

10357

Organisation pour la Recherche et l'Étude
du Fleuve Sénégal (O.F.S.)
Comité National de Documentation
Séoul - Louis

HYDROGÉOLOGIE EN ZONE TROPICALE A SUBSTRATUM CRISTALLIN

En région cristalline l'eau se rencontre dans la roche altérée et dans les fractures de la roche saine.

La zone d'altération n'est pratiquement intéressante que lorsqu'elle est bien développée, bien alimentée, suffisamment perméable, ce qui n'a généralement lieu que sur granites ou gneiss sous climat humide.

En région sahélienne ou saharienne elle est ou insuffisamment développée (Mauritanie) ou insuffisamment alimentée (région sahélienne) ; dans les deux cas il faut rechercher des ressources permanentes dans les fractures de la roche saine, quelle qu'en soit, d'ailleurs, la nature.

Région humide à substratum granitique

Le problème est ici de trouver un débit suffisant, de plus de 1 m³/h par ouvrage par exemple.

La recherche fondamentale devrait tendre à fournir davantage de moyens pour implanter plus économiquement des forages plus productifs et serait à pousser dans les domaines suivants :

- Etude statistique des causes d'échecs les plus fréquentes et de l'efficacité de diverses méthodes d'implantation (voir annexe 1)
- Etude du type d'altération et de sa profondeur en fonction de la situation géomorphologique et de la nature de la roche mère (voir annexe 2)
- Recherches fondamentales et technohydrologiques sur les captages en roches argileuses (voir annexe 3)
- Généralisation de l'utilisation par les hydrogéologues eux-mêmes de méthodes géophysiques simples et éprouvées, ce qui implique la mise au point d'appareillages et de livrets-guides et l'organisation de stages de formation auprès de géophysiciens (voir annexe 4)
- essais et mise au point de méthodes géophysiques nouvelles, à mettre en oeuvre lorsque les débits demandés sont importants (plus de 5m³/h) (voir annexe 4)

Région sèche et région schisteuse humide

Des ressources permanentes suffisantes ne peuvent être espérées ici que dans les fractures de la roche saine. Les problèmes qui se posent alors sont :

...//...

10357

Organisation pour la Mise en Valeur
du Fleuve Sénégal (OMVS)
Bâtiment C 5 25 Niassariat
Centre National de Documentation
Saint-Louis

-2-

- L'évaluation des risques que l'on prend en décidant de forer profondément dans de telles roches ; de très nombreux captages existent dans le monde entier et tout spécialement en Afrique anglophone. L'étude statistique des résultats obtenus paraît être la première opération à lancer (voir annexe 1)
- La détection des zones de fractures ; les mêmes méthodes géophysiques que pour la recherche d'altérations favorables seront applicables ici car l'altération s'installe de préférence dans les zones fracturées. Mais d'autres méthodes peuvent être spécifiquement mieux adaptées à la détection de fractures : méthode magnétique, méthode électro-magnétique au sol et aéroportée (voir annexe 4).

D'autres recherches non prévues dans le présent document seraient encore souhaitables, notamment en matière d'amélioration et de vulgarisation des techniques de fonçage de puits en vue d'une mise en oeuvre par les populations elles-mêmes.

ETUDE STATISTIQUE DES FORAGES EN REGION CRISTALLINE

Les causes d'échecs des forages en région cristalline sont fort variées :

- socle moins profond que la nappe
- nappe trop peu épaisse
- absence de zone de bonne perméabilité dans l'altération ou altération trop argileuse
- absence de fissuration perméable dans la roche saine
- colmatage par les boues de forages
- colmatage par mise en thixotropie de l'argile de la roche
- mauvais choix de la couche à capter
- insuffisance de la profondeur du captage, etc...

On connaît les remèdes à plusieurs de ces difficultés mais on manque d'éléments d'appréciation des économies qui résulteraient de leur application, c'est-à-dire d'arguments fondés pour faire adopter systématiquement les remèdes connus et pour établir une priorité dans les différentes directions possibles de recherche de remèdes nouveaux.

Ces éléments d'appréciation sont à rechercher dans une analyse statistique et critique de nombreux forages et puits. Les documents disponibles en COTE-D'IVOIRE peuvent fournir une excellente analyse des causes d'échecs les plus fréquentes, mais l'intervention de méthodes d'implantation telles que les méthodes électrique et sismique ne pourra y être étudiée que pour des secteurs très limités.

Au DAHOMEY, la préférence a été donnée aux puits plutôt qu'aux forages. Il semble que les ennuis les plus fréquents proviennent d'une pénétration insuffisante dans la nappe en fin de saison sèche, mais nombreux sont les puits de recherche qui ont rencontré le socle imperméable sain avant la nappe.

En HAUTE-VOLTA, les forages sont encore trop peu nombreux pour bien se prêter à une analyse statistique.

Mais c'est surtout en AFRIQUE anglophone que les fichiers de forages permettront une telle étude statistique, car les procès verbaux d'implantation portent les critères du choix des emplacements et sont accompagnés des diagrammes de sondages électriques, des coupes provenant de l'examen des échantillons par des géologues, des compte-rendus d'essais de débit, etc..

RECHERCHES HYDROGEOLOGIQUES ET GEOMORPHOLOGIQUES EN ARENES GRANITIQUES.

La profondeur du socle sain imperméable est le principal point à déterminer lors de l'implantation d'un point d'eau en région humide à substratum granitique.

Par forage de reconnaissance, on en a la mesure la plus précise, mais au prix de la dépense considérable de plusieurs forages stériles par forage productif. C'est là la méthode habituellement pratiquée lorsqu'on ne dispose pas de mesures géophysiques

L'application de méthodes géophysiques, par contre, permet de sérieuses économies, d'abord en délimitant les zones dont il faut s'écarter, où le socle est certainement peu profond, et en donnant des indications sur la nature argileuse ou sableuse des couches aquifères.

Mais le recours à la géophysique ne doit venir qu'à bon escient, une fois assimilés et utilisés les renseignements apportés par l'observation hydrogéologique et géomorphologique, susceptibles de résoudre seuls, dans bien des cas, le problème de l'implantation dans les conditions les plus économiques.

Des progrès importants et d'application immédiate peuvent être attendus d'études dans les directions suivantes :

- en géomorphologie : les travaux de B. GEORGE en HAUTE-VOLTA ("Etude hydrogéologique, cercles de HOUNDE et BOROMO", BURGEAP - C.G.G.) ont mis l'accent sur l'intérêt exceptionnel de la reconstitution de paléoreliefs latéritiques dans la détection de zones d'altération épaisse.

Ces travaux méritent d'être repris et étendus aux différentes régions cristallines de HAUTE-VOLTA, de Côte-d'Ivoire, du DAHOMEY et du NIGER.

- en hydrogéologie : à l'instigation du C.I.E.H. une mission de F. LELONG (C.N.R.S. - BURGEAP - B.C.E.D.M.) au DAHOMEY a montré, une fois de plus, que des discontinuités, telles que des poches à granulométrie grossière ou des fractures dans les produits argileux d'altération des roches cristallines, jouaient un rôle essentiel dans la circulation de l'eau, et notamment dans le drainage de la masse argileuse.

Une meilleure connaissance de la structure de la roche altérée peut ainsi avoir des incidences directes vers une amélioration des méthodes de captage.

De très nombreuses observations de terrain, au fonds de puits en cours de fonçage sont ici la seule façon de progresser, Compte-tenu des travaux déjà effectués sous cet angle, notamment au NIGER (travaux de PLOTE et BISCALDI, B.R.G.M., dans le LIPTAKO et le DAMAGARIM-MOUNIO), une gamme de climats et de situations géologico-géomorphologiques suffisamment variées peut être obtenue d'études similaires en HAUTE-VOLTA, au DAHOMEY et en COTE-D'IVOIRE.

- Lorsque les discontinuités, zones à circulation privilégiée, citées plus haut, font défaut, les recherches en cours de procédés améliorant l'extraction de l'eau des argiles permettront, malgré tout, d'espérer des débits non dérisoires.

Ces recherches se feront, dans un premier stade, en laboratoire, sur des échantillons dont il faut connaître les conditions de gisement, et qu'il s'agit de faire récolter par un personnel compétent.

Ces trois aspects d'études en régions d'arènes granitogneissiques peuvent et devraient être abordées simultanément par le même spécialiste.

RECHERCHES GEOPHYSIQUES

En région à substratum granitique, les méthodes géophysiques devraient être utilisées plus largement dans trois groupes de problèmes

Appareillages simplifiés

Pour des études discontinues et ne justifiant pas le déplacement d'équipes géophysiques spécialisées, et dans le cas de problèmes simples géophysiquement résolus ne nécessitant plus l'intervention de géophysiciens hautement qualifiés, l'utilisation par le géologue ou l'ingénieur subdivisionnaire, d'un matériel simple, robuste et économique est d'un grand intérêt.

Les appareillages à mettre au point dans cette optique et à commercialiser, seraient ceux de sondages électriques, de farottage électrique à faible profondeur, et de sismique réfraction à un canal d'amplification.

L'étude et l'essai de ce qui existe sur le marché, la construction de prototypes, l'élaboration de livrets-guides pourraient être faits en quelques mois par un géophysicien très compétent en hydrogéologie ou par un hydrogéologue très compétent en géophysique

Recherche de méthodes nouvelles

Lorsque les débits demandés sont importants (adductions d'eau urbaines) et justifient le recours à du personnel spécialisé, il y a lieu de faire appel à d'autres méthodes que la méthode électrique, qui a l'avantage d'être applicable en hydrogéologie dans presque tous les cas, mais qui manque de puissance résolutive lorsqu'elle est employée seule. En arène granitique, par exemple, elle permet difficilement de distinguer les arènes argileuses conductrices peu épaisses d'arènes sableuses épaisses plus résistantes. Or c'est précisément ces dernières qu'il s'agit de détecter, car on peut en attendre de bonnes propriétés hydrauliques.

La méthode sismique-réfraction peut donner un étalonnage valable, mais on peut espérer beaucoup de la méthode de polarisation induite, susceptible de distinguer l'eau libre de l'eau liée.

Le champs de recherche ainsi ouvert est vaste et s'éloigne quelque peu de la recherche appliquée à objectif précis. Mais compte-tenu des résultats déjà obtenus en laboratoire (J.P. BARRAUD) il paraît justifié de prévoir une étude limitée à la mise au point d'un appareil de polarisation

induite adaptée aux régions tropicales :

- Recherche de méthodes mieux adaptées

La détection de zones de fractures est un problème particulier aux régions cristallines sèches et aux régions humides à substratum schisteux.

Comme l'altération s'installe de préférence dans les zones de fractures, les mêmes méthodes géophysiques que pour la recherche d'altérations favorables seront applicables. Mais d'autres méthodes peuvent être spécifiquement mieux adaptées :

La méthode magnétique a été utilisée avec succès en Afrique anglophone pour la détection de fractures rendues magnétiques par cristallisation de magnétite, par injection de dolérite ou par concentration de courants telluriques si la conductivité est notablement plus élevée que pour la roche encaissante.

Les méthodes électro-magnétiques donnent aussi de bons résultats sur des fissures conductrices étroites ; les campagnes d'électro-magnétique aéroportées en COTE-D'IVOIRE et dans le Nord de la MAURITANIE l'ont bien montré.

Les opérations à envisager comprennent :

- l'étude au sol par géophysique et forages des anomalies rencontrées lors de la campagne de mesures aéroportées en MAURITANIE.
- l'essai de différentes méthodes géophysiques sur des fractures aquifères connues en région schisteuse et la recherche de fractures nouvelles par les procédés retenus.

Ces deux opérations font partie du programme d'études générales d'hydrogéologie du B.R.G.M.

- La mise au point d'un équipement électro-magnétique auto-porté mériterait d'être tentée.

- CARTE HYDROGEOLOGIQUE.

Dans le massif cristallin que se partagent le NIGERIA, le DAHOMEY, le TOGO, le GHANA, la HAUTE VOLTA, la COTE d'IVOIRE, le LIBERIA, la GUINEE et la SIERRA LEONE, le problème de l'eau a été abordé avec des moyens et des méthodes extrêmement variés selon les pays.

Les recherches effectuées dans le sens d'une représentation cartographique des résultats acquis, notamment en COTE d'IVOIRE, au DAHOMEY et au GHANA, tendent à montrer qu'une carte hydrogéologique de l'ensemble du massif permettrait des comparaisons fructueuses entre le comportement hydrologique des différents ensembles géologiques et les méthodes variées appliquées pour la prospection et la mise en valeur de leurs ressources en eaux souterraines.

Une telle mise en commun des expériences variées d'un même problème est non seulement un moyen puissant de valorisation de l'expérience de chacun, mais peut encore fournir une vue d'ensemble des différentes approches esquissées dans les autres études du programme ci-dessus.

.../...

B I B L I O G R A P H I E

- GUERIN - VILLEAUBREIL G. : Hydrogéologie en Côte-d'Ivoire - Bulletin B.R.G.M. n° 20, 1962
- BARRAUD J.P. : Reconnaissance hydrogéologique en arène granitique par sondages électriques en moyenne Côte-d'Ivoire - publié par le C.I.E.H., 1962
- DEGALLIER R. - GUERIN - VILLEAUBREIL G. : les recherches d'eau en arène granitique sous climat tropical - Mémoire AIH, MADRID 1959, 81-85
- DEGALLIER R. - PLOTE H. : Prospection électro-magnétique aéroportée appliquée à la recherche de l'eau en région saharienne à substratum cristallin - Mémoire AIH, MADRID 1959 87-94
- DEGALLIER R. : Géophysique et hydrogéologie. Chronique n° 2, B.R.G.M., 1963, 5-83 (nombreuses références aux travaux d'Afrique du Sud)
- GEORGE B. : Etude hydrogéologique, cercles de HOUNDE et BOROMO, Haute Volta, BURGEAL C.G.G., 1963
- LELONG F. : Nouvelles données sur les nappes d'arènes ... C.I.E.H., 1963
- PLOTE H. : Reconnaissance hydrogéologique du Liptako et des régions adjacentes. Rapport B.R.G.M. pour T P Niger; 1961
- BISCALDI R. : Reconnaissance hydrogéologique du Liptako Sud. Rapport B.R.G.M. pour T P Niger; 1962
- SERRUYA, C. : Rapport préliminaire sur l'étude de la circulation des eaux dans les argiles. C.I.E.H., 1964
- C.G.G. : Nombreux rapports d'études hydrologiques par prospection électrique et sismique en région à substratum cristallin.