



GeoMate

2026 · Plateforme de données d'exploration

ANALYSE

MODULE 08

Analyse structurale

Stéréogramme de Schmidt interactif, densité de pôles, familles détectées par k-moyennes, eigenanalyse et analyse cinématique de rupture — sur les données de log orientées.

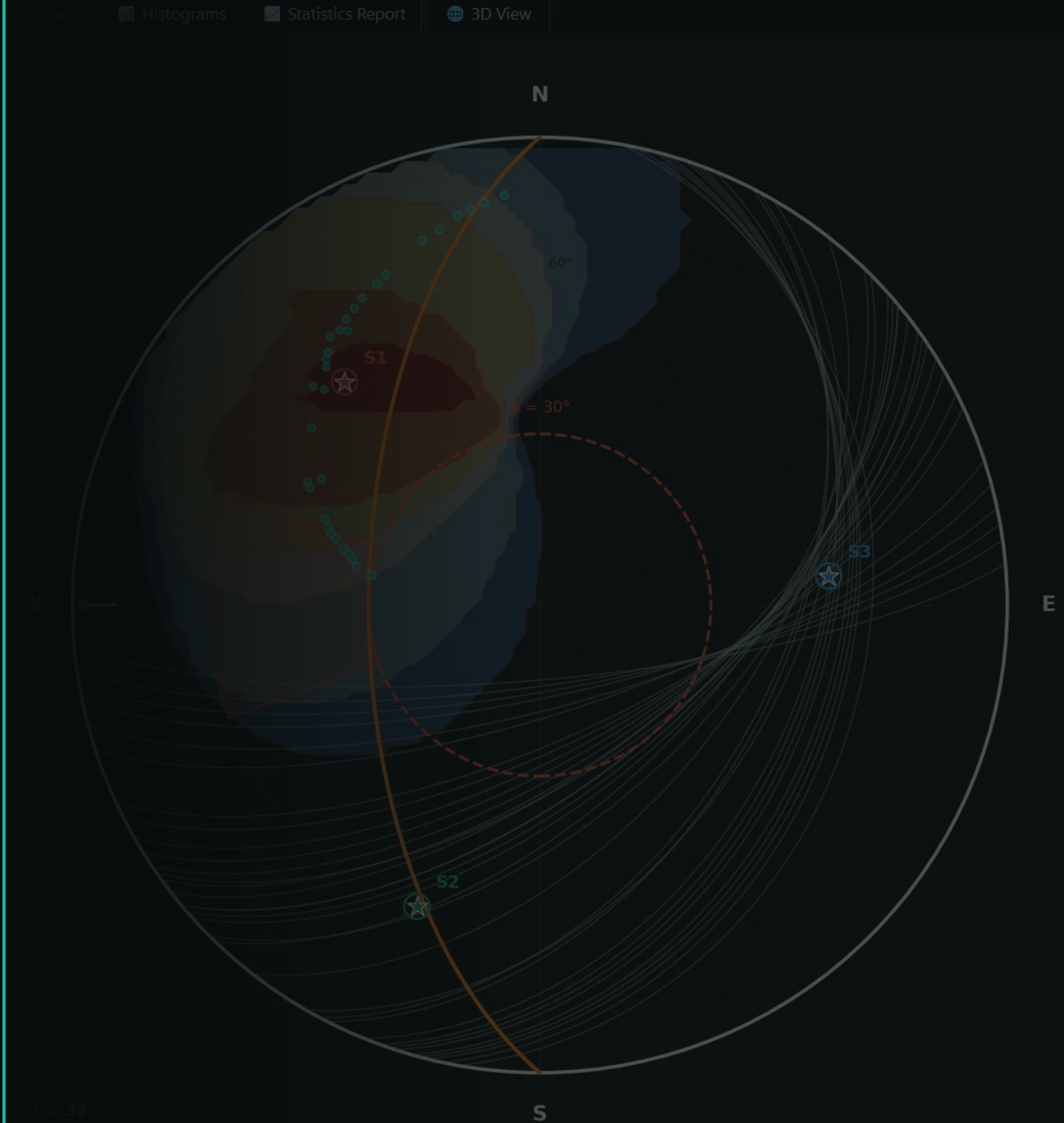
— Groupe : Analyse

— Export PNG · SVG · CSV

— 5 onglets · projection équi-aire ou équi-angle

— Restauration alpha / bêta automatique

Document de présentation module · GeoMate 2026 · usage interne · 08-stereonet · v2026.3.1.5



Synthèse

L'Analyse structurale lit les mesures d'orientation directement dans la base et rend un stéréogramme de Schmidt interactif : pôles, grands cercles, contours de densité, plan moyen de Fisher et cône de confiance à 95 % — avec restauration alpha/bêta des mesures sur carotte.

01 Ce qu'elle remplace

Le stéréogramme tracé dans un logiciel tiers à partir d'un export manuel, et la restauration alpha/bêta faite à la calculatrice.

02 Comment elle fonctionne

La page lit la table de mesures, on mappe dip et direction — ou alpha et bêta —, on filtre par sondage, profondeur, lithologie ou type de structure, et on trace. Les statistiques de Fisher suivent.

03 À qui elle s'adresse

Au géologue structural et au responsable du modèle : c'est là que se lit l'orientation des contrôles de la minéralisation.

568

mesures structurales du jeu réel

072°

direction moyenne mesurée

0,635

longueur du vecteur résultant (R)

3

formats d'orientation acceptés

Statistiques calculées sur les 568 mesures structurales du jeu KOUKOU DAN.

Sommaire

01 Ce que fait le module

Traduire des mesures d'orientation en interprétation structurale.

02 Formats d'entrée

Pendage / direction, azimuth-pendage main droite, alpha / bêta sur carotte.

03 Affichage du stéréogramme

Pôles, grands cercles, contours de densité, plan moyen, grille de référence.

04 Statistiques de Fisher

Vecteur moyen, concentration k, longueur résultante, cône à 95 %.

05 Familles et eigenanalyse

Détection par k-moyennes et axes propres S1 / S2 / S3.

06 Analyse cinématique

Rupture plane, en dièdre ou par basculement, avec angle de frottement.

07 Données anonymisées

568 mesures à N'chira : direction moyenne 072°, pendage moyen 72°.

08 Valeur métier

La structure oriente le forage suivant et la stabilité des talus.



GeoMate 2026

SECTION I

Le module

Le problème traité, les capacités livrées, la chaîne de traitement et la place du module dans la plateforme.

-
- 01 Contexte
 - 02 Capacités clés
 - 03 Chaîne de traitement
 - 04 Place dans la plateforme
-

Contexte

Une mesure d'orientation prise sur carotte n'a de sens qu'une fois restituée dans le repère géographique, et une population de mesures n'a de sens qu'une fois contourée.

Le module fait les deux, puis va plus loin : il détecte les familles, calcule les axes propres et évalue le risque de rupture pour une pente donnée.

Restauration alpha / bêta

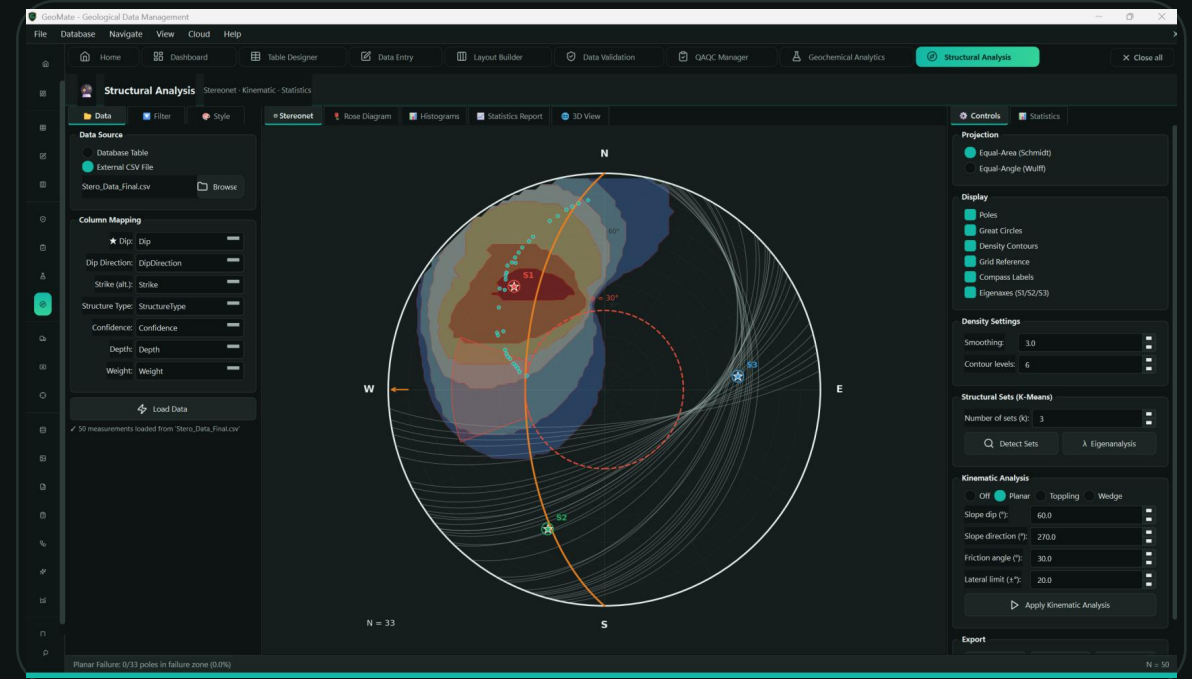
Sur carotte orientée, l'algorithme de Bingham est appliqué automatiquement à partir des relevés de déviation du sondage.

Familles détectées, pas devinées

Une classification k-moyennes propose les familles structurales ; l'eigenanalyse en donne les axes S1, S2 et S3.

Cinématique de talus intégrée

Pendage et direction de pente, angle de frottement et limite latérale produisent le pourcentage de pôles en zone de rupture.



Cinq mesures au minimum sont nécessaires au calcul du plan moyen et des statistiques ; quinze sont recommandées pour un contourage fiable.

Capacités clés



01

Séréogramme équi-aire

Projection de Schmidt hémisphère inférieur, ou Wulff équi-angle, avec grille, cercle primitif et libellés cardinaux.



02

Pôles et grands cercles

Pôles aux plans ou tracés complets, taille et couleur par type de structure, lithologie ou sondage.



03

Contours de densité

Contourage de Kamb ou de Fisher, lissage et nombre de niveaux réglables, pour identifier la fabrique dominante.



04

Familles et eigenanalyse

Détection de familles par k-moyennes, puis axes propres S1 / S2 / S3 affichés sur le canevas.



05

Analyse cinématique

Rupture plane, en dièdre ou par basculement, avec pendage de pente, direction, angle de frottement et limite latérale.



06

Rose et histogrammes

Diagramme en rose des directions, histogrammes de pendage, rapport statistique et vue 3D des structures.

Chaîne de traitement

De la mesure sur carotte à l'orientation géographique interprétable.

A Entrées

Mesures d'orientation

- Dip / direction de pendage — mesure de terrain standard
- Direction / pendage règle de la main droite
- Alpha / bêta — angles mesurés sur carotte orientée
- Déviation du sondage : azimut et pendage par station
- Type de structure, lithologie, sondage et profondeur

B Traitement

Projection et statistique directionnelle

- Restauration de Bingham des angles alpha / bêta
- Projection équi-aire de Schmidt, hémisphère inférieur
- Contours de densité de Kamb ou de Fisher
- Plan moyen de Fisher, concentration k et cône α_{95}
- Rose des directions par secteurs de 10°

C Sorties

Figure et données restaurées

- Stéréogramme en PNG 300 dpi, fond transparent possible
- SVG vectoriel pour la publication
- CSV du jeu filtré avec les orientations restaurées
- Copie directe dans le presse-papier
- Statistiques de Fisher pour le texte du rapport

EXIGENCE DE DONNÉES

Cinq mesures au minimum avant que le plan moyen et les statistiques ne soient calculés ; quinze ou plus pour un contourage fiable. En deçà, la figure existe mais l'interprétation n'a pas de support.

La restauration alpha/bêta suppose une carotte orientée et des données de déviation chargées : sans elles, l'orientation restituée est fausse sans être signalée comme telle.

Place dans la plateforme

ALIMENTÉ PAR

03 Saisie de données

Fournit la table de mesures : alpha, bêta ou dip et direction, par intervalle.

05 Validation des données

Contrôle les alpha, bêta, dip et directions hors bornes et les directions ambiguës.

13 Gestionnaire d'images de carotte

Permet de reprendre une mesure douteuse sur la photo plutôt que sur la carotte.



Analyse structurale

La lecture structurale : elle convertit des angles mesurés en carotte en orientations géographiques statistiquement caractérisées.

ALIMENTE

17 Intelligence géologique

L'orientation de la fabrique donne l'anisotropie de la variographie et de l'estimation.

14 Constructeur de rapports

Stéréogramme et rose s'insèrent directement dans le chapitre structural.

— Programme de forage

Un sondage recoupant la fabrique sous un angle faible échantillonne mal : l'orientation en décide.



GeoMate 2026

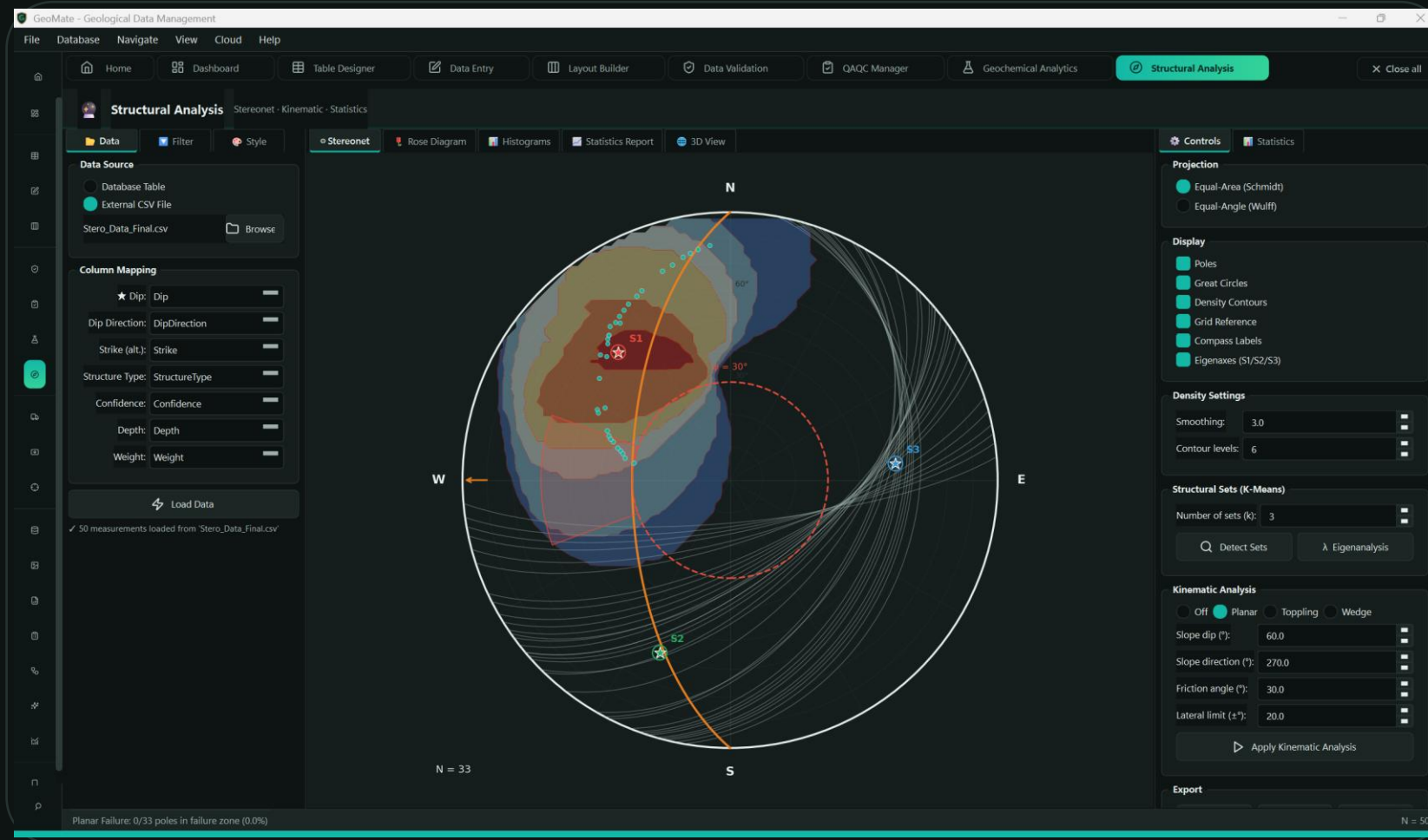
SECTION II

En pratique

L'interface réelle, le déroulé opératoire, les paramètres de référence, les bonnes pratiques et les questions d'usage.

-
- 01 L'interface
 - 02 Déroulé opératoire
 - 03 En détail
 - 04 Bonnes pratiques
 - 05 Questions fréquentes
-

L'interface



1 Source et mappage

Table de base ou CSV ; pendage, direction, azimut, type, confiance, profondeur, poids.

2 Cinq onglets

Stérogamme, rose, histogrammes, rapport statistique et vue 3D.

3 Canevas interactif

Pôles, contours de densité, grands cercles et axes propres S1 / S2 / S3.

4 Contrôles d'affichage

Projection, pôles, grands cercles, contours, grille, libellés, axes propres.

5 Cinématique

Pente 60°, direction 270°, frottement 30°, limite $\pm 20^\circ$ — 0 pôle sur 33 en zone de rupture.

Capture d'écran réelle de GeoMate 2026 v2026.3.1.5 — thème Midnight.

Déroulé opératoire

Six étapes, de la table d'orientations à la figure de publication.

1

Charger

Table de la base ou CSV externe contenant les mesures d'orientation.

2

Mapper

Pendage et direction, ou alpha et bêta ; type, confiance, profondeur.

3

Filtrer

Restreindre à un sondage, un intervalle, un code de lithologie ou un type de structure.

4

Tracer

Pôles, grands cercles et contours ; les statistiques de Fisher s'affichent aussitôt.

5

Interpréter

Familles par k-moyennes, eigenanalyse, puis cinématique pour la pente considérée.

6

Exporter

PNG 300 dpi, SVG vectoriel pour publication, ou CSV des orientations restituées.

Formats d'orientation acceptés

FORMAT	COLONNES REQUISES	REMARQUE
Pendage / direction	Dip, DipDir	Mesure de terrain standard — pendage 0-90°, direction 0-360°
Azimut / pendage (RHR)	Strike, Dip	Règle de la main droite : direction + 90° donne la direction de pendage
Alpha / bêta	Alpha, Beta	Nécessite une carotte orientée et les relevés de déviation ; la restauration de Bingham est appliquée automatiquement

Le panneau statistique

GRANDEUR	SIGNIFICATION	JEU RÉEL N'CHIRA
N	Nombre de mesures tracées	568
Direction moyenne	Vecteur moyen de Fisher, axial sur 0-180°	072°
Pendage moyen	Pendage du vecteur moyen	72°
Longueur résultante R	0 = uniforme, 1 = parfaitement groupé	0,635
Concentration k	Paramètre de Fisher — plus élevé, plus serré	À l'exécution
Cône α_{95}	Demi-angle du cône de confiance à 95 % autour de la moyenne	À l'exécution

Jeu réel : 568 mesures structurales relevées sur le prospect N'chira — 387 foliations, 127 veines de quartz, 27 fractures, 22 zones de cisaillement, sur schistes, amphibolites et gabbros.

Bonnes pratiques

Les vérifications avant d'interpréter un stéréogramme.

✓ Identifier le format d'entrée

Dip/direction, direction/pendage RHR ou alpha/bêta : les confondre fait pivoter tout le jeu de 90°.

✓ Vérifier l'effectif avant de conclure

Cinq mesures suffisent pour un plan moyen, quinze pour un contourage. Un maximum de densité sur huit points n'est pas une fabrique.

✓ Charger la déviation avant de restaurer

La restauration alpha/bêta utilise l'azimut et le pendage du sondage à la profondeur de la mesure. Sans eux, elle n'a pas de repère.

✓ Lire R et k, pas seulement la moyenne

Une direction moyenne sans mesure de dispersion ne dit rien : R proche de 0 signifie une distribution quasi uniforme.

✓ Séparer les types de structure

Foliation, veine de quartz, fracture et cisaillement n'ont pas la même signification : les contourer ensemble mélange deux fabriques.

✓ Tenir compte du biais d'échantillonnage

Un sondage sous-échantillonne les structures parallèles à lui. Sans correction, la fabrique dominante peut n'être qu'un artefact de direction de forage.

Questions fréquentes

Ce qu'on demande devant un stéréogramme.

Q Pourquoi pas de plan moyen affiché ?

Il faut au moins cinq mesures dans la sélection courante. Les filtres peuvent avoir réduit le jeu sous ce seuil.

Q Kamb ou Fisher pour le contourage ?

Kamb normalise par rapport à une distribution uniforme et signale ce qui s'en écarte significativement ; Fisher lisse selon une loi directionnelle. Kamb est le choix habituel en exploration.

Q Que signifie α_{95} ?

Le demi-angle du cône dans lequel se trouve la vraie direction moyenne avec 95 % de confiance. Petit, la moyenne est bien contrainte.

Q Puis-je colorer par lithologie ?

Oui : les pôles se colorent par type de structure, par lithologie ou par sondage — c'est ce qui révèle qu'un maximum vient d'un seul sondage.

Q Quelle projection est utilisée ?

Schmidt équivalente, hémisphère inférieur — la projection standard en géologie structurale parce qu'elle ne déforme pas les densités.

Q Comment sortir une figure publiable ?

Export SVG pour l'échelle, ou PNG 300 dpi avec fond transparent pour l'insertion sur un fond de plan.



GeoMate 2026

SECTION III

Les données

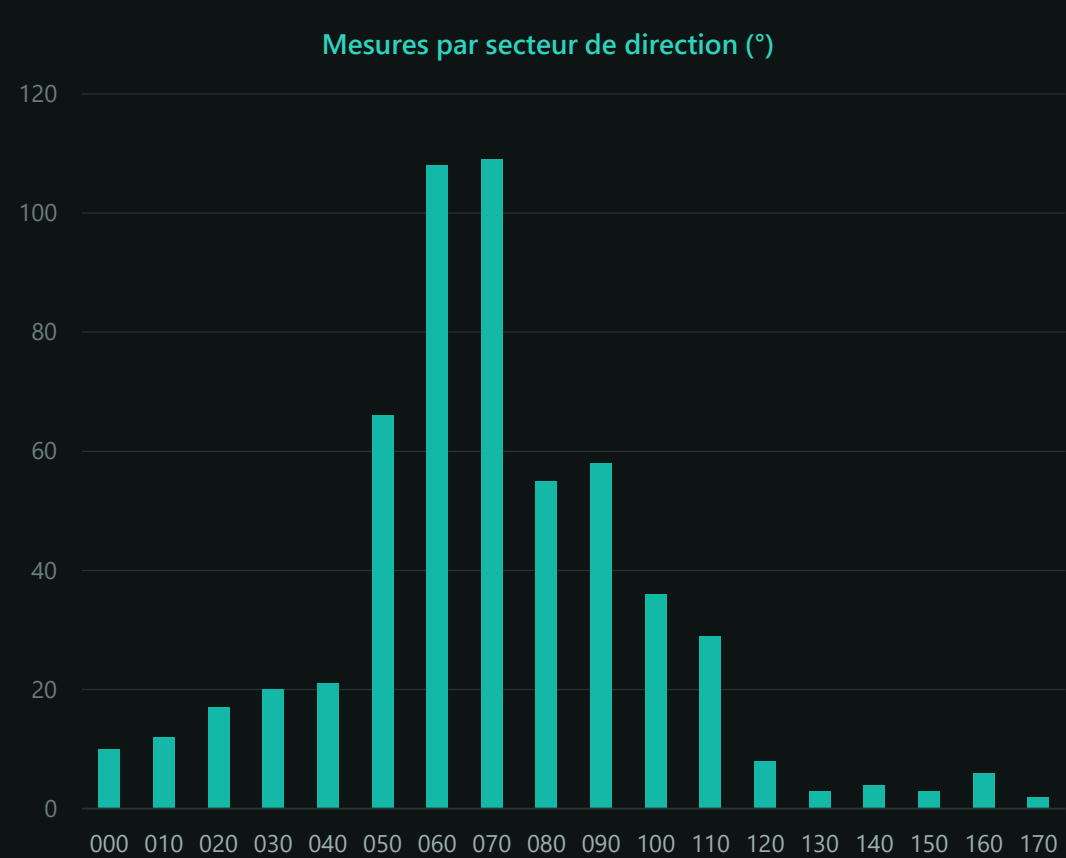
Ce que le module produit sur un jeu réel, et le vocabulaire nécessaire pour lire ces résultats.

01 Données anonymisées

02 Notions clés

Données anonymisées

Rose des directions réelle des 567 mesures orientées du prospect N'chira, par secteur de 10°.



TYPE DE STRUCTURE	MESURES
Foliation	387
Quartz vein	127
Fracture	27
Shear	22
Decrochement dextre	1
Aplite dyke	1
TOTAL	568
Direction moyenne	072°
Pendage moyen	72°
Résultante R	0,635

Direction moyenne 072°, résultante 0,635 : une fabrique ENE nettement organisée, cohérente avec un couloir de cisaillement. Source : base projet KOUKOUDAN (Sénégal) — chiffres calculés sur les données réelles exportées de GeoMate.

Notions clés

Le vocabulaire de la statistique directionnelle.

Stéréogramme de Schmidt

Une projection équi-aire de l'hémisphère inférieur : les densités de pôles y sont comparables d'un point à l'autre du canevas.

Alpha / bêta

Les deux angles mesurés sur carotte : alpha contre l'axe de la carotte, bêta autour d'elle depuis la ligne de référence.

Concentration k

Le paramètre de Fisher : plus il est élevé, plus les mesures sont serrées autour de la direction moyenne.

Pôle

La normale au plan mesuré, tracée comme un point. Un ensemble de plans parallèles forme un amas de pôles serré.

Restauration

Le calcul qui convertit alpha et bêta en dip et direction géographiques, à partir de l'orientation du sondage à cette profondeur.

Longueur résultante R

La norme du vecteur résultant, normalisée entre 0 et 1. Zéro : distribution uniforme. Un : toutes les mesures identiques.



GeoMate 2026

SECTION IV

Valeur & spécifications

Ce que le module change pour le projet, et sa fiche technique d'intégration.

01 Valeur apportée

02 Fiche technique

Valeur apportée

L'orientation de carotte devient exploitable

La restauration alpha / bêta par l'algorithme de Bingham transforme une mesure locale en donnée géographique utilisable.

Restauration auto

Les familles sortent des données

K-moyennes et eigenanalyse remplacent l'appréciation à l'œil sur le stéréogramme.

k réglable

La stabilité de talus est chiffrée

Le pourcentage de pôles en zone de rupture, pour une pente et un angle de frottement donnés, est un chiffre, pas une impression.

Cinématique

La figure est prête pour publication

Export SVG vectoriel, redimensionnable sans perte pour un rapport technique ou un article.

SVG vectoriel

Le forage suivant est orienté

Connaître la direction et le pendage dominants évite le sondage parallèle à la structure — l'erreur la plus coûteuse d'une campagne.

Ciblage

Fiche technique

Projection & tracé

Projections

Équi-aire de Schmidt, équi-angle de Wulff

Hémisphère

Inférieur

Contourage

Kamb ou Fisher, lissage et niveaux réglables

Symboles

Taille 2 à 12 px, couleur par attribut

Statistiques

Moyenne

Vecteur de Fisher, plan moyen

Dispersion

Concentration k, résultante R, cône α_{95}

Familles

k-moyennes, nombre de familles paramétrable

Axes propres

S1, S2, S3 affichés sur le canevas

Sorties

Image

PNG 300 dpi, fond transparent en option

Vecteur

SVG pour publication

Données

CSV du jeu filtré avec orientations restituées

Presse-papiers

Copie directe de l'image courante



Une plateforme, du terrain au rapport

Le module « Analyse structurale » fait partie des 19 modules de GeoMate 2026 — une plateforme unique, entièrement hors ligne, qui couvre la chaîne complète : conception de la base, saisie, validation, QA/QC, expédition, analyse et rapport.