

# Le Modèle de papier ICIA 2012 Conference Paper

**AZONNAHOU E. Ross Venceslas**

Ir. Télécoms

Laboratoire d'Electrotechnique de Télécommunication et d'Informatique Appliquée (LETIA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Benin

aveneross28@yahoo.fr

**ADEDJOUA A. Sèmiyou**

Directeur du Laboratoire d'Electrotechnique de Télécommunication et d'Informatique Appliquée (LETIA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Benin

adedjouma\_semiyou@yahoo.fr

## 1. Résumé

*Ce travail a consisté à concevoir et à réaliser une application informatique capable de communiquer avec un mobile à trace et un récepteur GPS (Global Positioning System), afin de prendre des mesures sur le lien radio et de détecter les lieux et les sources d'interférences dans les réseaux GSM (Global System for Mobile Communications). Ainsi, à partir du décodage et de l'analyse automatique des mesures récupérées, nous avons réalisé un module pour la représentation graphique des puissances des signaux récupérées du mobile à trace en fonction du temps et celle du niveau de la qualité du signal reçu. L'interprétation de ces différentes courbes nous a permis de caractériser l'état de couverture, celui de la qualité de services, obtenus aux points de mesures étudiés et de localiser les lieux et les sources d'interférences. La construction d'une carte numérique géographique a permis d'apprécier globalement la qualité de services offerts dans toute une zone de mesure et de faire une analyse spatiale des lieux de perturbation.*

**Mots Clés:** Carte géographique, GPS, Interférence, Mobile à trace.

## 2. INTRODUCTION

La norme GSM est connue du grand public et exploitée dans tous les secteurs techniques, politiques et socio-économiques. Elle constitue une référence au niveau mondial tant sur le plan du concept que du vocabulaire (Godlewski, Martins et Coupechoux, 2007). Les nombreux services qu'offrent les réseaux GSM ne cessent d'augmenter avec une prolifération des utilisateurs de ces derniers; ce qui nécessite par conséquent une augmentation de la capacité des réseaux GSM. Cette augmentation et l'ambiance concurrentielle entre les opérateurs GSM, afin de conquérir le maximum d'abonnés, conduisent ceux-ci à la réutilisation des fréquences porteuses par secteur pour une meilleure couverture. Le risque d'interférence s'intensifie constituant par la suite un souci majeur pour la qualité de services offerts aux abonnés des différents réseaux. En effet, les interférences résultant d'une charge de trafic élevée peuvent entraîner une mauvaise qualité de la voix ou des coupures de liaisons radio dans les réseaux GSM (Simon et Alejandro, 2007). Les causes des interférences sont multiples. Les réseaux radio ne sont jamais « terminés », ils sont en effet constamment élargis, que ce soit par la mise en service de stations de base supplémentaires ou par l'ajout de nouveaux canaux radio (Tonye et Ewoussoua, 2006). La réalisation de ces modifications influence les plans de fréquences existants qui ont été optimisés par rapport au scénario radio d'origine. D'autres sources de perturbations sont relatives aux fréquences mal réglées ou à des porteuses d'autres réseaux en provenance du même pays ou d'un pays voisin.

En outre, le nombre de systèmes de communication sans fil, a considérablement augmenté au cours de ces dernières années. Ceci a accru le niveau de rayonnement de champ électromagnétique entraînant aussi des risques d'interférences (Gaoning, 2010).

Dans le souci de limiter les interférences dans les réseaux GSM, des mesures objectives sont effectuées sur les sites afin de détecter et d'étudier les points de perturbations dans le but de prendre des décisions

appropriées. Mais les moyens utilisés à ces fins demeurent laborieuses et nécessitent beaucoup de temps pour extraire les informations nécessaires pour l'interprétation de l'état du réseau (CMTL, 2008). Afin de contribuer à la résolution de cette problématique, nous nous sommes fixé comme objectif, de concevoir et réaliser une application de métrologie de la qualité de services et de détection des interférences dans les réseaux GSM. Elle permettra de connaître à partir des mesures radio effectuées sur les sites, la qualité du signal reçu et les noms des stations de base en interférence (s'il y en a) ainsi que les paramètres liés à ces stations. Par ailleurs, cet outil présentera à l'opérateur une vue d'ensemble de l'étendue et de la couverture de son réseau à travers une carte géographique d'interférence.

### **3. REVUE DE LITTÉRATURE**

#### **a. Etude de l'existant**

Il existe plusieurs outils qui permettent l'étude de l'état du réseau. Au nombre des outils utilisés, on peut citer : TEMS INVESTIGATION de ERIKSON, NEMO de Nokia, ATOLL de FORSK, AGILENT DRIVE TEST.

Tems investigation, Nemo et Agilent sont des outils drive test, utilisés pour étudier la caractéristique d'un réseau. Ils donnent plusieurs informations (paramètre RXLEV, paramètre RXQUAL...) qui permettent d'aider à prendre des décisions sur l'état du réseau (CMTL, 2008). Ils sont utiles pour la pré-qualification des sites, pour les tests de qualification des performances et pour les mesures de la qualité de services. Ils participent également à l'optimisation des paramètres radio. D'autres fonctionnalités de ces outils sont : le calcul du taux d'accessibilité afin de connaître les charges sur le trafic, le balayage de fréquences en vue de forcer le calage sur une fréquence donnée, le suivi de tous les événements d'un appel quelconque... (CMTL, 2008).

Par contre ATOLL est un logiciel de simulation radio permettant de prendre des décisions lors de la planification du réseau. Il intègre un modèle numérique de terrain, une carte permettant d'avoir le profilé d'une zone : différents obstacles (montagnes, immeubles) et leur hauteur. Il est surtout utilisé pour la planification fréquentielle comme l'outil Planet de MSI ou A955 RNP de Alcatel.

#### **b. Critiques sur les outils existants**

Ces outils sont très performants et donnent plusieurs informations sur l'état du réseau. Mais ils sont difficiles à manipuler et nécessitent beaucoup de temps pour extraire les informations nécessaires pour l'interprétation de l'état du réseau.

En effet, les principaux inconvénients liés à ces différents outils sont : la limitation géographique (problème de représentativité sur une carte numérique), l'analyse non automatique des résultats des mesures effectuées et ils sont coûteux pour un réseau national (CMTL, 2008).

### **4. MÉTHODOLOGIE**

Nous avons utilisé, dans le cadre de ce projet, le processus unifié 'UP' (Unified Process en Anglais) qui est un processus de développement logiciel itératif, centré sur l'architecture, piloté par les cas d'utilisation d'UML (Unified Modeling Language) et orienté vers la diminution des risques (Roques, 2008). C'est un patron de processus pouvant être adapté à une large classe de systèmes logiciels, à différents types d'entreprises, à différents domaines d'application et à différents niveaux de compétences.

Notre méthodologie, conformément à l'utilisation du processus UP, peut se résumer comme suit:

la spécification et l'analyse des besoins nécessaires à la mise en place de l'outil : Cette étape nous a surtout permis de choisir le mobile à trace Sagem OT490 pour la mesure des informations radio compte tenu de sa précision en terme de mesure drive test et le récepteur GPS géonaute keymaze 300 pour la

mesure des points de test ainsi que l'analyse des données mesurées par ces équipements dans la détection des perturbations.

- la modélisation du logiciel: Il s'agit de la spécification fonctionnelle du système qui consiste à réaliser une représentation virtuelle du système décrivant les fonctionnalités de ce dernier et en faisant ressortir les points auxquels on s'intéresse ;
- la mise en œuvre de l'application : Elle a consisté à effectuer les choix techniques [logiciels et API (Application Programming Interface)] favorable à la réalisation de l'application;
- les tests des fonctionnalités de l'application et l'analyse des résultats obtenus.

### a. Schéma synoptique du système

Le système de l'outil est composé de deux blocs comme le présente la figure 1. Le bloc 1 est constitué d'un :

- mobile à trace qui nous permet de capter et de mesurer principalement la puissance (RXLEV) de chacun des signaux reçus [fonction première de tout mobile lui permettant de se connecter à une BTS (Base Transceiver Sub-system) donnée], le niveau de la qualité du signal (RXQUAL) et d'autres paramètres radio;
- récepteur GPS pour la mesure des coordonnées géographiques des points de mesures étudiés.

Le bloc 2 est l'application effectuée permettant de communiquer avec les éléments du bloc 1 par envoi consécutif des commandes AT (tableau 1) correspondants aux informations à mesurer. Il est constitué de trois parties pour son fonctionnement :

- décodage, traitement et analyse : cette partie permet de décoder et de traduire les trames envoyées puis de faire une analyse automatique des données afin de présenter l'état du réseau ;
- stockage dans la base de données : les résultats de mesure sont enregistrés dans la base de données ;
- affichage des graphes, résultats et carte : les graphes des RXLEV et du RXQUAL sont affichés ainsi que les résultats d'analyse. Les informations contenues dans la base de données sont visualisables sur la carte numérique géographique.

### b. Mesures des paramètres radio à partir du mobile à trace

Grâce au protocole de communication avec le SAGEM OT490 (Sagem Communication, 2006), qui consiste en un échange de code ASCII entre ce dernier et l'ordinateur, nous pouvons recevoir des trames brutes du mobile à trace sur l'ordinateur après un envoi de commandes appelées commandes AT (Sagem Communication, Date non précisée) sur le mobile. En réalité, le mobile à trace est connecté sur un des ports série de l'ordinateur avec un débit de 115200 bauds. L'envoi d'une trame par le SAGEM OT490 sera conditionné par la réception de la commande AT d'activation d'envoi correspondante par communication port série. Selon le mode choisi au niveau du mobile, les trames diffèrent. Deux modes sont souvent exploités :

- mode Idle : le mobile est inactif c'est-à-dire libre ou en veille ;
- mode dedicated : le mobile est occupé. Ceci est obtenu après avoir lancé un appel du mobile ou vers le mobile.

Le paramètre d'appréciation de la qualité du signal (RXQUAL) ne peut être obtenu que dans le second mode. C'est la raison pour laquelle ce mode a été utilisé au cours des tests de l'application.

Le mobile à trace nous permet de mesurer plusieurs paramètres radio du réseau mais ici, seules les données nécessaires pour le développement de l'application ont été mesurées. Le tableau 1 récapitule les commandes AT utilisées et la syntaxe des réponses obtenues.

#### Interpretations:

- La commande ATZ permet d'initialiser le modem.
- Les commandes AT+KCELL=0 et AT+CSQ nous permettent de recevoir les informations radio.

### c. Analyse des données mesurées dans la détection des interférences

Les paramètres RXQUAL et RXLEV mesurés sont les plus essentiels dans la détection des perturbations. En effet, grâce aux valeurs prises par les différents RXLEV des différents signaux reçus par le mobile à trace, on peut calculer le rapport C/I de l'équation 1 ou donner l'état de couverture selon les exigences définies par l'opérateur, au point de mesure. Ce rapport permet de connaître à partir des rapports de protection définis contre les interférences (tableau 5), au cas où le RXQUAL mesuré présenterait un mauvais signal et que les fréquences détectées soient égales ou proches, le type d'interférence existant au lieu de mesure. Les autres paramètres radio tels que le CI (Cell Identity), le BSIC (Base Station Identity Code) nous permettent d'identifier les noms des émetteurs des différents signaux.

L'organigramme réalisé à cet effet, est présenté dans la figure 6. Il montre comment les perturbations sont détectées en représentant graphiquement l'enchaînement des opérations de base effectuées sur les données mesurées mais il n'est qu'une version simplifiée de l'algorithme réel intégré dans l'application.

Les différents variables intervenant dans cet organigramme sont :

«**Rxlev<sub>c</sub>**» : Elle permet de récupérer le niveau du signal reçu de la cellule de service courant par le mobile à trace, qui est aussi appelé RXLEV\_unit. On peut donc connaître la puissance en dbm notée pow (équation 2) du signal provenant de la cellule de service courant reçu par le mobile.  $0 \leq RxLev\_unit \leq 63$

«**Rxlev<sub>i</sub>**» : Elle permet de récupérer le niveau du signal reçu d'autre cellule (i), source probable d'interférence détectée par le mobile à trace.  $1 \leq i < \text{Nombre de cellules détectées}$

«**Rxlev<sub>seuil</sub>**» : Elle est la constance qui garde le seuil du niveau de couverture au-delà duquel la couverture radio est dégradée (tableau 3).

«**Rxqual**» : Elle permet la récupération du niveau de la qualité du signal obtenu au point de mesure. Elle prend des valeurs entre 0 et 7.

«**Rxqual<sub>seuil</sub>**» : Elle est la constance qui garde le seuil du niveau de la qualité du signal au-delà duquel la qualité du signal est mauvaise (tableau 4).

«**CI<sub>c</sub>**» : Elle permet la récupération de l'identité de la cellule de service courant. Elle est unique dans le réseau. Cette variable sert surtout dans l'identification des noms et caractéristiques de la cellule concernée.

«**CI<sub>i</sub>**» : Elle permet la récupération de l'identité de la cellule, source probable de perturbations. Elle est unique dans le réseau. Cette variable sert également dans l'identification des noms et caractéristiques de la cellule i concernée.

«**ARFCN<sub>c</sub>**» : Elle permet la récupération du numéro de fréquence BCCH (Broadcast Control Channel) de la cellule de service courant alloué au mobile.

«**ARFCN<sub>i</sub>**» : Elle permet la récupération du numéro de fréquence BCCH d'autre cellule (i), source probable de perturbation détectée par le mobile à trace.

«**dif<sub>1</sub>**» : Cette variable sert à vérifier si les fréquences détectées sont proches ou égales afin de savoir le type de perturbations existant.

«**dif<sub>2</sub>**» : Cette variable sert à préciser par rapport aux rapports de protection (tableau 5) le type d'interférences obtenu.

«**RP<sub>correspondant</sub>**» : Cette variable prend trois valeurs (tableau 5). Selon le type d'interférence probable, dif<sub>2</sub> est comparé au contenu de RP<sub>correspondant</sub>, le confirmant ou non (figure 6).

$$C/I = C/(\sum_{Bj \in J} Ij) \Rightarrow \text{Log}(C/I) = \text{Log} C - \text{Log}(\sum_{Bj \in J} Ij) \quad (\text{équation 1})$$

- Log C représente la puissance (Rxlev en dbm) du signal reçu de la cellule de service courant.
- Log  $(\sum_{Bj \in J} Ij)$  représente la puissance (Rxlev en dbm) des signaux reçus des cellules perturbatrices émettant à la même fréquence ou à la même fréquence proche.

$$\text{RXLEV en [dBm]} = -110 + [\text{RxLev\_unit}] \quad (\text{équation 2})$$

L'application développée intègre toutes ces analyses mais a nécessité l'implémentation d'autres modules indispensables pour le traitement.

### d. Architecture de l'environnement de fonctionnement de l'application

L'architecture du système (Figure 2) est composée d'un serveur d'application, d'un serveur de gestion de la base de données, d'un serveur Web et d'un serveur cartographique. Dans ce projet, nous utilisons l'API Google Map. Le serveur Web nous permet de restituer les informations contenues dans les différents serveurs et de consulter la carte sur une page web. Le serveur de données permet de sauvegarder les différentes données (les sites BTS, les points et résultats de mesures) et interagit avec le serveur d'application et le serveur cartographique. Le lien entre les différents serveurs et l'utilisateur se fera par le biais d'un serveur d'application qui centralisera tous les scripts et fonctions à appeler pour l'exécution d'une requête.

Ainsi, nous avons installé et configuré un serveur WAPP qui est composé de serveur de base de données PostgreSQL, de serveur Web Apache et du langage PHP.

### e. Spécification des besoins fonctionnels

Les différents comportements de l'application en regard des services attendus peuvent être définis aux points suivants :

- enregistrement des stations de base BTS dans la base de données avec leurs paramètres respectifs ;
- interfaçage avec le mobile à trace : Il s'agit de pouvoir le commander et configurer la liaison série le reliant au PC ;
- interfaçage avec le récepteur GPS, selon le même principe que le mobile à trace ;
- récupération et enregistrement des mesures effectuées par ces deux équipements ;
- analyse automatique des mesures récupérées dans la détection des stations de base s'interférant (section 4.c) : Pour ce faire, d'autres modules y sont ajoutés,
  - Un module pour la représentation graphique en fonction du temps des RXLEV récupérées du mobile à trace, respectivement de la cellule de service courante et autres cellules dont les signaux font partie des N (N est configuré par l'administrateur) plus forts signaux parvenant au mobile à l'instant de la mesure. Ce module permet également la représentation graphique en fonction du temps du RXQUAL de la cellule courante afin d'apprécier la qualité du signal lorsqu'on est en mode dedicated. Il permet de caractériser l'état de couverture et celui de la qualité de services aux points de mesures étudiés.
  - Un module pour visualiser la carte numérique géographique présentant les points et résultats de mesure ainsi que les stations de base déployées, accompagnées des informations liées à ces dernières.

### f. Outils retenus

Leurs choix ont été orientés par les critères suivants : la performance, le coût, la portabilité, la prise en compte des concepts orientés objets. Ainsi, nous avons utilisé UML comme langage de modélisation, Java comme langage de programmation, Netbeans comme environnement de développement, PostgreSQL comme SGBD, AJAX comme technologie de développement Web et certaines bibliothèques telles que JavaComm pour la gestion de la communication port série avec le mobile à trace et le récepteur GPS, JQuery pour la gestion cartographique.

## 5. RÉSULTATS

### a. Résultats de test de la fonctionnalité «Mesures» de l'outil

Nous présentons ici la réponse d'une mesure tout en précisant que l'analyse des données récupérées s'effectue après une série de dix mesures pour une meilleure appréciation du comportement des signaux détectés, pour chaque point de mesures.

```

atz
OK
at+csq
+CSQ: 3,6
at+Kcell=0
+KCELL: 7,81,255,16f610,0001,2eff,15,6,
708,1,ffffff,ffff,ffff,127,255,
709,255,ffffff,ffff,ffff,123,255,
711,255,ffffff,ffff,ffff,123,255,
87,3,16f610,0001,5232,24,255,
78,255,16f610,0001,567f,13,255,
76,255,ffffff,ffff,ffff,12,255
OK
$GPRMC, 115645.000,A,0624.1603,N,00218.1561,E,0.14,97.86,210212,,*3A

```

Le tableau 2 explique en détail les trames en couleur.

En effet, toutes les mesures sont décodées suivant les syntaxes des trames (tableau 1) et on obtient à la fin des mesures, un tableau récapitulatif des informations reçues dans un format plus compréhensible comme le présente la figure 3 (en rouge). Une analyse automatique des données mesurées est effectuée et on obtient la figure 4.

La figure 4 montre que le niveau du signal reçu par le mobile à trace durant le temps de mesure est en moyenne égale à 5 selon le graphe  $Rxqual=f(t)$ . Cette valeur étant supérieure à  $Rxqual_{seuil}$  (tableau 4) alors la qualité du signal reçu est mauvaise. Il y a donc eu des perturbations sur la ligne de transmission. La figure 4 montre aussi que les signaux détectés viennent respectivement des stations : ATROPOKODJI\_S1, Dekoungbe\_S1, et Calavi2\_S3 aux fréquences respectives : 87, 81, 78 avec des puissances de réception respectives : -87 dbm, -94 dbm, -101dbm. On peut constater que les fréquences ne sont ni égales et ni proches. Ainsi, ces perturbations ne peuvent qu'être liées au bruit pendant la transmission du signal. C'est la raison pour laquelle l'application présente ici, Perturbation/Bruit comme résultat de mesures conformément à l'organigramme présenté à la figure 6. Ce résultat était prévisible car la station de base ATROPOKODJI\_S1 qui a été pendant la prise de mesure, la cellule de service courant est très éloignée du point de mesure et donc, le signal a certainement traversé beaucoup d'obstacles avant de parvenir au mobile. Ces obstacles ont entraîné l'atténuation du signal reçu et ont conduit à des erreurs de transmission des bits reçus. La valeur -87dbm de la puissance du signal reçu confirme que le point de mesure présente une mauvaise couverture (tableau 3). La solution dans ce cas précis est donc de revoir la couverture radio en déployant ou en mettant en service de nouveaux sites BTS.

## b. Résultats de test de la fonctionnalité «Carte» de l'outil

Après plusieurs mesures on peut visualiser la carte numérique géographique et faire une analyse spatiale des lieux de perturbation comme le montre la figure 5 obtenue après une série de mesures effectuées dans la zone de ZONGO de la République du Bénin.

## 4. DISCUSSIONS

L'exploitation de l'application pourra être utile pour :

- l'appréciation de la couverture radio et de la qualité de services dans une zone de mesures ;
- la détection automatique des identifiants et paramètres des sites en interférence dans une zone de mesures ;
- l'analyse spatiale des sites déployés et des zones de perturbation.

Elle a aussi le mérite d'être utilisée par n'importe quel opérateur GSM. Il suffira d'enregistrer dans la base de données les noms et paramètres des sites de l'opérateur concerné.

Sur le plan technique, elle favorise par rapport aux autres outils existants, une analyse automatique et approfondie des résultats de mesures effectuées en évitant ainsi de perdre du temps sur les fonctions de «*rejoue des mesures*» qui peuvent s'avérer fastidieuses. Aussi, l'utilisation du service cartographique Google Map permet de résoudre le problème lié à la représentativité sur une carte numérique des sites et lieux de mesures. Enfin, sa flexibilité (multiplateforme), sa simplicité d'utilisation et la convivialité de l'environnement de travail constituent un atout considérable pour le logiciel.

Cependant, notre application présente quelques insuffisances en matière de fonctionnalités. En effet, les outils drive test (par exemple NEMO) offrent beaucoup d'autres possibilités d'exploitation utiles pour la gestion optimale des performances dans les réseaux de communications mobiles (section 3.a). La mise en œuvre de ces dernières fera l'objet de futures implémentations.

## 5. CONCLUSION

La conception et la réalisation d'une application capable de communiquer avec un mobile à trace et un récepteur GPS, pour l'appréciation de la qualité du lien radio des réseaux GSM et pour la détection des lieux et des sources de perturbations, a fait l'objet de cette étude. Elle a en plus permis de visualiser sur une interface Web la carte numérique géographique présentant les BTS déployées par un opérateur GSM ainsi que les lieux de mesures accompagnés des données attributaires correspondant aux paramètres BTS d'une part et aux résultats des points de mesures d'autre part. La consultation de ces données et l'analyse spatiale des lieux de perturbations par rapport aux BTS représentant les zones couvertes permettent de prendre des décisions adaptées pour la résolution des perturbations. Les avantages et atouts de ce travail puis son apport par rapport aux outils existants dont les faiblesses sont relevées dans la section 3.b, sont définis dans la section 4.

En guise de perspectives, nous envisageons l'intégration d'autres fonctionnalités des outils drive test tels que NEMO. A long terme, nous prévoyons de trouver une solution permettant depuis le centre de base, de suivre l'évolution des mesures sur le terrain et d'observer en temps réel les résultats obtenus.

## TABLEAUX

COMMANDES	REPONSES
ATZ	OK
AT+KCELL=0	+KCELL : <nbcells>[,<ARFCN <sub>i</sub> >,<BSIC <sub>i</sub> >,<PLMN <sub>i</sub> >,<LAC <sub>i</sub> >,<CI <sub>i</sub> >,<RSSI <sub>i</sub> >,<TA <sub>i</sub> >] OK
AT+CSQ	+CSQ: <rssi>,<ber> OK

Tableau 1 : Liste des commandes utilisées (Sagem Communication, date non précisée).

<i>Trame en jaune</i>							
RxQual				6			
<i>Trame en vert</i>							
Nombre de cellules détectées			7				
Désignation	ARFCN <sub>i</sub>	BSIC <sub>i</sub>	PLMN <sub>i</sub>	LAC <sub>i</sub>	CI <sub>i</sub>	RSSI <sub>i</sub>	TA <sub>i</sub>
Cellule (i)							
1	81	255	16f610	0001	2eff	15	6
2	708	1	ffffff	ffff	ffff	127	255

3	709	255	ffffff	ffff	ffff	123	255	
4	711	255	ffffff	ffff	ffff	123	255	
5	87	3	16f610	0001	5232	24	255	
6	78	255	16f610	0001	567f	13	255	
7	76	255	ffffff	ffff	ffff	12	255	
<i>Trame en rouge</i>								
Type du message	Heure universelle	Statut des données	Latitude	Longitude	Vitesse% à la surface de la terre	Cap	Date	Checksum
\$GPRMC	11h 56min 45s	A→ Actif	06 <sup>0</sup> 24,1603 Nord	002 <sup>0</sup> 18,1561 Est	0.14	97.86	21/02/2012	*3A

Tableau 2 : Explication détaillée des trames obtenues (exemple de 10<sup>ème</sup> mesure).

### Principaux critères de la qualité de services

RXLEV (dbm)	Niveau de couverture
[-110;-95[	Pas de couverture
[-95;-85[	Mauvaise couverture
[-85;-75[	Assez bonne couverture
[-75;-65[	Bonne couverture
[-65;-47]	Très bonne couverture

Tableau 3 : Niveau de couverture (CMTL, 2008).

Rxqual	Interprétation
0	Bonne Qualité
1	Bonne Qualité
2	Assez-Bonne Qualité
3	Assez-Bonne Qualité
4	Médiocre Qualité
5	Médiocre Qualité
6	Mauvaise Qualité
7	Très mauvaise Qualité

Tableau 4: Qualité du signal (CMTL, 2008).

Interférence Co-Canal	$C/I_c$	9 dB
Interférence Canal 1 <sup>er</sup> Adjacent ( $f_0 \pm 200kHz$ )	$C/I_{a1}$	-9 dB
Interférence Canal 2 <sup>e</sup> Adjacent ( $f_0 \pm 400kHz$ )	$C/I_{a2}$	-41 dB
Interférence Canal 3 <sup>e</sup> Adjacent ( $f_0 \pm 600kHz$ )	$C/I_{a3}$	-49 dB

Tableau 5 : Rapports de protection (RP) contre les interférences (CMTL, 2008).



**FIGURES**

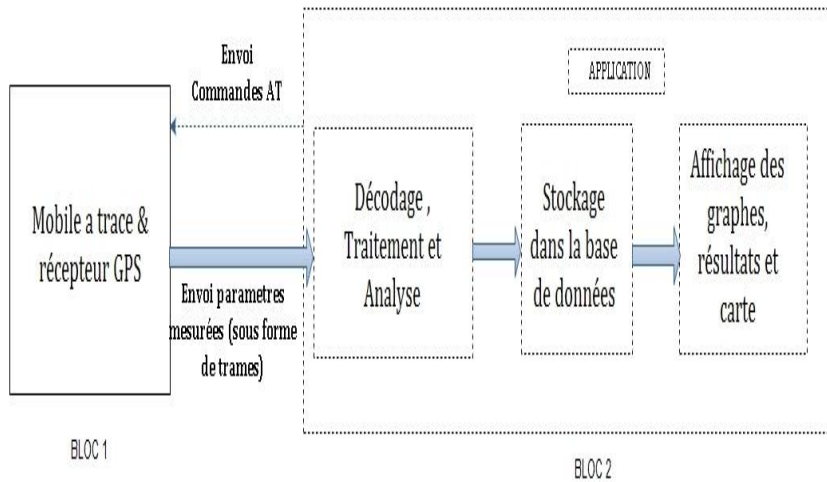


Figure 1 : Schéma synoptique du système.

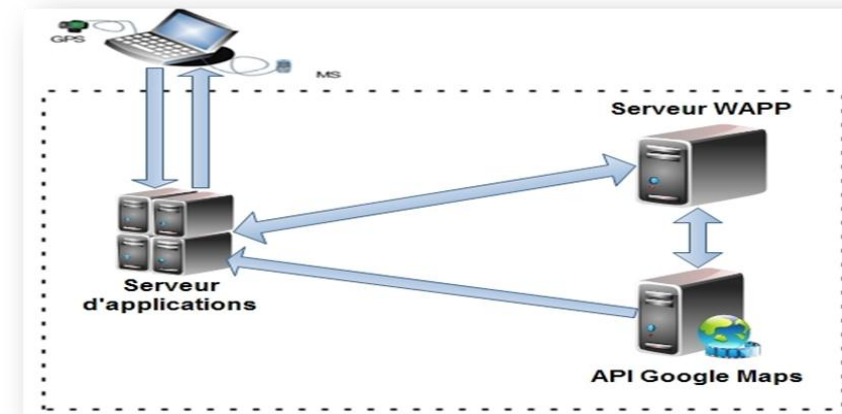


Figure 2: Architecture générale du système.

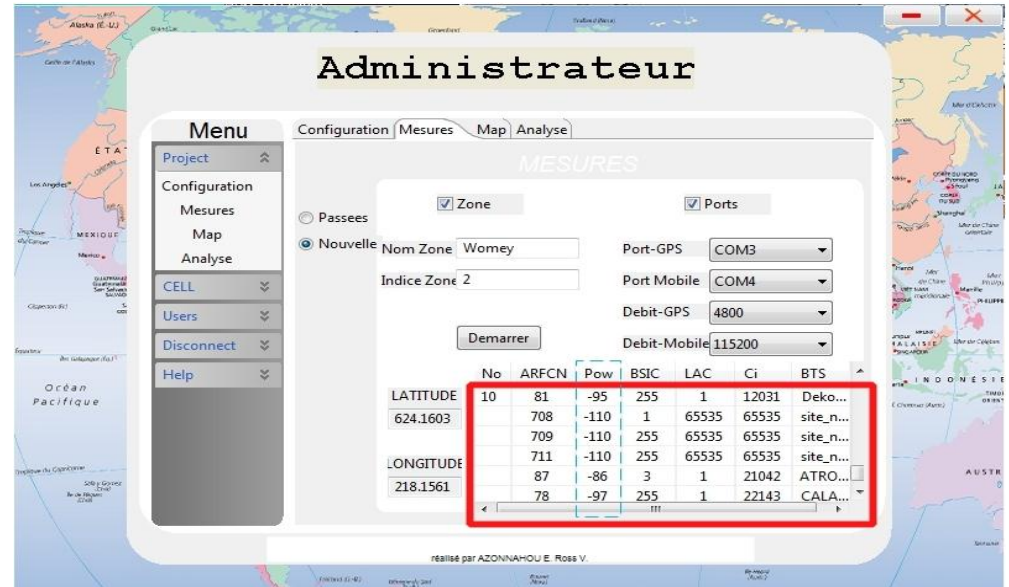


Figure 3: Tableau récapitulatif des mesures.

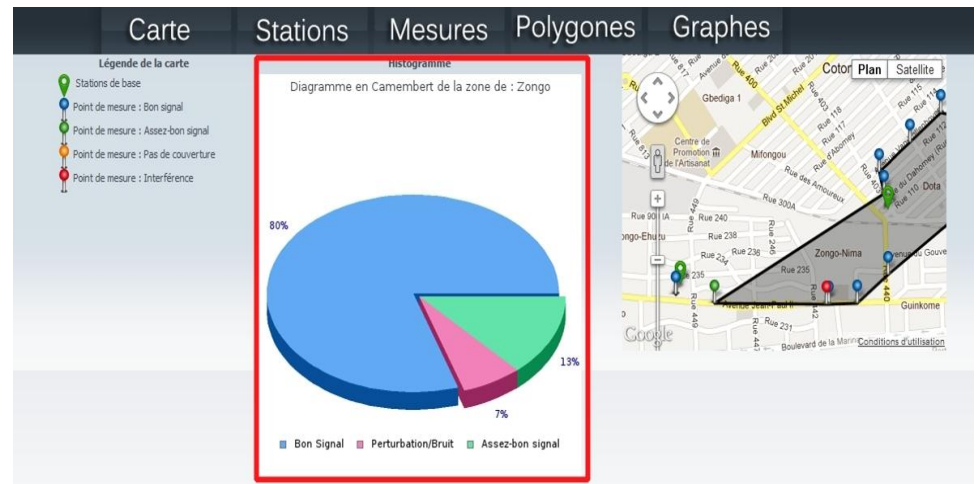
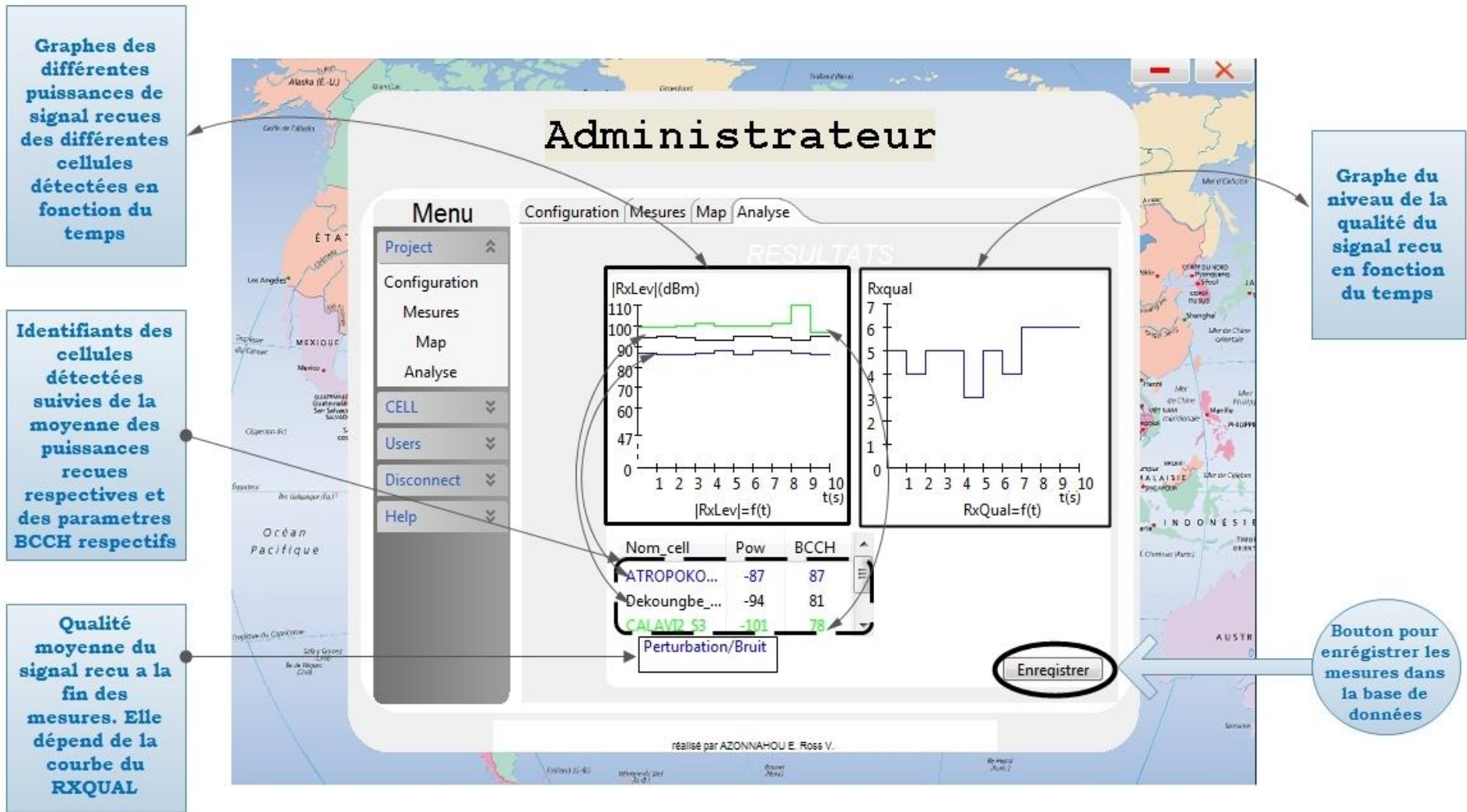


Figure 5: Présentation des sites et points de mesure sur la carte et analyse de la qualité de services obtenus.



Graphes des différentes puissances de signal recues des différentes cellules détectées en fonction du temps

Identifiants des cellules détectées suivies de la moyenne des puissances recues respectives et des parametres BCCH respectifs

Qualité moyenne du signal recu a la fin des mesures. Elle dépend de la courbe du RXQUAL

Graphe du niveau de la qualité du signal recu en fonction du temps

Bouton pour enregistrer les mesures dans la base de données

Figure 4 : Analyse et résultats.

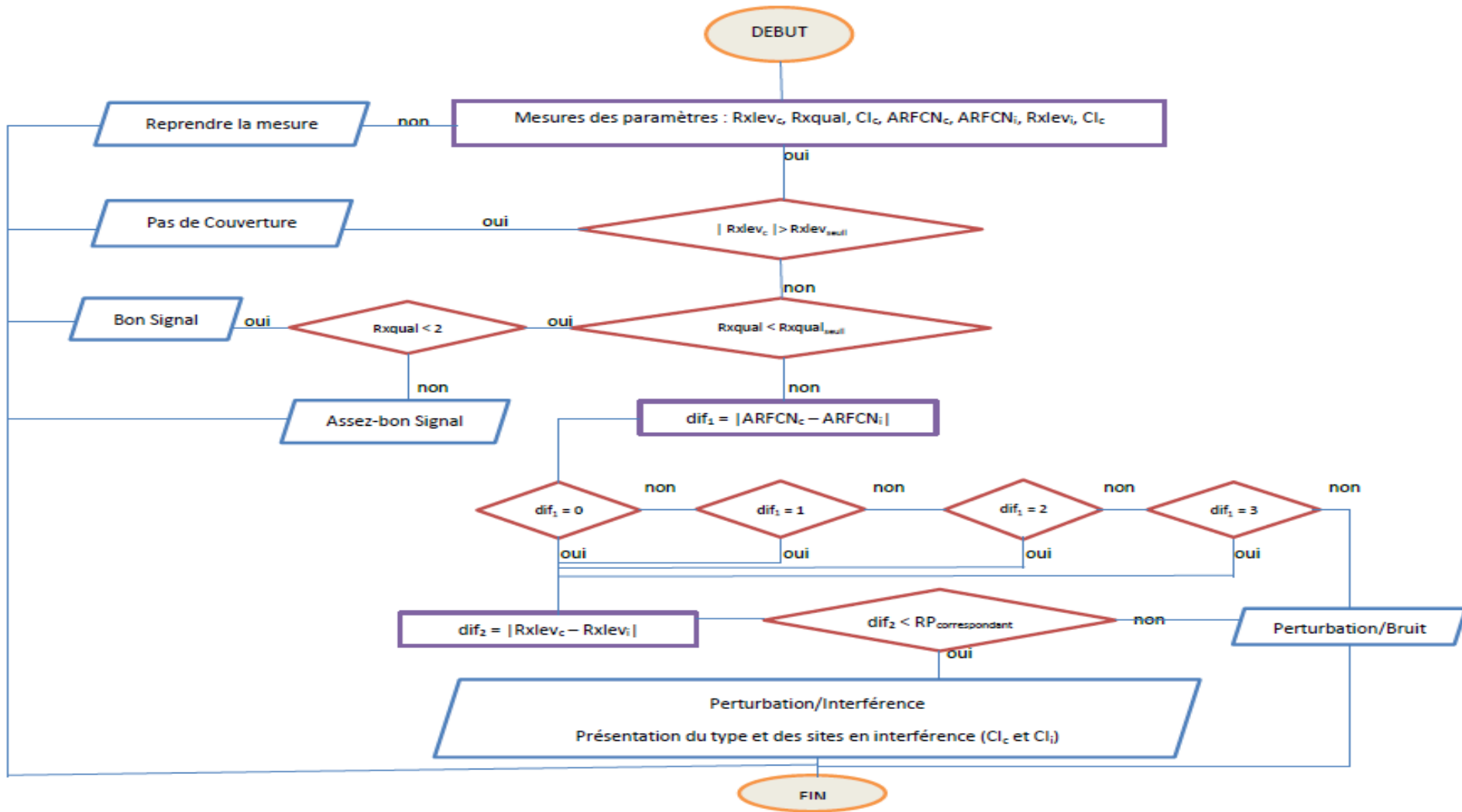


Figure 6 : Organigramme d’analyse des mesures dans la détection des interférences.

## REMERCIEMENT

Nous remercions tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier, M. AGOSSOU Florentin et M. DEGBO Basile

## REFERENCES

- [1] CMTL. (2008) Gestion de trafic et techniques de densification des réseaux radio mobiles GSM , Centre régional de maintenance des télécommunications de Lomé, 2-80.
- [2] Godlewski, P., Martins, P. and Coupechoux, M. (2007) Concepts Cellulaires et Paramètres Radio, Ecole Nationale Supérieur Télécommunications, Département Informatique et Réseaux, 10-30.
- [3] Kondratuk, T. (2010) Qualité de service des réseaux mobiles 2G (et plus), Électronique et Télécommunication Institut Montefiore, 1-49.
- [4] Gaoning, H. (2010) Stratégie d'Allocation de Ressources sans Fils à Base de la Théorie des Jeux, École Nationale Supérieur Télécommunications, Thèse de doctorat, 190p.
- [5] Roques, P. (2008) UML 2 Modéliser une application web, 4e Edition, Eyrolles, 264p.
- [6] Simon, S. and Alejandro, A. (2007) Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems. John Wiley & Sons, England, 546 p.
- [7] Sagem Communication (2006) Software OT4x0 Man Machine Interface, SCT TMO OT SPEC 04x0, 1-60.
- [8] Sagem Communication (Date non précisée) AT Command Set for SAGEM HILO Module, Direction des Recherches et des Développements, Etablissement de VELIZY, Technical document URD1–OTL 5635.1– 008 / 70248, 02, 50-70.