

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

AGENCE DE BASSIN RHIN-MEUSE  
MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE,  
DU COMMERCE ET DE L'ARTISANAT

Etude des ressources en eaux  
dans le substratum cristallin des Vosges

R. HENTINGER – J. RICOUR  
avec la collaboration de J. MISSEY et F. MATHIEU



**Service géologique régional LORRAINE**

77, avenue du Général-Leclerc - 54000 NANCY

Tél.: (28) 51.43.51 et 51.46.60



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC A CARACTERE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL

**Service Géologique National**

N/Réf SGR/LOR N° 326/78  
JR/BJ

V/Réf.

Nancy, le 6 avril 1978

Objet : Envoi du rapport 78 SGN 136 LOR  
Agence de Bassin Rhin-Meuse  
Ministère de l'Industrie, du  
Commerce et de l'Artisanat  
Etude des ressources en eaux  
dans le substratum cristallin des  
Vosges

NOMBRE

1  
1  
5  
1  
1  
1  
1  
1  
1  
1  
1  
2  
1

DESTINATAIRES

D.D.A. (88)  
Préfecture (88)  
A.F.B. Rhin-Meuse  
S.R.A.E.L.  
S.I.M. Epinal - Monsieur TRUCHET  
E.N.S.G.  
S.G.A.L.  
B.r.g.m. Monsieur ALBINET - HYD  
Arts Graphiques  
D.R.E. puis D.G.  
Bibliothèque  
S.I.M. Metz

Le Directeur du Service Géologique  
Régional Lorraine

R. HENTINGER

## R E S U M E

-----

Réalisé sur crédits du Ministère de l'Industrie et sur crédits de l'A. F. B. Rhin-Meuse, l'examen des données hydrogéologiques disponibles sur le substratum cristallin des Vosges a permis de préciser les ressources en eaux éventuellement mobilisables ainsi que les caractéristiques hydrauliques de ces roches cristallines considérées en tant qu'aquifères.

Les données recueillies et les reconnaissances géophysiques (sondages électriques) réalisées ont conduit à rassembler un certain nombre d'éléments favorables à la réalisation de forages dans le substratum cristallin des Vosges.

La recherche du site de forage devra être appuyée sur une étude structurale de terrain, la photogéologie étant de peu d'utilité dans les Vosges, suivie d'une reconnaissance géophysique ayant pour but de définir les secteurs cataclasés dans des roches microgrenues acides.

L'implantation des forages devra, en outre, être orientée vers des zones cataclasées de roches cristallines à proximité d'épandage de matériaux fluvio-glaciaires ou de chapeaux de grès permo-triasiques afin d'utiliser au mieux le rôle transmissif du substratum cristallin et de solliciter le rôle capacitif des formations sédimentaires.

\*

\*

\*

## S O M M A I R E

-----

	<u>Pages</u>
1 - Introduction.....	1
1.1. But de l'étude.....	1
1.2. Moyens disponibles.....	1
2 - Examen des données existantes.....	3
2.1. Données géologiques.....	3
2.2. Données hydrogéologiques.....	6
2.3. Données hydrologiques.....	11
2.4. Conclusions.....	14
3 - Recherches géophysiques.....	16
3.1. Secteur de La Roche du Page.....	16
3.2. Secteur du Valtin.....	19
3.3. Conclusions.....	23
4 - Conclusions.....	23

## L I S T E D E S F I G U R E S

-----

- Figure 1 - Carte générale de situation des secteurs étudiés
- Figure 2 - Carte du secteur de Liezey (Bruyères 8)  
Carte du secteur de Dommartin-les-Remiremont (Remiremont 3)
- Figure 3 - Carte du secteur de Gérardmer - Xonrupt (Gérardmer 5-6)
- Figure 4 - Relation entre la perméabilité et la profondeur des ouvrages  
(secteur du Valtin - Plainfaing - Gérardmer 8)
- Figure 4 bis - Carte du secteur de Grange-sur-Vologne (Bruyères 5-6)
- Figure 5 - Carte au 1/25 000 du secteur de Raon l'Etape
- Figure 6 - Carte au 1/50 000 réduite du secteur de Sainte Marie-aux-Mines
- Figure 7 - Hydrogrammes 1976 de la Meurthe à Fraize et de la Plaine à  
La Trouche
- Figure 8 - Roche du Page. Sondages électriques
- Figures 9 et 10 - Roche du Page. Cartes de résistivité
- Figure 11 - Valtin - Plainfaing. Carte de situation et sondages électriques

## L I S T E D E S T A B L E A U X

-----

- Tableau 1 - Caractéristiques des forages du secteur de Xonrupt - Longemer
- Tableau 2 - Résultats des mesures de perméabilité réalisées dans le  
secteur du Valtin
- Tableau 3 - Résultats des mesures de perméabilité dans la vallée de la  
Plaine à Raon l'Etape

## 1 - INTRODUCTION -

### 1.1. But de l'étude

La dispersion de l'habitat dans les Vosges - au sens géographique du terme - entraîne la multiplication de captages de sources dont les débits d'étiage sont, en général, très faibles (moins de 0,5 l/s) et par suite l'extension des périmètres de protection et des servitudes qui y sont liées.

Au vu des résultats encourageants acquis en Bretagne de 1975 à 1976 dans une recherche similaire, il a paru intéressant de préciser les ressources en eaux souterraines éventuellement disponibles dans le substratum cristallin Vosgien (au sens large) et surtout les possibilités de captage par forage de débits plus importants que ceux des sources.

Le financement de cette étude a été assuré :

- pour moitié, à partir des crédits affectés au B.r.g.m. par le M.I.C.A.\*,
- pour moitié, à partir d'une subvention de l'A.F.B.R.M.\*\*.

### 1.2. Données disponibles

L'approche du problème posé peut être abordée :

- à partir de données géologiques en tentant de relier la pétrographie des roches du socle et l'état de la fracturation (nature des mylonites et état de la remobilisation), susceptible d'être à l'origine d'une perméabilité notable ;
- par l'exploitation de données hydrogéologiques disponibles dans les inventaires E.R.H. régionaux ;

---

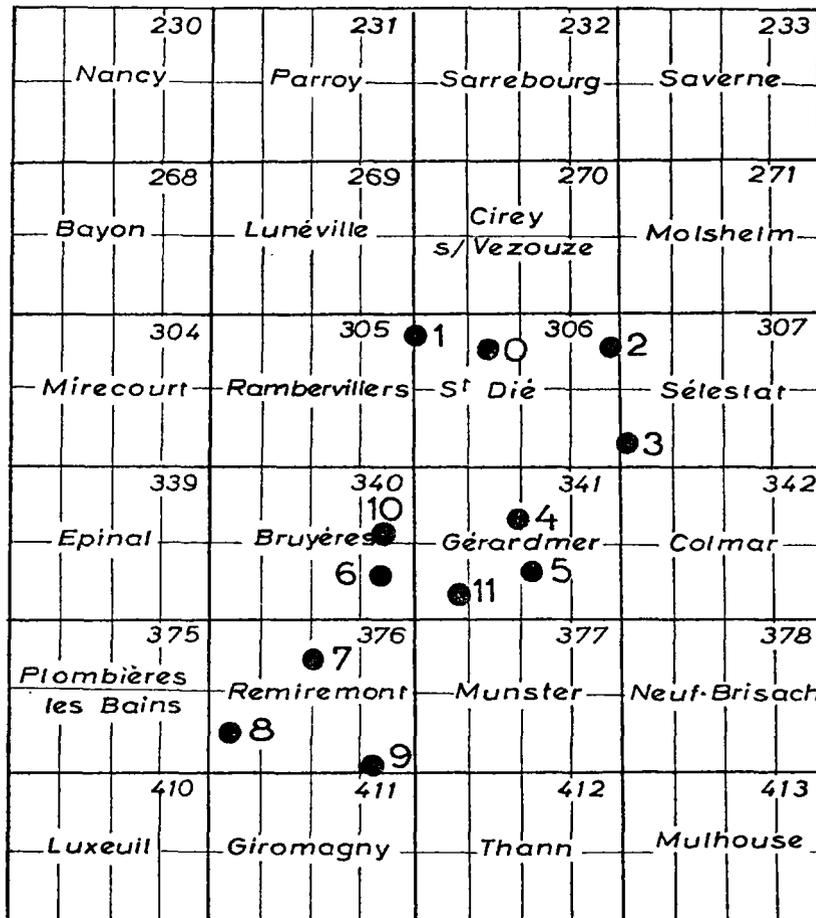
\* M.I.C.A. = Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat.

\*\*A.F.B.R.M. = Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse.

- par l'étude des exhaures et mines, carrières et tunnels ;
- en comparant les données hydrologiques de 2 bassins versants situés dans un contexte géologique différent et de morphologie voisine.

L'examen et l'interprétation de l'ensemble de ces données, dans leur contexte géologique, devraient permettre d'aboutir au choix de sites de reconnaissance permettant d'étalonner une ou plusieurs méthodes de reconnaissance géophysique nécessaires à la définition de secteurs favorables à la réalisation de forages dans le substratum cristallin des Vosges.

Carte générale de situation des divers  
secteurs étudiés



- 0 Saulxures
- 1 Raon L'Etape
- 2 Colroy la Roche / Blaise la Roche
- 3 St Marie aux Mines
- 4 Plainfaing
- 5 Valtin
- 6 Liezey
- 7 Dommartin les Remiremont
- 8 Val D'Ajol
- 9 Le Menil le Thillot
- 10 Grange sur Vologne
- 11 Xonrupt ( Roche du Page ) Gérardmer

## 2 - EXAMEN DES DONNEES EXISTANTES -

### 2.1. Données géologiques

#### 2.1.1. Généralités

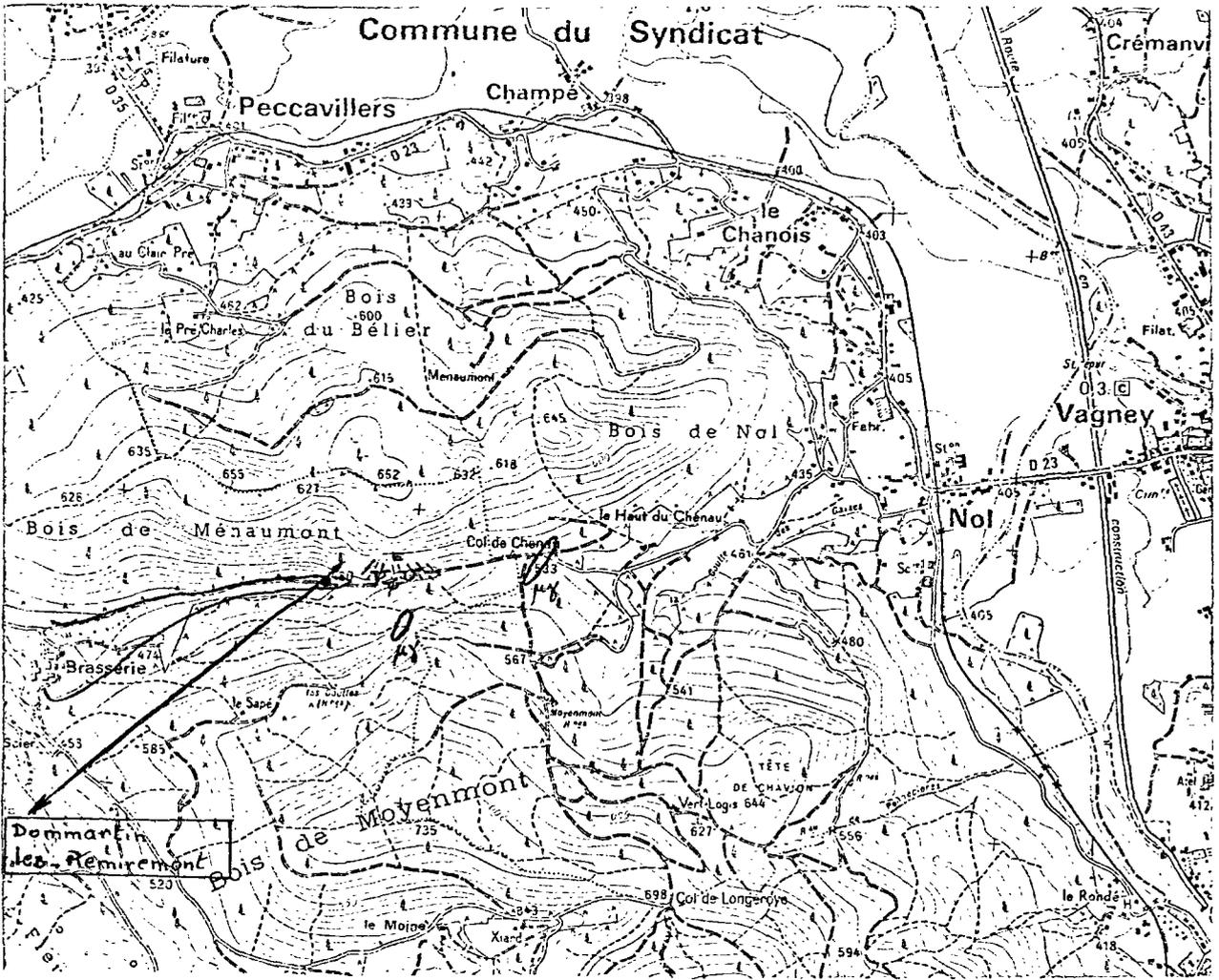
Les roches cristallines ou métamorphiques des Vosges revêtent une très grande variété, tant par leur nature pétrographique que par leur mode de gisement. Du point de vue hydrogéologique, nous retiendrons une classification basée sur la pétrographie :

- roche microgrenue, d'une part (andésite ou trapp, grauwackes, microgranite, diorite, syènite, etc...),
- roche grenue, d'autre part (granite porphyroblastique, leptynite, gneiss oeuillés, etc...).

Les premières, bien que nécessitant une énergie de fracturation plus importante que les secondes, présentent une plus grande aptitude à la fracturation en raison de leur rigidité due à un module d'élasticité élevé. Du point de vue hydraulique, il en résultera une meilleure propagation et un plus grand développement de la fissuration dans les roches microgrenues ; à l'inverse, la fissuration se trouvera rapidement amortie dans les roches grenues qui sont, par ailleurs, plus sensibles à l'altération.

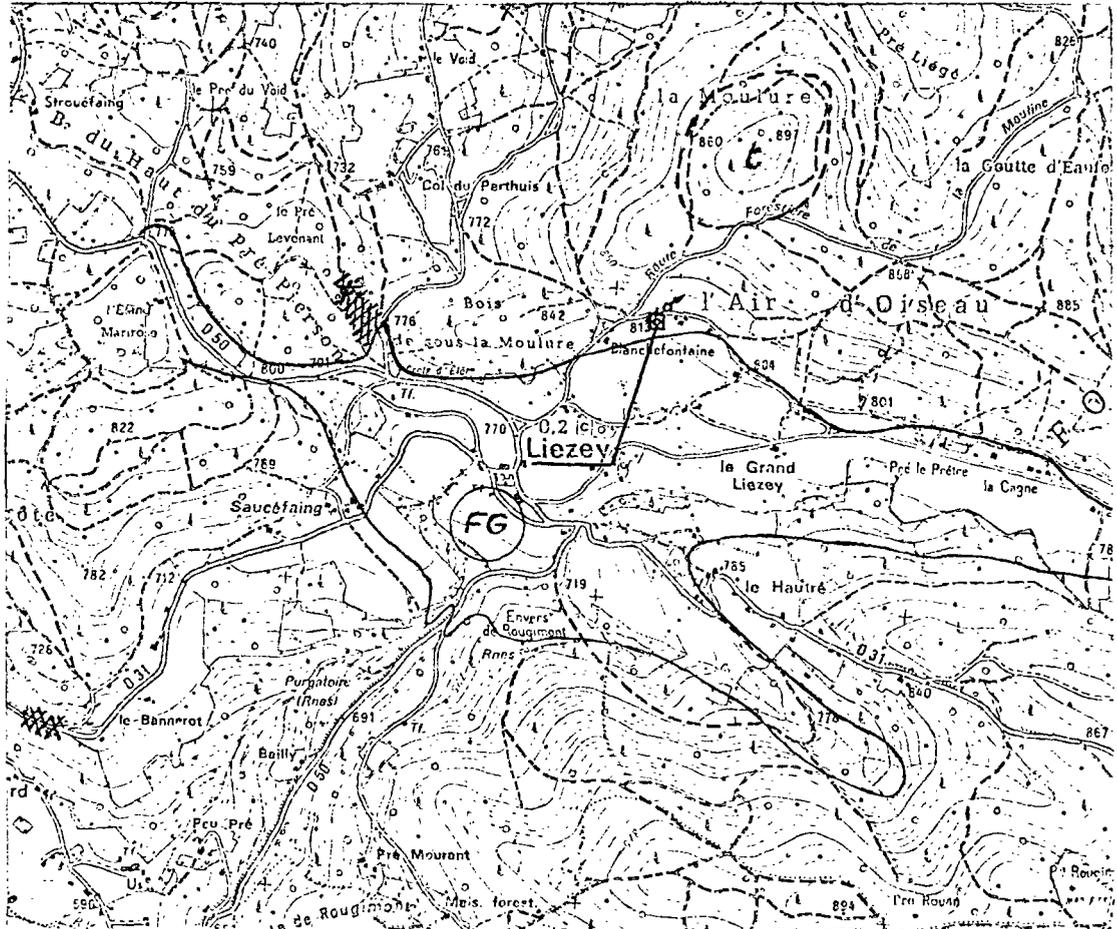
Ces observations, d'un caractère très général, constituent une règle empirique ; elles peuvent conduire à un premier choix dans la recherche de zones fracturées, susceptibles de correspondre à des circulations d'eau dans la substratum cristallin des Vosges.

Par ailleurs, dans les Vosges la définition de ces zones fracturées sur photos aériennes est rendue particulièrement malaisée du fait du couvert forestier et de l'importance des épandages fluvio-glaciaires et lacustres. Ces 2 phénomènes conduisent à envisager un levé structural détaillé sur chaque secteur à prospecter.



Remiremont 2-3

1 / 25000



Bruyères 8



Secteur cataclisé

### 2.1.2. Etudes de détail

L'étude géologique détaillée a porté sur 2 secteurs à priori favorables à la réalisation de forages et où des besoins en eaux sont susceptibles d'apparaître à plus ou moins long terme du fait du développement des résidences secondaires :

\* site de Liezey : la commune de Liezey (Bruyères 8) dont les besoins sont d'environ 30 m<sup>3</sup>/j est alimentée à partir d'un puits situé à environ 700 m au Nord-Est du village. Cet ouvrage capte les eaux d'une nappe superficielle (arène granitique) et se situe en bordure de recouvrement fluvio-glaciaire.

Du point de vue géologique, le substratum cristallin du secteur de Liezey correspond à un contact (cf. figure 2) entre des migmatites de Gerbaupal à l'Ouest et des granites syntectoniques à l'Est.

Un levé de terrain, réalisé en octobre 1977 par P.L. VINCENT, a permis de définir 2 zones cataclasées dans les granites, au niveau du contact entre migmatites et granites :

- . au Nord-Ouest de Liezey, au lieu-dit "Bois du Haut du Pré Pierson",
- . au Sud-Ouest de Liezey, au lieu-dit "Le Bannerot".

C'est dans ce secteur nord-ouest de Liezey et en s'appuyant sur ces levés que doivent être réalisés les travaux de reconnaissance géophysique nécessaires à la détermination des secteurs les plus favorables à l'exécution de travaux de forage de reconnaissance. Compte-tenu des conditions climatiques de l'automne 1977 cette reconnaissance a dû être reportée au printemps 1978.

\* site de Dommartin-les-Remiremont : cette collectivité, située en rive gauche de la Moselotte (Remiremont 3), est alimentée à partir de 2 sources dont l'une (débit voisin de 4 l/s) se situe dans un vallon de direction est-ouest, en aval du Col de Chenau (cf. figure 2). Ce captage, constitué d'un drain de 500 m de long, est alimenté par une nappe superficielle circulant dans des éboulis de pente d'extension limitée.

D'après des levés inédits de P.L. VINCENT (carte de Remiremont au 1/50 000), ces éboulis reposeraient sur une mylonite dont l'épaisseur dépasserait plusieurs dizaines de mètres ; les 2 lèvres de l'accident supposé, qui passerait dans le vallon du Col de Chenau, seraient constituées par des granites à grains fins et à biotite. Cet accident pourrait, en outre, correspondre au prolongement de la faille ouest - sud.ouest - est - nord.est qui constitue la limite nord du fossé du Val d'Ajol.

L'ensemble des données géologiques de ce secteur laisse donc apparaître des possibilités d'exploitation des ressources en eaux souterraines dans le substratum cristallin, à un débit supérieur à celui des sources habituellement captées. Un levé géologique et structural détaillé ainsi qu'une reconnaissance géophysique préalable à la réalisation d'un forage s'impose néanmoins.

Ces résultats sont d'autant plus intéressants que les alluvions de la Moselotte sont, en fait, des dépôts fluvio-lacustres de granulométrie fine ; l'aquifère constitué par ces matériaux seraient très probablement difficile à capter (phénomène d'ensablement possible des forages).

## 2.2. Données hydrogéologiques

Les données hydrogéologiques concernent, pour l'essentiel, les sources et forages réalisés dans le substratum cristallin ainsi que les exhaures de mines et carrières.

2.2.1. Les données disponibles sur les sources proviennent des inventaires régionaux ; après vérification, les émergences liées au substratum cristallin et à des accidents sont peu nombreuses :

- la source de la Haguegoutte (3,3 l/s)\* à Colroy-la-Roche (Saint-Dié 4) qui émerge au contact des granites à biotite du Champ du Feu et de la diabase recoupés par une faille nord-ouest - sud-est ;
- les sources (0,05 à 1,4 l/s)\* de Saint-Blaise-la-Roche (Saint Dié 4) dont les griffons sont situés soit dans le granite du Champ du Feu -avec présence éventuelle de failles nord-ouest - sud-est et de filons de quartz nord-est - sud-ouest, soit dans le granite à amphibole de Fouday ;
- la source de la Ferme de la Boulois captée pour l'alimentation en eau de Ménil-le-Thillot (Remiremont 8) et dont le griffon correspond au tracé d'un accident affectant les granites fondamentaux.

On remarquera, en outre, que l'ensemble des sources thermales du Sud des Vosges (Plombières, Bains-les-Bains, en particulier) est lié à de grands accidents et témoigne de la bonne perméabilité locale du substratum cristallin quand celui-ci est affecté de failles importantes ( $T = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  Bourbonne-les-Bains -52-. Rapport B.r.g.m. 76 SGN 118 LOR).

### 2.2.2. Forages

Les forages réalisés dans le substratum cristallin des Vosges, après inventaire, sont peu nombreux et les informations hydrogéologiques correspondant à ces ouvrages sont rares.

---

\* Situation = voir figure 6 page 9 (ces données proviennent du rapport E.R.H. de Saint Dié, dressé par l'E.N.S.G en août 1968).

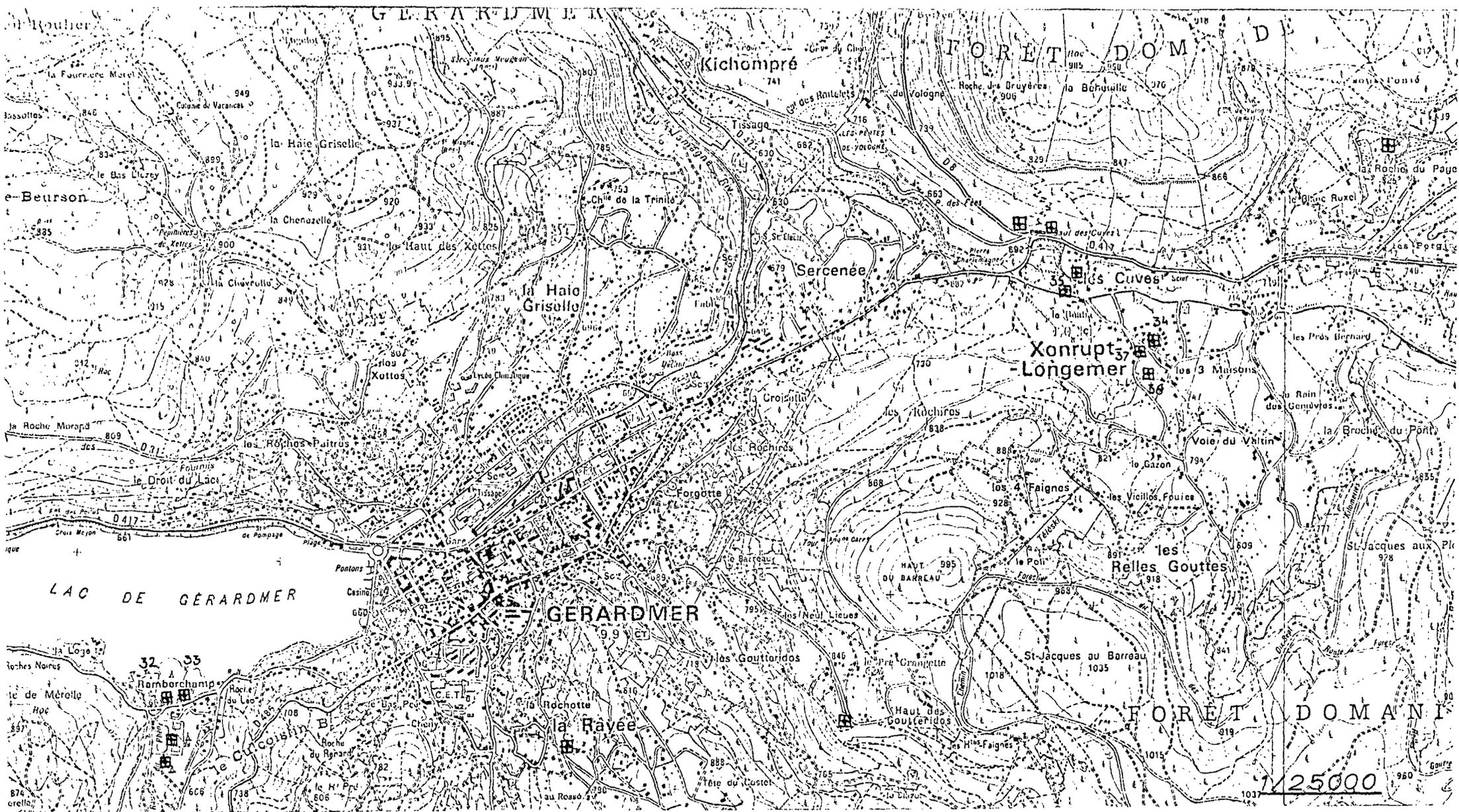


Fig. 3

Gerardmer 5-6

\* Après vérification, le forage alimentant Raon l'Etape en eau potable capterait, d'après la carte géologique de Saint Dié, la nappe des Grès Vosgiens et des Grès Permians.

\* Dans le secteur de Gérardmer - Xonrupt (cf. tableau 1), les forages déjà réalisés captent, en fait, le substratum cristallin sous recouvrement fluvio-glaciaire sablo-graveleux. Seul le forage du lotissement Houot (cf. figure 3, n° 34) à Xonrupt, qui a recoupé un filon de fluorine, permet d'exploiter un débit intéressant de l'ordre de 6 à 7 m<sup>3</sup>/h ; néanmoins, l'équipement de cet ouvrage ne nous a pas permis de réaliser une diagraphie au micromoulinet qui seule aurait permis de distinguer la part du débit provenant du recouvrement fluvio-glaciaire de la part éventuelle du débit provenant de l'encaissant du filon de fluorine.

Le premier forage réalisé pour la Colonie de la Fédération des Oeuvres Laïques de la Moselle (n° 36) et qui traverse environ 51 m de granite sous 8 m de fluvio-glaciaire ne permet l'exploitation en continu que de 0,6 m<sup>3</sup>/h d'une eau de bonne qualité.

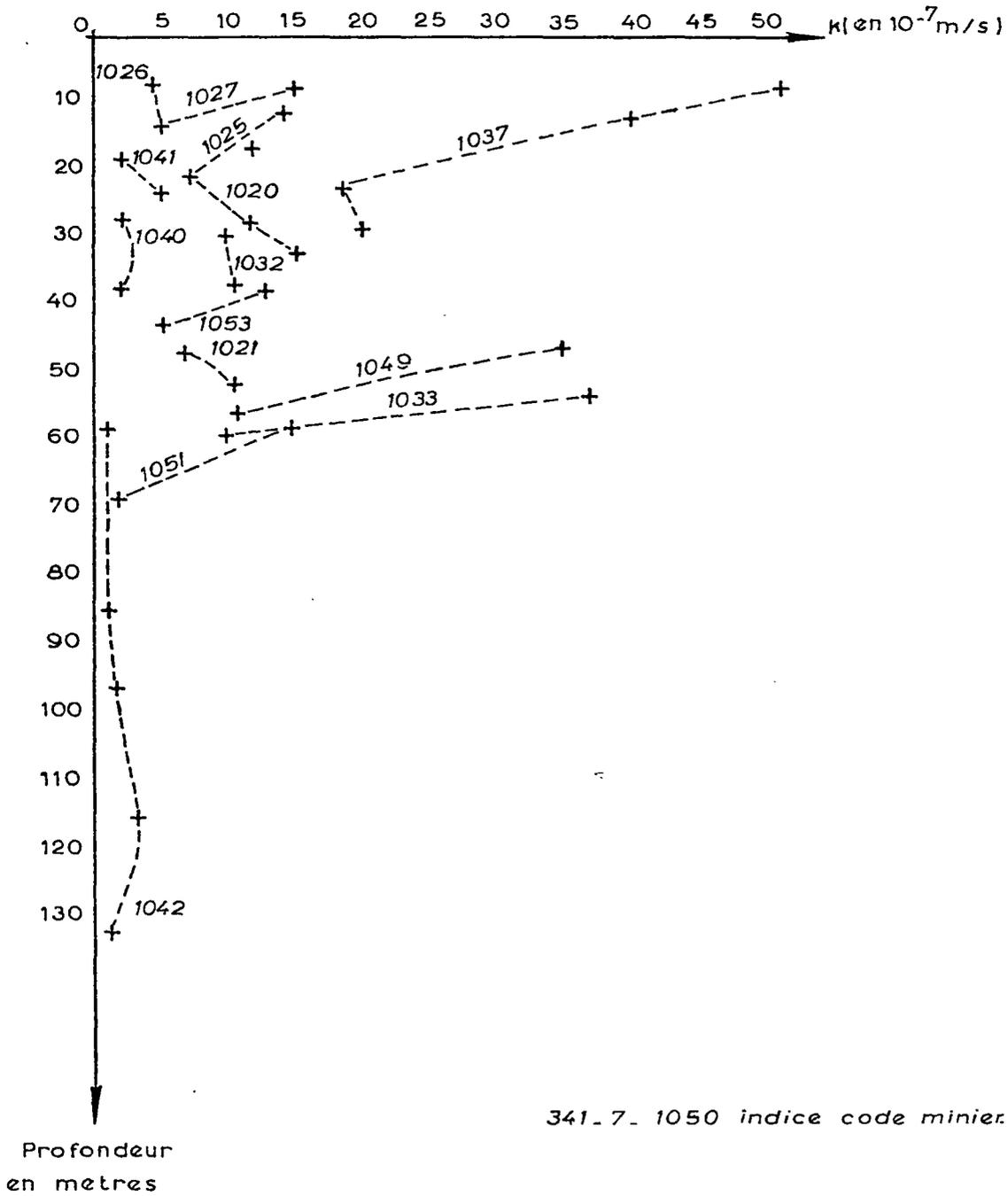
\* Au Nord-Est de Gérardmer, dans le cadre de l'étude d'implantation d'une retenue par l'E.D.F., un certain nombre de sondages de reconnaissance ont été exécutés au Valtin - Plainfaing et ont donné lieu à des mesures de perméabilité (essai Lugeon) dans le substratum cristallin. A partir de ces résultats et des mesures de résistivité réalisées par sondages électriques, on a tenté d'établir une relation entre perméabilité (indirectement fissuration) et résistivité électrique. Aux fortes résistivités correspondent de faibles perméabilités dans des granites sains et inversement ; toutefois les couples de valeurs ne sont pas assez nombreux pour tenter une corrélation fiable :

PERMEABILITE	RESISTIVITE
en m/s	en ohm. m
12 à 15.10 <sup>-7</sup>	500
12.10 <sup>-7</sup>	700
8.10 <sup>-7</sup>	1 200
2 à 4.10 <sup>-7</sup>	2 000 à 2 500
< 2.10 <sup>-7</sup>	> 10 000

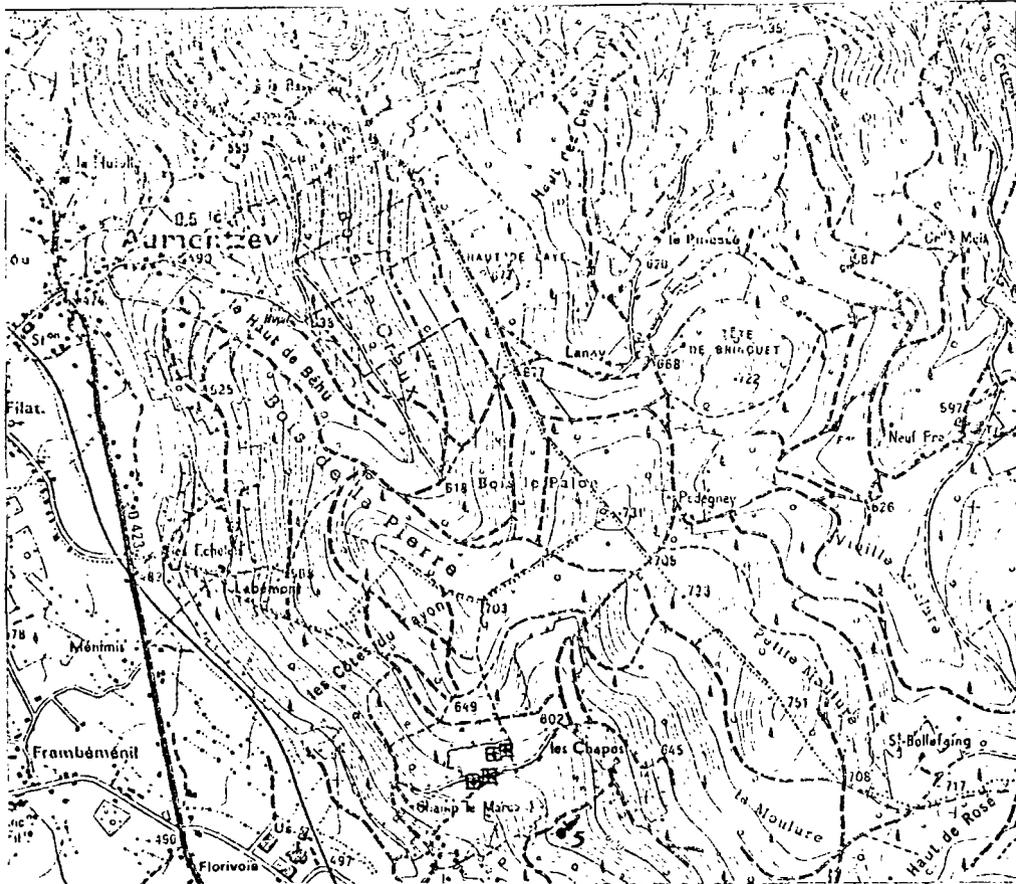
A noter que les perméabilités varient dans un rapport de 1 à 7 alors que les résistivités sont dans un rapport de 1 à 20. En outre, les mesures de résistivité s'adressent soit à un milieu fissuré saturé, soit à un milieu fissuré non saturé.

Valtin - Plainfaing

Relation entre la profondeur et la perméabilité  
 dans les forages EDF du  
 Valtin  
 (Granites à biotite)



Secteur de Grange sur Vologne



1/25 000

Bruyères 4

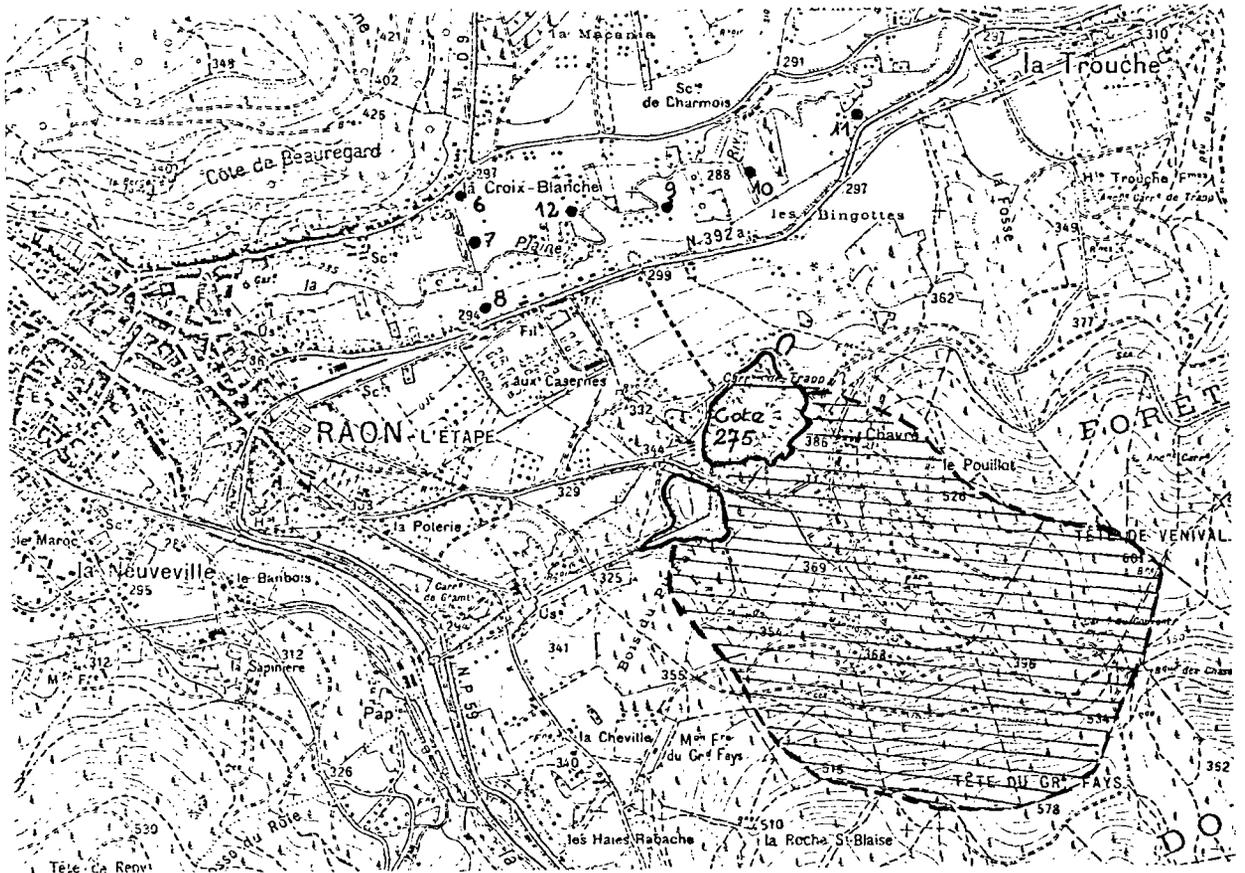
Ces mesures effectuées sur des sondages réalisés dans le granite à biotite du Valtin permettent de dégager quelques règles générales :

- les sondages situés sur des buttes ou des versants présentent des perméabilités plus faibles que ceux qui sont situés en fond de vallée ou à proximité d'accidents. La géomorphologie paraît donc jouer un rôle non négligeable dans la répartition de la fissuration des roches cristallines (cf. figure 11, page 19) ;
- la perméabilité des granites du Valtin dans ce secteur serait comprise entre  $1.10^{-7}$  et  $4.10^{-6}$  m/s si l'on se réfère aux mesures disponibles qui correspondent à des forages que l'on peut qualifier d'implantés "au hasard" quant aux recherches d'eau.

\* Au Nord de Grange-sur-Vologne, 4 forages d'une profondeur comprise entre 20 et 50 m ont été réalisés en 1969 par la SOMAFER (cf. tableau 1, figure 4bis). Ceux-ci ont traversé les granites à biotite sous une couverture composée soit d'arènes, soit de matériau fluvioglacière. Les granites sont localement très cataclasés dans ce secteur malgré l'absence d'accidents cartographiquiés sur la carte au 1/80 000 d'Epinal et les débits fournis par ces ouvrages ne sont pas négligeables (0,5 à 0,8 m<sup>3</sup>/h), compte-tenu de leur destination (alimentation d'abreuvoirs) et de l'absence préalable d'étude d'implantation.

\* A l'Est - Nord-Est de Raon l'Etape (cf. figure 5), des sondages de reconnaissance exécutés dans le cadre de la réalisation d'une retenue sur la vallée de la Plaine ont permis la réalisation d'essais lugeons dans le trapp (andésite) sous couverture alluvionnaire (résultats tableau 2).

La répartition de la perméabilité ( $5.10^{-7}$  à  $2.10^{-6}$  m/s) du trapp dans ce secteur paraît être très aléatoire, mais du même ordre de grandeur que celle mesurée au Valtin dans les granites à biotite ; cependant, ce paramètre semble être plus élevé dans le trapp en position sous-alluviale.



St DIE 1.2 1/25000



Bassin versant avec couverture de grès permotriasique  
 et materiau fluvioglaciaire susceptible d'être drainé  
 par les carrières de Raon L'Étape.

● 10

Sondage de reconnaissance et indice code minier.

### 2.2.3. Exhaure de mines et carrières

L'étude de l'exhaure des mines et carrières permet une approche différente du problème posé :

- l'exhaure de la carrière de Raon l'Etape (figure 5) exploitée sur 4 niveaux (350, 325, 300 et 275 m) dans des andésites est en moyenne de 200 m<sup>3</sup>/h en hiver et de 35 m<sup>3</sup>/h en été. L'examen du contexte géologique montre que ces eaux d'exhaure circulent dans des fissures, en général peu remobilisées, qui drainent des placages de matériaux fluvio-glaciaires et un chapeau de grès permo-triasiques situés au Sud et au Sud-Est de la carrière. D'après des observations réalisées in-situ, la part des eaux d'exhaure provenant du ruissellement serait négligeable en étiage. Sur la base d'une alimentation en étiage de 6 l/s/km<sup>2\*</sup> et d'un débit d'exhaure minimal de 9 l/s, le bassin versant drainé par la carrière aurait une surface théorique avoisinant 1,5 km<sup>2</sup> qui correspond sensiblement au bassin versant réel ;
  
- l'exhaure gravitaire des anciennes mines de fluorine - barytine d'Hérival, en bordure du fossé de Val d'Ajol, a pu être estimée en juin 1976 à plusieurs litres/secondes. L'encaissant est constitué de gneiss et granites fins affectés d'accidents nord-est - sud-ouest drainant un chapeau de grès permo-triasiques jouant le rôle de réservoir capacitif et qui permet d'expliquer le débit d'exhaure relativement soutenu de cette ancienne exploitation minière, en période d'étiage ;
  
- la visite d'un certain nombre de carrières de granite, abandonnées ou en activité, a été réalisée au cours de l'année 1977 dans le cadre d'une étude effectuée par le SGR/LOR pour le Conseil Général du département des Vosges

---

\*Valeur extraite de la carte des débits d'étiage dressée par Monsieur ZUMSTEIN (A.F.B.R.M.).

Fig. 6



1/50000 réduit

Feuille de St Diè.

L'examen des fronts de taille et des fonds de carrière a permis de noter que les matériaux exploités ne montraient que des circulations extrêmement réduites au niveau des fissures affectant ces exploitations ; ces observations correspondent au fait que les carrières de granite nécessitent, en général, des matériaux sains très peu fracturés, les zones broyées étant éliminées du fait de leur niveau d'altération ou de la faible dimension des blocs disponibles.

- l'exhaure du Tunnel de Sainte Marie-aux-Mines qui recoupe une série métamorphique, est mesurée occasionnellement par les Services Techniques de la ville :

DATE	DEBIT TOTAL MESURE
13.01.1956	445,21 m3/j
24.03.1961	451,09 m3/j
12.10.1965	414,63 m3/j
13.05.1971	427,00 m3/j
02.04.1975	365,55 m3/j

Les principales sources du tunnel ont été reportées sur la carte de la figure 6. Elles correspondent, en général, à des accidents nord-est - sud-ouest cartographiés au sol. Dans le cas présent, malgré l'absence presque totale de couverture fluvio-glaciaire ou d'altérites -arènes-, il est intéressant de noter que le débit d'exhaure du tunnel de Sainte Marie-aux-Mines est relativement important en période d'étiage. Ceci conduit à ne pas négliger un éventuel pouvoir capacitif des roches cristallines considérées en tant qu'aquifère et à ne pas leur attribuer un seul pouvoir transmissif.

Sur la base d'une alimentation moyenne de  $12 \text{ l/s/km}^2$ , le Tunnel de Sainte Marie-aux-Mines drainerait, au niveau des émergences,  $0,5 \text{ km}^2$  ; ce bassin versant correspond sensiblement à la réalité et sa superficie restreinte s'explique dans la mesure où le tracé du Tunnel de Sainte Marie-aux-Mines correspond à une crête topographique.

Enfin, cette voie routière se situe à une profondeur moyenne de 600 m au niveau des exhaures, ce qui conduit à ne pas exclure la fracturation des roches cristallines à profondeur importante.

### 2.3. Données hydrologiques

On a tenté de comparer les hydrogrammes de 2 bassins versants dont la nature lithologique est différente :

- bassin de la Meurthe à Fraize dont le bassin versant est constitué de  $64 \text{ km}^2$  de roches cristallines et de  $5 \text{ km}^2$  de recouvrement (alluvions, colluvions essentiellement) ;
- bassin de la Plaine à la Trouche dont le bassin versant est essentiellement représenté par des matériaux gréseux permo-triasiques ou de recouvrement (alluvions et colluvions).

Les caractéristiques morphologiques de ces 2 bassins sont résumées dans le tableau ci-après.

COURS D'EAU		MEURTHE (1)	PLAINE (2)	RAPPORT (2)/(1)
station		Fraize (88)	La Trouche (88)	-
surface du bassin-versant		69 km <sup>2</sup>	116 km <sup>2</sup>	1,7
altitude moyenne		800 à 1000 m	500 à 650 m	0,65
débits moyens	1972	1,65	1,57	
	1973	2,04	1,68	
	1974	1,97	2,42	
	1975	1,66	1,81	
	1976	1,26	1,49	
	moyenne	1,72	1,79	1,05
<u>volume régularisé</u> volume total écoulé	1972	45 %	59 %	
	1973	47 %	61 %	
	1974	61 %	62 %	
	1975	57 %	69 %	
	1976	67 %	56 %	
	moyenne	55,4 %	61,4 %	1,11
débit d'étiage	1972	500 l/s	362 l/s	
	1973	550 l/s	700 l/s	
	1974	460 l/s	355 l/s	
	1975	600 l/s	740 l/s	
	1976	338 l/s	325 l/s	
	moyenne	490 l/s	496 l/s	1,01
débit spécifique d'étiage	1972	7,25 l/s/km <sup>2</sup>	3,12 l/s/km <sup>2</sup>	
	1973	7,97 l/s/km <sup>2</sup>	6,03 l/s/km <sup>2</sup>	
	1974	6,67 l/s/km <sup>2</sup>	3,06 l/s/km <sup>2</sup>	
	1975	8,70 l/s/km <sup>2</sup>	6,38 l/s/km <sup>2</sup>	
	1976	4,90 l/s/km <sup>2</sup>	2,80 l/s/km <sup>2</sup>	
	moyenne	7,10 l/s/km <sup>2</sup>	4,28 l/s/km <sup>2</sup>	0,60
poste pluviométrique	pluviométrie moyenne 1956 - 1976	1100 mm	1050 mm	0,95
	pluviométrie 1976	815,6 mm	887 mm	1,1

Certaines caractéristiques de ces bassins versants sont très voisines : pluviométrie, pente, périmètre ; malgré des divergences au niveau de l'altitude de ces bassins, ainsi qu'au niveau de leur nature pétrographique, il paraît nécessaire de souligner un certain nombre de points particuliers :

- du point de vue de l'alimentation par les pluies, les débits de la Plaine et de la Meurthe sont comparables bien que les débits spécifiques diffèrent de façon sensible (2,8 l/s/km<sup>2</sup> contre 4,9 l/s/km<sup>2</sup> à l'étiage 1976) ;
- du point de vue de la régularisation des débits si l'on compare le rapport du volume drainé au volume évacué par année hydrologique, on constate une nette régularisation des débits de la Meurthe (55 %) bien que plus faible que celle de la Plaine (61 %) qui bénéficie cependant du soutien de la nappe des Grès Vosgiens.

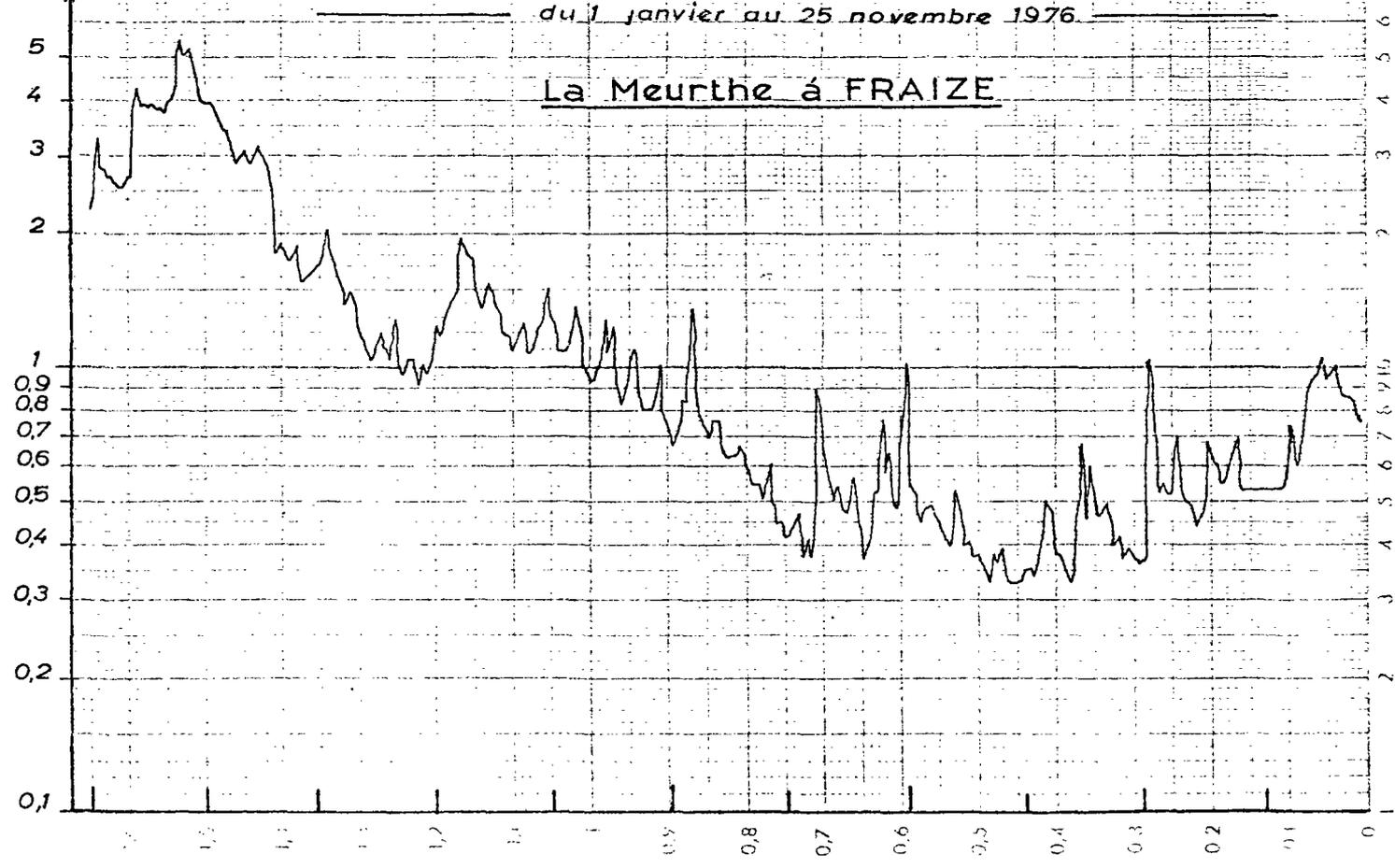
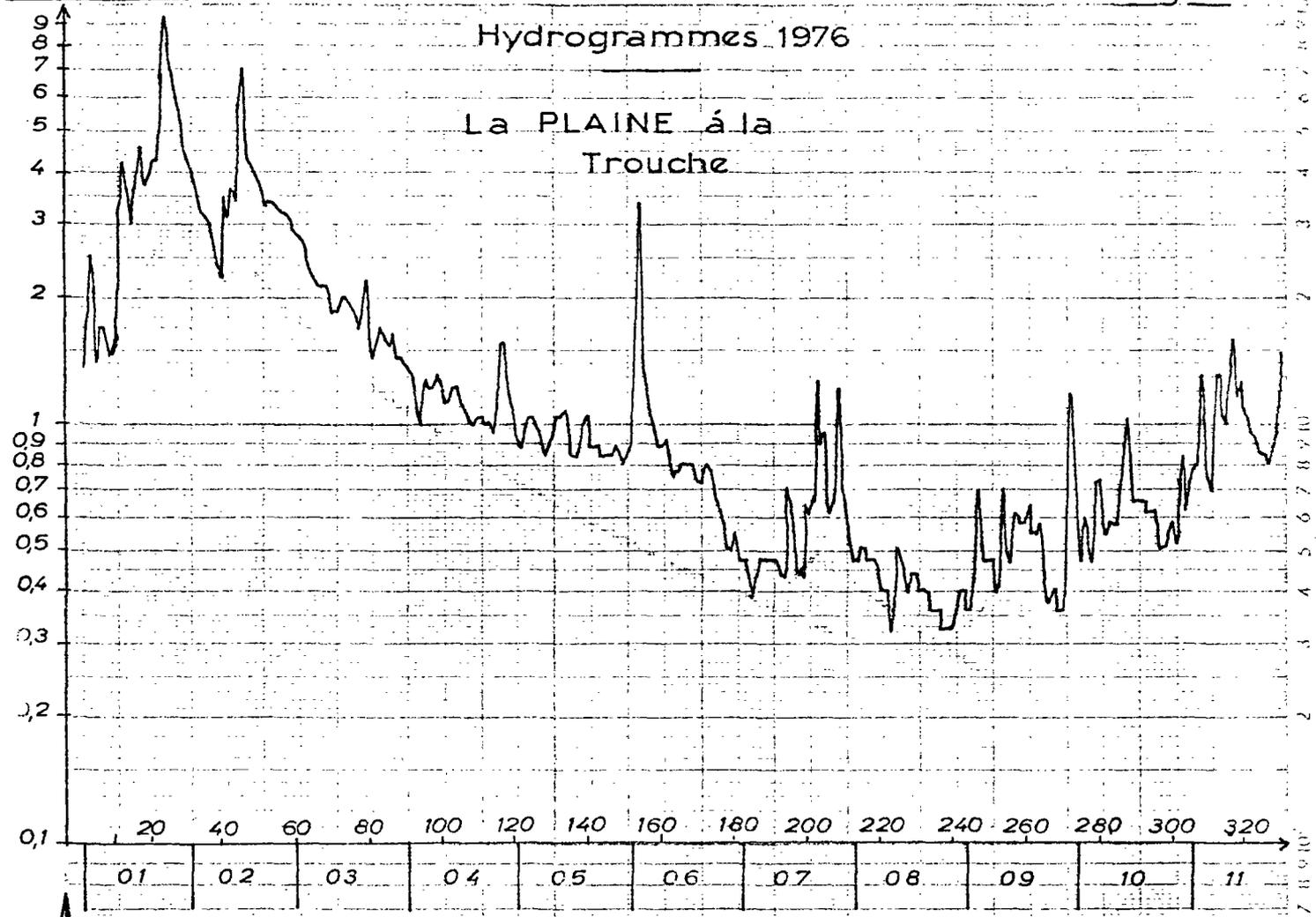
Plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ces faits ; la régularisation partielle du débit de la Meurthe pourrait être liée :

- à une couverture arénique d'épaisseur limitée jouant un rôle de soutien des étiages du bassin de la Haute Meurthe à Fraize,
- au substratum cristallin de la Haute Meurthe qui aurait un pouvoir régulateur non négligeable ;

l'une et l'autre de ces hypothèses pouvant intervenir simultanément.

Fig. 7

Q en m<sup>3</sup>/s



du 1 janvier au 25 novembre 1976

#### 2.4. Conclusions

L'examen de l'ensemble des données hydrogéologiques disponibles sur le substratum cristallin des Vosges a permis de dégager quelques règles qui permettrait de guider l'exploitation des eaux souterraines éventuellement disponibles dans cet aquifère :

- du point de vue pétrographique, on s'attachera à diriger les recherches vers des roches microgrenues, andésite et grauwackes en particulier ;
- du point de vue hydrogéologique, si le substratum cristallin des Vosges a un rôle transmissif indéniable dans les secteurs fracturés, on ne peut exclure un rôle capacitif dans les zones très cataclasées (Val d'Ajol et Nord-Ouest de Sainte Marie-aux-Mines notamment).

La présence d'un réservoir voisin est cependant une configuration très favorable.

La perméabilité des roches cristallines dépasse exceptionnellement  $5.10^{-6}$  m/s, soit une transmissivité de l'ordre de  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s pour une épaisseur captée de 100 m.

Du point de vue pratique, l'implantation de forages d'exploitation dans le substratum cristallin devra être orientée vers des secteurs cataclasés dans des roches microgrenues acides et leucocrates\*, à proximité d'épandage de matériaux fluvio-glaciaires ou de "chapeaux" de grès permotriasiques dans le but d'utiliser le substratum cristallin comme "tuyau" (rôle transmissif) et de solliciter les formations sédimentaires en tant que "réservoir" (rôle capacitif).

Il existe malheureusement trop peu d'ouvrages exploités dans les Vosges pour préciser le rendement de tels forages qui seraient réalisés dans le substratum cristallin des Vosges.

---

\* Rapport B.r.g.m. 76 SCN 566 BPL "Méthodologie de la recherche des granites exploitables en Bretagne (page 146) par C. CASTAING, P. DADET et D. RABU.

Le meilleur guide semble être la morphologie du sol, en s'orientant vers les vallées recoupées par des irrégularités géologiques.

La réalisation des forages devra, en outre, être précédée :

- d'un levé structural détaillé, la photographie aérienne n'apportant aucune information notable dans les Vosges,
- d'une reconnaissance géophysique permettant de localiser les zones fracturées ainsi que leur importance.

En outre, l'exploitation des roches cristallines du massif Vosgien en tant qu'aquifère revêt un intérêt tout particulier du fait des difficultés rencontrées dans la réalisation de forages dans les matériaux fluvio-glaciaires ou fluvio-lacustres. En effet, de nombreux ouvrages exécutés par diverses entreprises suivant des méthodes différentes, équipés de crépines et de massifs de graviers filtrants différents, présentent des ensablements fréquents dans les matériaux fluvio-glaciaires, ce qui a pour conséquence de provoquer une usure prématurée des pompes ainsi que des nettoyages fréquents à l'émulseur des ouvrages.

3 - RECHERCHES PAR GEOPHYSIQUE -

3.1. "La Roche du Page"

3.1.1. Programme de reconnaissance et travaux réalisés

Le programme de reconnaissance géophysique avait pour but d'établir une carte des résistivités sur le site du forage sec (niveau statique 3 à 4 m/sol naturel, épuisé après 5 soupapes de 150 l) et, par là, replacer ce dernier dans son contexte géophysique.

Une première phase consistait en la réalisation de 2 sondages électriques en croix en vue de :

- préciser la répartition et les caractéristiques des horizons géophysiques, au droit du forage mécanique,
- définir le ou les dispositifs les mieux adaptés pour l'établissement d'une carte des résistivités du site.

La deuxième phase, réalisation d'une carte des résistivités, visait à localiser et délimiter d'éventuelles anomalies (conductrices ou résistantes) et situer le forage par rapport à ces anomalies.

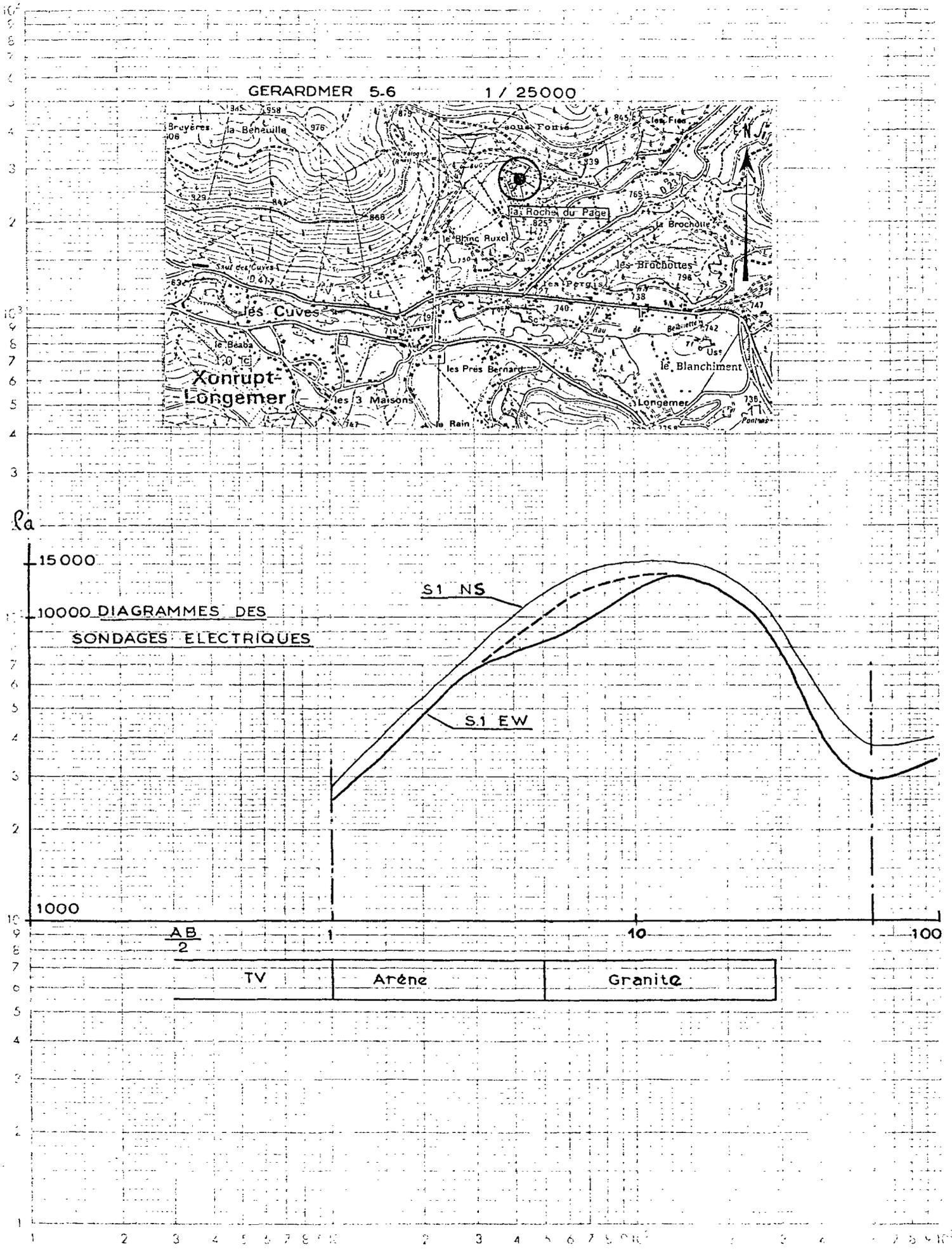
Par ailleurs, en vue de se libérer, du moins partiellement, d'effets parasites liés à la structure non tabulaire des formations géologiques, il était prévu de réaliser les cartes de résistivité en utilisant 2 directions orthogonales pour les lignes d'envoi de courant.

Compte-tenu de l'exigüité du secteur de recherche et du relief, les dispositifs mis en oeuvre ont dû être limités :

- AB = 200 m pour les sondages électriques,
- surface couverte par la carte de résistivité = 40 x 40 m

Les travaux sur le terrain se déroulèrent courant juillet 1977 et plus particulièrement du 18 au 21 dans des conditions météorologiques défavorables (pluie quasi continue).

Fig. 8



3.1.2. Résultats

3.1.2.1. Sondages électriques

La figure 8 ci-contre donne les diagrammes des 2 sondages électriques enregistrés. Ils présentent une réelle similitude si ce n'est une anomalie entre 3 et 12 m sur le sondage d'orientation est-ouest, anomalie que nous attribuons à un effet parasite (nous constaterons sur les cartes de résistivité les forts gradients de résistivité dans le sens est-ouest au niveau du forage).

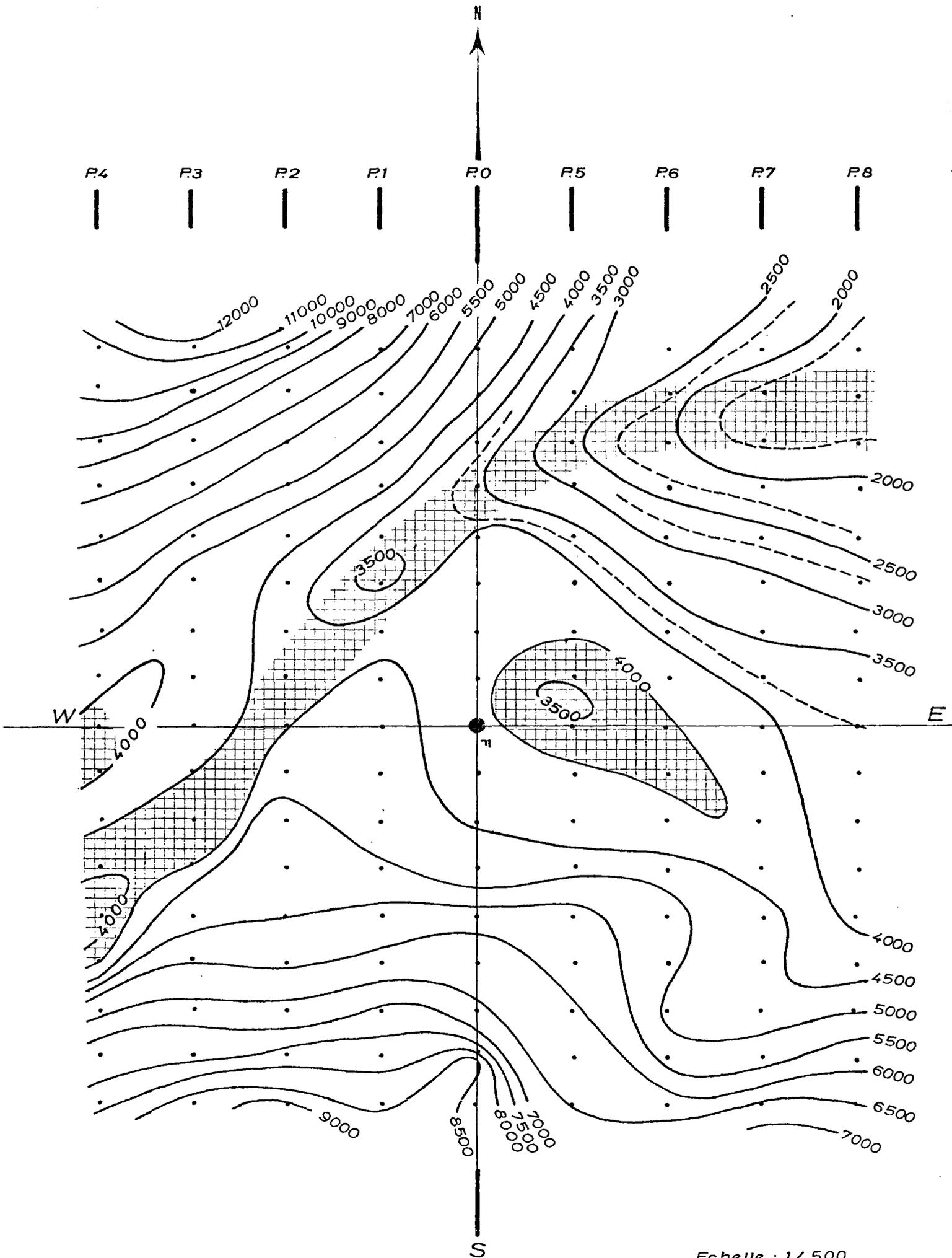
Les coupes interprétatives déduites de ces diagrammes sont les suivantes :

SE EST-OUEST		SE NORD-SUD		COUPE GEOLOGIQUE
h en m	$\rho$ en ohm.m	h en m	en ohm.m	
0,00 - 0,50	1 200	0,00 - 0,60	1 500	0-1 recouvrement TV et blocs
0,50 - 0,90	50 000	0,60 - 1,40	60 000	
0,90 - 18,00	15 000	1,40 - 16	15 000	1-4 arènes
18 - 30	1 200 à 1 500	16 - 31	1 300 à 1 600	4-27 granite
>30	>5 000	>31	>5 000	

Les coupes interprétatives méritent les remarques suivantes :

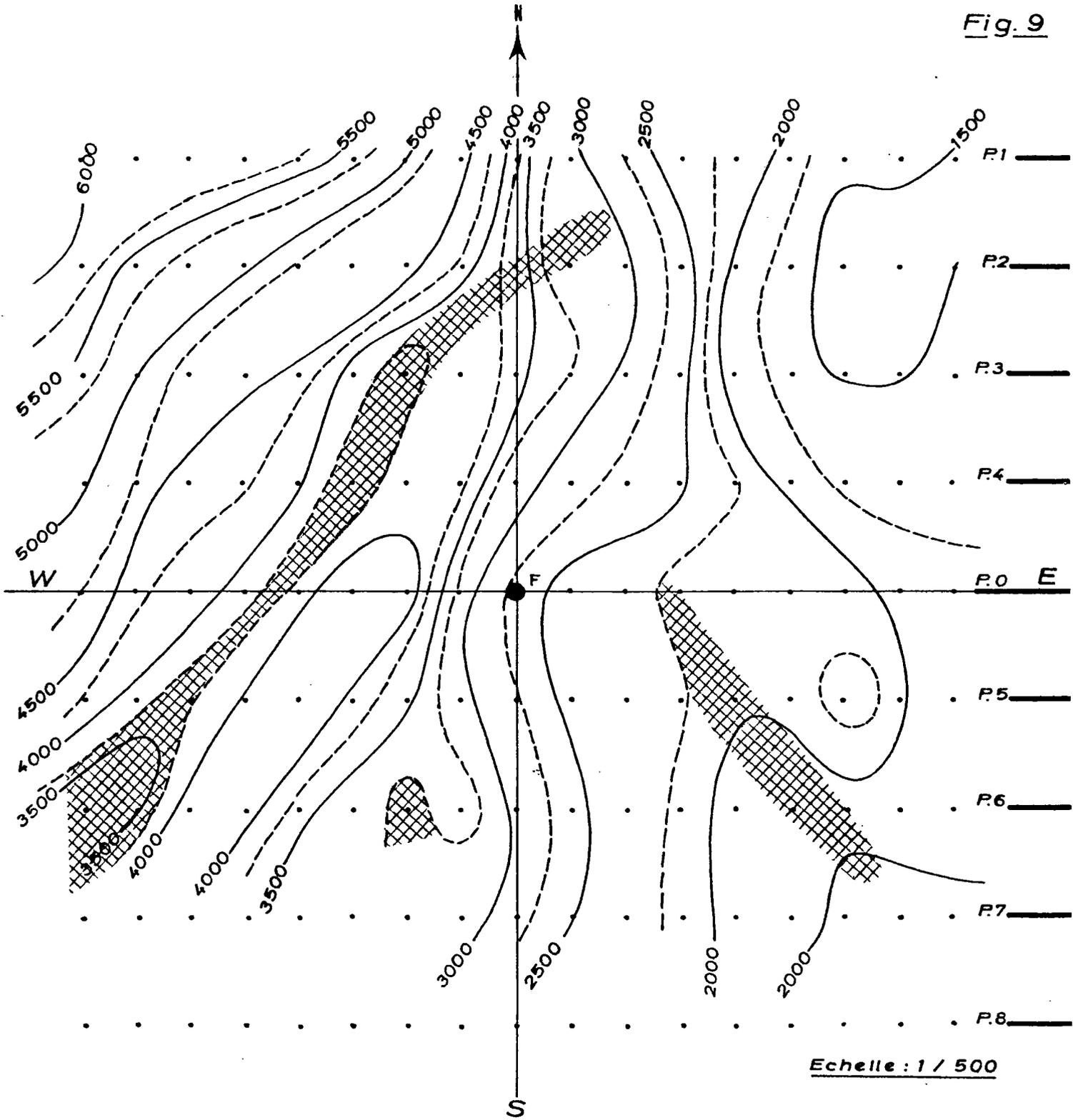
- les terrains de surface entre 0,50 et 1,50 m sont très résistants et peuvent correspondre à des horizons consolidés où les gros blocs dominant ;
- l'horizon à 15 000 ohm.m d'environ 17 m de puissance peut correspondre au granite altéré non saturé ;

Fig. 10



Echelle : 1 / 500

Fig. 9



- le niveau conducteur à 1 200 ohm.m est rencontré jusqu'à 30 m de profondeur. La faible résistivité électrique traduit fort probablement une forte altération du milieu avec présence de matériaux argileux ;
- le socle présumé sain se situerait vers 30 m de profondeur.

### 3.1.2.2. Cartes de résistivité

Le dispositif retenu pour l'établissement des cartes de résistivité -AB = 120 m, MN = 5 m- devait permettre, au vu des diagrammes des sondages électriques, de traduire la résistivité apparente des terrains surmontant le socle sain. C'est la méthode du rectangle qui a été mise en oeuvre, les électrodes d'envoi de courant A et B restant fixe, évitant ainsi les "à-coups de prise".

Deux cartes de résistivité ont été établies figures 9 et 10 : une première avec une ligne d'envoi de courant orienté Est-Ouest, la seconde à partir d'un envoi de courant orienté Nord-Sud. Les 2 cartes diffèrent profondément par :

- l'allure générale des courbes d'iso-résistivité,
- les valeurs de la résistivité apparente mesurée et, plus particulièrement, sur les bordures du secteur prospecté.

Ces différences traduisent essentiellement l'hétérogénéité électrique du socle, hétérogénéité entraînant une répartition non uniforme des lignes de courant.

Néanmoins, une analyse plus poussée de ces cartes nous montre que :

- aux zones électriquement résistantes de la figure 9 correspondent des zones résistantes sur la figure 10 ; il en est de même pour les secteurs relativement plus conducteurs ;

- l'étroite anomalie conductrice d'orientation sensiblement nord-est - sud-ouest se trouve bien marquée dans les 2 cas si bien que la méthode s'est avérée parfaitement adaptée à la mise en évidence (qualitativement) de certaines hétérogénéité du substratum.

On constatera que le forage mécanique se trouve dans un secteur de relative faible résistivité, mais néanmoins à distance respectable de la seule anomalie pouvant, de par sa forme étroite et allongée, correspondre à une faille. A notre sens, seules de telles zones sont susceptibles de présenter des caractéristiques intéressantes au point de vue hydrogéologique et la prospection électrique est à même de les mettre en évidence.

### 3.2. Secteur du Valtin

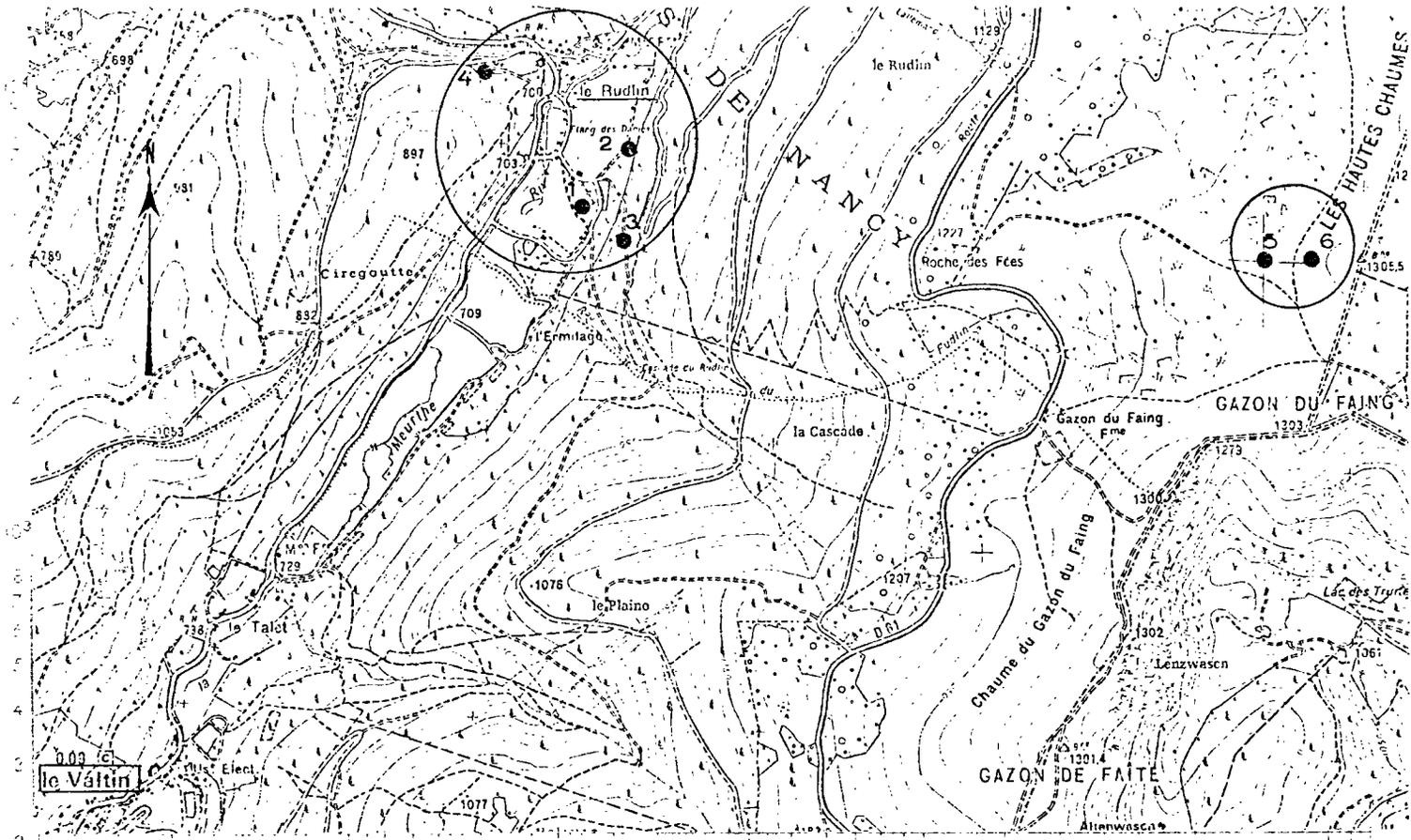
#### 3.2.1. Travaux réalisés

Sept sondages électriques ont été exécutés à l'emplacement de forages de reconnaissance réalisés en vue de l'implantation d'un éventuel barrage. Les courbes de sondages électriques enregistrés ont été reportées sur la figure ci-contre (figure 11). La quasi totalité de ces diagrammes est du type "KH", courbe en forme de cloche dans la partie gauche du diagramme et en forme de fond de bateau dans la partie droite, reflétant une succession du type conducteur - résistant - conducteur - résistant.

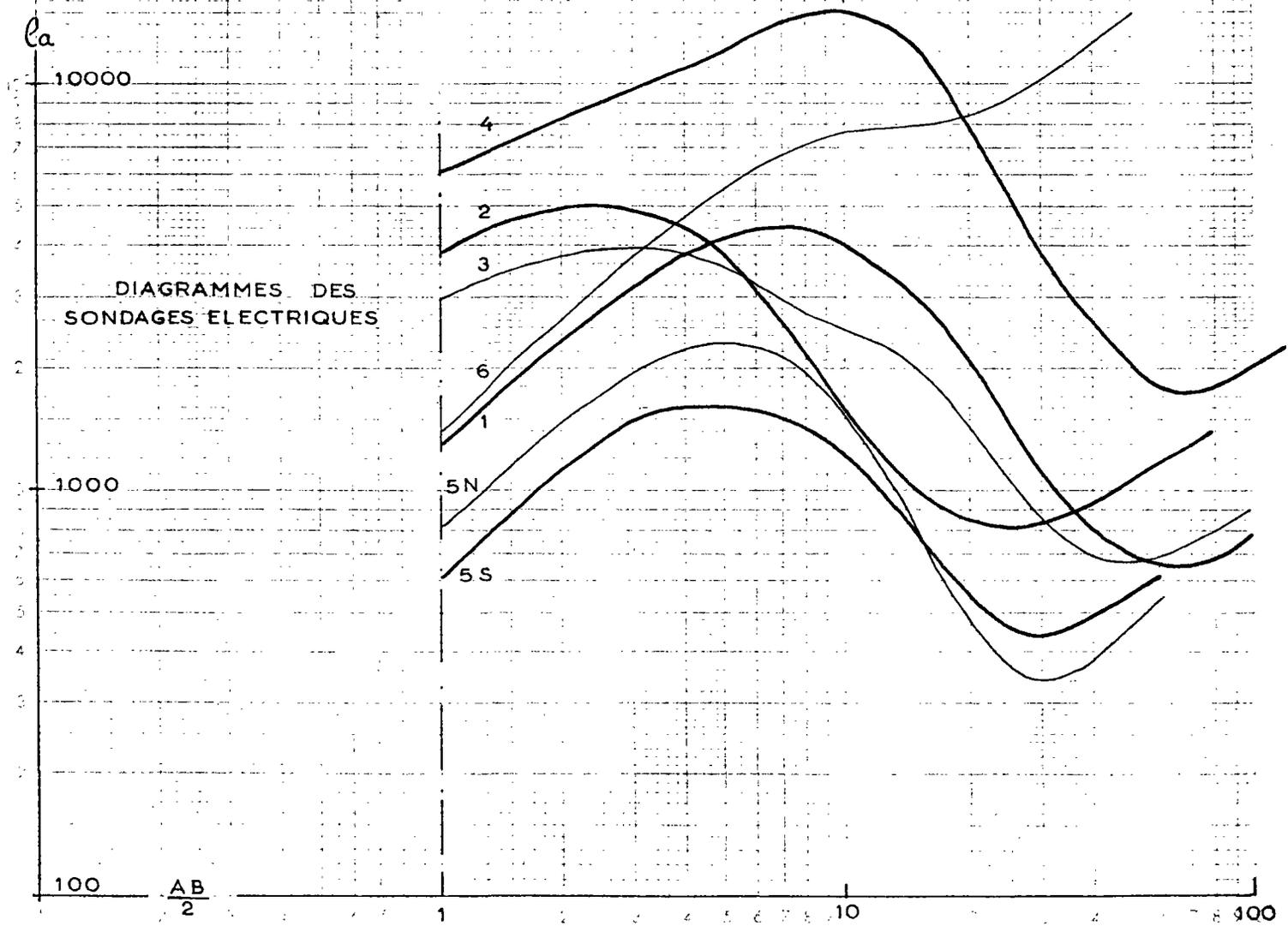
On remarquera immédiatement :

- l'hétérogénéité électrique des formations de surface (leur résistivité s'échelonne de 400 ohm.m au SE5 à 6 000 ohm.m au SE4) ;
- la relative faible résistivité apparente (parfois inférieure à 500 ohm.m) du conducteur intermédiaire.

Fig. 11



GERARDMER 7.8 1 / 25000



### 3.2.2. Résultats

Les résultats de l'interprétation des diagrammes de sondages électriques se trouvent résumés dans les tableaux ci-après :

h en m	$\rho$ en ohm.m	h en m	Litho.	
0,0 - 0,8	1100	0 - 19	alluvions	SE1
0,8 - 2,5	22000	19 - 25	$\gamma$ altéré	Z = 715
2,5 - 60	600			
> 60	> 1500	25 - 60	$\gamma$ dur avec passages fracturés	

h en m	$\rho$ en ohm.m	h en m	Litho.	
0,0 - 0,5	2500	0,0 - 14	éboulis de pente	SE3
0,5 - 3,5	5000		gros blocs de $\gamma$	Z = 780
3,5 - 11	1500		et sable argileux	
11 - 32	550	14 - 34	$\gamma$ rose fracturé et fissuré	proche S 1020
> 32	> 2000			

h en m	$\rho$ en ohm.m	h en m	Litho.	
0,0 - 0,7	350 à 650	0,0 - 3,80	argiles et tourbe	SE5N
0,7 - 2	12000 à 15000	3,80 - 18	$\gamma$ tendre	et
2 - 28	300 à 400	18 - 30	$\gamma$ fissuré	SE5E
> 28	> 1500	> 30	$\gamma$ avec pointes argileuses	Z = 1280

	h en m	$\rho$ en ohm.m	h en m	Litho.
SE2	0,0 - 0,50	2500	0,0 - 1,8	TV et argile rouge
Z = 740	0,50 - 1,7	12500	1,8 - 9,5	éboulis
	1,7 - 27	750	9,5 - 26	γ altéré
	>27	>2000	>26	γ dur, très fracturés localement

	h en m	$\rho$ en ohm.m	h en m	Litho.
SE4	0,0 - 1,0	6000	0,0 - 4	éboulis de pente
	1,0 - 2,5	13000		gros blocs de γ et sables
1026	2,5 - 4,5	35000	4 - 9,6	γ rose très dur fracturé
	4,5 - 11	7000	9,6	γ blanc dur et fissuré
	11 - 55	1200		
	>55	>3000		

	h en m	$\rho$ en ohm.m	h en m	Litho.
SE6	0,0 - 0,5	850	0,0 - 1,1	TV
Z = 1295	0,5 - 4	17000	1,1 - 3,2	blocs de γ avec argiles
	4 - 18	5000	3,2 - 14	γ gris fracturé avec pointes argileuses
	>18	>10000	>14	γ très compact

De ces résultats, nous déduisons les corrélations faciès électriques - faciès lithologiques suivantes :

- 1er horizon électrique ( $\rho$  variable: de 350 à 6000 ohm.m) : recouvrement hétérogène et terre végétale dont la puissance n'excède pas 1 m ;
- 2ième horizon électrique ( $\rho$  élevé: 5000 à 22000 ohm.m) : zone non saturée, aérée, constituée de gros blocs et sables plus ou moins argileux. Ce niveau présente généralement une puissance de l'ordre de 2 m. Sur 2 sondages électriques SE3 et SE4, cet horizon est plus complexe et comprend un niveau à résistivité intermédiaire (1500 à 7000 ohm.m) qui peut traduire soit un granite très fracturé, soit des éboulis à gros blocs situés sous le niveau hydrostatique ;
- 3ième horizon ( $\rho$  de 300 à 1200 ohm.m) : il correspond au granite "électriquement altéré". Ce faciès présente de très fortes puissances notamment au SE1 (près de 60 m) et au SE4 (plus de 40 m). A noter que ce faciès électrique, exception faite du site de SE6, s'étend toujours à plus de 25 m de profondeur.

Les faibles résistivités électriques enregistrées de 300 à 750 ohm.m, exception faite du SE4 (1200 ohm) et du SE6 (5000 ohm.m), dénotent une forte altération de la roche soit par microfissuration, soit plus probablement par une décomposition des éléments feldspathiques.

A remarquer que ce faciès électrique est très peu exprimé au SE6 si bien qu'il est difficile d'en préciser la résistivité ;

- 4ième horizon électrique : il correspond à la remontée de la courbe de sondage électrique ainsi qu'au socle électriquement sain. Les conditions de relief et de couverture végétale n'ont pas permis de prolonger les lignes d'envoi de courant afin d'augmenter les profondeurs d'investigation et préciser la résistivité vraie du socle.

En conclusion, nous devons constater l'hétérogénéité du comportement électrique des horizons que nous supposons électriquement altérés sans qu'il nous ait été possible, faute de données "de débit", d'établir une quelconque relation entre faciès électrique et "rendement" des ouvrages.

### 3.3. Conclusions

La reconnaissance de quelques sites par méthodes électriques (sondage électrique et cartes de résistivité) a permis de confirmer l'hétérogénéité électrique des granites dans leur partie supérieure. Une "altération" prononcée conduit à attribuer des résistivités de l'ordre de 400 à 600 ohm.m au granite, roche généralement caractérisée par des résistivités de plusieurs milliers d'ohm.m lorsqu'elle est saine et ce sur des épaisseurs allant de 20 à près de 60 m.

Par suite de manque de données sur les possibilités de débit des ouvrages, dont le site a fait l'objet d'une prospection électrique, il n'a pas été possible de dégager une quelconque relation entre la résistivité électrique de la roche et "la productivité" éventuelle de tels ouvrages.

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

-----

- B.r.g.m. Fichier communal Vosges du SGR/LOR.
- C. CASTAING -  
P. DADET - R. RABU Méthodologie de la recherche des granites exploitables en Bretagne. Rapport B.r.g.m. 76 SGN 566 BPL.
- L. DEMASSIEUX Commune de LIEZEY (88). Détermination des périmètres de protection du puits "Blanche Fontaine". ENSG 19.09.1975.
- L. DEMASSIEUX Commune de DOMMARTIN-LES-REMIREMONT (88). Périmètres de protection des captages d'eau potable. ENSG 06.10.1976
- ENSG - B.r.g.m. Inventaire des ressources hydrauliques des feuilles IGN au 1/50 000 de Rambervillers, Saint-Dié, Bruyères, Gérardmer, Remiremont.
- G. MINOUX Archives départementales.
- F. NOELLE Commune de LIEZEY (88). Etude hydrogéologique d'un puits et d'une source situés au lieu-dit "Blanche Fontaine". ENSG 31.01.1975.
- Jacques RICOUR Ministère de la Santé Publique. Etablissement Thermal de Bourbonne-les-Bains (52). Etude hydrogéologique complémentaire et compte-rendu de la campagne de travaux 1975 - 1976. B.r.g.m. - rapport 76 SGN 118 LOR.

B.r.g.m.-SGR/LOR  
77, avenue du Général Leclerc  
54000 - NANCY

---

Novembre 1977

T A B L E A U X

-----

## CARACTERISTIQUES DES FORAGES REALISES DANS LE SUBSTRATUM CRISTALLIN DES VOSGES

(feuille de GERARDMER)

SITUAT.	REFERENCE FORAGE	RECOUVREMENT		SUBSTRATUM		NIVEAU D'EAU		DEBIT m3/h	RABAT. m	Q/s m2/h	OBSERVATIONS
		nature	épais. en m	nature	épais. en m	prof. en m	date				
XONRUPT 341.5.36	FOL 1	fluvio-glaciaire	8	granite fissuré 20 m	51	9,20	oct. 77	0,6	24	0,03	-
XONRUPT 341.5.37	FOL 2	fluvio-glaciaire	15,50	granite	3,25	8,70	oct. 77	1	2,40	0,4	ensablement et diminution progressive débit de 3 à 1 m3/h
XONRUPT 341.5.34	Lotissement HOUOT	fluvio-glaciaire	22	granite avec filons de fluorine de 27 à 42 m	20	9,80	17.09.73	6,25	1,66	3,77	usure de la pompe par remontée de sable et ch <sup>t</sup> des pompes tous les 4 à 5 ans
XONRT.	Ets CUNY Roche du Page	arène	4	granite	24	inconnu	-	inconnu	inconnu	-	débit inférieur à 0,3 m3/h
XONRT. 341.5.35	D.D.E. déviation Saut des Cuves	éboulis	1,50	granite	18,80	2,00	08.09.72	-	-	-	reconnaissance
XONRT. 341.5.35	Saut des Cuves D.D.E.	fluvio-glaciaire	15,00	-	-	-	-	-	-	-	reconnaissance
GERARD. 341.5.32-33	A.E.P. GERARDMER	fluvio-glaciaire	inconnue	-	-	0,50	crue 68	-	-	-	profondeur totale 18 m
GERARDMER (arch. Minoux)	reconnaissance A.E.P. GERARDMER en 1954	fluvio-glaciaire	18,00	granite fissuré	20,60	1,30	01.03.54	6	14,90	0,4	ensablement progressif, venues d'eau importantes entre 18 et 20,60 m

## CARACTERISTIQUES DES FORAGES REALISES DANS LE SUBSTRATUM CRISTALLIN DES VOSGES

(feuille de BRUYERES)

SITUAT.	REFERENCE FORAGE	RECOUVREMENT		SUBSTRATUM		NIVEAU D'EAU		DEBIT	RABAT.	Q/s	OBSERVATIONS
		nature	épais. en m	nature	épais. en m	prof. en m	date	m <sup>3</sup> /h	m	m <sup>2</sup> /h	
GRANGES/VOLOGNE (arch. Minoux)	forage pour abreuvoir Monsieur G. VOIRIN	arène	1	granite altéré	49	30,00	07.12.70	-	-	-	forage réalisé par SOMAFER
GRANGES/VOLOGNE (arch. Minoux)	forage de Monsieur G. VOIRIN	fluvio-glaciaire	3	granite très altéré	19	12,00	07.12.70	0,5	-	-	forage réalisé par SOMAFER
GRANGES/VOLOGNE (arch. Minoux)	forage de Monsieur G. VOIRIN	fluvio-glaciaire	6	granite très altéré	24	12,00	07.12.70	0,6	-	-	forage approfondi par SOMAFER éboulé et abandonné
GRANGES/VOLOGNE (arch. Minoux)	forage de Monsieur G. VOIRIN	arène	1	granite sain	50	25	07.12.70	-	-	-	forage réalisé par SOMAFER



Secteur du Valtin - TABLEAU RECAPITULATIF DES VALEURS DE LA PERMEABILITE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

indices code minier	profondeur (m)	permeabilité (D/D)	P (m)	K (m/s)	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	OBSERVATIONS
341-7-1056	25,15 30,15	3,7x10 <sup>-6</sup>													
341-7-1054	31,30 33,30	2,0x10 <sup>-6</sup>													fond de vallée formation periglaciaire recouvrant des alluvions fluvio-glaciaires
341-7-1053	35,60 40,10	1,3x10 <sup>-6</sup>	40,10 44,30	0,5x10 <sup>-6</sup>											bordure de vallée - sur faille N30°E contact & du Lac Vert (a) et & des crêtes (a)
341-7-1052	35,00 33,95	0,2x10 <sup>-6</sup>													zone de rejection recouvrant une formation morainique
341-7-1050	34,50 33,90	0,4x10 <sup>-6</sup>	33,30 44,30	0,2x10 <sup>-6</sup>											bordure de vallée - sur faille N30°E contact entre & du Lac Vert et & des crêtes
341-7-1058	55,30 60,30	1,5x10 <sup>-6</sup>	65,10 70,10	0,2x10 <sup>-6</sup>											idem
341-7-1049	43,30 53,30	3,5x10 <sup>-6</sup>	53,60	1,1x10 <sup>-6</sup>											cône de rejection recouvrant une formation morainique
341-7-1048	44,30 46,30	0,8x10 <sup>-6</sup>													idem
341-7-1047	44,40 54,40	0,0x10 <sup>-6</sup>													
341-7-1046	40,00 45,00	3,7x10 <sup>-6</sup>													
341-7-1043	32,05 33,45	1,3x10 <sup>-6</sup>													sur une butte & du Lac Vert
341-7-1042	55,50 60,50	0,1x10 <sup>-6</sup>	60,50 66,50	0,1x10 <sup>-6</sup>	32,40 31,40	0,1x10 <sup>-6</sup>	34,40 37,40	0,2x10 <sup>-6</sup>	38,30 109,30	0,2x10 <sup>-6</sup>	109,50 120,50	0,3x10 <sup>-6</sup>	120,50 129,50	0,2x10 <sup>-6</sup>	sur une butte dépôts tourbeux recouvrant & morainiques (a-b)
341-7-1044	16,20 24,75	0,2x10 <sup>-6</sup>	24,35 26,00	0,5x10 <sup>-6</sup>											idem
341-7-1040	25,00 30,00	0,2x10 <sup>-6</sup>	30,00 35,00	0,3x10 <sup>-6</sup>	35,00 40,00	0,2x10 <sup>-6</sup>									sur une butte & porphyroïde (a-b)
341-7-1039	49,50 54,50	0,4x10 <sup>-6</sup>													sur une butte & porphyroïde (a-b)
341-7-1038	24,30 34,30	0,1x10 <sup>-6</sup>	31,40 36,45	0,1x10 <sup>-6</sup>	43,50 49,50	0,2x10 <sup>-6</sup>	13,50 53,60	0,1x10 <sup>-6</sup>	53,70 60,70	0,1x10 <sup>-6</sup>	64,40 90,40	0,1x10 <sup>-6</sup>	93,20 103,20	0,1x10 <sup>-6</sup>	idem
341-7-1037	5,30 10,30	5,1x10 <sup>-6</sup>	10,00 15,00	4,0x10 <sup>-6</sup>	20,00 25,00	1,2x10 <sup>-6</sup>	25,10 30,10	2,0x10 <sup>-6</sup>							idem
341-7-1036	10,20 15,20	0,9x10 <sup>-6</sup>													dépôts tourbeux - sur une butte & porphyroïde
341-7-1035	16,60 21,60	1,4x10 <sup>-6</sup>													sur une butte - & des crêtes
341-7-1034	9,50 14,50	2,2x10 <sup>-6</sup>													sur une butte - contact entre & porphyroïde et & des crêtes
341-7-1033	54,50 54,50	3,7x10 <sup>-6</sup>	56,50 61,50	1,0x10 <sup>-6</sup>											sur une butte & porphyroïde
341-7-1032	28,00 33,00	1,0x10 <sup>-6</sup>	33,00 38,00	1,1x10 <sup>-6</sup>											sur une butte dépôt tourbeux recouvrant & porphyroïde
341-7-1030	8,80 13,80	0,8x10 <sup>-6</sup>													bordure de vallée & du Valtin
341-7-1029	5,00 10,00	2,2x10 <sup>-6</sup>	10,00 15,00	2,1x10 <sup>-6</sup>											bordure de vallée contact entre & du Valtin et formation fluvio-glaciaire
341-7-1028	11,00 16,20	0,6x10 <sup>-6</sup>													idem
341-7-1027	5,00 10,00	1,5x10 <sup>-6</sup>	10,00 15,00	0,5x10 <sup>-6</sup>											bordure de vallée & du Valtin
341-7-1026	6,50 11,50	0,4x10 <sup>-6</sup>	11,50 15,00	0,5x10 <sup>-6</sup>											fond de vallée formation fluvio-glaciaire
341-7-1025	8,50 13,50	1,1x10 <sup>-6</sup>	13,50 18,50	1,2x10 <sup>-6</sup>	10,50 21,00	0,7x10 <sup>-6</sup>									bordure de vallée & du Valtin affaissé
341-7-1024	15,10 20,10	0,5x10 <sup>-6</sup>													& du Lac Vert
341-7-1021	29,00 32,35	0,4x10 <sup>-6</sup>	44,30 49,30	0,7x10 <sup>-6</sup>	43,30 52,35	1,2x10 <sup>-6</sup>									fond de vallée formation periglaciaire
341-7-1020	10,00 24,00	0,6x10 <sup>-6</sup>	24,00 30,00	1,2x10 <sup>-6</sup>	23,00 34,00	1,5x10 <sup>-6</sup>									bordure de vallée - sur faille N30°E contact entre & du Lac Vert et & des crêtes

