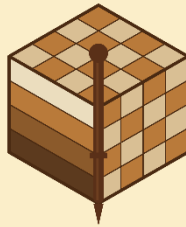


**PRIX INNOVATION INDUSTRIELLE**

*FIISEC & Nuit du Bâtiment 2026 – 3<sup>e</sup> Forum de l'Innovation et de l'Investissement dans le Secteur de la Construction*



**GeoSol Studio**

# GeoSol Studio

**Plateforme Intégrée de Modélisation Géotechnique 3D**

*« Vers une ingénierie géotechnique numérique adaptée au contexte africain »*



---

*En collaboration avec le Laboratoire National de Référence LNR-BTP*

**École Polytechnique de Thiès (EPT) · Département Génie Civil · Sénégal · Juin 2026**

## Une plateforme, toute la chaîne géotechnique

GeoSol Studio réunit, pour la première fois dans l'espace UEMOA, la modélisation géologique 3D par krigeage, l'analyse pressiométrique, les essais de laboratoire et le dimensionnement automatique des fondations conformément à l'Eurocode 7 – dans une seule application desktop, sans dépendance SIG externe.

Développée à l'École Polytechnique de Thiès (EPT) et validée sur trois sites sénégalais en conditions réelles de chantier, elle répond à un besoin urgent : sécuriser la construction en Afrique de l'Ouest grâce à une connaissance scientifique et numérique du sous-sol.

**1 446**

bâtiments menaçant ruine recensés au Sénégal  
(2021)

**3**

sites pilotes sénégalais validés en conditions  
réelles

**7**

caractéristiques distinctives uniques dans  
l'UEMOA

**5**

essais de laboratoire géotechniques intégrés

Krigeage 3D · Pressiométrie Ménard · Eurocode 7 · Assistant IA grounded · PostGIS  
· Export BIM/SIG

## Un fléau structurel, quatre lacunes

1 446 bâtiments menaçant ruine recensés au Sénégal en 2021, dont 627 à Dakar (MULHP). Au moins 16 victimes en 2024-2025 ; Touba a connu cinq effondrements en deux ans, dont un immeuble R+4 ayant causé trois morts en juin 2025.

Ces drames résultent souvent d'une connaissance insuffisante des conditions géotechniques locales – un problème structurel aux racines multiples :

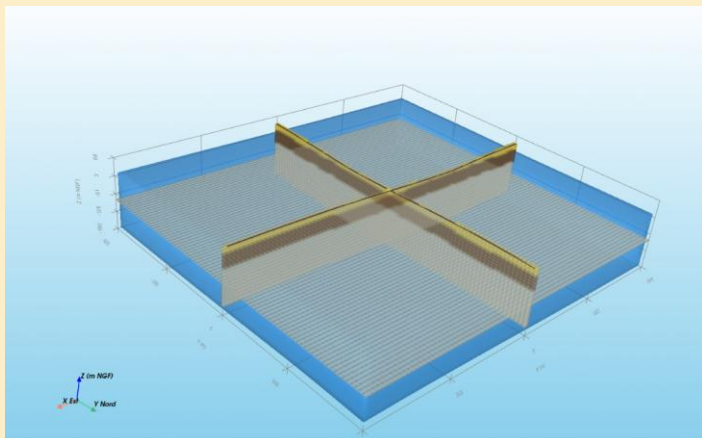
- ▶ **Absence d'outils adaptés** – les logiciels existants (Plaxis, Foxta, Rocscience...) sont coûteux et conçus pour des contextes géologiques européens ou nord-américains, sans adaptation aux sols d'Afrique de l'Ouest.
- ▶ **Absence de standardisation** – aucun référentiel régional ne définit le nombre minimal de sondages par surface ou type d'ouvrage.
- ▶ **Données dispersées** – résultats de sondages stockés dans des tableurs ou PDF non géolocalisés, sans analyse spatiale possible.
- ▶ **Rupture entre mesure et décision** – le passage de données ponctuelles à une caractérisation 3D continue reste artisanal dans la majorité des projets.

GeoSol Studio apporte à ces quatre lacunes une réponse technologique intégrée, scientifiquement rigoureuse, économiquement accessible et ancrée dans les réalités opérationnelles du secteur BTP africain.

## Genèse du projet

GeoSol Studio est issu du projet de fin d'études de Mouhamed NIANG, encadré par le Dr Cheikh Sadibou FAYE (EPT) et, côté professionnel, par M. Djiby NDIAYE (GEOMAT INGENIERIE, Dakar) – confirmant l'ancrage industriel du projet dès son origine. Le cœur scientifique, la modélisation géologique 3D par krigeage, a été validé par le jury académique ; sa première version, un plugin QGIS, répondait à un besoin opérationnel concret de GEOMAT INGENIERIE.

Le projet a ensuite évolué vers une application desktop standalone, déployable sur poste Windows sans configuration ni dépendance SIG externe – répondant au besoin direct des bureaux d'études et laboratoires de la sous-région d'utiliser un outil complet sans passer par un environnement SIG souvent méconnu des praticiens.



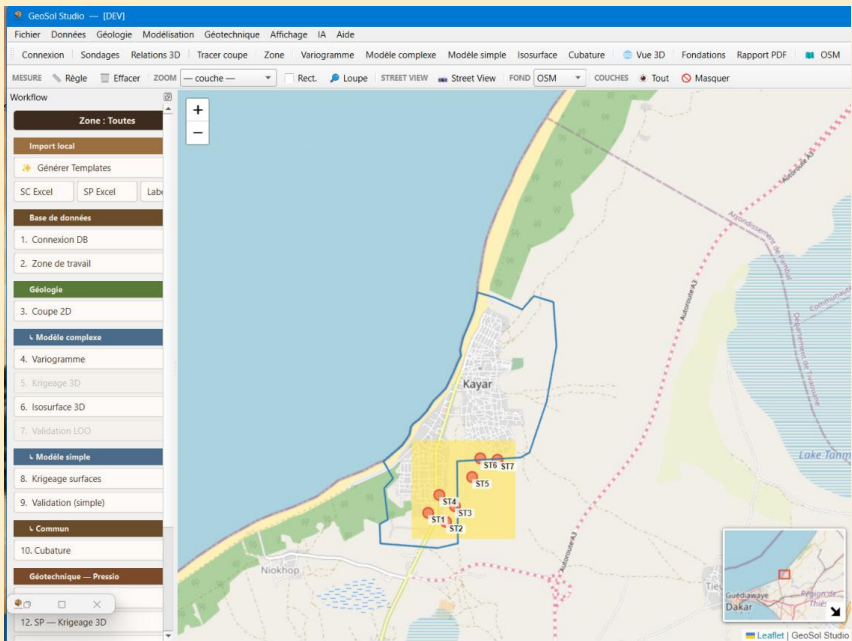
*Modèle numérique 3D du sous-sol généré par GeoSol Studio*

Validée sur données réelles collectées sur trois sites sénégalais aux contextes géologiques contrastés – Diourbel, Fatick et Diamniadio –, avec sondages carottés et pressiométriques en conditions réelles de chantier.

## De la donnée au modèle 3D

### 3.1 • Gestion et géolocalisation des sondages

Centralisation des données de sondages (carottés et pressiométriques) dans une base PostGIS. Géolocalisation sur carte interactive, import CSV standardisé avec reprojektion automatique UTM 28N / WGS84, comparaison croisée des profils d'un même site.

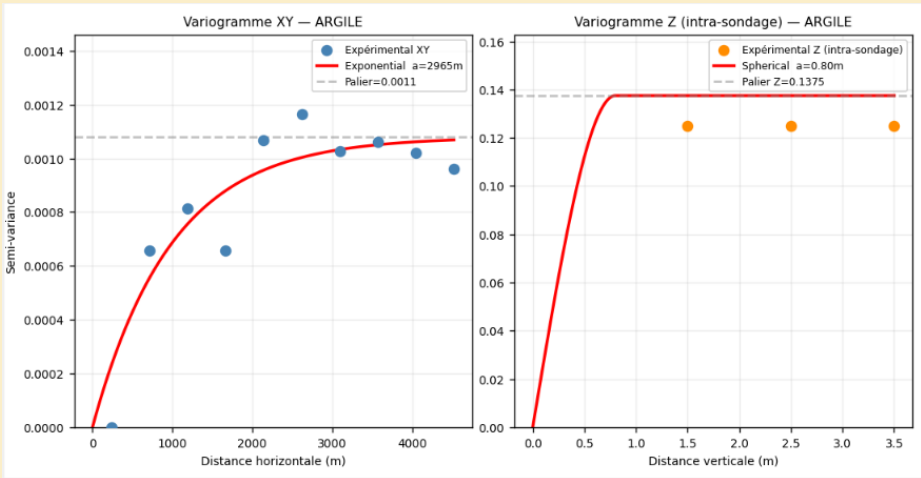


Carte interactive des sondages – site de Kayar

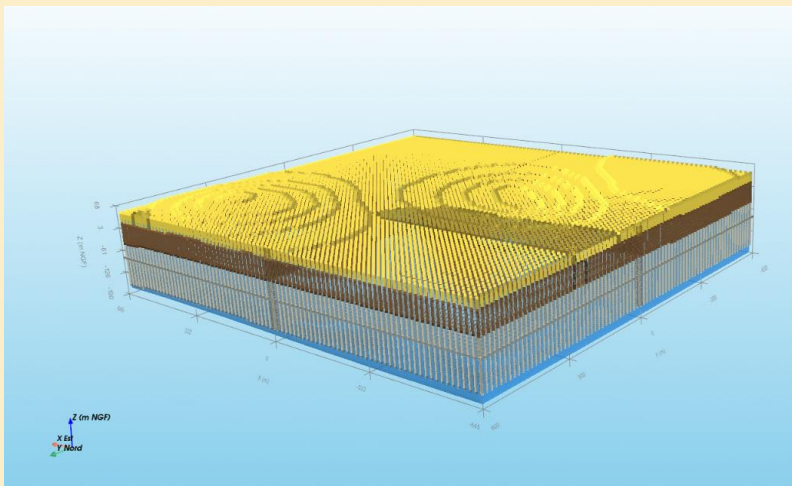
### 3.2 • Modélisation géologique 3D par krigeage

Modèle Complexe – krigeage indicateur 3D sur grille voxel pour les géologies discontinues : carte de probabilité et de variance continues, une carte de risque géotechnique quantifiée inédite dans la région.

Modèle Simple – krigeage des surfaces de contact pour les géologies stratifiées, variogramme auto-ajusté (Sphérique, Exponentiel, Gaussien) par optimisation RMSE. Résultats en isosurfaces 3D, coupes 2D et cubatures de volumes par formation.



Ajustement automatique du variogramme – argile (XY et intra-sondage)

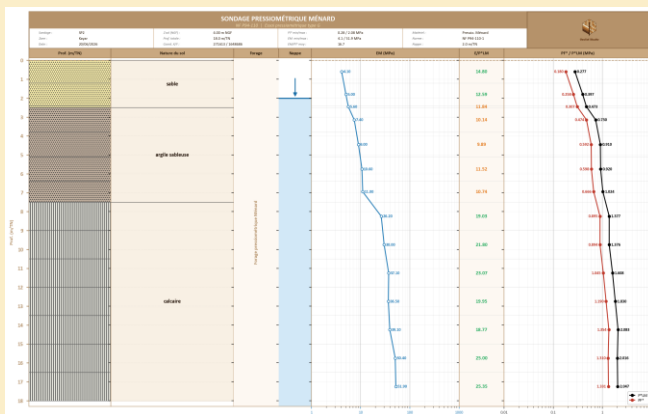


Modèle voxel 3D

# Du sondage au laboratoire

## 3.3 · Analyse pressiométrique et interpolation mécanique

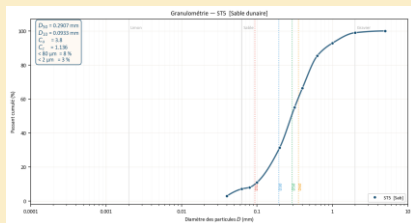
Intégration des essais Ménard (NF P 94-110) – pression limite nette  $Pl^*$  et module EM – interpolés spatialement par krigeage 3D. Permet de « voir » le sous-sol entre les sondages et de justifier scientifiquement une réduction raisonnée du nombre de sondages. Coupes pressiométriques et rapport PDF générés automatiquement par sondage.



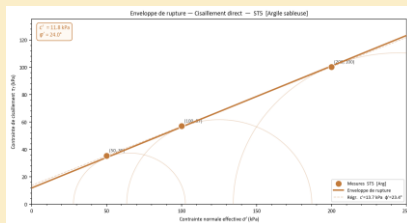
Sondage pressiométrique Ménard – SP2

## 3.4 · Intégration des essais de laboratoire

Cinq essais fondamentaux, avec saisie dédiée et visualisation professionnelle : Limites d'Atterberg / Casagrande (NF P 94-051) · Analyse granulométrique (NF EN ISO 17892-4) · Essai œdométrique (NF P 94-090-1) · Cisaillement direct / Mohr-Coulomb (NF P 94-071-1) · Essai de gonflement libre (NF P 94-091). Figures intégrées au rapport PDF du sondage.



Granulométrie – ST5

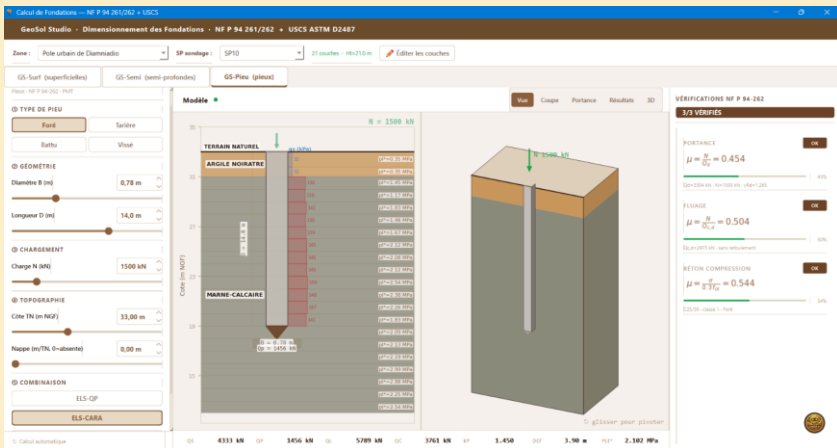


Cisaillement direct – ST5

# Du modèle à la fondation

## 3.5 · Dimensionnement automatique des fondations

Méthodes conformes à l'Eurocode 7 et aux normes françaises applicables en UEMOA : fondations superficielles (NF P 94-261), fondations profondes (NF P 94-262, qs et qp), fondations semi-profondes. Le contexte géologique et les paramètres mécaniques sont extraits automatiquement du modèle 3D krigeé – sans resaisie.



Dimensionnement d'un pieu foré – NF P 94-262

## 3.6 · Validation croisée Leave-One-Out (LOO)

Chaque sondage est retiré puis réestimé par le modèle rekrigé sans lui : RMSE, MAE, biais et taux de prédiction à seuil fixé quantifient objectivement la fiabilité du modèle, validée sur les trois sites pilotes.

## 3.7 · Assistant IA intégré (RAG)

Assistant géotechnique (Claude, ChatGPT ou Gemini) ancré simultanément sur le contexte réel du projet et un corpus normatif indexé (Eurocode 7, Fascicule 62, NF P 94), avec garde-fou explicite contre l'invention d'information. Génère une synthèse géotechnique experte directement dans le rapport PDF.



GeoSol AI

## Sept caractéristiques distinctives

4.1

### Solution intégrée, sans équivalent en UEMOA

Plaxis, GeoStudio, Leapfrog ou gINT couvrent chacun un besoin partiel. Aucun ne combine géostatistique 3D, pressiométrie, essais labo et Eurocode 7, en français.

4.2

### Cartes de risque probabilistes

Le krigeage indicateur produit une distribution de probabilités et de variances par voxel – un risque quantifié, non un jugement d'expert seul.

4.3

### Interpolation des paramètres mécaniques

Pl\* et EM estimés en tout point non sondé : optimisation de l'implantation et réduction raisonnée du nombre de sondages.

4.4

### Validation LOO quantifiée

Métriques RMSE et taux à  $\pm 1$  m affichées dans l'interface – un outil de communication vérifiable avec les maîtres d'ouvrage.

4.5

### Chaîne numérique sans rupture

De la donnée brute au dimensionnement final, sans resaisie : traçabilité complète, export IFC/OBJ/Shapefile vers BIM et SIG.

4.6

### Vers une normalisation régionale

L'accumulation de résultats LOO et cartes de variance constitue une base scientifique pour les normes de densité de sondages de l'UEMOA.

4.7

### Assistant IA grounded

Distinction systématique entre donnée projet, document normatif et connaissance générale – un outil d'aide à la décision, pas un générateur de texte non vérifiable.

# Un usage immédiat, un impact mesurable

## Applicabilité dans le secteur BTP

### Bureaux d'études géotechniques

Modélisation 3D rigoureuse, rapports standardisés, décision fondée sur des probabilités.

### Laboratoires nationaux (LNR-BTP, LPEM...)

Capitalisation des données existantes, interopérabilité avec les formats CSV du secteur.

### Agences & maîtres d'ouvrage

Cartographie des risques pour la maîtrise des zones constructibles.

### Enseignement & formation

Outil pédagogique pour les futurs ingénieurs géotechniciens, cas réels.

## Impact attendu

### Technique

Réduction des incertitudes ; base scientifique pour la normalisation UEMOA.

### Économique

Optimisation du nombre de sondages ; réduction des sinistres coûteux.

### Social

Sécurisation des ouvrages, protection des populations.

### Environnemental

Optimisation des terrassements et volumes excavés.

Solution déjà validée en conditions réelles de chantier sur trois sites sénégalais aux géologies contrastées – Diourbel, Fatick, Diamniadio – et prête pour un déploiement à l'échelle de l'espace UEMOA.

## Cinq niveaux d'accès

Construite sur une architecture entièrement open-source (Python, PostgreSQL/PostGIS, Qt6), GeoSol Studio est distribuée selon un modèle commercial à cinq niveaux :

Niveau	Contenu
<b>DEMO</b>	Gratuit, 30 jours – carte, import local, statistiques. 1 zone / 5 sondages max.
<b>ESSENTIEL</b>	Base PostgreSQL/PostGIS, coupes 2D, export GeoJSON. 3 zones / 30 sondages.
<b>PRO ★</b>	Krigeage 3D, essais de laboratoire, dimensionnement EC7, tassement, rapport PDF – accès illimité.
<b>PREMIUM</b>	Génération de templates Excel, ETL PostgreSQL, assistant IA intégré.
<b>ACADÉMIQUE</b>	Fonctionnalités PRO complètes – usage non commercial – EPT, ESTP Abidjan, écoles partenaires UEMOA.

Ce modèle garantit la pérennité du projet tout en préservant son accessibilité pour les acteurs les moins dotés du secteur BTP régional.

## Et la suite

### À court terme

- ▶ Analyse de stabilité des pentes (Bishop, Fellenius) intégrée au modèle 3D krigé
- ▶ Extension aux essais triaxiaux (CD/CU) pour zones inondables ou sismiques
- ▶ Cartographie des risques sismiques, micro-zonation sénégalaise et sous-régionale
- ▶ Collaboration multi-utilisateurs pour les grands projets d'infrastructure

### À moyen terme

L'accumulation de résultats LOO et de cartes de variance permettra de construire la première base de référence régionale pour la normalisation du nombre de sondages par type de sol et d'ouvrage, partageable avec les organismes de normalisation de l'UEMOA.

### Conclusion

GeoSol Studio réunit modélisation géologique 3D, analyse pressiométrique, essais de laboratoire, dimensionnement automatique des fondations, validation scientifique LOO et assistant IA grounded – dans une seule plateforme opérationnelle répondant à un besoin réel, urgent et structurant pour le secteur BTP de l'espace UEMOA.

Développée à l'École Polytechnique de Thiès sous la direction du Dr Cheikh Sadibou FAYE et portée par l'engagement d'un jeune ingénieur formé localement, cette plateforme incarne une recherche appliquée africaine utile, accessible et rigoureuse.

## Contacts

PORTEUR DU PROJET

### Dr Cheikh Sadibou FAYE

Assistant Titulaire – Enseignant-chercheur en Géomatique-Topographie  
École Polytechnique de Thiès (EPT) – Département Génie Civil  
csfaye@ept.edu.sn · +221 77 312 95 15

CO-DÉVELOPPEUR

### Mouhamed NIANG

Ingénieur Génie Civil – EPT (Promotion 2025/2026)  
Développeur principal – GeoSol Studio  
niangmouhamed@ept.sn

Catégorie : Prix Innovation Industrielle · Domaine : Digitalisation / BIM / Technologies innovantes du secteur BTP

Contactez-nous : [contact@geosol-studio.com](mailto:contact@geosol-studio.com)



*Vers une ingénierie géotechnique numérique adaptée au contexte africain*

*« La preuve que l'innovation technologique du BTP peut émerger de nos institutions pour répondre à nos spécificités géologiques, climatiques et économiques. »*

contact@geosol-studio.com  
niangmouhamed@ept.sn · csfaye@ept.edu.sn

École Polytechnique de Thiès (EPT) · Thiès, Sénégal · Juin 2026