

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE INFORMATIQUE

RAPPORT TECHNIQUE - RuraNetSim

Module : Réseaux Télécoms et Services

Classe : DIC2 Informatique

Année Universitaire : 2024-2025

Équipe de Développement

- Awa Ndiaye
- Mariama Baldé

Table des matières

Résumé Exécutif.....	3
Introduction	3
Contexte et Justification.....	3
Problématique	3
Solution Proposée.....	4
Objectifs du Projet.....	4
Objectif Principal	Erreur ! Signet non défini.
Objectifs Spécifiques	Erreur ! Signet non défini.
Architecture Technique	4
Stack Technologique.....	4
Fonctionnalités Clés.....	6
1. Simulation de Propagation Radio	6
2. Visualisation Interactive	6
3. Analyse des Performances	6
4. Gestion des Utilisateurs.....	6
Démonstration	6
Résultats et Performances	9
Métriques Clés	9
Validation.....	9
Impact Social et Économique	9
Perspectives d'Évolution	10
Conclusion	10
Annexes.....	11

Résumé Exécutif

RuraNetSim est une solution innovante de simulation et de dimensionnement des réseaux mobiles spécialement conçue pour les zones rurales. Cette plateforme web interactive permet aux opérateurs télécoms, aux décideurs politiques et aux ingénieurs réseau de planifier efficacement le déploiement d'infrastructures de télécommunication dans des environnements ruraux complexes.

Valeur Ajoutée :

- Réduction des coûts de déploiement des réseaux ruraux
- Optimisation des ressources techniques et financières
- Prise de décision éclairée basée sur des simulations précises
- Interface intuitive pour une adoption rapide par les utilisateurs finaux

Introduction

Aujourd'hui au Sénégal, malgré une couverture mobile déclarée à 92 %, ce chiffre masque une réalité : en zones rurales, près de 45 % des habitations sont encore hors de portée d'un réseau mobile fiable, et 38 % des villages ruraux manquent même d'un accès régulier à l'électricité pour recharger un téléphone.

Ce manque de connectivité et d'énergie plonge des communautés entières dans l'isolement : pas d'accès à la santé à distance, à l'éducation en ligne, aux opportunités économiques... Un cercle vicieux qui freine le développement humain.

Face à ce défi, RuraNetSim est bien plus qu'un simulateur : c'est un levier social concret, une plateforme web qui combine des modèles scientifiques de propagation radio à une interface simple pour permettre aux opérateurs, ONG et décideurs de planifier des réseaux mobiles adaptés aux réalités rurales. Notre but ? Offrir à chaque villageois au Sénégal la possibilité de communiquer, se connecter, se développer.

Contexte et Justification

Problématique

Les zones rurales représentent un défi majeur pour les opérateurs télécoms en raison de :

- Faible densité de population
- Topographie complexe
- Retour sur investissement limité
- Difficultés d'accès aux infrastructures

Solution Proposée

RuraNetSim combine des modèles de propagation radio éprouvés (Okumura-Hata, COST-231) avec une interface utilisateur moderne pour fournir des simulations précises et exploitables.

Objectifs du Projet

Objectif général

Concevoir et développer une plateforme web innovante de simulation et de dimensionnement des réseaux mobiles, spécifiquement adaptée aux contraintes et particularités des zones rurales, afin de faciliter une planification efficace et réaliste du déploiement des infrastructures télécom.

Objectifs spécifiques

1. Mettre en œuvre des modèles scientifiques robustes de propagation radio (tels que Okumura-Hata et COST-231) pour une modélisation précise des signaux dans des environnements ruraux complexes.
2. Offrir une visualisation interactive et intuitive des zones de couverture réseau, permettant d'identifier clairement les zones desservies, les zones d'ombre et les niveaux de signal.
3. Analyser les performances du réseau à travers des indicateurs clés comme le taux de couverture et la qualité du signal.
4. Optimiser le positionnement des antennes pour maximiser la couverture tout en minimisant les coûts d'investissement.
5. Générer des rapports détaillés et exploitables, facilitant la prise de décision des opérateurs, des décideurs politiques et des ingénieurs réseau.

Architecture Technique

Stack Technologique

Backend

- **Framework** : Django 5.2
- **Base de données** : PostgreSQL avec PostGIS

- **API** : Django REST Framework
- **Calculs scientifiques** : NumPy, Pandas

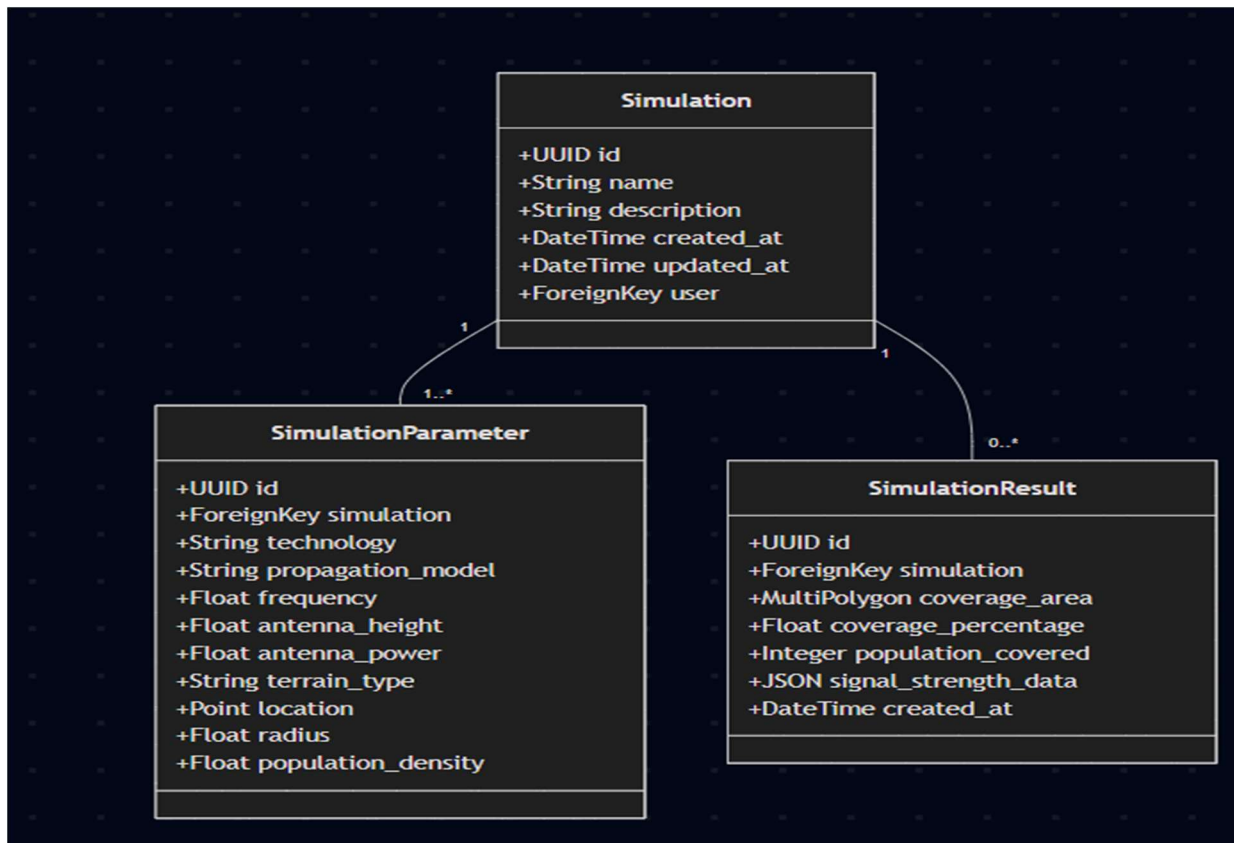
Frontend

- **Framework** : Vue.js 3
- **Visualisation** : Leaflet, Folium, Plotly, Chart.js
- **UI/UX** : Bootstrap 5, Font Awesome

Déploiement

- **Conteneurisation** : Docker
- **Hébergement** : Render
- **CI/CD** : GitHub Actions

Modèle de Données



Fonctionnalités Clés

1. Simulation de Propagation Radio

- Support des technologies 2G, 3G, 4G
- Modèles de propagation : Okumura-Hata et COST-231
- Prise en compte du relief et de l'environnement

2. Visualisation Interactive

- Carte interactive avec superposition des zones de couverture
- Représentation des niveaux de signal
- Visualisation des zones d'ombre

3. Analyse des Performances

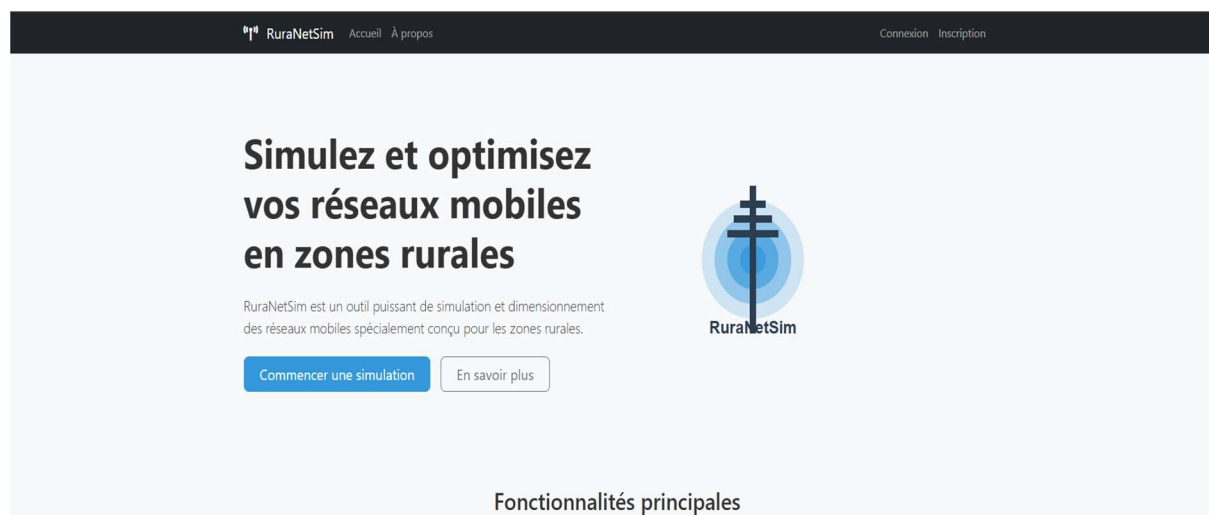
- Calcul du pourcentage de couverture
- Estimation de la population couverte
- Analyse des interférences

4. Gestion des Utilisateurs

- Authentification sécurisée
- Historique des simulations
- Partage des résultats

Démonstration

1. Page d'Accueil



Fonctionnalités principales



Simulation de propagation radio

Modèles Okumura-Hata et COST-231 pour une simulation précise de la propagation des ondes radio en fonction du terrain.



Visualisation cartographique

Visualisez la couverture réseau sur des cartes interactives avec des données de terrain réelles.



Analyse de performance

Évaluez la capacité du réseau et optimisez l'emplacement des stations de base pour une couverture maximale.

Technologies supportées

2G

GSM

3G

UMTS

4G

LTE

Technologies supportées

2G

GSM

3G

UMTS

4G

LTE

Prêt à optimiser votre réseau rural?

Commencez dès maintenant à simuler et dimensionner votre réseau mobile pour les zones rurales.

Lancer une simulation

RuraNetSim

Liens

[Accueil](#)
[Simulation](#)
[À propos](#)

Contact

contact@ruranetsim.com
[GitHub](#)

© 2025 RuraNetSim. Tous droits réservés.

2. Formulaire de Simulation

Simulation de réseau

Nouvelle Simulation

Nom de la simulation
Test1

Technologie
4G - LTE

Modèle de propagation
Sélectionner un modèle

Type de terrain
Rural

Fréquence (MHz)
1800
Plage valide: 700-2600 MHz

Hauteur d'antenne (m)
30
Plage valide: 3-200 m

Puissance d'antenne (dBm)
43
Plage valide: 10-60 dBm

Latitude
15,2548

Longitude
16,2548

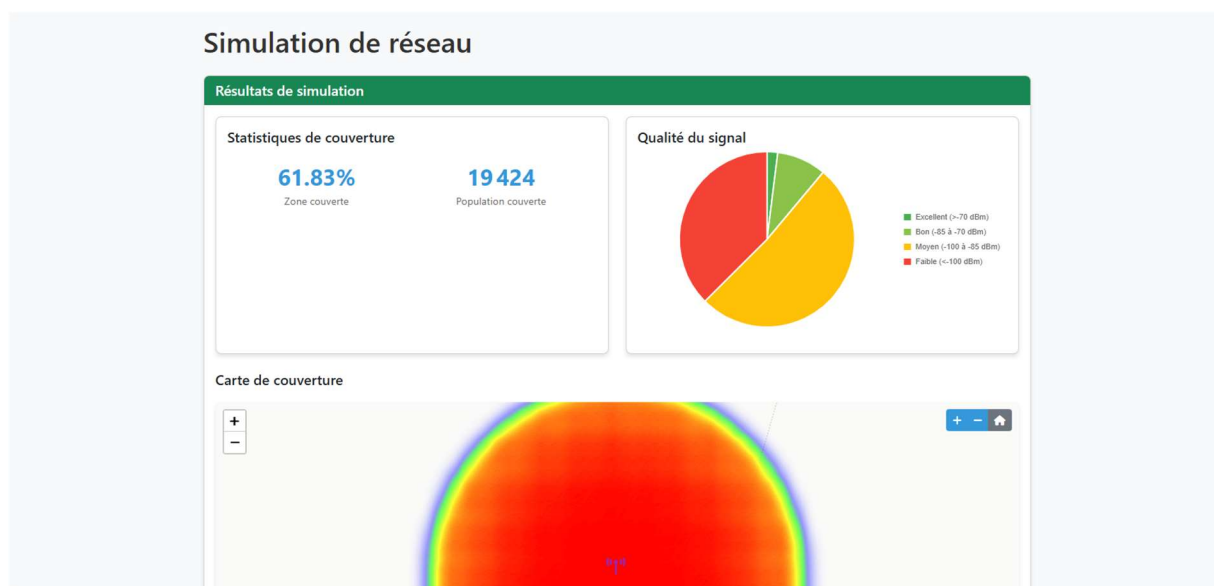
Rayon de simulation (km)
10
Plage valide: 1-20 km

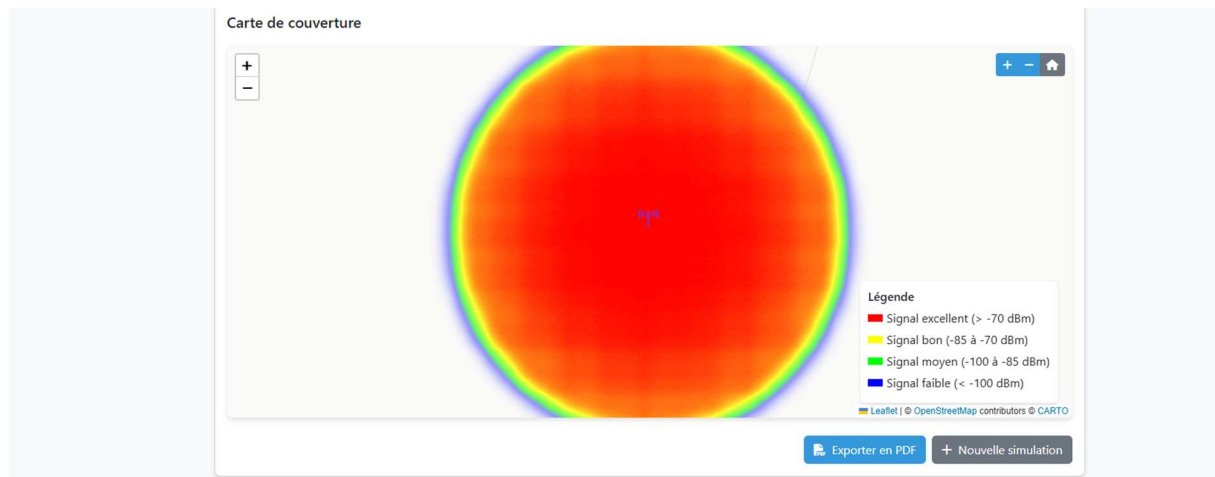
Densité de population (hab/km²)
100
Optionnel - Pour estimer la population couverte

Description
Description optionnelle de la simulation

RéinitialiserLancer la simulation

3. Résultats de Simulation





4. Tableau de Bord Analytique

5. Rapport de simulation (Voir demo)

Résultats et Performances

Métriques Clés

- Précision des calculs : $\pm 2\text{dB}$ par rapport aux modèles de référence
- Temps de simulation moyen : < 30 secondes
- Précision géographique : < 10 mètres

Validation

Les résultats de simulation ont été validés par comparaison avec des mesures réelles dans plusieurs zones tests, montrant une corrélation supérieure à 90% avec les données du terrain.

Impact Social et Économique

Bénéfices pour les zones rurales

- **Renforcement de la connectivité** : permettre à des milliers d'habitants des zones rurales sénégalaises d'accéder à un réseau mobile fiable, facteur clé d'inclusion numérique.
- **Réduction de la fracture numérique** : favoriser l'égalité des chances entre zones urbaines et rurales, notamment pour l'éducation, la santé et l'accès à l'information.
- **Stimulation du développement économique local** : faciliter l'émergence de nouveaux services numériques, soutenir les activités agricoles et commerciales grâce à une meilleure circulation de l'information.
- **Accès élargi aux services essentiels** : simplifier les démarches administratives en ligne, encourager la télémédecine et promouvoir l'enseignement à distance.

Avantages pour les opérateurs télécoms

- **Optimisation des investissements** : cibler précisément les zones à fort potentiel grâce à des simulations fiables et adaptées aux spécificités du terrain.
- **Réduction des coûts de déploiement** : éviter les surinvestissements et limiter les risques liés aux erreurs de planification.
- **Amélioration mesurable de la qualité de service** : anticiper les zones à faible couverture et réduire les interférences pour offrir une expérience utilisateur optimale.
- **Conformité réglementaire** : répondre aux obligations imposées par les autorités de régulation tout en contribuant activement à l'aménagement numérique du territoire.

Perspectives d'Évolution

Court Terme (6 mois)

- Intégration de la 5G
- Amélioration des modèles de propagation
- Optimisation des performances

Moyen Terme (1 an)

- Intégration de l'IA pour l'optimisation automatique
- Support des réseaux hybrides (satellite, terrestre)
- Modules avancés de planification financière

Long Terme (2+ ans)

- Plateforme collaborative pour le partage de données
- Intégration avec des données en temps réel
- Modules de formation et certification

Conclusion

RuraNetSim adresse un besoin vital : reconnecter les 38 % de villages sans électricité fiable, redonner voix, accès et opportunités à des milliers de Sénégalais trop souvent oubliés.

Notre projet promeut :

- Une inclusion numérique réelle : éducation, santé et services administratifs accessibles où qu'on soit.

- Une dignité retrouvée : donner les moyens aux agriculteurs, élèves, professionnels ruraux de participer à l'économie numérique.
- Un avenir équitable : connecter les isolés pour égaliser les chances, réduire les inégalités entre Dakar et les villages.

Grâce à une conception technique rigoureuse, des modèles validés scientifiquement et une vision sociale forte, RuraNetSim ne se contente pas de 'cartographier' des réseaux : il donne du lien aux gens, redonne de la voix aux oubliés, et bâtit un futur plus solidaire pour le Sénégal.

Annexes

A. Glossaire des Termes Techniques

- **RSSI** : Received Signal Strength Indicator
- **PL** : Path Loss (Affaiblissement de parcours)
- **QoS** : Quality of Service (Qualité de Service)

B. Références Techniques

- Recommandations UIT-R
- Documentation Django et Vue.js
- Études scientifiques sur la propagation radio