

309

SYNDICAT DE POUQUES-LES-EAUX

RECHERCHE D'EAU SOUTERRAINE
DANS LA REGION DE TRONSANGES

RAPPORT DE FIN D'ETUDE



CPGF

**Compagnie de Prospection
Geophysique Française**

77-79 Avenue Victor-Hugo 92500 Rueil-Malmaison

- S O M M A I R E -

- I. - INTRODUCTION
- II. - CADRE GEOLOGIQUE
- III. - PROSPECTION GEOLOGIQUE
- IV. - CONCLUSIONS PARTIELLES - CHOIX DE L'EMPLACEMENT A TESTER
- V. - SONDAGE DE RECONNAISSANCE

- LISTE DES PLANCHES -

- 2256-00 - Implantation des mesures
- 2256-01 - Carte des e_p
- 2256-02 - Diagraphie γ_{ray}

I. - INTRODUCTION

Le S.I.A.E.P. de POUQUES-les-EAUX cherchant à améliorer ses ressources en eau, a chargé la Compagnie de Prospection Géophysique Française de réaliser une étude par géophysique électrique aux environs de TRONSANGES.

Préalablement, la géologie de ce secteur avait été étudiée par Monsieur MENOT, Maître Assistant à la Faculté de DIJON.

La prospection géophysique a compris 19 sondages électriques et a fait l'objet d'une note technique (15 septembre 1981).

oOo

II. - CADRE GEOLOGIQUE

L'étude géologique conduite par Monsieur MENOT concluait à la possibilité de tester l'un des deux secteurs suivants :

- Est de la MARCHE, dans la vallée du Mardelon, un peu à l'Est de la ligne S.N.C.F.
- Partie aval de la vallée du ruisseau de TRONSANGES, dans sa partie orientée Est-Ouest.

Le premier secteur n'a pas été retenu en raison de difficultés d'implantation et de protection d'un ouvrage.

Dans le second secteur, le ruisseau de TRONSANGES coule sur la base des formations calcaréo-argileuses de l'Oxfordien supérieur. La série stratigraphique est la suivante :

Oxfordien : calcaires lithographiques gris - épaisseur 15 à 18 mètres

Oolithe ferrugineuse : calcaires gris, gris rosé ou jaunâtre, riche en oolithe ferrugineuse avec quelques horizons argileux - épaisseur environ 1 mètre

Callovien : composé de 40 mètres de calcaire à grain fin, surmontant une dizaine de mètres de marnes ou calcaires argileux jaunâtres.

Bathonien supérieur : il comprend trois unités lithologiques :

- au sommet, 1,5 à 5 mètres de calcaire bioclastique
- 30 à 35 mètres de marnes puis de calcaires argileux
- 20 à 25 mètres de calcaires passant à des marnes

Bathonien moyen inférieur : calcaires argileux puis marnes grises ou noires.

Du point de vue structural, deux failles effondrent d'une dizaine de mètres les compartiments occidentaux par rapport aux orientaux ; il s'agit :

- à l'Est, de la faille CHEVIGNY-le PETIT VARENNE-le TUYAU (N.S.)
- à l'Ouest, la faille SEISSEIGNE, la CHARNAYE, rive droite de la Loire (S.S.W.-N.N.E.).

Différentes sources, situées en amont de TRONSANGES, donnent naissance au ruisseau ; elles sont localisées dans le Callovien, au contact Callovien calcaire, Callovien marneux.

D'autre part, en différents points de la région, on note l'existence de sources provenant des assises du Bathonien supérieur.

C'est pourquoi dans son rapport, le géologue a retenu deux types d'aquifères susceptibles d'être testés :

Le Callovien calcaire

Le Bathonien supérieur

oOo

III. - PROSPECTION GEOPHYSIQUE (cf. note technique 2256 du 15/9/1981)

L'interprétation des 19 sondages électriques a été synthétisée sous la forme de coupes dont la traduction hydrogéologique pouvait être faite comme suit :

a) les terrains intéressants sont les terrains résistants. On a supposé que la résistivité des calcaires "profonds" (2ème résistant) est fonction de leur teneur en argile et non de leur karstification. Les horizons les plus favorables sont dans ce cas, ceux qui présentent la plus forte résistivité.

b) la définition d'un horizon résistant sur une courbe électrique se faisant par le produit épaisseur-résistivité ($e\rho$), il est souvent difficile de déterminer séparément épaisseur et résistivité. Avec l'hypothèse faite en a), cette réserve n'est pas un obstacle grave. En effet, si le produit $e\rho$ augmente, ce peut être ou bien e ou bien ρ qui augmente, ce qui correspond dans tous les cas à une augmentation de la transmissivité.

c) les horizons intéressants sont bien entendu sous nappe. On n'a dans la zone pu observer aucun point nous permettant d'apprécier le niveau statique. On a donc arbitrairement considéré que les terrains situés au-dessus de la cote 160 (cote de la Loire) risquaient d'être hors nappe.

L'examen des coupes géoélectriques a permis la mise en évidence de trois discontinuités :

- l'une entre les SE 7 et 9, 4 et 6, 6 et 17 (cf. planche 2256-00) (F_1)
- la seconde entre les SE 8 et 10, correspondant vraisemblablement à la faille SEISSEIGNE, la CHARNAY, rive droite de la Loire (F_2). Cette dernière faille n'a pu être repérée électriquement plus au Sud, en raison de trop faibles contrastes de résistivité.
- la troisième dans le petit vallon entre SE 2 et SE3 (F_3).

Ces trois failles délimitent 4 compartiments :

- 2 compartiments "hauts", entre F_1 et F_2 d'une part, au Nord de F_3 , d'autre part,
- 2 compartiments "bas" entre la Loire et F_2 d'une part, entre F_1 et F_3 , d'autre part.

En outre, on a pu noter que les horizons supérieurs électriquement résistants sont discontinus et risquent d'être hors nappe.

La carte des produits $\epsilon\rho$ du résistant inférieur (planche 2256-01) montre que les valeurs les plus élevées de ce paramètre, correspondant vraisemblablement à la meilleure transmissivité relative, se situent dans la zone regroupant les SE3, 16 et 19.

oOo

IV. - CONCLUSIONS PARTIELLES - CHOIX DE L'EMPLACEMENT A TESTER

L'étude géologique de la région de TRONSANGES a permis de sélectionner dans l'ensemble marno-calcaire constituant le sous-sol, deux aquifères potentiels :

- le Callovien calcaire pouvant contenir une nappe retenue par les niveaux inférieurs marneux
- le Bathonien supérieur calcaire et marno-calcaire, les niveaux inférieurs argileux constituant l'écran imperméable.

La prospection électrique a localisé 3 discontinuités délimitant 4 compartiments dont 2 montrent que le toit du résistant est plus bas que les autres.

De ces trois discontinuités, l'une d'elles (F_2) pourrait être la faille de direction N.N.E.-S.S.W. reconnue par le géologue.

Les résistivités des assises "résistantes" sont médiocres (100 à 120 Ωm) et semblent représenter des terrains à forte proportion d'argile ou marne. C'est pourquoi on a établi la carte des résistances transversales $e\rho$, afin de déterminer les emplacements présentant la meilleure transmissivité (eK), plutôt que la meilleure perméabilité (K). Le secteur des SE 3, 16, 19 est celui présentant le meilleur $e\rho$.

Compte tenu de ces données, nous proposons de retenir un emplacement situé dans un secteur structuralement bas (drainage) et présentant le meilleur produit $e\rho$.

Le secteur "bas" bordant la rive droite de la Loire nous paraît trop près du fleuve, la protection d'un éventuel ouvrage posant des problèmes difficiles (intrusion d'eau de Loire). C'est pourquoi nous avons préféré choisir le secteur compris entre les discontinuités F_1 et F_3 .

V. - SONDAGE DE RECONNAISSANCE

Le sondage de reconnaissance s'est déroulé dans la semaine du 16 au 21 novembre 1981, par la méthode du marteau fond de trou en 230 mm de diamètre, de 0 à 19,60 mètres et en 216 mm, de 19,60 à la fin.

En raison de la non productivité des assises supérieures, le sondage a été poussé jusqu'à la profondeur de 113 mètres.

V.1 - Coupe géologique

0 à 3 m	: terre arable et argile
2 à 5 m	: calcaire argileux gris-beige
5 à 8 m	: idem plus gris beige et présentant des ponctuations
8 à 20 m	: calcaire lithographique beige
20 à 23 m	: calcaire marneux plus foncé, avec nombreux grains à 22 m
23 à 24 m	: oolithe ferrugineuse
24 à 53 m	: alternance de calcaires marneux et marnes, de couleur gris foncé à noir
53 à 63 m	: idem mais nettement plus marneux
63 à 72 m	: calcaire brun noir, très marneux
72 à 88 m	: calcaire et argile
88 à 91 m	: calcaire un peu moins marneux
91 à 113 m	: idem devenant de plus en plus marneux

Quelques faibles arrivées d'eau ont été notées dès 38 mètres, pour augmenter légèrement à 39 mètres de profondeur. Par la suite aucune augmentation de débit n'a été constatée jusqu'à 113 mètres où, au soufflage, il n'excédait pas 3 m³/heure.

Compte tenu de ces faibles arrivées et des débits recherchés, nous n'avons pas jugé utile de procéder au nettoyage et à l'acidification de l'ouvrage.

Un échantillon d'eau a été prélevé* pour connaître les caractéristiques physico-chimiques de cette "nappe". Le niveau statique s'établissait à 19,90 mètres le 25 novembre 1981 à 8 heures.

*(Résultats en annexe)

Diagraphie gamma-ray

La diagraphie du rayonnement gamma naturel a permis de mieux caler la coupe géologique. On peut remarquer (planche 2256-03) que l'ensemble est marneux, particulièrement le Bathonien supérieur. Seule la partie de l'Oxfordien supérieur comprise entre 17 et 20 mètres apparaît comme franchement calcaire.

Interprétation

L'examen des échantillons nous permet d'adopter la stratigraphie suivante :

0 à 23 mètres	: calcaires et calcaires marneux de l'Oxfordien supérieur
23 à 24 mètres	: oolithe ferrugineuse
24 à 53 mètres	: Callovien "calcaire"
53 à 62 mètres	: Callovien marneux
66 à la fin	: Bathonien supérieur marno-calcaire

Conclusions

L'étude géophysique a permis, dans un contexte géologique donné, de mettre en évidence des "structures favorables" et à l'intérieur de l'une d'elles, des secteurs à résistance transversale relativement plus élevée.

Le sondage de reconnaissance a donc été réalisé dans un secteur présentant les meilleures caractéristiques, mais les diverses assises se sont avérées plus argileuses que ne le laissaient prévoir les connaissances géologiques sur la région.

En effet, les géologues admettent que dans le département de la Nièvre, le Callovien et le Bathonien supérieur présentent deux types de faciès, une zone de transition entre ces deux faciès étant située entre PREMERY et CHAMPLEMY d'une part, DONZY et ENTRAINS d'autre part.

- au Nord, faciès essentiellement calcaire
- au Sud, faciès beaucoup plus marneux mais avec des passées calcaires conséquentes et connues par ailleurs pour être aquifères.

Si la zone étudiée se situe bien dans la zone des faciès Sud, les pourcentages de marnes et argiles sont très élevés. Il faut donc admettre que pour les faciès Sud, nous avons toute une frange où les calcaires du Callovien et Bathonien supérieurs disparaissent et sont remplacés par des marnes et calcaires argileux. La région de TRONSANGES fait partie de cette frange.

Y. LEMOINE
Directeur Adjoint

E. ALESSANDRELLO
Chef du Département Hydrogéologie

MLH, Rueil le 4 décembre 1981



SYNDICAT DE POUQUES LES EAUX
Recherche d'eau

Implantation des sondages electriques
et des profils géoelectriques

ECHELLE = 1/25 000^e



	ex p mouille > 8000 m ²
	6000 < " " < 8000
	4000 < " " < 6000
	2000 < " " < 4000

ECHELLE = 1 / 25 000^o

ANALYSE CHIMIQUE

PH : 7,2

Résistivité à 20° C en ohms x cm = 1850

Matière organique : 2,4 mg/l

TH : 31°75

TAC : 26°6

SiO₂ : 7 mg/l

Ca⁺⁺ : 90,8 mg/l

Mg⁺⁺ : 10,5 mg/l

Na⁺ : 4 mg/l

K⁺ : 1,25 mg/l

NH₄⁺ : < 0,10 mg/l

Fe⁺⁺ : 5,5 mg/l

Mn⁺⁺ : 0,285 mg/l

Cl⁻ : 14 mg/l

SO₄⁻⁻ : 37 mg/l

NO₃⁻ : 37 mg/l

NO₂⁻ : < 0,05 mg/l

F⁻ : 0,175 mg/l

SYNDICAT DE POUQUES LES EAUX

RECHERCHE D'EAU SOUTERRAINE
DANS LA REGION DE TRONSANGES

PROSPECTION PAR SONDAGES ELECTRIQUES

NOTE TECHNIQUE DE FIN DE MESURES



CPGF

**Compagnie de Prospection
Geophysique Française**

77-79 Avenue Victor-Hugo 92500 Rueil-Malmaison

I. - PROBLEME POSE

Il s'agissait de définir une zone ou un point favorable à un captage d'eau dans la région de TRONSANGES entre la Loire et la voie ferrée. Pour cela, une campagne de 19 sondages électriques a été exécutée pour reconnaître les horizons géologiques susceptibles d'être aquifères (planche 2256-00). Au point de vue géologique, depuis le Kimméridgien jusqu'au Dogger, la série semble se composer de 3 grandes masses qui correspondent a priori à une stratigraphie de résistivités :

- 1) Oxfordien et Callovien supérieur, série électriquement résistante
- 2) Callovien inférieur et supérieur, série électriquement conductrice
- 3) Bathonien supérieur, série électriquement résistante

Sous ces derniers niveaux, l'électrique montre des terrains en moyenne électriquement conducteurs.

II. - INTERPRETATION

Les sondages électriques ont été interprétés par des moyens automatiques.

1ère méthode : reconstitution probable et modification manuelle de cette solution (11 courbes)

2ème méthode : Tout automatique, par définition directe de la courbe de sondage électrique (6 courbes)

Les solutions ont été reportées sous forme de coupes (planches 2256-01 à -06).

La traduction hydrogéologique de ces coupes peut être faite comme suit :

- a. Les terrains intéressants sont les horizons résistants. On supposera que la résistivité des calcaires "profonds" (2ème résistant) est fonction de leur teneur en argile et non de leur karstification. Les horizons favorables sont donc ceux qui ont la résistivité la plus élevée.
- b. La définition d'un horizon résistant sur une courbe se fait par le produit épaisseur par résistivité. On ne peut pas toujours déterminer séparément épaisseur et résistivité. Avec l'hypothèse fait en a., cette réserve n'est pas un obstacle grave. En effet, si $e\rho$ augmente, ce peut être ou bien e , ou bien ρ qui augmente, ce qui correspond dans tous les cas à une augmentation de la transmissivité (produit de la perméabilité par la puissance de l'aquifère).
- c. Les horizons intéressants sont bien entendu sous nappe. On n'a dans la zone, étudié aucun puits nous permettant d'évaluer la position du niveau statique. On a donc arbitrairement considéré que tous les terrains au-dessus de la cote 160 m (\approx cote de la Loire) risquaient d'être hors nappe.

III. - EXAMEN DES COUPES

Sur les coupes, les zones électriquement résistantes, situées sous la cote 160 m, ont été tramées. Il apparaît que la zone Nord est favorable avec des épaisseurs qui peuvent atteindre 50 m de calcaire à plus de 100 Ω m de résistivité.

On note d'autre part sur les profils 1, 2 et 5 une discontinuité - des profondeurs entre les points 7 et 9, 4 et 6, 6 et 17.

Enfin, sur le profil 4, il peut exister une discontinuité entre les points 8 et 10 qui correspondrait à la faille N.NO-S.SE déjà reconnue.

Les horizons supérieurs électriquement résistants apparaissent discontinus et risquent d'être hors nappe.

La planche 2256-07 est une carte des produits \exp (résistance transversale) du résistif inférieur sous nappe. Les valeurs les plus élevées de ce paramètre correspondent vraisemblablement à la meilleure transmissivité.

On voit sur les coupes et sur la carte que le meilleur point est le point de SE3 et que la meilleure zone est la zone regroupant les points 3, 16 et 19.

IV. - CONCLUSIONS PROVISOIRES AVANT SONDAGES DE RECONNAISSANCE

La prospection électrique a permis de localiser une zone au Nord de TRONSANGES où les caractéristiques hydrogéologiques sont vraisemblablement favorables. L'horizon aquifère doit se trouver entre la cote 160 m et la cote 100 m. Un forage de reconnaissance, si possible au point SE3, à défaut dans la zone des SE3, 16 et 19, permettra d'étalonner et de valoriser les résultats de la prospection électrique.

Forage de reconnaissance

L'ouvrage sera réalisé en deux phases selon le programme suivant :

1ère phase

Foration des formations calcaréo-argileuses de l'Oxfordien supérieur et calcaires du Callovien.

Profondeur : entre 60 et 70 m

- Diamètre de foration : \varnothing 219 mm au marteau fond de trou
- Alésage et tubage en \varnothing 230 mm jusqu'au toit des calcaires (entre 5 et 10 m)
- Poursuite de la foration jusqu'à la base des calcaires calloviens
- Nettoyage à l'air lift
- Tubage crépiné provisoire (si nécessaire)
- Acidification éventuelle puis nettoyage
- Pompage d'essai

Notons qu'une analyse d'eau sera effectuée dès pénétration dans la nappe (N.S. à une vingtaine de mètres maximum), afin de s'assurer du caractère physico-chimique de potabilité.

2ème phase

Celle-ci ne sera réalisée qu'en cas de débit insuffisant (si le débit est suffisant dans le Callovien, le forage devra être équipé en piézomètre).

- Retrait du tubage provisoire
- Poursuite du forage en \varnothing 219 sur une soixantaine de mètres portant ainsi la profondeur finale à 120 mètres environ.

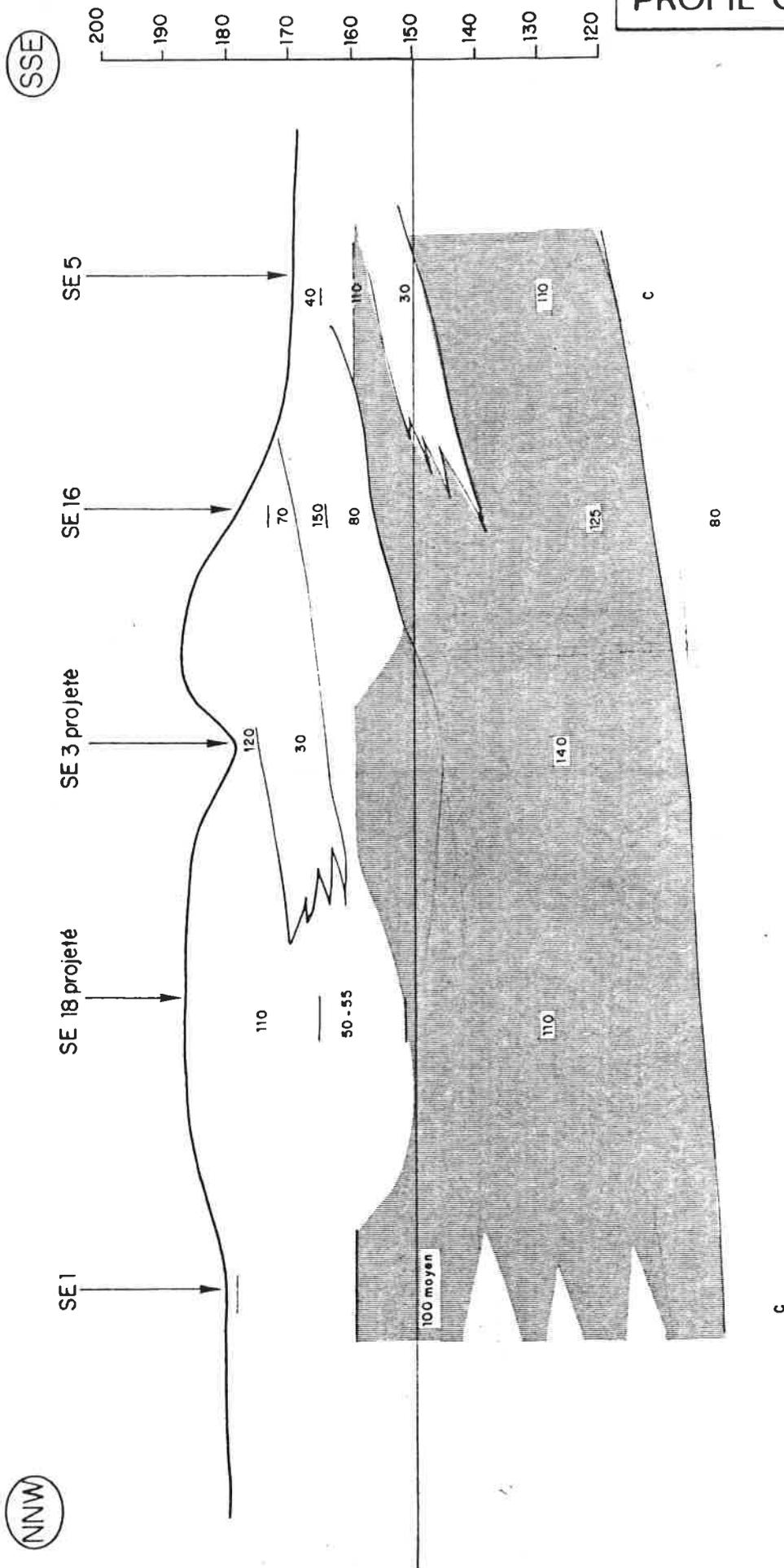
Les pompages d'essai devront pouvoir être réalisés avec une pompe de 50 m³/h minimum pour un HMT de 50 m en première phase et de 80 m en seconde phase. Les acidifications seront réalisées en plusieurs passes (2 ou 3) d'une tonne d'acide chlorhydrique à 22° Baumé.

J. LAKSHMANAN
Directeur Général

Y. BERTRAND
Ingénieur Géologue ENSG

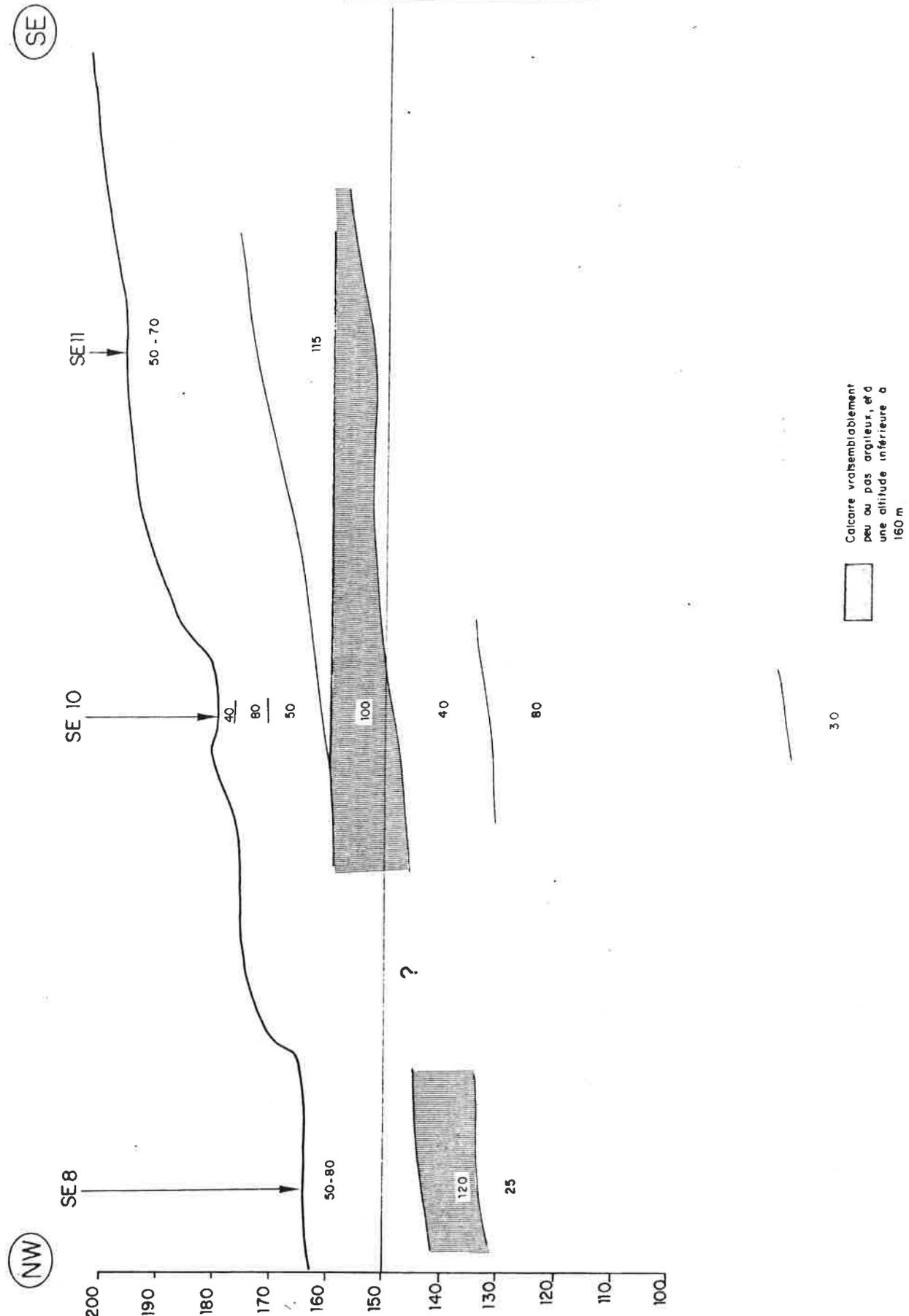
E. ALESSANDRELLO
Ingénieur Hydrogéologue

SYNDICAT DE POUQUES-LES-EAUX
Recherche d'eau
PROFIL GEOELECTRIQUE N°3

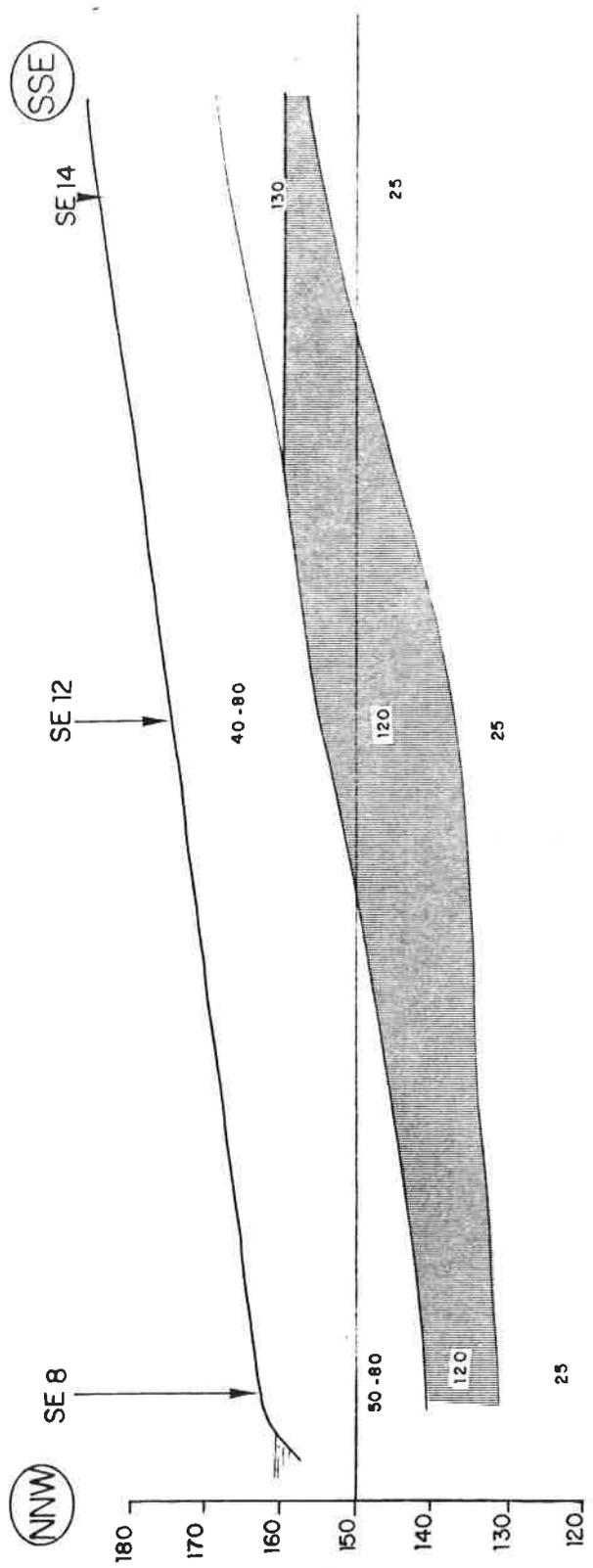


Calcaire vraisemblablement peu ou pas argileux, et d'une altitude inférieure à 160 m.

SYNDICAT DE POUQUES-LES-EAUX
Recherche d'eau
PROFIL GEOELECTRIQUE N°4



SYNDICAT DE POGUES-LES-EAUX
Recherche d'eau
-
PROFIL GEOELECTRIQUE N 6



Calcaire vraisemblablement
peu ou pas argileux, et à
une altitude inférieure à
160 m.



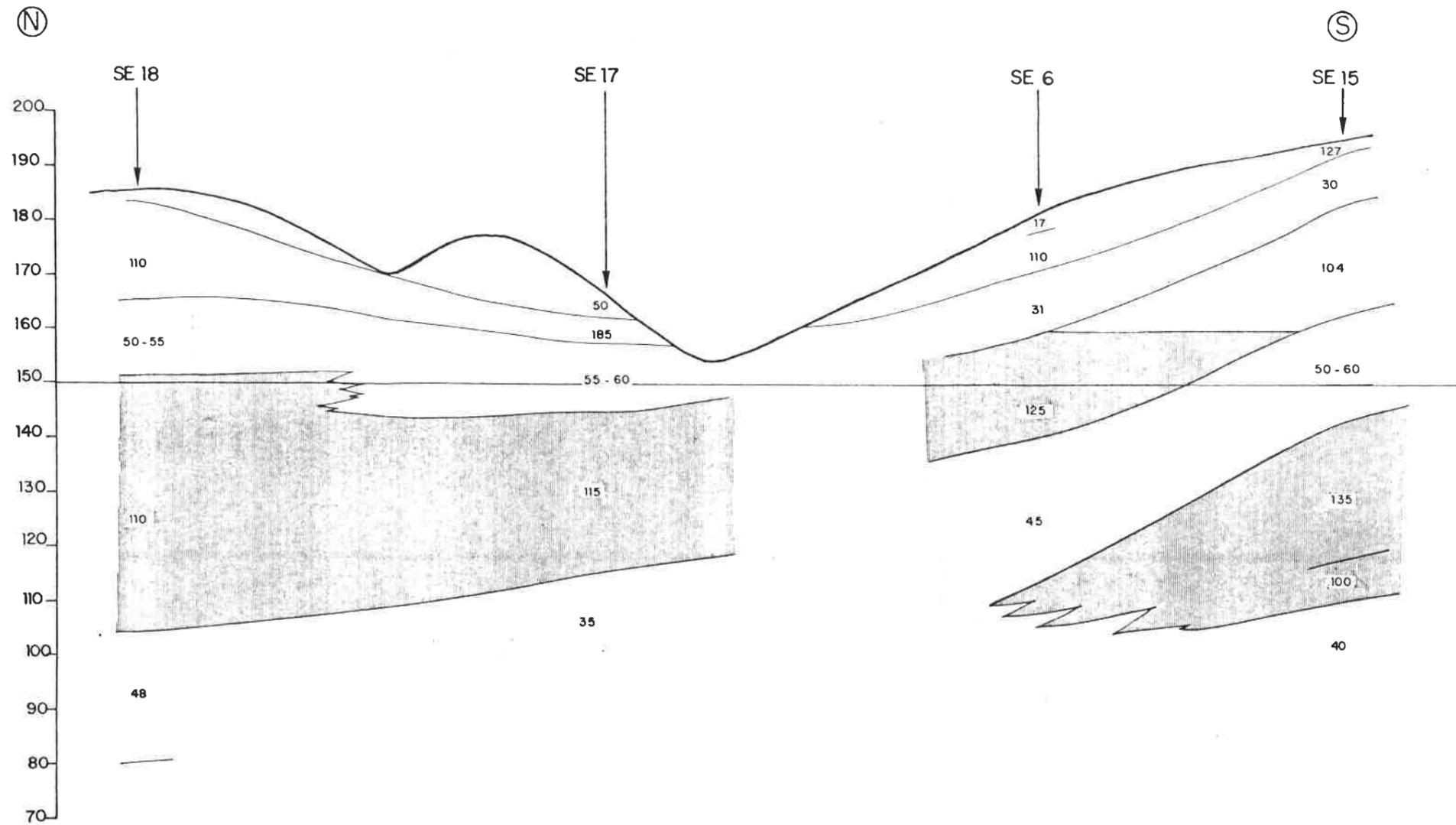
ECHELLE = 1/25 000^e

SYNDICAT DE POGUES LES EAUX
 Recherche d'eau
 Implantation des sondages électriques
 et des profils géoélectriques



	$e \times \rho_{mouille} > 8000 \Omega m^2$
	$6000 < \dots < 8000$
	$4000 < \dots < 6000$
	$2000 < \dots < 4000$

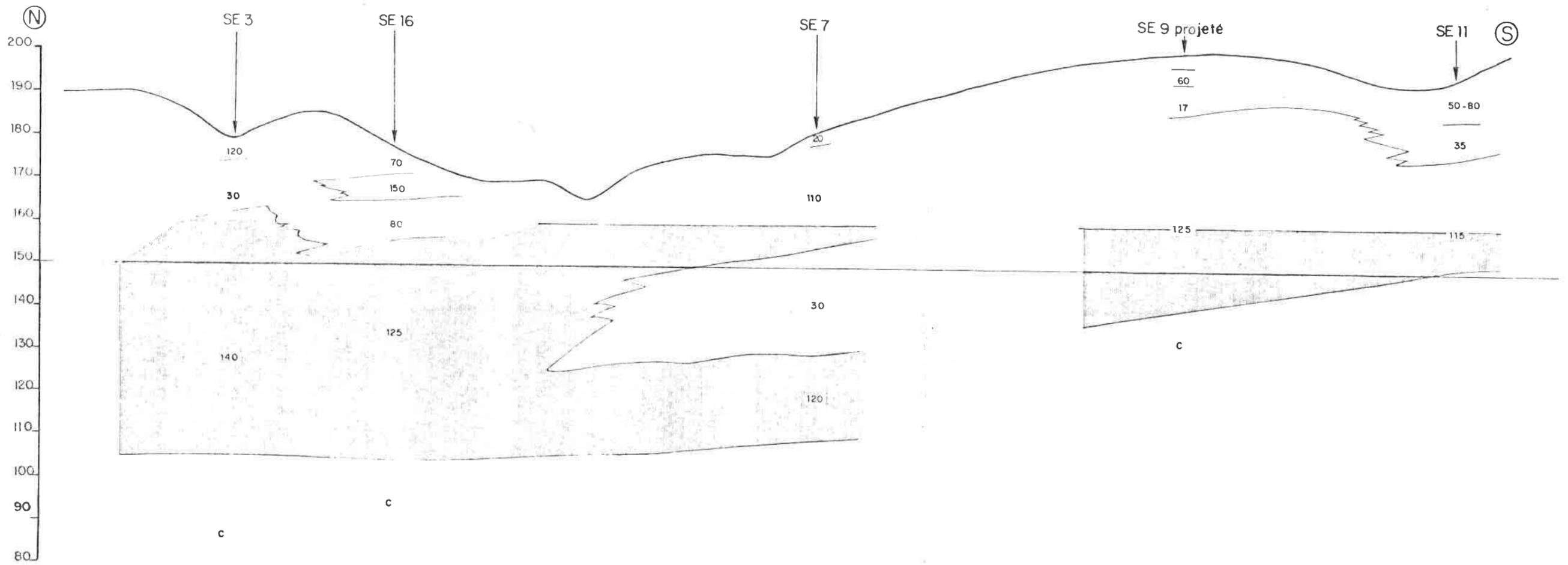
ECHELLE = 1 / 25 000^o



ECHELLES - H. 1/5000
V. 1/1000

Calcaire vraisemblablement peu ou pas argileux, et à une altitude inférieure à 160 m

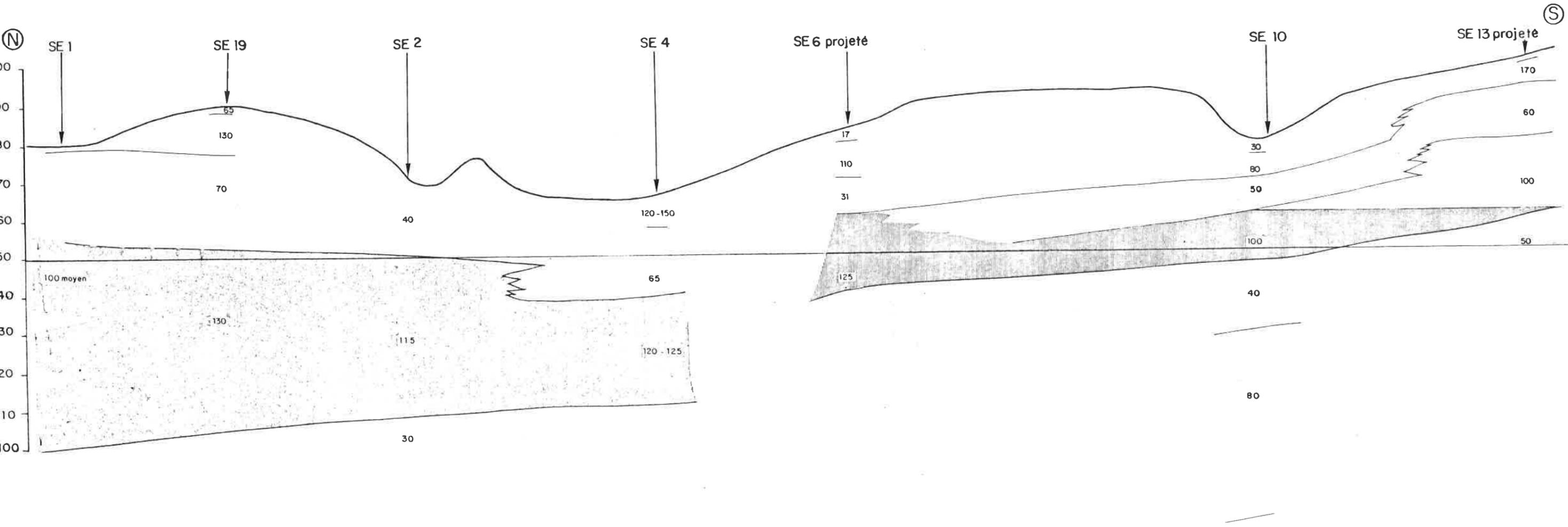
C.P.G.F 2256-05
SYNDICAT DE POUQUES-LES-EAUX
Recherche d'eau
PROFIL GEOELECTRIQUE N°5



ECHELLES - H. 1/5000
V. 1/1000

Calcaire vraisemblablement peu ou pas argileux, et à une altitude inférieure à 160 m

C.P.G.F 2256-01
SYNDICAT DE POUQUES-LES-EAUX
Recherche d'eau
PROFIL GEOÉLECTRIQUE N°1



ECHELLES - H. 1/5000
V. 1/1000

Calcaire vraisemblablement peu ou pas argileux, et à une altitude inférieure à 160 m

C.P.G.F 2256 - 02
SYNDICAT DE POUQUES-LES-EAUX
Recherche d'eau
PROFIL GEOÉLECTRIQUE N°2