

PH29

RECHERCHE D'EAU EN ROCHES A POROSITE DE FISSURES

CONTRIBUTION DE LA GEOPHYSIQUE

PAR E. ALESSANDRELLO, Y. BERTRAND et J. LAKSHMANAN

COMMUNICATION PRESENTEE AUX JOURNEES TECHNIQUES DU C.I.E.H.

A BAMAKO (Mali), les 19, 20 et 21 février 1980



CPGF

**Compagnie de Prospection
Geophysique Française**

77-79 Avenue Victor-Hugo 92500 Rueil-Malmaison

CONTRIBUTION DE LA GEOPHYSIQUE

PAR E. ALESSANDRELLO, Y. BERTRAND et J. LAKSHMANAN

Le degré de fissuration étant un des facteurs qui conditionne les potentialités aquifères d'une formation cristalline, les hydrogéologues ont recherché les techniques les plus adaptées à la localisation de ces fissures.

Dans un premier temps, les méthodes naturalistes, relevant de l'observation, ont seules été utilisées. Par la suite, on a fait appel à la technique géophysique, avec plus ou moins de succès, suivant les cas.

En réalité, si la phase purement géologique (enquête de terrain, structurale, photogéologie) est fondamentale, les méthodes géophysiques, bien utilisées, sont un complément souvent indispensable à l'hydrogéologue.

Géologie et photogéologie pourront au moins éliminer les secteurs franchement défavorables, réduisant ainsi la zone d'investigation ; on pourra alors utilement faire appel à la géophysique sur des surfaces plus restreintes.

Le but de cet exposé n'est pas de revenir sur l'ensemble de la méthodologie de recherche d'eau dans le cristallin, mais d'examiner, sans les privilégier, les apports de l'investigation géophysique.

Nous voulons donner quelques explications théoriques au fait que, utilisée comme seule méthode géophysique, la méthode du trainé électrique ait pu décevoir certains utilisateurs. Nous pensons en effet qu'il y a tout intérêt à superposer aux méthodes de reconnaissances actuelles et dans certains cas particuliers, la méthode de sismique refraction. Cette méthode plus chère que l'électrique doit cependant être considérée comme une méthode géophysique de base lorsque l'envergure du problème posé justifie des dépenses supplémentaires.

Les paramètres sismiques, joints aux paramètres électriques, peuvent contribuer à caractériser les aquifères du socle, pour-peu qu'on se penche sérieusement - et sous l'angle statistique - sur la corrélation entre la combinaison de ces paramètres et les réussites ou échecs des forages.

* * *

PAR LA METHODE GEOPHYSIQUE ELECTRIQUE

On sait que la méthode électrique consiste à mesurer la résistivité électrique d'un certain volume de terrain. Ce volume de terrain n'étant pas homogène, la résistivité mesurée est appelée résistivité apparente, laquelle est la résultante des diverses résistivités vraies des terrains qui composent ce volume. Pour déterminer et localiser ces composantes, on a recours à la méthode des sondages électriques dont l'interprétation, assez délicate, suppose des terrains tabulaires, homogènes et isotropes.

La résistivité vraie d'une formation dépend de la présence et de la proportion d'éléments électriquement conducteurs et de la résistivité de ces éléments. A priori, seules l'argile et l'eau sont susceptibles de contribuer à la conductibilité d'un terrain, les grains solides ou les blocs rocheux sains pouvant être considérés comme des isolants. De ce fait, on peut considérer que dans le socle les zones de résistivités faibles correspondent à des zones fissurées avec colmatage argileux des fissures. Celles à forte et moyenne résistivité correspondraient à des zones compactes pour les premières, fissurées sans colmatage pour les secondes. Ce sont ces dernières qui font l'objet d'une recherche hydrogéologique.

. Indétermination dans la recherche des résistivités vraies

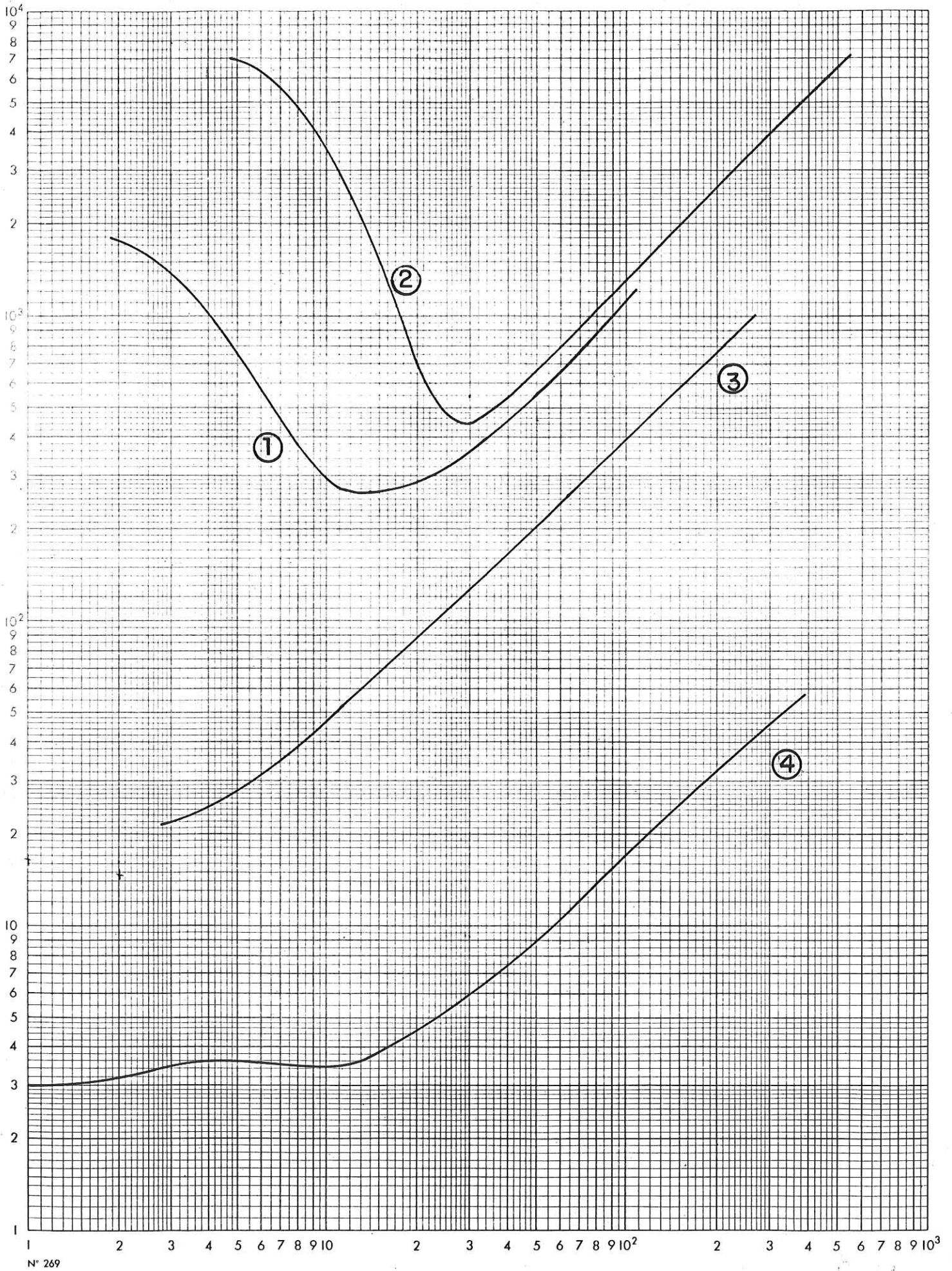
Cette indétermination est de trois ordres :

- Indétermination due à la méthode de mesure.
- Indétermination inhérente à la méthode électrique.
- Inadéquation partielle de la méthode électrique pour les structures non horizontales.

. Indétermination due à la méthode de mesure : le trainé électrique

Une résistivité mesurée avec un quadripole déterminé dépend de très nombreux paramètres et il suffit qu'un seul de ces paramètres varie pour que la résistivité mesurée varie d'un point de mesure à l'autre, avec les plus grandes chances que cette variation soit due à des causes parasites eu égard au problème posé. Nous pouvons citer les travaux de Monsieur SAWADOGO (6), ou à l'aide de courbes de sondages électriques l'auteur indique les difficultés d'interprétation des trainés électriques. Nous insisterons simplement sur un cas très fréquent dans le Sahel lié à la présence d'une couche de terrain hors nappe dont la résistivité est très élevée. Supposons par exemple que la résistivité de la partie hors nappe du terrain soit de l'ordre de 1000 à 10000 Ω m, surmontant une tranche fissurée sous nappe à 200 Ω m.

Les courbes de sondages électriques 1 et 2 de la figure jointe (graphique n° 1) représentent un schéma théorique simple à 3 couches, avec un substratum non fissuré à 20m de profondeur. Elles ne diffèrent l'une de l'autre que par leur couche hors nappe (2m à 2000 Ω m, courbe 1 - 5m à 8000 Ω m, courbe 2), la tranche supposée fissurée ayant dans les deux cas une résistivité de 200 Ω m. Ces deux schémas sont hydrogéologiquement identiques. Pourtant, sur la base du seul trainé électrique et quelle que soit la longueur de ligne adoptée, on accordera toujours la préférence à la courbe 1. Cette courbe restera en apparence la meilleure même si la couche intéressante diminue d'épaisseur. De plus, quand on sait que la résistivité du terrain "sec" peut varier dans les proportions encore plus grandes que dans cet exemple, on conçoit que les résultats d'un trainé électrique peuvent quelquefois donner, par la valeur qu'on accorde aux résistivités apparentes, une image trompeuse de la réalité. On a intérêt pour s'affranchir au mieux de cet effet du "sec" de choisir des grandes longueurs de ligne. Dans ce cas, les anomalies assez fines qu'on cherche sont englobées dans un volume de terrain tel qu'elles deviennent indétectables. De plus ce sont souvent alors des variations locales et hydrogéologiquement sans intérêt du substratum qui influencent de façon majeure la résistivité apparente mesurée. Lorsqu'on essaye de choisir rationnellement une longueur de ligne, on est amené à réaliser des trainés à plusieurs longueurs de ligne par station de mesure en espérant que chacune d'entre elles permettra de faire la part des effets parasites. Pratiquement les opérations sur le terrain deviennent aussi compliquées que l'exécution de sondages électriques, et on a tendance alors à remplacer le trainé électrique par des profils de sondages électriques.



. Indétermination inhérente à la méthode électrique

Si on admet ce qui n'est jamais le cas que les paramètres parasites sont parfaitement maîtrisés, il reste que la détermination des résistivités vraies peut conduire à des indéterminations d'autant plus graves qu'elles peuvent porter sur la couche de terrain fissurée, donc supposée aquifère. C'est le cas en particulier des courbes de sondages électriques régulièrement montantes du type ρ_1 (terrain superficiel) $\ll \rho_2$ (socle fissuré) $\ll \rho_3$ (socle). Pour une même courbe de ce type, la valeur de ρ_2 peut varier dans des proportions qui conduisent à des significations hydrogéologiques complètement différentes.

Pour illustrer ce fait, nous prendrons deux exemples, l'un tiré du catalogue d'abaques 3 couches, l'autre d'une étude récente réalisée par C.P.G.F. à DORI (Haute-Volta).

- Courbe 3 (graphique 1)

Cette courbe peut être interprétée des deux façons :

$$\begin{array}{lll} \rho_1 = 20 \ \Omega\text{m} & \rho_2 = 380 \ \Omega\text{m} & \rho_3 = \infty \\ e_1 = 4 \text{ m} & e_2 = 23 \text{ m} & \end{array}$$

ou :

$$\begin{array}{lll} \rho_1 = 20 \ \Omega\text{m} & \rho_2 = 780 \ \Omega\text{m} & \rho_3 = \infty \\ e_1 = 4 \text{ m} & e_2 = 20 \text{ m} & \end{array}$$

L'hydrogéologue n'accordera pas le même sens aux valeurs de résistivité de 380 et 780 Ωm . On peut même penser que, de très légères imprécisions de mesure aidant, un tel terrain peut apparaître comme un bicouche avec un deuxième terrain très résistant non fissuré.

- Courbe 4 (graphique 1)

Ce sondage électrique est exécuté sur le socle granitique (Dori, Haute-Volta). La courbe a fait l'objet d'une interprétation à l'ordinateur pour laquelle on a tenté de déterminer la résistivité de la couche de granite supposée fissurée. On trouve pour cette couche et avec le même critère de précision dans l'identification, les deux valeurs de 87 à 300 Ωm .

Une autre interprétation supprime radicalement cette couche en l'intégrant au granite sain, ce qui signifie qu'on peut également affecter à cette couche une résistivité de l'ordre de 1000 Ω m.

Nous reproduisons ci-joint les sorties ordinateur qui donnent ces diverses solutions :

$$e_4 = 33.65 \text{ m}$$

$$\rho_4 = 299,47$$

$$e_4 = 20.36 \text{ m}$$

$$\rho_4 = 86,60$$

$$e_4 = 114.51 \text{ m}$$

$$\rho_4 = 980 \text{ m}$$

assimilé à $\rho_5 \rightarrow \infty$

Les courbes reconstituées à partir de ces valeurs sont superposables à la courbe de terrain.

*
* *
*

DORI-SE305 ALTI
 MEILLEURE SOLUTION OBTENUE VU LES PARAMETRES DONNES :

VALEURS DES EPAISSEURS	VALEURS DES RESISTIVITES	PRODUIT EI/ROI	RAPPORT EI/ROI	MAC R/C	MAC R.C
E(1)= 1.72	30.00	57.50	.0039	30.0000	1.9167
E(2)= 2.01	37.57	111.64	.0707	35.3574	4.7607
E(3)= 8.07	27.00	234.74	.3203	29.7704	13.5506
E(4)= 33.00	299.47	10000.13	.1124	105.9195	77.1310
	2400.00				47.00

VALEUR DU CRITERE .24902E-01 NORME DU DEPLACEMENT .18118E-05
 NO. DE L ITERATION 41 VALEUR DE TETA .67601E+02

MEILLEURE SOLUTION OBTENUE VU LES PARAMETRES DONNES :
 DORI-SE305-KLE1-PREM.HYP.

VALEURS DES EPAISSEURS	VALEURS DES RESISTIVITES	PRODUIT EI/ROI	RAPPORT EI/ROI	MAC R/C	MAC R.C
E(1)= 1.33	30.00	39.76	.0442	30.0000	1.3252
E(2)= 1.58	33.69	53.16	.0468	31.9542	2.9077
E(3)= 7.77	31.79	247.16	.2446	31.8347	10.6826
E(4)= 20.36	87.60	1783.92	.2325	61.1494	34.7346
	2400.00				31.04

VALFUR DU CRITERE .24347E-01 NORME DU DEPLACEMENT .25949E-05
 NO. DE L ITERATION 41 VALEUR DE TETA .69425E+02

MEILLEURE SOLUTION OBTENUE VU LES PARAMETRES DONNES :
 DORI-SE305-KLE1-SEC.HYP.

VALEURS DES EPAISSEURS	VALEURS DES RESISTIVITES	PRODUIT EI/ROI	RAPPORT EI/ROI	MAC R/C	MAC R.C
E(1)= 2.07	30.00	62.18	.0691	30.0000	2.0726
E(2)= 3.84	40.01	153.56	.0959	36.1597	5.9662
E(3)= 8.46	24.65	208.56	.3432	28.6952	14.6838
E(4)= 114.51	980.86	112319.21	.1167	424.7501	265.4349
	2400.00				128.88

CONCLUSIONS SUR LES METHODES ELECTRIQUES

On a vu à l'aide des quelques exemples donnés qu'une même valeur de résistivité apparente peut traduire des réalités hydrogéologiques très différentes, voire opposées, en raison des difficultés qu'il y a à connaître à partir de cette mesure, la résistivité vraie. Ceci est particulièrement vrai dans le socle, avec un terrain superficiel résistant.

De plus, si tous les paramètres parasites qui masquent la résistivité vraie sont analysés et déterminés (cas du sondage électrique), il peut subsister de larges indéterminations sur la valeur de la résistivité vraie.

A partir de ces remarques, le responsable d'une étude hydrogéologique peut avoir plusieurs attitudes :

- Faire des cartes de résistivités qui malgré les imperfections ci-dessus décrites, peuvent donner par la répétition des mesures, une image correcte de la structure tectonique d'un site. Le prix de revient en étant relativement faible, on peut considérer alors ce type de prospection comme faisant partie du mode opératoire normal de telles études.
 - Une attitude plus critique consiste à ne pas exécuter de trainés électriques mais des profils de sondages électriques. L'interprétation de chaque sondage électrique permet de faire la part des divers paramètres pour mieux sortir de l'ensemble les variations du paramètre intéressant. Cette prospection plus onéreuse, mais plus fiable que la précédente est celle qui est généralement adoptée et préférée par les Sociétés de Géophysique lorsqu'elles ne sont pas placées dans un cadre d'appel d'offre trop rigide.
- En outre, les sondages électriques permettent de dresser la (ou les) carte des résistivités apparentes pour un AB choisi ultérieurement, qui traduira au mieux les phénomènes observés.

- Enfin, nous chercherons à montrer, dans la suite de l'exposé, que sans abandonner les méthodes électriques, les hydrogéologues auraient grand intérêt à introduire dans leurs études hydrogéologiques sur le socle, la méthode sismique refraction.

* * *

RECHERCHE DES ZONES FISSUREES D'UN MASSIF

PAR SISMIQUE REFRACTION

La vitesse sismique d'un matériau est directement liée à son état de compacité (densité, altération, fracturation). Peu ou pas utilisée en hydrogéologie du socle elle semble, par la nature même du paramètre dont elle dépend, être bien adaptée à la recherche de zones fracturées.

Pour fixer les idées, observons que dans un massif granitique ou gneissique, le rocher sain, non fracturé a des vitesses sismiques qui sont de l'ordre de 5600 à 6000 m/s. Ces vitesses sismiques peuvent descendre à 3000 m/s pour un massif très fracturé et à moins de 3000 m/s pour la partie altérée.

Les très nombreuses études réalisées par C.P.G.F. sur des sites de barrage ont permis d'affiner les méthodes sismiques de détermination des zones de fractures. On peut souligner ici les avantages qu'offre la sismique refraction par rapport à l'électrique.

- Les zones fissurées subverticales étroites peuvent être localisées même sous une couverture importante par analyse et comparaison des tirs lointains. La finesse de détermination est directement liée au resserrement de la maille des capteurs et n'est pas influencée par l'épaisseur de la couverture.
- La partie interprétative est relativement réduite, les mesures de vitesses sismiques faites sur le terrain étant des mesures de vitesses vraies (au pendage près). La partie plus subjective se limite au calcul des profondeurs.
- Les informations fournies par un dispositif sismique à 24 traces sont en général au nombre de 120 (5 tirs). Un grand nombre de ces informations doivent se recouper. On évite ainsi d'interpréter des erreurs ou des imprécisions de mesure.

- Le Traitement des informations à l'ordinateur par des programmes simples permet de filtrer les anomalies de surface et d'être sûr de la part des anomalies profondes dans un résultat.

Les planches jointes (2 et 3) représentent la localisation de zones fracturées dans un substratum de gneiss. Les mesures ont été faites sur un site de barrage au Gabon. On a pu suivre, par un nombre réduit de dispositifs sismiques (10 et 5m d'écartement entre capteurs), des zones fracturées du substratum sous une couverture de latérite pouvant être épaisse de 40 mètres. Le contraste des vitesses sismiques entre les parties saines du massif et les zones de fractures était de 5600 m/s à environ 4000 m/s. Les mesures de temps se font actuellement par les appareillages classiques de terrain à 1/2 ms près. On peut calculer (en affectant une probabilité croissante de signification à des variations de temps de 0,5 à 1,5 ms) qu'une vitesse de 4000 m/s (contre 5600 m/s) visible sur 4 capteurs est significative d'une anomalie réelle à plus de 95 % de chances. Si les écartements entre capteurs sont de 5m, on voit qu'on détecte une anomalie de vitesse du socle large de 20m avec une excellente probabilité. Cette précision et cette fidélité sont impensables par la méthode de sondages électriques pour laquelle la localisation de telles tranches fissurées verticales peu épaisses est impossible sous une couverture supérieure à 20 mètres.

Un autre exemple d'étude sismique est illustré par les planches 4 et 5. Il concerne une étude hydrogéologique exécutée en 1962 au Tchad, où la méthode de reconnaissance choisie avait été la sismique refraction. On s'était orienté vers la recherche de surépaisseur de zones d'altérites à vitesses sismiques faibles. Dans le secteur qui fait l'objet de cet exemple, on avait pu localiser une barre de quartz (par observation géologique et interprétation sismique). Entre cette barre de quartz et les affleurements rocheux situés au Nord Est, on a déterminé par sismique un chenal d'altération, accentuée au droit des profils H et E par un accident géologique, qui décale la barre de quartz.

Les très faibles surépaisseurs trouvées aux sondages H et E se sont révélées suffisantes pour qu'environ 5 à 10 mètres de terrains altérés soient sous nappe. Quand on sait qu'on avait environ 25 à 30 mètres de terrains hors nappe électriquement très résistants, on peut penser que la méthode électrique n'aurait pas pu dans ce cas trouver les surépaisseurs que la sismique a indiquées.







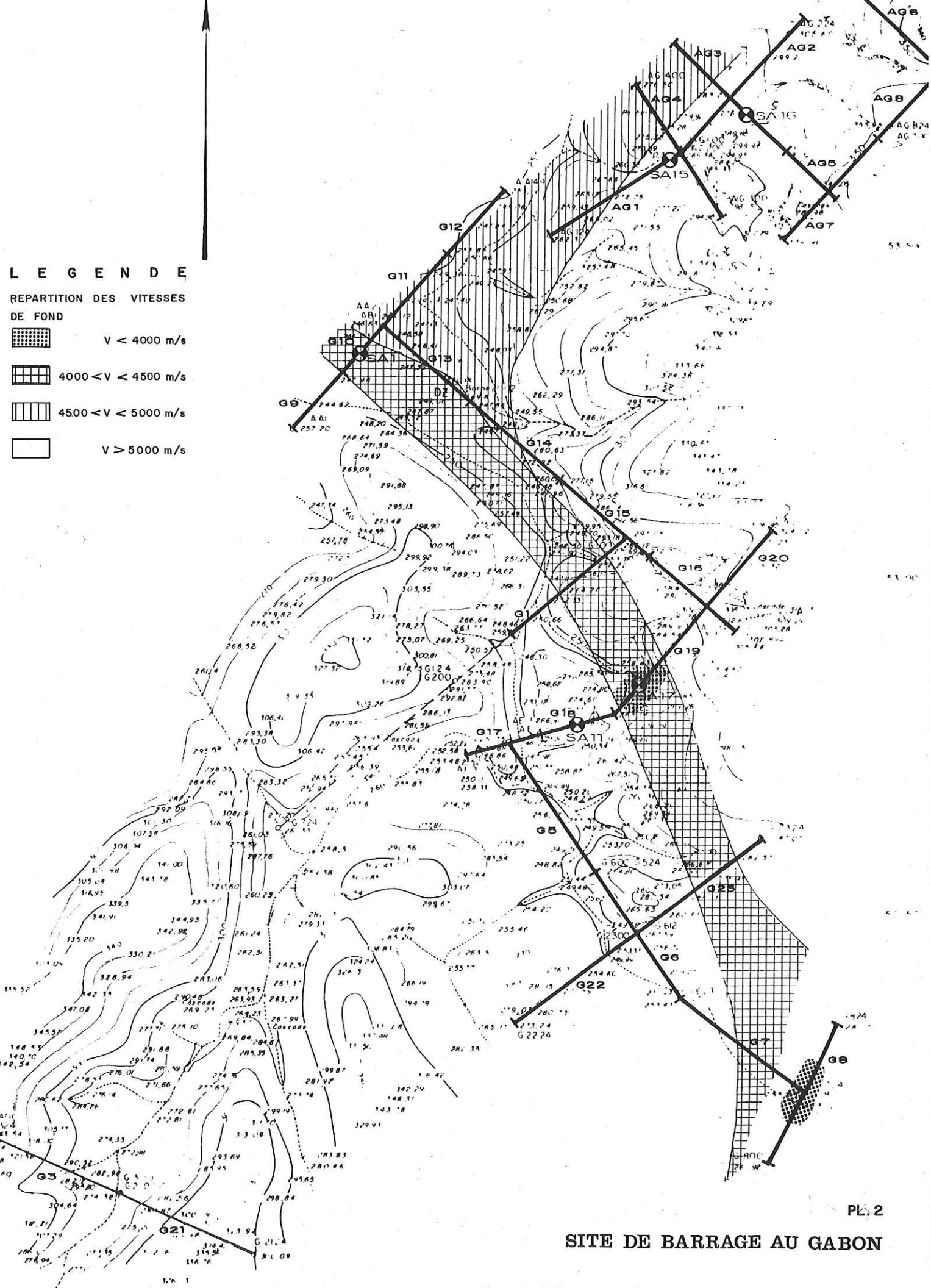
6,46 5000

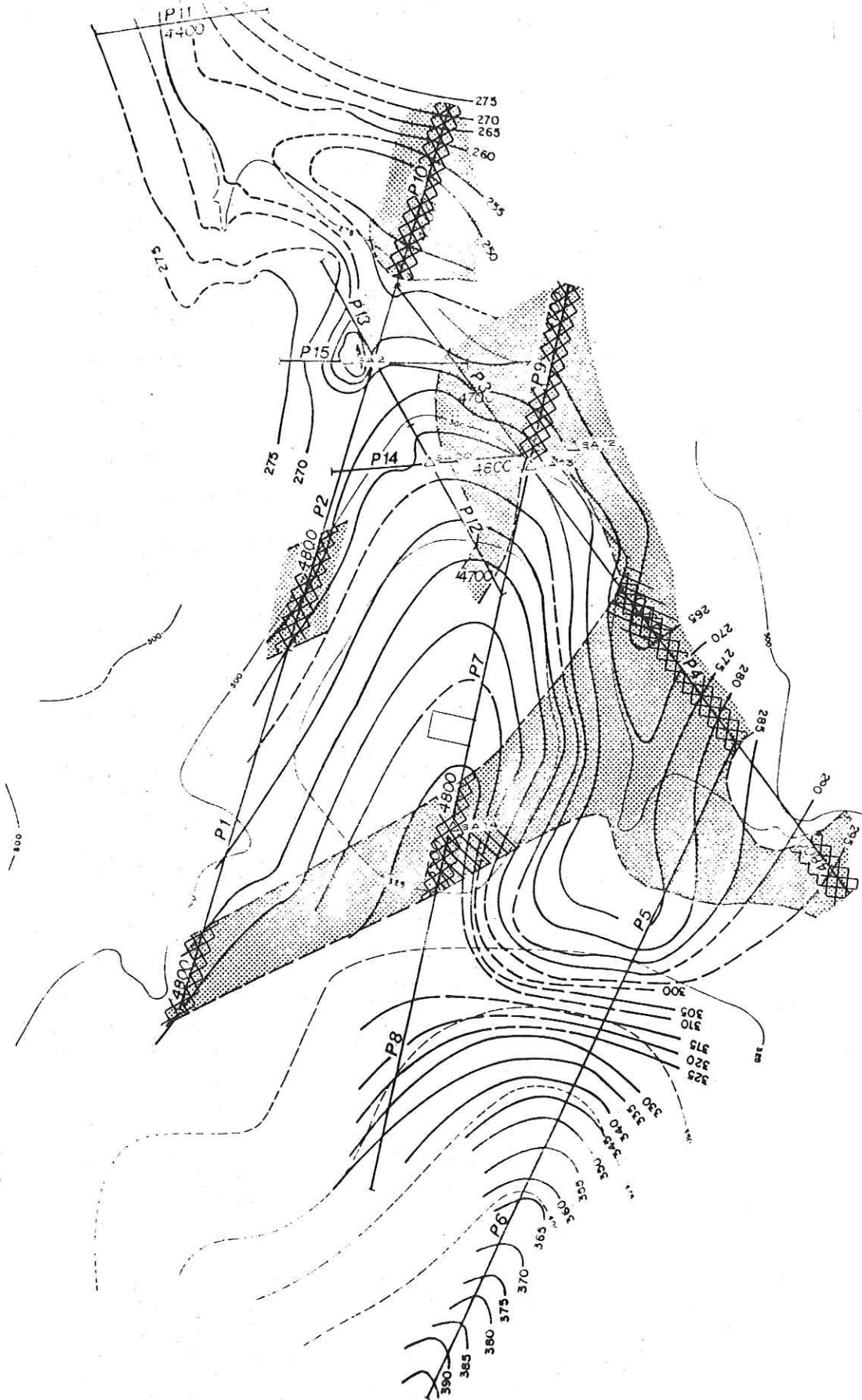
6,47 000

LEGENDE



REPARTITION DES VITESSES DE FOND

-  $V < 4000$ m/s
-  $4000 < V < 4500$ m/s
-  $4500 < V < 5000$ m/s
-  $V > 5000$ m/s





L E G E N D E

-  GNEISS NON HACHURE
v ≈ 5000 m/s
-  GNEISS HACHURE .v < 5000m/s

LES VITESSES SISMIQUES MESUREES
DU GNEISS HACHURE SONT INDIQUEES
SUR LES PROFILS SISMIQUES (ENTRE
3000 ET 4800 m/s)

Les paramètres sismiques qui sont pris en compte dans les études de fracturation sont les suivants :

. Vitesse de fond sismique

On constate généralement qu'en profondeur la vitesse sismique tend vers une limite dite vitesse de fond (ou vitesse du refracteur profond).

La vitesse du refracteur profond permet d'apprécier l'état de fissuration général du massif. Les variations locales de vitesse de fond sont significatives de zones plus fracturées.

A titre d'exemple, nous reproduisons ci-joint la distribution statistique des vitesses de fond observée sur environ 100 sites de barrages (bibliographie n° 7). On conçoit que de telles données pourraient être corrélées avec des résultats hydrogéologiques (graphique 6).

. Gradient d'augmentation des vitesses avec la profondeur

Une augmentation lente des vitesses avec la profondeur est significative d'un massif assez fissuré ou d'une zone plus fissurée que les zones encaissantes.

. Vitesse sismique réelle à un niveau donné

La valeur de la vitesse sismique à divers niveaux permet de connaître jusqu'à quelle profondeur on peut espérer rencontrer une fissuration suffisante compte-tenu du problème posé. Les vitesses sismiques ont pu être mises en corrélation étroite avec des essais de perméabilité Lugeon. On sait par exemple que pour un substratum de 5200 m/s, c'est à partir du niveau à 4000 m/s que la perméabilité Lugeon tombe au-dessous de 5 Unités LUGEON ($5 \cdot 10^{-7}$ m/s environ).

Il faut souligner que la signification d'une vitesse sismique est notablement différente suivant sa profondeur d'apparition. Si comme nous venons de le dire un 4000 m/s situé au-dessus d'un 5200 m/s peut être considéré comme une limite imperméable, au contraire un 4000 m/s constituant le substratum profond est l'indice d'une très forte fracturation.

ETUDE DE LA DISTRIBUTION
STATISTIQUE DU PARAMETRE:
Vitesse de fond

Légende
— ajustement théorique
⊙ points expérimentaux
+ points référence de la
distribution théorique

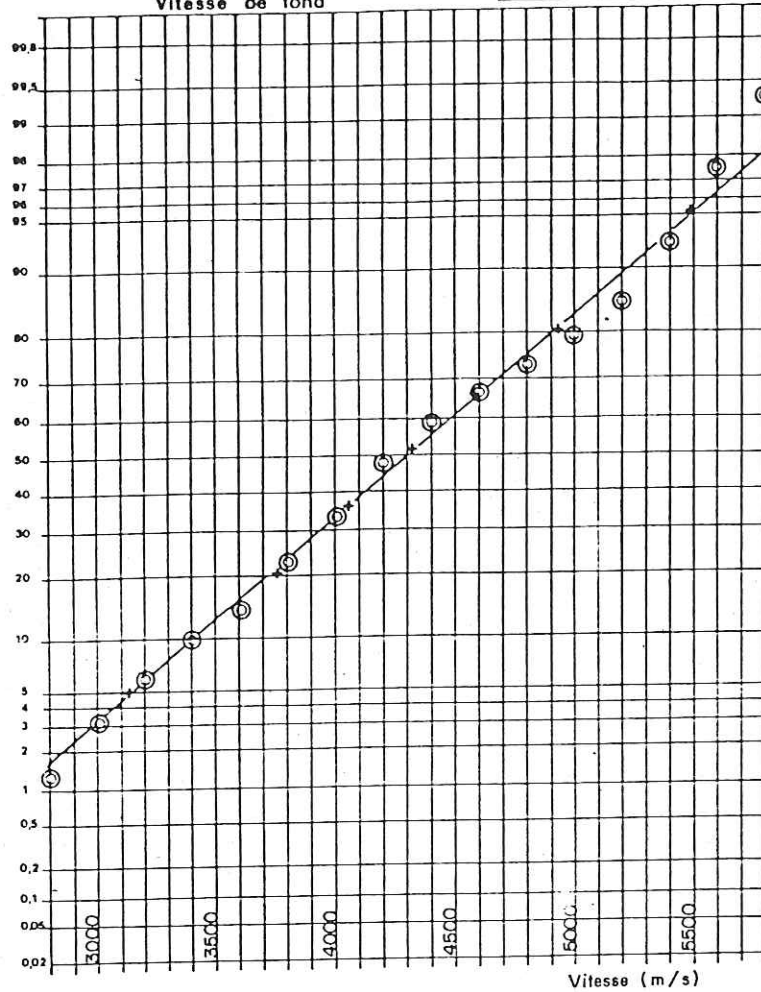


Fig : 2

La distribution expérimentale s'ajuste fort bien à une loi Normale. Ceci permet de définir une distribution théorique de tous les échantillons, à partir de la moyenne et l'écart type. Des repères sont relevés à l'aide de cette loi de répartition théorique, correspondant à des fréquences cumulées - références qui seront utilisées dans toute la suite. Ces fréquences sont les suivantes : 5 %, 20 %, 35 %, 50 %, 65 %, 80 %, 95 %.

Pour la vitesse de fond on retiendra les valeurs suivantes :

Fréquence cumulée (%) des valeurs inférieures à X	X (m/s) (valeur arrondie)
5	3 150
20	3 720
35	4 040
50	4 320
65	4 590
80	4 910
95	5 490

Dans les études de barrage, ces paramètres ont été étudiés de façon statistique par C.P.G.F. et on a pu ficher actuellement plus de 100 sites et les classer en fonction de tels critères de fracturation du rocher. Ce travail a fait l'objet d'une recherche financée par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique à Paris. On peut penser qu'un tel travail de classement des sites serait du plus grand intérêt en hydrogéologie.

* * *

PROPOSITION POUR L'ETABLISSEMENT D'UN CATALOGUE DE PARAMETRES

GEOPHYSIQUES APPLIQUES AUX RECHERCHES D'EAU DANS LE SOCLE

Les critiques quelquefois fort justifiées, que nous, hydrogéologues faisons à la géophysique sont nées à notre sens d'une mauvaise utilisation des techniques géophysiques d'une part, et d'une certaine méconnaissance de la signification des paramètres dégagés, d'autre part. Nous pensons qu'une double action doit être menée dans le but de répondre à ces deux préoccupations.

- 1) Il serait souhaitable lors de prochaines études hydrogéologiques dans le Sahel de dégager les crédits nécessaires à l'application expérimentale des méthodes sismique refraction (ordre de grandeur 500 000 à 2 millions F. CFA le km de sismique).

En s'appuyant sur des forages, on pourra comparer sur des cas concrets les résultats fournis par les méthodes électrique et sismique. Une première série de données objectives de paramètres géophysiques, comparée aux résultats hydrogéologiques permettra pour ces quelques cas particuliers d'ébaucher un catalogue de ces paramètres.

On peut être à peu près assuré que devant les résultats de telles prospections, la méthode sismique très rapidement, fera partie de l'arsenal classique des moyens au service de l'hydrogéologue.

- 2) D'une façon plus générale, il serait souhaitable de recenser les données géophysiques existantes dans un double but :

- cerner les limites pratiques des diverses méthodes déjà employées, déterminer les cas d'application les plus favorables et dégager les paramètres géophysiques les plus représentatifs des succès enregistrés.
- faire un classement des paramètres enregistrés et des sites hydrogéologiques étudiés, et joindre à ces éléments ceux obtenus dans les études nouvelles où la sismique refraction aura été plus largement mise en oeuvre.

Les études exécutées en France sur le socle granitique peuvent donner une idée des critères de classement. On a répertorié au droit des forages la résistivité et la vitesse sismique de la partie supposée aquifère. Les tendances qui se dégagent sont les suivantes :

Electricique V. Sismique	Très conducteur	Moyennement conducteur	Résistant
Faible	forage plutôt mauvais	Ambiguïté	forage : bon
Moyenne	forage plutôt mauvais	forage bon	forage : bon
Forte	forage plutôt mauvais	forage plutôt mauvais	forage mauvais

On aboutirait ainsi à la création d'un catalogue des paramètres géophysiques et à un classement des sites hydrogéologiques déjà étudiés qui permettrait aux praticiens pour les études particulières à venir :

- avant l'étude de faire le meilleur choix des méthodes à utiliser.
- en cours d'étude de porter un jugement fondé sur les caractéristiques hydrogéologiques des sites étudiés, d'orienter avec des données quelquefois relativement peu fournies, les reconnaissances lourdes et onéreuses.

*
* *

C O N C L U S I O N S

La réussite d'une étude hydrogéologique ne peut se concevoir sans l'intervention de techniques géologiques très diverses. Parmi les méthodes géophysiques, la méthode électrique, malgré ses insuffisances reste, en raison de son prix de revient assez faible, la méthode qui sera la plus employée. Il faut cependant être conscient des pièges que peut cacher la méthode du trainé électrique. Nous pensons qu'il serait souhaitable pour les éviter de privilégier de plus en plus la méthode du sondage électrique.

De plus, l'application de la sismique refraction ne peut que rendre plus fiables les études hydrogéologiques. La conjonction des paramètres électriques et des paramètres sismiques permettra de caractériser l'état de fracturation d'un massif rocheux et par conséquent ses potentialités aquifères.

Dans le domaine de la fondation de barrages en terrain granitique, la Délégation générale à la Recherche Scientifique et Technique (France), a chargé la Compagnie de Prospection Géophysique Française d'une étude statistique intitulée :

"Comparaison statistique sur Barrages existants ou en projet entre mesures sismiques et propriétés mécaniques du granite".

Cette étude s'est terminée il y a peu, et les principaux résultats publiés au Congrès International de Mécanique des Roches de Montreux (septembre 1979).

La méthodologie adoptée a consisté à faire une étude statistique des paramètres géosismiques du substratum granitique, permettant de faire un classement des sites. Le catalogue ainsi constitué a déjà eu plusieurs applications pratiques concernant le choix entre deux sites ou sur le pronostic quant à la nécessité d'injecter ou non.

La C.P.G.F. a déjà commencé l'élaboration d'un catalogue semblable pour les recherches d'eau en pays granitique. Nous proposons de poursuivre ce travail, en le rendant systématique et en dégagant les paramètres géophysiques les plus significatifs, sur des cas concrets à choisir dans certains pays du Sahel.

Parallèlement à l'établissement de ce catalogue, on examinera sous un angle critique les méthodes employées, en les confrontant avec les résultats hydrauliques obtenus.

Nous pensons qu'à la fin de l'étude, il sera possible d'éditer un ouvrage à l'intention des utilisateurs et praticiens des pays d'Afrique, intitulé : "Manuel Pratique de Géophysique Appliquée aux Recherches d'Eau dans le Sahel".

Une telle étude nécessitera 8 mois d'ingénieur :

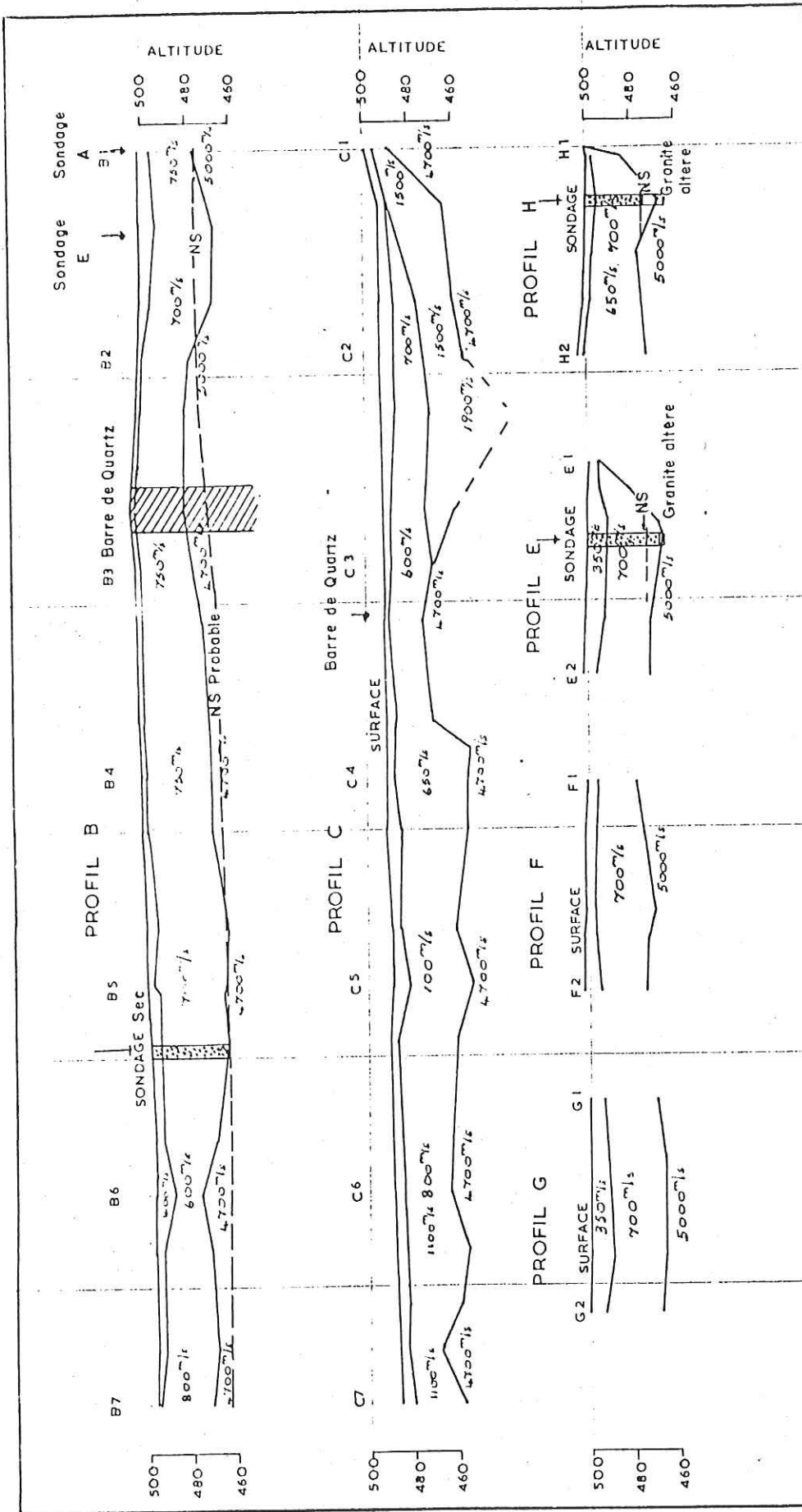
- . 4 mois de recensement de données
- . 4 mois d'interprétation et de rapport.

On peut en évaluer approximativement le coût à 15.000.000 F. CFA.

*
* *
*

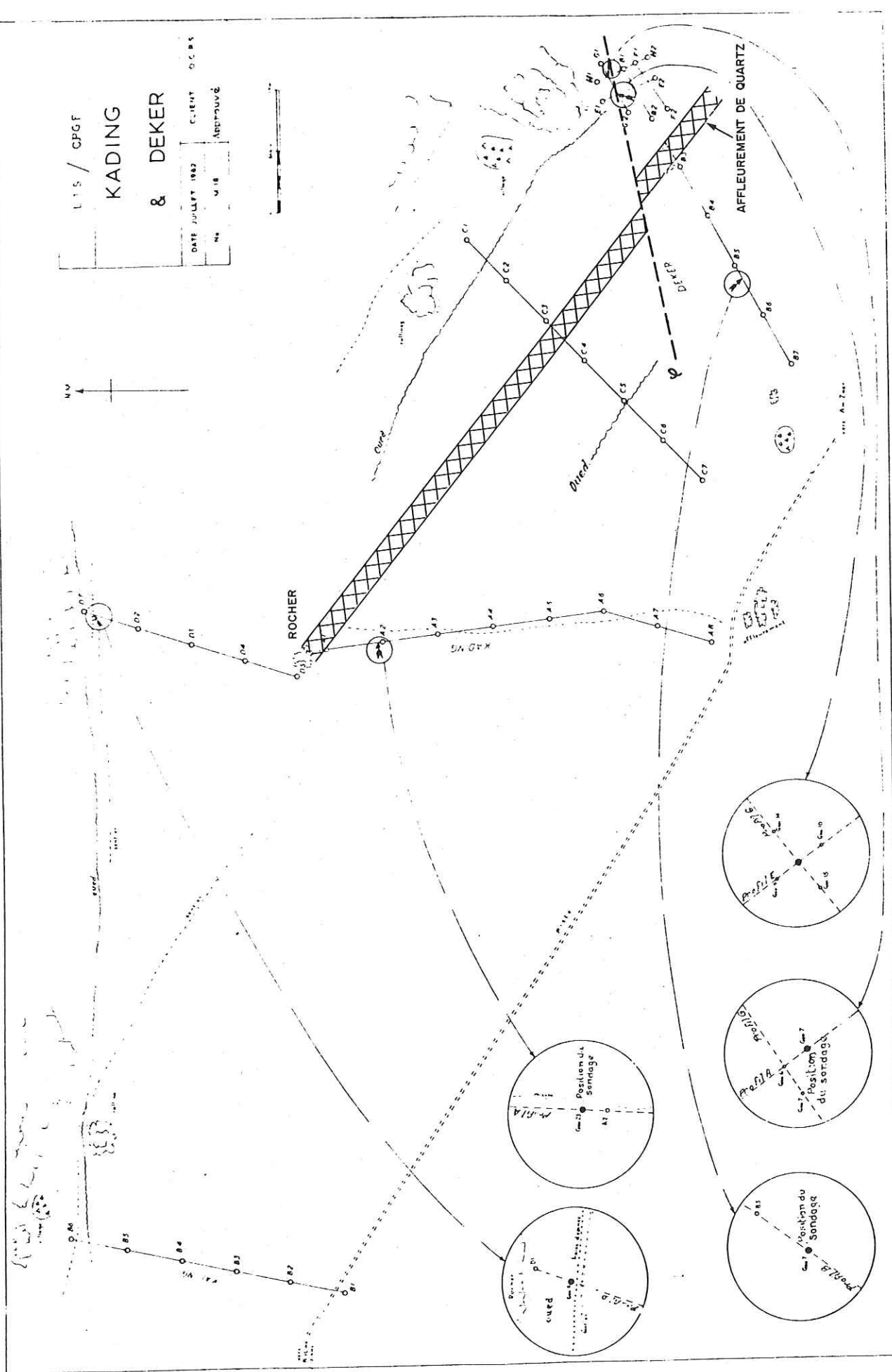
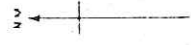
BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

1. J. ARCHAMBAULT : Les eaux souterraines de l'Afrique Occidentale, 1960
2. J.L. ASTIER : Géophysique appliquée à l'hydrogéologie, 1971
3. Y. BERTRAND : La prospection électrique appliquée aux problèmes des Ponts et Chaussées -
Bulletin de liaison des Laboratoires Routiers.
Ministère de l'Equipement, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - Juillet 1967
4. M. BOLOGNONI et J. MOUTON : Méthodologie de la recherche d'eau en terrains cristallins. 1966
5. M. ENGALENC : Les modalités de la recherche d'eau dans les roches cristallines fracturées de l'Afrique de l'Ouest.
Journées techniques du C.I.E.H., 1978
6. J. LAKSHMANAN : Interprétation automatique des sondages électriques.
Y. BERTRAND Bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et
M. BICHARA Chaussées - Mai, Juin 1974
7. J. LAKSHMANAN : Classement statistique de mesures sismiques et
Y. BERTRAND conception des forages.
J. ROUGE Congrès International de Mécaniques des Roches -
Montreux 1979
8. P. LECHAT : Apports des études sismiques et pressiométriques à
A. MONTJOIE l'étude de la fracturation du rocher dans le cas d'un
Y. LEMOINE site de barrage.
Symposium de la Société Internationale de Mécanique des
Roches - Nancy 1971
9. Y. LEMOINE : L'équipement des villages en puits et forages en fonction
Y. VAILLEUX des conditions hydrogéologiques dans les Etats A.C.P.
L. BOURGUET d'Afrique, 1978



L.T.S. / C.P.G.F.	
COUPES DES PROFILS SISMQUES	
DEKER	
DATE	JUIN 1962
No	SJB B
ECHELLE HORIZONTALE	1:10.000
ECHELLE VERTICALE	1:2000

L.T.S. / CPGF
KADING & DEKER
 CLIENT C.C.B.S.
 DATE JULLET 1952
 No. M.18
 Approuvé



10. J.P. MATHIEZ : Prospection géophysique et recherches d'eau souterraines ;
G. HUOT exemples d'applications en Afrique Occidentale.
Comité Inter-Africain d'études hydrauliques, 1966
11. A.N. SAWADOGO : La géophysique appliquée à la recherche d'eau dans les
formations cristallines de Haute-Volta.
Bulletin de liaison du C.I.E.H. 1978

*
* * *