

Ph. CHARBONNIER - G. DUROZOY - Cl. GOUVERNET -
J. MARGAT - avec la collaboration de B. DELLERY

Recherches hydrogéologiques dans la Crau.
Interprétation provisoire des résultats
de la première ligne de sondages. S1 à S 5.

18 octobre 1962



DSGR A20²

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES & MINIERES

74, rue de la Fédération
PARIS 15e

DEPARTEMENT DES SERVICES
GEOLOGIQUES REGIONAUX
Tél. SUF. 94.00

Service géologique régional
Provence-Corse

RECHERCHES HYDROGEOLOGIQUES
DANS LA CRAU

INTERPRETATION PROVISOIRE DES RESULTATS
DE LA PREMIERE LIGNE DE SONDAGES
(S₁ à S₅)

par

MM. Ph. CHARBONNIER - G. DUROZOY
Cl. GOUVERNET - J. MARGAT

avec la collaboration de B. DELLERY

Paris, le 18 octobre 1962

Table des Matières

	pages
Introduction	1
I - Données de la campagne géophysique	3
II - Données des sondages 1 à 5	4
III - Interprétation des profils B et C	6
IV - Résultat des essais de débit	6
Conclusion	8
- Implantation du forage de gros diamètre	
- Extention ultérieure des travaux de reconnaissance	
Bibliographie sommaire	10
Annexes 1 - 2 - 3 - 4 - 5 -	11

INTRODUCTION

L'étude hydrogéologique de la nappe des cailloutis de la Crau figurait en première urgence dans le projet de programme initial de l'Inventaire des ressources hydrauliques du Sud-Est établi par le BRGM en février 1962 (1). Le programme proposé alors était retenu. Il comprenait trois chapitres principaux :

- Etudes préliminaires (bilan des connaissances antérieures et documentation générale).
- Observations et mesures hydrologiques.
- Travaux de recherche, ce dernier se décomposant en une campagne de sondages de reconnaissance, une campagne de géophysique, des forages d'exploitation expérimentaux.

Les résultats de la campagne géophysique exécutée par le BRGM, en mai-juin 1962, ont été diffusés (Rapport DSGR.62.446, 9 août 1962).

Sur les sept sondages de reconnaissance, cinq ont été exécutés à ce jour et des essais de débit effectués sur eux.

(1) - Projet de programme initial de l'Inventaire des ressources hydrauliques du Sud-Est, DSGR.A.1948, 16 février 1962, par C. GOUVERNET - G. CORROY et J. MARGAT.

Les données des problèmes hydrogéologiques posés par l'étude spéciale de la nappe de la Crau ont été reprises dans le rapport DSGR.62.A14 "Rapport préliminaire sur les recherches hydrogéologiques dans la Crau pour l'alimentation en eau de la région de Fos" par G. DUROZOY et J. MARGAT du 14 août 1962.

Les résultats sont interprétés en liaison avec les données fournies par la campagne de géophysique. Seules les courbes caractéristiques - débit - rabattement - sont données ici. Les résultats des calculs de perméabilité et transmissivité seront donnés ultérieurement.

L'objet de ce rapport est principalement de réunir et confronter les données acquises au cours de la première phase des travaux de reconnaissance pour permettre d'implanter au mieux et de définir le programme précis des travaux de la phase qui suivra immédiatement : forage de gros diamètre et essai de pompage de longue durée.

I - DONNEES DE LA CAMPAGNE GEOPHYSIQUE

Son interprétation est basée sur une échelle des résistivités, somme de tous les résultats expérimentaux, pouvant être ultérieurement modifiée au vu des premiers résultats des sondages de reconnaissance.

L'échelle des résistivités adoptée était la suivante :

- Cailloutis secs	1400 Ω
- " mouillés	200 Ω
- " consolidés	300 Ω
- Sables et grès helvétiques (plus Tortonien éventuellement)	40-60 Ω
- Marnes helvétiques	9-10 Ω
- Burdigalien molasse pouvant descendre à	350 Ω 70 en profondeur
- Burdigalien marnes	20-25 Ω

L'hypothèse retenue était celle d'une surépaisseur locale de l'horizon à 200 Ω coïncidant avec une variation latérale du faciès du substratum (zones de discontinuité), pouvant être interprétée soit comme une faille, soit comme un surcreusement intéressant ce dernier.

La question n'était pas tranchée, le fait essentiel retenu étant la présence du surcreusement pouvant atteindre 40m.

De plus, l'adoption de l'échelle 200 Ω pour les cailloutis amenant à des évaluations d'épaisseur considérables de ceux-ci, il était admis que localement le substratum pouvait avoir une résistivité voisine de celle des cailloutis.

En fait les coupes interprétatives matérialisaient deux choses :

- des zones de discontinuité non interprétées en faille puisqu'elles intéressaient les cailloutis.
- des failles mettant en contact molasse burdigalienne, sables et grès tortoniens.

Ces dernières pouvant ne traduire que des variations latérales de résistivité d'un terrain de même âge, il semblait bien que seules devaient être retenues et considérées comme failles les "zones de discontinuité".

II - DONNEES DES SONDAGES 1 à 5

Les 5 sondages exécutés sur le profil D ont montré :

- un creusement accentué du substratum (Burdigalien) à l'est du profil entre les sondages électriques 16 et 26, correspondant assez bien à celui donné sur le profil d'interprétation (- 33m au lieu de - 43m au S4, - 39m au lieu de - 33m au S5)(1).

(1) - Les résistivités des couches successives et leurs épaisseurs doivent être déduites de la relation constatée entre la résistivité et la longueur de ligne d'envoi de courant. En fait on ne peut que calculer la relation entre la résistivité et cette longueur pour des couches de résistivité et d'épaisseur données et comparer (abaques) ; l'action d'une couche ne dépend pas de son épaisseur mais du rapport épaisseur-profondeur et les rapports de résistivité interviennent seuls.

- à l'ouest du sondage électrique 17 un alignement des cotes du contact alluvions-substratum (Helvétien). S2 et S3 ont touché ce substratum à une cote peu différente de celle donnée par le profil d'interprétation géophysique, S1 au contraire plus haut que prévu : il est probable qu'interviennent des variations de résistivité du substratum et que l'épaisseur des alluvions est quasi constante.

Il semble bien que la zone de discontinuité décelée par la géophysique corresponde à une faille. En effet, le pendage des couches miocènes de la bordure orientale de la Crau est connu. Il peut être mesuré sur le profil D, car les cotes du mur de la molasse blanche du Burdigalien supérieur sont connues par les données de la géophysique au sondage électrique 27 au voisinage des affleurements et au sondage mécanique S4. La résistivité de ce niveau est forte (étalonnage aux affleurements) et voisine de 100Ω sous le niveau statique ; à l'ouest de la faille supposée on n'a que des résistivités très inférieures ($50 - 60 \Omega$), devant correspondre aux marnes sableuses de l'Helvétien et les résistivités supérieures ($90 - 100 \Omega$) aux sondages électriques 12 à 15 sous les alluvions, traduiraient la présence à faible profondeur des molasses rousses de l'Helvétien. L'interprétation de la géophysique attribuait cet ensemble au Burdigalien (molasse blanche), mis en contact par faille avec l'Helvétien à l'ouest.

La même interprétation paraît valable pour les profils A, B et C.

III - INTERPRETATION DES PROFILS B et C

Si l'on admet l'hypothèse émise par l'un de nous (C.G.) concernant le drainage vers le NNW de la surface topographique antérieure au dépôt des cailloutis de la Crau, le fond de la dépression dans les cailloutis décelé par la géophysique serait, le long du profil C, à une cote absolue un peu inférieure à - 33m, soit une profondeur voisine de 43m entre les sondages électriques 15 et 20. La molasse burdigalienne serait à peu près totalement enlevée par l'érosion. La zone de surcreusement s'étendrait du sondage électrique 14 au sondage électrique 21.

La molasse blanche réapparaît sur le profil B, plus ou moins érodée. Le substratum serait creusé jusqu'à une profondeur de 46 ou 47m au droit du sondage électrique 17.

D'après l'interprétation géophysique la zone de surépaisseur des cailloutis serait très étendue (SE 9 à SE 21).

Les sondages mécaniques prévus se trouvent, l'un (S6) à l'extrémité ouest de cette zone (SE 11), l'autre voisin de l'aplomb du surcreusement maximal (SE 16).

IV - RESULTATS DES ESSAIS DE DEBIT

L'interprétation des essais de débit fera l'objet d'un rapport ultérieur (calculs des perméabilités et transmissivités).

Nous donnons seulement ici les courbes caractéristiques débit-rabattement des 5 forages. On notera les rabattements très faibles au regard de l'importance des débits (20 l/sec. avec un rabattement inférieur à 10cm) pour le forage 3.

C'est ce forage 3 qui donne les meilleurs débits ; viennent ensuite par ordre décroissant le S4, le S5, le S2 puis le S1. Ceci est en accord avec les résultats des essais de perméabilité LEFRANC exécutés en cours de forage : valeur de K (m/s) voisine de 10^{-4} - 10^{-5} pour le S1 et le S2, de 10^{-3} pour le S4 et le S5.

Seul le 3 a donné des valeurs de K de l'ordre de 10^{-2} pour une couche de gros galets épaisse de 6m ; malgré une épaisseur d'alluvions plus faible qu'au S5 et au S6 (substratum à 16m au S2 contre plus de 30m aux S5 et S6) sa capacité est la plus grande.

En dessous de ~ 15m à 20m les alluvions deviennent d'ailleurs beaucoup plus fines (valeur de perméabilité LEFRANC de l'ordre de 10^{-3} au S4, 10^{-4} au S5).

CONCLUSION

1 - Implantation du forage de gros diamètre.

Rappelons que son but essentiel est de déterminer les caractéristiques du terrain aquifère (perméabilité, transmissivité, coefficient d'emmagasinement) avec plus de rigueur et une plus grande extrapolabilité que lors des essais à faible débit, en vue d'évaluer le débit naturel de la nappe. On doit se placer dans la zone de perméabilité maximale ; le choix doit donc se porter soit sur S_3 , soit sur S_4 , ce dernier point présentant l'avantage de la plus grande puissance de nappe, (S_5 est trop près d'une limite de la nappe). L'altitude de la surface piézométrique libre en ce secteur (+ 2,4 m) laisse une marge de rabattement assez grande sans risque d'attirer l'eau salée. Théoriquement une charge d'environ + 0,6 m devrait suffire à S_4 pour maintenir l'eau douce jusqu'au substratum qui est à - 28 m : il conviendra donc de ne pas déterminer de rabattement supérieur à 1,8 m.

Les piézomètres, parmi lesquels on comptera le sondage S_4 lui-même, seront disposés à des distances de l'ordre de 5 m, 15 à 20 m, 50 à 60 m, deux d'entre eux étant situés sur un axe parallèle à la direction d'écoulement (filet d'eau superficiel de la nappe), à l'aval du forage.

2 - Extension ultérieure des travaux de reconnaissance.

Les travaux visés ici n'ont concerné qu'un peu plus du tiers du front de la nappe de la Crau. Les résultats obtenus sont d'ores et déjà assez probants - tant par géophysique que par forages pour que l'on puisse dès maintenant souligner l'intérêt de procéder

aussitôt qu'il sera possible à la deuxième tranche des recherches, telle qu'elle avait été envisagée dans le projet initial de l'étude. Mais à la lumière des données acquises, à la suite de la première tranche de travaux de reconnaissance et de l'étude générale de la nappe déjà fort avancée, on peut penser qu'il suffira d'étudier le reste du profil entamé, c'est-à-dire du front aval de la nappe libre de la Crau, sans procéder à des recherches en amont. Le volume total des travaux pourra ainsi être nettement inférieur à ce qui avait été estimé initialement.

o

o o

Bibliographie sommaire

- Ch. COMBALUZIER - Le Miocène de la Basse-Provence,
B.S.C.G.F. n° 182, T XXXV, 1932.
- G. DENIZOT - La Crau, la Camargue et l'Etang de Berre.
Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Marseille, T 11, 1939
- CL. GOUVERNET - Evolution géologique des relations Bas-Rhône -
Basse Durance pendant les temps pliocènes et
quaternaires. Imprimerie Lovis Jean, Gap.
- CL. GOUVERNET - Histoire géologique de la Crau
Salonensia 1er cahier, Salon de Provence,
janvier 1957.
- CL. GOUVERNET - 83 ème Congrès des sociétés savantes. 1958,
Excursion du 12 avril, livret guide.
- Carte géologique au 1/80.000, Feuille ARLES n° 234, 1940.

Liste des annexes

- Annexe 1 - Plan de situation des sondages électriques et des forages.
- Annexe 2 - 5 coupes de sondages.
- Annexe 3 - Interprétation géologique provisoire des données des sondages $S_1 - S_5$.
- Annexe 4 - Le Miocène de la bordure orientale de la Crau (coupe géologique).
- Annexe 5 - Débit des forages - courbes caractéristiques.

DSGR A.20²

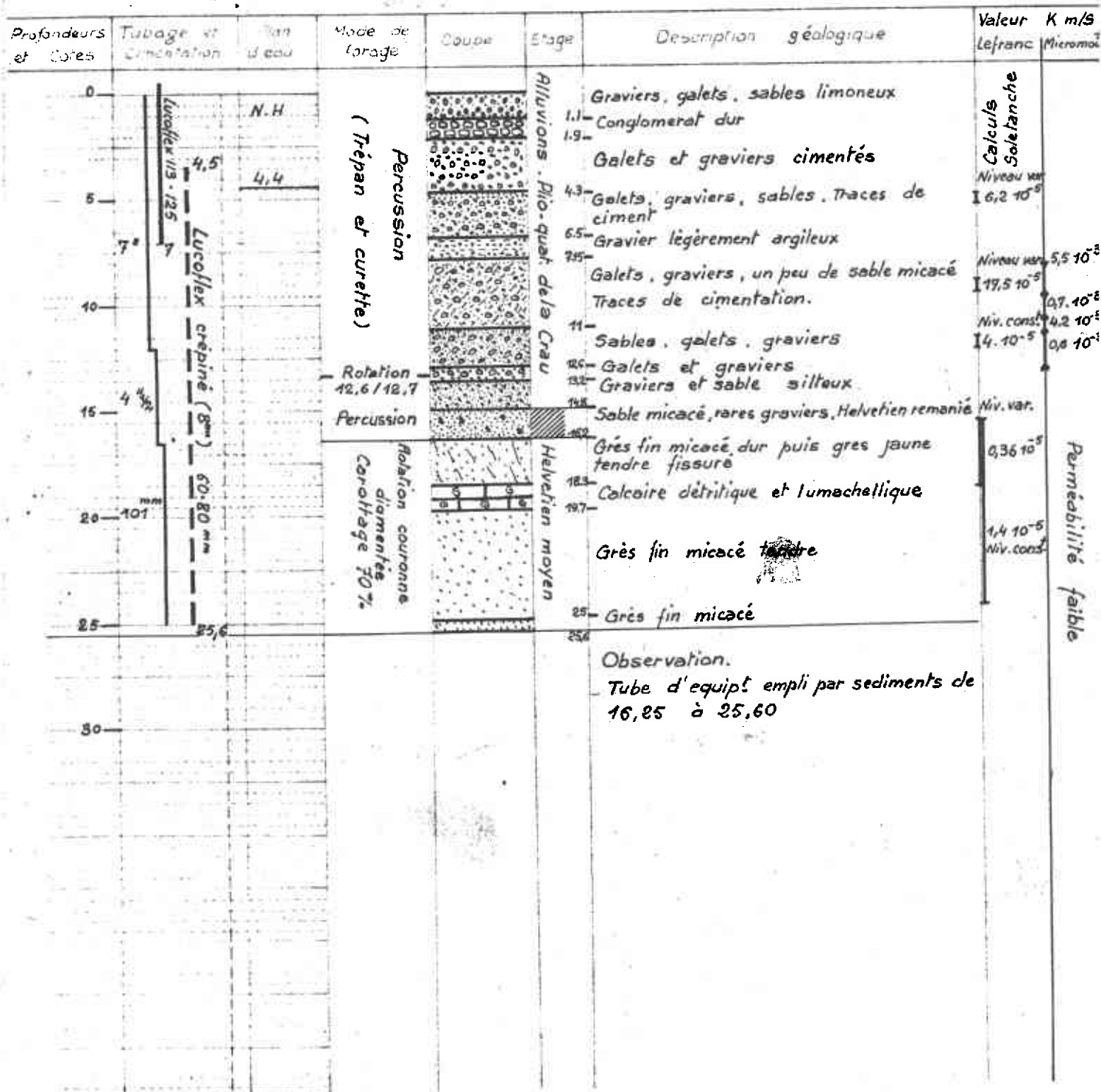
DÉPARTEMENT **BOUCHES-du-RHÔNE**

COMMUNE **FOS-sur-MER**

Indice de classement : **1019 3 68**

Désignation **Sondage n° 1 près du mas de la FOSSETTE** Cote du Sol (z) = **+ 6,10m**

Coupe établie par **Ph. CHARBONNIER**
Interprétation de **Ph. CHARBONNIER**



DÉPARTEMENT BOUCHES DU RHONE

COMMUNE FOS SUR MER

Indice de classement : 1019 3 69

Désignation FOS N° 2

Cote du Sol (z) = + 6,00m

Coupe établie par : P. CHARBONNIER

Interprétation de : P. CHARBONNIER

Profondeurs et Cotes	Tubage et Cimentation	Plan d'eau	Mode de forage	Coupe	Etage	Description géologique	Valeur de K m/s Lefranc	microns
0	113,325	N.H.	Percussion (Trepan et Curette)		Alluvions, Plio. Quatern. de la Crau	0,5 Gravier limoneux Conglomerat très dur	Niveau Constant	
	2,9					2,4 Gravier et galets, traces de cimentation		
5	3,5	4,30				4,3 Gravier et galets		
						6,3 Gravier et sables, q.q.s galets	18.10 ⁻³	2.10 ⁻⁵
						7,5 Gravier et sable argileux puis sable fin limoneux et gravier		26 ⁻⁵
10	60,80					9,2 Sable, gravier, q.q.s galets	13,5.10 ⁻³	
						10,7 Conglomerat très dur		
						12 Gros galets, traces de cimentation	descente 3.10 ⁻⁵	
15	40,1					13 Conglomerat	remontée 0,5.10 ⁻⁴	
	117,10		Rotation couronnée diamantée		Helv.	15 Sable jaune micacé q.q.s graviers (Helvetien remanié)		
						15,6 Grès tendre glauconieux verdâtre		
20						Observation 15,6 à 17,4: Helvetien moyen		
						Tube d'équipement rempli par sédiments de 11 à 17,4.		
25								
30								

Essais Lefranc : de 12,7 à 13,9

Calculs Soletanche : descente 0,03.10⁻³

remontée 0,13.10⁻³

Profondeurs et Cotes	Tubage et Cimentation	Niveau d'eau	Méthode de forage	Couche	Etage	Description géologique	Valeur de K m/s Le franc Microm
0		N.H.	Percussion (Trepan et curette)		Alluvions. Plio-quatern. de la Creuse	0,5 Galets et limon brun, rouge Conglomerat	
2,5						Galets, gravier, traces de cimentation	
3,4						Graviers et galets	$13 \cdot 7 \cdot 10^{-3}$
6,7						Gros galets, gravier, sable.	$11 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$
8,2						Sable et gravier	$4 \cdot 10^{-3}$
9,4						Galets et sable	$11 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$
10,7						Galets	$11 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$
11,4						Gravier et galets	$50 \cdot 10^{-3}$
13,8						Gravier et sable, q.q.s galets	très faible
16,4						Sable silteux micacé, q.q.s galets	
18						Grès verdâtre glauconieux à passées de grès sableux fin.	
21			Rotation		Helv.		
Observations						16,4 à 18 : Helvetien remanié Equip: Lucoflex 113 / 125 jusqu'à 15,85 60 / 72 15 à 21	

Profondeurs et Cotes	Tubage et Cimentation	Plan d'eau	Mode de forage	Coupe	Etage	Description géologique	Perméabilité	
							Lefranc	Micromm
0		N.H	Percussion. (Trépan et curette)		Alluvions Plio-Quaternaire de la Crau	Limon rouge, graviers et galets		
	2,9	2,5				0,5 Conglomerat		
						1,6 Galets et graviers		
						2,2		
5	15,125						Graviers, sable et quelques galets	$9 \cdot 10^{-3}$
7								$0,8 \cdot 10^{-3}$
10								$4 \cdot 10^{-3}$
15	16,50						10,3 Galets et sable	$12 \cdot 10^{-3}$
	16,50						11,5 Gravier fin et sable	
							12,5 Galets, gravier et sable	
							13,9 Galets et gravier	
							15,2 Gravier et traces charbonneuses	$16 \cdot 10^{-3}$
							17,9	
20							Gravier, sable grossier un peu de silt	$29 \cdot 10^{-3}$
25	52,70						23,4 Gravier et sable fin	$32,5 \cdot 10^{-3}$
				24,2				
30				Gravier sable et silt				
33,2				32,2 Gravier, sable, galets	$152 \cdot 10^{-3}$			
35	101		Rotation Couronne diamant	33,2 Calcaire lumachelique détritique blanc	$1,6 \cdot 10^{-5}$			
				35,6 Grès fin micacé jaunâtre				
				36,2				
Observations								
Dépôt de sable après equipt de 15,70 à 36,20, dégagé ultérieurement par pompage jusqu'à 35.								

DÉPARTEMENT BOUCHES-du-RHÔNE

COMMUNE FOS-sur-MER

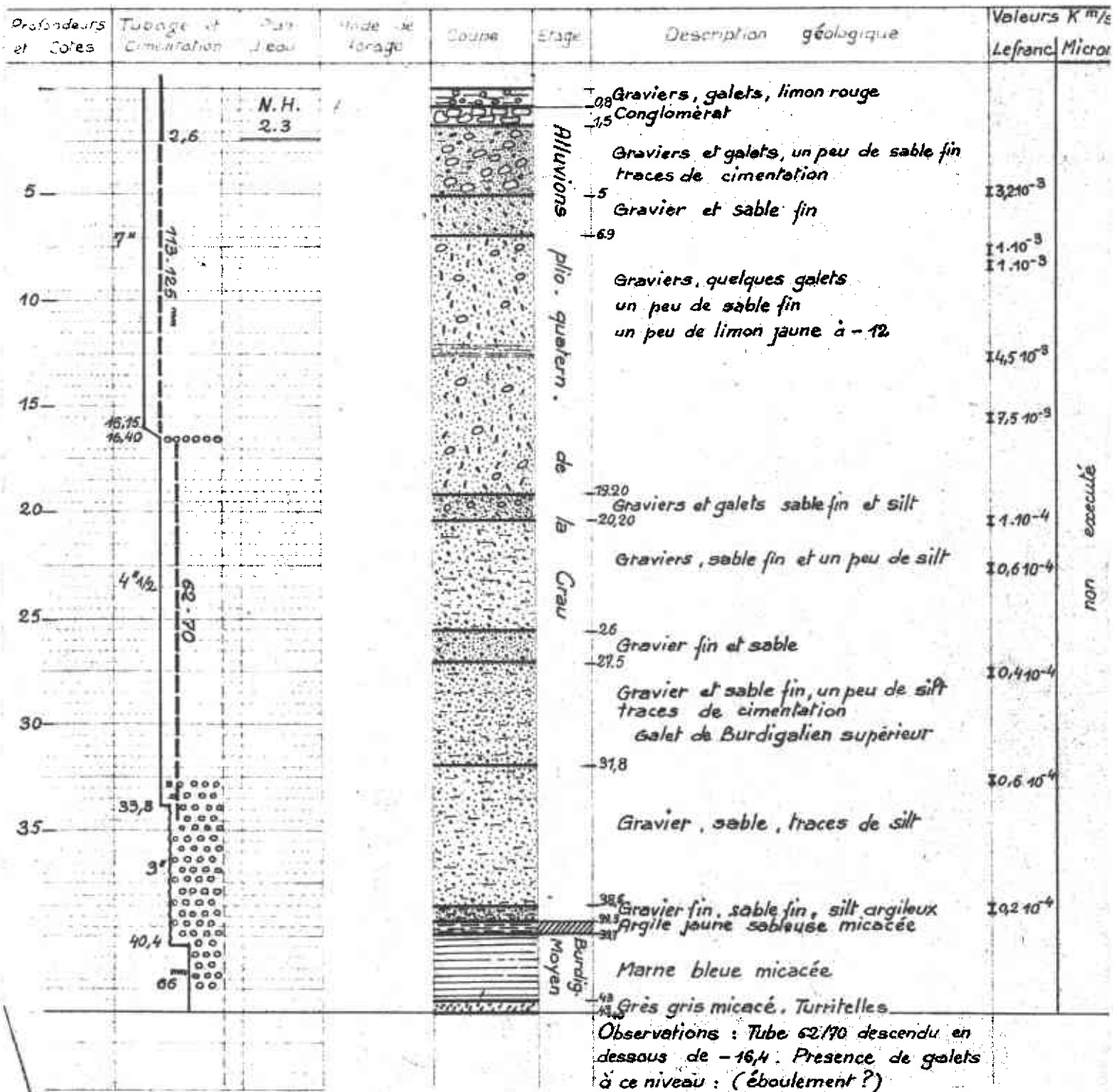
Indice de classement : 1019 7 38

Désignation Forage n° 5

Cote du Sol (z) = + 5,00m

Coupe établie par : Ch. CHARBONNIER

Interprétation de : Ch. CHARBONNIER



Miocène de la bordure sud-orientale de la CRAU

Echelle :
0 10 m

		Localisation des mesures d'épaisseurs	
TORTONNIEN		Calcaire lumachellique et détritique roux à <i>Chlamys scabriuscula</i> . Intercalations de grès sableux jaune	Bayanne
		Alternance de grès tendre et de bancs de calc. lumachelliques et détritiques nombreuses coquilles de <i>Chlamys scabriuscula</i>	Bayanne
HELVETIEN	Molasse rousse	Grès tendre et calcaire gréseux lumachellique et détritique	Bayanne
	"Schlier"	Marne micacée plus ou moins sableuse jaune clair.	Bayanne et Montmejean
	Molasse rousse	Grès fin et calc. lumachellique et détritique	
	"Schlier"	Marnes plus ou moins sableuse et micacée bleue à la base, jaune au sommet	Tuileries de Montmejean et Bayanne
		Rares Unios	
	Molasse rousse	Calcaire gréseux lumachellique et détritique roux à stratification entrecroisée Dents de Squales.	Castellan.
	"Safre"	Sable fin, jaune et micacé. Bancs de grès fins plus nombreux au sommet	Castellan
Burdigalien	"Schlier"	Sable argileux micacé bleuâtre	Castellan
	sup. Molasse blanche	Calcaires blancs lumachelliques 2 niveaux plus sableux à <i>Pecten</i> , <i>Ziziniæ</i> , et <i>Ostrea squarrosa</i> .	
	moy.	Grès tendres coquilliers marneux glauconieux.	Bateau de Suffren
Bégudien (Cret. Sup.)		Turritelles Molasse grumeleuse à gros bivalves. Argilites rouges	

