BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
74, rue de la Fédération - 75-Paris (15ème) - Tél. 783 94-00

DIRECTION DU SERVICE GEOLOGIQUE ET DES LABORATOIRES
Boite postale 818 - 45-Orléans-La Source - Tél. 87-06-60 à 64

ETUDE DU BISEAU SALE PAR CAROTTAGE ELECTRIQUE

VALLEE DU PRECONIL - VALLEE DU GAPEAU (VAR)

ZONE INDUSTRIELLE DE FOS-SUR-MER (BOUCHES-DU-RHONE)

R. HENTINGER

Département Géophysique

68 SGL 111 GPH

Juillet 1968

S O M M A I R E

RESUME

INTRODUCTION

I - Principe de la méthode et mise en oeuvre

II - Résultats

III - Conclusion

R E S U M E

Dans le cadre de l'Action Concertée "Eau", le Département Géophysique du B.R.G.M. a été amené à mettre au point une méthode permettant l'enregistrement continu de la résistivité et de la température de l'eau en forages et par là de préciser la surface de contact eau douce - eau salée lorsqu'elle existe.

La présente note expose essentiellement les premiers résultats obtenus au cours d'une campagne de carottage intéressant une vingtaine de forages de faible profondeur situés sur le littoral méditérranéen.

Le contact eau douce - eau salée a pu être observé et précisé sur plusieurs forages. Deux forages, SN3 situé dans la basse vallée du Gapeau et SX1 bis dans la zone industrielle de Fos-sur-Mer, présentent un contact eau douce - eau salée particulièrement franc et méritent d'être retenus pour des études ultérieures.

INTRODUCTION

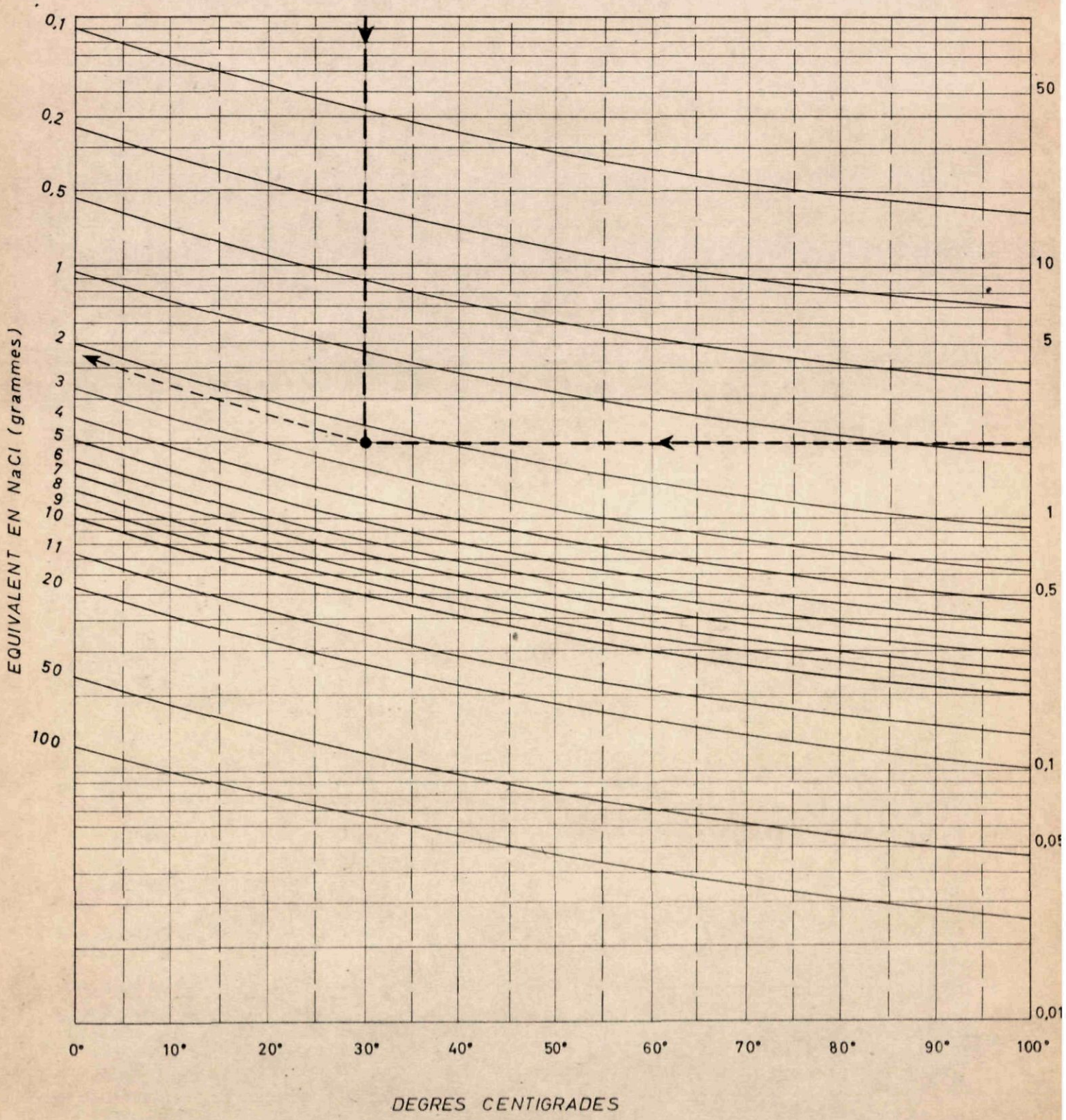
Le phénomène d'invasion des eaux continentales douces par les eaux salées marines est fréquent dans les zones côtières , les eaux saumâtres peuvent pénétrer plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres.

Le contact eau douce - eau salée n'est pas un plan séparant deux milieux de densité différente, mais une zone de transition, plus ou moins étalée, correspondant à une augmentation de la salinité de l'eau douce et à une diminution de la teneur en sels dissous des eaux marines.

La localisation de ce "contact" ainsi que la détermination de son allure par méthodes géophysiques constituaient l'objectif essentiel de cette première campagne de mesure.

La mise au point d'une méthodologie précise de mesure ainsi que la connaissance de la répartition des eaux dans tout le forage devaient en outre permettre de sélectionner les méthodes les plus aptes à être utilisées ultérieurement pour suivre les déformations saisonnières de ce contact et en préciser la nature et l'ampleur.

ABAQUE DE SALINITE



I - Principe de la méthode utilisée et mise en oeuvre.

1. - Méthode.

Pour cette première phase de l'étude du contact eau douce - eau salée le principe du "carottage continu" de la résistivité et de la température de l'eau avait été retenu.

On sait en effet que la conductibilité d'une solution est fonction de sa concentration en sels et de sa température. Si d'autre part on émet l'hypothèse que la composition des sels dissous ne varie pas dans une grande proportion, la conductibilité (ou son inverse la résistivité), à une température donnée, peut être considérée comme une mesure de la concentration saline globale. Dans le cas qui nous intéresse et du fait de la large prédominance de Cl Na, on peut considérer que la mesure de la résistivité de l'eau est, en fait dans une large mesure, une détermination de sa concentration en ClNa; ceci nous conduit à exprimer à l'aide de l'abaque ci-contre les résultats en équivalent en ClNa. L'influence de la température sur la conductibilité est cependant assez considérable; il n'est de sorte possible de comparer correctement les concentrations ioniques exprimées en valeurs de conductibilité, ou de les exprimer en équivalent en ClNa, que si l'on tient compte de la température.

a) Principe de la mesure de la résistivité :

La mesure d'une résistivité constituée par un liquide diffère quelque peu de la mesure d'une résistance pure par suite de l'effet d'électrolyse que produit le passage du courant destiné à faire la mesure.

La mesure se fait en courant alternatif pour abaisser la valeur des résistances de contact qui naissent à la surface des deux électrodes immergées dans le liquide. Un générateur à courant constant envoie un signal alternatif entre les deux électrodes immergées dans l'eau. Le courant I étant maintenu constant, toute variation ΔR de la résistance du liquide entre les deux élec-

trodes se traduit par une variation ΔV de la tension à leurs bornes. Ce signal proportionnel à la résistance est filtré et redressé avant d'être transcrit sur un enregistreur de type potentiométrique où le déroulement du papier est asservi au déroulement du câble portant le capteur.

b) Principe de la mesure de la température.

Nous avons vu plus haut qu'il importait de disposer en chaque point des valeurs de la température, pour corriger les valeurs lues de la résistivité ou pour exprimer les résultats en équivalents ClNa. Notons qu'une variation de 1/5° n'entraine qu'une variation relative de 0,3% sur la résistivité pour des concentrations inférieures à 20 g/litre.

Des précisions de l'ordre de 0,1° sont obtenues moyennant certaines précautions avec une sonde au platine montée dans un pont de Wheastone. L'influence de la résistance des câbles de liaison est éliminée en placant l'ensemble du pont dans la sonde même.

Toute variation de la température de l'élément sensible, le platine, se traduit, avec un tel montage, par une variation de tension électrique. Cette tension appliquée à un enregistreur potentiométrique est directement proportionnelle à la température , ou mieux à l'écart de température entre l'élément sensible et la température de référence correspondant au zéro de la gamme.

c) Enregistrement des mesures.

L'enregistrement des deux paramètres, résistivité et température, se fait à l'aide de l'appareillage de carottage électrique Widco, où le déroulement du papier est asservi aux déplacements de la sonde dans le forage. On obtient ainsi directement la représentation de ces deux paramètres en fonction de la profondeur, grandeurs électriques graduées directement en degrés et en ohm.m.

2. - Mise en oeuvre.

a) Statistiques.

La campagne de carottage s'est déroulée du 6 au 17 mai 1968 et a porté sur trois sites différents :

- la basse vallée du Préconil à proximité de Ste Maxime (Var) ou 9 forages soit au total 146 m, ont donné lieu à des opérations de carottage de thermorésistivité.

- la basse vallée du Gapeau au SE de Hyères (Var). Des opérations de carottage ont été exécutées sur 10 forages, que l'on peut ramener à 5 sites étant donné que certains forages étaient groupés en doublet ou triplet. Longueur carottée : 162 m.

- la zone industrielle de Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône). Une longueur totale de 141 m répartie sur 6 forages a été carottée sur ce site.

b) Moyens.

L'équipe de carottage électrique comprenait :

- 1 ingénieur chef de mission : R. Hentinger
- 1 prospecteur : A. Moal

Le matériel de carottage léger, embarqué à bord d'un break 404, comprenait :

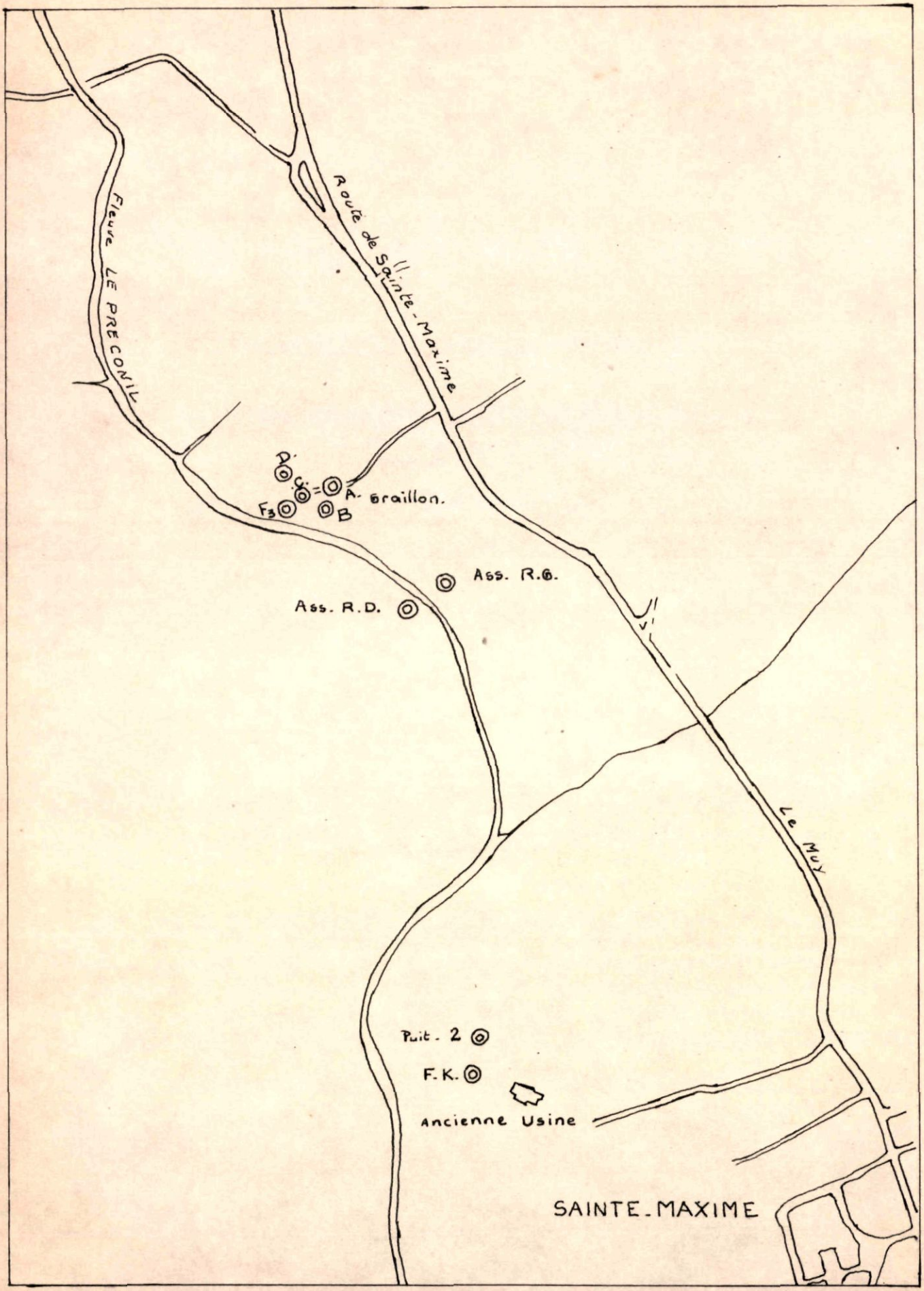
- un treuil de carottage avec son mécanisme d'entrainement
- un appareillage de carottage et d'enregistrement Widco
- un groupe électrogène
- les sondes normales et de thermorésistivité.

c) Opérations sur le terrain.

L'enregistrement simultané des paramètres résistivité de l'eau et température se faisait lors de la descente, les capteurs, cellule de résistivité et platine, étant en tête de sonde. Les perturbations introduites par le passage

de la sonde étaient ainsi réduites au minimum au point de mesure d'autant plus que les vitesses de descente et de remontée étaient maintenues voisines de 1 m/minute. Des expériences en vue de mettre en évidence les perturbations apportées par le carottage ont été tentées sur quelques forages. Ainsi le forage Asst R.G. dans la vallée du Préconil a fait l'objet de deux passages successifs. Dans ce forage de gros diamètre (260 mm) les variations constatées après un premier passage n'excédant guère celles liées à la précision instrumentale. Le forage SN3 dans la vallée du Gapeau en est un autre exemple. Dans ce forage de petit diamètre (114 mm) les variations observées restent faibles et affectent essentiellement les niveaux supérieurs. L'allure et le niveau des interfaces n'ont guère été affectés par le premier passage exécuté 36 heures auparavant. Encore faut-il signaler que les conditions atmosphériques avaient changé entre temps : orage et mistral après le premier passage.

Dans certains forages qui présentaient des interfaces franches nous avons procédé à l'éxécution d'un carottage de résistivité électrique classique : enregistrement de la petite normale (espacement de 16") et de la grande normale (64"). Le pouvoir d'investigation de ces outils est beaucoup plus grand et le volume interessé par la mesure dans ce cas comprend une partie du terrain au delà du tubage crépiné.


Fleuve LE PRECONIL
Route de Sainte-Maxime
A. Braillon.
B
F3
Ass. R.G.
Ass. R.D.
Le Muy
Puit. 2
F.K.
Ancienne Usine
SAINTE-MAXIME

II - Résultats.

Nous discutons ci-dessous les résultats enregistrés sur les différents forages.

Notons que le zéro de l'échelle des profondeurs porté sur les diagrammes correspond systématiquement à la tête du tubage. Avant de passer à l'analyse des différents diagrammes une remarque s'impose : les courbes de température enregistrées sur les différents forages présentent toutes une allure similaire dans les 10 premiers mètres. La température baisse, passe par un minimum, pour croître ensuite brutalement jusqu'à 10 mètres de profondeur, et ne reprendra une variation lente qu'au delà. Le phénomène est lié à la variation annuelle de la température à la surface du sol, variations qui se répercutent, avec un certain retard, sur plusieurs mètres. A l'époque où ces enregistrements ont été effectués le réchauffement affecte déjà les premiers mètres, alors que le minimum hivernal est encore très sensible vers 4 à 6 mètres de profondeur. Nous ne reviendrons donc pas sur cette particularité des enregistrements de température au cours de la discussion des résultats qui suit :

1. - Basse Vallée du Préconil (Var)

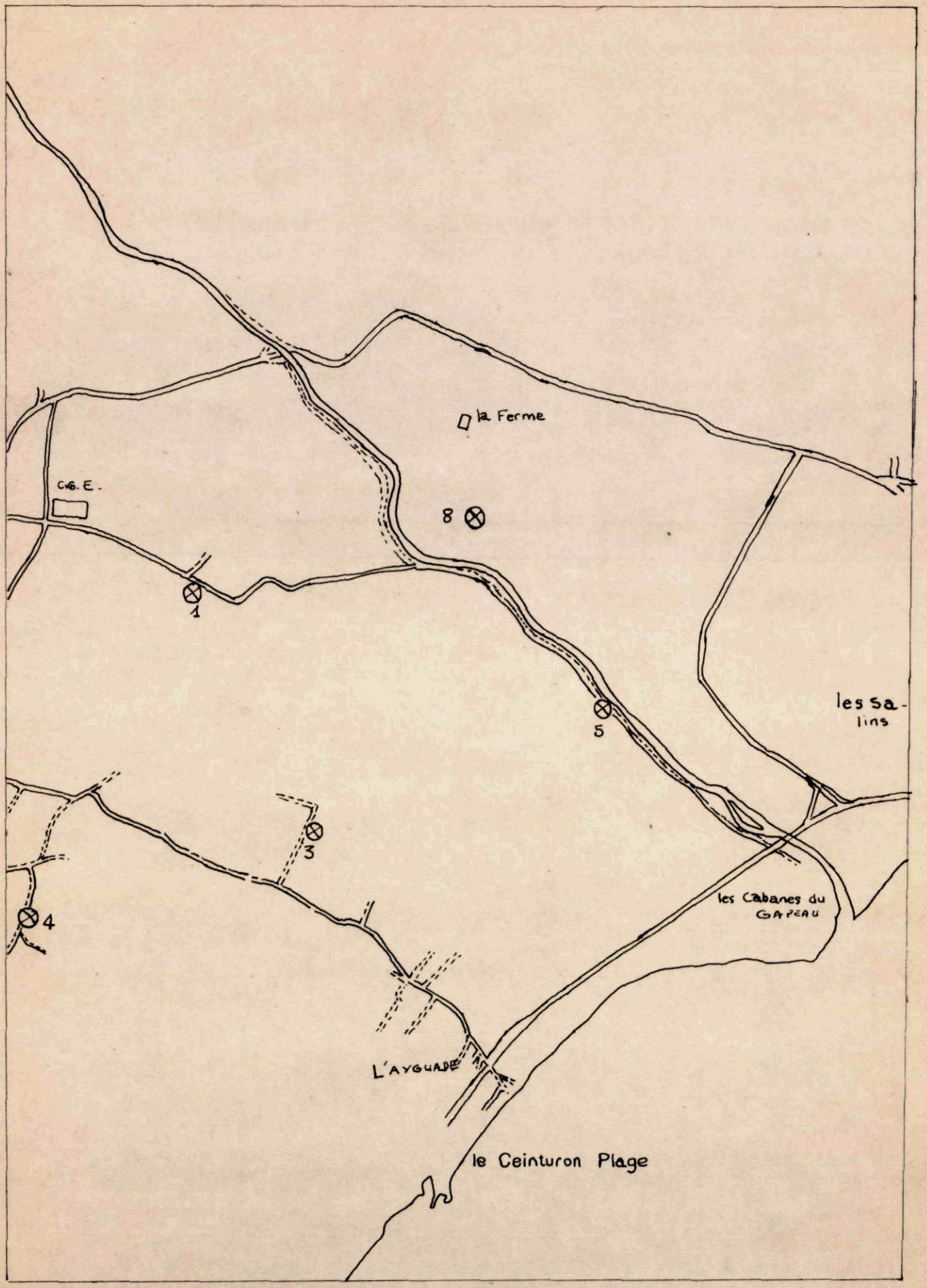
a) Sondages de l'"ancienne usine".

Pour ces deux ouvrages, puits n° 2 et sondage K, situés le plus en aval, le carottage de thermorésistivité n'a pu être effectué que sur quelques mètres, ces trous étant bouchés ou encombrés à faible profondeur.

Les résistivités mesurées sont respectivement 12 ohm.m (0,5 g/l) pour le puits n° 2 et 21 ohm.m (0,3 g/l) pour le sondage K.

b) Forages dits d'Assainissement.

- Asst R.G. Dans cet ouvrage le carottage n'a pu être exécuté que sur les 30 premiers mètres, et seule la partie de 26 à 30 m est crépinée. L'eau de la


la Ferme
CVG. E.
8
1
5
les sa-
lins
3
4
les Cabanes du
GAPEAU
L'AYGUADE
le Ceinturon Plage

partie supérieure a une résistivité de l'ordre de 13 ohm.m alors qu'au regard des crépines la résistivité est de 3 ohm.m. La zone de transition s'étale de 18,5 m à 25 m entièrement dans la partie non crépinée du forage. Si l'eau à 3 ohm.m peut correspondre à l'eau des formations, celle rencontrée dans la partie supérieure n'est qu'une eau résiduelle, et l'interface rencontrée ici ne peut être interprétée comme liée au front salé.

- Asst.R.D. L'allure générale du log thermorésistivité de ce forage, crépiné de 25,m2 à 27,m4 est semblable à celui du forage Asst.R.G., mais il en diffère par les résistivités. Dans la partie supérieure l'eau présente une résistivité de 6 ohms.m alors qu'au fond, face aux crépines la résistivité est voisine de 2 ohms.m. Ici encore l'interface rencontrée n'est nullement significative ni représentative d'un éventuel front salé au sein des formations.

c) Forages situés dans le secteur du Graillon

De la série de forages situés dans ce secteur, le plus en amont, seul le forage D a pu être carotté sur une hauteur suffisante. Le diagramme enregistré dans ce forage est régulier la résistivité de l'eau restant voisine de 11 ohms.m sur toute la hauteur carottée.

Dans les autres trous de ce secteur (forages A, B, C et F_3) le carottage n'intéresse qu'une très faible hauteur. Les résistivités des eaux rencontrées dans ces forages s'échelonnent entre 9 et 15 ohms.m . Aucun indice de pollution saumâtre n'y a été détecté.

2. - Basse Vallée du Gapeau

a) Sondages SN1 et SN1A.

L'instrumentation de SN1 n'a pu se faire dans la partie crépinée du forage celui-ci étant bouché à 14 m.

L'eau rencontrée présente une résistivité de 18 ohms.m vers 15° (0,33 g/l équivalent ClNa).

Le sondage SN1A présente des caractéristiques proches : résistivité de l'eau 14 ohms.m (0,43 g/l équivalent ClNa).

b) Sondage SN3

Crépiné sur 20 mètres ce forage est le plus intéressant de la vallée du Gapeau. Il a fait l'objet d'une étude plus complète : deux carottages de thermorésistivité et une diagraphie de résistivité normale (16" et 64") y ont été exécutés. Le log de thermorésistivité, enregistré lors du premier passage, met en évidence trois "couches" d'eau bien individualisées par leur résistivité : de 2,3 m à 9,5 m (le crépinage débute à 8 m) la résistivité de l'eau est comprise entre 9 et 10 ohms.m, décroissant par paliers successifs du haut vers le bas. A 9,5 m nous passons très brusquement (en moins de 0,5 m) à une eau à 5,3 ohms.m (1,2 g/l équivalent ClNa). Enfin à 18,m50 nous observons une nouvelle chute de la résistivité et un nouveau palier à 2,8 ohms.m (2,2 g/l équivalent ClNa) s'établit à partir de 21 m. Un carottage de "résistivité normale" a été exécuté dans ce même trou immédiatement après la diagraphie de thermorésistivité. Les changements de salinité de l'eau ne sont pas observable sur ces enregistrements qui traduisent essentiellement les variations lithologiques. Noter en particulier le pic de forte résistivité entre 17,5 et 20,5 m sur la petite normale (défaut de crépinage ?).

Le second enregistrement de thermorésistivité exécuté près de 40 heures après le premier permet de se faire une idée sur les perturbations apportées par les premiers passages. Notons toutefois que des changements de conditions météorologiques étaient intervenues entre temps, orage le soir

du 11 et violent mistral après. Bien qu'affecté par ces divers facteurs, ce log montre les mêmes grandes unités; les interfaces et les résitivités des différents milieux n'ont subi que de faibles modifications. Ce deuxième enregistrement suggère pourtant que l'eau de la partie supérieure est une eau résiduelle et que seule l'interface située entre 18,5 m et 21 m mérite d'être pris en considération.

c) Sondages SN4 et SN4A.

Les eaux rencontrées dans ce sondage présentent une résistivité de 6 à 7 ohms.m. Notons la brusque chute de résistivité à 16 m. Cette eau à 1,7 ohms.m est-elle l'indice d'une invasion saumâtre ? c'est probable bien que la présence d'un niveau argileux à cette cote permet de mettre en doute l'efficacité du crépinage. Seule un nouveau passage en fin d'été permettrait de s'en assurer.

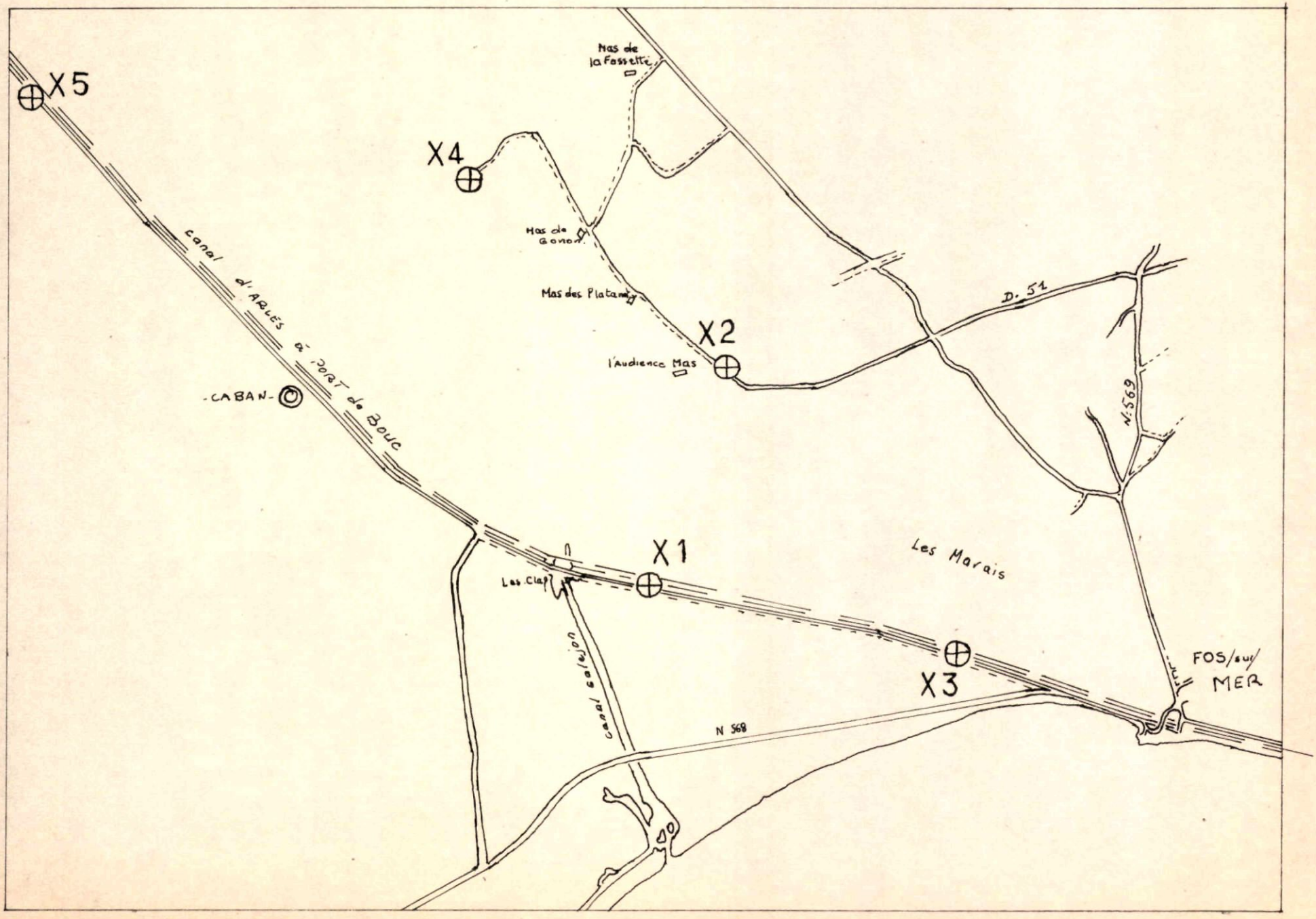
Le log enregistré sur SN4A ne se prête à aucun commentaire.

d) Sondages SN5, SN5A et SN5B

Ces trois forages sont caractérisés par la présence d'eau salée, résistivité voisine de 0,25 à 0,30 ohm.m. L'interface observée en SN5B au niveau du crépinage dénote la présence d'eaux résiduelles plus douces, présence confirmée par de l'eau à 2,2 ohms.m dans un puits voisin. Ce phénomène se retrouve pas en SN5 et SN5A. Ceci semble prouver que l'aquifère au droit du crépinage de SN5B est à certaines époques de l'année envahie par des eaux relativement douces (2 ohms.m).

e) Sondages SN8 et SN8A.

En l'absence de données sur la coupe et la disposition des crépines le diagramme est difficile à interpréter. En effet des eaux peu résistantes (3,5 ohms.m) surmontent des eaux dont la résistivité atteint 5 ohm.m. Il est possible que ce forage n'est pas encore en équilibre et dans ce cas les eaux à 3,5 ohm.m ne seraient que des eaux résiduelles non représentatives de l'eau de la nappe.


X5
X4
X2
X1
X3
Mas de la Fossette
Mas de Gonon
Mas des Platanes
l'Audience Mas
Canal d'Arles à Port de Bouc
-CABAN-
D. 51
N. 569
Les Marais
Les Clapets
Canal Galejon
N 568
FOS/sur/ MER

3. - Zone industrielle de Fos-sur-Mer.

a) Sondage SX1.

Ce forage avait été perturbé le 7 mai (enlèvement du tubage interne) et un premier passage en thermorésistivité avait été exécuté le jour même. Une deuxième opération a eu lieu le 14 mai après remise en équilibre (au moins partielle). C'est ce dernier log qui doit être pris essentiellement en considération.

Ce log permet d'isoler trois zones dans ce forage.

- la partie supérieure de 1,70 m (niveau statique) à 8 m est caractérisée par une eau à faible salinité (résistivité de 7 à 8 ohms.m). L'allure de la courbe, augmentation de la résistivité dans les premiers mètres, prouve que l'équilibre n'est que partiellement rétabli.

- dans la partie médiane, 9,30 m à 18 m, l'eau présente une résistivité de 3,2 ohms.m. La zone de transition avec le niveau supérieur est franche et de faible épaisseur. Notons que la résistivité de l'eau dans cette partie du forage est identique à celle de l'eau du canal. (Un test effectué le jour même et à proximité immédiate de SX1 a donné 3,1 ohm.m).

- la partie inférieure enfin est caractérisée par une eau à 0,20 à 0,17 ohm.m (environ 36 g/l équivalent ClNa pour 0,20 ohm.m). Ici encore la zone de transition avec le niveau précédant est extrêmement réduite (environ 1 m).

A titre indicatif le log enregistré lors du premier passage (quelques heures après le détubage) a été reporté en pointillé sur le diagramme. Bien que fortement perturbé, ce log met bien en évidence les deux interfaces, la seconde seule étant légèrement déplacée (50 cm environ). Il prouve en outre qu'initialement l'eau de la partie supérieure était une eau plus douce (11 ohms.m au minimum) qui a été polluée lors du détubage.

Il existe donc ici deux interfaces :

- la première séparant l'eau douce de la nappe ($\rho > 11$ ohms.m) d'une eau légèrement saumâtre (3,1 ohms.m) de mêmes caractéristiques que l'eau du canal.

- la seconde entre l'eau à 3,1 ohms.m et l'eau salée marine. Le log température n'appelle que peu de commentaires : allure caractéristique liée à la variation annuelle de la température dans les dix premiers mètres puis quasi isothermie jusqu'au fond du forage.

Un carottage électrique "normal" utilisant les dispositifs 16" et 64" a également été exécuté dans ce forage. Ici encore les deux interfaces sont nettement marquées sur les diagrammes enregistrés. Le dispositif 16" notamment permet de placer la première entre 9 et 10 m, la seconde entre 18,5 et 19,6 m.

b) Sondage SX2

Situé au Nord du canal ce forage ne présente aucun indice d'invasion saline. La courbe de résistivité de l'eau est très régulière et la résistivité de l'eau est sensiblement 16 ohm.m.

La courbe de température n'appelle aucun commentaire.

c) Sondage SX3.

Le diagramme de résistivité enregistré dans ce forage montre sous quelques mètres (de 2 à 6,2 m) d'eau saumâtre à 0,5 ohm.m (15 g équivalent ClNa par litre) une eau particulièrement conductrice 0,15 ohm.m.

Aucune anomalie n'est à signaler sur la courbe température.

d) Sondage SX4.

Ce sondage situé au nord du canal se trouve à proximité de la station de pompage de la Pisarette. La résistivité de l'eau rencontrée dans ce forage 16,5 ohms.m est à rapprocher de celle de SX2. Ce sondage diffère

pourtant profondément de SX2, car à partir de 15,m 30 apparait une brusque chute de résistivité qui n'est plus que de 4,5 ohms.m à 18 m, fond du forage. S'agit-il là d'un début d'invasion d'eau saumâtre favorisée par le pompage voisin, ou, plus simplement cette chute n'est-elle liée qu'à la présence de sédiments fins en suspension?(le forage n'a en effet été détubé que 10 heures avant l'opération de carottage, temps peut-être insuffisant pour la sédimentation éventuelle des particules fines; les diagraphies exécutées en SX2 dans des conditions similaires ne présentant pourtant aucun phénomène analogue).

Il serait intéressant d'exécuter dans ce forage, parallèlement à des prélèvements d'eau à fin d'analyses chimiques, de nouveaux carottages de thermorésistivité.

e) Sondage SX5

Ce forage situé à proximité immédiate du canal présente sur toute sa hauteur de l'eau saumâtre à 0,20 ohm.m (40 g/l ClNa). La courbe de température marque entre 3 et 9 m un minimum accentué dont il est difficile de préciser l'origine.

f) Puits Caban.

Puits de pompage en gros diamètre dont l'exploitation avait été arrêtée quelques jours auparavant, cet ouvrage est situé au sud du canal à proximité de salines.

La résistivité de l'eau est de 2,8 ohms.m (2,5 g/l équivalent ClNa) jusqu'à 13 m et tombe brusquement pour s'établir à 0,15 ohm.m (concentration en équivalent ClNa > à 50 g/l) à partir de 16,m 40.

CONCLUSION

L'appareillage de carottage de la résistivité de l'eau mis au point par le département géophysique du B.R.G.M. s'est averé bien adapté à la résolution des problèmes concernant tant la localisation de l'interface eau douce-eau salée que la détermination de l'allure du contact.

Les diagrammes enregistrés au cours de la campagne, objet du présent rapport, ont montré avec précision la répartition des eaux dans les forages instrumentés. L'allure et la position de l'interface ou mieux de la zone de transition ont pu, lorsqu'elles existent, être précisées : tantôt cette zone de transition est réduite à moins d'un mètre, tantôt elle est étalée sur plusieurs mètres. En outre il a été prouvé que dans certains forages le phénomène d'invasion était plus complexe : existence de deux interfaces distinctes séparant en fait trois nappes à caractéristiques physiques différentes et probablement d'origine distinctes.

Deux forages, SX1 dans la zone industrielle de Fos-sur-Mer et SN3 dans la basse vallée du Gapeau, qui présentent un contact eau salée - eau douce particulièrement net peuvent être retenus pour des opérations ultérieures complémentaires: notamment l'enregistrement continu de la position et de l'allure de l'interface.

Signalons en outre que l'exécution de ces mesures dans le forage SX4 de la zone industrielle de Fos-sur-Mer a permis d'y déceler un début d'invasion des eaux douces par des eaux légèrement saumâtres.

68/SGL/111/GPH

R. HENTINGER

Etude du biseau salé par carottage électrique Vallée du Préconil - Vallée du Gapeau (Var) zone industrielle de Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône)

Juillet 1968

A - Bibliothèque Paris
B - SG/RP - DG - DGA
C - Documentation Orléans
D - " "
1 - M. HENTINGER
2 - M. MUNCK
3 - M. BOLLO
4 - Sce Hydro.Orléans
5 - " "
6 - " "
7 - " "
8 - " "
9 - SGR.Marseille
10 - M.BAUDOIN
11 - M. MOAL
12 - M. HORN
13 - RME/FE
14 - Sce Gitologie
15 - Chatenay
16) à (40) Réserve

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de : .....

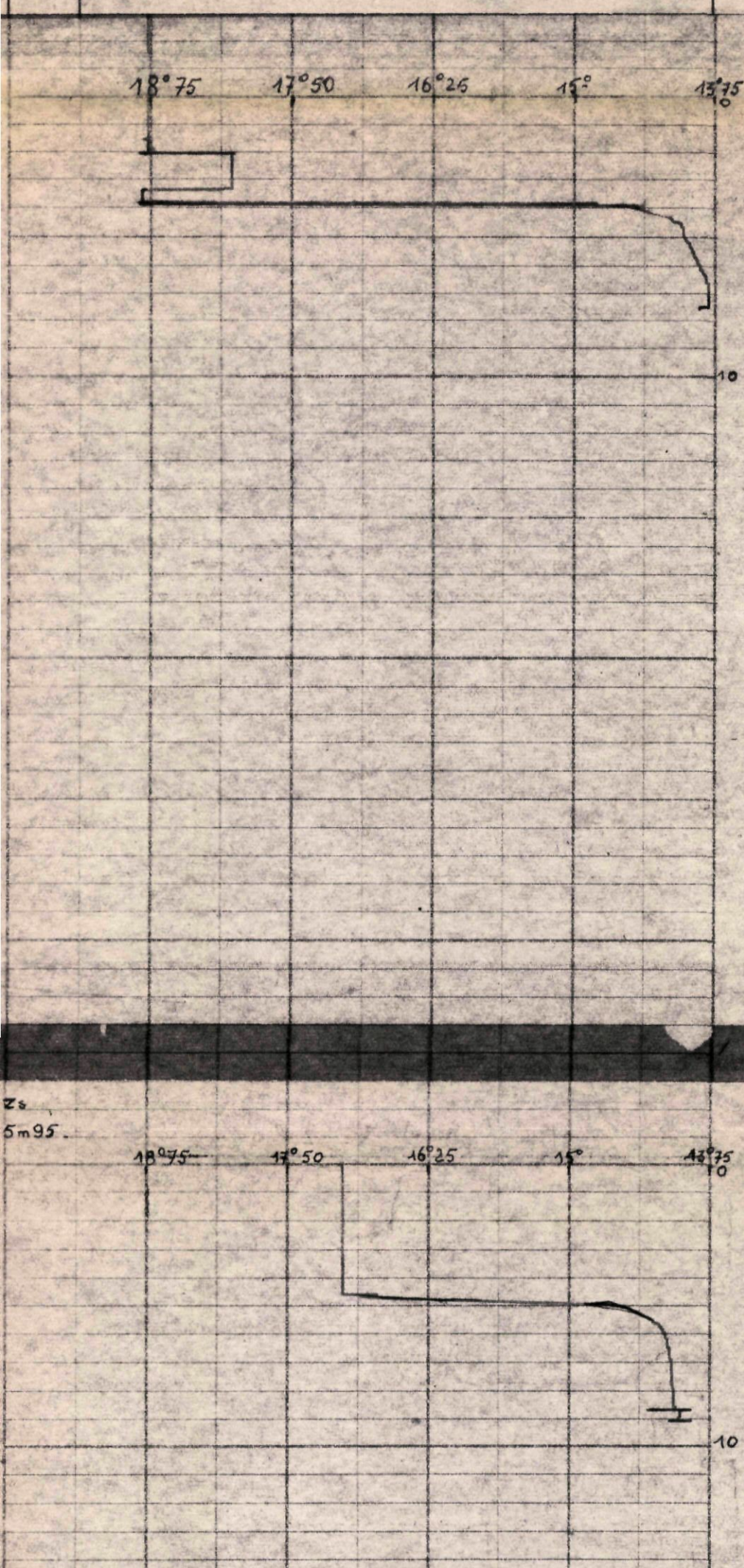
Commune : SAINTE-MAXIME — Département : (Var)

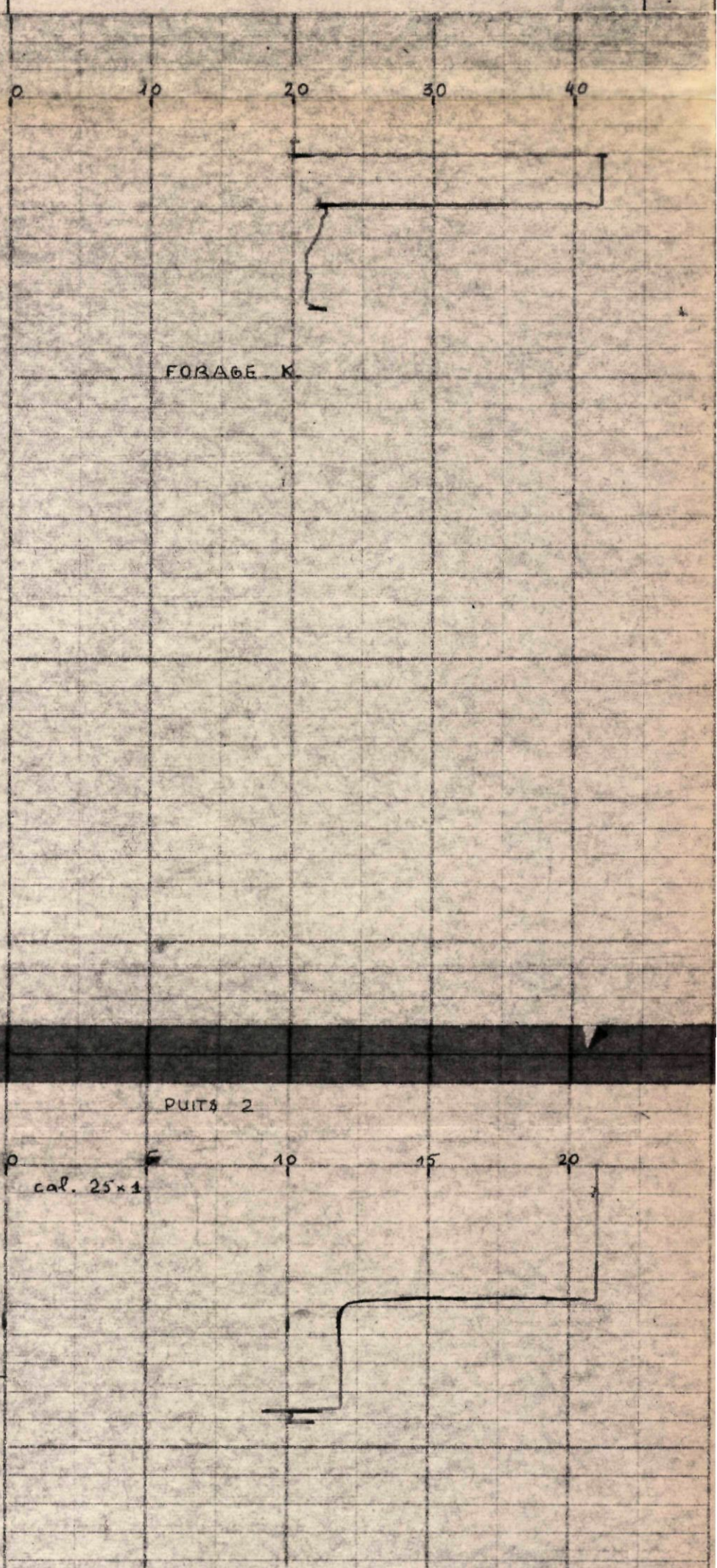
Chantier : PRECONILLE — Forage : ~~K et Puits 2~~

Date : 9-5-68 — Observations : .....

Dernier tubage :	Caractéristiques de la boue : .....
Sabot du tubage :	Remarques : .....
Diamètre du trou :	.....
Profondeur maximum. Sondeur :	.....
Profondeur maximum. Electrode :	.....
Hauteur carottée électriquement :	.....

Température	Résistivité de l'~~eau (ohms m)~~





Zs
5m95.

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de :

Commune : SAINTE-MAXIME — Département : (Var)

Chantier : PRECONIL — Forage : Ass RG

Date : 9-5-68 9 h 30 — Observations :

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

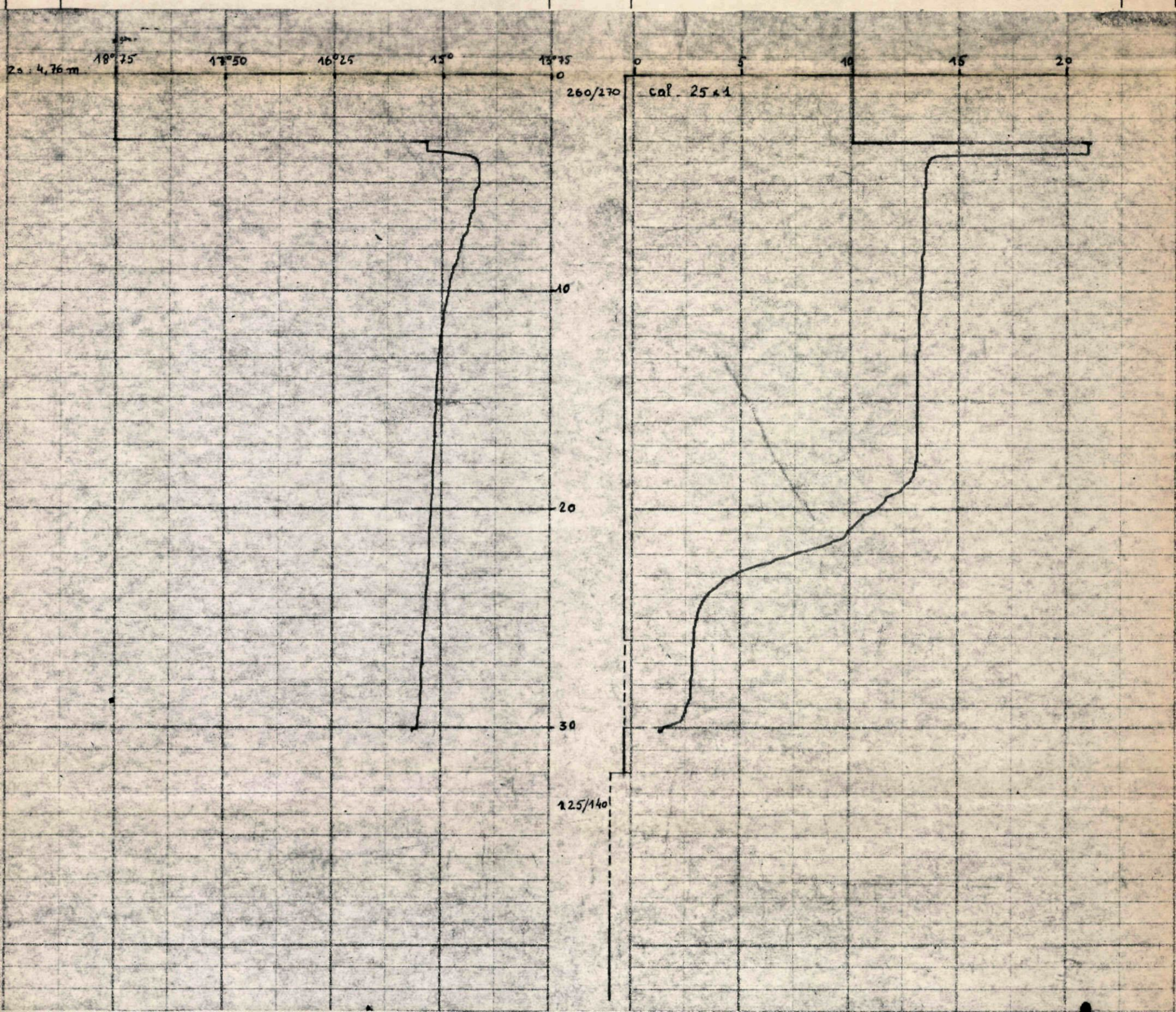
Hauteur carottée électriquement :

Caractéristiques de la boue :

Remarques :

Température

Résistivité de l'eau (ohms-m)



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SSS
SSSS

Géophysique — CAROTTAGE ELECTRIQUE — Appareil WIDCO

Travail effectué pour le compte de :

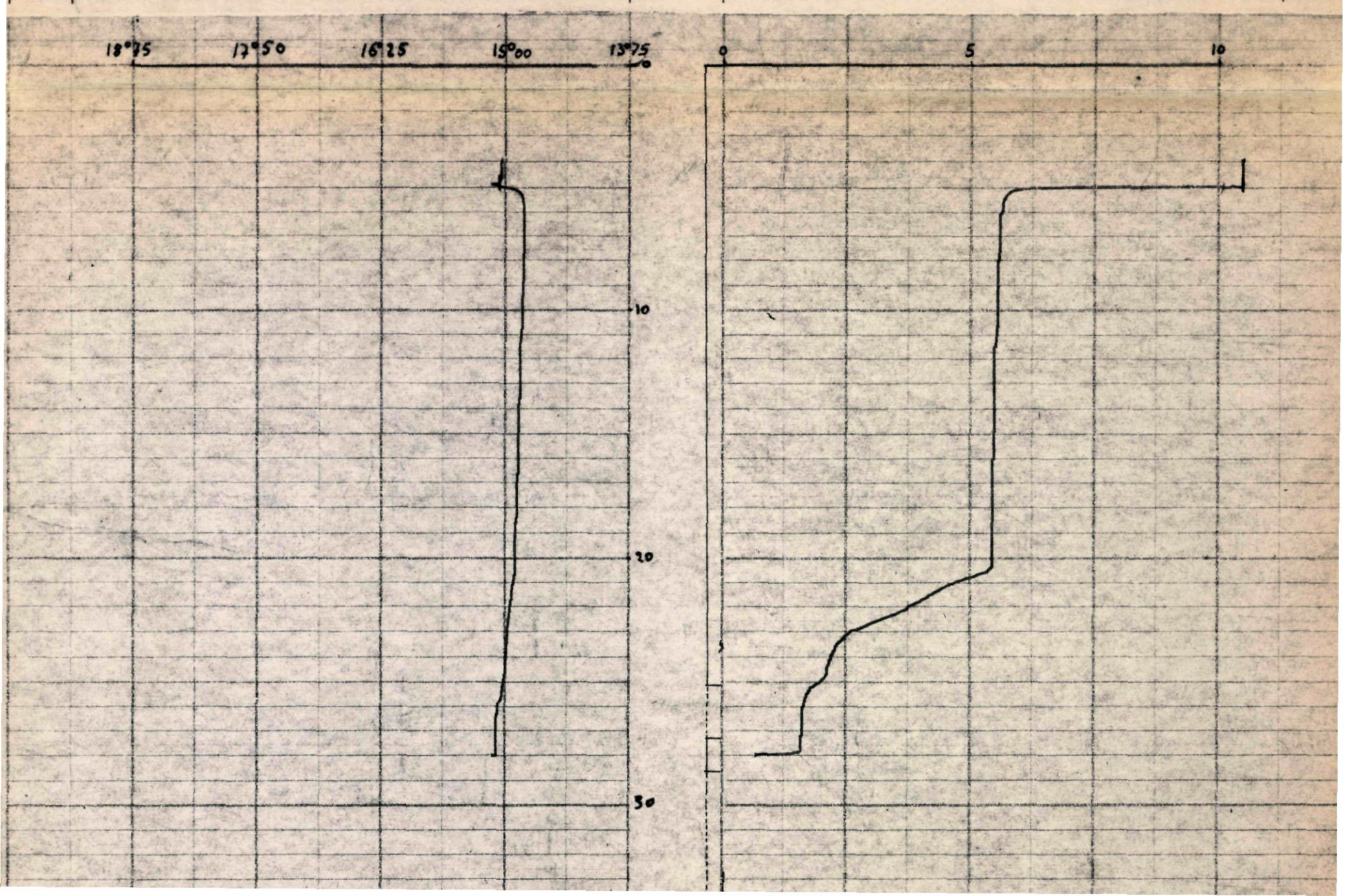
Commune : SAINTE MAXIME — Département : (Var)

Chantier : PRECONIL — Forage : Ass - Rd

Date : 10-5-68 - 9 h 30 — Observations :

Dernier tubage :	Caractéristiques de la boue :
Sabot du tubage :	Remarques :
Diamètre du trou :	
Profondeur maximum. Sondeur :	
Profondeur maximum. Electrode :	
Hauteur carottée électriquement :	

Température		Résistivité de l'eau (ohm.m)



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — CAROTTAGE ELECTRIQUE — Appareil WIDCO

Travail effectué pour le compte de :

Commune : SAINTE-MAXIME — Département : (Var)

Chantier : PRECONIL — Forage : D

Date : 9-5-68 — Observations :

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

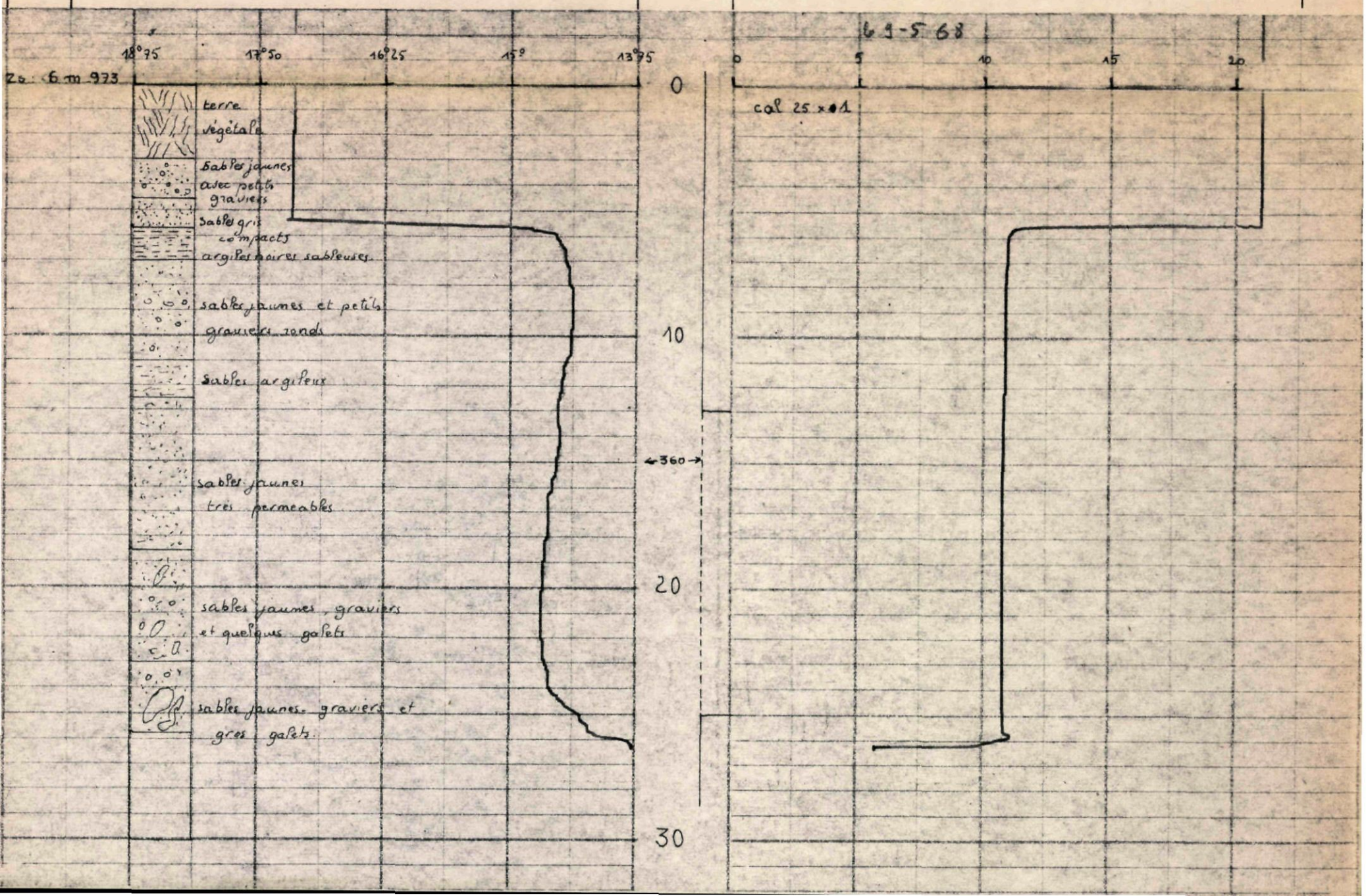
Hauteur carottée électriquement :

Caractéristiques de la boue :

Remarques :

TEMPERATURE

Résistivité de l'eau (ohms-m)



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de :

Commune : SAINTE-MAXIME — **Département :** (Var)

Chantier : PRECONIL — **Forage :** A - B - C - F 3

Date : 9 et 10 - 5-68 — **Observations :**

Dernier tubage :	**Caractéristiques de la boue :**
Sabot du tubage :	**Remarques :**
Diamètre du trou :	
Profondeur maximum. Sondeur :	
Profondeur maximum. Electrode :	
Hauteur carottée électriquement :	

Température	Résistivité de l'eau (ohms-m)

SONDAGE A

9-5-68

Zs : 6,53m — 18,75 — 17,50 — 16,25 — 15,00 — 13,75 — 0 — 5 — 10 — 15 — 20

0 — 5 — 10

SONDAGE B

10-5-68

Zs : 6,62m

0 — 5 — 10

SONDAGE C

10-5-68

Zs : 6,17m

0 — 5 — 10 — 15

SONDAGE F3

9-5-68

Zs : 6,48m

0 — 5 — 10

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de :

Commune : HYERES — Département : (Var)

Chantier : GAPEAU — Forage : SN.1 - SN.1 A

Date : 12-5-68 — Observations :

Dernier tubage :	Caractéristiques de la boue :
Sabot du tubage :	Remarques :
Diamètre du trou :	
Profondeur maximum. Sondeur :	
Profondeur maximum. Electrode :	
Hauteur carottée électriquement :	

Température

Résistivité de l'eau (ohms-m) →

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — CAROTTAGE ELECTRIQUE — Appareil WIDCO

Travail effectué pour le compte de :

Commune : HYERES — Département : (Var)

Chantier : GAPEAU — Forage : SN.3

Date : 11-5-68 — Observations :

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

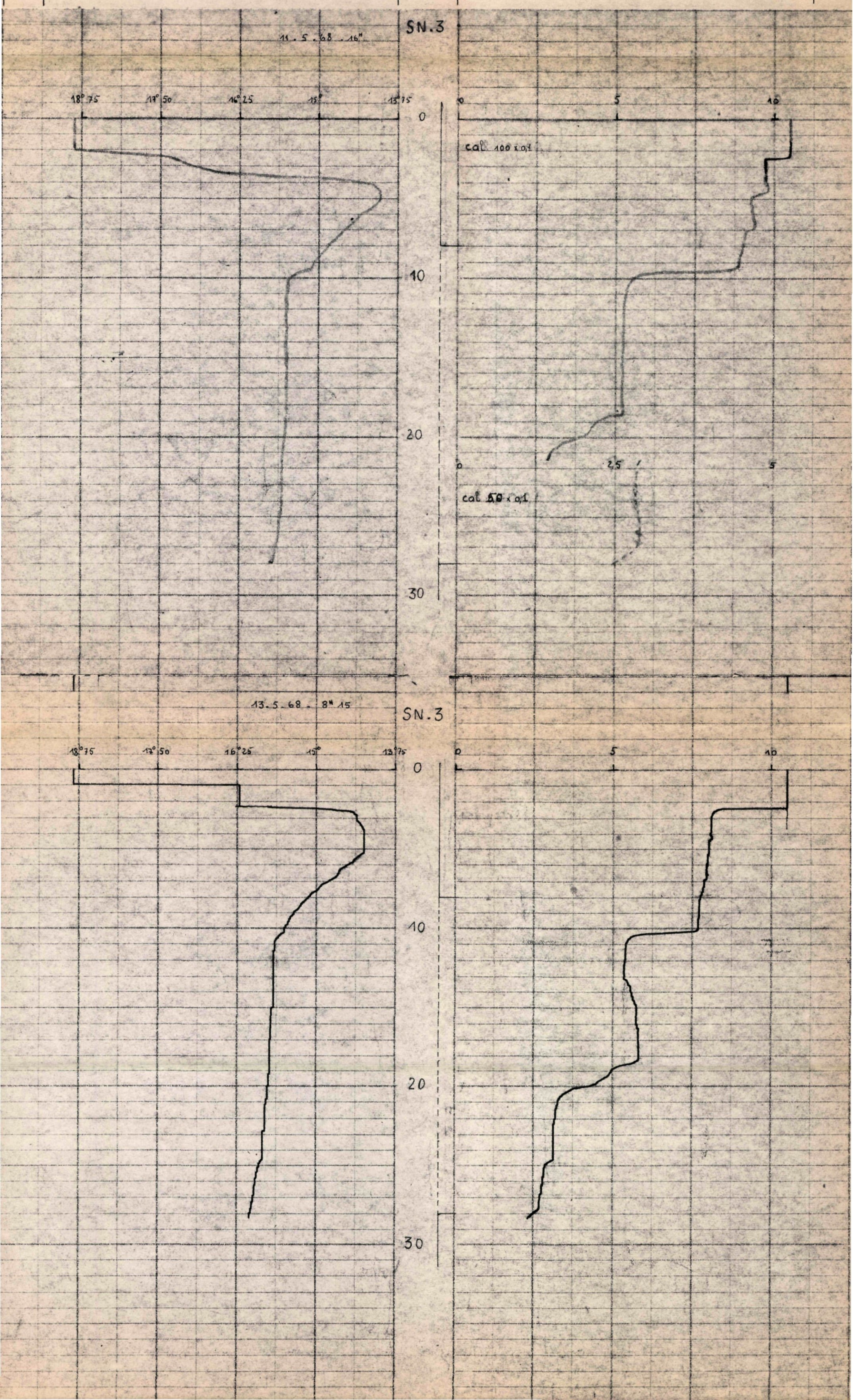
Hauteur carottée électriquement :

Caractéristiques de la boue :

Remarques :

Température

Résistivité de l'eau (ohms-m) →



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil WIDCO

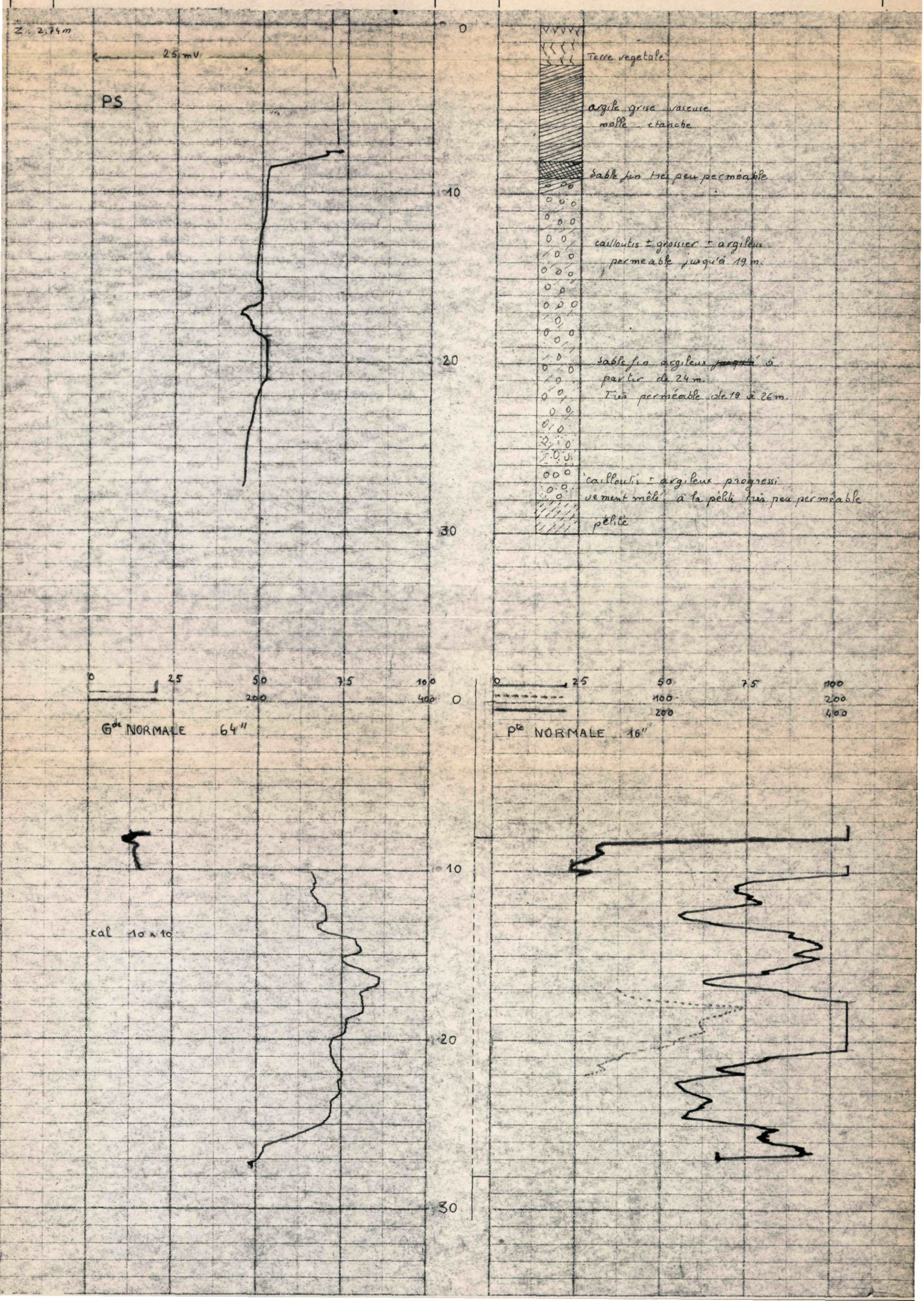
Travail effectué pour le compte de : .....

Commune : HYERES — Département : (Var)

Chantier : GAPEAU — Forage : SN. 3

Date : 11-5-68 — Observations : .....

Dernier tubage :	Caractéristiques de la boue : .....
Sabot du tubage :	Remarques : .....
Diamètre du trou :	.....
Profondeur maximum. Sondeur :	.....
Profondeur maximum. Electrode :	.....
Hauteur carottée électriquement :	.....



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de : .....

Commune : HYERES ..... Département : (Var) .....

Chantier : GAPEAU ..... Forage : SN. 4 - SN. 4 A .....

Date : 12-5-68 ..... Observations : .....

Dernier tubage : .....

Sabot du tubage : .....

Diamètre du trou : .....

Profondeur maximum. Sondeur : .....

Profondeur maximum. Electrode : .....

Hauteur carottée électriquement : .....

Caractéristiques de la boue : .....

Remarques : .....

Température

Résistivité de l'eau (ohms-m) →

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — CAROTTAGE ELECTRIQUE — Appareil WIDCO

Travail effectué pour le compte de :

Commune : HYERES — Département : (Var)

Chantier : GAPEAU — Forage : SN.5 - SN.5 B - SN 5 A.

Date : 13-5-68 — Observations :

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

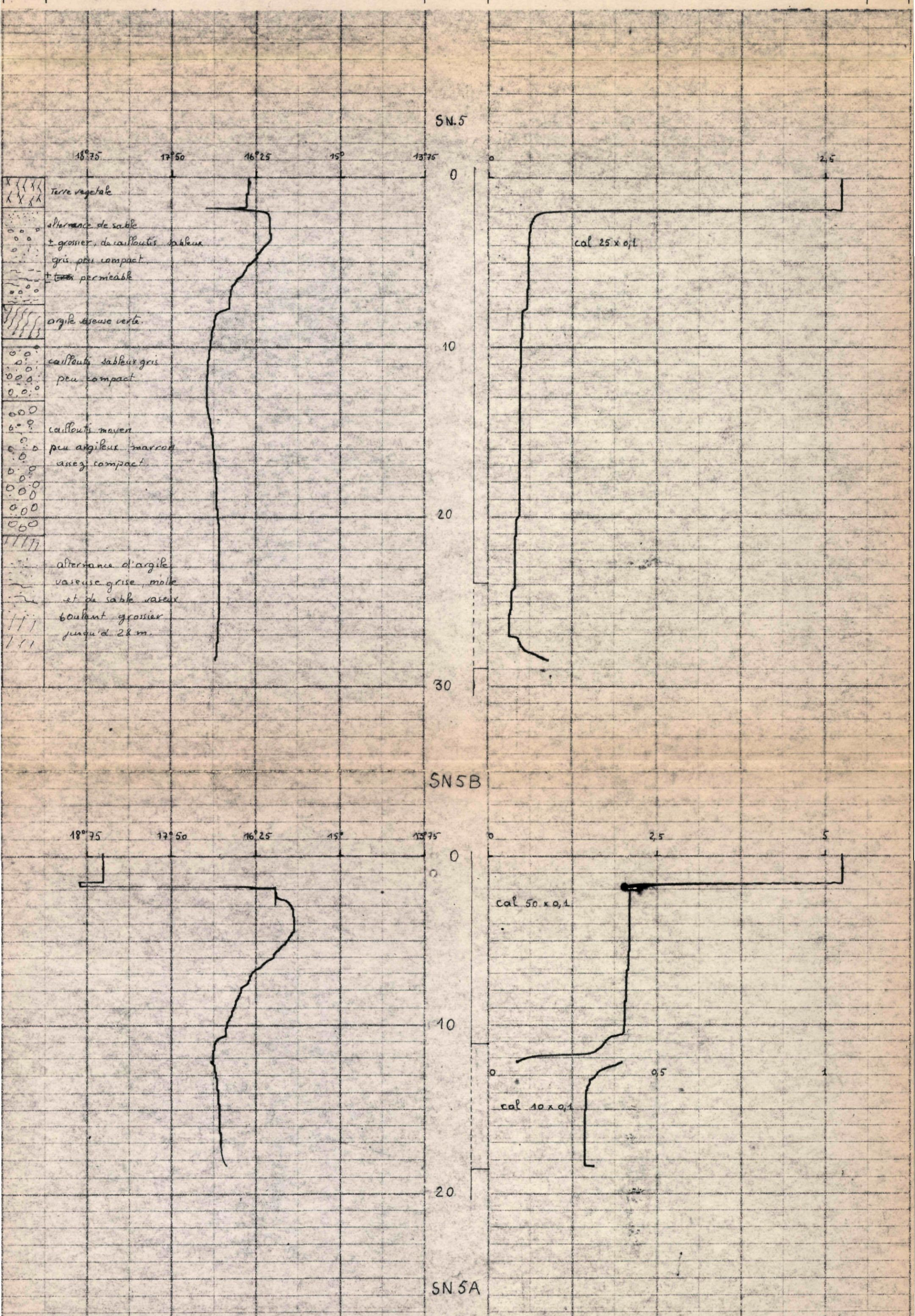
Hauteur carottée électriquement :

Caractéristiques de la boue :

Remarques :

Température

Résistivité de l'eau (ohms-m) →



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de :

Commune : HYERES — Département : (Var)

Chantier : GAPEAU — Forage : 8 et 8 A

Date : 12-5-68 — Observations :

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

Hauteur carottée électriquement :

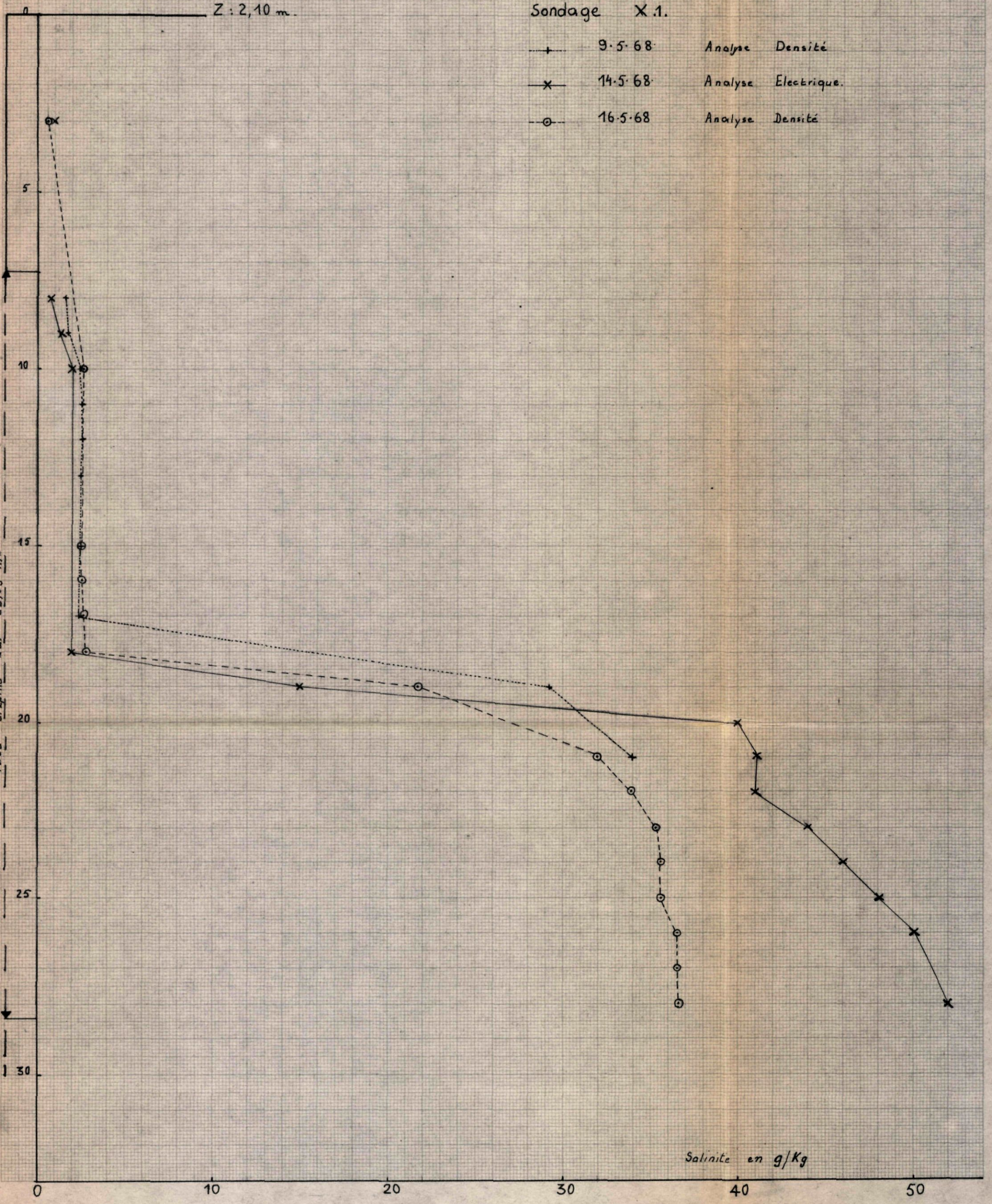
Caractéristiques de la boue :

Remarques :

Température

Résistivité de l'eau (ohms-m) ⟶

SALINITE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de :

Commune : FOS-sur-MER — **Département :** Bouches-du-Rhône

Chantier : FOS-sur-MER — **Forage :** X.1

Date : 14-5-68 — **Observations :**

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

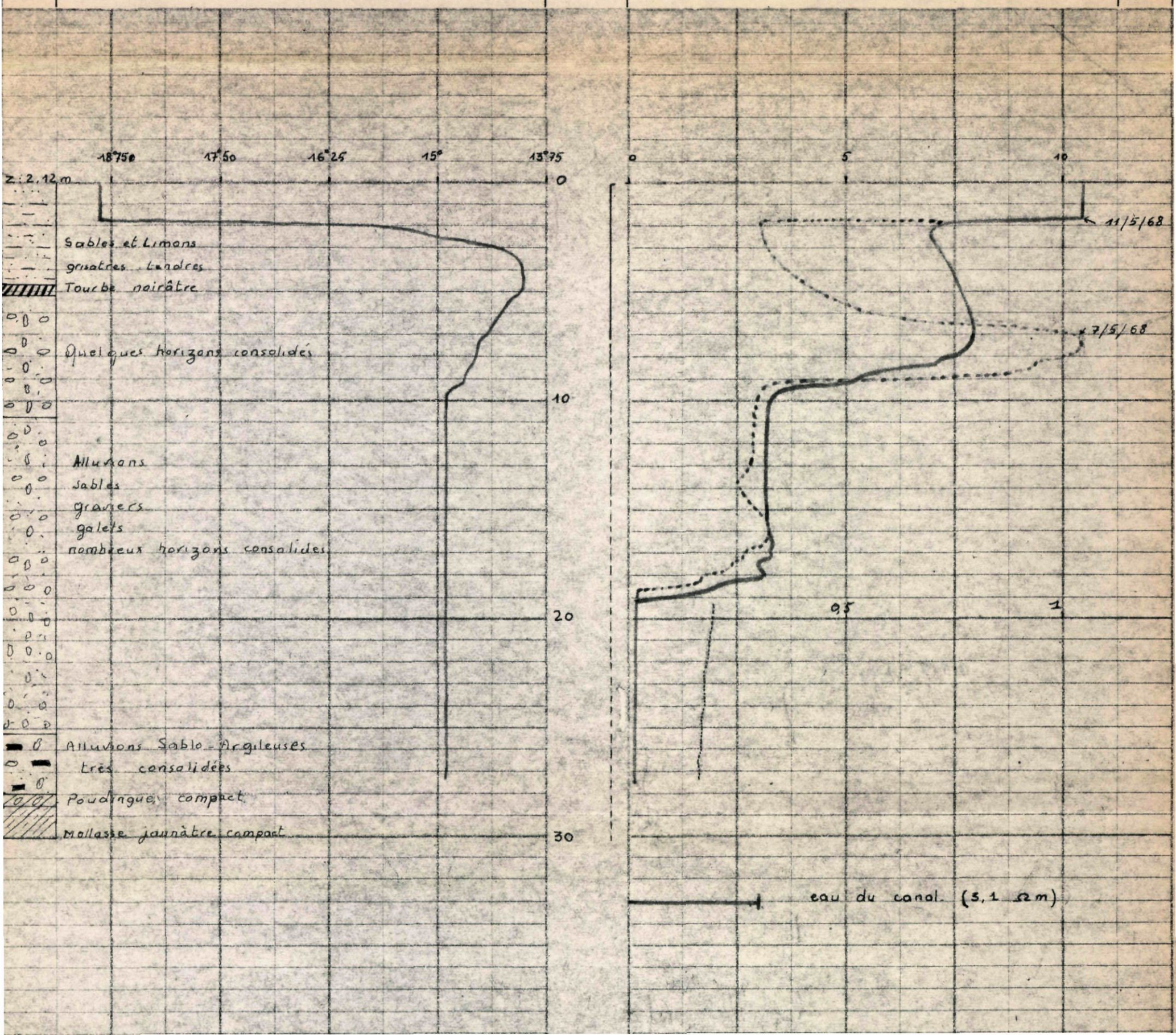
Hauteur carottée électriquement :

Caractéristiques de la boue :

Remarques :

Température

Résistivité de l'eau (ohms-m)



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de : .....

Commune : FOS-sur-MER — Département : Bouches-du-Rhône

Chantier : FOS-sur-MER — Forage : X.1

Date : 14-5-68 — Observations : .....

Dernier tubage : .....

Sabot du tubage : .....

Diamètre du trou : .....

Profondeur maximum. Sondeur : .....

Profondeur maximum. Electrode : .....

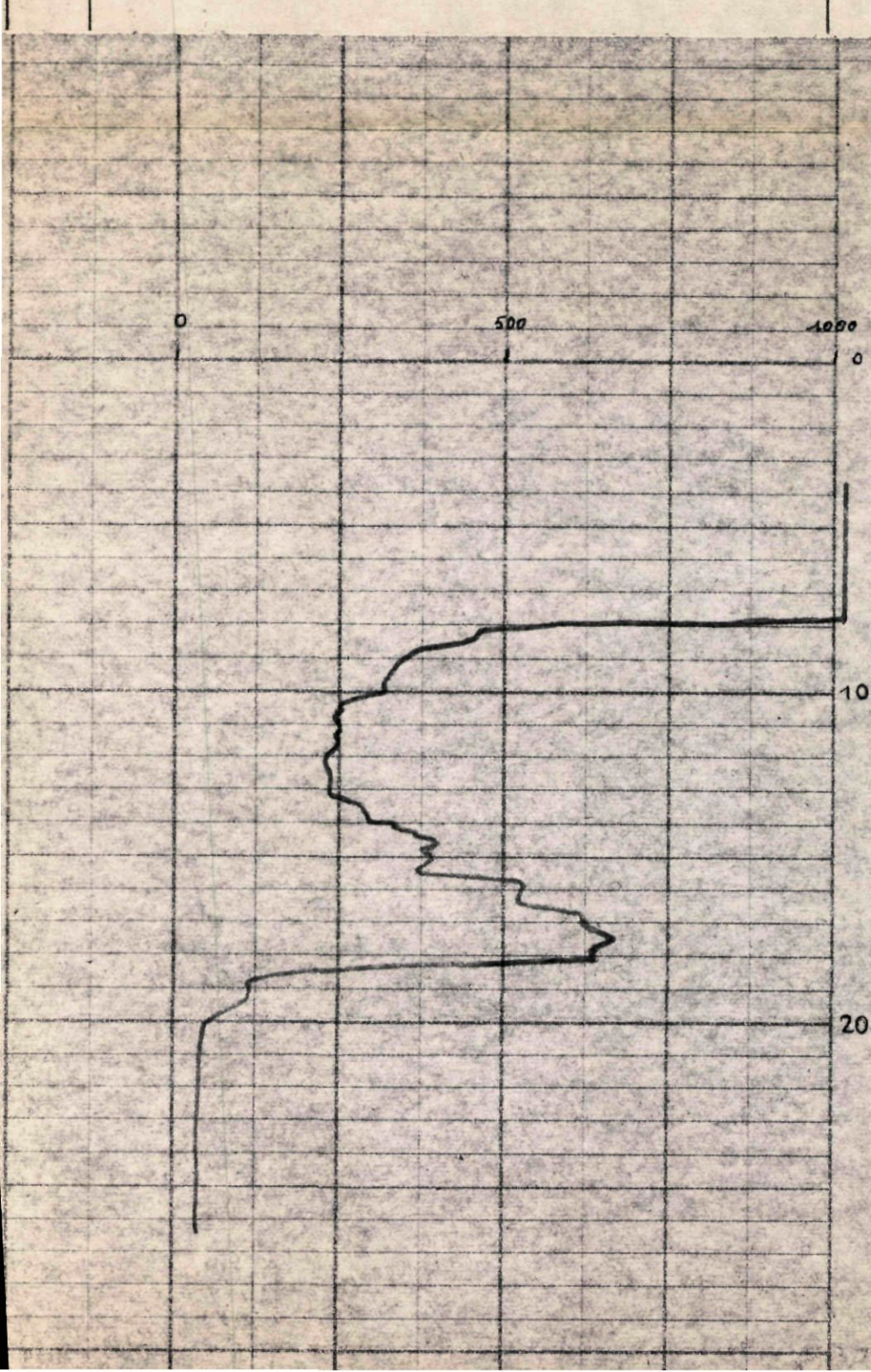
Hauteur carottée électriquement : .....

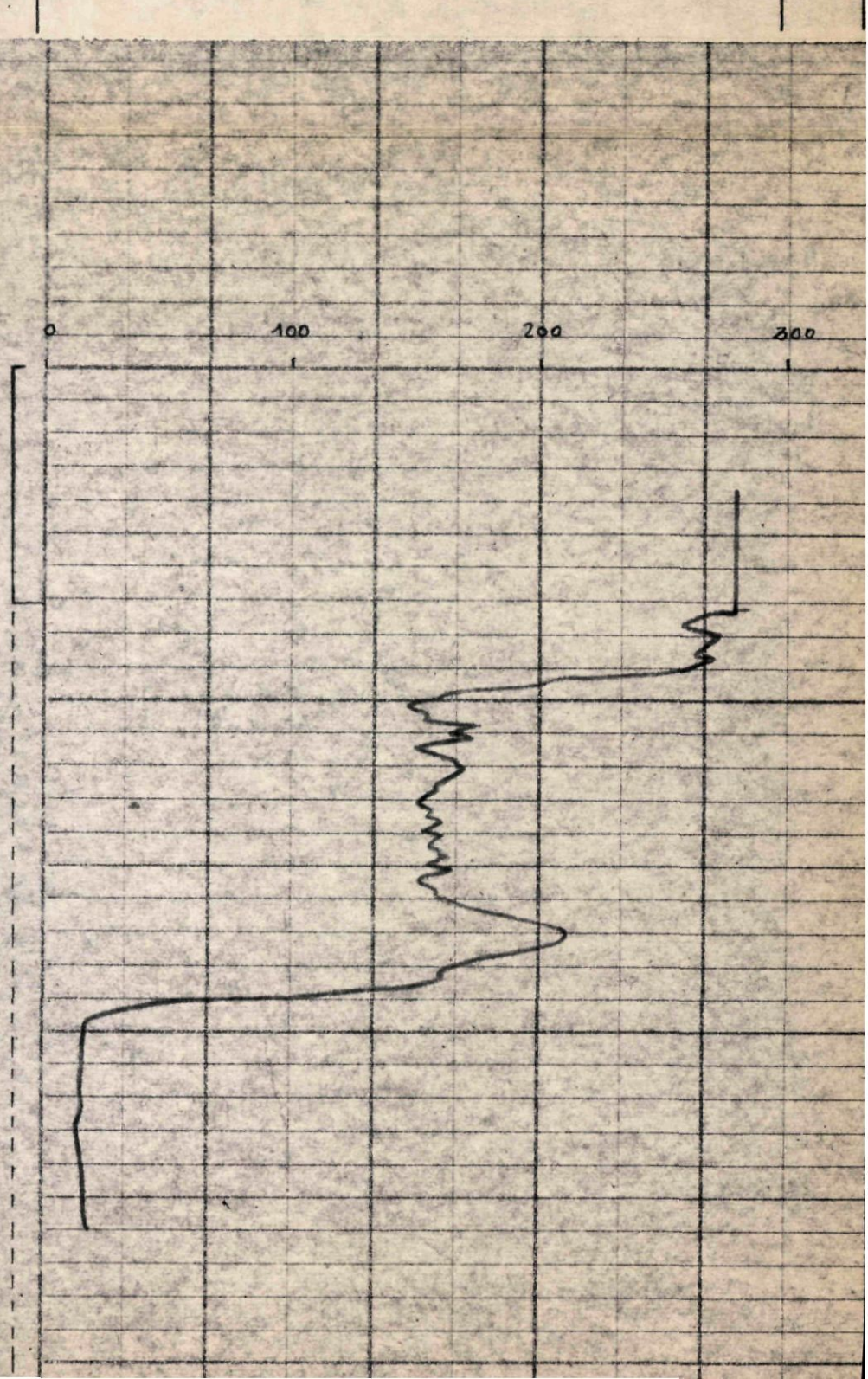
Caractéristiques de la boue : .....

Remarques : .....

Résistivité normale 64"

Résistivité normale 16"





X

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de : .....

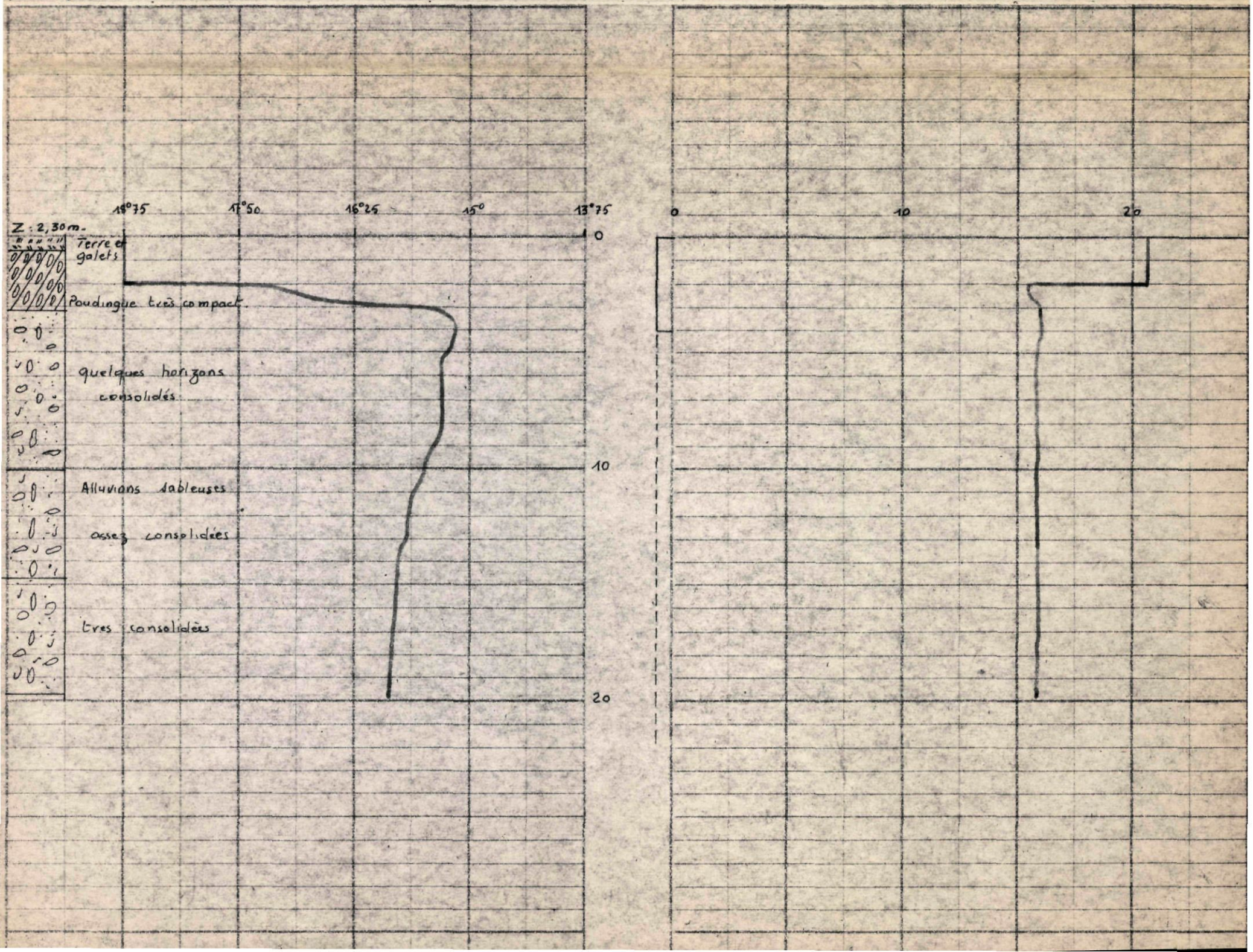
Commune : FOS-sur-MER — Département : Bouches-du-Rhône

Chantier : FOS-sur-MER — Forage : X 2

Date : 15-5-68 — Observations : .....

Dernier tubage :	Caractéristiques de la boue : .....
Sabot du tubage :	Remarques : .....
Diamètre du trou :	.....
Profondeur maximum. Sondeur :	.....
Profondeur maximum. Electrode :	.....
Hauteur carottée électriquement :	.....

Température		Résistivité de l'eau (ohms-m)



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de : .....

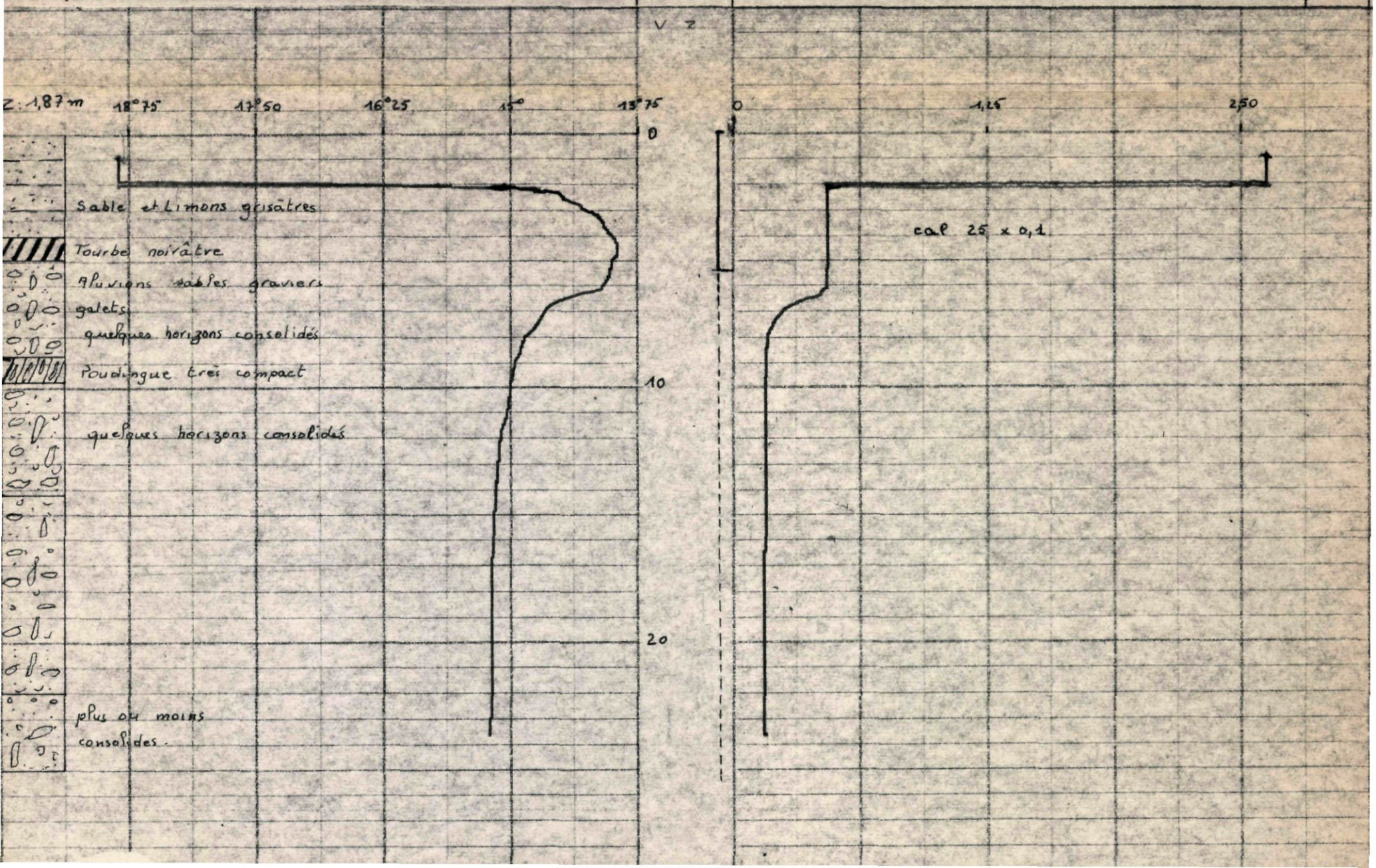
Commune : FOS-sur-MER — Département : Bouches-du-Rhône

Chantier : FOS-sur-MER — Forage : X.3

Date : 14-5-68 — Observations : .....

Dernier tubage :	Caractéristiques de la boue : .....
Sabot du tubage :	Remarques : .....
Diamètre du trou :	.....
Profondeur maximum. Sondeur :	.....
Profondeur maximum. Electrode :	.....
Hauteur carottée électriquement :	.....

Température		Résistivité de l'eau (ohms-m) →



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de : .....

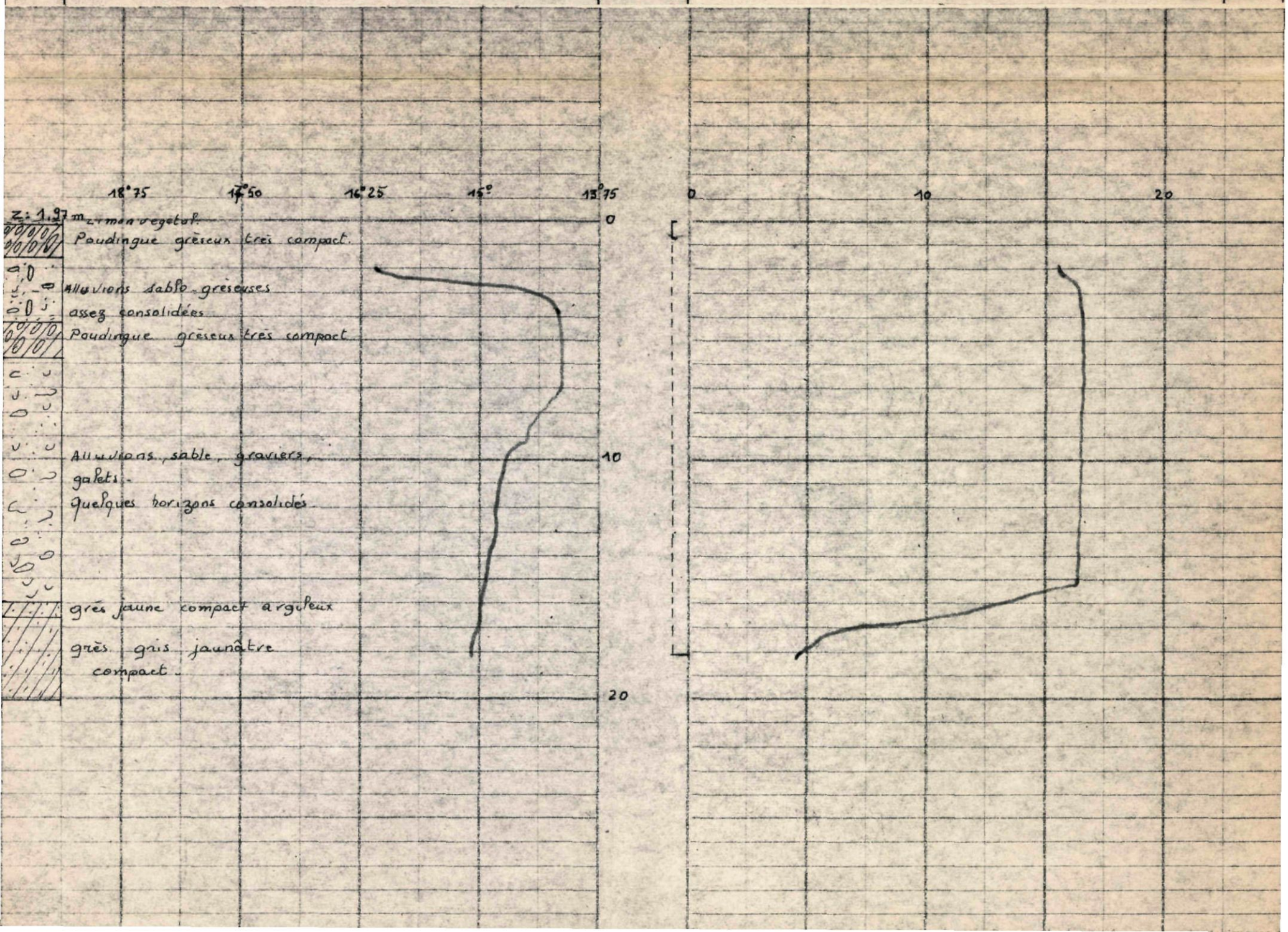
Commune : FOS-sur-MER — Département : Bouches-du-Rhône

Chantier : FOS-sur-MER — Forage : X.4

Date : 15-5-68 — Observations : .....

Dernier tubage :	Caractéristiques de la boue : .....
Sabot du tubage :	Remarques : .....
Diamètre du trou :	.....
Profondeur maximum. Sondeur :	.....
Profondeur maximum. Electrode :	.....
Hauteur carottée électriquement :	.....

Température		Résistivité de l'eau (ohms-m)



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil **WIDCO**

Travail effectué pour le compte de :

Commune : FOS-sur-MER — **Département :** Bouches-du-Rhône

Chantier : FOS-sur-MER — **Forage :** X.5

Date : 14-5-68 — **Observations :**

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

Hauteur carottée électriquement :

Caractéristiques de la boue :

Remarques :

Température		Résistivité de l'eau (ohms-m)

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Géophysique — **CAROTTAGE ELECTRIQUE** — Appareil WIDCO

Travail effectué pour le compte de :

Commune : FOS-sur-MER — Département : Bouches-du-Rhône

Chantier : FOS-sur-MER — Forage : Puits Caban

Date : 15-5-68 — Observations :

Dernier tubage :

Sabot du tubage :

Diamètre du trou :

Profondeur maximum. Sondeur :

Profondeur maximum. Electrode :

Hauteur carottée électriquement :

Caractéristiques de la boue :

Remarques :

V

Température		Résistivité de l'eau (ohms-m)

