

FIIESEC & Nuit du Bâtiment 2026
3^e Forum de l'Innovation et de l'Investissement dans le Secteur de la Construction



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

Ecole Polytechnique de Thiès (EPT) · 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

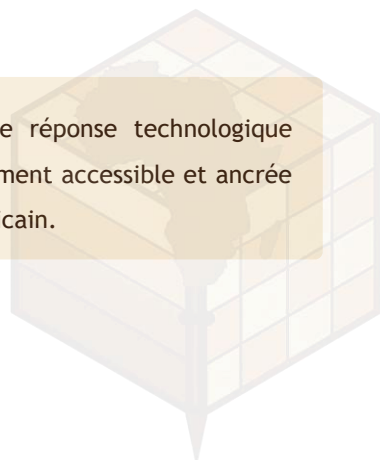
Un fléau structurel, quatre lacunes

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 - logiciels existants coûteux, conçus pour des contextes non africains.
- Absence de standardisation - aucun référentiel régional de densité de sondages.
- Données dispersées - sondages stockés en tableurs/PDF non géolocalisés.
- Rupture entre mesure et décision - caractérisation 3D continue encore artisanale.

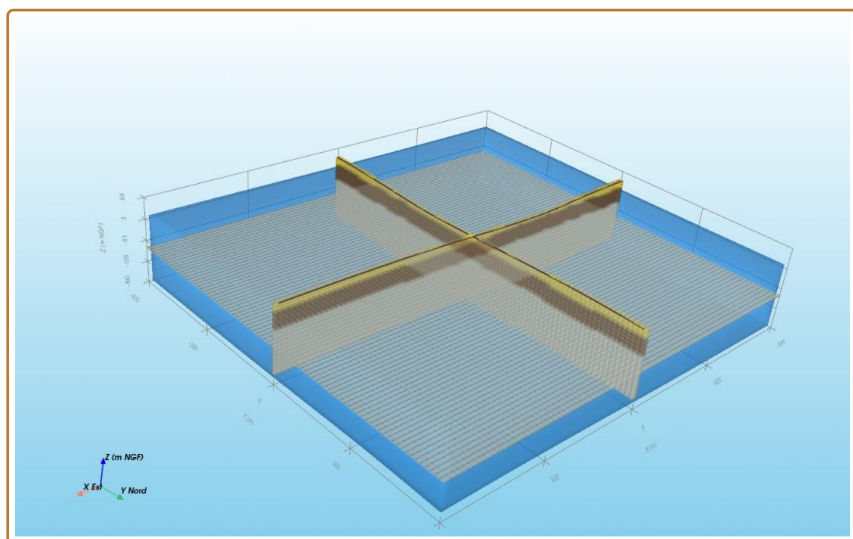
GeoSol Studio apporte à ces quatre lacunes une réponse technologique intégrée, scientifiquement rigoureuse, économiquement accessible et ancrée dans les réalités opérationnelles du secteur BTP africain.



Genèse du projet

GeoSol Studio est issu du projet de fin d'études de Mouhamed NIAN, 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.



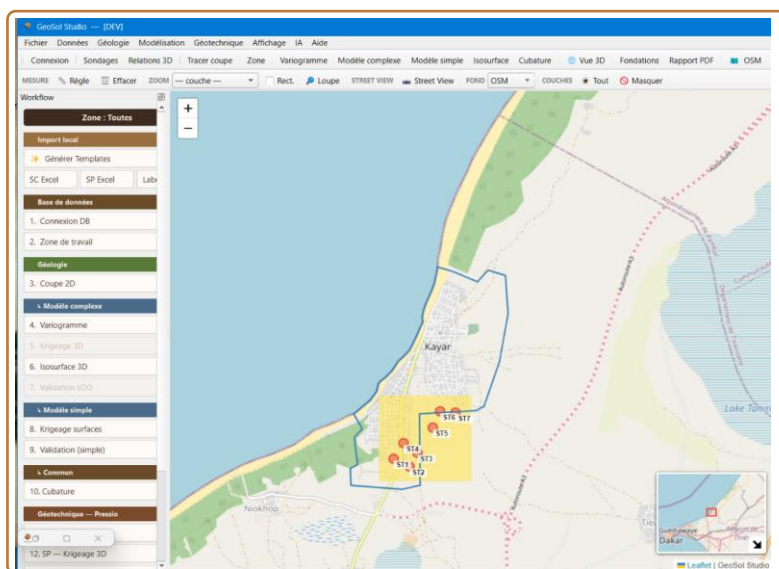
Modèle numérique 3D du sous-sol généré par GeoSol Studio

Validée sur données réelles collectées sur trois sites sénégalais aux contextes géologiques contrastés - Diourbel, Fatick et Diamniadio.

De la donnée au modèle 3D

3.1 • Gestion et géolocalisation des sondages

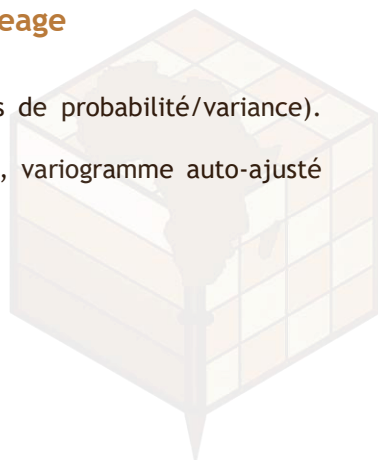
Centralisation des sondages (carottés et pressiométriques) dans une base PostGIS. Géolocalisation sur carte interactive, import CSV standardisé, reprojection UTM 28N / WGS84.



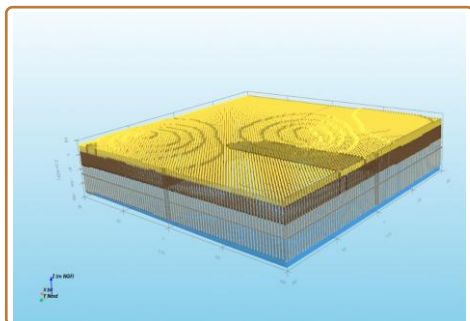
Carte interactive des sondages - site de Kayar

3.2 • Modélisation géologique 3D par krigeage

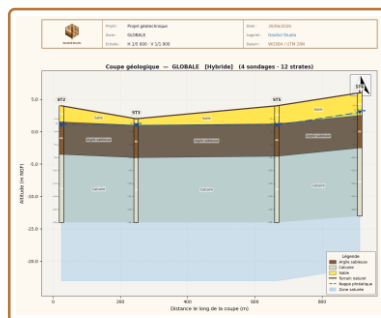
Modèle Complexe - krigeage indicateur 3D (cartes de probabilité/variance).
Modèle Simple - krigeage des surfaces de contact, variogramme auto-ajusté par optimisation RMSE.



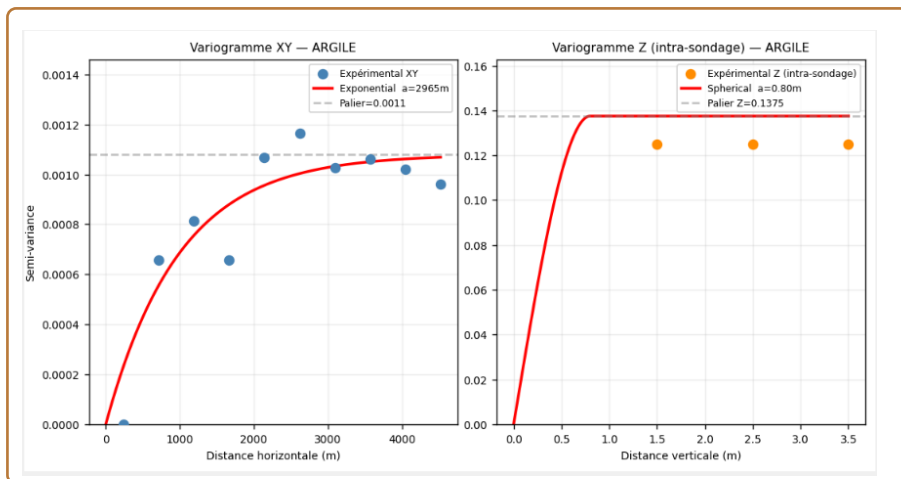
Krigeage 3D et pressiométrie



Modèle voxel 3D



Coupe géologique interpolée

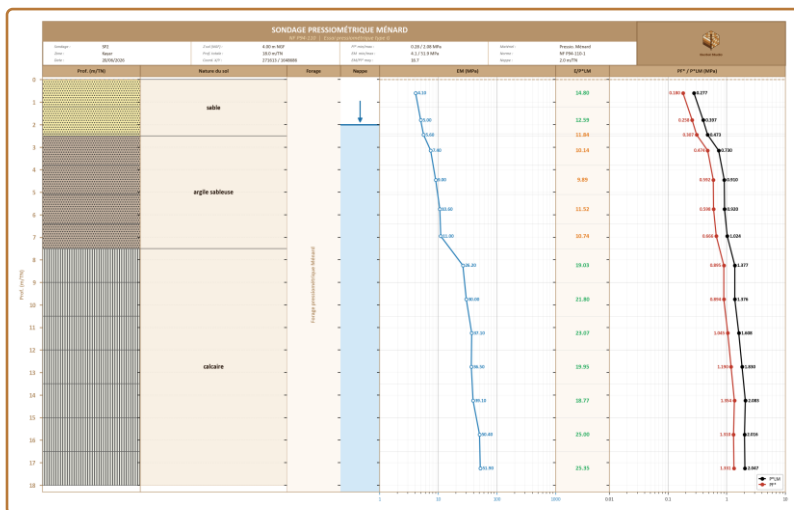


Ajustement automatique du variogramme - argile

3.3 · Analyse pressiométrique et interpolation mécanique

Essais Ménard (Pl^* , EM) interpolés par krigeage 3D pour « voir » le sous-sol entre les sondages et réduire raisonnablement le nombre de sondages.

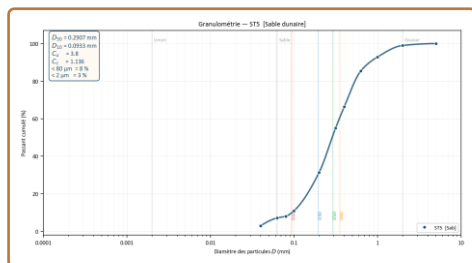
Du sondage au laboratoire



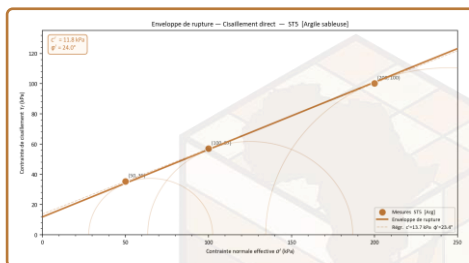
Sondage pressiométrique Ménard - SP2

3.4 • Intégration des essais de laboratoire

Cinq essais fondamentaux : Atterberg/Casagrande • Granulométrie • Œdométrique • Cisaillement direct/Mohr-Coulomb • Gonflement libre. Figures intégrées au rapport PDF.



Granulométrie - ST5



Cisaillement direct - ST5

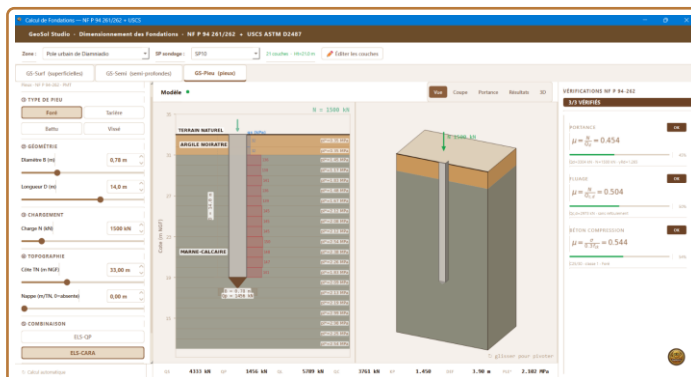
Du modèle à la fondation

	Argile molle	Marne calcaire	Sable dur
IDENTIFICATION			
LI (%)	34.6 %	27.6 %	—
Ip (%)	14.9 %	9.3 %	—
Classe USCS	CL	CL	—
GRANULOMETRIE			
D50 (mm)	0.0029 mm	—	0.2007 mm
Cu = D60/D10	2.5	—	2.6
< 60 µm (%)	99.2 %	—	9.1 %
< 2 µm (%)	54.9 %	—	3.0 %
RESISTANCE (MOHR-COULOMB)			
c (kPa)	11.8 kPa	30.9 kPa	0.0 kPa
φ (°)	24.0°	29.1°	32.9°
COMPRESSIBILITE (OED)			
Cc (indice compression)	0.1345	0.0581	—
Cs (indice gonflement)	0.0219	0.0180	—
Pc (kPa)	50 kPa	50 kPa	—
σ ₀	0.6021	0.5826	—
SCHEMMENT			
P (kPa)	92.5 kPa	92.5 kPa	—

Synthèse multi-essais par formation - ST5

3.5 · Dimensionnement automatique des fondations

Méthodes Eurocode 7 / NF P 94-261-262 (superficielles, profondes, semi-profondes). Contexte géologique et paramètres mécaniques extraits automatiquement du modèle 3D - sans resaisie.



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

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

RMSE, MAE, biais et taux de prédiction à seuil fixé quantifient objectivement la fiabilité du modèle.

Assistant IA intégré

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

L'assistant lit également les documents déposés par l'utilisateur pour capitaliser l'investigation existante sans ressaisie - un garde-fou distingue toujours donnée projet, document normatif et connaissance générale.

Sept caractéristiques distinctives

4.1

Solution intégrée, sans équivalent en UEMOA

Aucun outil du marché ne combine géostatistique 3D, pressiométrie, essais labo et Eurocode 7, en français.

4.2

Cartes de risque probabilistes

Le krigeage indicateur produit probabilités et variances par voxel - un risque quantifié.

4.3

Interpolation des paramètres mécaniques

Pl* et EM estimés en tout point non sondé : implantation optimisée, sondages réduits.

4.4

Validation LOO quantifiée

RMSE et taux à ± 1 m affichés dans l'interface - vérifiable avec les maîtres d'ouvrage.

4.5

Chaîne numérique sans rupture

De la donnée brute au dimensionnement final, export IFC/OBJ/Shapefile vers BIM et SIG.

4.6

Vers une normalisation régionale

Résultats LOO et cartes de variance comme base scientifique pour les normes UEMOA.

4.7

Assistant IA grounded

Distinction systématique donnée projet / normatif / connaissance générale.



Usage immédiat, impact mesurable

Applicabilité dans le secteur BTP

Bureaux d'études géotechniques

Modélisation 3D rigoureuse, rapports standardisés.

Laboratoires nationaux (LNR-BTP...)

Capitalisation des données existantes, interop CSV.

Agences & maîtres d'ouvrage

Cartographie des risques pour zones constructibles.

Enseignement & formation

Outil pédagogique pour futurs géotechniciens.

Impact attendu

Technique

Réduction des incertitudes ; base scientifique UEMOA.

Économique

Optimisation des sondages ; moins de 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 - Diourbel, Fatick, Diamniadio.

Cinq niveaux d'accès

Architecture entièrement open-source (Python, PostgreSQL/PostGIS, Qt6), distribuée selon un modèle commercial à cinq niveaux :

Niveau	Contenu
DEMO	Gratuit, 30 jours – carte interactive, import local, statistiques. 1 zone / 5 sondages max, coupes géologiques 2D, carte pressiométrique.
ESSENTIEL	Tout DEMO + Base PostgreSQL/PostGIS, export GeoJSON. 3 zones / 30 sondages, Krigeage & ajustement des variogrammes.
PRO ★	Tout Essentiel + Vue en 3D, essais labo, dimensionnement EC7, rapport PDF et accès illimité en données.
PREMIUM	Templates Excel, ETL PostgreSQL, assistant IA intégré.
ACADÉMIQUE	Fonctionnalités PRO complètes : usage non commercial (EPT, ESTP Abidjan, etc...).

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

Devenir le standard légal de la reconnaissance géotechnique en Afrique de l'Ouest — intégré dans les procédures de permis de construire de l'espace UEMOA.

Conclusion

GeoSol Studio réunit modélisation géologique 3D, pressiométrie, essais de laboratoire, dimensionnement automatique et assistant IA grounded - une plateforme opérationnelle répondant à un besoin réel et structurant pour le BTP de l'espace UEMOA.

Développée à l'EPT 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

Mouhamed NIANG

Ingénieur Génie Civil - EPT (Promotion 2025/2026)

Développeur principal - GeoSol Studio

niangmouhamed@ept.sn +221 78 592 34 65

DIRECTEUR SCIENTIFIQUE

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

FIISEC & Nuit du Bâtiment 2026

Catégorie : JEUNE PROJET

Domaine : Innovation technologique et digitalization du BTP



Contactez-nous :
contact@geosol-studio.com



GeoSol Studio

GeoSol Studio

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