

**Institut Supérieur des Etudes Technologiques
en Communication de Tunis**

Projet de fin d'études

**Dimensionnement du réseau d'accès
d'un réseau GSM**

Réalisé par

Chakhari Ahmed

Bouzidi Skander

TS5-Télécommunication

Encadré par

Missaoui Mohamed Taher

2001-2002

Projet de Fin d'Etudes

Titre de projet :

Dimensionnement du réseau d'accès d'un réseau GSM

Réalisé par:

Bouzidi Skander & Chakhari Ahmed

Encadré par:

Mr. Missaoui Mohamed Tahar

Plan de l'exposé

I. Architecture et fonctionnalités d'un réseau GSM

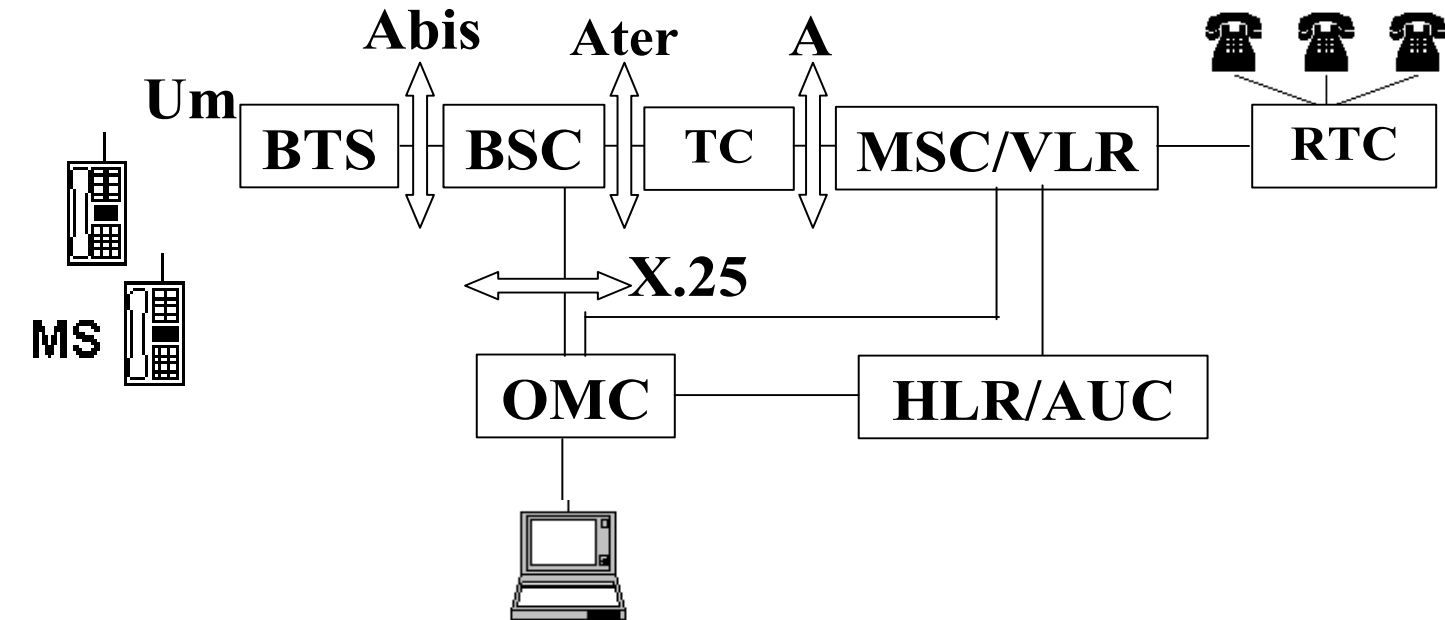
II. Processus de planification d'un réseau cellulaire

III. Méthodes de Dimensionnement du réseau d'accès GSM

IV. Etude de cas et validation d'outil de dimensionnement

V. Conclusion et perspectives


Architecture de réseau GSM



Terminal d'exploitation

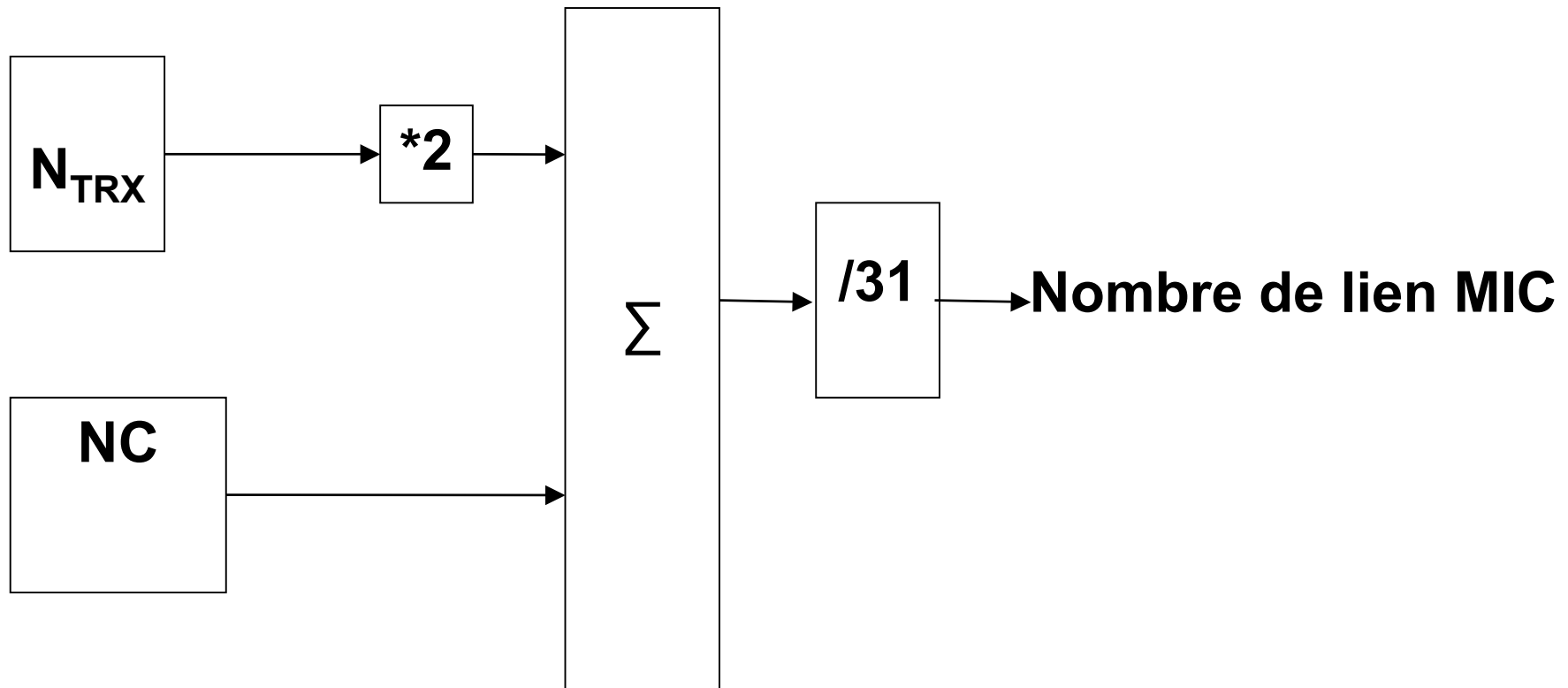
Terminaux	Sous-système radio	Sous-système réseau	Réseau téléphonique commuté
------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------------

Processus de la Planification de réseau GSM

- ✓ **Etape I:** planification radio électriques
- ✓ **Etape II:**
 - Dimensionnement des ressources radio et configurations des sites
 - Dimensionnement des noeuds (BTS, BSC,...)
 -  **Dimensionnement du réseau d'accès (Interface Abis, Ater et A)**
- ✓ **Etape III:** Plan de fréquences
- ✓ **Etapes IV :** déploiement du réseau, test et calibrage des paramètres du réseau
- ↪ **Densification**

Dimensionnement du réseau d'accès

Dimensionnement de Abis



☒ Exemple

➤ Si on a un site de configuration S666

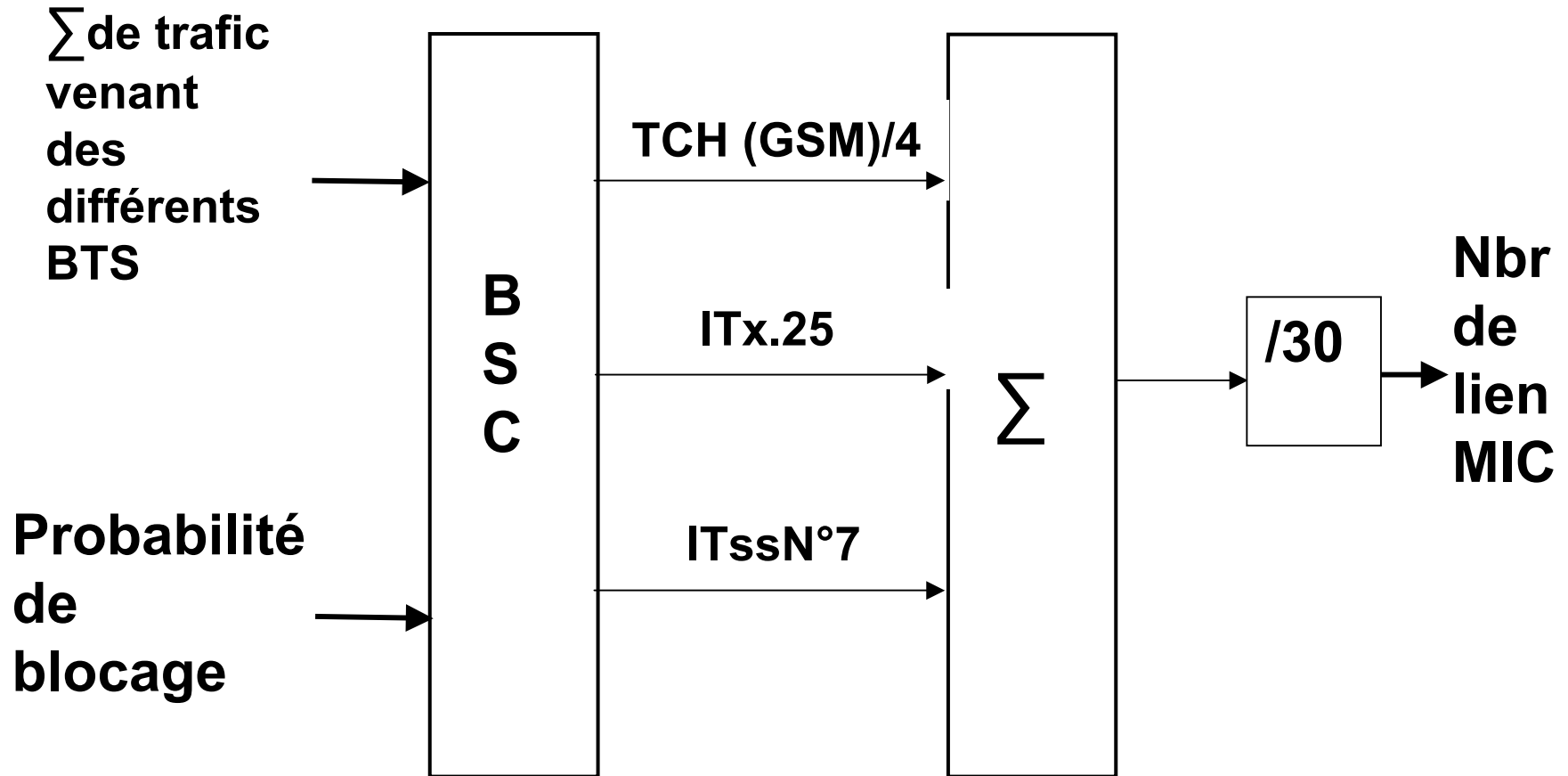
Nombre de trx=18

Nombre de cellules =3

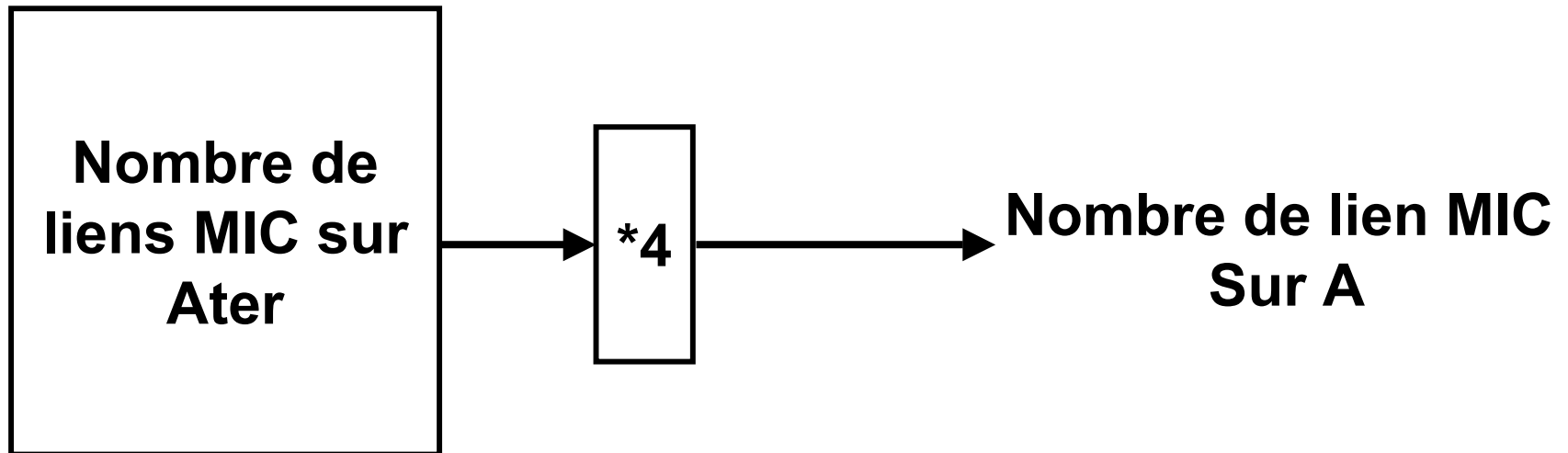
➡ **Nombre des IT_MIC=2*18+3=39**

➡ **Nombre de liens MIC=2**

Dimensionnement de Ater

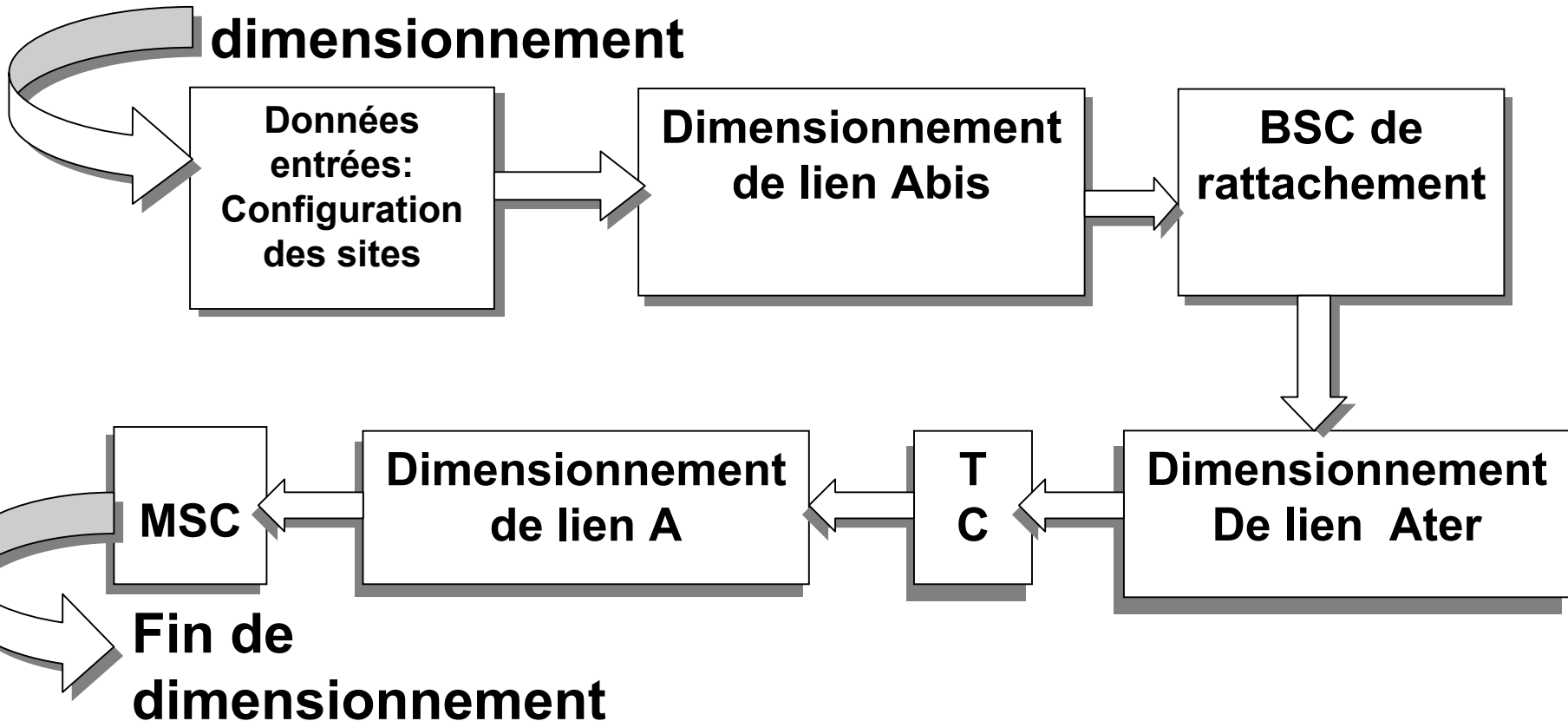


Dimensionnement de A



Organigramme générale de dimensionnement

Début de dimensionnement



Etude de cas

✦ BSC Hached1 contrôle:

✦ 10 sites de configuration S666

✦ 3 sites de configuration S333

Dimensionnement par estimation de trafic

Dimensionnement de Ater

- Probabilité de blocage = 0.01
- Formule d'Erlang B:
$$Pb = \frac{A^n / n!}{\sum_{i=0}^n A^i / i!}$$

Dimensionnement par estimation de trafic

- Nombre de canaux de trafic=1324

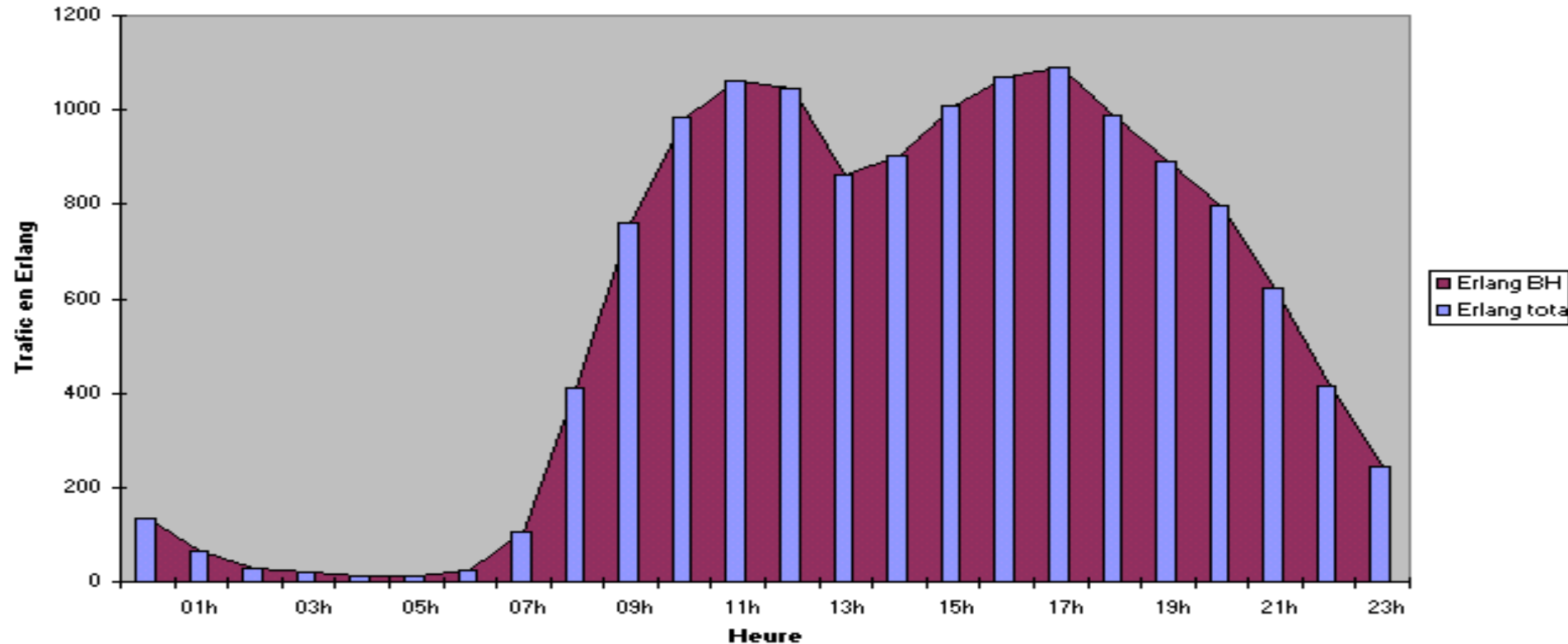
➡ Nombre de IT MIC utilisé pour le trafic= $1324/4=331$

➡ Nombre de IT totale = $331+5=336$

➡ **Nombre de lien MIC= $336/30=12$**

Dimensionnement par analyse de trafic

Observation du trafic durant 24h(07/01/2002)

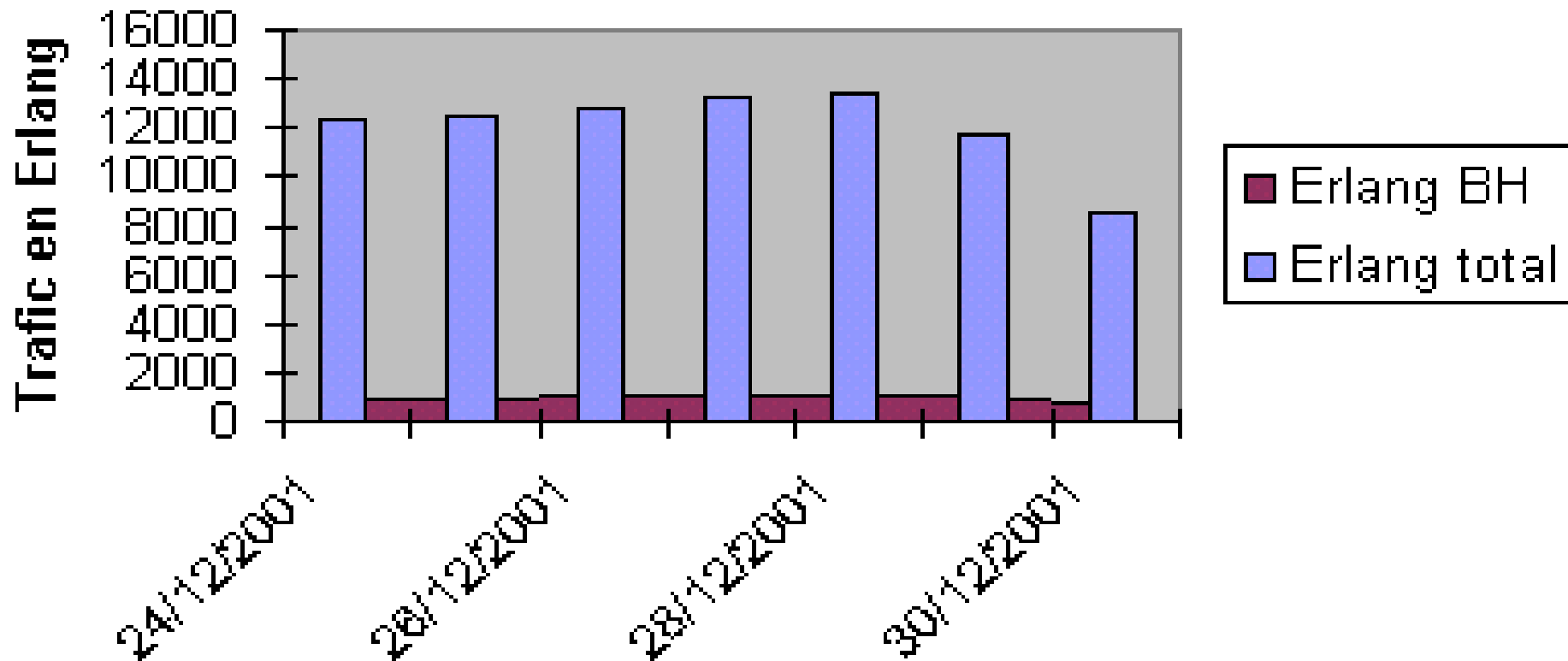


Dimensionnement par analyse de trafic

- ✓ Le dimensionnement en nombre de canaux basé sur l'heure la plus chargée d'une journée normale
- ✓ Le trafic maximale = 1088.4Erlang
- ➔ **Nombre de lien MLC sur le lien Ater = 10**

Dimensionnement par analyse de trafic

Trafic gérer par BSC Hached1 durant une semaine



Interprétation des résultats

Résultat obtenu par estimation de trafic

➤ Nombre de lien MIC
sur $A_{ter}=12$

➤ Nombre de lien MIC
sur $A=48$

Résultat obtenu par analyse de trafic

➤ Nombre de lien MIC
sur $A_{ter}=10$

➤ Nombre de lien MIC
sur $A=40$

Remerciement

Au terme de ce travail, nous remercions vivement notre encadreur Monsieur Missaoui MOHAMED TAHAR enseignant à l'Iset'Com et au Sup'Com. Nous tenons à lui exprimer, aussi notre haute considération pour ces conseils et directives fructueux.

Nous adressons aussi nos respects et nos vifs remerciement à nos enseignants qui nous ont communiqué leur savoir durant la période d'étude, ainsi que les responsables de l'Iset'Com.

Enfin nous remercions tous ceux qui de près ou de loin n'ont épargné aucun effort pour bien mener ce projet dans les bonnes conditions.

Bouzidi & Chakhari

SOMMAIRE

Chapitre I: Architecture de réseau GSM

I- Présentation générale.....	4
I.1- Architecture de sous système radio : BSS.....	5
I.1.1- Fonction de BTS.....	5
I.1.2- Fonction de BSC.....	5
I.2- Architecture de sous système réseau : NSS.....	6
I.2.1- Fonction de MSC.....	6
I.1.2- Fonction de HLR.....	6
I.1.3- Fonction de VLR.....	7
I.3- Le sous système d'exploitation et de maintenance : OSS.....	7
I.3.1- Administration de réseau.....	7
I.3.2- Fonction de l'EIR.....	8
I.3.3- Fonction de l'AUC.....	8
II- Les interfaces	8
II.1- Interface radio Um.....	8
II.2- Interface Abis.....	9
II.3- Interface A.....	9
II.4- Interface X25.....	9
II.5- Interface E.....	10
II.6- Interface B, C, D, G.....	10
II.7- Interface passerelle.....	10
III- Caractéristique de l'interface radio.....	11
III.1- Partage des ressources radio.....	11
III.2- Bandes de fréquences allouées	11
III.3- Interface radio GSM.....	11
IV- Les canaux logiques	12
IV.1- Multiplexage des canaux de trafic et de signalisation.....	13
IV.1.1-Canal de trafic :TCH.....	13

IV.1.2- Canal de signalisation : SDCCH.....	13
IV.1.3- Canal de diffusion des informations systèmes BCCH.....	14
Conclusion	14

Chapitre II : Planification du réseau GSM

Introduction	16
I- Importance et objectifs de la planification	16
I.1- Importance de la planification.....	16
I.2- Objectifs de la planification	16
II- Etapes de la planification	17
II.1- Données en entrées	17
II.1.1- Paramètres caractérisant l'environnement	17
II.1.2- Paramètres caractérisant la qualité de service.....	18
II.2- Planification radio.....	18
II.2.1- Choix des sites pratiques.....	18
II.2.2- Modèle de propagation	18
II.2.3- Bilan de liaison	19
II.2.4- Allocation de fréquences.....	20
II.2.5- Test de mise en service.....	20
II.2.6- Ajustement des paramètres	20
II.3- Planification de réseau fixe.....	21
II.3.1- Configuration des stations de bases	21
II.3.1.1- Structure en étoile.....	21
II.3.1.2- Structure en anneau.....	22
II.3.1.3- Structure chaînée.....	23
III- Densification de réseau cellulaire	24
III.1- Adjonctions de nombreux canaux	24
III.2- Emprunt des canaux.....	25
III.3- Division des cellules	25
III.4- Sectorisation.....	26
Conclusion	26

Chapitre III : Dimensionnement de réseau de connexion

Introduction	29
I- Objectifs de dimensionnement	29
II- Dimensionnement des interfaces	29
II.1- Dimensionnement de l'interface Abis.....	29
II.2- Dimensionnement de l'interface Ater.....	31
II.3- Dimensionnement de l'interface A.....	32
II.4- Dimensionnement de BSC.....	33
III- Organigramme de dimensionnement de réseau de transmission	33
Conclusion	33

Chapitre IV : Conception et validation d'outil de dimensionnement

Introduction	36
I- Présentation de l'application	36
I.1- Outil utilisé pour la réalisation du logiciel.....	37
II- Réalisation informatique de logiciel	37
II.1- Visualisation de liste BTS.....	38
II.2- Visualisation de liste BSC.....	39
II.3- Ajouter un site.....	40
II.4- Supprimer site	40
III- Dimensionnement par estimation de trafic	41
III.1-Dimensionnement de lien Abis.....	41
III.2- Dimensionnement de lien Ater.....	43
III.3- Dimensionnement de lien A.....	44
IV- Dimensionnement par analyse de trafic	45
IV.1- Recherche de l'heure de pointe.....	45
IV.2- Observation sur une semaine.....	46
V- Interprétation des résultats	47
Conclusion	47
Conclusion générale	48

Table des figures

Figure I.1	Architecture de réseau GSM.....	4
Figure II.1	Structure en étoile.....	21
Figure II.2	Structure en anneau.....	22
Figure II.3	Structure chaînée.....	23
Figure II.4	Méthode d'adjonction des canaux.....	24
Figure II.5	Méthode d'emprunt des canaux.....	25
Figure II.6	Méthode de division des cellules.....	26
Figure III.1	Organigramme de dimensionnement de l'interface Abis.....	30
Figure III.2	Organigramme de dimensionnement de l'interface Ater.....	32
Figure III.3	Organigramme de dimensionnement générale.....	33
Figure IV.1	Fenêtre de menu principal.....	38
Figure IV.2	Liste des BTS.....	39
Figure IV.3	Liste des BSC.....	39
Figure IV.4	Ajout d'un site.....	40
Figure IV.5	Dimensionnement de Abis.....	42
Figure IV.6	Dimensionnement de Ater.....	43
Figure IV.7	Dimensionnement de A.....	44
Figure IV.8	Trafic écoulé pendant 24h.....	45
Figure IV.9	Trafic écoulé pendant une semaine et en heure de pointe.....	46

Cahier de charge

Notre projet consiste à :

- étudier la structure de réseau GSM et de comprendre les rôles et les fonctionnalités de ces différentes entités,
- établir un organigramme de dimensionnement du réseau d'accès d'un réseau GSM,
- implanter un outil de dimensionnement,
- valider cet outil par l'étude d'un cas réel.

Chapitre I:

Architecture de réseau GSM

Chapitre I :

Architecture de réseau GSM

I- Présentation générale

Un réseau de radiotéléphonie a pour rôles de permettre des communications entre des abonnés mobiles et entre ces derniers et des abonnés du réseau téléphonique commuté (RTCP).

Il est caractérisé par un accès très spécifique: la liaison radio et il offre à l'opérateur des facilités d'exploitation et de maintenance.

Ce réseau est découpé en trois sous systèmes:

- le système radio BSS (Base Station Sub-system): assure la transmission radioélectrique et gère les ressources,
- le sous système réseau NSS (Network Sub-system): comprend les fonctions nécessaires à l'établissement des appels et à la mobilité,
- le sous système d'exploitation et de maintenance OSS (Operating Sub-system): permet à l'exploitant d'administrer son réseau.

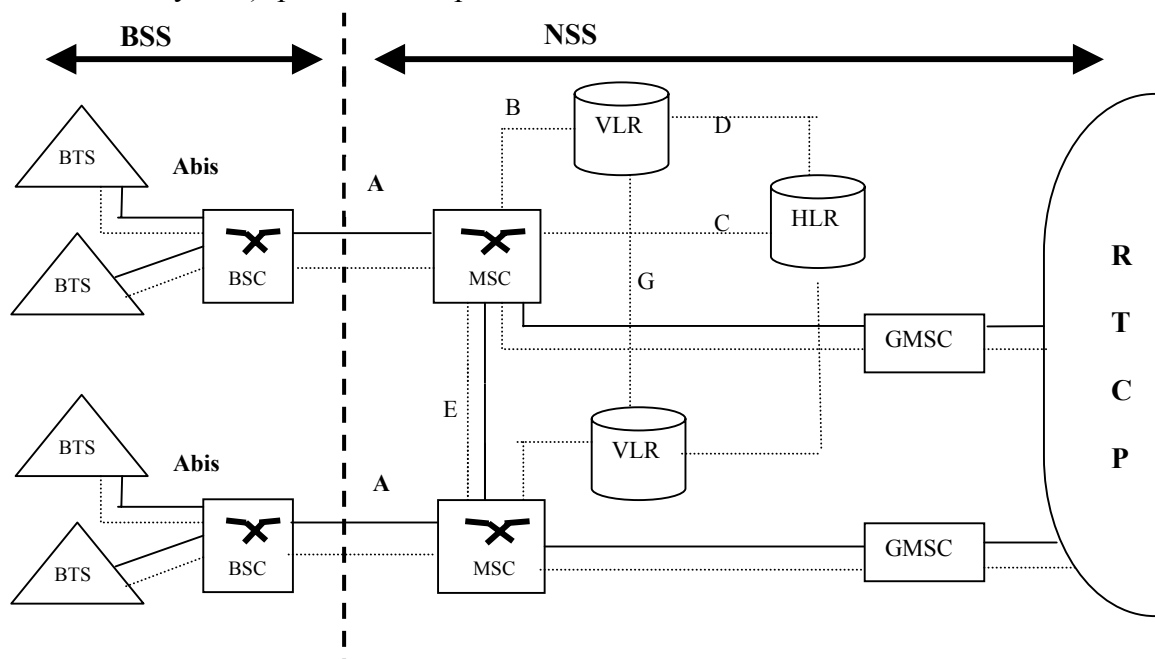


Figure I.1 : Architecture de réseau GSM

Avec:

BSS: Base Station Sub-System,
NSS: Network Sub-System,
BTS: Base Tranceiver Station,
BSC: Base Station Controller,
MSC: Mobile Switching Center,
VLR: Visitor Location Register,
HLR: Home Location Register,
GMSC: Gateway MSC,
RTCP: Réseau Téléphonique Commuté Public.

I.1- Architecture de sous système radio: BSS

Un sous système radio est l'ensemble constitué par un ou plusieurs stations de bases BTS (Base Tranceiver Station) et le Contrôleur de Station de Base BSC (Base Station Controller).

Cet ensemble administre les canaux radio d'un motif de réseau.

I.1.1- Fonction de la BTS

Une station de base est le point d'accès des stations mobiles aux réseaux.

Elle regroupe un ensemble d'émetteurs-récepteurs appelés TRX, relie les Station Mobiles (MS) par l'interface radio U_m et le contrôleur de station de base par l'interface Abis.

Elle a la charge de la transmission radio: modulation, démodulation, égalisation, codage décodage.

La BTS réalise aussi l'ensemble des mesures nécessaire pour vérifier qu'une communication en cours se déroule correctement.

I.1.2- Fonction de BSC

Un contrôleur de base BSC pilote une ou plusieurs stations de bases selon l'architecture de réseau.

Il a pour fonction principale de gérer les ressources radio, commande l'allocation des canaux, utilise les mesures effectuées par la BTS pour contrôler les puissances d'émission des mobiles et /ou de la BTS, prend la décision de l'exécution d'un Handover. De plus le BSC assure une première concentration de circuits vers le MSC (Mobile Switching Center).

I.2- Architecture de Sous Système réseau: NSS

Un sous système réseau est le lien entre la partie radio GSM et le réseau téléphonique commuté (RTC).

Il comprend essentiellement les MSCs, les HLRs et les VLRs.

I.2.1- Fonction de MSC

Le centre de commutation mobile MSC (Mobile Switching Center) est l'élément majeur de sous système réseau, il assure les fonctions de commutation reliant les abonnés entre eux ou à ceux de réseau fixe, il gère la transmission des messages courts et l'exécution du handover lorsqu'il est impliqué, dialogue avec le VLR (Visitor Location Register) pour gérer la mobilité des usagers: vérification des caractéristiques des abonnés visiteurs, transfert des informations de localisation.

Il peut posséder une fonction passerelle GMSC (Gateway MSC) qui est activée au début de chaque appel d'un abonné fixe vers un abonné mobile.

I.2.2- Fonction de HLR

Un enregistreur de Localisation nominale HLR (Home Location Register) est une base de données qui gère les abonnés d'un réseau donné.

Il mémorise d'une part les caractéristiques de chaque abonné, d'autre part le HLR est une base de données de localisation, elle contient pour chaque abonné le numéro de VLR où il est enregistré.

I.2.3- Fonction de VLR

Un enregistreur de localisation des visiteurs VLR mémorise les données relatives à un abonné mobile quand ce dernier entre dans la zone de couverture de sous système réseau.

Le VLR est une base de données dynamique, il dialogue avec le HLR de l'abonné mobile pour prendre connaissance des informations nécessaires aux traitements qu'il doit effectuer pour l'abonné. Les informations relatives à l'abonné sont transmises à un autre VLR quand l'abonné quitte la zone de couverture de MSC.

I.3- Le sous système d'exploitation et de maintenance: OSS

Les éléments constituant les deux sous réseaux précédents sont reliés à distance, via X25, au centre d'exploitation et de maintenance.

Dans un réseau GSM l'OSS comporte un OMC-R (centre d'exploitation et de maintenance radio) et un OMC-N (centre d'exploitation et de maintenance de la partie réseau).

I.3.1- administration de réseau

L'administration de réseau (Network Management) comprend toutes les activités qui permettent de mémoriser et de contrôler les performances et l'utilisation des ressources de façon à offrir un certain niveau de qualité aux usagers. Les différentes fonctions d'administrations comprennent: la déclaration des abonnés et des terminaux, la gestion de la sécurité, la maintenance (détection des défauts, test d'équipement ...).

I.3.2- Fonction de l'EIR [1]

L'EIR (Equipment Identity Register) est une base de données annexe contenant les identités des terminaux.

Elle peut être consultée lors des demandes de service d'un abonné pour vérifier que la terminale utilisée est autorisée à fonctionner sur le réseau.

L'identité d'un terminal contient un numéro d'homologation commun à tous les terminaux, un numéro identifiant l'usine d'assemblage et un numéro spécifique au terminal.

L'accès au réseau peut être refusé parce que le terminal n'est pas homologué, qu'il perturbe le réseau, ou bien parce qu'il fait l'objet d'une déclaration de vole.

L'EIR contient une liste de l'ensemble des numéros d'homologation et une liste des équipements volés et interdits d'accès.

I.3.3- Fonction AUC

Le centre d'authentification AUC (Authentication Center) mémorise toutes les informations nécessaires à la protection des communications des abonnés mobiles.

Il mémorise pour chaque abonné une clé secrète utilisée pour authentifier les demandes de services et pour chiffrer les communications. Un AUC est en générale associé à chaque HLR, l'ensemble peut être intégré dans un même équipement. Cependant du point de vue fonctionnel ils ne font pas partie du même sous système.

II- Les interfaces

Les interfaces sont aussi des composants importants d'un réseau, ils supportent le dialogue entre les équipements et permettent leurs inters fonctionnements. La normalisation des interfaces garantie l'interopérabilité d'équipements hétérogènes produits par des constructeurs différents.

II.1- Interface radio U_m [2]

Il est localisé entre la station mobile (MS) et la station de base (BTS) c'est l'interface la plus importante du réseau. Au niveau physique l'interface U_m est la seule qui n'utilise pas la transmission de données à 64 Kbit/s, que le canal radio ne peut véhiculer.

Au deuxième niveau (liaison), il se singularise également par l'emploi d'un protocole adapté au traitement d'un canal à fort taux d'erreurs: le LAPDm.

II.2- Interface Abis

Cette interface relie la station de base à son contrôleur, la couche physique est définie par une liaison MIC à 2Mbit/s, la couche liaison de données est le protocole LAPD.

Dans une station de base, sur l'interface radio, un canal de phonie possède un débit de 13 Kbit/s, mais le débit d'un canal d'une liaison MIC est de 64 Kbit/s. Pour régler cette différence de débit on utilise le multiplexage de quatre canaux de phonie dans un canal MIC. Cette différence offre l'avantage de réduire les besoins et les coûts des supports de transmission entre les stations de bases et la station contrôleur.

II.3-Interface A

L'interface A relie le sous système radio au sous système réseau, sa couche physique est définie par une ou plusieurs liaisons à 2 Mbit/s ainsi que sa couche liaison de données est le protocole CCITTn°7.

Les voies GSM sont restituées en voies MIC en utilisant des transcodeurs qui sont généralement installés entre le BSC et le sous système réseau.

Les transcodeurs de parole adaptent le format de codage bas débit de la parole GSM utilisé sur les canaux radio à celui de réseau fixe.

Pour exploiter de façon optimum les possibilités offertes par le codage bas débit de la parole de GSM, les transcodeurs sont les plus souvent installés sur les sites de commutation, mais parfois ils peuvent être sur les sites de BSC.

II.4- Interface X25

C'est l'interface qui relie d'une part l'OMC_N au sous système réseau à travers le réseau de données, d'autre part il relie le système OMC_R au sous système radio.

II.5- Interface E

C'est la liaison inter MSC réalisée par une couche physique utilisant des circuits à 2Mbit/s et une liaison de données utilisant le protocole CCITT n°7.

II.6- Interface B, C, D, G

Elles gèrent une liaison de données entre les différentes entités composant le sous système réseau et le MSC.

- Interface B relie L'enregistreur de localisation des visiteurs au MSC.
- Interface C relie l'enregistreur de localisation nominale au MSC.
- Interface D relie les deux bases de données HLR et VLR.
- Interface G c'est la liaison inter VLR.

II.7- Interfaces passerelles

C'est une interface entre le MSC et le réseau public s'appuie sur le protocole sémaphore CCITT n°7 et sont utilisées pour le transport du trafic et de données de signalisation.

III- Caractéristiques de l'interface radio

La transmission radio GSM est assurée par l'interface radio. Cette interface constitue le cœur de système et elle doit remplir les fonctions suivantes:

- définition de la méthode d'accès,
- partage des ressources,
- transport des informations utiles,
- maintenir la communication dans toutes les conditions.

III.1- Partage de la ressource radio [1]

Tout système radio mobile requiert une bande de fréquence, les différentes méthodes pour partager cette bande de fréquences en canaux physiques sont les suivantes:

- Les systèmes AMRF (Accès Multiple à Répartition Fréquentielle): le spectre disponible est divisé en fréquence et chaque fréquence supporte un seul canal physique,
- les systèmes AMRT (Accès Multiple à Répartition Temporelle): reprennent la même division en fréquence que l'AMRF mais chaque fréquence est divisée, dans le temps, en intervalle appelé slots,
- les systèmes AMRC (Accès Multiple à répartition de Code) qui reposent sur le découpage d'une porteuse en canaux à l'aide des codes.

Pour faire face aux nombre important d'utilisateurs entre les quels les ressources doivent être partager, le système GSM prévoit donc l'accès multiple avec double répartition, on définit donc un système AMRF/AMRT ce qui permet d'utiliser plusieurs fréquences porteuses par station de base où chaque porteuse supporte plusieurs canaux répartis dans le temps.

III.2- Bandes de fréquences allouées

Le système GSM 900 exploite la bande des 900MHz. Cette bande de fréquence est divisée en deux demi bande de 25MHz de largeur chacune, l'une est de 890MHz jusqu'à 915MHz réservée pour les liaisons montantes, l'autre est de 935MHz jusqu'à 960MHz réservée pour les liaisons descendantes.

III.3- Interface radio GSM

L'interface radio GSM est basée sur le découpage de spectre en porteuses espacées de 200KHz (principe de AMRF), chaque porteuse est découpée en 8 slots (principe de AMRT) de durée élémentaire 577µs, une trame dure 4615 µs.

Un canal physique simplexe est la répartition d'un slot dans chaque trame AMRT.

Un canal physique duplexe est formé d'une paire de canaux physiques simplexe (les deux canaux sont séparés de l'écart duplexe). La voie montante est décalée de trois slots par rapport à la voie descendante.

Si la porteuse supportant la voie descendante est $f_d(i)$, la voie montante est sur $f_m(i)$.

On a: $f_m(i) = f_d(i) - \Delta\psi$ (I.1)

avec $\Delta\psi$ est l'écart duplexe

Sur chaque canal est défini une structure de multi trame, cette structure permet d'affecter régulièrement un intervalle de temps à la transmission d'un type d'information bien défini, on forme ainsi des canaux logiques multiplexés sur un canal physique.

IV- Les canaux logiques

A partir des canaux physiques, on définit les canaux logiques qui permettent d'organiser le système.

Chacun de ces canaux est dimensionné et organisé en fonction de flux de données à transmettre. Un canal physique peut supporter deux canaux logiques, le TCH (Trafic Chanel) qui porte la voie numérisée et un canal de contrôle SACCH (Slow Associated Control Chanel) qui permet de contrôler les paramètres physiques de liaison.

D'une manière générale il faut prévoir sur une interface radio plusieurs fonctions de contrôle, en particulier:

- Diffuser des informations BCH (Broadcast Chanel),
- Prévenir des mobiles des appels entrants et faciliter leurs accès au système CCCH (Common Control Chanel),
- Contrôler les paramètres physiques SACCH (Slow Associated Control Chanel),
- Fournir des supports pour la transmission de la signalisation téléphonique SDCCH.

On peut distinguer cinq cas de répartition des canaux logiques sur le canal physique:

1. constitution d'un canal de trafic à plein débit (TCH/FS) et de son canal de signalisation associé (SACCH),
2. constitution de deux canaux de trafic à demi débit (TCH/HC) et deux canaux de signalisations associée (SACCH),

3. constitution d'un canal diffusé (BCCH) et de canal de contrôle commun (CCCH),
4. répartition de huit canaux de signalisation (SDCCH),
5. répartition de quatre canaux de signalisation (SDCCH), un canal diffusé (BCCH) et de canal de contrôle commun.

On distingue deux grandes classes de canaux logiques: les canaux dédiés et les canaux non dédiés.

Un canal logique dédié fournit une ressource réservée à un mobile, ce canal est duplex dans le quel aucun autre mobile ne peut émettre ou recevoir.

Un canal logique non dédié est simplex, voie descendante seulement est partagé par un ensemble de mobile, cela signifie que les données sont diffusées et que plusieurs mobiles sont à l'écoute du canal.

IV.1- Multiplexage des canaux de trafic et de signalisation

Les canaux logiques sont un ensemble d'une grande complexité et leur abord est ardu. Dans la suite nous allons examiner les principaux qui sont les plus souvent utilisés lors de dimensionnement des ressources.

IV.2.1- Canal de trafic TCH

Le canal de trafic est utilisé pour transmettre l'information utile de l'utilisateur, il s'agit de parole ou de données utilisateurs, dans le cas d'un canal à plein débit que nous allons examiner, le codeur de parole fournit un débit de 13Kbit/s.

IV.1.2- Canal de signalisation SDCCH

Ils ont pour rôle de véhiculer la signalisation entre les terminaux et la BTS.

VI.2.3- Canal de diffusion des informations système BCCH

Outre les informations d'appels (usagers-système), ils permettent à l'utilisateur de contrôler son accès au système en fréquence et dans le temps.

Conclusion

Le système GSM est très riche en fonctionnalités et son exploitation nécessite un grand soin pour maintenir une qualité de service acceptable. Ce se traduit par un processus de planification rigoureux et contenu dans le temps.

Les points essentiels de ce processus à savoir le trafic, le dimensionnement et l'optimisation des ressources radio et réseaux seront décrits dans les chapitres qui suivent.

Dans ce qui suit de travail nous nous intéressons à la planification et au dimensionnement du réseau de connexion qui comprend les interfaces Abis, Ater et A.

Chapitre II:

Planification de réseau GSM

Chapitre II :

Planification de réseau GSM

Introduction

La planification d'un réseau constitue l'une des tâches primordiales de l'opérateur du réseau. Elle conditionne de façon importante la qualité de service offerte aux utilisateurs. Dans ce chapitre nous présentons les étapes fondamentales de la planification cellulaire.

I- Importance et objectifs de la planification

I.1- Importance

La planification d'un réseau cellulaire est un processus très délicat et le résultat conditionne le succès de l'opérateur. En effet un réseau mal planifié se traduit par une qualité d'appel médiocre, un taux de perte d'appel important et un taux de blocage élevé.

La planification d'un réseau cellulaire consiste à définir sa couverture et sa capacité. Celles-ci sont vitales pour un opérateur.

I.2- Objectifs

L'objectif de la planification d'un réseau cellulaire peut être résumé de la façon suivante: étant donné les caractéristiques de l'environnement à couvrir (caractéristiques géographique et de propagation), les caractéristiques des abonnés à desservir (densité, comportement d'utilisateur) et une bande de fréquence, il faut minimiser le coût d'infrastructure radio et réseau en fonction de la couverture radio, de la taille des cellules, des plans de fréquence et de la topologie du réseau.

Par conséquent, la planification du réseau suivra des objectifs différents en fonction de la zone à planifier:

- en zone urbaine l'objectif est d'assurer une capacité en trafic suffisante (desservir d'un nombre d'abonnés élevé)
- En zone rurale (zone à faible densité d'abonné), l'objectif est d'assurer la couverture la plus complète possible (rayon de cellule d'une dizaine de kilomètre) sans nécessité de capacité élevé

II- Etapes de planification

Les principales étapes caractérisant la procédure de planification d'un réseau mobile comprennent:

- La détermination de modèle de trafic et de mobilité,
- La définition de la couverture radio,
- Le dimensionnement des cellules,
- La planification des fréquences,
- La définition du réseau de commutation.

II.1- Données en entrées

Pour déployer un réseau cellulaire, l'opérateur doit avoir un grand nombre de données. Connaissant les paramètres caractérisant la technologie du système à déployer, les données en entrées peuvent être classées en deux principales catégories:

II.1.1- Paramètres caractérisant l'environnement

Les paramètres caractérisant l'environnement permettent une représentation des situations susceptibles d'être rencontrées dans la réalité comme la densité des usagers et leurs distribution, taux de pénétration et le trafic moyen par abonné, ainsi que les caractéristiques de la propagation à savoir les obstacles naturelles ou artificiels, la morphologie du terrain et la densité d'urbanisation.

II.1.2- Paramètres caractérisant la qualité de service

Le réseau doit offrir une qualité de service suffisante aux usagers qui dépend considérablement de la probabilité de blocage et du temps d'attente.

Les appels bloqués sont ceux des usagers non servis du fait de l'absence de ressource disponible et la probabilité pour un usager de voir son appel bloqué, aussi l'utilisateur ne doit pas attendre trop longtemps avant de voir sa demande d'appel satisfaite.

En effet ces paramètres conditionnent la qualité de service mise à la disposition des usagers de façon permanente dans le but principal d'en satisfaire le plus grand nombre en heure de Pointe.

II.2- Planification radio

L'étude du sous système radio se concrétise pour tout système de radiocommunication par la mise en œuvre en chaque point géographique du nombre de canaux de transmission estimés nécessaires à l'acheminement des communications.

II.2.1- Choix des sites pratiques

La recherche des sites pratiques est faite à partir d'une configuration théorique donnée, identifier les sites pratiques en fonction de la géographie de la zone, des caractéristiques de propagation et des informations spécifiques permettant l'identification des sites candidats qui consistent à repérer les en visibilité, le choix des pylônes et leurs hauteurs en fonction du site.

II.2.2- Modèle de propagation [3]

La prédiction des couvertures radioélectriques constitue une fonction essentielle dans le processus d'ingénierie radio. En effet toutes les autres fonctions s'appuient sur la prédiction de couverture. L'interface radio qui est le support entre les stations de base et les terminaux est caractérisée par un affaiblissement de parcours qui dépend des paramètres suivants:

- La portée (Distance),
- Trajets multiples,
- Effet de masque.

Le modèle de prédiction de couverture permet d'estimer l'affaiblissement de propagation subit par l'onde radio dans la zone de service de la station de base.

Ils existent plusieurs modèles qui permettent de prédire les variations que subit l'onde radioélectrique dans sa propagation:

- Modèle de propagation en distance, suivant la loi:

$$L=R^{-\gamma} \quad (II.1)$$

Avec L: affaiblissement en espace libre

R: Rayon de cellule

γ : est un paramètre variant entre 2 (espace libre) et 4 (environnement urbain)

Ce modèle peut être utilisé en première approximation lorsque les informations détaillées sur le relief et autres obstacles ne sont pas disponibles.

II.2.3- Bilan de liaison [3]

L'affaiblissement est le paramètre le plus important dans le bilan de liaison, en effet les fonctions de cellules sont déterminées par celui ci:

$$Pr(dBm) = (P_e + G_e - P_c) - L + (G_r - P_c) \geq SSD \quad (II.2)$$

$$SSD = SSS + M_{ray} + M_{Shd}$$

$$Pr(dB) = PIRE - L + (G_r - P_c) \geq SSD \quad (II.3)$$

Avec:

P_e : puissance émise,

P_r : puissance reçue,

P_c : perte de connexion,

G_e : gain d'antenne d'émission,

G_r : gain d'antenne de réception,

L: affaiblissement de propagation,

M_{ray} : marge de fading rapide,

Mshad: marge de Shadowing,
SSD: seuil de sensibilité dynamique,
SSS: seuil de sensibilité statique.

II.2.4- Allocation des fréquences

A la fin de la première étape de la planification, le nombre de cellule leurs capacités et leurs rayons sont connus. L'étape suivante et appelé allocation de fréquence qui consiste à allouer les porteuses aux différents sites. Tout en maintenant une qualité de service supérieur à un certain seuil. Les méthodes de résolution du problème d'allocation de fréquences dans les systèmes cellulaires reposent essentiellement sur les modèles de réseau à structure régulière hexagonale.

Dans ces modèles chaque fréquence est réutilisée par d'autre cellules à condition qu'on aura pas d'interférence entres ces cellules.

II.2.5- Test de mise en service

Après ces différentes étapes de planification, on a l'implantation et la mise en service du réseau cellulaire. Des tests et des observations sont effectués pour mettre en évidence l'état de fonctionnement du système.

II.2.6- Ajustement des paramètres

Les modèles de prédiction de la propagation contiennent chacune plusieurs paramètres caractérisant l'environnement sur lequel sont appliqués, de ce fait leurs utilisation diffère d'un milieu à un autre.

Après la mise en service du réseau, des campagnes de mesure de champs et de simulation de communication sur terrain sont ainsi réalisées. Ces mesures permettent d'évaluer et d'ajuster les modèles de propagation.

II.3- Planification du réseau fixe

La planification du réseau fixe intervient lorsque la planification de la partie radio est achevée, elle consiste, à partir des positions et capacités des sites cellulaires, à déterminer la capacité et les moyens d'échange c'est à dire les liens de transmission des différents équipements de réseau fixe (contrôleur de station de base, commutateur).

II.3.1- Configuration des stations de bases

Pour satisfaire les contraintes de couvertures et du trafic estimé dans chaque zone, les cellules sont organisées, selon le besoin, en omnidirectionnel ou multi sectorielle.

II.3.1.1- Structure en étoile

Dans la structure en étoile, les stations de bases sont connectées au BSC de façons directes.

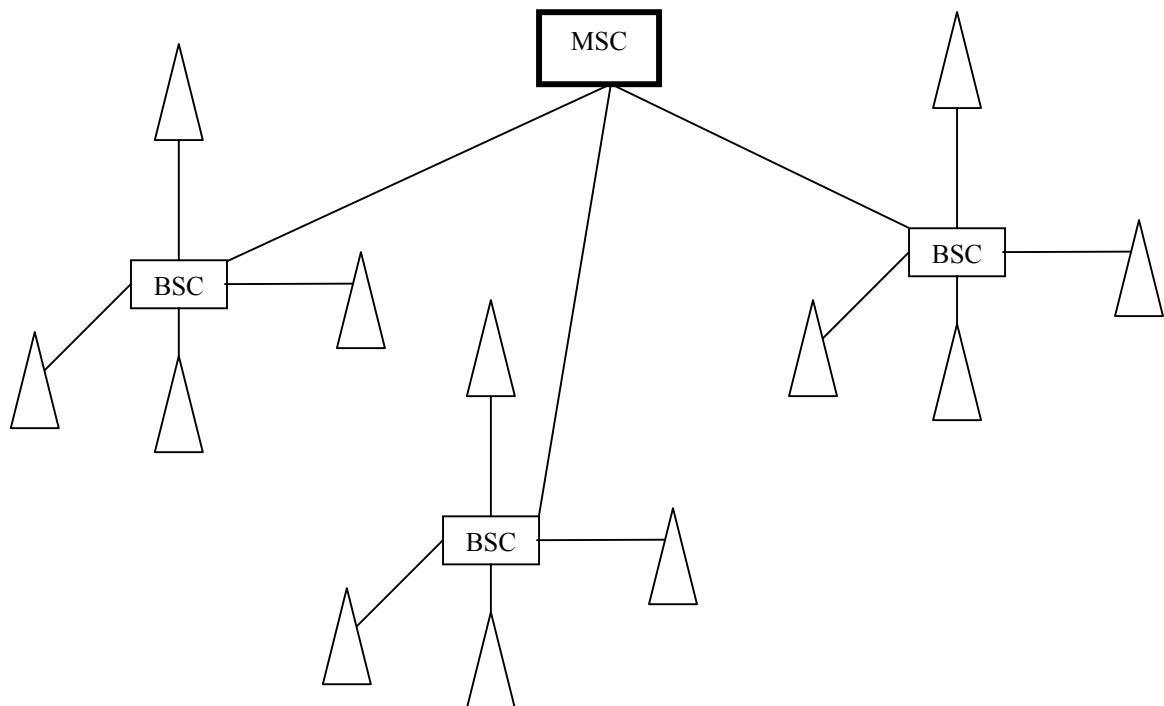


Figure II.1 : Structure en étoile

La topologie en étoile est la plus utilisée dans les réseaux actuels. Cependant de telles configurations sont moins fiables car la rupture d'un lien proche du BSC peut conduire à l'isolement de plusieurs stations de base. Pour remédier à ce problème une solution consiste à dupliquer ces liens.

II.3.1.2- Structure en anneau

Dans l'architecture en anneau, le réseau est conçu de façon circulaire et les stations sont connectées à des boucles. Les canaux de trafic peuvent emprunter deux chemins différents vers le BSC permettant le routage automatique des canaux en cas de rupture d'un lien.

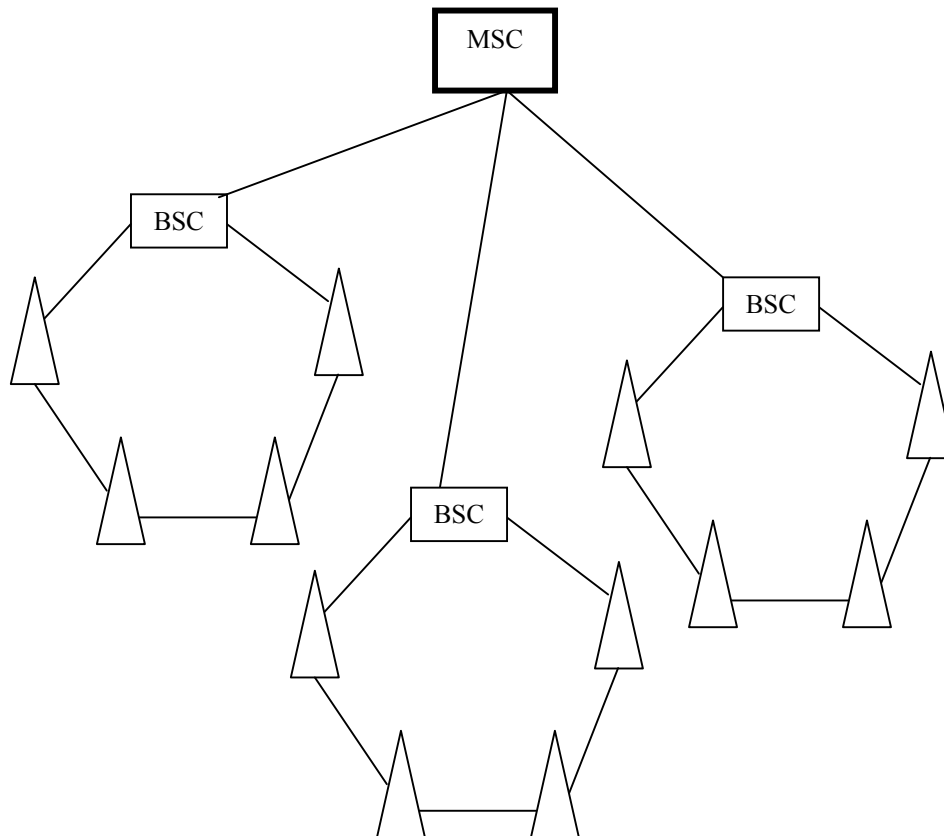


Figure II.2 : Structure en anneau

La topologie en anneau est la plus complexe à mettre en œuvre. Cette structure permet de fournir une protection de trafic satisfaisante sans nécessité de dupliquer les interconnexions des sites.

II.3.1.3- Structure chaînée

Cette structure permet la transmission de trafic venant de plusieurs BTS sur le même lien MIC. Elle est utilisée pour le rattachement des sites voisins de faible capacité.

L'avantage de cette méthode c'est l'exploitation des ressources de transmission. Par contre son inconvénient essentiel est l'isolation de l'ensemble des sites en cas de rupture sur le lien MIC qui les relie au BSC de rattachement.

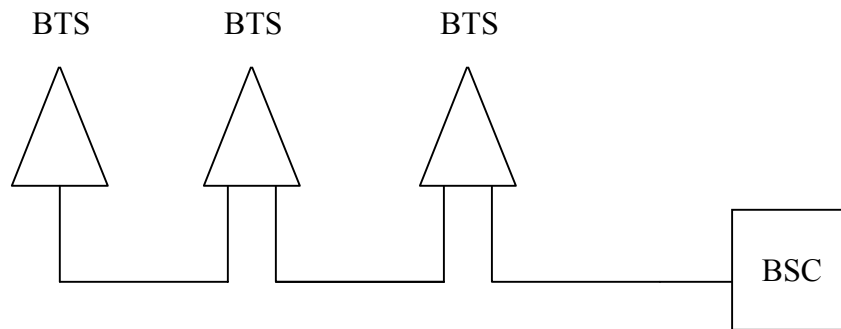


Figure II.3 : Structure chaînée

Remarque : Cette structure peut être intercalée avec la structure en étoile ou en anneau dans les sites éloignés et de faible capacité.

III- Densification d'un réseau cellulaire

L'un des multiples avantages de l'architecture cellulaire est sa capacité croissante progressive (en surface et en capacité). Les processus de planification sont suivis d'une opération de densification qui doit suivre l'évolution de la demande en trafic, le réseau est densifié dans les zones qui le nécessitent. Plusieurs techniques peuvent être mise en œuvre: nous présentons les plus utilisées

III.1- Adjonction de nombreux canaux

Cette méthode est la plus rapide qui consiste à ajouter de nouveaux canaux aux cellules dans le cas où toute la bande de fréquence n'a pas encore été utilisée, cela revient à ajouter des émetteurs-récepteurs, TRX, au niveau des stations de base.

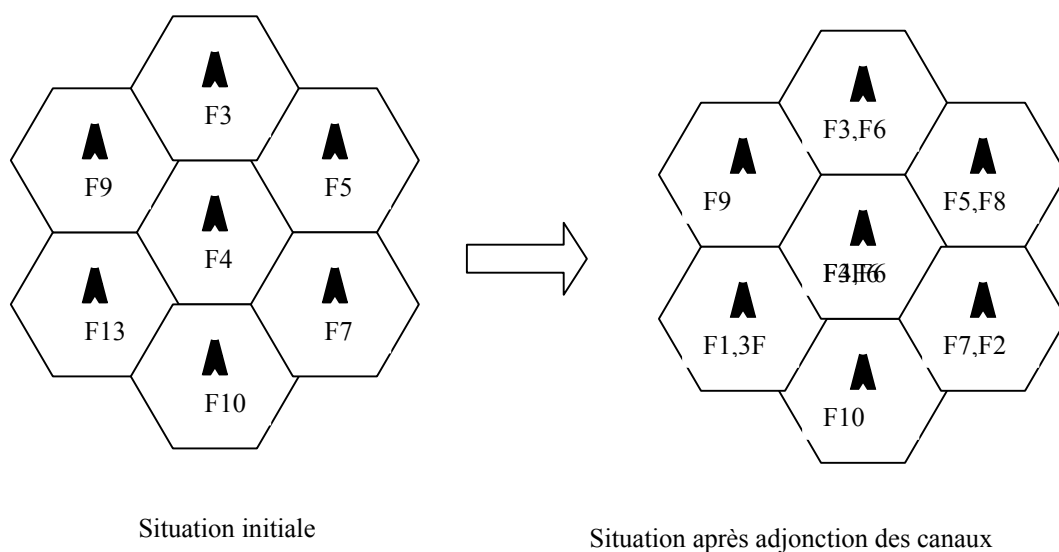


Figure II.4: Méthode d'adjonction des canaux

III.2- Emprunt de canaux [4]

Cette méthode consiste à un transfert temporaire ou permanent de fréquence d'une cellule peut charger vers une cellule surcharger en trafic excède, dans certains régions voisines le trafic est largement inférieur à la capacité offerte, donc on utilise la méthode emprunt des canaux pour la ré équilibration entre les différents zones.

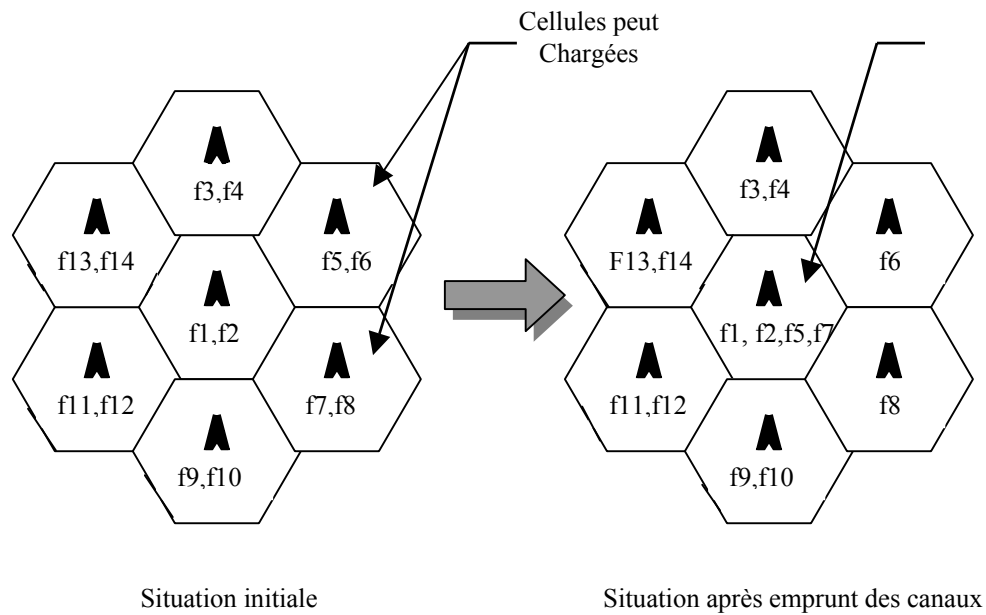


Figure II.5 : Méthode d'emprunt des canaux

III.3- Division de cellule

La solution classique mise en œuvre pour augmenter la capacité consiste à réduire la zone de service des cellules.

La technique de division de cellule consiste donc à réduire leurs taille ce qui à pour conséquence d'augmenter la capacité de réseau.

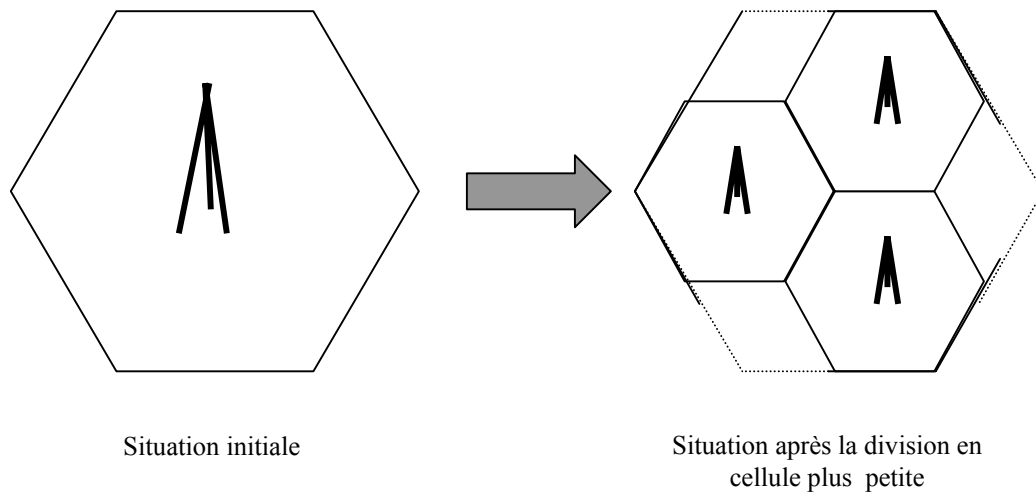


Figure II.6: Méthode de la division des cellules

III.4- Sectorisation

Une alternative à la division des cellules est la sectorisation. Cette technique consiste à diviser une cellule en plusieurs secteurs dont chacun peut être, considéré comme une nouvelle cellule utilisant un ensemble différent de canaux et une antenne directionnelle.

Conclusion

La planification d'un système cellulaire est une étape très importante, souvent répétée plusieurs fois dans la vie de réseau. Les opérateurs peuvent être amenés à installer, pendant cette phase, une centaine de nouveaux sites. La montée en charge, avec la croissance de nombre d'abonnés, nécessite la densification du réseau.

En effet, le processus de la planification doit aboutir à des résultats performants qui permettent à l'opérateur de dimensionner les différentes sections et d'éviter des saturations dans les futurs prochains.

Une fois la structure cellulaire du réseau est définie, à savoir l'emplacement et la configuration des sites, les contrôleurs de station de bases et les sites y offrent ainsi que les MSC de rattachement, le planificateur doit procéder au dimensionnement des différentes interfaces reliant ces entités.

Ce processus fera l'objet du chapitre qui suit.

Chapitre III:

Dimensionnement du réseau de connexion

Chapitre : III

Dimensionnement du réseau de connexion

Introduction

L'étude du sous système réseau se concrétise, pour tout système de radiocommunication, comme il a été mentionné au chapitre précédent, par la planification et le dimensionnement de la capacité des sites en terme de nombre de cellule et de nombre de TRX.

Suite à cette étape, le planificateur commence le dimensionnement des interfaces reliant les différentes composantes du réseau. Le dimensionnement des interfaces fera l'objet de ce chapitre et plus précisément nous nous intéressons au dimensionnement des interfaces suivantes:

- L'interface Abis reliant les BTS à leurs BSC de rattachement,
- L'interface Ater reliant les BSC à leurs transcodeurs (TC),
- L'interface A reliant les transcodeurs (TC) aux MSC.

I- Objectif de dimensionnement

Le dimensionnement consiste à déterminer le nombre de canaux de trafic et de signalisation sur les deux interfaces Abis et A, afin de prévoir le nombre de jonctions à assurer d'un côté entre les BTS et leurs BSC de rattachement et d'autre côté le nombre de liens entre le BSC et le MSC de rattachement.

II.1- Dimensionnement de l'interface Abis

L'interface Abis comme elle est définie au chapitre I, est le lien entre la BTS et le BSC. Elle supporte la transmission des communications des usagers et de la signalisation. Sur l'interface Abis, le niveau physique est constitué par des voies MIC, qui alimentent toutes les BTS.

Chaque IT produit un débit de 64kbit/s ce qu'il permet de grouper 4 canaux de trafic GSM dont chacun utilise 16kbit/s.

Un TRX gère 8 canaux GSM. De ce fait les canaux d'un TRX peuvent être véhiculés par 2 IT MIC. Le nombre des intervalles de temps nécessaires pour véhiculer le trafic d'un site ayant N_{TRX} sera donné par la formule suivante:

$$N_{IT-MIC} = 2 * N_{TRX} \quad (III.1)$$

Avec:

N_{IT-MIC} : nombre des intervalles de temps MIC

N_{TRX} : nombre de TRX dans le site

Le nombre de lien MIC (2Mbit/s) nécessaire pour la transmission de trafic est donné par la formule suivante:

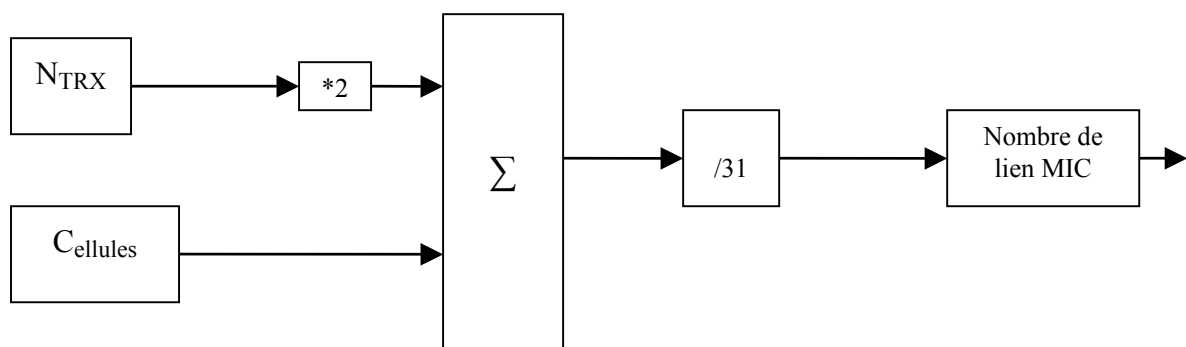
$$(N_{TRX} * 2) / 31 = N_{L-MIC-TR} \quad (III.2)$$

Avec:

$N_{Lien-MIC-TR}$: nombre de lien MIC de trafic et signalisation

Le nombre total de lien MIC est:

$$N_{Lien-MIC} = (2 * N_{TRX} + N_{cellule}) / 31 \quad (III.3)$$



Avec:

N_{TRX} : Nombre de TRX,

$N_{Lien-MIC}$: Nombre de lien MIC,

$N_{Cellules}$: Nombre de cellule.

Figure III.1: Organigramme de dimensionnement de l'interface Abis

II.2- Dimensionnement de l'interface Ater

L'interface Ater est le lien entre le BSC et le transcodeur. La voie GSM est codée sur 13kbit/s, le réseau fixe gère des circuits de parole à 64kbitt/s. Il faut donc réaliser dans le réseau un transcodage 13kbit/s-64kbit/s qui est la fonction du transcodeur. Pour économiser les circuits de paroles, il est nécessaire de transcoder le plus près possible du MSC.

Le BSC gère un ensemble de BTS dans sa zone de service, de ce fait il concentre le trafic reçu sur l'interface Ater qui représente la somme des trafics émis par ces stations de bases.

$$\text{Trafic}_{\text{BSC}} = \sum_{\text{tous..trafic...BTS}}$$

Donc cette interface supporte les canaux à dimensionner suivants:

- Canaux de parole ou de donnée (TCH),
- Canaux de signalisation SS7 entre BSS-NSS,
- Canaux LAPD pour la supervision du transcodeur (TC),
- Canaux X25 pour véhiculer le trafic des données d'exploitation et de maintenance.

Détermination du nombre IT_{MIC} sur l'interface Ater:

$$\text{Nb.IT}_{\text{Ater}} = (\text{Nb.TS}_{\text{TCH}})/4 + \text{Nb.IT}_{\text{LAPD}} + \text{Nb.IT}_{\text{SS7}} + \text{Nb.IT}_{\text{X25}} \quad (\text{III.4})$$

$\text{Nb.TS}_{\text{TCH}}$: déterminé par les tables d'Erlang à partir de la somme des trafics BTS et le taux de blocage dans le BSC.

$\text{Nb.TS}_{\text{LAPD}}$: 1 IT pour chaque MIC est réservé au LAPD [5]

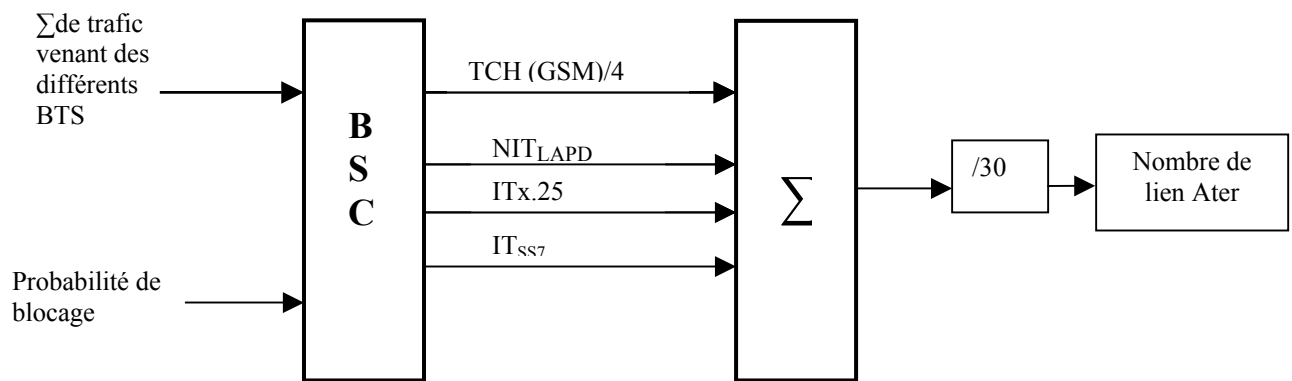
$\text{Nb.TS}_{\text{SS7}}$: dépend du type du BSC, 2 à 6 IT [5]

$\text{Nb.TS}_{\text{X25}}$: 2 IT par BSC. [5]

L'intervalle IT_0 de chaque MIC est réservé à la synchronisation et la gestion de la trame et un IT quelconque est affecté au LAPD. Ils restent alors 30 voies à 64kbit/s sur chaque lien MIC pour écouler le trafic de parole, de signalisation SS7 et des données d'exploitations et de maintenances sur l'interface X25.

ET par suite on aura:

$$\text{Nb.lien MIC} = \text{Nb.IT}_{\text{ATER}}/30 \quad (\text{III.5})$$



Avec :

TCH: canaux de trafic,

NIT_{LAPD} : Nombre de IT LAPD,

Figure III.2 : Organigramme de dimensionnement de l'interface Ater

II.3- Dimensionnement de l'interface A

L'interface A est le lien entre le transcodeur et le commutateur MSC. A la sortie de transcodeur on a des voies à 64Kbps dont chacune représente une voie à 16Kbps.

De ce fait à l'entrée de transcodeur on a quatre canaux GSM sur un IT MIC.

Le nombre de lien MIC sur l'interface A est donné directement à partir des liens sur l'interface Ater multipliée par un coefficient de 4.

$$Nb_{Lien-MIC} = Nb_{Lien-Ater} * 4 \quad (III.6)$$

Avec:

$Nb_{Lien-MIC}$: nombre de lien MIC sur l'interface A,

$Nb_{Lien-Ater}$: nombre de lien MIC sur l'interface Ater.

II.4- Dimensionnement de BSC

Le BSC comme il est défini est un point, d'interconnexion d'un ensemble de BTS, sa capacité dépend essentiellement du:

- Nombre de cellule,
- Nombre de TRX,
- Nombre de ports,
- Nombre de canaux LAPD,
- Trafic offert par toutes les BTS qu'il gère.

Le paramètre le plus important qui peut être ajusté pour des fins d'optimisation de la capacité du BSC est le nombre de jonction MIC sur l'interface Abis. Ce dernier dépend notamment de la configuration retenue lors de la planification de réseau de transmission.

III- Organigramme de dimensionnement de réseau de transmission

Le figure ci dessous illustre l'organigramme générale de dimensionnement des différents liens de transmission a fin de déterminer les besoins matériels pour l'écoulement du trafic.

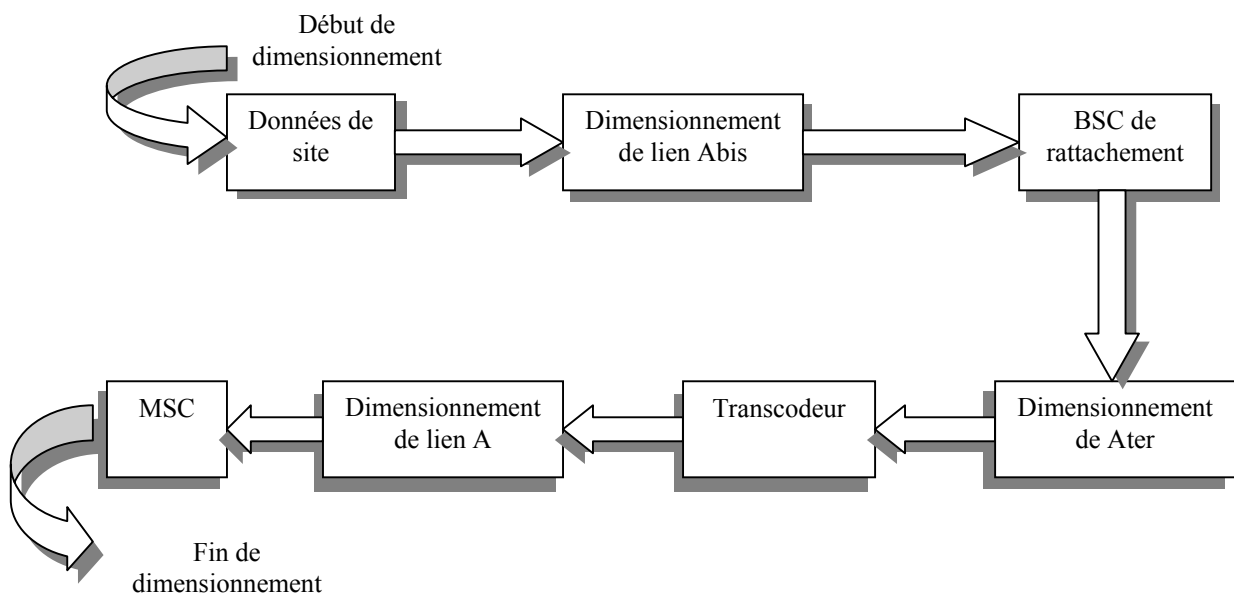


Figure III.3 : Organigramme de dimensionnement général

Le problème de dimensionnement d'un réseau capillaire est :

étant donné les configurations des différents sites, on peut déterminer le nombre de TRX pour chaque site et par la suite on détermine le nombre des intervalles de temps MIC nécessaire pour l'interface Abis.

Le BSC gère la somme de trafic venant des différents Ss qu'il lui est rattaché.

Le transcodeur permet l'adaptation du débit de voie GSM au débit de voie MIC c'est pour cela on peut déduire le nombre de lien MIC sur l'interface A à partir des liens de l'interface Ater.

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre l'organigramme général de dimensionnement des liens de transmission. Le dimensionnement de ces liens consiste à déterminer le nombre de lien MIC pour écouler le trafic entre la BTS et le BSC d'une part et d'autre part entre le BSC et son MSC associé.

Cette méthodologie de dimensionnement sera implantée dans un outil informatique afin d'automatiser les tâches de calcul. La description de cet outil fera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre IV:

Conception et validation d'outil de dimensionnement

Chapitre IV:

Conception et validation d'outil de dimensionnement

Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons traité l'étude théorique de dimensionnement de réseau d'interconnexion.

Dans ce qui suit nous allons élaborer un outil de dimensionnement permettant d'automatiser la méthodologie de dimensionnement du réseau d'accès GSM

I- Présentation de l'application

Notre outil traduit la procédure de dimensionnement du réseau de transmission capillaire. Elle consiste à déterminer le nombre de lien MIC utilisé sur chaque interface du réseau d'interconnexion.

Le résultat théorique de dimensionnement de l'interface Abis est vérifié par le pratique : c'est le même résultat. Etant donnée la configuration du site, on détermine par la suite le nombre de lien MIC sur ce dernier.

Le dimensionnement de l'interface Ater dépend essentiellement de trafic géré par le BSC en question.

En fin le dimensionnement de l'interface A est une déduction à partir de lien Ater.

I.1- Outil utilisé pour la réalisation de logiciel

Visuel Basic est un langage de programmation offrant des possibilités qui aident dans tous les domaines du développement des applications et des bases de données. Il met en œuvre une interface commune aux données d'accès locales ou distantes, des jeux d'enregistrements distants et une interface de liaison de données accessible par l'utilisateur et des jeux d'enregistrements hiérarchiques.

Il offre une présentation des différents modèles de programmation d'accès aux données.

Les méthodes définies par l'utilisateur permettent d'exécuter du code lorsque la valeur d'une propriété fait l'objet d'une requête ou lorsque on essaye de modifier la valeur de la propriété. On peut tirer les avantages suivants : on peut créer une interface publique pour une classe ou un objet qui sépare l'interface de l'implémentation, on peut facilement mettre en œuvre la validation de propriété.

Pour accéder aux informations demandées à partir de l'interface de Visuel Basic on a besoin d'utiliser le Microsoft Access pour la création de la base de données. Cette base de données contient deux tableaux, un pour la description du BTS et l'autre pour la description du BSC.

II- Réalisation informatiques de logiciel

Le progiciel de dimensionnement du réseau fixe permet :

- La visualisation de liste des BTS,
- La visualisation de liste des BSC,
- L'ajout d'un site ainsi que BSC,
- Dimensionnement des liens.

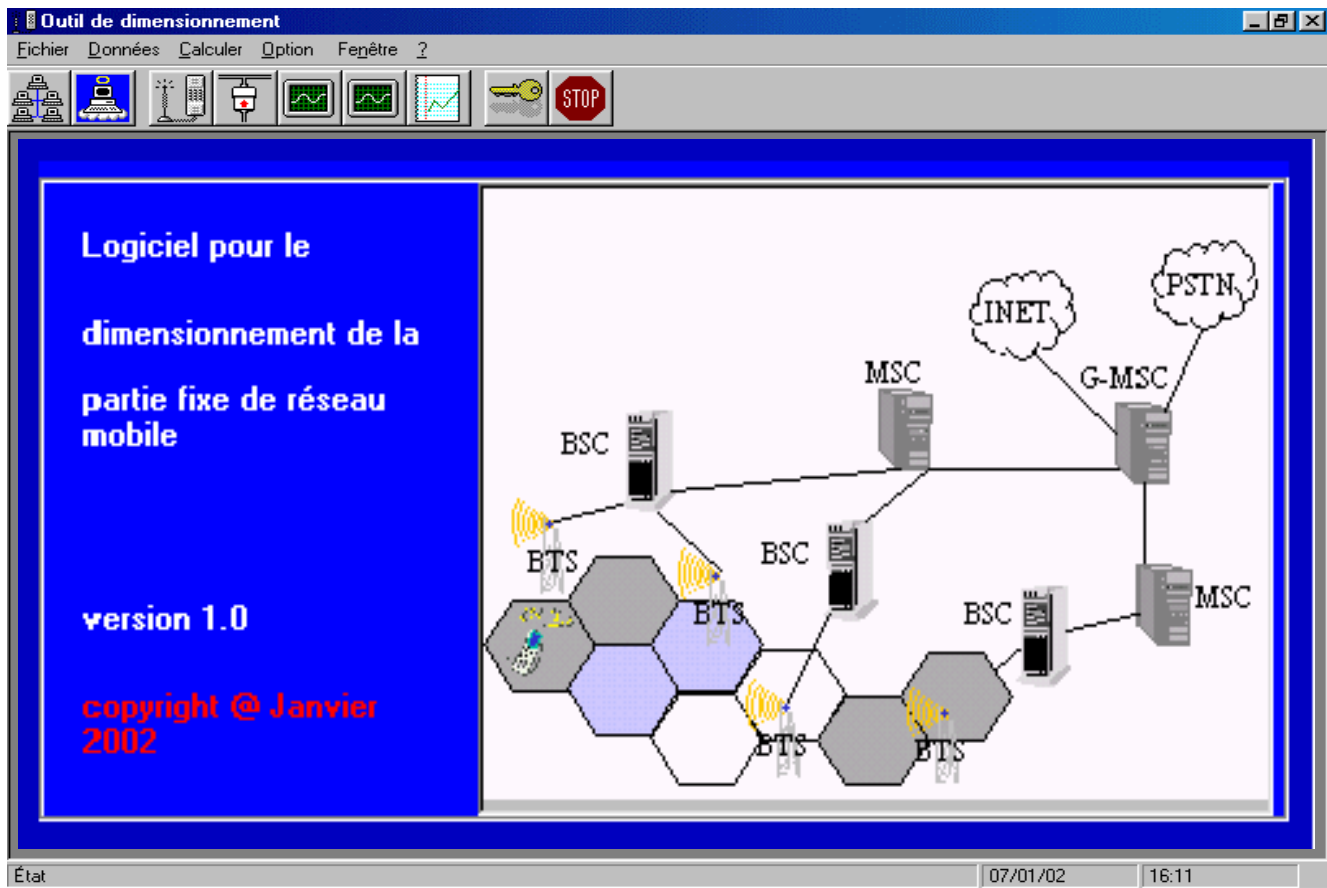


Figure IV.1: Fenêtre de menu principale

II.1- visualisation de liste des BTS

Cette boîte de dialogue permet de nous donner les informations relatives à chaque site. L'enregistrement relatif à chaque site contient un identifiant (code), nom, configuration et son BSC de rattachement.

BTS sélectionnée

Supprimer le site Fermer

	Code BTS	Nom site	configuration	longitude	Latitude	BSCrattachement	Description
	Site2	Site2	S666	33	46	Hached1	Pas de description
	Site3	Site3	S666	33	46	Hached1	Pas de description
▶	Site4	Site4	S666	33	46	Hached1	Pas de description
	Site5	Site5	S666	33	46	Hached1	Pas de description
	Site7	Site7	S666	33	46	Hached1	Pas de description
	Site8	Site8	S666	33	46	Hached1	Pas de description
	Site9	Site9	S666	33	46	Hached1	Pas de description
	Site10	Site10	S666	33	46	Hached1	Pas de description
	Site4.1	Site4.1	S444	33	46	Hached1	Pas de description
	Site4.2	Site4.2	S444	33	46	Hached1	Pas de description
	Site4.3	Site4.3	S444	33	46	Hached1	Pas de description
	Site1	Site1	S666	33	46	Hached1	Pas de description

Figure IV.2: Listes des BTS

II.2- visualisation de liste des BSC

La boîte de dialogue ci-dessous permet de citer les différents attributs de chaque contrôleur de station de base.

BSC sélectionnée

Supprimer le BSC Fermer

	Code BSC	Nom	Capacité site	Capacité TRX	MSC de rattachement	Description
▶	Hached1	Hached1	16	40	tunis	Pas de description

Figure IV.3 : Listes des BSC

II.3-Ajouter un site

Pour le réseau GSM on doit ajouter des sites pour satisfaire la demande en trafic tout en assurant une bonne qualité de service. La boîte de dialogue d'ajout d'un site est semblable à celle de la suivante :

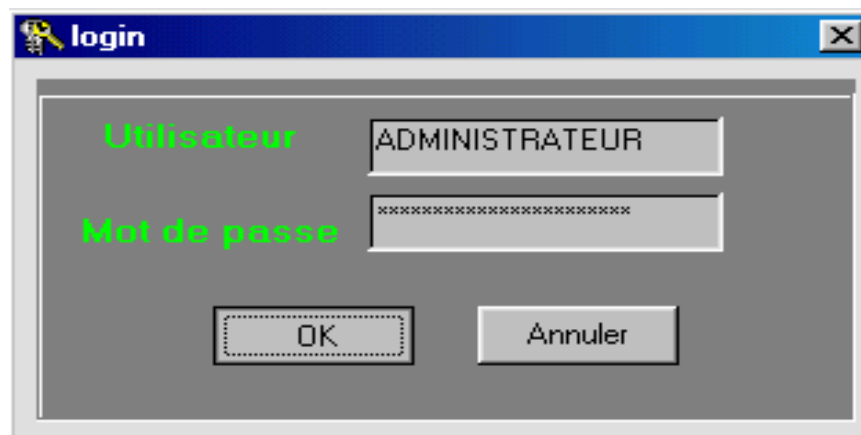
The screenshot shows a Windows-style dialog box titled "Ajout de Site". It contains two tabs: "Caractéristique de site" and "Liste de sites". The "Caractéristique de site" tab is active and contains several input fields. On the left, there are three fields: "Code de BTS" with the value "Site", "Nom de BTS" with the value "Site", and "Configuration" which is a dropdown menu. The dropdown menu is open, showing a list of values: S222, S22, S333, S33, S444, S44, S666 (highlighted), and S66. To the right of these fields, there are four more fields: "Longitude" with the value 33, "Latitude" with the value 46, "BSC rattach" which is a dropdown menu with "Hached1" selected, and "Description" which is an empty text box. At the bottom right of the dialog, there are two buttons: "Ajouter" and "Fermer".

Figure IV.4: ajout d'un site

II.4- Supprimer un site

La suppression d'un site est possible avec ce logiciel.

Pour pouvoir supprimer la BTS choisie on doit saisir le mot de passe conformément à la figure suivante :



III- Dimensionnement par estimation de trafic

La méthode de dimensionnement par estimation de trafic est utilisée pour un nouveau réseau. Elle considère que la charge est répartie uniformément sur les sites de même configuration et elle suppose que toutes les ressources sont exploitées.

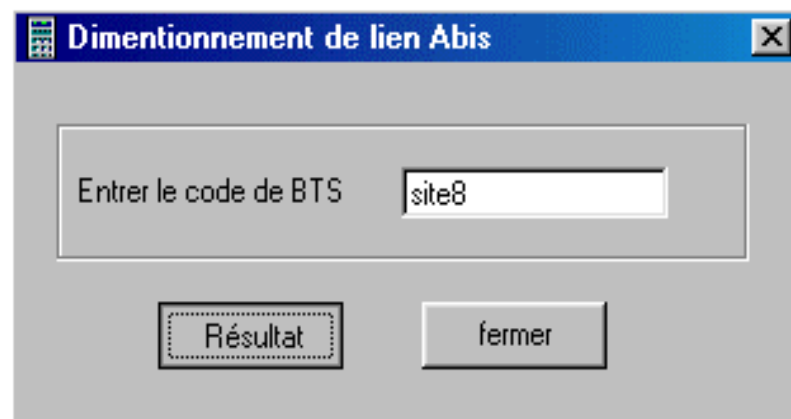
A fin de valider la méthode présentée au chapitre précédent nous allons l'appliquer pour le dimensionnement des interfaces Abis, Ater et A du BSC Hached1.

Pour ce faire, nous allons utiliser le logiciel de dimensionnement qu'on a appelé « Outil de dimensionnement » que nous avons réalisé sous l'environnement Visuel Basic.

III.1- dimensionnement de lien Abis

Etant donné la liste des BTS, représentée par la figure III.2, qui est desservie par le BSC Hached1, on choisit par exemple le « site 8 » pour calculer le nombre de lien MIC sur l'interface Abis. On dispose comme données d'entrées le nom BTS et on doit avoir le résultat suivant :

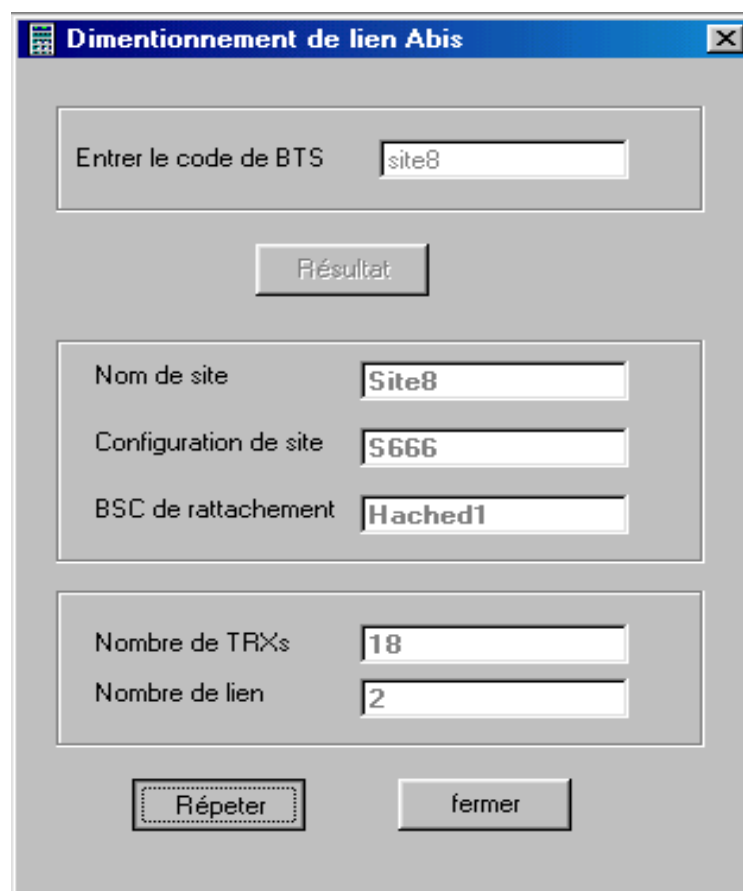
- configuration de BTS,
- BSC de rattachement,
- nombre de TRX,
- nombre de lien MIC sur l'interface Abis.



Dimensionnement de lien Abis

Entrer le code de BTS

Le résultat est donné par la boîte de dialogue suivante :



Dimensionnement de lien Abis

Entrer le code de BTS

Nom de site

Configuration de site

BSC de rattachement

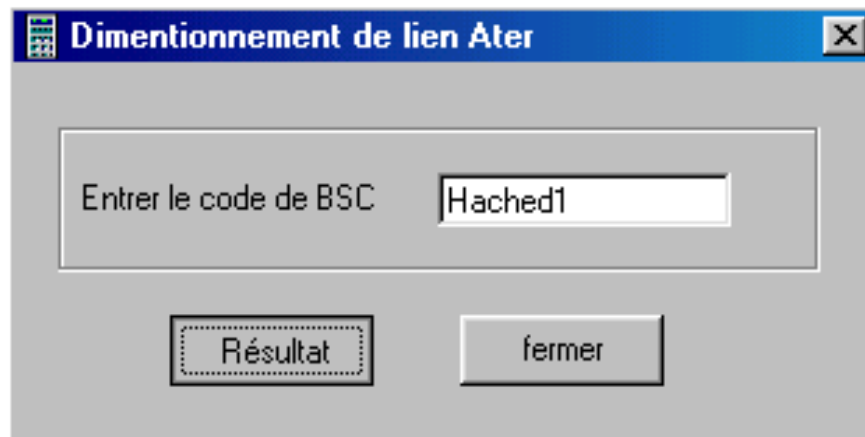
Nombre de TRXs

Nombre de lien

FigureIV.5 : Dimensionnement de Abis

III.2-Dimensionnement de lien Ater

Etant donné le BSC de rattachement des sites on peut calculer le nombre de lien MIC utilisé sur l'interface Ater, pour notre cas on a pris BSC Hached1 comme exemple.



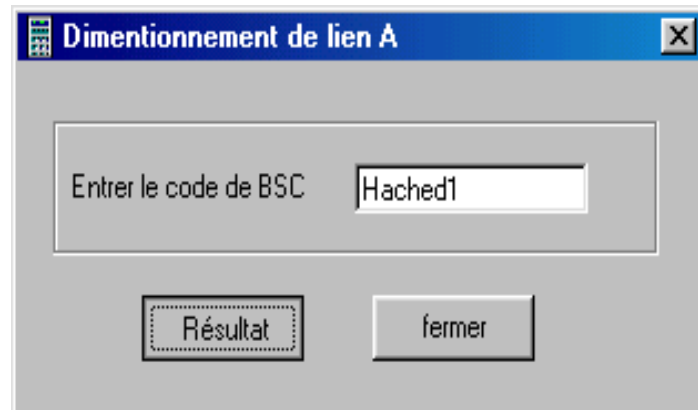
Le résultat est affiché dans la boîte suivante :



FigureIV.6 : Dimensionnement de Ater

III.3- Dimensionnement de lien A

Pour dimensionner le lien A on doit saisir le code du BSC choisit :



Le résultat sera inscrit dans la boîte ci dessous



FigureIV.7 : Dimensionnement de A

IV- Dimensionnement par analyse de trafic

Cette méthode de dimensionnement est basée sur l'analyse de trafic écoulé par un BSC pendant :

- Le début de semaine,
- Fin de semaine,
- Jours fériés.

Ceci est important pour chaque opérateur pour voir l'évolution du trafic dans une zone particulière.

L'analyse de trafic doit être fait à l'heure de pointe. A cet effet, la première étape à faire est de localiser l'heure de pointe caractérisant le réseau. Ensuite voir la fluctuation du trafic mesuré à cette heure de pointe sur toute une semaine.

IV.1- Recherche de l'heure de pointe

Dans cette partie nous devons déterminer l'heure de pointe caractérisant le trafic écoulé par le BSC Hached1.

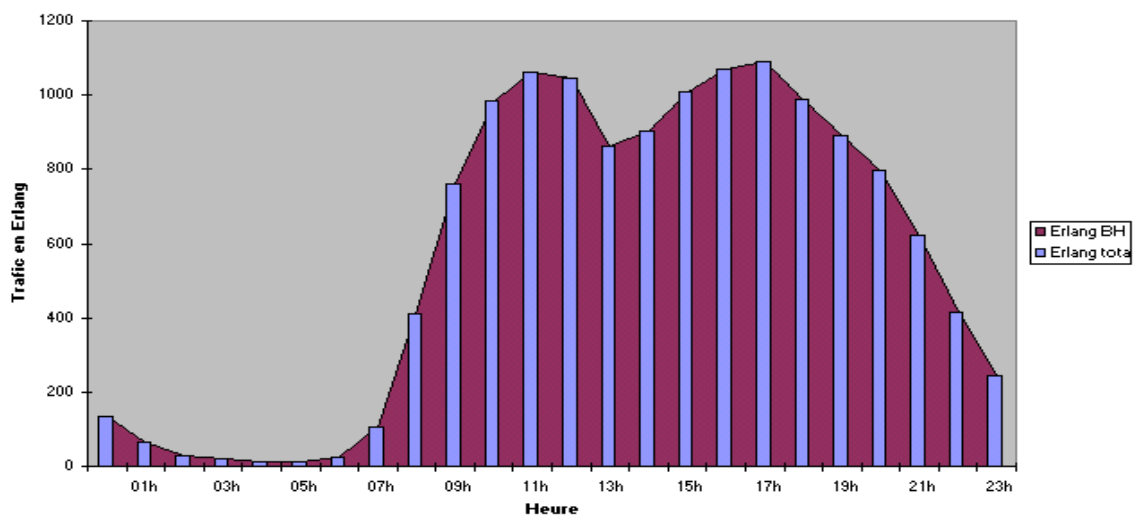


Figure IV.8:Trafic écoulé pendant 24h

La courbe ci-dessus montre qu'au début de jour le trafic est faible, puis il croît pour atteindre son premier pic à 11h (de l'ordre de 1062.9 Erlang), ensuite il varie légèrement jusqu'à 17h où il atteint son deuxième pic (il est de l'ordre de 1088,4), enfin il décroît.

Ces deux valeurs de trafic sont attendues, vu que le BSC de hached1 gère les BTS de centre ville de Tunis où il y a une concentration d'utilisateurs à ces deux heures.

En choisissant 17h comme heure de pointe pour déterminer le nombre de lien MIC nécessaire à véhiculer le trafic et en appliquant la formule de Regolte on obtient :

Le nombre de circuits=1155,

Le nombre de circuit de trafic à 64Kbit/s sur le lien Ater sera alors

$$1155/4=289 \text{ IT MIC}$$

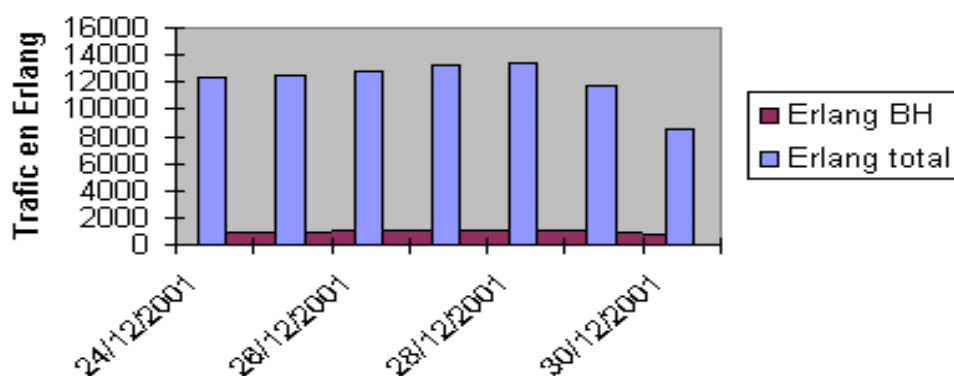
On ajoute à ce nombre 2 IT MIC pour les liaisons X25 et 3 IT MIC pour la signalisation sémaphore. Le nombre total sera 294 IT MIC. Sachant qu'on a un IT LAPD pour chaque lien MIC.

Le nombre de lien MIC est égale à $294/30=10$

Et par la suite le nombre de lien MIC sur l'interface A est égale à $10*4=40$.

IV.2-Observation de trafic sur une semaine

L'objectif de cette partie est d'étudier la fluctuation de trafic mesuré à l'heure de pointe durant une semaine.



FigureIV.9: Trafic écoulé pendant une semaine et en heure de pointe

La courbe précédente illustre les variations de trafics pendant la semaine du 24 au 30/12/2001 et au cours de l'heure de pointe de chaque jour.

On constate que le trafic est presque constant durant toute la semaine. Il est de l'ordre de 1050 Erlangs pendant les heures de pointes à l'exception du jour férié ou le trafic est faible de l'ordre de 660 Erlangs (pendant l'heure de pointe).

V- Interprétation des résultats

Le dimensionnement des liens Ater et A, en utilisant la méthode d'estimation de trafic, considère que toutes les cellules sont en pleines charge c'est-à-dire que toutes les ressources disponibles sont utilisées, par contre le résultat de dimensionnement, en utilisant la deuxième méthode, dépend de trafic maximum écoulé par le BSC Hached1, ce qui explique la différence entre ces deux résultats (12 liens pour la première méthode et 10 liens pour la deuxième méthode sur l'interface Ater).

Afin de ne pas avoir un gaspillage au niveau des ressources, l'opérateur doit prévoir des étapes intermédiaires caractérisant l'évolution du réseau, c'est-à-dire en tenant compte de croissance des demandes.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un outil de dimensionnement des interfaces du réseau d'accès GSM.

Cet outil a été validé par une étude de cas réel.

Glossaire

A

AMRC	Accès Multiple à Répartition de code.
AMRF	Accès Multiple à Répartition Fréquentielle.
AMRT	Accès Multiple à Répartition Temporelle.
AUC	AUthentication centre. Centre d'authentification des abonnés.

B

BCCH	Broadcast Control CHannel. Canal logique sur lequel sont diffusées périodiquement des informations système varie peu dans le temps.
BCH	Broadcast Channel.
BSC	Base Station Controller. Contrôleur de Station de Base. Cet équipement commande une ou plusieurs BTS et gère la ressource radio.
BSS	Base station Sub-System. Sous système radio compose d'un BSC et d'une BTS. Un BSS désigne en général un BSC et les BTS qui en dépendent.
BTS	Base Transceiver Station. Equipement composé des émetteurs/récepteurs radio et constituant l'interface entre le BSC et les mobiles.

C

- CCCH Common Control Channel. Canal de contrôle commun.
- CCITT Le défunt Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.

E

- EIR Equipment Identity Register. Base de données où sont stockées les identités des terminaux mobiles (elle permet par exemple d'établir des listes noires contenant les numéros des terminaux volés).

G

- GMSC Gateway MSC. MSC passerelle réalisant l'interface entre le réseau GSM et le RTCP pour les appels à destination d'un mobile.
- GSM Global System for Mobile Communication.

H

- HLR Home Location Register. Enregistreur de localisation nominal. Base de données contenant les profils et les localisations grossières d'abonnés d'un réseau.

L

- LAPD Link Access Protocol on the D channel.
- LAPDm Link Protocol on the Dm channel. Protocole de liaison de données.

M

- MIC** Modulation par Impulsion et Codage. Par abus de langage, le terme de liaison MIC désigne les liaisons numériques composées d'un ensemble de voies à 64Kbit/s multiplexées temporellement.
- MSC** Mobile services Switching centre. Commutateur fixe adapté à GSM qui permet de gérer les appels départ et arrivées.

N

- NSS** Network sub-system. Sous réseau fixe d'un réseau GSM comportant principalement des bases de données HLR et VLR et des commutateurs mobiles MSC.

O

- OMC** Centre d'exploitation et de maintenance.
- OMC-N** Centre d'exploitation et de maintenance pour la partie réseau.
- OMC-R** Centre d'exploitation et de maintenance pour la partie radio.
- OSS** Operation Support System. Sous –système d'administration englobant l'ensemble des équipements d'administration (EIR, AUC, OMC).

R

- RTCP** Réseau Téléphonique Commuté Public.

S

- SACCH** Slow Associated Control Channel. Canal de contrôle associé à tout canal dédié permettant d'en effectuer la supervision (contrôle de puissance, remonté des mesures..).

SDCCH Stand Alone Dedicated Control Channel. Canal de signalisation dédié, pendant une durée limitée, à un mobile.

SS7 Signalisation sémaphore n°7. Système de signalisation sémaphore normalisé par l'UIT où une voie particulière est utilisée pour transporter la signalisation.

T

TCH Traffic Chanel. Canal de Trafic. On distingue les canaux de trafic écoulant de la voix plein débit (TCH/FS), de la voix demi débit (TCH/HS).