseau stable.

II.2 La phase du Déploiement :

Il s'agit de sélectionner les sites potentiels, ajuster le plan de fréquence, spécifier les équipements de chaque site et effectuer le paramétrage initial. Les étapes fondamentales au déploiement sont :

II.2.1 La préparation du site (site survey) :

La visite technique ou le site Survey est l'une des tâches les plus importantes avant d'initier le travail qui consiste à étudier et examiner le site afin de collecter des informations et prendre contact avec le client.

Ces informations comprennent le rapport de faisabilité et l'estimation du coût et le temps requis pour effectuer une certaine tâche et qui nous permettons de réduire des nombreux risques en éliminons beaucoup d'ennuis et de dangers potentiels à la tâche lors de la phase de planification de la solution.

Après chaque étude, l'ingénieur d'enquête est amené à créer un rapport sur l'enquête avec les détails sur le site. Ce rapport sera transféré à l'équipe d'infrastructure pour entamer la partie installation en se basant sur les informations dans le SSV.


																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
General information										Transport method of Equipment		BTS model & Configuration							
City	Site ID	Site Address	Subcontractor	Survey Engineer name / Tel. no.	Date of Survey	Longitude	Latitude	Site Type	Site Access Status	Building Stairs width	Need Crean	Current Site Type	Site Model Before Swap	DCDU Type	BTS Cabinet version	20000 RRU type	201800 RRU type (if Existing)	201200 RRU type (if Existing)	WBOF/LBBP/ USBF type
Beni Mellal	KRG156	ALMOCHREFO UD DOUKR HANSALA JAMAL BIR	spie maroc	hicham		-6.123002	32.387537	Outdoor GreenField	clear(way only)	0	No	2G (900) & 3G	Outdoor GreenField	dcd120	hmc_11h	ru900	0	ru2100	wbop4
Solution		Transmission			AC resource			Rectifier											
Main Product Solution	Solution Scenario	2G Transmission Type	3G Transmission Type	Transmission Cable length from BTS to Transmission Equipment	AC type	Main input AC breaker/ phase	Breakers in TGBT for Power system (Type)	Number of additional breakers needed	rectifier Module type/Capacity	existing rectifier Module number	extend rectifier Module number	Rectifier Screen Load reading(A)	Output DC Breakers used (number/capacity)	Output DC Breakers not used (number/capacity)	Battery Capacity	Existing DCDU supplied by 2 pairs power cables or 1 Pair?	Expand Rectifiers modules needed or not? If yes give the qty.	Breakers need to be added? How many	Breaker space is enough or not?
		IP	IP	14	380v	30a/3ph	100a	0					3*10a	0	4*150ah	2	no	no	no
Antenna Sector 1																			
Original Antenna Model (2G 900) + Type number	Original Antenna Model (3G 2100) + Type number if separate	HSA Antenna height (2G)	Antenna height (3G 2100), if Separate HSA	Antenna no. of Ports (2G)	Antenna no. of Ports (3G 2100 or 1800) if separate	Antenna support length (m)	Antenna Support has free space for new antenna & RRU ?	Antenna Azimuth	Tilt Elec 2G	Tilt Elec (3G 2100 or 1800) if existing	Tilt Mechanical (2G)	Tilt Mechanical (3G 2100 or 1800), if Separate	Existing Filter Qty.	Existing Combiner Qty.	Original Antenna Model (2G 900) + Type number	Original Antenna Model (3G 2100) + Type number if separate	Antenna height (2G)	Antenna height (3G 2100), if Separate	Antenna no. of Ports (2G)
kalrein	kalrein	37	38	2	2	3	Yes	40		0	30	30	0	0	kalrein	kalrein	37	38	2

Figure 16:Exemple du rapport SSV

II.2.2 L'installation :

Cette étape inclut la livraison et le montage des équipements par le sous-traitant sous la supervision du responsable HUAWEI, ainsi que notre intervention afin de contrôler la conformité de l'installation.

Après la livraison, la phase de pré-installation démarre, celle-ci suit une procédure standard :

- Déballer et vérifier le matériel livré pour s'assurer qu'il ne manque rien et que les équipements ne sont pas défectueux.
- Vérifier et confirmer les positions d'installation des nouveaux équipements conformément au rapport de Survey.

- Installer les supports et les cabinets de différents équipements, dans leurs positions définitives.
- Installer les câbles d'alimentation et les câbles de terre, du redresseur et des batteries.

II.2.3 La configuration :

Une fois que les équipements sont bien installés et connectés au réseau, la prochaine étape est la configuration. La configuration de la MBSC est une étape importante lors de la procédure de l'installation, elle consiste à ajouter un certain nombre de données pour permettre la communication entre les différents éléments du réseau.

Nous procédons comme suit :

-La première étape qui est la configuration des informations globales consiste à spécifier les données qui sont liées à l'opérateur telles que son nom, son index, le code de pays mobile (MCC, 604 au Maroc) et le code du réseau mobile pour identifier l'opérateur (MNC).

-La seconde étape est la configuration des données de l'équipement qui comprend la configuration des subracks, des cartes du MBSC ainsi que les informations concernant l'horloge.

-L'étape suivante est la configuration des interfaces va permettre au MBSC de dresser la communication avec les différents éléments du réseau, d'être partie intégrante du RAN (Radio Access Network) et de se lier au CN (Core Network).

Nous allons configurer les différentes interfaces GSM (Abis, A et Gb) et UMTS (Iub, IuPS, IuCS et Iur). La configuration de ces interfaces revient à configurer les différentes couches de la pile protocolaire propre à chacune d'entre elles.

La couche IP permet d'établir, de maintenir et de libérer des circuits commutés (parole ou données) avec un abonné du réseau (adressage, routage ...). On en trouve généralement les protocoles suivants :

- **Differentiated Services Code Point (DSCP)** : c'est un protocole de mappage pour classer et contrôler le trafic tout en fournissant de la qualité de service (QoS), en différenciant les services des données.
- **Stream Control Transmission Protocol (SCTP)** : qui est un protocole de transport. Il assure la fragmentation et le réassemblage du trafic de signalisation dans le sens montant et descendant et aussi le contrôle de congestion.
- **SCCP** : utilisé pour offrir l'itinérance internationale et l'échange de signalisation.
- **IP Path** : Ce protocole détecte le délai, la variation et le taux de perte de paquets du chemin IP sur l'interface Iub qui permet la communication entre un NodeB et un contrôleur radio RNC.
- **IP PM** : En cas de perte de paquet, IP PM activé sur le RNC détecte la perte de paquet en liaison descendante et IP PM activé sur NodeB détecte la perte de paquet en liaison montante.

-La dernière phase de l'étape de configuration est la configuration des données de cellule qui consiste à relier les BTSs au BSC en ajoutant les informations sur chaque BTS.

II.2.4 Le commissioning :

Dès que le script de configuration est préparé, l'étape de commissioning pour l'installation du software peut être démarrée. C'est une séquence de tâches de contrôle, de paramétrage, de tests et de rapports protégeant l'équipement installé, examinant qu'il ne dispose pas de modules défectueux et prêt pour l'intégration.

II.2.5 Le Clean up :

La phase du clean up consiste à vérifier le fonctionnement de tous les équipements installés, elle répond aux réactions face aux réserves déclarées par le département de qualité. Au niveau de cette étape, l'équipe HUAWEI organise une visite au site avec le sous-traitant afin de finaliser le déploiement et s'assurer que les éléments de la BSC sont installés dans les normes.

II.2.6 L'acceptance :

L'acceptation est la dernière phase du déploiement, elle consiste à réaliser les différents tests sur les équipements avec la présence de l'équipe HUAWEI et le représentant de notre opérateur. Cette étape marque la fin du processus de déploiement. A la fin de cette phase, un rapport doit être muni par l'équipe HUAWEI afin de prouver qu'il n'y a pas de problème pour démarrer le lancement de la nouvelle solution ainsi que la vérification des services 2G et 3G imposés sur le cahier des charges.

II.3 La phase de l'Optimisation :

Pour satisfaire au mieux leurs clients, les opérateurs œuvrent pour assurer la continuité de la délivrance des services avec une qualité optimale. Une fois le réseau actif, l'opérateur doit veiller sur son bon fonctionnement. Il est nécessaire de réaliser un suivi de la qualité de service et d'adapter le réseau aux différentes fluctuations en vue de son amélioration et de son expansion. Ainsi l'optimisation d'un réseau cellulaire est motivée par deux objectifs principaux améliorer la qualité de service offerte aux utilisateurs et augmenter le volume de trafic écoulé par le réseau avec les équipements existants.

La qualité de service dans les réseaux des télécommunications reflète le niveau de la rentabilité et la fiabilité d'un réseau et de ses services. Ainsi les statistiques sont la manière la plus efficace pour surveiller les performances du réseau.

Dans l'utilisation des statistiques, deux éléments devraient être distingués :

II.3.1 Les compteurs purs :

Ils sont des valeurs incrémentales des événements, ils fournissent des données sur un aspect spécifique qu'il est pratiquement difficile d'en interpréter les valeurs.

II.3.2 Les indicateurs de performance (KPIs) :

Consistant en des formules calculées en se basant sur les compteurs, sont des critères qui traduisent mieux l'expérience de l'abonné.

Les KPIs peuvent être définis comme l'ensemble de résultats qui mesurent ; sur le réseau entier ; les performances durant les heures chargées ou les heures normales. Un KPI est le résultat d'une formule qui est appliquée aux compteurs, Ces indicateurs concernent les domaines suivants : Call Setup, Call Drop, Congestion, Handover.

-Le Call Setup sert pour évaluer les problèmes relatifs à l'établissement d'appel. On trouve le CSSR (Call Setup Success Rate) qui mesure le taux de succès d'établissement d'un appel.

Sa formule générale est la suivante :

$$CSSR = \left(\frac{RRCSetupSuccRATE}{RABSetupSuccRate} \right) \times 100$$

-Le Call Drop sert à mesurer le taux de perte de connexion et les problèmes de coupure. Le cadre de mesure de ce KPI est au niveau du RNC à l'aide de la formule suivante qui représente le CDR (ou Call Drop Rate) :

$$CDR = \left(\frac{\text{ServiceRABAbnormalRelease}}{\text{ServiceRABSetupSuccess}} \right) \times 100$$

Les KPI relatifs à **la congestion** servent à détecter les problèmes de congestion du réseau et leurs causes. Le plus important **SCR** (Signaling Congestion Rate) a pour formule :

$$SCR = \left(\frac{\text{RRC Connection Reject (cause:congestion)}}{\text{RRC Connection Request}} \right) \times 100$$

La réussite de l'opération du **handover** est déterminée à l'aide du KPI **SHOSR** (Soft/Softer Handover Success Rate) ayant la formule générale suivante :

$$SHOSR = \left(\frac{\text{Soft(Soter)Handover Success}}{\text{Soft(Soter)Handover Request}} \right) \times 100$$

La formule concernant le **Hard Handover** quant à elle s'écrit :

$$HHOSR = \left(\frac{\text{Hard Handover Success}}{\text{Hard Handover Request}} \right) \times 100$$

II.3.3 Drive-Test :

C'est une partie essentielle du processus d'optimisation. C'est la meilleure manière pour localiser et analyser un problème géographiquement, Il consiste à effectuer des tests sur les performances, en parcourant les rues avec un véhicule, pour effectuer des mesures.

III. Equipements Radio :

Chaque site radio se compose des éléments suivants :

III.1 Un pylône :

C'est un support principal sur lequel sont fixées les antennes, on en trouve plusieurs types : lampadaire, palmier, Rooftop...

III.2 Des équipements Radio (TRX, TRE) :

Ils sont abrités généralement au pied du pylône. Ils assurent la communication radio

III.3 Les antennes :

Elles assurent l'interfaçage physique entre le réseau et les utilisateurs

III.3.1 Types antennes :

Pour qu'on peut supporter plusieurs bandes de fréquence à la fois par la même antenne, d'où vient le rôle des antennes multi-bandes

-Antenne **Dual-band** : permet de passer deux bandes de fréquences.

-Antenne **Quadri-band** : on a quatre bandes de fréquences.

-Antenne **Hexa-band** : on a six bandes de fréquences.



Figure 17: Antenne Multi-bandes

III.3.2 Caractéristiques des antennes :

L'antenne est un dispositif d'émission/réception d'ondes électromagnétiques, caractérisé par son gain, son diagramme de rayonnement, ses ouvertures et sa bande passante. Cet équipement influence directement les performances et la portée du système.

Il y a quelques paramètres qui participent au bon ou mauvais fonctionnement de cette antenne. Ce sont ces paramètres que peuvent manipuler les ingénieurs radio afin d'optimiser le rayonnement de l'antenne, on trouve :

a) **L'azimut** : c'est la direction dans laquelle l'antenne émet la partie majeure de sa puissance. Dans ce cadre, 0° correspond au nord, 90° à l'est, 180° au sud, etc.

b) **Le tilt** : c'est une inclinaison verticale du lobe principale d'une antenne, il en existe deux types :

-**Le Tilt mécanique** : est appliqué par une simple inclinaison physique de l'antenne dans la direction souhaitée, mais en effet l'inclinaison n'est appliquée que sur le lobe principal tandis que les lobes secondaires restent constants, Ce phénomène n'est pas pris en considération durant la planification du système et peut engendrer des effets indésirables comme le problème d'interférences.

-**Le Tilt électrique** : Il est appliqué en jouant sur une petite partie mécanique au-dessous de l'antenne, en appliquant un tilt électrique de 0° à 10° , on joue sur le déphasage des signaux dans les différents dipôles et ainsi le changement de ce paramètre est appliqué pour tous les lobes et sur tout le rayon de l'azimut sans toucher à l'inclinaison de l'antenne.

c) **HBA** : c'est la distance entre le sol et le bas de l'antenne

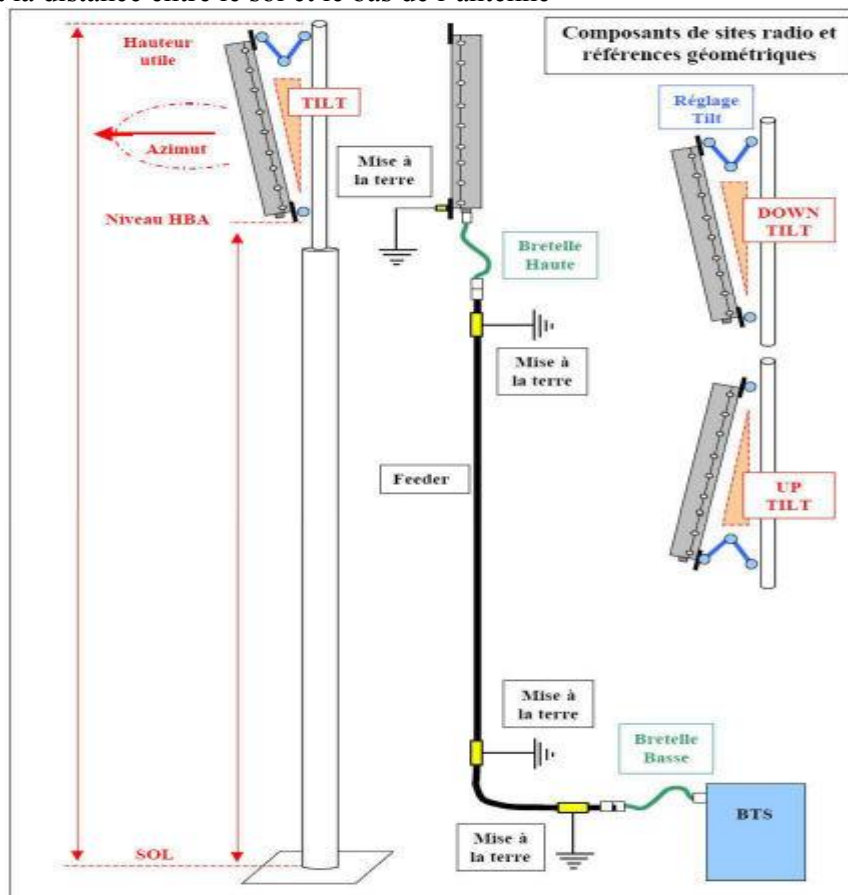


Figure 18: Tilt, Azimut, HBA

III.4 Feeders :

C'est la liaison entre les antennes et les TRX sont assurées par des câbles coaxiaux

III.5 JUMPER :

C'est câble qui lie entre les cartes Radio et les antennes.

III.6 Combiner :

C'est un équipement qui combine les deux signaux provenant de différentes cartes et l'envoyer sur le même jumper jusqu'à l'antenne.

III.7 Base Transceiver station BTS :

La BTS3900 représente la 4^{ème} génération des stations de base macro développée par HUAWEI Technologies. La série 3900 supporte plusieurs technologies radios et transport à savoir TDM, ATM et IP à travers différentes liaisons physiques tels qu'E1 (Ligne permettant le transfert de données de 2Mbps), FE (Fast Ethernet : liaison de 1 00 Mbit/s) et GE (Giga Ethernet liaison de : 1000 Mbit/s). Elle dispose d'une petite taille, d'une grande capacité et d'une faible consommation d'énergie.

Pour assurer les fonctions d'émission et de réception radio. Les mesures radio sont transmises au BSC via l'interface A-bis.

III.7.1 Types BTS :

-DBS3900 : Outdoor, les BTSs distribuées sont des BTSs dont les différentes entités ne peuvent pas être intégrées dans un seul cabinet, elles sont généralement utilisées dans des sites à bas trafic. La DBS3900 se compose d'un cabinet contenant la BBU qui est connectée à une ou plusieurs unités radio distantes RRUs.

-BTS3900 : Indoor, caractérisée par sa petite taille et la facilité de son extension, elle intègre une ou deux BBUs et jusqu'à six RFUs.

-BTS3900L : Indoor, sa capacité est très large et peut atteindre jusqu'à 12 RFUs, elle support également jusqu'à deux BBUs. Cette BTS est utilisée dans les zones à dense trafic.

-BTS3900AL : Outdoor, inclut la fonction de distribution d'énergie, offre une large capacité pouvant atteindre 9 RFUs et deux BBUs.



Figure 19: les types de la BTS 3900

III.7.2 Composants BTS :

1. RFU (Radio Frequency Unit) : est l'unité responsable de la modulation et démodulation des signaux en bande de base et des signaux radios fréquences, elle permet aussi de diviser ou de combiner le signal.

2. FAN : le ventilateur.

3. BBU3900 : Elle permet l'exécution des signaux en bande de base, et établie l'interconnexion entre la station de base et la BSC ou RNC. Le BBU est l'entité responsable de faire communiquer les éléments de contrôle BSC et RNC avec la partie accès, il permet de réaliser le traitement et la transmission des données. Il permet aussi de supporter plusieurs modes, pour un fonctionnement séparé ou bien en dual mode, pour le GSM, UMTS ou LTE.

Le BaseBand Unit se compose de différentes cartes interconnectées entre elles en arrière-plan, le schéma et les parties ci-dessous détaillent son fonctionnement.

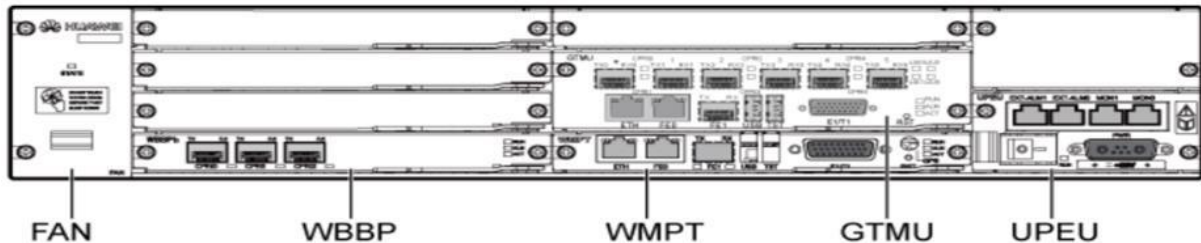


Figure 20: Les cartes de la BBU

a) GTMU :

Le GSM Transmission and timing and Management unit (GTMU), est l'entité de base pour la transmission et le contrôle, elle permet :

- Le contrôle, la maintenance, le fonctionnement de la station de base.
- La gestion des configurations, des performances et de la sécurité.
- La gestion de la ventilation et des modules d'alimentation.
- L'insertion et la gestion de l'horloge de la station de base en mode centralisé.
- La liaison de la station au système d'opération et de maintenance.
- Le support des ports CPRI afin de permettre la communication entre le BBU et les RFUs.

b) WMPT :

Le WCDMA Main Processing and Transmission unit (WMPT), relatif à l'UMTS cette carte permet de gérer la signalisation du BBU, elle permet aussi la gestion des ressources des autres cartes. La WMPT exécute les fonctionnalités suivantes :

- Octroie des fonctions de configuration, gestion des équipements, suivi des performances, la signalisation, la commutation et fournit un canal OM pour communiquer avec le LMT et M2000.
- Fournit l'horloge de référence pour le système.
- Gère les ressources pour les différentes cartes du BBU3900.
- Dispose d'un port E1/T1 4 canaux sur ATM ou IP.
- Dispose d'un port électrique FE et d'un port optique FE sur IP.

Des variantes de cette carte existent afin de supporter les autres générations de réseau tel que l'UMPT pour la 3G et LMPT pour la 4G.

c) WBBP :

Le WCDMA BaseBand Processing unit (WBBP) permet de réaliser les fonctionnalités suivantes :

- Dispose de ports CPRI afin de communiquer avec les modules des radios fréquences.
- Gère les signaux montants et descendants en bande de base.
- Supporte les interconnexions en bande de base avec d'autre BBU

d) UPEU :

L'Universal Power and Environment interface Unit (UPEU) converti le courant DC -48V à un courant de +12V DC.

Il existe trois types de mobilité, catégorisés selon la fréquence et la technologie de la cellule auquel se fera le transfert :

-Mobilité intra-fréquence : se produit entre des cellules sur la même fréquence radio.

-Mobilité inter-fréquence : se produit entre les cellules sur différentes fréquences radio sans interruption de connectivité avec la cellule actuelle.

-Mobilité Inter-RAT : se produit entre des cellules de différentes technologies d'accès radio.

4. DCDU : l'unité de distribution du courant continue (-11V).

5. Le système d'alimentation (AC/DC) : permet de transformer le courant alternatif en courant continu avant d'être acheminé vers les différents modules.

IV-La Transmission radio :

Les caractéristiques d'un réseau de transmission peuvent être abordées suivant plusieurs paramètres :

1-La taille du réseau :

On distingue différents types de réseaux selon leur taille (en terme de nombre de machines), ainsi que leur étendue. Les réseaux privés sont des réseaux appartenant à une même organisation.

2- L'architecture d'un réseau :

Un réseau est constitué d'ordinateurs reliés entre eux grâce à des lignes de communication et des éléments matériels afin d'assurer la bonne circulation des données. L'architecture physique, c'est-à-dire la configuration spatiale du réseau. On distingue généralement les topologies suivantes :

- le point à point ou architecture passive : C'est l'architecture la plus simple qui soit en termes de topologie physique puisqu'elle consiste à avoir un lien physique en fibre optique directement entre le central et le client.

- le point à multipoints : Le choix de l'architecture dépend du type de services devant être fournis, du coût de l'infrastructure, de l'infrastructure actuelle et des plans futurs de migration vers les nouvelles technologies. On a plusieurs types : architecture en arbre, en anneau et chaînée.

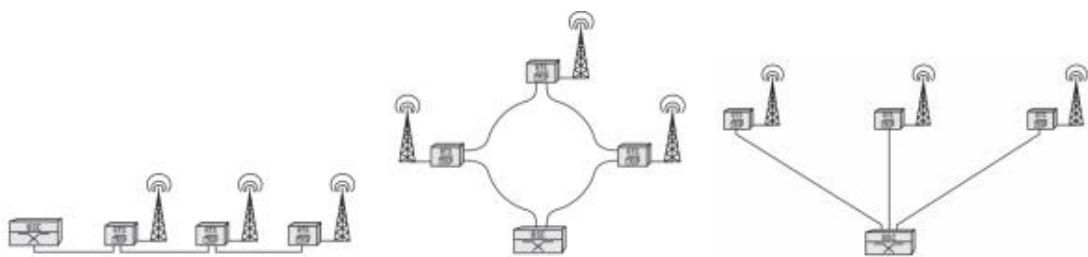


Figure 21: Les différentes architectures d'un réseau

3- Le Débit :

Le débit d'un réseau représente la quantité d'informations transmise via un canal de communication selon un intervalle de temps donné. Le débit d'une connexion internet s'exprime généralement en kbits/s ou encore en Mbits/s.

4-Mode de transmission :

L'onde électromagnétique se propageant rencontre un ou plusieurs obstacles qui vont la réfracter, la réfléchir, la diffracter, la diffuser. Il découle une multitude d'onde retardée, atténuée et déphasée au niveau du récepteur. Les obstacles rencontrés par le signal lors de son trajet de l'antenne d'émission à l'antenne réceptrice agissent différemment sur le signal. En effet la taille des obstacles vis-à-vis de la longueur d'onde du signal, sa nature et sa forme engendre différents phénomènes. Les trois principaux qui perturbent le signal sont : la réflexion, la diffraction, la diffusion.

5-supports physiques :

Il existe plusieurs types de supports physiques dont on va citer :

- Le câble coaxial : Composé d'un conducteur central, d'un isolant, d'une tresse de blindage et d'une protection extérieure, il possède une bonne immunité aux perturbations et est particulièrement adapté aux transmissions à grande vitesse grâce à une bande passante de l'ordre du GHz.

- La fibre optique : Elle est Complètement insensible aux perturbations électromagnétiques, adaptée aux environnements industriels agressifs et aux transmissions longues distances avec une bande passante de l'ordre de 50 GHz.

- Les ondes électromagnétiques : Elles sont la base des émetteurs – récepteurs nomades. Les ondes électromagnétiques se propagent plutôt bien dans l'air via les faisceaux Hertiens.

6-Optimisation :

Le développement de composants intégrés vraiment rentables et sous-systèmes à faible puissance sont nécessaires pour les futurs réseaux optiques à haut débit. Ceux-ci doivent satisfaire des besoins spécifiques et bien ciblés, tels que la faible latence.

L'optimisation et le contrôle de topologie. En outre, les réseaux d'accès optique joueront un rôle important pour la convergence avec les réseaux d'accès radio. La demande croissante en efficacité spectrale et fonctionnement de l'accès sans fil mobile fait que de plus en plus de groupes exigent un nombre toujours plus élevé de nœuds d'accès sans fil déployés, capables de maintenir l'accès et de mutualiser les réseaux.

Le réseau de transmission compte plusieurs constructeurs d'équipements dont les plus utilisés sont NEC et HUAWEI. Ces équipements sont utilisés soit à l'intérieur du SHELTER dans ce cas ils sont appelés IDU (Indoor Unit) ou à l'extérieur en ce moment ils sont ODU (OutDoor Unit).

-L'IDU (Indoor Unit) : est l'équipement qui a pour fonction globale la Modulation et la Démodulation du signal qu'il reçoit et assurer le traitement en bande de base et offre des interfaces aux affluents ainsi que des voies de service et de supervision.

-L'ODU est l'équipement qui a pour fonction d'émettre le signal fournit par l'IDU et de réceptionner le signal HF. Il définit la polarisation selon la position.

*-Ces deux équipements sont reliés avec le **câble IF** qui s'interface entre eux. Il véhicule le signal de fréquence intermédiaire issu du modem.*

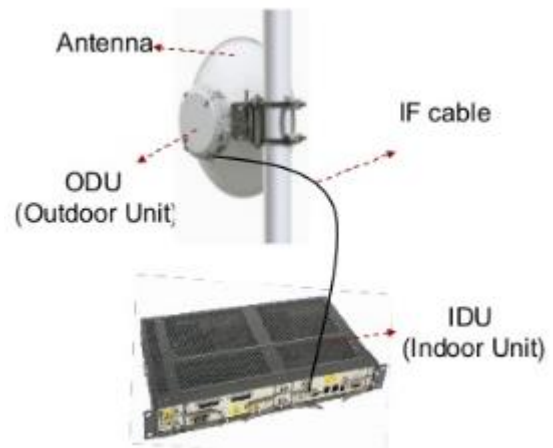


Figure 22:Montage transmission

On a ce même montage qui se répète des deux côtés FAREND et SITE, d'où on commence à adapter nos deux ODU pour qu'il soit l'un en face à l'autre selon les fréquences qu'on a d'après le SSR.

Pour configurer les interfaces ISV3 et EG6, on utilise les adresses IP fournies par le DCN afin de fournir un circuit pour qu'elles peuvent se communiquer entre elles.

V- Outils utilisés :

V.1-PRS :

PRS est une plate-forme permettant de surveiller et d'analyser les données de performance des réseaux mobiles, de personnaliser les rapports et de les afficher. Le PRS est utilisé pour des fonctions telles que l'exploitation courante et la maintenance du réseau mobile.

V.2-C-SON :

EdenNet est une solution SON de pointe qui permet aux opérateurs de téléphonie mobile d'automatiser et de réaliser efficacement tout le potentiel de leurs réseaux existants, ainsi que de favoriser la transformation en 5G. En tant que plate-forme SON centralisée, EdenNet automatise les opérations, éliminant ainsi les complexités des réseaux multifournisseurs, multi-technologies et multi-couches.

V.3-HUAWEI iManager U2000 :

iManager U2000 est un logiciel de gestion de réseau a été conçu pour gérer efficacement et uniformément le transport, accès et équipement IP à la fois à la couche de l'élément réseau et à la couche réseau. Le U2000 fournit gestion unifiée et visuelle pour aider les opérateurs à réduire les coûts et transformation des réseaux vers des réseaux entièrement IP.

V.4-Planet :

Cet outil peut faire le dimensionnement et la planification du réseau cellulaire permet de choisir le type de projet à réaliser (GSM, UMTS ou alors LTE) qui paramètre différemment le logiciel en fonction de la technologie. On peut ainsi définir le modèle de propagation, le type d'antenne, les caractéristiques du site.

V.5-TEMS :

TEMS est la plate-forme d'analyse et d'optimisation du réseau. Elle vous offre un aperçu sans précédent des performances réseaux perçues par vos abonnés au niveau des appareils, des applications et du réseau.