

(B) DDC. 22.87

11779

1er Mars 1949

REGULARISATION ET AMENAGEMENT
DU
FLEUVE SENEGAL

Mission de Janvier-Février 1949

Annexe n° V au rapport
de mission

R A P P O R T G E O L O G I Q U E
S U R
-LE CHOIX D'UN EMPLACEMENT DE BARRAGE-RESERVOIR
-LE SITE DE GOUINA (Soudan Français)

Pièces jointes : 1 coupe géologique.

4 planches photos.

Marcel GAUTIER
Géologue

RAPPORT GEOLOGIQUE SUR

- le choix d'un emplacement de Barrage-Réservoir
- le site de GOUINA (Soudan Français)

Au double point de vue géographique et géologique, le cours du fleuve SENE-GAL peut être aisément divisé en deux parties :

- le Haut-Fleuve (de l'origine à KAYES), constitué en fait par deux rivières, le BAFING et le BAKOY, qui confluent à BAFOULABE. Dans cette zone, le bassin s'étale largement sur une série essentiellement gréseuse, admettant cependant d'importantes passées schisteuses : cette formation est très ancienne (Ordovicien ?) et cependant fort peu plissée : elle repose sur les granites et gneiss du socle africain, qui apparaît par places à la faveur de l'érosion ; la série est elle-même injectée et parfois recouverte par des roches éruptives de nature et d'âges divers ;
- le Bas-Fleuve qui se développe, avec une pente très faible, dans des formations tertiaires et plus récentes généralement tendres et horizontales, constituant un pays plat où seule l'érosion des rivières provoque quelques mouvements de terrain.

Le passage entre les deux zones se fait entre KAYES et TUABO : là, et particulièrement dans la région de BAKEL, le fleuve traverse des alternances de quartzites et de schistes plissés, cassés, et assez fortement redressés. C'est dans cette zone de passage que le SENE-GAL reçoit, sur rive gauche, son plus important affluent : la FALEME.

I.- CHOIX DE L'EMPLACEMENT D'UN BARRAGE-RESERVOIR. -

Malgré l'indication antérieurement donnée - que l'emplacement de l'ouvrage de régularisation devait se trouver à GOUINA -, nous avons cru devoir répondre à la question du choix de l'emplacement dans son ensemble.

.../...

1°) Le Bas-Fleuve : il nous est rapidement apparu qu'il était réellement impossible de trouver un emplacement pour un tel ouvrage sur le Bas-Fleuve. Dans cette zone, la vallée est immensément large, le lit proprement dit de la rivière est souvent doublé par des effluents latéraux importants, et les terrains sont toujours tendres, et incapables de porter un ouvrage obligatoirement lourd. Les seuils qui encombrent le lit mineur ne sont très généralement que des bancs de sable fort gênants pour la navigation, mais sans intérêt pour le constructeur de barrages. On ajoute même que, la régularisation de la rivière étant supposée obtenue plus en amont, la distribution de l'eau, particulièrement dans le delta, amènera les techniciens à installer des ouvrages de prise sur le cours du Bas-Fleuve ; ces ouvrages comporteront certainement des petits barrages qui poseront, malgré leur modeste, de sérieux problèmes de fondation et d'ancre...

2°) La zone de transition : beaucoup plus intéressante était, a priori, la zone de passage entre Haut-Fleuve et Bas-Fleuve. En fait son étude détaillée nous montra rapidement que, là aussi, il fallait abandonner tout espoir d'installer l'ouvrage d'accumulation.

Les raisons en sont fort simples : les niveaux quartziteux dont il a été parlé plus haut ont généralement une épaisseur faible et la succession est rapide des quartzites durs aux schistes tendres ce qui détermine évidemment une série de petits seuils et d'élargissements peu importants, mais non une cuvette à l'échelle du fleuve.

De plus, les efforts tectoniques qui ont fortement plissé cette série hétérogène l'ont aussi disloquée, et non seulement l'affleurement des niveaux a été réduit en plan, mais ces niveaux sont généralement discontinus d'une rive à l'autre, ce qui donnerait une fondation souvent hétérogène, inadmissible pour un ouvrage important.

Enfin et surtout, la rivière a fortement entamé ces seuils trop faibles, soit qu'elle les contourne largement lorsque les couches sont interrompues, soit qu'elle les entaille profondément, et toujours très obliquement, lorsqu'ils avaient conservé une relative continuité. De plus, l'accumulation des sédiments fluviaux tendres (sable) est grande à l'amont des "barres", et l'érosion a été et est encore

- 3 -

fort intense à l'aval. On a ainsi une succession de "rapides" formant des sènes étroites, dans le sens de l'écoulement, qui constituent des points hauts du thalweg, de véritables petits gouffres placés immédiatement à l'aval, et de larges plaques sableuses situées à l'amont.

On note ici, à titre d'exemple, que lors de notre passage à BAKEL (16 Janvier 1949), le plan d'eau, sur le seuil, était sensiblement à la cote + 10,50, le thalweg se trouvant dès lors aux environs de la cote + 2 ; mais nous avons sondé, à l'aval du seuil, un chenal long et large, et profond en moyenne de 25m. (soit cote - 15 par rapport au zéro de Saint-Louis). L'examen du profil en long du fleuve montre que ce n'est pas là une exception, mais au contraire un fait très général pour l'ensemble de la vallée.

Faiblesse générale et discontinuité des seuils, accumulation de sables à l'amont et présence de fosses à l'aval de ces seuils, insuffisance évidente des réserves correspondant à des ouvrages de hauteur acceptable, telles sont les raisons essentielles qui ne permettent pas de retenir la zone de passage entre les deux sections du SENEgal pour l'installation de l'ouvrage d'accumulation.

Ces conditions naturelles interdisent donc d'envisager une régularisation totale de l'ensemble "SENEGAL-FALEME". Mais en revanche, elles permettent de laisser subsister intégralement les zones de terres cultivables que constituent :

- le lit majeur du fleuve, sur les deux rives, en aval de TUABO,
- les épanouissements de la vallée dans la zone TUABO-KAYES,
- les possibilités de navigation entre KAYES et la mer, sans installations complémentaire d'ouvrages compliqués, coûteux et toujours gênants.

Et on doit retenir enfin que, dans cette zone, et particulièrement dans la région de BAKEL, soit en fait à l'origine du principal périmètre à irriguer (hautes rives du Bas-Fleuve), la présence de ces seuils facilitera considérablement l'installation des ouvrages de dérivation, avec ou sans stations de pompage. Nous avons particulièrement reconnu le seuil de KOUNGANI (10 km en amont de BAKEL) qui pourrait réaliser non seulement le départ des canaux pour chaque rive, mais aussi l'alimentation de l'éventuelle station de refoulement vers le FERLO ; ce seuil est tellement beau, et propice pour un ouvrage de cette nature, que le géologue ne trouve aucune réserve à faire ...

.../...

3°) Le Haut-Fleuve : dès lors, c'est en amont de KAYES, le moins loin possible et en tous cas à l'aval de BAFOULABE, qu'il fallait trouver l'emplacement du barrage-réservoir. Après une reconnaissance suffisamment poussée, il apparut rapidement que seul l'emplacement de GOUINA pouvait être retenu. Les chutes du FELOU, si elles offrent évidemment un important affleurement gréseux, -fait, d'ailleurs, d'une roche assez tendre-, ne peuvent faire penser à un site de barrage, car la rivière coule en fait sur un plateau indéfini latéralement ; le FELOU n'est que le bord, franchi en cascade, de cet immense plateau de grès peu résistants.

Notre conclusion, quant au choix de l'emplacement, est, d'un point de vue très général et sans entrer dans le détail des conditions géotechniques, qu'il n'existe qu'un seul emplacement de grand barrage sur le SÉNÉGAL en aval de BAFOULABE : c'est le site de GOUINA. Est-ce remarquable perspicacité, ou simplement bonne fortune, ou plus vraisemblablement les deux, il est un fait : les promoteurs du projet ont eu la main heureuse en proposant cet emplacement ; il n'en existe pas d'autre, et nous allons voir que, même dans le détail, on ne saurait espérer, ni même souhaiter mieux.

II.- LE SITE DE GOUINA.- (Voir in fine : planches photos).

A GOUINA donc (80 km en amont de KAYES), nous nous trouvons dans la zone des puissantes formations gréseuses à passées schisteuses, l'ensemble de la série étant subtabulaire.

1°) Le thalweg : les conditions géologiques sont remarquablement simples. Les chutes de GOUINA correspondent au franchissement par la rivière d'un puissant ensemble gréseux, épais d'une quarantaine de mètres, et plongeant légèrement tout à la fois de l'aval vers l'amont et de rive gauche vers rive droite (Pendage = valeur : 5 à 10° ; direction Nord, 40° Est). La roche est un splendide grès quartziteux dur (d'âge Ordovicien probable) qui affleure dans tout le lit au front de la cascade. Dans le détail, on doit cependant noter que la masse grésueuse est formée de bancs puissants de 1 à 5 mètres, sans déliks argileux observables ; elle est, particulièrement à proximité de la chute naturelle, parcourue par un système orthogonal de diaclases dont les plus ouvertes ont la direction du pendage. Toute la partie haute de l'ouvrage éventuel se trouverait donc fondée sur ce grès dur ; quel que soit l'ordre de grandeur des contraintes admises pour un tel ouvrage, on répond d'ores

.../...

et déjà du bon comportement de la fondation ; celle-ci devra seulement recevoir quelques injections pour parfaire son étanchéité.

2°) La rive droite : ces grès sont surmontés, au-dessus du niveau actuel des eaux de la rivière, par des schistes silicieux durs puissants d'une trentaine de mètres. Bien que masqués en partie par la végétation et les éboulis, ces schistes sont bien visibles sur la rive droite, où ils pourront être étudiés avec précision au double point de vue de leur comportement à l'eau, et sous charge ; mais on est d'ores et déjà assuré de leur incompressibilité sous les contraintes qu'on leur appliquera, et aussi de leur imperméabilité.

Au-dessus de ces schistes vient une nouvelle formation gréseuse peut-être un peu moins dure que la précédente. Au droit de ce qu'on peut imaginer être l'axe de l'ouvrage, ces grès supérieurs -si l'on excepte la zone marginale qui, comme dans toute falaise qui se respecte, subit les effets d'une certaine "poussée au vide"-, sont parfaitement en place ; l'appui rive droite se trouvera donc dans des conditions excellentes.

Mais on doit ajouter que, tant à l'amont qu'à l'aval de cet emplacement, les grès supérieurs ont fortement basculé sur les pentes ; c'est le phénomène bien connu du basculement des têtes de couches, particulièrement accusé lorsque des horizons résistants ne sont plus portés, à l'affleurement, par des roches sous-jacentes moins dures ; c'est précisément ce qui se produit ici, tant à l'amont qu'à l'aval de la cascade, l'érosion par les eaux du fleuve se faisant au détriment du niveau schisteux relativement plus tendre. La zone saine comptée vers l'amont à partir de la crête de la chute, mesure quelques 25 cm en distance horizontale.

3°) La rive gauche : elle montre exactement la même succession de terrains, mais elle est beaucoup moins "raide". Ceci tient au fait signalé plus haut, d'un léger pendage des couches de cette rive vers la rive opposée. Cette structure tend à pousser sans cesse le fleuve vers la rive droite où l'érosion est active et la pente accusée. La rive gauche au contraire, est stabilisée, c'est à dire que les éboulis et la brousse la tapissent, ce qui rend l'observation directe beaucoup plus malaisée. On n'a cependant aucun doute sur sa constitution, car nous avons bien retrouvé, à la cote voulue, les deux niveaux gréseux en relief, enfermant un replat couvert de gros éboulis mais correspondant certainement à la formation schisteuse intercalaire.

.../...

Cette disposition, qui n'entraîne donc aucun vice géotechnique provoque cependant une évidente dissymétrie de la vallée, et un allongement corrélatif de l'ouvrage ; encore convient-il de noter que la partie rive gauche de l'ouvrage ne constituera en somme qu'une aile de hauteur réduite, et pouvant d'ailleurs être traitée d'une manière différente du reste du barrage (enrochements par exemple).

Nous n'avons pas la prétention, dans le temps dont nous disposons (deux jours environ) d'avoir fait l'étude géologique détaillée du barrage de GOUINA.

Du moins, avons-nous la certitude de nous trouver en présence d'un splendide emplacement qui ne saurait cacher, pour le révéler plus tard, c'est-à-dire trop tard, un vice rédhibitoire.

Nous ne donnerons donc, pour illustrer notre exposé, qu'une coupe géologique de la vallée. La carte géologique détaillée du site, instrument indispensable pour l'étude et la mise au point du projet, ne pourra être établie que lorsqu'un bon levé au 1/5.000e des abords de la chute aura été dressé, et lorsque la zone intéressée aura été débroussaillée et décapée. Des travaux de reconnaissance seront ensuite nécessaires pour déterminer les épaisseurs vraies des diverses formations, leur duréte dans la masse, leur degré de perméabilité, etc... .

4°) Questions annexes : nous devons seulement ajouter que, sous les grès de la chute, doit exister une nouvelle passée schisteuse, puis un nouvel ensemble gréseux formant la zone des rapides aval de la grande vasque de GOUINA.

Au sujet de cette vasque, qui se trouvera à proximité du pied aval du barrage, on doit penser que son fond se trouve bien près de la base des grès, sinon déjà sur les schistes sous-jacents. L'étude topographique et lithologique du fond de ce bassin sera indispensable à brève échéance, car les données qui en résulteront interviendront certainement dans la fixation de la distance minimum devant séparer l'axe de l'ouvrage de la crête de la cascade.

Nous ne voulons pas parler ici des conditions dans lesquelles pourrait se trouver une éventuelle usine hydroélectrique souterraine. Disons simplement qu'une telle usine hydroélectrique se situerait certainement sur rive droite, et dans des terrains qui, grès ou schistes selon l'implantation exacte, permettent de tout envisager.

.../...

Mieux vaudrait évidemment que l'évacuation se situe en terrain homogène ; la carte géologique dont il a été parlé permettra d'éclairer parfaitement les ingénieurs sur ce point en temps opportun.

Il nous reste à dire quelques mots de la cuvette. On sait que sa capacité sera énorme, pour un barrage d'une cinquantaine de mètres de hauteur (le site permettrait sans doute, s'il le fallait de monter quelques dizaines de mètres plus haut).

Nous avons parcouru cette immensité dans différentes directions, sans avoir la prétention d'avoir tout vu. Là encore, d'autres viendront, qui procèderont, s'ils disposent d'un levé topographique suffisant, à un examen systématique et détaillé. Mais nous pouvons dire que rien, dans ce que nous avons vu, ne permet d'imaginer que la réserve de GOUINA puisse offrir des risques sérieux de pertes importantes.

Enfin, on aura certainement noté que des grès forment, à proximité même du futur chantier, la crête de l'appui rive droite. Puissante de plusieurs dizaines de mètres, et s'étalant largement vers le Nord, ces grès, encore fort durs, fourniront tout le matériau pierreux pour bétons que l'on pourra désirer. Quant aux enrochements éventuels, sur rive gauche, que l'embarras du choix pour fixer le lieu d'extraction.

GOUINA est donc, pour le Géologue et le Géotechnicien des Barrages un emplacement comme on en rencontre peu (et comme on n'en rencontre qu'un sur le SÉNÉGAL). Si l'on ajoute que la cuvette qu'il commande est parfaitement à l'échelle du fleuve, on sera persuadé que les Ingénieurs l'adopteront. L'étude de détail sera simple et facile ; elle est conditionnée par quelques travaux préliminaires qui devraient être entrepris sans retard.

ALGER, le 1er Mars 1949

Marcel GAUTIER

Géologue principal du Gouvernement Général de l'Algérie,
Chef du Bureau des Etudes Scientifiques de la Direction
de la Colonisation et de l'Hydraulique.