



ETUDE DE FAISABILITÉ ET D'AVANT-PROJET DE L'AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE BOURÉYA

ATELIER DE RESTITUTION DES RAPPORTS INTERMÉDIAIRES

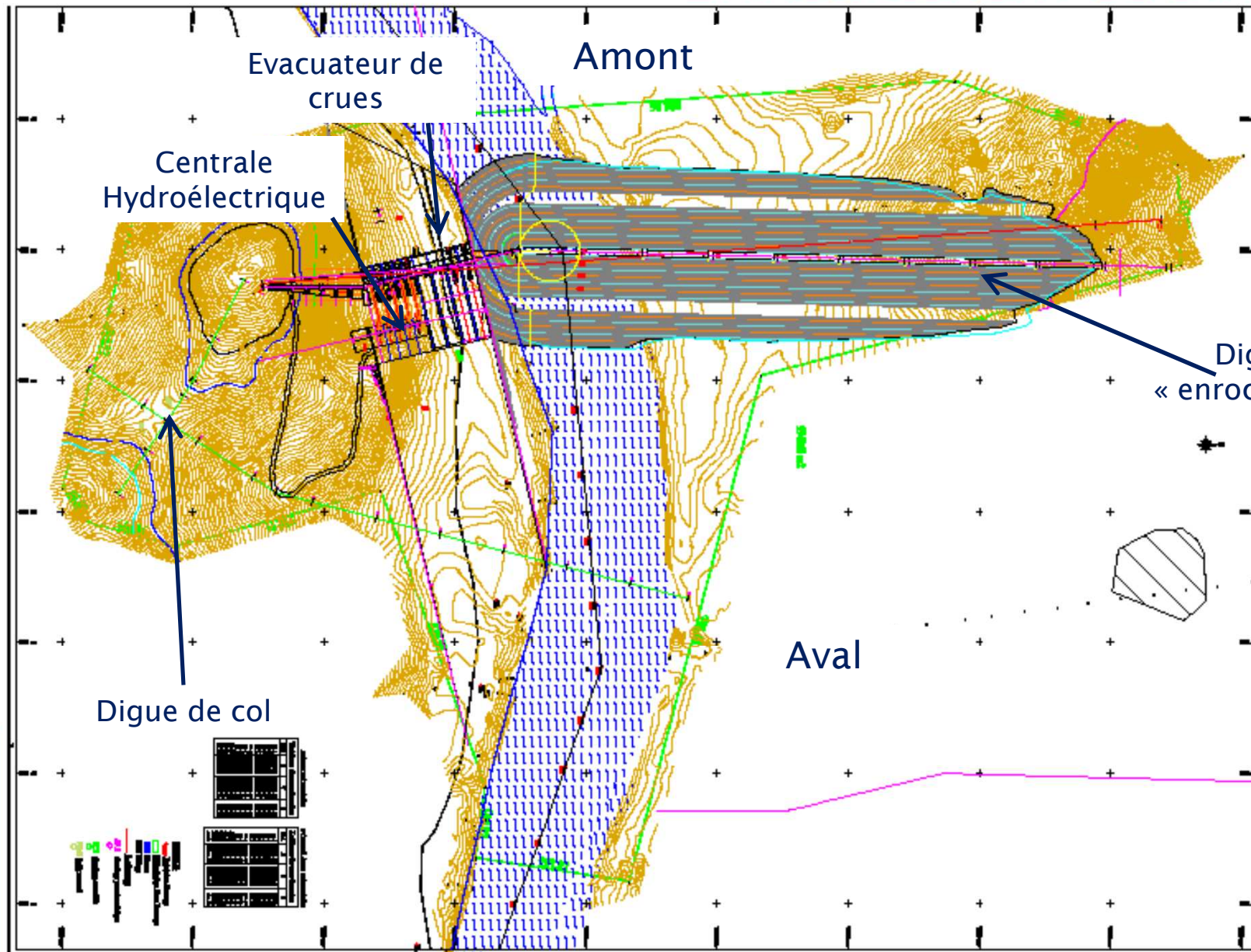
GÉOLOGIE ET GÉOTECHNIQUE

Bamako – 14, 15 et 16 janvier 2012

- L'Aménagement de Bouréya
- Géologie
- Investigations géophysiques
- Investigations géotechniques
 - Barrage
 - Zones d'emprunt
 - Carrières
- Hydrogéologie
- Sismicité
- Conséquences pour l'aménagement
 - Fondation des ouvrages
 - Matériaux de construction

L'AMÉNAGEMENT DE BOURÉYA

GÉOLOGIE



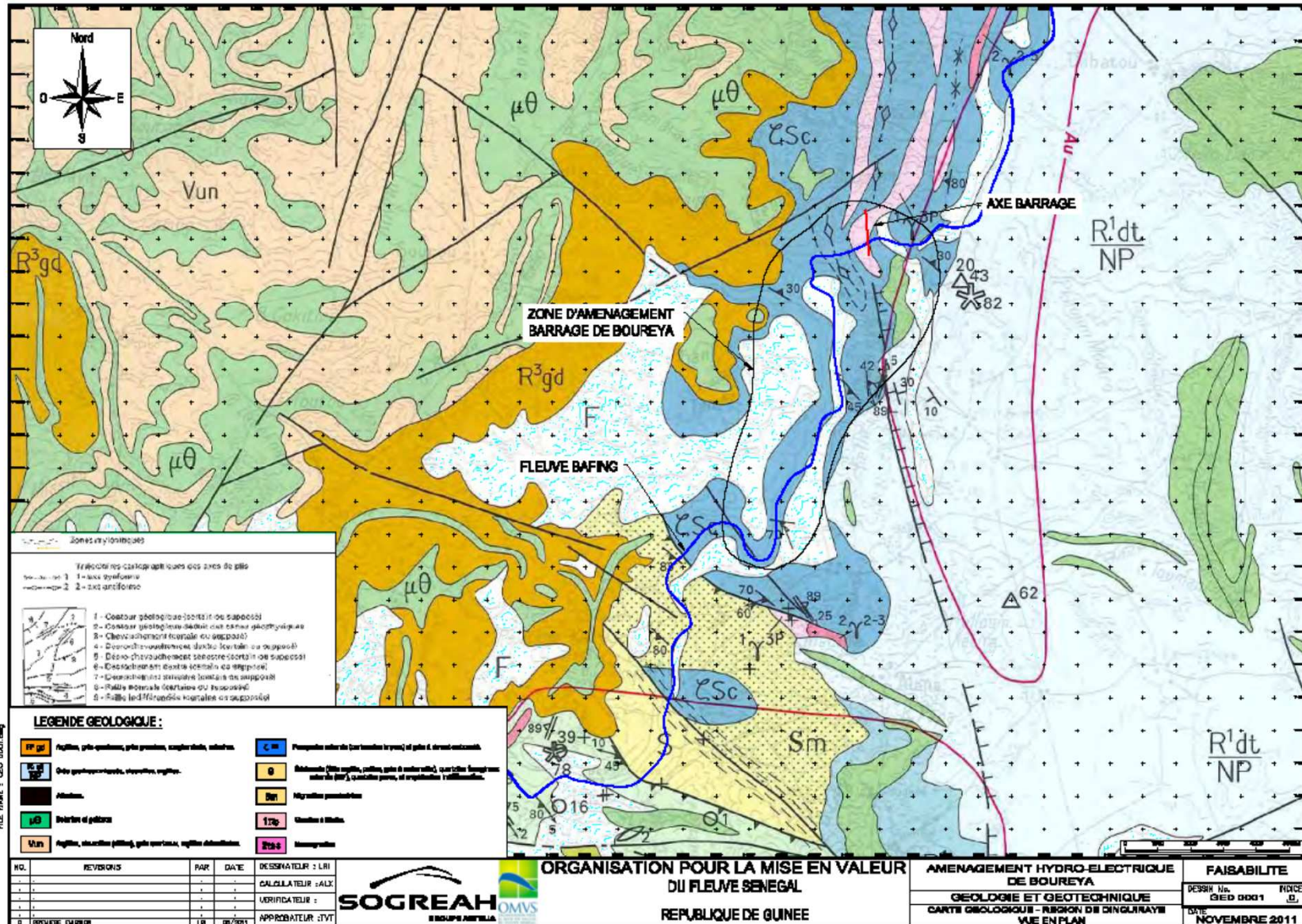
GÉOLOGIE DU SITE

Formations rencontrées à l'axe du barrage

- Granites à biotite (éventuellement de l'Archéen supérieur, 2 800 millions d'années) sont associés à des gneiss qui ont vraisemblablement été produits par la thermalisation des terrains sédimentaires encaissants, au moment de la mise en place des granites ;
- Granites et Paragneiss du Paléoprotérozoïque (2 000 millions d'années) ;
- Dolérites en dyke épais, Mésozoïque (200 millions d'années).
- Eboulis au voisinage des affleurements rocheux
- Arènes provenant de la dégradation du rocher
- Latérite meuble ou indurée
- Colluvions/alluvions de pente et du Bafing

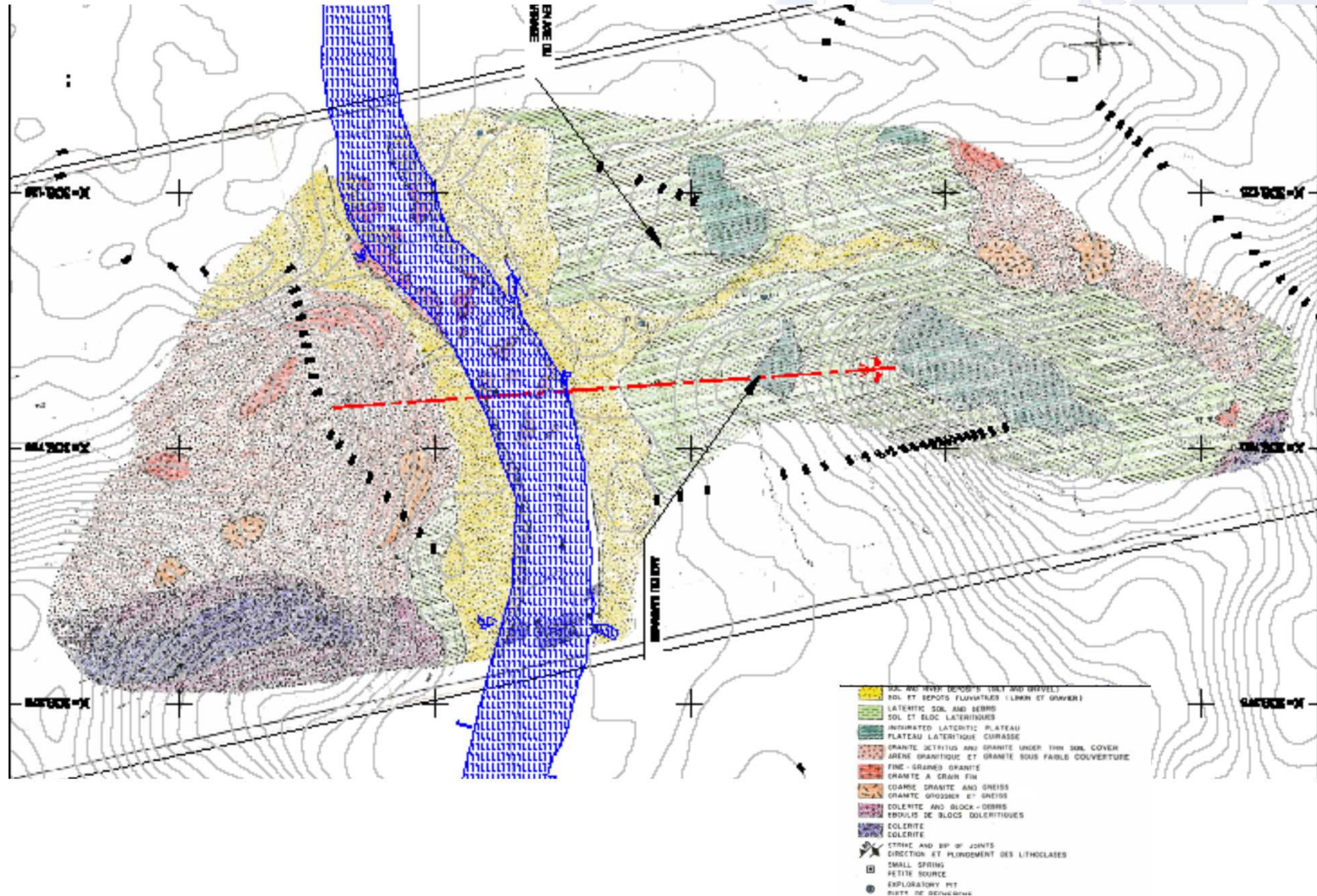
GÉOLOGIE DU PROJET

GÉOLOGIE



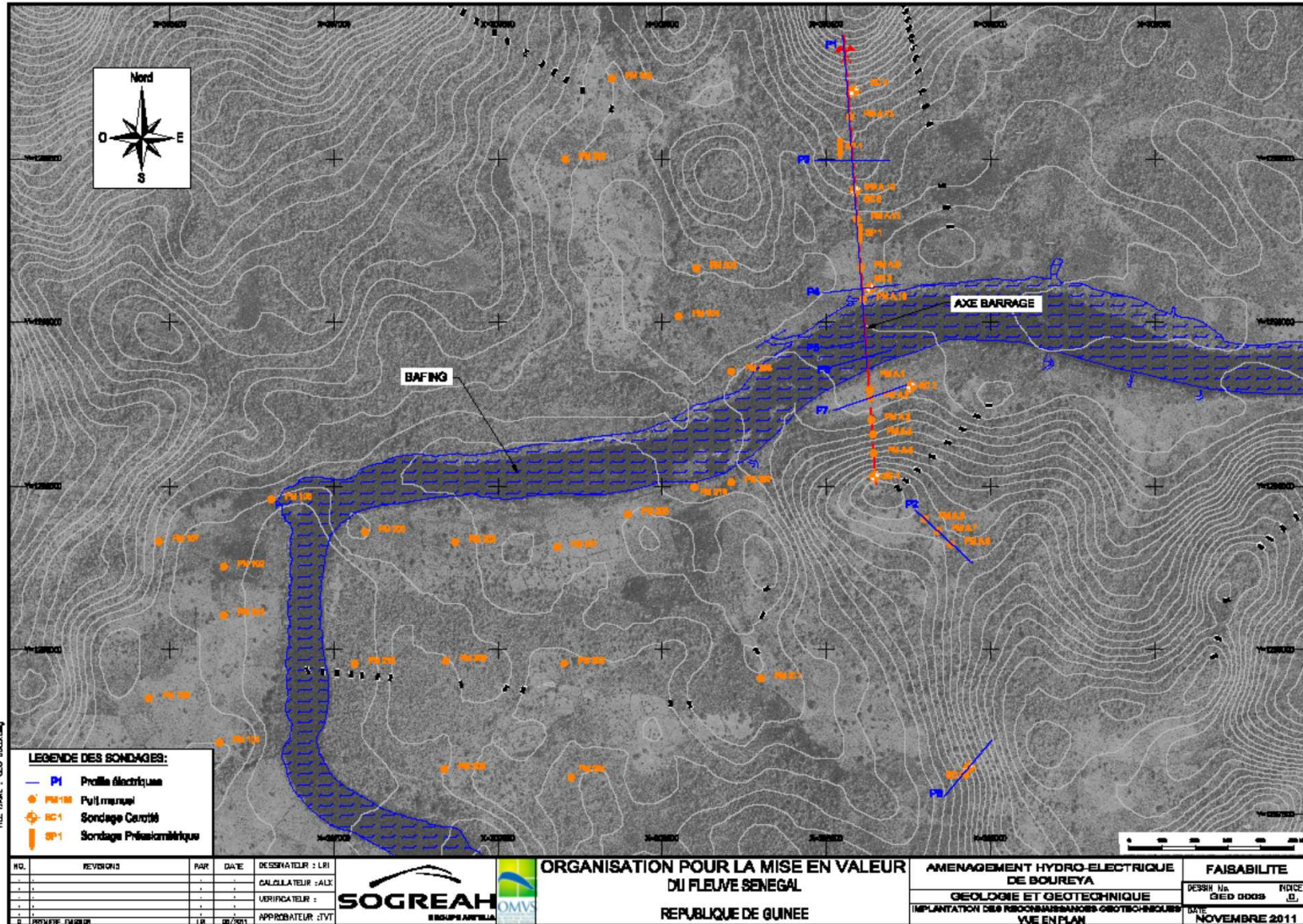
GÉOLOGIE DU SITE

GÉOLOGIE



LOCALISATION DES INVESTIGATIONS

GÉOPHYSIQUE



INVESTIGATIONS

▪ Panneaux électriques réalisés

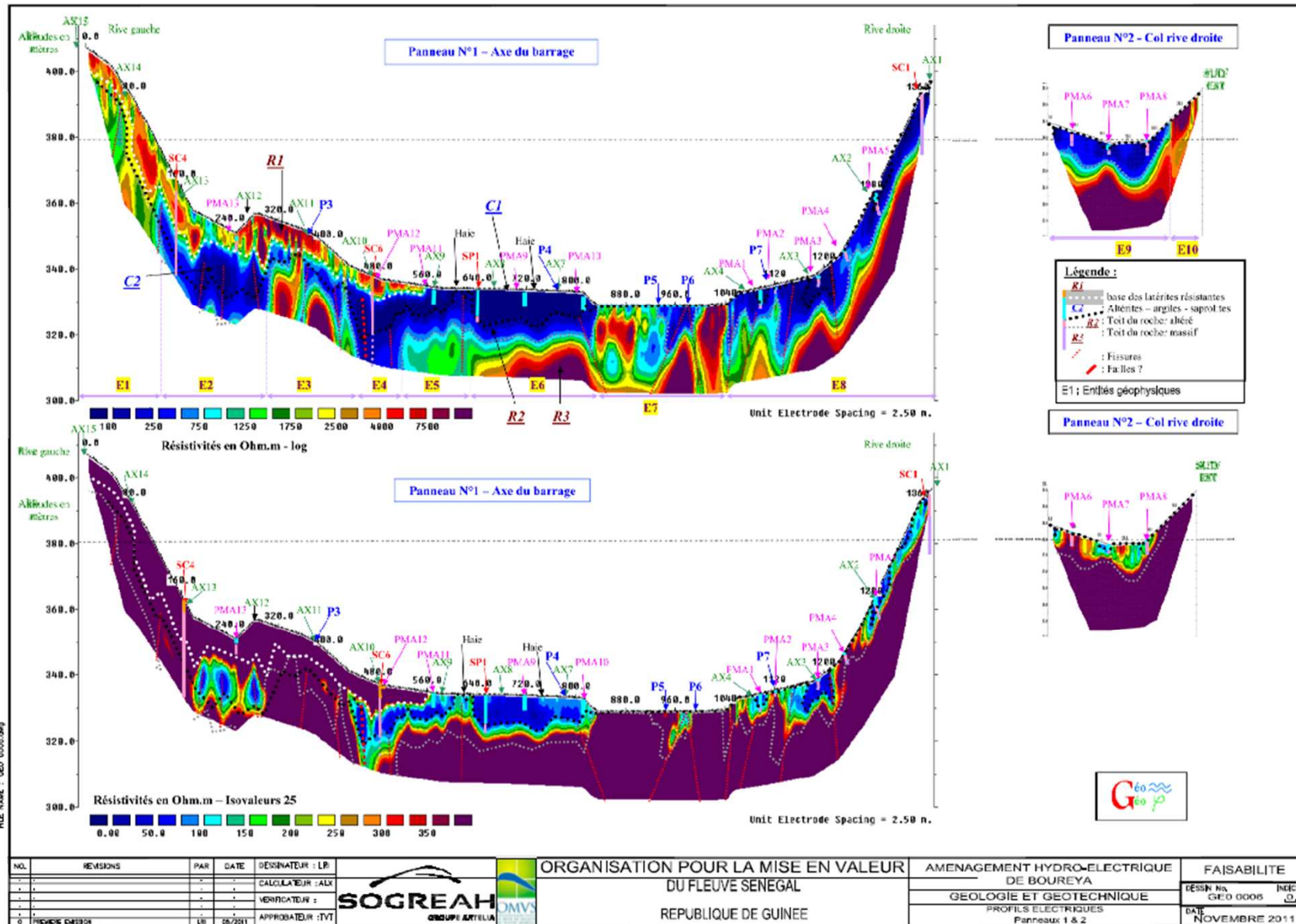
Nom des profils	Longueurs en mètres	Commentaires
P1	1385	Sur l'axe y compris dans le Bafing
P2	235	Sur le col rive droite
P3	235	En milieu de rive gauche
P4 - P7	235 - 235	Sur les terrasses en rives droite et gauche
P5 - P6	115 - 185	Dans le Bafing - sens du courant
P8	235	Possible carrière rive droite
TOTAL	2860	

▪ Méthode utilisée

- Détermination des propriétés électriques du sous-sol au moyen de mesures effectuées en surface. De ces propriétés électriques, on peut déduire la constitution des terrains en profondeur
- Panneau électrique : succession latérale de sondages électriques type Schlumberger
- Nécessité d'un calage sur des sondages carottés

INVESTIGATIONS

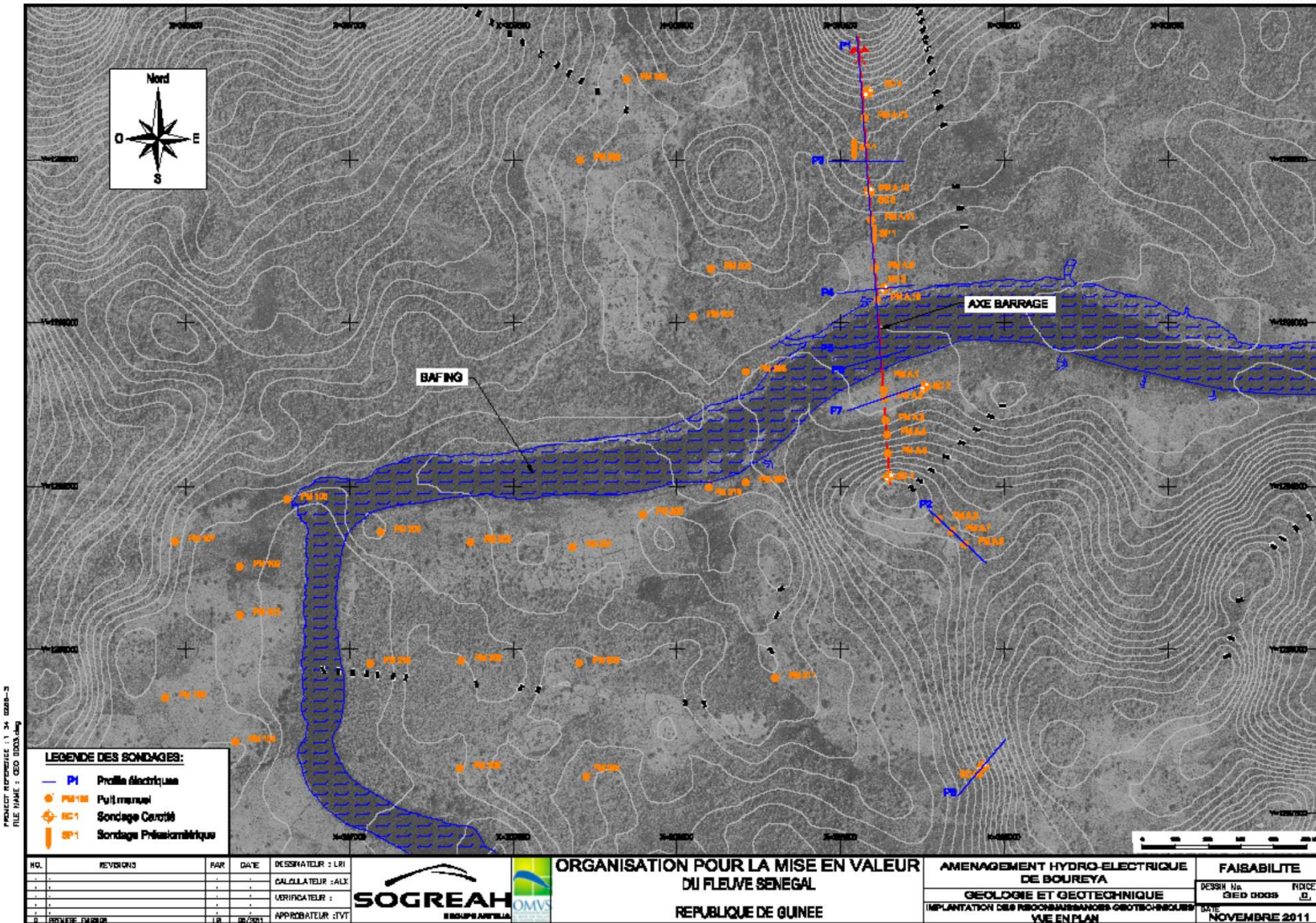
GÉOPHYSIQUE



PROJECT REFERENCE : 14 0288-3
FILE NAME : G3D 0000.dwg

LOCALISATION DES INVESTIGATION

GÉOTECHNIQUE



AXE DU BARRAGE ET OUVRAGES

Campagne d'investigation Sogreah (2011)

- 5 sondages carottés avec essais Lugeon tous les 5 m
- 10 puits manuels
- 2 sondages destructifs avec essais pressiométriques
- Essais de laboratoire
 - Granulométrie
 - Limites d'Atterberg
 - Densité
 - Résistance à la compression
 - Résistance à la traction par fendage (Essai Brésilien)

AXE DU BARRAGE ET OUVRAGES

Faciès rencontrés : Latérite

- Faciès à dominante sableuse ocre jaune à marron, parfois argileuse, plus ou moins induré (cuirasse latéritique), d'épaisseur variable allant de quelques mètres à plus de vingt mètres.
- Pressions limites pressiométriques de 1,64 à 2,21 MPa module pressiométrique inférieur à 200 MPa.
- Absorption 0,22 l/min/m sous 0,3 MPa.
- Variations de faciès importantes.



AXE DU BARRAGE ET OUVRAGES

Faciès rencontrés : Saprolithe

- Argiles sableuses bariolées brunes avec des passages sableux (plus ou moins grossier), des blocs et des concrétions peu résistantes. Son épaisseur varie de quelques mètres à quinze mètres maximum. Il s'agit du stade avancé de l'altération sur place de la roche composant le substratum
- Pressions limites pressiométriques comprises entre 0,72 et 1,88 MPa et des modules entre 16 et 23 MPa. modules homogènes mais un peu faibles au vu du matériau.
- Absorption inférieure à 0,88 l/min/m sous 0,3 MPa et comprise entre 2 et 8 unités Lugeon.



AXE DU BARRAGE ET OUVRAGES

Faciès rencontrés : Rocher altéré

- roche du substratum fracturé qui a relativement peu évolué. Elle se présente comme des blocs entrecroisés à interfaces argilo-sableuses voire sableuses
- pressions limites pressiométriques comprises entre 3,1 et 3,74 MPa
module de l'ordre de 600 MPa
- Absorption inférieure à 0,1 l/min/m sous 0,3 MPa et 0 unités Lugeon.



AXE DU BARRAGE ET OUVRAGES

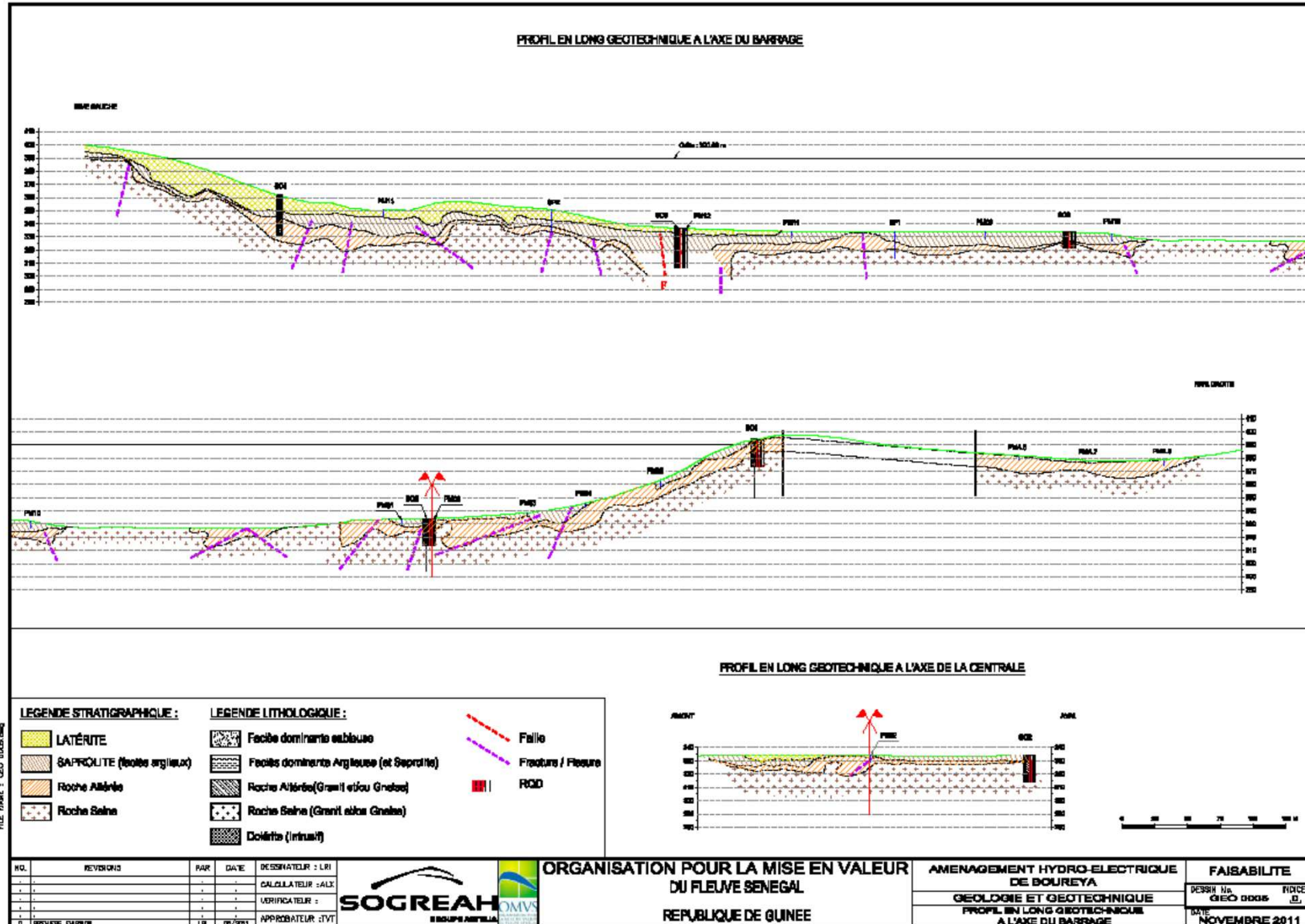
Faciès rencontrés : Rocher sain

- rocher de type granitique (à grains fins ou grossier) et ou gneissique
- Rocher de qualité médiocre à bonne avec des RQD compris entre 7 et 92.
- Absorption de 0 à 4 unités Lugeon.



AXE DU BARRAGE ET OUVRAGES

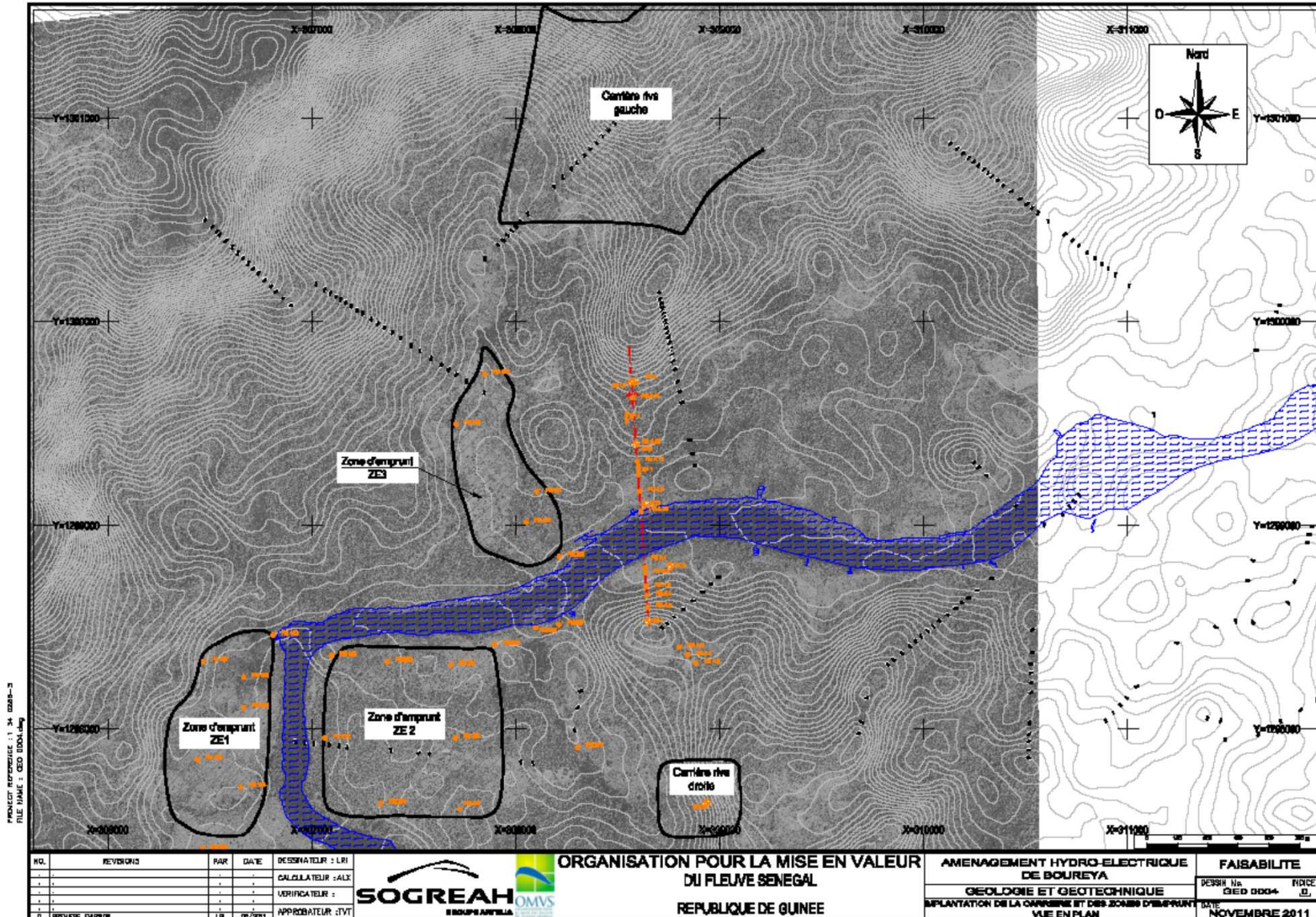
GÉOTECHNIQUE



PROJET REPUBLIQUE : 14 02AB-3
 FILE NAME : GEO 0005.dwg

LOCALISATION DES ZONES D'EMPRUNT

GÉOTECHNIQUE



ZONES D'EMPRUNT

Campagne d'investigation Sénégal Consult (1971)

- 9 échantillons de sol meuble remaniés provenant de 3 puits manuels.
- Poids spécifique
- Limites d'Atterberg
- Essai de compactage Proctor normal
- Densité sèche
- Essai triaxial non consolidé, non drainé avec expansion latérale empêchée (essai oedométrique) avec mesure de la pression interstitielle
- Essai de perméabilité à l'oedomètre sous charge

ZONES D'EMPRUNT

Campagne d'investigation Sogreah (2011)

- 7 puits manuels de reconnaissance géologique pour la ZE1
- 12 puits manuels de reconnaissance géologique pour la ZE2
- 5 puits manuels de reconnaissance géologique pour la ZE3
- Essais de laboratoire
 - Teneur en eau naturelle
 - Granulométrie
 - Limites d'Atterberg
 - Equivalent Sable
 - Proctor

Campagne d'investigation Sogreah (2011)

- Prélèvement d'échantillons rocheux en rive droite
 - Dolérites



- Granite

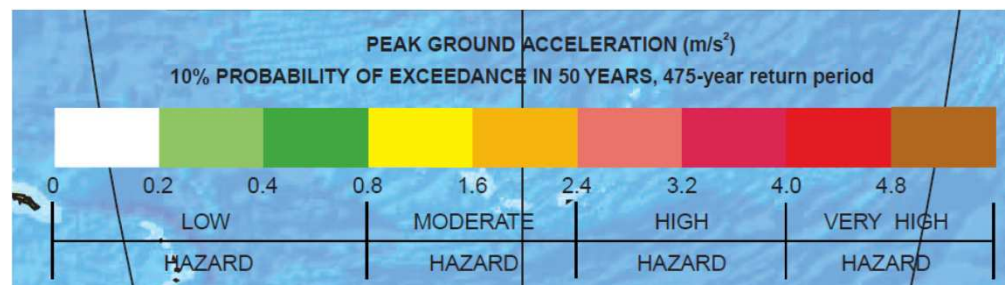
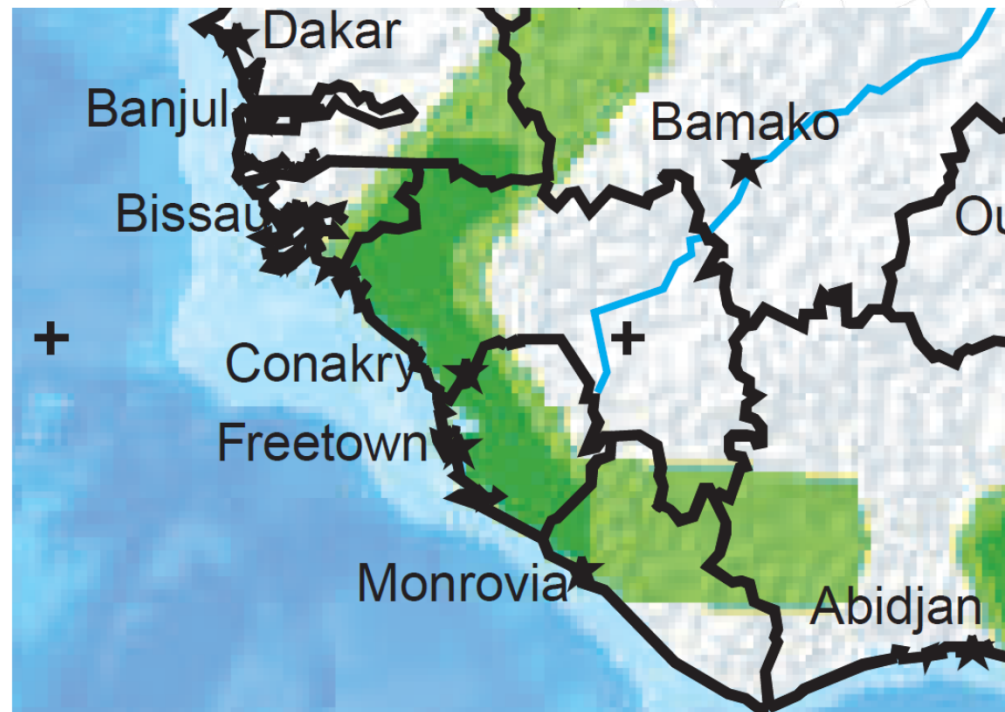


- 1 sondages carotté en rive droite
- Essais de laboratoire
 - Los Angeles
 - Densité
 - Résistance à la compression
 - Résistance à la traction par fendage (Essai Brésilien)
 - Alkali réaction

Principales observations

- Absorption très faible même dans les zones fracturées
- Peu de venues d'eau dans les forages
- Peu de zones humides ou sources
- Perméabilité du massif très faible
- Suivi des piézomètres implantés sur les deux rives en cours

Zone de sismicité faible



SISMICITÉ

FONDATEMENTS DES OUVRAGES

Caractéristiques mécaniques à retenir

Matériau	γ_d (t/m ³)	ϕ (°)	c (kPa et MPa)	Remarque
Latérite	1,7	30	8 kPa	Prendent en compte les importantes variations de faciès
Saprolithe	1,4	30	15 kPa	Corrélations usuelles en mécanique des sols
Rocher altéré	2,2	44	1,22 MPa	Hoek et Brown / Mohr Coulomb
Rocher sain	2,6	47	3 MPa	Hoek et Brown / Mohr Coulomb

FONDATEMENTS DES OUVRAGES

Conséquences sur l'aménagement 1/2

- Ouvrages béton de la rive droite et du lit du Bafing fondés au toit du rocher ou dans la partie profonde de la frange altérée. Profondeurs d'excavation moyennes de l'ordre de 10 m avec localement des surcreusements
- Digue en enrochements à noyau étanche en rive gauche fondée sur les latérites après un léger décapage.
- Tassements attendus importants à intégrer dans la conception.
- Barrage BCR trop rigide pour supporter les tassements
- Quantité de matériau disponible trop faible pour une digue homogène ou un barrage en terre
- Pas de traitement mécanique nécessaire de la zone de faille en rive gauche. Rideau d'injection à approfondir et densifier
- Centrale fondée au rocher ou dans la partie profonde de la frange altérée. Fortes variations de la cote du rocher sain sur Le profil en long à l'axe de la centrale. Excavation moyenne de 10 m par rapport au TN + provision pour purge des zones défavorables

FONDATEMENTS DES OUVRAGES

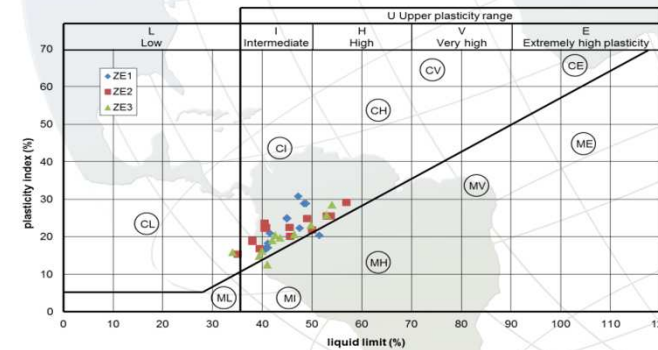
Conséquences sur l'aménagement 2/2

- Raccordement enrochements/béton fondé au rocher pour limiter les tassements différentiels
- Faibles absorptions mesurées dans le substratum mais également dans sa frange altérée ainsi que dans les saprolithes
- Rideau d'injection nécessaire pour le barrage et les ouvrages béton.
- Rideau de drainage à l'aval
- En rive gauche, dans les latérites, nécessité d'une coupure étanche par une clé d'étanchéité
- Digue de col en rive droite : digue homogène fondée sur une clé d'étanchéité

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Matériaux à noyau étanche

- Argiles sableuses peu plastiques d'origine colluviale ou latéritique utilisables comme noyau étanche
- Volumes disponibles
 - 1 100 000 m³ pour la zone ZE1
 - 1 100 000 m³ pour la zone ZE2
 - ZE3, moins régulière et moins étendue pourra être utilisée en zone de secours (cuirasse latéritique largement présente à l'affleurement)
- Les trois zones d'emprunt sont situées dans la retenue
- Caractéristiques mécaniques du matériau compacté à l'optimum :
 - $c' = 30$ kPa
 - $\varphi' = 28^\circ$
 - $\gamma_d = 1.85$ t/m³



MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

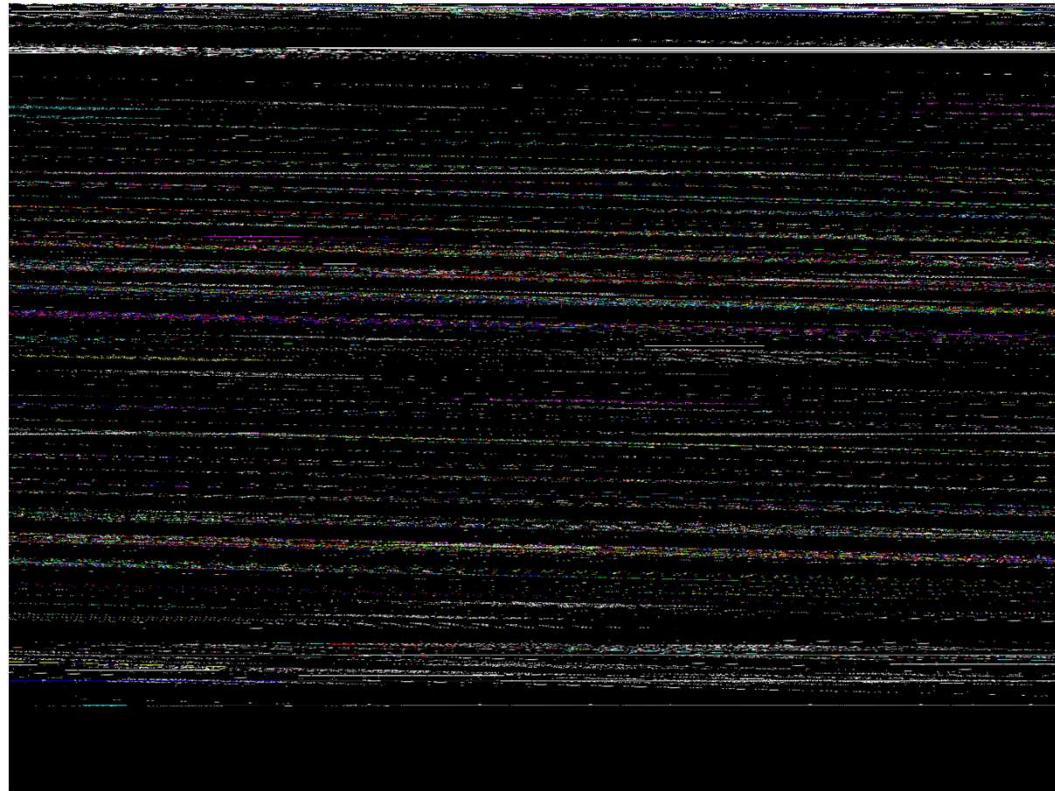
Agrégats à béton et Enrochements

- Enrochements de bonne qualité disponibles en carrière sur le site
- Filtres et drains obtenus par concassage
- Agrégats à béton (Granite et Dolérite)
 - Quantité disponible importante en carrière
 - Granulats potentiellement réactifs mais pas d'autre source
 - Sable à obtenir par concassage
- Nécessité de confirmer le degré d'Alcali-réaction des agrégats par des essais à long terme et choix d'un ciment adapté



ARTELIA

www.arteliagroup.com



Merci de votre attention