

10483

COMITÉ INTER-AFRICAIN D'ÉTUDES HYDRAULIQUES

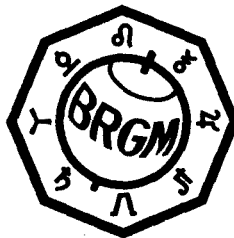
Immeuble Maine - Montparnasse

15, Square Max - Hymans

PARIS 15ème

ETUDE STATISTIQUE DES FORAGES ET CARTE HYDROGEOLOGIQUE DES REGIONS A SUBSTRATUM ERUPTIF ET METAMORPHIQUE EN AFRIQUE OCCIDENTALE

R. BISCALDI



DAK 67 A 14

Rapport présenté par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières
avec le concours financier du Fonds d'Aide et de Coopération.

TABLE DES MATIERES

	Pages
<u>NOTE DE SYNTHESE</u>	
1. Position du problème	I
2. Présentation du rapport	II
2.1. Première partie : généralités	II
2.2. Deuxième partie : hydrogéologie - résultats de l'étude statistique	III
2.2.1. Remarques préliminaires : limites de validité de l'étude statistique	III
2.2.2. Principaux résultats obtenus	IV
2.2.2.1. Conditions d'altération, de fissuration et de fracturation	IV
2.2.2.2. Méthodes de prospection	VI
2.2.2.3. Méthodes d'exploitation	VIII
2.2.2.4. Etude globale des facteurs intervenant sur le débit : résultats de l'étude de la SEMA	VIII
2.3. Troisième partie : carte hydrogéologique	X
2.4. Conclusions	XI

RESUME

AVANT PROPOS

<u>INTRODUCTION - POSITION DU PROBLEME</u>	1
--	---

<u>PREMIERE PARTIE - GENERALITES</u>	4
--------------------------------------	---

I. Situation	4
II. Géomorphologie	4
III. Climat et végétation	5
IV. Hydrographie	7
V. Géologie	9
V.1. Roches éruptives acides	9

	Pages
V.2. Roches métamorphiques	9
V.2.1. Précambrien inférieur	9
V.2.2. Précambrien moyen	10
V.2.3. Précambrien supérieur	11
V.3. Roches intrusives basiques	12
V.4. Roches sédimentaires	12
V.4.1. Primaire	12
V.4.2. Secondaire - Tertiaire, Quaternaire	13

DEUXIEME PARTIE - RESULTATS DE L'ETUDE STATISTIQUE -
HYDROGEOLOGIE

I. Etude statistique : présentation des données sous forme de tableaux	14
II. Hydrogéologie des roches éruptives et métamorphiques	20
II.1. Genèse et localisation des aquifères	21
II.1.1. Conditions d'altération	21
II.1.2. Conditions de fissuration et de fracturation	26
II.1.3. Propriétés hydrogéologiques	27
II.1.3.1. Roches éruptives	27
II.1.3.2. Roches métamorphiques	29
II.2. Méthodes de prospection	30
II.2.1. Etudes géologiques et hydrogéologiques	31
II.2.2. Méthodes géophysiques	32
II.2.3. Sondages de reconnaissance	34
II.2.4. Conclusion : méthode "mixte"	37
II.3. Méthodes d'exploitation	38
II.4. Aspect économique.	38
II.5. Influence des divers facteurs sur le débit : résultats de l'étude statistique globale de la "SEMA"	43
II.5.1. Remarques préliminaires	43
II.5.2. Analyse des résultats	45
II.5.2.1. Analyse "géologique"	45
II.5.2.2. Analyse "technico-économique"	50
II.5.2.3. Conclusions	53
II.6. Conclusions	56

TROISIEME PARTIE - CARTE HYDROGEOLOGIQUE

I. Topographie - Hydrographie - Hydrogéologie	58
II. Géologie - Lithologie - Stratigraphie	59
III. Formations superficielles	59
IV. Zones hydrogéologiques	60
IV.1. Zone climatique 1	65
IV.2. Zone climatique 2	67
IV.3. Zone climatique 3	71
IV.4. Zone climatique 4	75
IV.5. Zone climatique 5	75
IV.6. Ensemble de la région étudiée	76

<u>CONCLUSIONS GENERALES</u>	77
------------------------------	----

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	79
----------------------	----

ILLUSTRATIONS DANS LE TEXTE

Figures :

1. Situation de la région étudiée.
2. Relief.
3. Réseau hydrographique.
4. Isohyètes moyens annuels.
5. Répartition moyenne des pluies.
6. Températures moyennes annuelles.
7. Indice d'aridité de De Martonne.
8. Evapotranspiration potentielle (formule de Thornthwaite).
9. Profil-type d'altération sur granites calco-alcalins.
10. Relation entre l'épaisseur des niveaux (D + E) et l'épaisseur totale d'altération (granites et gneiss - Côte d'Ivoire - zone 2).
11. Evolution climatique de l'épaisseur d'altération (granites et gneiss zones 1, 2 et 3).
12. Epaisseur d'altération : comparaison entre Côte d'Ivoire et Ghana (granites et gneiss - zones 2 et 3).
13. Coupe schématique de l'altération sur granites.
14. Variation du débit en fonction du niveau aquifère exploité dans les granites et gneiss.
15. Variation du débit en fonction du niveau aquifère exploité dans les schistes.
16. Détermination de la profondeur du socle sain par géophysique : 1. courbes cumulées (électrique et sismique).
17. Détermination de la profondeur du socle sain par géophysique : 2. Droites de corrélation (électrique et sismique).
18. Comparaison des résultats obtenus par forage en rotation à l'eau claire et par forage en rotation à la boue (granites et gneiss - Côte d'Ivoire).

19. Variation du débit en fonction du nombre de sondages de reconnaissance préalables (granites et gneiss - Côte d'Ivoire).
20. Figurés lithologiques.
21. Zones climatiques.
22. Histogrammes : granites et gneiss - zone 1 (G 1).
23. Histogrammes : granites et gneiss - zone 2 (G 2).
24. Histogrammes : granites et gneiss - zone 2 (G 2) (fin).
25. Histogrammes : granites et gneiss - zone 2 - Côte d'Ivoire.
26. Histogrammes : granites et gneiss - zone 2 - Côte d'Ivoire (fin).
27. Histogrammes : granites et gneiss - zone 2 - Ghana.
28. Histogrammes : Birrimien - zone 2 (B 2).
29. Histogrammes : schistes - zone 2.
30. Histogrammes : granites et gneiss - zone 3 (G 3).
31. Histogrammes : Birrimien - zone 3 (B 3).
32. Histogrammes : schistes - zone 3.
33. Histogrammes : granites et gneiss -ensemble de la région étudiée.
34. Histogrammes : Birrimien - ensemble de la région étudiée.
35. Histogrammes : schistes - ensemble de la région étudiée.

NOTE DE SYNTHÈSE

1. POSITION DU PROBLÈME

Les roches cristallines et métamorphiques qui affleurent largement en Afrique occidentale, présentent des caractéristiques hydrogéologiques généralement plus défavorables que celles des roches sédimentaires, et les débits faibles ou nuls y semblent de règle.

Cependant, l'expérience de certains pays, comme le Ghana montre que ce jugement doit être révisé ou au moins tempéré et que des remèdes peuvent être apportés aux nombreux échecs rencontrés.

Les causes de ces échecs sont variées, qu'il s'agisse d'ouvrages de captage totalement secs, peu productifs ou non pérennes, et elles peuvent être d'ordre hydrogéologique, technologique ou même socio-économique. On peut ainsi citer entre autres :

- socle sain non aquifère moins profond que le niveau général des eaux souterraines de la région,
 - altération du socle trop argileuse, ou absence, au sein de la masse d'altération, de zone perméable pouvant jouer le rôle de drain,
 - alimentation par les pluies insuffisante,
 - extension latérale de la nappe limitée,
 - ouvrage n'atteignant pas la couche aquifère,
 - colmatage du forage ou effondrement de celui-ci par mise en thixotropie de la phase argileuse en cours d'exécution,
 - colmatage par les boues de forage,
 - mauvais choix du niveau aquifère à capter,
- etc...

La détermination des causes d'échecs et leur classement par ordre d'importance sont en fait primordiaux pour mettre en application les méthodes appropriées de recherche et d'exploitation qui ont été mises au point au cours de ces dernières années. Il était donc demandé d'inventorier systématiquement les facteurs intervenant sur la variable principale qui est le débit final de l'ouvrage, et cela en utilisant deux méthodes :

- analyse statistique de l'abondant matériel documentaire accumulé en Afrique occidentale,
- élaboration d'une carte hydrogéologique à petite échelle (1/2.000.000) ayant pour but de mettre en évidence les connaissances acquises et les travaux restant à effectuer et de permettre des comparaisons de région à région et de pays à pays.

Ces deux méthodes, considérées comme complémentaires, devaient être appliquées en même temps, les résultats de l'une devant servir à l'autre, à la région d'affleurement de roches cristallines et de roches métamorphiques qui s'étend au Sud du 15ème parallèle, entre les méridiens 11° Est et 14° Ouest, sur 1.700.000 km², de la Guinée orientale au Nigéria.

La documentation utilisée pour cette étude a été rassemblée de novembre 1965 à juillet 1966 dans les différents services hydrauliques et hydrogéologiques des onze pays intéressés et reportée sous la forme simplifiée de tableaux synthétiques, après étude critique des données.

Le rapport terminal et la carte hydrogéologique ont été élaborés de septembre 1966 à Juin 1967.

2. PRESENTATION DU RAPPORT

2.1. Première partie : généralités

Le rapport est divisé en trois parties, dont la première sert d'introduction à la région étudiée et en présente les caractères physiques généraux. Les traits dominants en sont :

- aspect géomorphologique généralement plat, à l'exception de trois zones de reliefs constitués par les roches les plus dures,
- gamme de climats s'étendant en bandes parallèles est-ouest, allant du type soudanien semi-désertique au Nord (hauteur de pluie annuelle moyenne : 400 mm) au type sub-équatorial de mousson en bordure de

l'océan (plus de 4 mètres de pluie par an).

- végétation conditionnée par le climat avec zone de savane plus ou moins sèche au Nord et forêt humide au Sud des isohyètes 1250-1500 mm environ.
- grande variété de types pétrographiques que l'on classe parmi les roches éruptives acides (granites, diorites, syénites...), les roches métamorphiques précambriennes (schistes, "roches vertes", grauwackes,...) et les roches intrusives basiques (dolérites, gabros, basaltes..).

2.2. Deuxième partie : hydrogéologie - résultats de l'étude statistique

La seconde partie se présente comme un exposé de nos connaissances actuelles sur l'hydrogéologie des roches cristallines et des roches métamorphiques : les faits nouveaux mis en évidence par l'étude statistique sont intégrés à cet exposé ; nous en donnerons un résumé ci-dessous.

L'étude a porté sur 2116 ouvrages répertoriés ; on peut distinguer trois stades suivant la valeur des résultats obtenus :

- le stade le plus simple, purement descriptif, sert à caractériser les différents types de roches, les différentes régions, les différentes zones stratigraphiques, etc... en fonction des données numériques principales (profondeur totale des ouvrages, débit, profondeur du socle sain, ..) et se traduit pratiquement en moyennes numériques et en histogrammes.
- à un niveau plus élaboré, on tente de trouver les relations liant deux facteurs, tous les autres étant négligés ; c'est un stade plus quantitatif, mais encore limité et tributaire de calculs faits à la main ou à la machine électrique.
- l'étude simultanée de tous les facteurs régissant le débit exige l'emploi d'un ordinateur électronique : c'est évidemment le stade le plus quantitatif et il a été confié à une société spécialisée de mathématique appliquée, la SEMA, dont le rapport est joint en annexe

2.2.1. Remarques préliminaires : limites de validité de l'étude statistique.

Deux remarques préliminaires s'imposent quant aux résultats qu'on est en droit d'attendre de l'étude statistique :

- Les résultats ne sont valables que globalement, pour une population donnée, et ne s'appliquent pas obligatoirement à un ou plusieurs cas pris individuellement.
- La valeur des résultats obtenus ne peut dépasser celle des données de base. Or, ces données de base sont de valeur assez médiocres, d'une part à cause de la mauvaise répartition des ouvrages entre les différents types de roches étudiés (les granites et les gneiss dominant largement), d'autre part à cause du nombre assez élevé de données manquantes concernant en particulier la coupe géologique, les différents niveaux exploités, les études ayant précédé l'exécution de l'ouvrage, etc...

Enfin, deux précisions s'imposent sur la notion de débit elle-même. En premier lieu, il faut remarquer que les valeurs considérées sont difficilement comparables entre elles, étant donné les conditions très variables qui ont présidé aux essais. En outre, le débit mesuré n'est pas celui de toute la masse poreuse imprégnée d'eau, mais celui de la zone parfois très étroite, qui sert de drain à cette masse, qu'il s'agisse d'une discontinuité pétrographique (filon de quartz, zone à grain plus grossier de la roche-mère, etc..) ou d'une discontinuité tectonique (faille, diaclase, etc..).

En définitive cependant, malgré ces restrictions que l'on devra garder à l'esprit, il semble que les résultats présentent un caractère de plausibilité non équivoque : les principaux d'entre eux seront sommairement présentés ci-dessous.

2.2.2. Principaux résultats obtenus

2.2.2.1. Conditions d'altération, de fissuration et de fracturation - Genèse des aquifères

A l'état sain, les roches cristallines, comme les roches métamorphiques, présentent une porosité nulle ou quasi-nulle : l'eau ne peut s'y accumuler, y circuler et y être exploitée que si ces roches sont altérées, fissurées ou fracturées.

Les modalités de genèse des aquifères diffèrent suivant les roches considérées : grosso modo, on peut dire que les phénomènes d'altération jouent un rôle primordial dans les roches éruptives et les gneiss dont le comportement hydrogéologique est très semblable (on parle communément des roches "granito-gneissiques"), tandis que les phénomènes tectoniques (failles et filons) semblent prépondérants