

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES ET MINIERES
74, rue de la Fédération
PARIS 15°

DEPARTEMENT DES SERVICES
GEOLOGIQUES REGIONAUX
Service géologique régional
Provence Corse
16, Bd. Pèbre - MARSEILLE 8°

FACULTE DES SCIENCES
DE MARSEILLE

Laboratoire
de géologie appliquée

ESQUISSE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN DE GARDANNE
(Bouches-du-Rhône)

PROGRAMME DE RECONNAISSANCE DE LA
NAPPE DU JURASSIQUE

par

G. DUROZOY CI. GOUVERNET



DSGR.66.A 45

Marseille, le 2 mai 1966

RESUME

Ce rapport établi dans le cadre de l'inventaire des ressources hydrauliques de la France (Convention BRGM - Direction des mines) rappelle les connaissances acquises sur l'hydrogéologie du bassin de Gardanne qui ont été exposées dans un rapport plus général⁽¹⁾. Il précise, d'autre part, les problèmes économiques posés et propose un programme de reconnaissance par sondage.

Le développement du secteur industriel de Gardanne nécessite un accroissement du volume d'eau distribuée ; celui-ci est fourni d'une part par des exhaures à partir des niveaux exploités pour la houille et, d'autre part, par des pompages sur un puits profond jadis envahi, lors du fonçage en vue de l'exploitation charbonnière, par des venues d'eau très importantes en provenance vraisemblablement des calcaires jurassiques présents en profondeur sous les couches plus récentes.

D'autre part, l'extension vers l'est de l'exploitation du bassin lignitifère a de tous temps été freinée, au-delà d'une certaine limite, par des venues d'eau très importantes ; les études effectuées n'ont pu encore établir avec certitude l'origine - vraisemblablement jurassique - de ces eaux.

(1) G. DURCZOY, Cl. GOUVERNET, G. GUIEU, E. SAUZEDDE - "Le Bassin de Gardanne (B. du Rh.). Nouvelles données sur l'hydrogéologie et compléments d'études possibles". - BRGM DSGR 66 A 35 - 15 avril 1966.

Aucun ouvrage n'ayant jamais atteint les calcaires jurassiques sous leur couverture, on voit l'intérêt d'un sondage qui pénétrerait dans cette formation et pourrait mettre en évidence la nappe y circulant selon toutes vraisemblances et permettre d'en tester les possibilités.

Parallèlement devraient être complétées les données générales sur l'hydrogéologie du bassin.

o

o

o

Table des matières

RESUME

1	- LE BASSIN DE GARDANNE - SITUATION GENERALE	p. 1
2	- GEOLOGIE	p. 1
	21 - Stratigraphie	
	22 - Tectonique	p. 2
3	- HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DE GARDANNE	p. 3
	31 - Bégudien	
	32 - Fuvélien	
	33 - Santonien et Urgonien	p. 4
	34 - Jurassique	p. 5
4	- HYPOTHESES SUR LES CIRCULATIONS DANS LE JURASSIQUE	p. 6
5	- LES DONNEES ACTUELLES	p. 7
6	- LES DONNEES ACQUISES	p. 9
7	- CONCLUSIONS	p. 11

1 - LE BASSIN DE GARDANNE - SITUATION GENERALE fig. 1 et 2

Entre Aix et Marseille, le bassin de Gardanne est enserré entre les chaînes de la Sainte Victoire au nord et de l'Etoile au sud. Les prolongements de ces deux chaînes, Forêt de Pourrières au nord-est, Mont Aurélien au sud-est, ferment ce bassin dans la partie orientale, alors que les collines de Meyreuil le séparent de la dépression d'Aix au nord-ouest; ses dimensions sont d'environ 25 km sur 12. Géologiquement le bassin correspond à un synclinal de terrains d'âge crétacé supérieur - éocène, d'origine surtout continentale, discordants sur une série marine essentiellement calcaire d'âge jurassique - crétacé inférieur, redressée à la verticale au nord et fortement chevauchante au sud.

Des niveaux de charbon au sein de la série continentale sont activement exploités par les Houillères de Provence.

2 - GEOLOGIE

21 - Stratigraphie

La succession des terrains est la suivante :

Sédiments marins

- | | |
|------------------|--|
| Infralias | - Calcaires et dolomies quelques passées marne |
| Lias | - Calcaires jaunes à silex. Epaisseur 100 à 200 m (plus épais sur la bordure nord). |
| Jurassique moyen | - Calcaires marneux et calcaires à niches 250 m. |
| Jurassique sup. | - Au nord calcaires massifs et dolomies.
Au sud calcaires marneux à la base, épaisseur 350 à 400 m. |

- Crétacé inférieur** - Au nord marnes calcaires marneux et calcaires du Valanginien. Hauterivien et Urgonien absents. Au sud Valanginien calcaire, Hauterivien calcaire avec intercalations noduleuses (160 à 200 m) et Urgonien calcaire (peu épais).
- Crétacé moyen** - Calcaires intercalés de lits noduleux à silex et grés glauconieux, peu épais et présents seulement au sud.
- Crétacé supérieur** - (Santonien) calcaires grumeleux présents seulement sur la bordure sud.

Sédiments fluviolacustres

- Crétacé supérieur** - Au nord il repose en discordance sur le Crétacé inférieur et le Jurassique et comprend à la partie supérieure des brèches au flanc sud de la Sainte Victoire. Au sud il comprend des argiles, grés, calcaires noduleux et marneux (Valdonnien 70 m) surmontés par des calcaires et calcaires marneux à lignites (Fuvellien 250 m) puis des grés, marnes gréseuses et calcaires pisolithiques (Béguvien et Rognacien inférieur 300 m) et des calcaires (Rognacien 200 m).

22 - Tectonique

L'histoire géologique du bassin de Gardanne n'est marquée, jusqu'au début du Crétacé inférieur, que par des retraits, quelquefois localisés, de la mer, sans mouvements orogéniques notables ; ceux-ci débutent au Maestrichtien (Béguvien) ; sur les pentes des ébauches plissées s'accumulent des brèches. Le paroxysme se situe à la fin de l'Eocène. Un réajustement des structures se fait à l'Oligocène, puis à la fin du Miocène ; sous l'influence de l'orogénèse alpine des mouvements épirogéniques se produisent, surtout à l'ouest de la Sainte Victoire.

3 - HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DE GARDANNE

Celle-ci a été exposé dans un précédent rapport. On donnera ici seulement les grandes lignes, en tenant compte des données acquises par les deux sondages de reconnaissance profonde récemment exécutés par les Houillères du bassin de Provence.

31 - Béguvien

Il est constitué de grés, de calcaires et de marnes. Les grés sont perméables en petits ; les calcaires peu tectonisés, donc peu fissurés, ne donnent lieu qu'à de faibles venues d'eau. Les puits d'exploitation, qui ont traversé cet étage, n'y ont jamais rencontré de débit important. Cependant l'un des deux sondages récemment exécutés⁽¹⁾ (S 1 au nord-ouest du bassin) a rencontré, dans des bancs de grés, des arrivées d'eau successives (totalisant 230 m³/h), artésiennes (niveau piézométrique + 225, température 14°). Le rôle des niveaux gréseux, plus développés dans le secteur nord-ouest, semble évident. Le Béguvien est normalement drainé par l'Arc et les galeries d'exhaures des travaux miniers le traversent (galerie Desfarges cote 214 au nord-est).

32 - Fuvélien

Constitué par des alternances de calcaires et de marnes, et de calcaires et couches de lignite vers la base, il est aquifère dans les zones fissurées, tectonisées.

C'est ainsi que le sondage S 2, récemment exécuté au nord-ouest de Fuveau, a eu de nombreuses pertes d'injection à la traversée

(1) - Voir coupes fig. 3 et 4.

de l'étage⁽¹⁾, alors que le S 1 n'en a pas eu. Le premier est, en effet, dans une zone où le Fuvelien est affecté de nombreuses cassures, révélées par les anciens travaux miniers dans le secteur à l'est de Fuveau, disposées en étoile autour du bombement du Regagnas ; les essais d'exploitation dans cette zone ont été arrêtés par des venues d'eau importantes, liées à l'existence de fractures ouvertes en surface et appelées "partens". La galerie d'exhaure, exécutée alors (galerie de Fuveau débouchant à la cote 300), a débité 300 l/sec en moyenne et jusqu'à 1.250 en hautes eaux. Plus à l'est au contraire (zone de Trets) et surtout plus à l'ouest (zone de Gardanne) les venues d'eau dans les niveaux exploités n'ont jamais été considérables ; elles sont évacuées directement à la mer à Marseille par une galerie de 15 km, partant à la cote 30, débitant environ 450 l/sec à la sortie du bassin minier ; une partie de ce débit provient des anciens travaux de la zone centrale.

Dans toutes les zones, une relation paraît être établie entre l'augmentation des venues d'eau et les chutes de pluie abondantes avec un délai de répercussion (transmission de pression) assez court.

33 - Santonien et Urgonien

Ces deux étages, comprenant l'un des calcaires et des grès et l'autre des calcaires cristallins, sont séparés par un niveau de transgression où se localisent des poches de bauxite. Les sondages S 1 (qui a rencontré des formations bauxitiques) et S 2 ont montré que l'Urgonien - ayant subi une émergence, donc érodé ou karstifié) était beaucoup plus fissuré que le Santonien.

(1) Niveau piézométrique environ + 13, en liaison avec les rabattements opérés dans le Fuvelien par les travaux miniers.

Cet ensemble calcaire est séparé du Fuvélien par le Valdonnien (marnes et calcaires marneux) qui constitue un écran imperméable épais de 70 m. Des venues d'eau importantes ont été rencontrées par les deux sondages dans l'Urgonien ; la température est élevée (31°6), le niveau piézométrique de + 191 au S 1, + 174 au S 2. Ceci semble impliquer (sous réserve de l'exactitude des mesures - test Dowell-Schlumberger) des circulations du nord vers le sud ; si d'une part les affleurements, d'ailleurs très restreints au sud, n'existent plus au nord du bassin, il faut donc faire intervenir un relai qui ne peut se faire qu'à partir du Jurassique et - sauf faille importante - seulement dans le nord du bassin, là où le Néocomien calcaire n'interpose plus d'écran ainsi que cela existe au sud du bassin où le Néocomien est marneux.

34 - Jurassique

On vient de voir qu'il était vraisemblablement à l'origine des venues d'eau en charge rencontrées dans l'Urgonien. Il affleure, en effet, largement au nord (chaîne de la Sainte Victoire) avec comme seul exutoire apparent la source des Pinchinats à Aix (par relai dans le Pontien) et au nord-est dans le massif de Pourrières où se trouve l'importante source vaclusienne de l'Argens (débit de l'ordre du m³/s). Les chaînes jurassiques méridionales (Regagnas-Etoile) n'ont pas d'exutoire apparent (la seconde est en partie drainée par la galerie d'exhaure des charbonnages qui la traverse).

On a pensé que l'Urgonien pouvait seul être à l'origine des venues d'eau rencontrées dans les anciens ouvrages profonds, puits de l'Arc et sondage Peynier (entre Fuveau et Trets) dans la partie orientale du bassin. (fig. 1).

Le premier, en 1918, fut envahi et rendu inutilisable par une venue d'eau de 1,5 m³/s, rencontrée à 425 m dans les couches à lignite d'une pression de 1 atmosphère au sol (cote du sol 220,6), la température de l'eau est de 18°.

Le second, en 1879, avait rencontré à - 315 (cote au sol 231) une venue d'eau importante, tiède, artésienne, dont le débit à l'extérieur a pu atteindre, après des périodes pluvieuses 60 l/s. Sur le puits de l'Arc des essais de pompage de longue durée, exécutés en novembre et décembre 1962, au débit de 420 l/s, ont provoqué une baisse totale de 11 m mais, malgré l'importance du volume d'eau prélevée, la courbe de tarissement a été ensuite la même que celle qu'on aurait enregistrées si ce prélèvement n'avait pas eu lieu (courbe parallèle à celle enregistrée l'année précédente, compte tenu de la pluviométrie).

Pour tenter de mettre en évidence le rôle du Jurassique dans ces venues d'eau profonde, diverses études furent entreprises et diverses hypothèses élaborées.

4 - HYPOTHESES SUR LES CIRCULATIONS DANS LE JURASSIQUE

Les débits considérables extraits du puits de l'Arc (420 l/s. en essai de débit de longue durée⁽¹⁾) avaient conduit à conclure (G. Corroy op. cit.) qu'ils étaient "en relation avec un réservoir souterrain important dont l'alimentation (était) en rapport étroit avec les pluies tombant sur la partie du bassin sud-est de Fuveau". La température invariable de 18° était considérée comme témoignant de la profondeur du gîte et le délai de répercussion peu important (de l'ordre d'une quinzaine de jours) des chutes de pluie,⁽²⁾ d'une origine peu lointaine de l'impluvium (versant montagneux du sud-est du bassin de Fuveau).

-
- (1) Ce débit couvre juste les besoins actuels de la Centrale thermique de Gardanne, du groupe supplémentaire prévu et de l'usine de Péchinney, dont les besoins ne sont pas ainsi complètement satisfaits. Les débits nécessaires sont de l'ordre de 800 l/s.
 - (2) considéré comme un apport d'eau il faut faire intervenir une augmentation de la charge par transmission de pression. En fait, le débit important de l'exhaure ou des venues d'eau n'indique rien sur l'importance de l'alimentation ; ce sont deux notions distinctes tant que le système ne fonctionne pas en régime permanent.

Une étude chimique des eaux recueillies aux exutoires du bassin et dans les travaux miniers avait amené A. Vandenberghe (op. cit.) à faire intervenir une suralimentation du Fuvélien par des circulations karstiques dans le Jurassique sous jacent. En effet, ces analyses semblaient permettre de différencier les eaux infiltrées sur le Bégudien, sur le Fuvélien et d'établir une parenté entre les eaux issues directement du Jurassique (sources captées pour Pourcieux) et les eaux du puits de l'Arc et de la galerie Desfarges. La remontée des eaux circulant en profondeur dans le karst jurassique pouvant s'opérer alors à la faveur de failles ou cassures dans le Fuvélien de la zone des partens (entre Fuveau et Trets).

Deux hypothèses, on l'a vu, étaient émises pour expliquer l'absence de venues d'eau en provenance de Jurassique à l'ouest du méridien de Fuveau ; d'une part le karst ayant existé dans le Jurassique avant le dépôt du Fuvélien et du Bégudien (paléokarst) avait pu se trouver colmaté dans cette zone par précipitation des carbonates ; d'autre part la présence d'un Crétacé inférieur marneux, n'existant pas à l'est de Fuveau et constituant un écran imperméable, pouvait empêcher toute communication. C'est à la première hypothèse qu'était attachée la plus grande importance.

5 - LES DONNEES ACTUELLES

Les études et travaux entrepris, notamment les deux sondages profonds S 1 et S 2 exécutés en 1965, ont apporté de très importantes précisions :

ont été mis en évidence, en effet, les rôles d'écrans joués, d'une part par le Valdonnien argileux, entre le Fuvélien et l'Urgonien, et, d'autre part, le Néocomien marno-salcaire entre l'Urgonien et

le Jurassique. Ceci établit l'indépendance des circulations dans le Fuvélien - liées aux seuls affleurements de cet étage - par rapport à des venues possibles de l'Urgonien (présence du Valdennien) et a fortiori du Jurassique, du fait de la présence du Néocomien. Il n'est plus besoin de faire appel au rôle d'un karst jurassique colmaté dans la moitié occidentale du bassin de Gardanne. Mais tout ceci n'est valable qu'à l'ouest du méridien du Fuveau (et sous réserve de l'absence de fractures importantes pouvant établir des intercommunications) car à l'est (flanc nord du Regagnas) l'Urgonien ne paraît plus exister et on ne connaît pas la limite d'extension du Néocomien marneux vers l'est (il est calcaire au nord) et on sait qu'à l'est de Fuveau le rôle d'écran joué par le Valdennien cesse du fait de la présence de nombreuses cassures.

- l'origine des eaux rencontrées dans le Fuvélien de la partie orientale du bassin n'est pas complètement éclaircie ; celles-ci paraissent raisonnablement devoir être mises en relation avec les affleurements fuvéliens eux-mêmes, au moins pour la plus grande part, une suralimentation par le Jurassique du Regagnas étant possible grâce aux fractures affectant le Fuvélien.

• Mais l'origine des eaux du puits de l'Arc et le rôle des circulations probables dans le Jurassique ne sont toujours pas éclaircies.

L'hypothèse de circulations (vraisemblables) dans le Jurassique ne s'appuie que sur les faits suivants :

- débit considérable du puits de l'Arc qui paraît ne pouvoir être mis en relation qu'avec des circulations en grand dans un massif calcaire étendu donc Jurassique.

- . niveaux des rencontres des venues d'eau, de niveaux piézométriques voisins (231), au puits de l'Arc et au sondage Peynier, se situant à la base du Fuvélien; celles-ci n'ont pu se produire que grâce aux fractures qui ont affecté le Valdonnien dans ce secteur et sont en liaison avec des niveaux infra-valdonniens, qui - en l'absence très probable de l'Urgonien dans ce secteur - ne peuvent être que jurassiques.

A noter que la faible thermalité des eaux du puits de l'Arc n'est pas en faveur d'une origine lointaine et profonde (celle du sondage Peynier est plus élevée).

L'analyse chimique des eaux prélevées dans l'Urgonien aux sondages S 1 et S 2 n'a pas permis de rapporter celles-ci à un groupe quelconque des eaux connues dans le bassin de Gardanne, bien que ce soit de celles du puits de l'Arc qu'elles sont le moins éloignées.

6 - LES DONNEES ACQUISES

Il reste donc à connaître, dans le secteur oriental du bassin de Gardanne :

- . la cote piézométrique des eaux circulant dans le Fuvélien, leur température et leur composition chimique.
- . la présence ou l'absence d'Urgonien
- . la nature du Néocomien
- . la cote piézométrique des eaux circulant dans le Jurassique, leur température et leur composition chimique.
- . le degré de fissuration et de karstification du Jurassique.

Un sondage de reconnaissance est nécessaire pour cela. Le programme d'un tel sondage est donné en annexe.

En outre, pour résoudre les problèmes posés il serait nécessaire de compléter les données actuellement acquises sur l'hydrogéologie du bassin de Gardanne pour parvenir, en particulier, à l'établissement d'un bilan.

Ces études complémentaires devraient porter sur les points suivants :

- . inventaire des points d'eau existant dans les limites du bassin (puits, sources, forages) et des exutoires des massifs jurassiques à la périphérie du bassin ; jaugeages.
- . jaugeages des débits de l'Arc à la sortie du bassin au nord-est de Meyreuil.
- . études des débits d'exhaure en relation avec la pluviométrie.
- . compléments d'étude sur la chimie des eaux et la température.
- . en outre, en ce qui concerne la géologie, les précisions d'ordre stratigraphique ou tectonique récemment recueillies par les géologues de l'Université de Marseille devraient être utilisées pour l'établissement de coupes stratigraphiques détaillées et de coupes structurales précises.

7 - CONCLUSIONS

Deux problèmes économiques se posent dans le bassin de Gardanne :

- d'une part la nécessité d'étendre les exploitations charbonnières vers l'est en direction du méridien du Fuveau au-delà duquel l'importance des venues d'eau a empêché, jusqu'ici toute exploitation dans le Fuvélien.
- d'autre part la nécessité de disposer en permanence, pour l'alimentation des groupes de la centrale thermique de Gardanne et de l'usine de traitement de la bauxite de Péchiney, des 400 l/s. fournies par le puits de l'Arc et, si possible, d'un débit supplémentaire.

Dans un cas comme dans l'autre les venues d'eau paraissent en relation, directement ou indirectement, avec les circulations devant exister dans le Jurassique sous-jacent.

La résolution des deux problèmes est donc liée à la connaissance du mécanisme des circulations dans le Jurassique sur lesquelles on ne possède encore aucune donnée certaine.

Un sondage de reconnaissance profond destiné à reconnaître et à tester ces ressources est donc nécessaire.

Il importe en outre de compléter les données hydrogéologiques acquises actuellement sur le bassin de Gardanne (géologie, jaugeages, climatologie, chimie des eaux) afin d'être en mesure d'établir un bilan hydrologique du bassin.

La reconnaissance peut mettre en évidence des ressources susceptibles d'être ultérieurement exploitées, mais, en tout état de cause, celle-ci ne pourrait se faire que si elle n'exerce aucune influence sur le débit du puits de l'Arc dont dépend l'alimentation du complexe industriel de Gardanne.

A N N E X E

PROGRAMME SOMMAIRE DE SONDAGE DE RECONNAISSANCE

Ce programme doit tenir compte de la présence de fractures très importantes dans le Fuvelien dans la zone située à l'est de RN 96 (faisceau de failles de Fuveau) - des circulations faciles sur de longues distances existant à ce niveau - et de leurs relations établies avec les travaux miniers existant à l'ouest. Il est donc essentiel que toutes les dispositions soient prises pour qu'un sondage au Jurassique (ou des circulations très importantes existent a priori) ne puissent établir de communication entre ce dernier étage, ni d'ailleurs entre l'Urgonien et le Fuvelien.

Le sondage à envisager en carottage continu, mais qui pourrait être exécuté en rotary jusqu'au niveau des exploitations charbonnières, devra donc être descendu dans le Bégudien puis le Fuvelien, avec passage au carottage éventuel si les pertes sont trop importantes, tubé à la base de ce niveau, descendu jusqu'à l'Hauterivien, et, selon l'importance des venues d'eau dans l'Urgonien, tubé ou non, pour reconnaître ensuite la totalité du Crétacé inférieur et le Jurassique.

L'emplacement du forage est à prévoir dans la zone de fractures de Fuveau et à l'est de la limite que paraît constituer la RN 96, c'est-à-dire entre le S 2 et le puits de l'Arc. On est ici dans la zone d'activité du karst jurassique et dans une région fracturée où il est possible également que le Crétacé inférieur (Valanginien - Hauterivien) soit réduit ou inexistant.

La profondeur à prévoir est de 1.000 m minimum. Les techniques nécessaires devront être prévues pour, en fin de forage, isoler avec toute la sécurité nécessaire l'ensemble Urgonien Jurassique à moins que les tubages ne soient conservés en cas d'utilisation éventuelle du forage. La dépense à prévoir est de l'ordre de 600.000 F

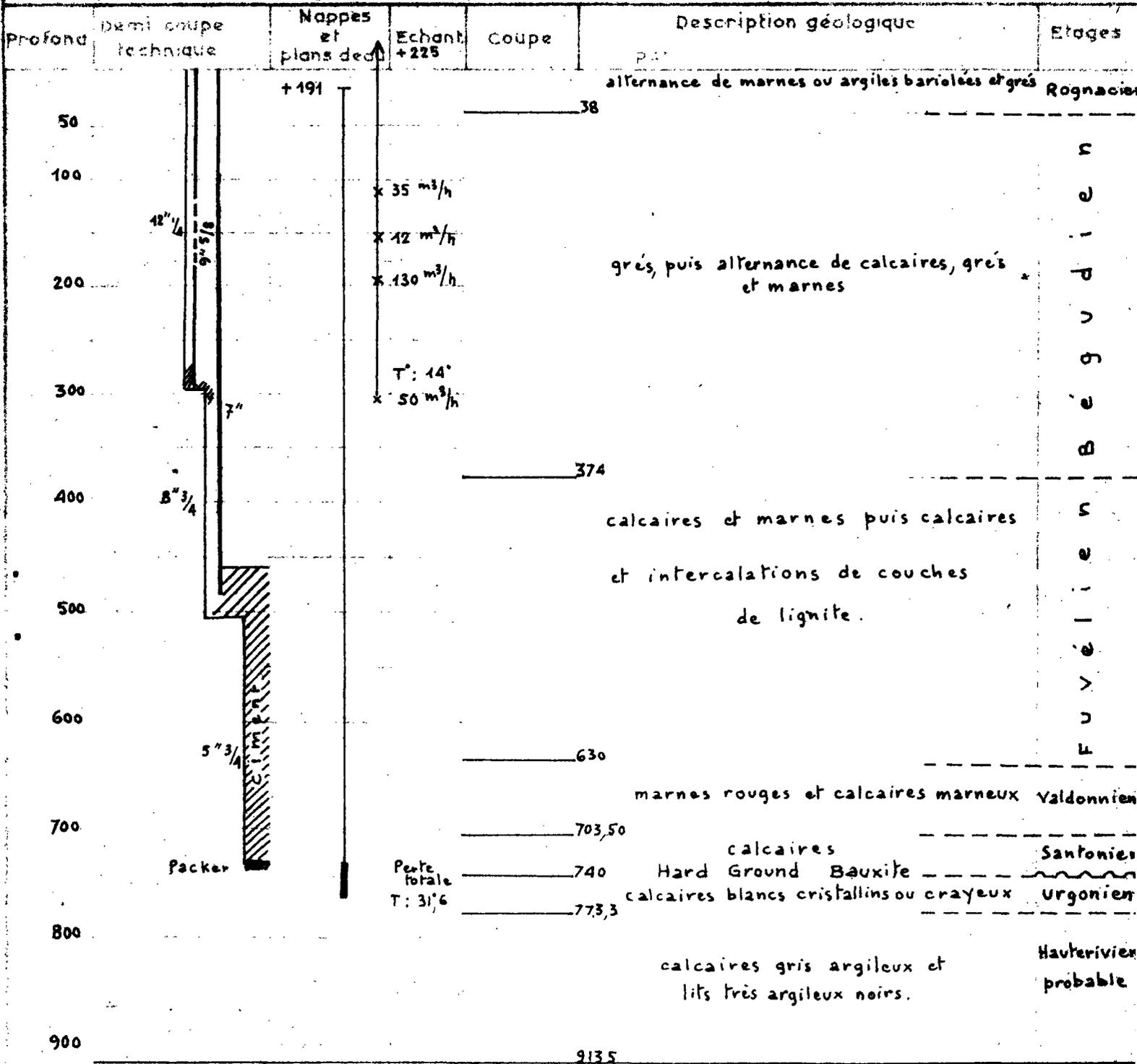
DEPARTEMENT : Bouches du Rhône COMMUNE : FUYEAU

Désignation : S.1 "les Roquettes" Date d'exécution : 10/2-7/5/65

Interprétation de M. Houillères de Provence

Index de classement : 1021 2 12

X 857,510
Y 135,425
Z + 204,800

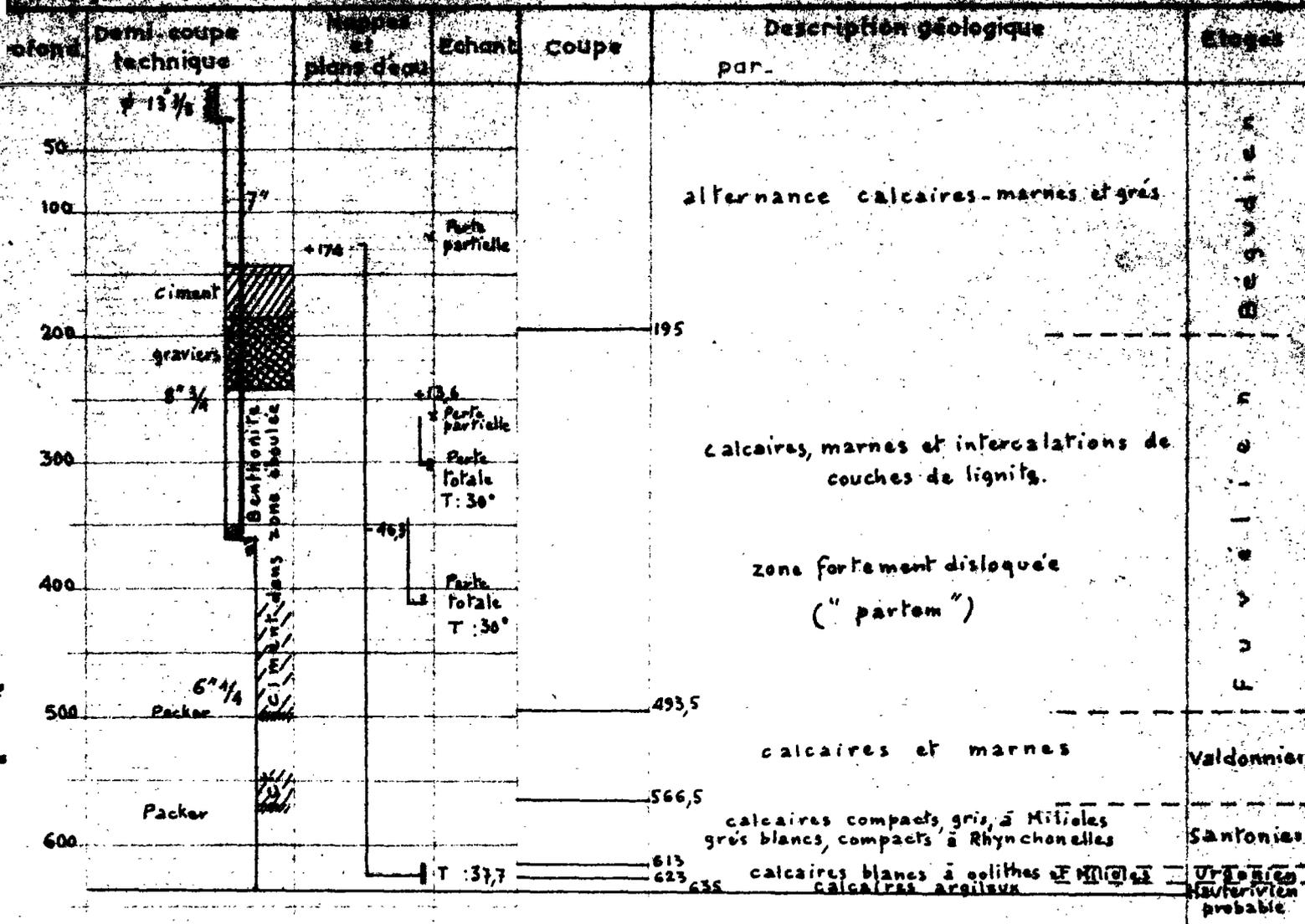


Procédé de forage : rotary carottage après 600 m.

Entreprise : le Forage Rationnel.

Arrêté le : 7 Mai 1965.

Fig. 3



Procédé de forage : rotary.
 carottage continu depuis 400m.
 Entreprise : le Forage Rationnel.
 Arrêté le 5 juillet 1965.

Fig. 4

Fig. 2
BASSIN DE GARDANNE
COUPE PAR LA CHAÎNE DE L'ÉTOILE,
LE SONDAGE S.1 ET LA S^{TE} VICTOIRE

ÉCHELLE
 0 500 1000 m.

