

République Tunisienne
Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique
Université de Carthage
Faculté des sciences de Bizerte
Département d'Informatique

RAPPORT DE STAGE D'INITIATION

Développement d'une application pour analyser des données Radio

Réaliser par :

Arbi Aya

Encadré par :

Mme Hajaiej Rim



Au sein du Tunisie Télécom, direction Exécutive Radio Network

De 01/06/2025 jusqu'à 30/06/2025

1^{er} année cycle d'ingénieurs en génie logiciel (Tronc commun)

2024/2025

Table des matières

Table des matières	2
Table des figures	3
Table des tableaux	4
Remerciement	5
Introduction.....	6
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise.....	7
I. Tunisie Télécom.....	7
1. Origine et Mission.....	7
2. Services	8
3. Structure et Présence.....	8
4. Rôle dans le développement	9
II. Département de Direction Exécutive Radio network	10
Chapitre 2 : Les réseaux Radio	11
I. Réseau 2G	11
II. Réseau 3G	12
III. Réseau 4G	14
IV. Réseau 5G	15
Chapitre 3 : Analyse des données Radio.....	17
I. Introduction.....	17
II. Contexte technique.....	17
1. Les coordonnées géographiques	17
2. Les azimuts radio	17
3. Technologies utilisées	18
III. Fonctionnement de l'application.....	20
Conclusion	22

Table des figures

Figure 1 : Identité Visuelle de TT	7
Figure 2: Exemple d'organisation	9
Figure 3: Ensemble des trophées Nperf rapporté par TT depuis 2019	10
Figure 4: Exemple d'un réseau 2G	12
Figure 5: Exemple d'un réseau 3G	13
Figure 6: Exemple de réseau 4G	15
Figure 7: Exemple d'un réseau 5G	16
Figure 8: Exemple des azimuts	18
Figure 9: Logo de Python	19
Figure 10: Logo de PyQt	19
Figure 11: Logo de PyInstaller.....	19
Figure 12: Logo de OpenPyXL	19
Figure 13: Logo de CSS.....	20
Figure 14: L'interface de l'application	20

Table des tableaux

Tableau 1: Comparaison des azimuts	21
Tableau 2: Comparaison des coordonnées.....	21

Remerciement

*Avant tout, je remercie **Allah**, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la force, la patience et la guidance tout au long de cette expérience. C'est grâce à Sa volonté que j'ai pu mener à bien ce stage et tirer profit de chaque étape de ce parcours.*

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à **Tunisie Télécom** pour m'avoir accueillie au sein de la **Direction Exécutive Radio Network** et m'avoir offert l'opportunité de réaliser ce stage d'initiation dans un environnement professionnel enrichissant. Je remercie tout particulièrement **Mme Hajaiej Rim, Cheffe de division de l'Optimisation Radio du Grand Tunis**, pour son encadrement, sa disponibilité et ses précieux conseils tout au long de cette expérience. J'exprime également ma reconnaissance à **Mr Akriche Souheil, Directeur Exécutif des Réseaux Radio Network**, pour son accueil chaleureux et son soutien, ainsi qu'à l'ensemble de l'équipe et les collaborateurs du site des Berges du Lac.

Je remercie aussi ma **famille** pour son soutien moral et constant, qui m'a permis d'avancer avec confiance et motivation. Enfin, j'adresse ma gratitude à l'ensemble du corps enseignant de la **Faculté des Sciences de Bizerte** pour la formation de qualité qu'ils dispensent.

Introduction

Dans le cadre de ma formation d'ingénieur, un stage d'initiation est requis afin de me familiariser avec le milieu professionnel et d'avoir un premier contact concret avec le monde de l'entreprise. C'est pourquoi, j'ai participé à un stage déroulé du 1^{er} au 30 juin 2025 au sein de **Tunisie Télécom**, plus précisément dans ses locaux situés aux Berges du Lac1 où j'ai été accueillie au sein de la **Direction Exécutive Radio Network**.

Tunisie Télécom, en tant qu'opérateur historique et principal acteur des télécommunications en Tunisie, offre un environnement riche et stimulant pour découvrir les enjeux, les technologies et l'organisation d'une grande entreprise du secteur. Ce stage m'a permis d'explorer les aspects techniques et fonctionnels des services de télécommunication, tout en m'initiant aux procédures internes, à la culture d'entreprise et surtout de faire le lien du monde professionnel avec ma formation d'ingénieur.

L'objectif principal de ce rapport est de présenter l'entreprise, les différentes missions auxquelles j'ai pris part, les compétences que j'ai pu développer, ainsi que les apports de ce stage tant sur le plan technique que personnel.

Ce rapport se divise en trois parties principales :

- Le **premier chapitre** présente l'entreprise d'accueil « Tunisie Télécom » et son rôle dans le secteur des télécommunications.
- Le **deuxième chapitre** traite les réseaux Radio mobiles.
- Le **troisième chapitre** décrit l'application développée en Python, son objectif, les technologies utilisées et son fonctionnement général.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise

I. Tunisie Télécom

Tunisie Telecom est une entreprise publique de télécommunications créée en 1995 et opérant en Tunisie. Elle a pour mission de consolider et développer l'infrastructure des télécommunications, d'améliorer la couverture et de renforcer sa compétitivité. Son objectif principal est d'offrir des services de communications tel que la téléphonie fixe et mobile, l'ADSL, la fibre optique...

1. Origine et Mission

Tunisie Telecom est une société anonyme fondée en 1995. Depuis, il est devenu un acteur majeur dans le domaine, proposant des services de téléphonie fixe, mobile, Internet et solutions pour les entreprises et les particuliers. Sa mission principale est de fournir des services de communication de qualité à tous les citoyens, les professionnels et les entreprises, partout en Tunisie. Elle cherche à faciliter l'accès aux nouvelles technologies, à améliorer la connectivité du pays et à accompagner la transformation numérique de la société tunisienne.



Figure 1 : Identité Visuelle de TT

Selon l'Instance Nationale des Télécommunications, Tunisie Telecom a enregistré un chiffre d'affaires de 1,323 millions de dinars en 2023, marquant une croissance de 3 % par rapport à 2022 ce qui reflète une position stable dans un marché compétitif.

2. Services

Tunisie Télécom propose une large gamme de services dans le domaine des télécommunications, destinés aussi bien aux particuliers qu'aux entreprises et organisations. Voici les principaux services offerts :

Téléphonie fixe : Tunisie Télécom offre des lignes téléphoniques fixes pour les foyers et les entreprises, avec des options d'abonnement adaptées aux différents besoins.

Téléphonie mobile : L'entreprise propose des forfaits mobiles (voix, SMS, Internet) en prépayé et en postpayé, avec plusieurs offres selon l'usage du client. Elle utilise la technologie 2G, 3G, 4G et la 5G.

Internet : Tunisie Télécom fournit des services d'accès à Internet via l'ADSL, la fibre optique, la 3G, 4G et 5G et des solutions de connexion mobile. Avec le lancement de la 5G, elle propose aussi des box Internet pour les particuliers et les pros.

Services pour les entreprises : Tunisie Télécom accompagne les entreprises avec des solutions sur mesure : téléphonie professionnelle, Internet haut débit, VPN, hébergement cloud, sécurité réseau, etc.

Services numériques : L'opérateur propose aussi des services numériques innovants, comme le cloud computing, l'hébergement de sites web, des solutions de messagerie professionnelle et des services de cybersécurité.

3. Structure et Présence

L'entreprise est organisée en plusieurs directions et départements spécialisés, tels que :

- La direction technique (réseaux, maintenance)
- La direction commerciale (offres, services clients)
- La direction marketing
- La direction des systèmes d'information (informatique)
- La direction des ressources humaines

Et d'autres unités de support et de gestion.

Chaque direction a des missions précises et travaille en coordination avec les autres pour assurer le bon fonctionnement de l'entreprise et la qualité des services offerts.

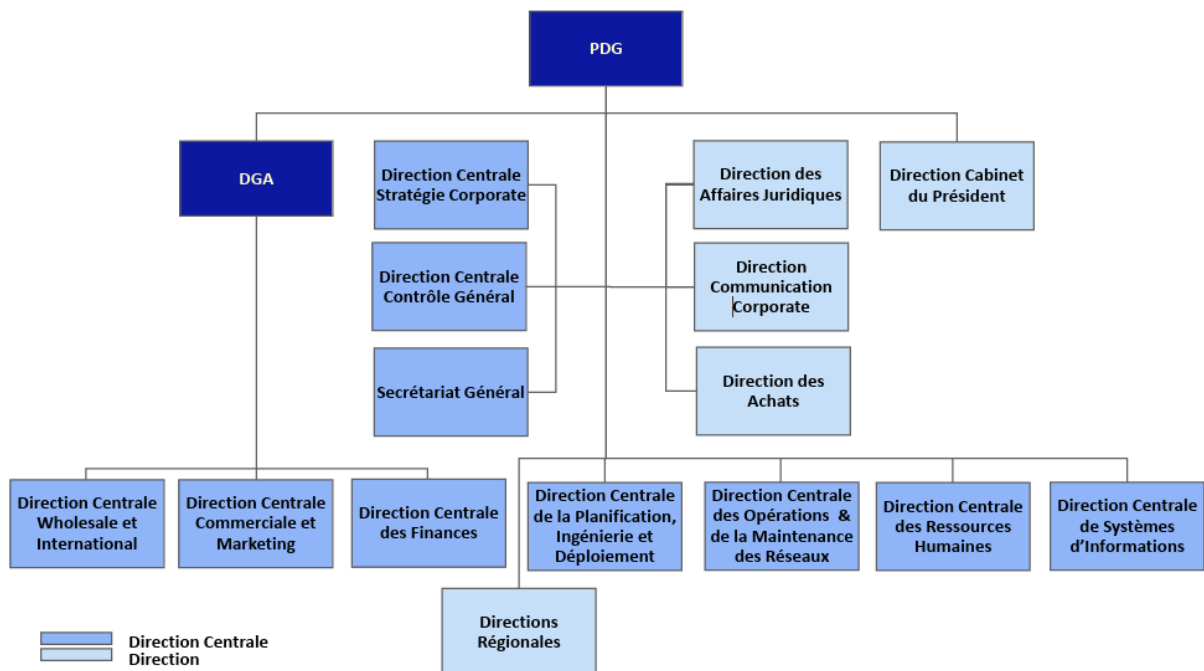


Figure 2: Exemple d'organisation

Tunisie Telecom possède un réseau de 24 directions régionales, 140 espaces TT et des milliers de points de vente privés, ce qui permet de faciliter l'accès à ses services aux citoyens.

4. Rôle dans le développement

Tunisie Telecom joue un rôle crucial dans le développement économique, social et technologique de la Tunisie. En tant qu'opérateur national, ses actions ont un impact direct sur le progrès du pays.

Elle investit constamment dans l'extension et la modernisation de ses réseaux de communication : fibre optique, 4G, 5G. Cela permet d'améliorer la connectivité dans toutes les régions, même les zones les plus éloignées.

II. Département de Direction Exécutive Radio network

La **Direction Exécutive Radio Network** de Tunisie Télécom est responsable du réseau Radio Mobile (2G, 3G, 4G et 5G) de TT, notamment :

- La planification des fréquences et le déploiement des infrastructures radio (inclut les antennes, les sites cellulaires, les équipements de transmission et les stations de base BTS)
- L'optimisation de la couverture réseau (qualité du signal, niveau de couverture)
- Le suivi de la performance du réseau (indicateurs de qualité : Key Performance Indicator tel que l'établissement de l'appel, les coupures d'appel, le volume de trafics etc.)
- Le traitement des réclamations.
- La modernisation du réseau (ajout de nouvelles technologies, modernisation de site/ extensions/ options).

La Direction Exécutive Radio Network et plus précisément **la Direction Radio Network Optimization** assure l'optimisation du réseau 2G/3G/4G/5G de Tunisie Télécom pour offrir à la clientèle les meilleurs performances Radio.

Grâce à elle, Tunisie Télécom a reporté pour la 6^{ème} année consécutive la trophée **Nperf** en matière de performance Internet Mobile en Tunisie (débit DL, débit UL, navigation)



Figure 3: Ensemble des trophées Nperf rapporté par TT depuis 2019

Chapitre 2 : Les réseaux Radio

Un réseau radio est un système de communication qui utilise des ondes électromagnétiques pour transmettre des informations sans fil entre un émetteur et un récepteur.

I. Réseau 2G

La 2G représente la 2ème génération de réseau mobiles. Déployé dans les années 1990, la 2G s'appuie sur la norme **GSM (Global System for Mobile Communications)**

Comparée à la première génération (prendre en charge les appels vocaux simples et utiliser des signaux analogiques), la 2G offrait les avantages suivants :

- **Services de données** : Pour la première fois, la 2G a permis la transmission de données textuelles via le service de messagerie courte (SMS). Elle a également permis aux réseaux de proposer des services tels que la messagerie multimédia (MMS) et les messages avec images.
- **Accès à Internet** : Les avancées en matière de transmission de données, notamment le Circuit Switch Data (CSD), le Cellular Digital Packet Data (CDPD) et les Enhanced Data Rates for GSM (EDGE), ont progressivement étendu les capacités d'accès à Internet des appareils.
- **Conception des appareils** : La 2G a permis une utilisation plus efficace de la fréquence radio. Les appareils eux-mêmes sont devenus plus économes en énergie, plus petits et moins chers.

En réseau mobile 2G, le **BSS (Base Station Subsystem)** est le sous-système des stations de base, une partie cruciale de la téléphonie mobile GSM. Il gère la communication entre les téléphones mobiles et le réseau Core (MSC), assurant le transfert des appels vocaux et des données.

Le BSS est composé de deux éléments principaux :

- **BTS (Base Transceiver Station)** : Les stations de base, aussi appelées antennes-relais, qui émettent et reçoivent les signaux radio. Ils utilisent des fréquences GSM (900 MHz, 1800 MHz, etc.) avec des techniques comme le **TDMA (Time Division Multiple Access)** pour partager les ressources entre utilisateurs.

- **BSC (Base Station Controller) :** Le contrôleur de station de base, qui gère plusieurs BTS, leurs fréquences, et la communication entre elles. Il décide du transfert d'un mobile d'un BTS à une autre sans interruption si l'utilisateur est en mouvement par exemple (c'est le **Handover**).

Dans un réseau GSM, des interfaces connectent différents éléments, assurant une communication fluide et un bon fonctionnement du réseau. Les interfaces clés du GSM sont **Um (Air Interface)** qui permet la communication sans fil entre les téléphones mobiles et le BTS, l'interface **A** qui permet la communication entre le BSC et le MSC et l'interface **Abis** qui permet la communication entre le BTS et le BSC.

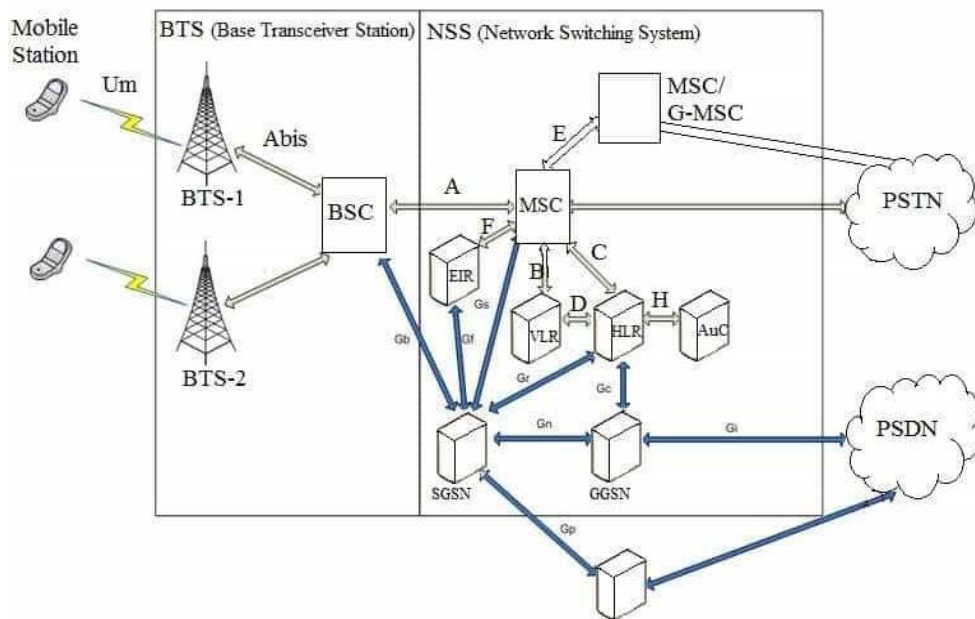


Figure 4: Exemple d'un réseau 2G

II. Réseau 3G

La 3G désigne la troisième génération de technologie mobile. Par rapport à leurs prédécesseurs 2G, les réseaux 3G offraient des débits de données et des largeurs de bande nettement plus élevés, principalement pour répondre aux besoins du marché en pleine expansion des smartphones.

L'**UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)** est l'une des technologies de téléphonie mobile de la 3G similaire à la GSM de la 2G.

Dans un réseau radio 3G, le **RNC (Radio Network Controller)** est un composant essentiel du réseau qui gère et contrôle les transmissions radio des stations de base (**NodeB**). Il joue un rôle clé dans la gestion des ressources radio et le chiffrement des données en assurant la connexion d'un utilisateur pendant qu'il se déplace entre différentes zones de couverture. Le RNC propose deux types de Handover :

- **Soft Handover** : Un mobile peut être connecté à plusieurs NodeB simultanément (améliore la continuité en mouvement).
- **Hard Handover** : Changement de cellule avec interruption brève (ex : entre deux fréquences).

Le **NodeB** est l'équivalent 3G de la **BTS (2G/GSM)**. Il s'agit de l'équipement radio qui communique directement avec les terminaux mobiles. Il transmet et reçoit les signaux radio sur les fréquences UMTS (ex : 2100 MHz en Europe) avec un débit arrivant jusqu'à 2 Mbps en downlink (HSDPA). De plus, il ajuste dynamiquement la puissance d'émission pour minimiser les interférences et optimiser la qualité du signal.

En 3G, des interfaces clés de l'architecture du réseau sont présents notamment :

- **Iub (Interface Iu-bis)** reliant les nodeBs aux RNC
- **IuR (Interface Iu-réseau)** reliant les RNC entre eux
- **IuCS (Interface Iu - Circuit Switched)** reliant le RNC au domaine du circuit commuté du CN (trafic voix)
- **IuPS (Interface Iu - Packet Switched)** reliant le RNC au domaine du paquet commuté du CN (trafic data)

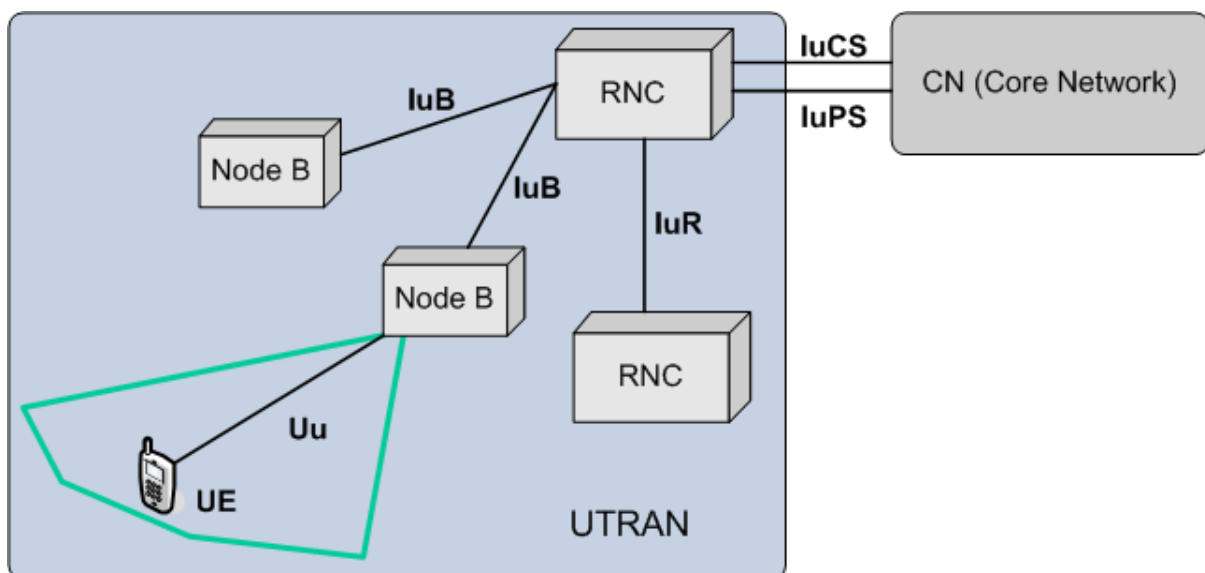


Figure 5: Exemple d'un réseau 3G

III. Réseau 4G

Les réseaux radios 4G, souvent désignés par **LTE (Long Term Evolution)**, sont une technologie de téléphonie mobile qui transmet des données et des appels vocaux (VoLTE) à des débits plus élevés qu'en 3G. La 4G permet des communications mobiles plus rapides et fiables, mais elle nécessite des infrastructures spécifiques et des appareils compatibles.

Dans la 4G, l'**eNodeB (evolved Node B)** est la station de base des réseaux radio 4G LTE. Elle remplace le duo NodeB + RNC de la 3G en intégrant leurs fonctions dans une seule entité autonome, ce qui simplifie l'architecture et améliore les performances. L'eNodeB réalise la liaison entre les terminaux mobiles, les antennes radio et le réseau Core des opérateurs LTE (appelé **EPC : Evolved Packet Core**). Elle gère à la fois les fonctions de contrôle et de plan utilisateur et assure l'allocation dynamique des fréquences et partage la bande passante (OFDMA en downlink, SC-FDMA en uplink)

Les interfaces LTE principaux sont notamment :

- **Uu** qui relie le terminal mobile UE avec l'eNodeB
- **X2** permettant la communication entre les eNodeBs
- **S1-MME** reliant les eNodeBs à l'entité MME (partie de EPC qui gère la mobilité des UE)
- **S1-U** reliant les eNodeBs à la passerelle de service S-GW pour l'acheminement des données utilisateurs
- **S5/S8** Relie la passerelle de service (S-GW) à la passerelle de données (P-GW) dans le cœur de réseau EPC.
- **S10** reliant les MME S11 relie l'entité de gestion de mobilité (MME) à la passerelle de service (SGW)
- **S11** reliant l'entité MME à la passerelle de service (SGW)

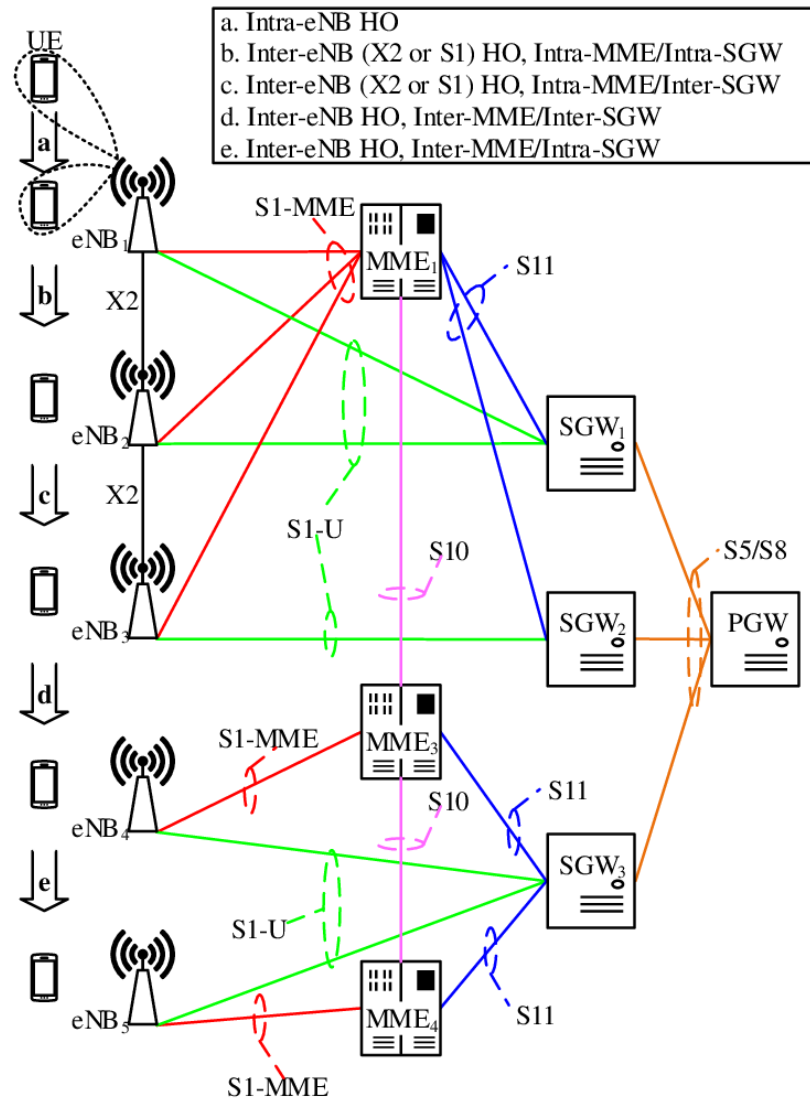


Figure 6: Exemple de réseau 4G

IV. Réseau 5G

Les réseaux 5G, ou 5e génération de réseaux mobiles, offrent une connexion plus rapide et plus fiable que les réseaux 4G. Ils sont conçus pour connecter pratiquement tout le monde et tous ensemble, y compris les machines, les objets et les appareils. La 5G utilise des bandes de fréquences plus élevées que la 4G, ce qui améliore la qualité de la connexion mais réduit la portée. Elle ouvre la voie à de nouvelles applications, comme la réalité virtuelle et augmentée, les véhicules autonomes, et les villes intelligentes (grâce à l'IOT : Internet Of Things).

En 5G, le **gNodeB (ou gNB, Next Generation NodeB)** est la station de base, équivalent de l'eNodeB dans la 4G, qui assure la communication sans fil entre les terminaux utilisateurs (mobiles, etc.) et le réseau de 5G. Il gère les ressources radio, la gestion des utilisateurs et la transmission des données, permettant ainsi la couverture radio 5G.

Des nouvelles interfaces sont introduites comme l'interface **NR (New Radio)** reliant les UE aux gNodeBs, l'interface **Xn** reliant les gNB entre eux et l'interface **N2** reliant les gNBs et l'**AMF (Access and Mobility Management Function)**: gère l'enregistrement des terminaux, leur authentification, et leur mobilité au sein du réseau 5G.)

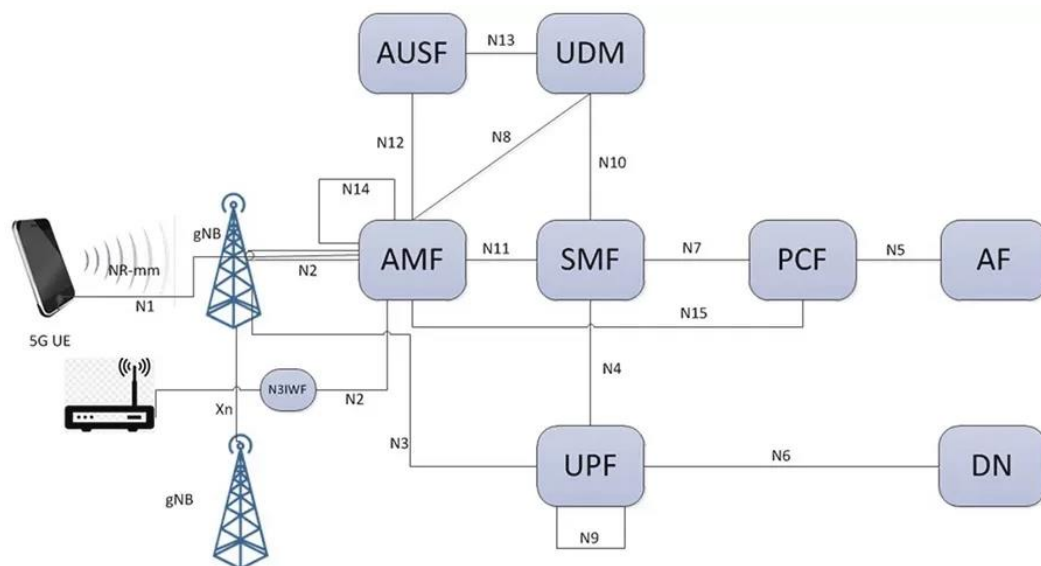


Figure 7: Exemple d'un réseau 5G

Il y a 3 déclinaisons de la 5G qui sont prévues pour permettre les compromis nécessaires sur l'interface radio et couvrir un maximum d'usages :

- **URLLC (Ultra Reliable Low Latence Communication)** : cette catégorie comprend les communications ultra-fiables et à faible latence. Recommandé pour la réalité virtuelle et augmentée, les voitures autonomes...
- **mMTC (Reliable Massive Machine Type Communication ou Massive IoT)** : Cette catégorie permettra de connecter des objets très densément répartis sur le territoire, nécessaire à l'augmentation exponentielle du nombre d'objets connectés. Recommandé pour les internet des objets, les smart homes et les smart cities...
- **eMBB (Enhanced Mobile Broadband)** : cette catégorie offre une connexion en ultra haut débit, nécessaire à certaines applications et services plutôt orientés grand public. Recommandé pour le Big data, l'accès au Cloud, le live Streaming...

Chapitre 3 : Analyse des données Radio

I. Introduction

Dans le cadre de mon stage, j'ai participé à une tâche simple pour réaliser une application Desktop en Python, dotée d'une interface graphique moderne à l'aide de la bibliothèque PyQt5. L'objectif principal est de faciliter la comparaison automatique de certaines données techniques dans des fichiers Excel, comme les **azimuts de rayonnement des antennes** des réseaux 2G, 3G et 4G utilisés par **Tunisie Telecom** et leurs **coordonnées**. Ce type de comparaison est important pour la vérification, la validation ou l'audit des paramètres de configuration du réseau radio, et peut permettre de détecter des erreurs ou incohérences techniques.

II. Contexte technique

1. Les coordonnées géographiques

Les **coordonnées géographiques** sont un système permettant de positionner un point sur la surface de la Terre à l'aide de deux valeurs :

- **La longitude (X)** : indique la position est-ouest, en degrés (°) par rapport au méridien de Greenwich.
- **La latitude (Y)** : indique la position nord-sud, également en degrés, par rapport à l'équateur.

Ces deux coordonnées sont essentielles pour localiser un site radio (station de base) sur une carte.

Notre objectif est de **vérifier si plusieurs stations** de TT partagent **exactement les mêmes coordonnées géographiques** ou non ce qui peut engendrer des incohérences.

2. Les azimuts radio

En télécommunications, l'**azimut** désigne l'angle de direction d'émission d'une antenne par rapport au nord géographique. Il est exprimé en degrés (de 0 à 360°). Dans les réseaux mobiles comme la 2G, la 3G ou la 4G, chaque secteur dispose d'un azimut qui oriente la couverture radio de la cellule. Une erreur dans la configuration ou une incohérence entre plusieurs sources peut entraîner une dégradation de la qualité du service. Soit une station de base possédant trois secteurs, chaque secteur doit avoir son propre azimut comme le montre la figure suivante :

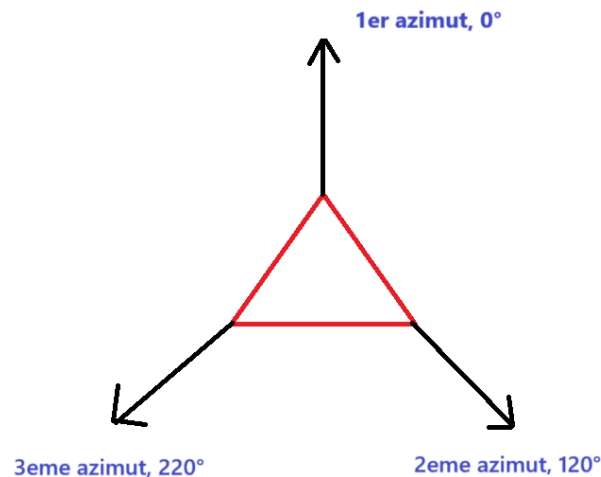


Figure 8: Exemple des azimuts

Notre objectif est de **vérifier la cohérence des azimuts d'antennes** sur l'ensemble des stations radio de TT. Par convention, les azimuts d'une station de base sont cohérents si :

- Les azimuts de 2G, 3G et 4G sont identiques
- Les azimuts de 2G et 3G sont identiques et l'azimut de 4G n'existe pas
- Les azimuts 4G sont une combinaison des azimuts 2G ou 3G
- L'azimut de 2G est de type « Micro 2G » ou « Micro 2G/3G »
- L'azimut de 3G est de type « Micro 3G » ou « Micro 3G/4G »
- L'azimut 2G, 3G ou 4G est de type « Micro » ou « Sol Indoor »

3. Technologies utilisées

On a utilisé la langage **Python** pour développer une solution simple pour répondre à notre besoin. C'est est un langage de programmation interprété, open source et orienté objet, connu pour sa syntaxe claire, sa lisibilité, et sa courbe

d'apprentissage douce. Créé dans les années 1990, il est aujourd'hui l'un des langages les plus populaires dans le monde du développement logiciel.

Python est largement utilisé dans divers domaines comme le **développement web** (avec des frameworks comme Django ou Flask), le **data science** (pandas, NumPy, matplotlib...), **l'intelligence artificielle** et le **machine learning** (scikit-learn, TensorFlow, PyTorch), l'automatisation de tâches et le traitement de fichiers, le développement de scripts système, et même pour les applications de bureau, grâce à des bibliothèques comme PyQt, Tkinter ou Kivy.



Figure 9: Logo de Python

Bien que Python ne soit pas nativement conçu pour développer des interfaces graphiques lourdes ou complexes (comme celles qu'on trouve avec Java), il a été choisi pour cette tâche principalement pour sa facilité de manipulation des fichiers Excel. Les bibliothèques qu'on a utilisées sont :

- **PyQt5** : une bibliothèque permettant de créer des interfaces graphiques modernes et interactives.
- **OpenPyXL** : une bibliothèque Python spécialisée dans la lecture et l'écriture des fichiers Excel au format .xlsx.
- **PyInstaller** : un outil permettant de transformer un script Python en une application exécutable .exe pour Windows avec la commande :
pyinstaller --onefile --windowed --icon=icon.ico application.py.



Figure 10: Logo de PyQt



Figure 11: Logo de PyInstaller



Figure 12: Logo de OpenPyXL

On a utilisé aussi le CSS (**Cascading Style Sheets**), c'est un langage qui est utilisé principalement dans le développement web pour décrire le style visuel des éléments HTML. On a utilisé CSS ici pour personnaliser l'apparence de l'interface graphique avec la fonction Qt Style Sheets (QSS).



Figure 13: Logo de CSS

III. Fonctionnement de l'application

L'application se présente sous la forme d'une interface Desktop simple contenant deux boutons radios. L'utilisateur choisit le 1^{er} bouton pour comparer les azimuts ou le 2^{ème} bouton pour comparer les coordonnées puis il sélectionne un fichier Excel contenant les données Radio à analyser. Ce fichier Excel représente une base de données confidentielle des sites Radios de TT.



Figure 14: L'interface de l'application

Une fois que le mode de comparaison et le fichier sont choisis, l'application compare, selon le mode choisi (azimuts ou coordonnées) les valeurs des colonnes **M**, **AD** et **AU** (correspond respectivement aux azimuts de 2G, 3G et 4G) ligne par ligne ou les valeurs des colonnes E et F (correspond respectivement aux longitude et latitude).

Une colonne résultat est ajoutée à la fin de document. Pour améliorer la lisibilité, les cellules de cette nouvelle colonne sont **colorées automatiquement** : en **vert** si la condition est respectée, en **rouge** sinon.

Voici un exemple des résultats attendus pour les deux cas :

NOM DE SITE	AZIMUT 2G	AZIMUT 3G	AZIMUT 4G	RESULTAT
SITE_X	90/150/270	90/150/270	90/150/270	Identique
SITE_Y	30/100/270/310	30/100/270/310	30/100/310	Identique
SITE_Z	10/180/230	90/180	90/180	Différent
SITE_T	Micro 2G			Identique

Tableau 1: Comparaison des azimuts

NOM DE SITE	X	Y	RESULTAT
SITE_X	36.8001	10.1855	Identique : lignes 1, 3
SITE_Y	36.8110	10.1920	Unique
SITE_Z	36.8001	10.1855	Identique : lignes 1, 3

Tableau 2: Comparaison des coordonnées

Une **barre de progression** permet à l'utilisateur de suivre le traitement en temps réel. À la fin, un nouveau fichier Excel est généré avec le résultat, et l'interface informe l'utilisateur du nom du fichier de sortie.

L'application est fournie sous forme de fichier .exe pour Windows, ce qui la rend directement utilisable sans nécessiter d'installation manuelle de Python et les bibliothèques externes.

Conclusion

Ce stage d'initiation chez la Direction Exécutive Radio Network au sein de Tunisie Télécom m'a offert une immersion enrichissante dans le domaine des télécommunications, en me permettant de découvrir à la fois l'environnement professionnel, les réalités techniques du secteur et les besoins concrets des équipes. J'ai pu assimiler les principes fondamentaux des réseaux Radio mobiles et mettre en pratique ces connaissances en développant une application desktop en Python. Cette application, dotée d'une interface graphique intuitive, permet de vérifier les coordonnées géographiques des sites Radio et comparer automatiquement les azimuts des technologies 2G, 3G et 4G à partir d'un fichier Excel, facilitant ainsi l'analyse et la validation des données. Ce projet m'a permis de relier la théorie acquise à une solution concrète et utile, tout en renforçant mes compétences en programmation, en traitement de données et en conception d'interface utilisateur dans un contexte professionnel réel.