



REPUBLIQUE DU SENEGAL



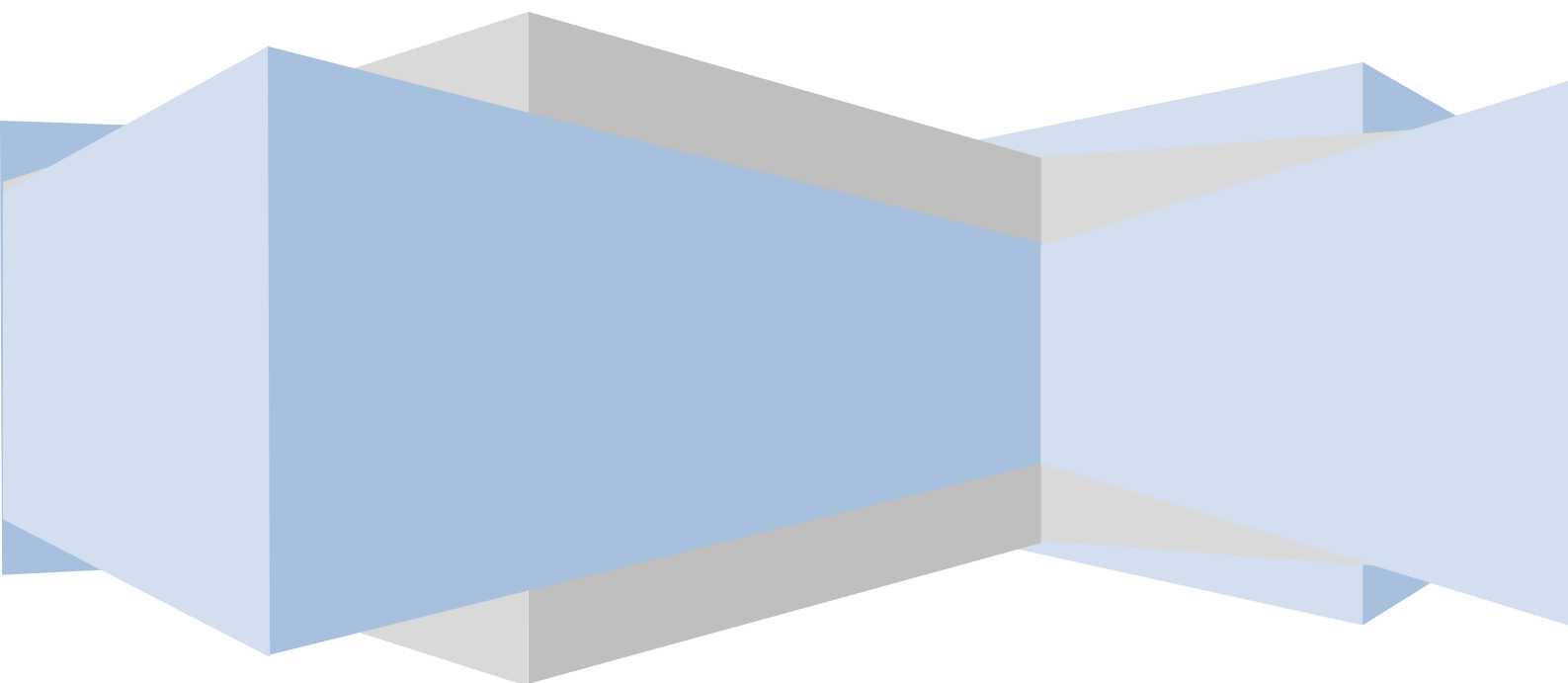
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE SUPERIEURE DE TECHNOLOGIE ET MANAGEMENT

# Rapport de stage

**Hamid MAHAMAT ABDOULAYE**

**Sous la direction de Ndjekoredom Nabam, chef du projet CDM  
et Oumar Dagache, chef du service lignes et réseaux**



## Sommaire

INTRODUCTION .....	
I. PRESENTATION DE LA SOTEL TCHAD .....	3
Cadre Institutionnel .....	
Principales missions .....	
Organisation et Fonctionnement .....	
II. SERVICE LIGNES ET RESEAUX .....	
Centre de qualité de service et GPTO .....	
Centre de suivi et contrôle .....	
Centre d'étude de réalisation et réaménagement .....	6
Centre d'installation complexe .....	
C .I.M .....	
III. PROJET CDMA .....	
PDSN .....	
3GCN .....	
BSS .....	
IN.....	
GOTA .....	
PST .....	
IV. REMARQUES ET SUGGESTIONS .....	1
CONCLUSION .....	
Glossaire.....	
Bibliographie .....	

## **INTRODUCTION**

Le secteur des télécommunications est en pleine évolution. Ce constant développement implique de nouveaux services en réponse à une demande de plus en plus croissante.

L'Afrique quant à elle, et le Tchad en particulier, veut se mettre en diapason avec les autres pays en ce qui concerne les technologies de l'information et de la communication (TIC), et donc il se doit de se doter de cadres outillés pour faire face aux enjeux du troisième millénaire.

Le présent rapport, qui couvre un stage d'imprégnation à la SOTEL TCHAD, s'articule autour de trois grandes parties : dans la première partie nous présenterons la SOTEL TCHAD à travers son organisation, la deuxième partie sera axée sur le service lignes et réseaux et la dernière partie sera consacrée au département qui s'occupe de la norme CDMA et son déploiement.

Dans le cadre de notre stage, nous avons passé un mois à la direction de production, principalement au service lignes et réseaux (15 jours) et le projet CDMA (15 jours).

## **I. PRESENTATION DE LA SOTEL TCHAD**

### **Cadre Institutionnel**

La Société de Télécommunications du Tchad (SOTEL TCHAD) est une société d'Etat dotée de la personnalité morale, à l'autonomie financière et de gestion, placée sous la tutelle du ministre des postes et télécommunications, elle exerce ses activités conformément aux lois et usages régissant le fonctionnement des Sociétés privées. Une démarche de privatisation a été cependant mise en marche depuis le 22 septembre 2010, ce qui amènerait l'Etat Tchadien à céder 60% du capital du groupe Sotel-Tchad pour une valeur de 90 millions USD (environ 64,7 millions d'euros) à la LAP Green Network, qui est un opérateur de télécommunications appartenant à la Libyan African Investment Portfolio.

La création de la SOTEL TCHAD découle de la loi N° 009/PR/PM/98 du 17 août 1998 sur les télécommunications, son fonctionnement a été effectif par la nomination du directeur général et son adjoint décret 211/PR/MPT/2000, et la nomination à la même date des onze (11) membres du conseil d'administration de cette société.

Trois opérateurs se partagent la gestion des infrastructures des télécommunications, la SOTEL TCHAD a pris en charge toutes les activités de l'ex TIT (la société de télécommunication internationale du Tchad) et des activités des télécommunications de l'ex-ONPT (Office Nationale de Poste et Télécommunications du Tchad). Pour les réseaux mobiles nous avons SOTEL mobile filiale de SOTEL TCHAD (SALAM), ZAIN et TIGO.

## **Principales missions**

Principalement chargée de l'exploitation des réseaux de base, la SOTEL TCHAD a pour missions fondamentales d'offrir une meilleure qualité des services des télécommunications au plus grand nombre et aux meilleurs coûts sous la contrainte de son équilibre financier.

La société a pour objet :

- l'établissement et l'exploitation de tous les réseaux de télécommunications ouverts au public et offrir au public tous les services de télécommunications et d'assurer leur interconnexion avec d'autres réseaux nationaux et internationaux ouverts au public ;
- la fourniture de tous les autres services, installation, équipement, terminaux et réseaux des télécommunications.

## **Organisation et Fonctionnement**

La Société des télécommunications du Tchad est administrée par un directeur général. Celui-ci est présenté par le conseil d'administration et nommé par décret sur proposition du ministre des postes et de nouvelles technologies, la direction générale est composée de :

- Une **direction générale** et une **direction générale adjointe** auxquelles sont rattachées :

Quatre directions opérationnelles qui sont :

**Direction de Production**

**Direction Financière et de la Comptabilité**

**Direction Commerciale Marketing et de l'Informatique**

**Direction des Ressources Humaines et de la Logistique.**

Et trois délégations provinciales au rang de services qui sont :

**Délégation du Sud Ouest (Moundou)**

**Délégation du Sud Est (Sarh)**

**Délégation du Nord Est (Abéché)**

## II. SERVICE LIGNES ET RESEAUX

C'est le service qui se consacre aux lignes, aussi bien dans leurs créations, modifications et maintenances. Il est composé de quatre centres et trois équipes d'interventions.

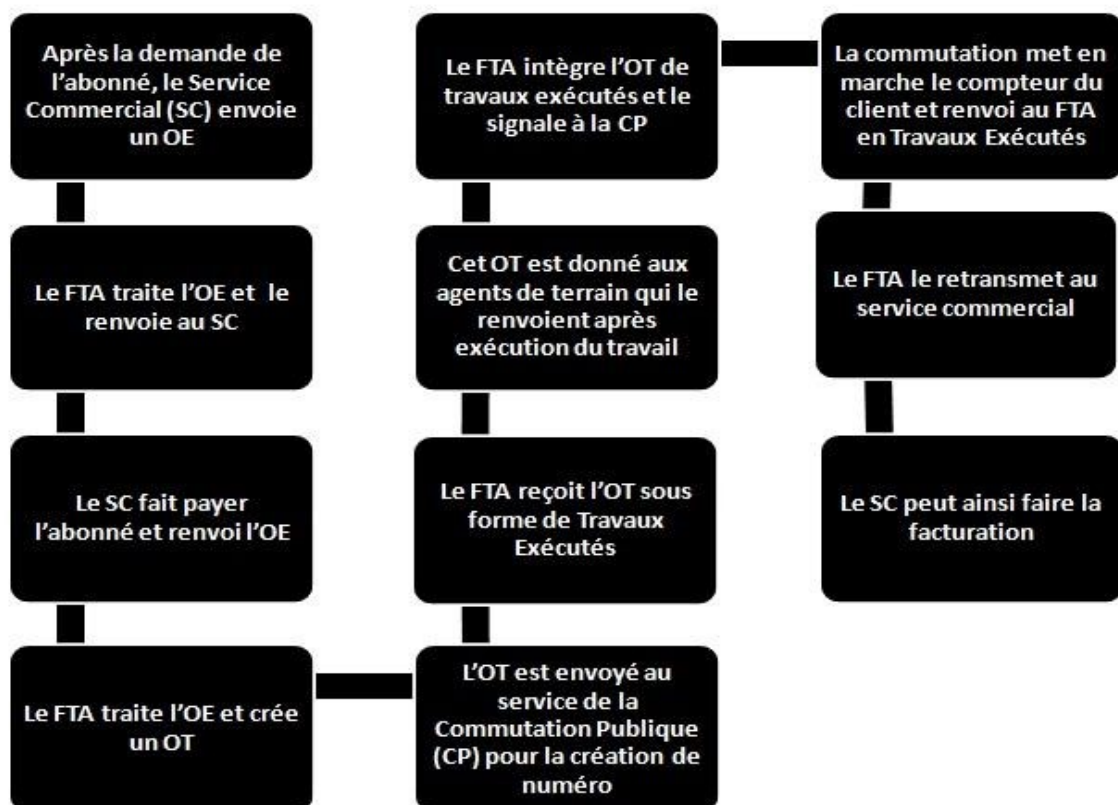
### Centre de qualité de service et GPTO

Cette section est un nœud important entre le service commercial, l'abonné et la commutation. Toutes les requêtes passent par le directeur de ce service qui représente le FTA (Fichier Technique des Abonné) et qui traite les requêtes par l'intermédiaire du programme informatique appelé GPTO (Gestion des Produits Télécoms). Il s'occupe également de la modification des constitutions et les statistiques de dérangement.

Il traite entre autres :

- les OE (Ordre d'Etude) qui sont des documents indiquant aux agents d'étudier un emplacement en vue d'une opération telle que l'installation d'une nouvelle ligne (OE commutation), un changement d'emplacement (OE Transfert local) ou un problème sur une ligne (OE dérangement).
- Les OT (Ordre de Travail) qui sont des documents indiquant les opérations à faire et les équipements requis, telles que la création de ligne, le transfert local, la recréation d'une ligne résiliée, ajout de ligne, dérangement et changement de constitution.

Exemple d'une création de ligne traitée par le Centre.

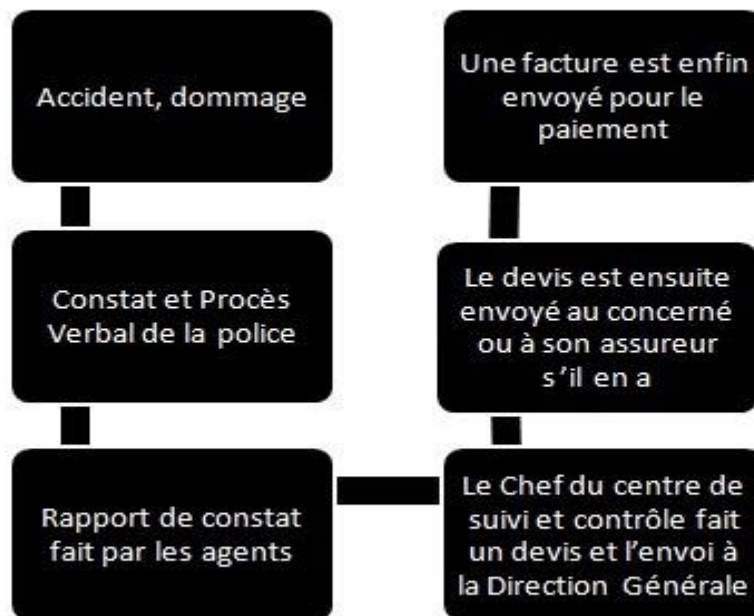


## Centre de suivi et contrôle

C'est une section qui s'occupe principalement des constats relatifs aux dommages faits sur les infrastructures installées par la Société. Elles font un suivi de secteurs et collaborent le plus souvent avec la police et les entreprises de génies civil.

Le centre est dirigé par un chef de section, auquel doivent se référer trois équipes de constats et suivi, chaque chef d'équipe a sa zone.

D'une manière générale, le centre de suivi et contrôle fonctionne selon le schéma suivant :



Il y'a cependant des cas exceptionnels, comme par exemple le cas où les dommages sont causés par un phénomène naturel (tornade, pluie) ou par un individu qui n'est pas identifié, alors la SOTEL paye elle-même les réparations.

## Centre d'étude de réalisation et réaménagement

C'est le secteur qui s'occupe des travaux sur les infrastructures téléphoniques, l'étude de zones.

Une étude peut concerner les câbles aériens et souterrains (génie civil), la pose de chambre etc...

Tout ces travaux reposent sur le plan réalisé à partir de l'étude et les indications qui y sont inscrites.

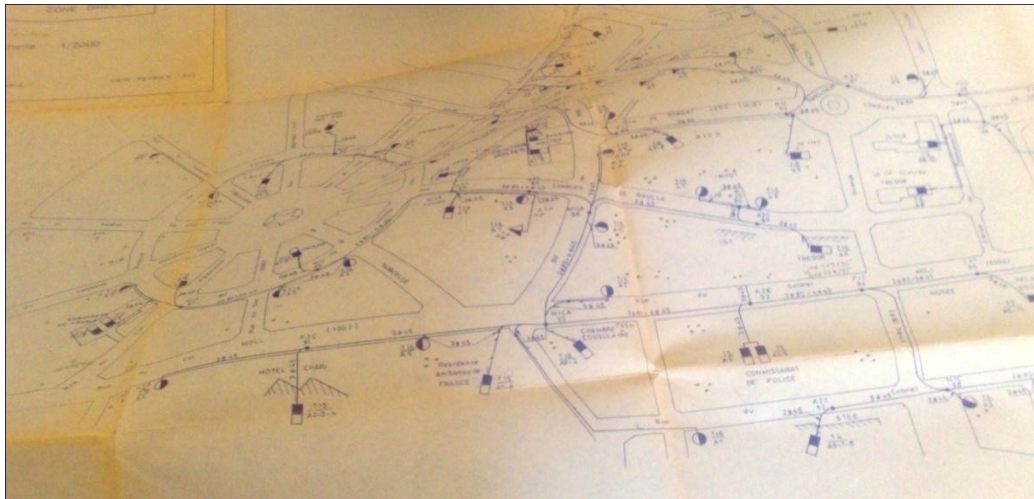
Un plan peut être :

- itinéraire (sous fond de plan de la ville)
- schéma de recollement de câble
- recollement génie civil

Il est mis à jour si nécessaire.

Tout plan fait avant l'installation est un plan de projet, caractérisé par un tracé discontinu (pointillés).

Le problème récurrent auquel fait face le centre pendant les nouvelles installations est que les architectes ne prévoient pas de structure téléphoniques donc la Sotel est obligée de faire appel à d'autres entreprises pour le fonçage (traverser la route pour faire passer les tuyaux).



Plan itinéraire

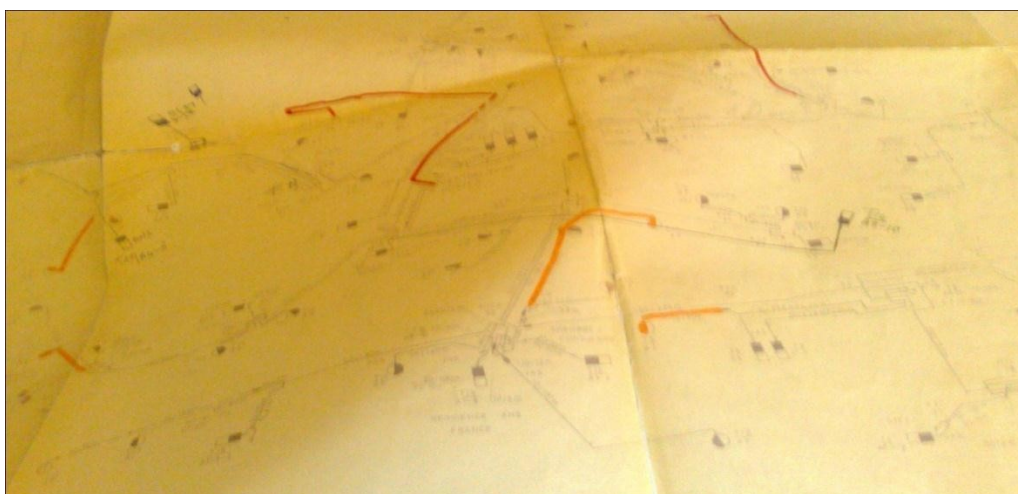
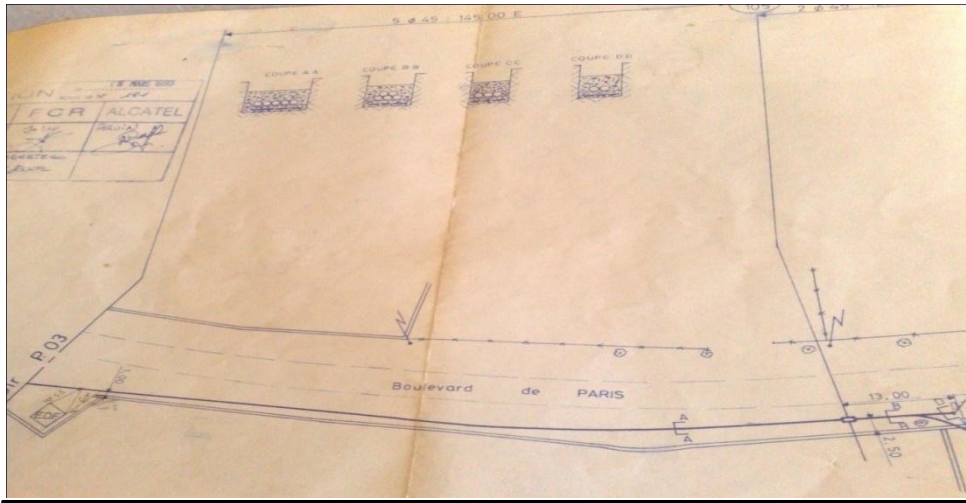


Schéma de câble



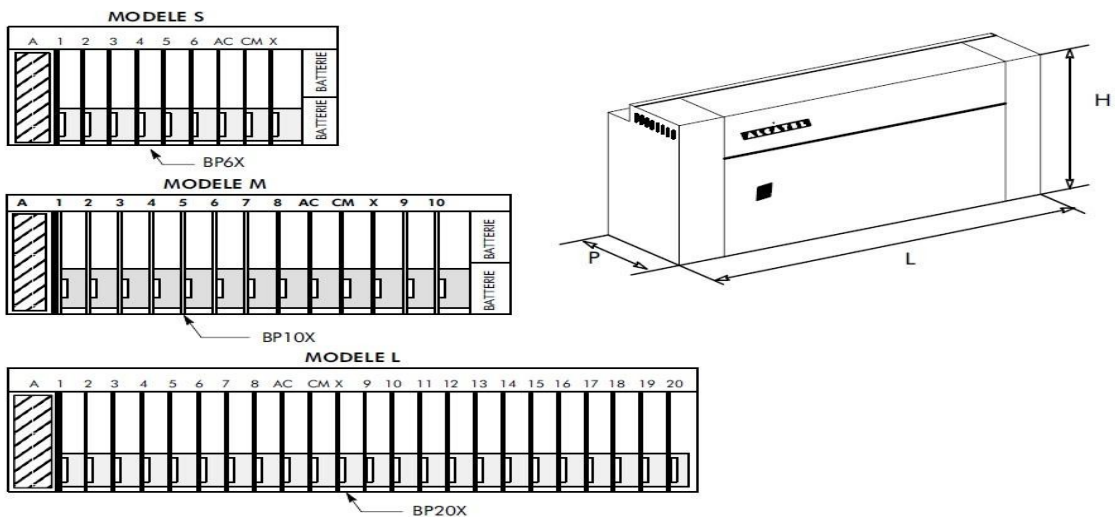
Plan de recollement génie civil

## Centre d'installation complexe

Le centre d'installation complexe s'occupe de la mise en place de systèmes standards, c'est-à-dire une architecture téléphonique qui comprend un central téléphonique (autocommutateur-PABX), des postes numériques, analogique, des câbles et des prises.

Le PABX (**P**riate **A**utomatic **B**ranch **e**Xchange) ou Autocommutateur téléphonique privé, est un équipement qui assure l'alimentation et la commutation des postes téléphoniques d'entreprise numériques et/ou analogiques, ainsi que la connexion aux opérateurs de télécommunications.

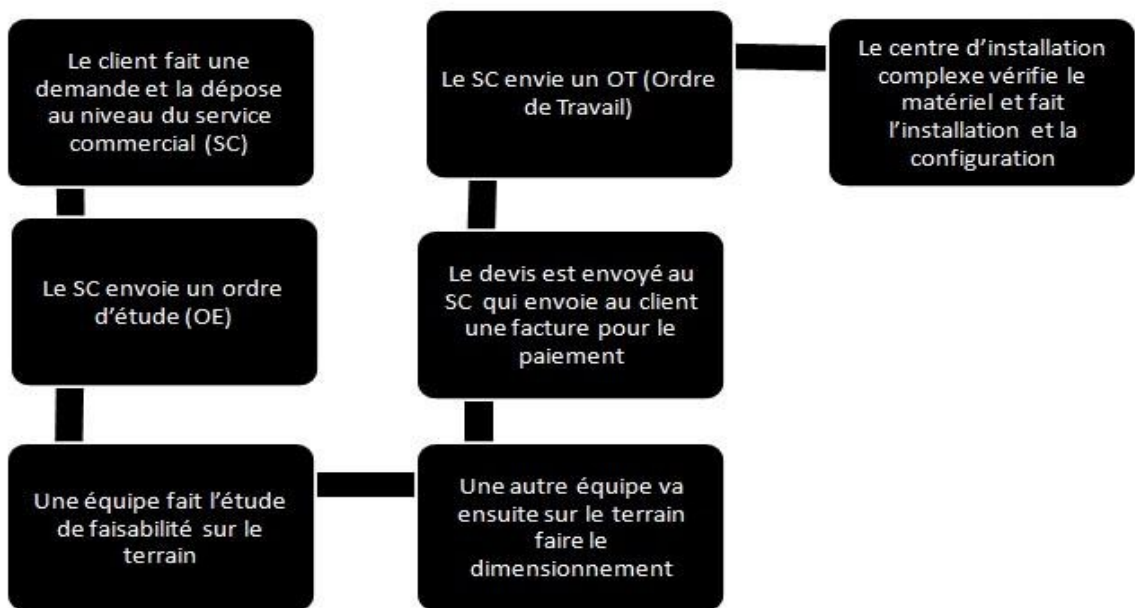
Il peut se présenter sous cette forme (exemple du coffret Alcatel 4200 E) :





Concrètement les équipes du centre transportent les lignes dans leurs emplacements, installent les lignes directes et les systèmes standards dans les locaux et s'occupent également de la maintenance.

L'avantage de ce genre d'installation est qu'on évite trop de lignes directes (couteuses pour l'entreprise) tout en ayant des communications internes gratuites. On peut également contrôler les autres postes, leurs droits d'accès et leurs temps de communication à partir d'un poste ayant l'autorité.



Les coffrets de PABX utilisés par la SOTEL sont fabriqués par ALCATEL (coffret 4200), PANASONIC (coffrets 206, 308, 616, 1232), MATRAKON et SIEMENS. La programmation est différente pour chaque marque. Un coffret est constitué par :

- Une carte d'alimentation SLC : son rôle est de transformer le courant de 220V qui arrive en un petit courant de 12,5 V, supportable par l'équipement.



- Des cartes d'abonné DLC : qui câblent le poste téléphonique numérique /analogique à la ligne téléphonique.



- Une carte mémoire AC/CM : dotée d'une pile, elle a pour rôle de sauvegarder les données du coffret.

## Installation

Pendant notre passage au centre d'installation complexe, nous avons pu voir une installation du coffret le Direction Générale de la Sotel. Il s'agit du modèle 4200 A de ALCATEL sur lequel sont branchés :

- une carte mémoire AC/CM
- Cinq cartes d'alimentation SLC8
- deux cartes d'abonnés TLC4, qui permettent de raccorder les lignes réseau analogiques.

Le coffret est relié à une réglette de répartition, un répartiteur de coffret rattaché à une réglette venant du répartiteur et une réglette de PTT.

## Programmation

La programmation consiste entre autres à :

- attribuer des numéros personnalisés à chaque poste connecté au coffret
- activer ou désactiver un numéro
- déterminer les types de communications pour les postes (international ou local)
- vue d'ensemble du faisceau (nombre de lignes programmés sur le poste standard)

Un faisceau peut contenir 16 lignes.

- Déterminer le mode de réception d'appel : cyclique (si un poste est occupé, un autre reçoit l'appel) ou séquentiel (si le poste est occupé, l'appel est en attente).
- Voir et éditer les liaisons entre les lignes et les broches sur la carte d'abonné

## C.I.M

Les CIM ou Centres d'Interventions et Maintenance, sont constitué d' équipes d'agents, chargés de l'installation, vérifications et maintenances des lignes de la SOTEL. Ils sont aux nombres de trois :

**Ridina – Dembe**

**Goudji – Diguel**

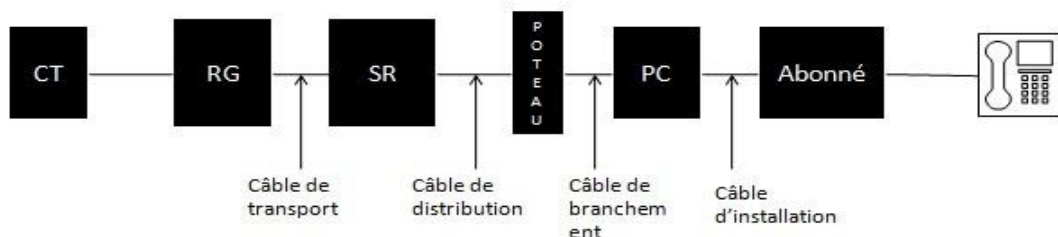
**Poste – Farcha**

Les équipes déterminent leurs missions par rapport aux ordres d' études (OE) et ordres de travail (OT) qui, respectivement, leur demande de vérifier et d'intervenir.

Durant les trois jours passés avec ces équipes, nous avons pu prendre connaissance de l'architecture du réseau téléphonique de la Sotel.

Dans chaque centrale (Ridina, Goudji et Poste) il y'a un Répartiteur général (RG), relié à un Sous Répartiteur (SR), celui-ci est relié à un point de commutation (PC) qui a un lien direct avec l'abonné.

La représentation architecturale d'une ligne réseau d'abonné se rapproche donc du schéma ci-dessous :



## III. PROJET CDMA

Cette section couvre le réseau de la SOTEL MOBILE, dont les deux principaux produits sont SALAM (téléphonie mobile) et TAWALI (internet). Ce projet a été initié en 2008 grâce à un accord entre l'Etat Tchadien et la Chine Populaire, avec l'entreprise ZTE comme équipementier.

Le CDMA (Code Division Multiple Access) est une technologie de communication par étalement de spectre. Théoriquement elle suit la formule de Shannon.

La formule pour calculer la capacité d'un canal est  $C = B * \text{Log}_2 (1 + S/N)$

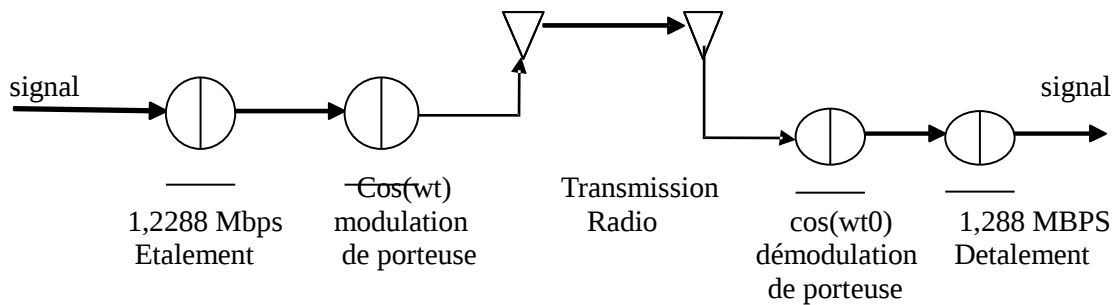
C : capacité en bit/s de canal

B : bande passante du signal en Hertz

S : puissance du signal en Watt

N : puissance du bruit en Watt

D'après la formule de Shannon, B et le rapport S/N sont inversement proportionnels si la capacité C reste inchangée. L'étalement de spectre en CDMA permet le transfert d'information sur une bande passante plus grande. Cette technique augmente la capacité anti interférence, permet la communication multiplexe, la haute sécurité et la résistance aux interférences due aux trajets multiples.



La SOTEL utilise l'évolution du CDMA dénommée 1X, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Services	Voix et données
Débit maximum	Aller : 307 kbps, retour 96 kbps
Canal	CDM aller et retour
Multiplexage	Oui
Handover	Hard Handover et Soft Handover
Puissance et contrôle De débit	Contrôle rapide de puissance Pas de contrôle de débit
Procédure d'accès	Procédure d'accès canal simple et améliorée
Caractéristiques du code	Code convolutionnel et Turbo Filtre FIR d'ordre 48

## PDSN

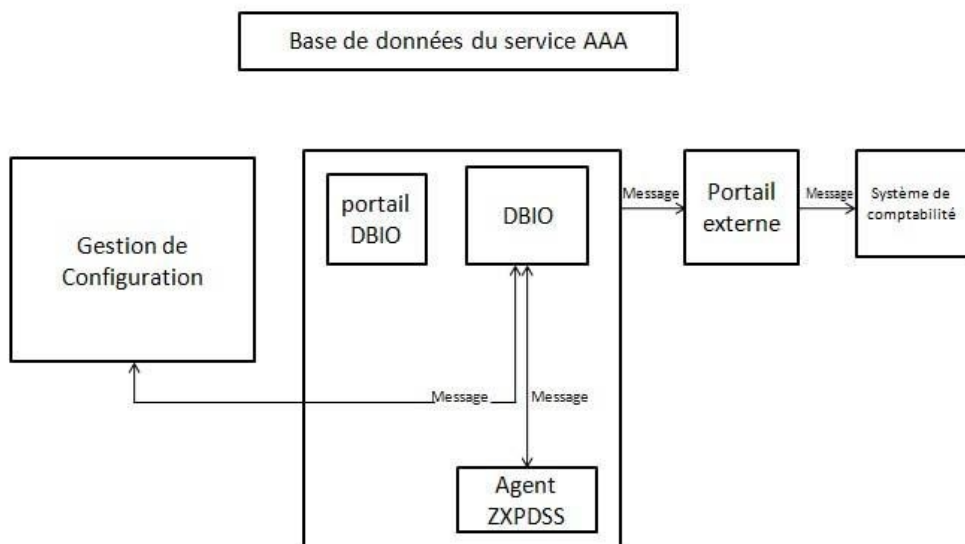
Le PDSN ou Packet Data Serving Node, est un nœud du service qui s'occupe des données par paquets c'est-à-dire l'internet du réseau mobile. Il a pour fonction l'authentification, autorisation et comptabilité des données des utilisateurs.

Comme nous avons pu le constater lors de notre stage, le service est géré à partir d'un ordinateur, lui-même relié à la centrale par un câble UTP, la centrale étant reliée aux antennes par fibres optiques.

L'ordinateur dédié à la gestion du PDSN abrite le logiciel Radius ZXMPDSS de ZTE, appelé AAA (Authentication Authorization and Accounting) qui a pour fonctions :

- La gestion et la maintenance, incluant l'ajout, suppression, modification et requêtes sur les numéros d'abonnés.
- Changement de cartes et numéros, permettre ou interdire l'accès réseau aux utilisateurs.

Son architecture se présente ainsi :



## 3GCN

Le ZXC10 3GCN est l'équipement principal de la partie réseau commuté du CDMA 2000. Il observe la Norme 3GPP2, réalise le service et le contrôle et sépare l'appel et la porteuse. Il peut être connecté avec d'autres réseaux CDMA2000 3G et est compatible avec des réseaux mobiles traditionnels 2 G.

Le ZXC10 3GCN inclut une MSC ZXC10 et une MGW ZXC10. Le premier fournit le contrôle d'appel, le contrôle de passerelle media et quelques fonctions de service. Le second est une passerelle qui fournit le courant de service, la transmission de porteur de service et l'intercommunication avec d'autres réseaux.

Particularités :

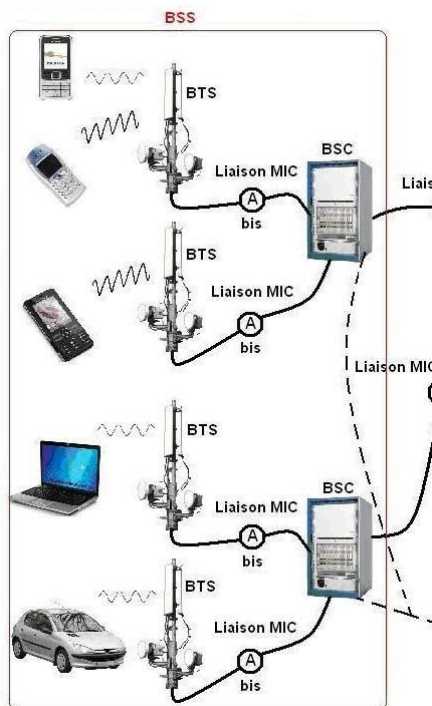
- Architecture de système avancée
- Plate-forme tout-IP unifiée
- Haute adaptabilité et expansion lisse.
- Grande capacité et haute intégration
- Interfaces ouvertes et gestion de réseau flexible

## BSS

La BSS ou Base Station Sub-System est réseau qui assure les transmissions radioélectriques et gère les ressources radio. Il est composé de :

- BTS (Base Transciever Station) qui sont des antennes émettrices/réceptrices reliés à des coffres ou TRX. Les BTS gèrent le trafic radio venant et allant vers les MS (Mobile Station) c'est-à-dire les téléphones cellulaires.
- et de BSC (Base Station Controller) qui contrôle les BTS.

Il y a 18 BTS pour la capitale Ndjamena, dont 16 au centre et 2 en périphérie.



Les BTS sont formées de d'antennes émettrices/réceptrices et de coffrets.

Les coffrets de ces BTS ont une partie radio et une partie bande de base. Plusieurs interfaces entrent en jeu pour traiter les signaux :

- Traitement du signal (CHM)
- Contrôle de la partie bande de base (CCM)
- Interface avec le BSC (DSM)
- Synchronisation avec l'horloge d'un satellite (GCM)
- Collecte des alarmes et signalisation au niveau du moniteur du BSC
- Transposition – modulation pour obtenir la fréquence radio
- Les amplificateurs envoient le signal au RFo qui le renvoie à l'antenne
- Carte de contrôle de la partie radio (PIM)
- Interface entre partie radio et partie bande de base (RIL)

Un appel émi est capté par la BTS la plus proche, qui le traite en bande de base, l'envoie dans la partie radio, il y'a ensuite émission par faisceau jusqu'à la BSC qui déterminera la zone cible.

Dans les coffrets des BTS de la SOTEL, il y a toujours trois secteurs donc trois fréquences. En CDMA, trente cinq personnes peuvent émettre sur une seule fréquence à la fois et en même temps. Donc dans le cas du réseau mobile de la SOTEL, un nombre total de 105 personnes peuvent appeler à la fois et en même temps, mais ce nombre a été réduit à 90 (30 personnes par secteur) pour éviter les encombrements.

Un système d'alimentation est couplé à ces coffrets, il est constitué :

- De batteries extensibles à un nombre de 12, qui servent d'alimentation de secours en cas de coupure de courant (jusqu'à 12 heures d'autonomie)
- Des onduleurs qui transforment la tension de 220 V qui arrivent en une tension de 48 V, dont une partie charge les batteries et l'autre alimente le système de la BTS.
- Un contrôleur, qui contrôle justement la tension continue et alternative, et les alarmes.

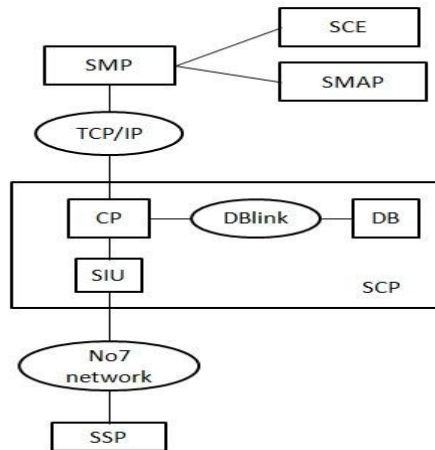
On trouve également dans l'habitacle, un système radio permettant de se connecter aux autres BTS et de communiquer via un casque et un micro.

L'alimentation électrique des BTS est exclusivement desservie par un groupe électrogène, pour ne pas se soumettre aux multiples coupures.

## IN

Le système IN (Intelligent Network) gère et implémente tout type de nouveau service dans le réseau. Il ne reste cependant pas en parallèle du réseau de communication mais le sert et l'améliore. Il rend ainsi possible l'ajout de nouveaux services plus diversifiés.

L'architecture de l'IN ZXIN10 comme utilisé dans le Projet CDMA de la Sotel est là suivante :



- SMP : Service Management Point - gestion d' accès au service, aux données et au réseau
- SMAP : Service Management Access Point - permet à l'utilisateur d' accéder au SMP et implémente des fonctions d' accès, d' entrée de données et d' authentification.
- SCE : Service Creation Environment - environnement de création/modification de données, détections et tests.
- CP : Control Processor
- DB : Data Base - base de données (DBlink est un lien vers la DB)
- SIU - Service Interface Unit - Conversion des signaux en données TCP/IP, codeur/décodeur de messages
- No7 network - réseau
- SSP : Service Switch Point - Point de commutation du ZXIN10, il complète le service de commutation, contrôle et accès aux appels, et fonction de ressource spéciale.

## GOTA

Le système GoTa est basé sur la technologie CDMA, il hérite de ses avantages. Il propose deux groupes de technologie-clé, à savoir : partage de canal et Liaisons Rapides (talkie walkie plus moderne).

Il fournit non seulement des services professionnels et des fonctions, mais aussi une variété de services à valeur ajoutée, comme le SMS, services de localisation, données à haut débit, surveillance vidéo etc...

## PST

Le PST ou Public Switch Telephone - réseau téléphonique commuté.

Il fournit les fonctions d'appels locaux, externes/internes, communication urbaine, des services spéciaux, appel longue distance national, appel international.



## IV. REMARQUES ET SUGGESTIONS

- Mauvaise prise en charge des stagiaires, ce qui conduit à un stage parfois incomplet
- Manque de véhicules pour les équipes d'interventions
- Stock insuffisant de matériel
- Privatisation lente de la société

- Une meilleure prise en charge des stagiaires, notamment par la présence d'un maître de stage
- Plus de véhicules pour les équipes d'interventions
- Augmentation du stock de la SOTEL avec du matériel neuf et de bonne qualité
- Accélération de la privatisation de la SOTEL, qui pourrait améliorer la qualité de services

## CONCLUSION

De ce qui précède, il ressort que la SOTEL est encore un poids lourd non négligeable dans le secteur des télécommunications au Tchad. Pendant ce stage, nous avons pu constater qu'elle détient de grandes possibilités, grâce à ses cadres dynamiques, jeunes et relativement bien formés. Elle doit cependant faire face à un problème d'organisation, un soutien insuffisant de la part de l'Etat et un manque d'ouverture aux capitaux étrangers. Cependant, avec l'extension de ses services vers l'internet et le mobile par le CDMA et les équipements de pointe dont elle s'est dotée, la SOTEL ébauche déjà des pas vers un avenir prometteur pour les Télécommunications au Tchad.

## **Glossaire**

**3GCN:** 3<sup>rd</sup> Generation Core Network

**BSC :** Base Station Controller

**BSS** ou Base Station Sub-System

**BTS :** Base Transciever Station

**CDMA :** Code Division Multiple Access

**CIM :** Centres d'Interventions et Maintenance

**CP:** Control Processor

**DB:** Data Base

**FTA :** Fichier Technique des Abonné

**GPTO :** Gestion des Produits Télécoms

**OE :** Ordre d'Etude

**OT** Ordre de Travail

**PABX** Private Automatic Branch eXchange

**PC :** point de commutation

**PDSN:** Packet Data Serving Node

**PST:** Public Switch Telephone

**RG** Répartiteur général

**SCE :** Service Creation Environnement

**SIU :** Service Interface Unit

**SMAP :** Service Management Access Point

**SMP :** Service Management Point

**SOTEL :** Société Tchadienne de Télécommunications

**SR :** Sous Répartiteur

**SSP :** Service Switch Point

## **Bibliographie**

- ZXJ10 SPC Switching System Technical manual - ZTE
- ZXIN10 Intelligent Network Software manual – ZTE
- CDMA 2000 overview
- OT et OE 2010
- Agent AAA user manual – ZTE
- [www.zte.com.cn](http://www.zte.com.cn)