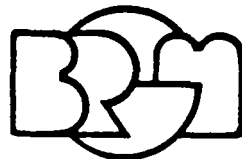


ASSOCIATION SYNDICALE AUTORISEE
DES ARROSANTS DE BEAUDINARD A
AUBAGNE (13)

**ETUDE PRELIMINAIRE D'UN PROJET D'ALIMENTATION
EN EAU D'UN CANAL D'IRRIGATION**

par

M. GRAVOST



BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional PROVENCE - ALPES - COTE D'AZUR
Domaine de Luminy - route Léon Lachamp, 13009 Marseille
Tél.: (91) 41.24.46

ASSOCIATION SYNDICALE AUTORISEE
DES ARROSANTS DE BEAUDINARD A
AUBAGNE (13)

ETUDE PRELIMINAIRE D'UN
PROJET D'ALIMENTATION EN EAU
D'UN CANAL D'IRRIGATION

PAR

M. GRAVOST

83 SGN 209 PAC

MARSEILLE, Mars 1983

R E S U M E

L'Association Syndicale Autorisée des Arrosants de BEAUDINARD à AUBAGNE (13), a demandé au B.R.G.M. (Bureau de Recherches Géologiques et Minières du Service Géologique Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur) de lui donner son avis sur l'implantation en eau de son réseau d'irrigation.

L'analyse des études réalisées antérieurement sur le secteur et une enquête sur le terrain ont permis d'estimer les chances de succès de l'ouvrage en projet et de définir les travaux à entreprendre pour en déterminer les modalités d'exploitation, compte tenu de l'alimentation limitée de la nappe et de l'impact prévisible sur les puits environnants.

TABLE DES MATIERES

1. PROBLEME POSE	4
2. LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	6
2.1. - L'aquifère	6
2.2. - Alimentation de la nappe	9
3. CAPACITE DE LA NAPPE A SATISFAIRE LES BESOINS	10
3.1. - Débit instantané	10
3.2. - Volume des prélèvements	12
4. IMPACT PREVISIBLE DES POMPAGES VIS A VIS DES USAGERS	13
5. MOYENS A METTRE EN OEUVRE	14
6. CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES A REALISER	15
6.1. - Forage de reconnaissance	15
6.2. - Forage d'exploitation	15
7. CONCLUSION	16

° ° °
°

LISTE DES FIGURES :

1. Plan de situation Echelle 1/20.000
2. Coupe schématique des alluvions de l'Huveaune

ANNEXE : Note de calcul

1

PROBLEME POSE

L'A.S.A.A.B. exploite au débit nominal de 30 l/s un canal d'irrigation alimenté par dérivation de l'Huveaune en aval de Pont de l'Etoile. A l'étiage, en été, le débit de cette rivière est fréquemment insuffisant pour fournir convenablement la prise d'eau qui se situe juste à l'aval de celle du G.A.S., autre association d'irrigants. De plus, la qualité physico-chimique de l'eau serait déplorable.

Le Syndicat fait alors appel au Canal de Marseille pour assurer le complément indispensable, mais cette solution s'avère onéreuse, et il souhaiterait lui substituer un captage par forage de la nappe des alluvions de la plaine de GEMENOS. Le site de captage est pratiquement imposé par les contraintes parcel-laires et la présente étude vise essentiellement à apprécier à partir des connaissances actuelles :

- A) la capacité de la nappe à satisfaire les besoins (10 à 40l/s).
- B) l'impact prévisible des prélèvements vis à vis des usagers actuels.
- C) les moyens à mettre en oeuvre éventuellement pour atteindre les objectifs A) et B).
- D) les caractéristiques du ou des ouvrages à réaliser.

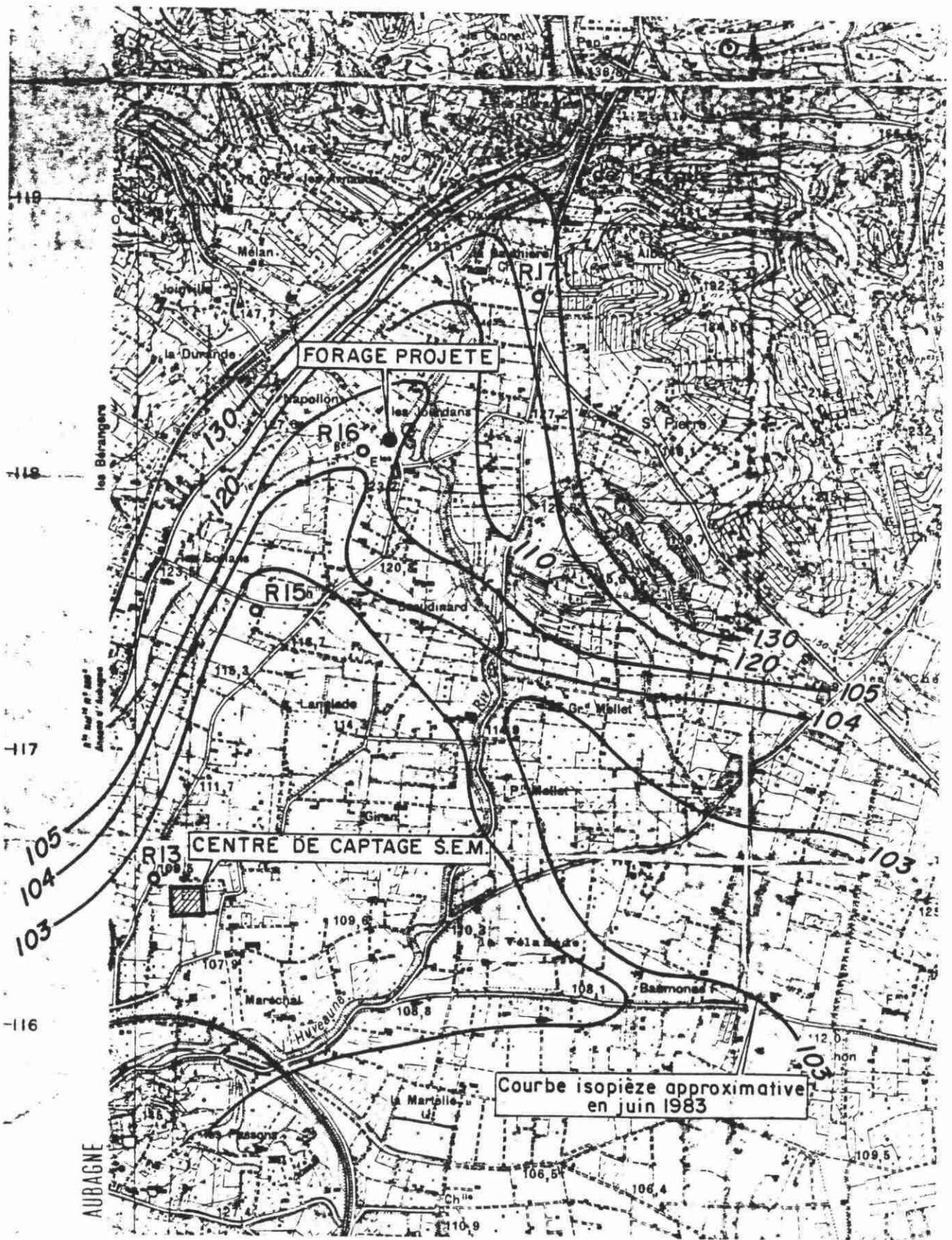


Fig.1 PLAN DE SITUATION

Echelle 1/20.000

2

LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

2.1. - L'AQUIFERE

Le forage projeté se situe dans la partie Nord-Ouest de la plaine d'AUBAGNE - GEMENOS (cf. Fig.1) où des reconnaissances antérieures ont montré que les alluvions de l'Huveaune sont bien développées et constituent un bon réservoir, quoique de dimensions modestes (chenal de 0,5 à 1,5 km de large sur 2 à 3 km de long).

Il s'agit de cailloutis grossiers à matrice argilo-sableuse, où les variations latérales et verticales des proportions sable/argile déterminent une imbrication complexe de niveaux plus ou moins perméables. L'ensemble repose sur un substratum oligocène composé de marnes, grès et poudingues, réputé imperméable. Toutefois, il n'est pas exclu que les poudingues, lorsqu'ils sont mal alimentés, soient aquifères et puissent être confondus avec les alluvions.

La topographie du substratum paraît extrêmement tourmentée puisque dans un rayon de 150 m autour des captages de la S.E.M., les forages l'ont rencontré entre 25 et plus de 50 m de profondeur.

Dans les secteurs sud où l'eau est relativement proche du sol (cf. coupe Fig. 2) les niveaux à dominante argileuse séparent la nappe aquifère en deux :

- . un niveau superficiel atteint par les puits fermiers et quelques forages,
- . un niveau profond exploité par les captages de la S.E.M. à 1 800 m environ au SSW du site choisi.

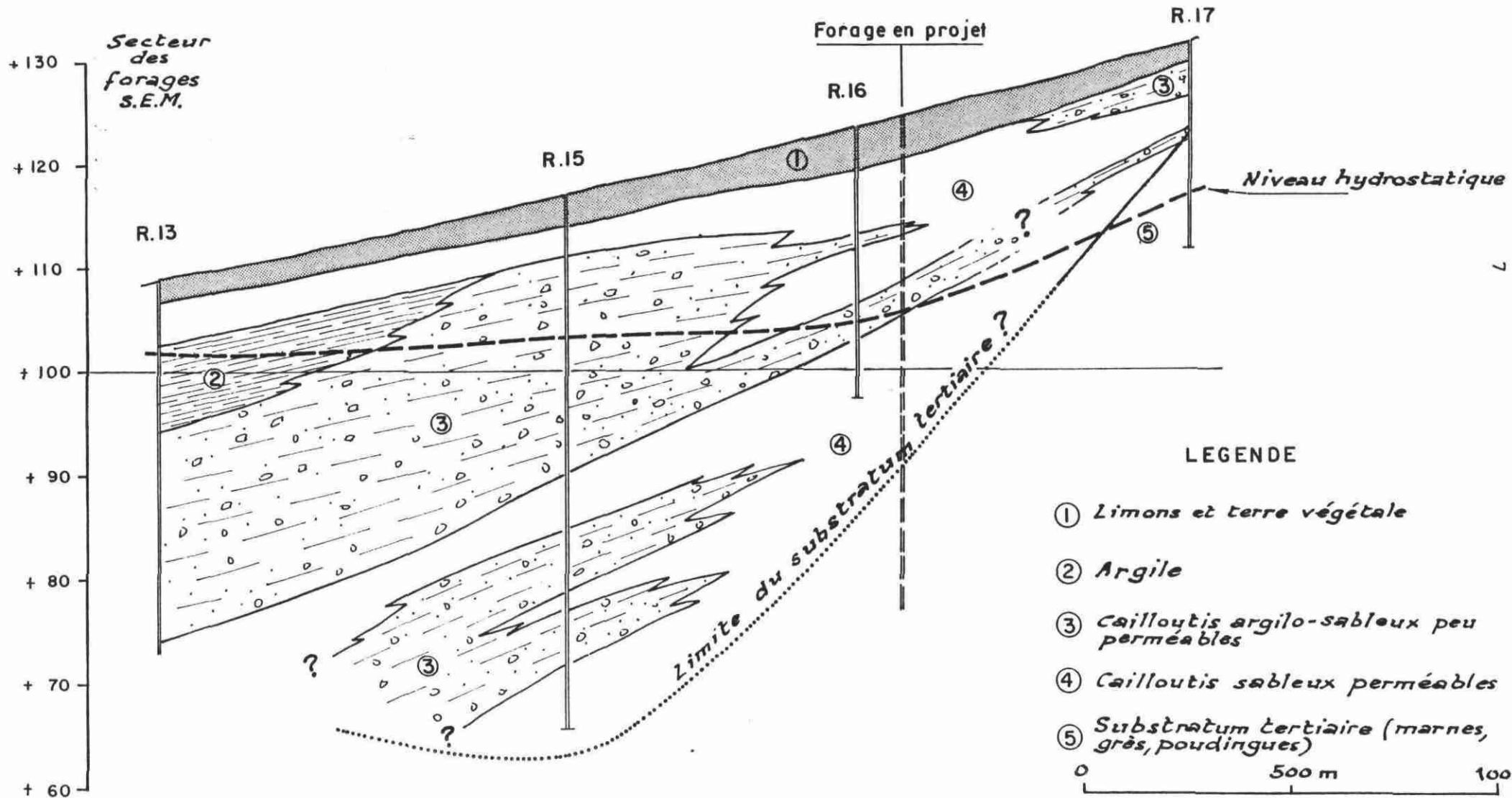
Fig. 2

COUPE SCHEMATIQUE DES ALLUVIONS DE L'HUVEAUNE

d'après les résultats des forages de reconnaissance réalisés en 1968

S-S.W.

N-N.E.



Sur le site lui-même à environ 200 m au SW, le forage de reconnaissance R16, profond de 26 m a touché l'eau vers 19 m (comme les puits alentour) et a traversé :

- de 0 à 4 m des limons et des sables argileux
- de 4 à 10 m des cailloutis sableux peu argileux
- de 10 à 11,6m des argiles graveleuses
- de 11,6 à 16,8m des cailloutis sableux
- de 16,8 à 20,4m des sables argileux à cailloutis (peu perméable ?)
- de 20,4 au fond des cailloutis dans une matrice sablo-argileuse moins abondante.

Le substratum oligocène n'a pas été atteint. Il pourrait se situer au-delà d'une quarantaine de mètres de profondeur.

Aucun essai n'a été fait sur cet ouvrage, mais la comparaison avec les autres notamment au niveau du gamma-ray laisse espérer de bonnes caractéristiques hydrauliques pour les horizons noyés situés au-delà de 20 m.

Cette impression est confirmée par l'allure des courbes isopièzes (cf. Fig 1) qui indique que le site choisi se trouve sur un axe de drainage souterrain (déjà visible sur les cartes piézométriques datant d'une vingtaine d'années).

Le site proposé semble donc bénéficier de conditions favorables à de bonnes performances de l'ouvrage.

2.2. - ALIMENTATION DE LA NAPPE

D'après les documents consultés (voir bibliographie) la nappe serait alimentée :

- . par l'Huveaune entre le débouché de Pont de l'Etoile et les Jourdans.
- . par apports latéraux des nappes d'éboulis et de cônes de déjection.
- . par les infiltrations de pluie et surtout d'irrigation (maximum de la crue en été alors que les précipitations sont inexistantes et les rivières au plus bas).

Compte tenu de la destination du forage en projet et de sa justification, il semblerait a priori que ces ressources doivent être considérées comme précaires.

3

CAPACITE DE LA NAPPE A SATISFAIRE LES BESOINS

Celle-ci doit être appréciée à deux niveaux :

- . débit instantané,
- . volume des prélèvements.

3.1. - DEBIT INSTANTANNE

Il dépend avant tout des paramètres hydrauliques des formations captées qui, s'agissant d'alluvions, sont extrêmement variables. Les essais exécutés lors ou à la suite des reconnaissances ont fourni des fourchettes de perméabilité de 10^{-6} à 10^{-3} m/s et plus, des valeurs de transmissivité de 2 à $4 \cdot 10^{-1}$ m²/s et des coefficients d'emménagement de 10^{-4} à 10^{-6} .

En se basant sur la coupe du forage R16, on peut compter recouper au site choisi de 6 à 15 ou 20 m de formations ayant une perméabilité de 10^{-3} à 10^{-4} m/s et un coefficient d'emménagement de $1 \cdot 10^{-4}$ à $5 \cdot 10^{-2}$. *

A partir de ces estimations on a calculé (annexe 1.), en employant la formule de Jacob, le débit théorique d'un ouvrage foré en \varnothing 300 mm pour divers rabattements. Les résultats en l/s, qui ne tiennent pas compte des pertes de charges dues à l'ouvrage, sont résumés dans le tableau ci-après :

* en admettant que la couche aquifère captive se dénoie partiellement en raison des rabattements.

Rabattements en m	Transmissivités en m ² /s		
	10 ⁻³	5.10 ⁻³	10 ⁻²
2	1,1 à 1,2	5 à 7	10 à 13
5	2,7 à 3,7	12 à 17	25 à 33

Débit théorique possible d'un ouvrage de 300mm, en l/s.

On voit que, pour des conditions de terrain moyennes à bonnes, un ouvrage correctement réalisé peut fournir de 10 à 30 l/s avec des rabattements de 2 à 5 m. Toutefois, en raison de la limitation latérale de l'aquifère, il n'est pas certain que ces performances se maintiennent pendant les 3 mois que pourrait durer l'exploitation annuelle et qui ont été pris comme base de calculs.

3.2. - VOLUME DES PRELEVEMENTS

Dans ce qui précède on a admis que les pompages auraient lieu durant les 3 mois d'été où la nappe serait alimentée dans une proportion que l'on ignore, par les irrigations. Or, ils sont précisément destinés à compenser le déficit d'eau d'irrigation de bonne qualité constaté en années sèches. Une approche des capacités de la nappe consiste à admettre que, durant cette période, elle n'est pas réalimentée, mais que les prélèvements opérés (80 000 à 240 000 m³ au total) seront compensés durant les 9 autres mois de l'année. Les abaissements de niveau correspondants (cf. Annexe 1.) se tiennent entre 1 et 12 m selon les hypothèses retenues, avec des valeurs de l'ordre de 2 à 3 m pour les plus plausibles.

On en déduit que la capacité de la nappe à supporter de tels prélèvements reste à démontrer.

En conclusion, s'il est probable qu'un forage implanté au site choisi puisse délivrer des débits instantanés de l'ordre de 10 à 30 l/s pour des rabattements de 2 à 5 m, il est moins sûr que ces performances se maintiennent dans le temps : des essais de longue durée et une surveillance prolongée des niveaux sont à prévoir.

IMPACT PREVISIBLE DES POMPAGES VIS A VIS DES USAGERS

Aucun forage d'exploitation n'a été repéré à moins de 1 km du site. Par contre, un grand nombre de puits fermiers captent encore la nappe pour des besoins domestiques.

L'impact des pompages sur ces ouvrages devrait se traduire par un abaissement minimum du niveau de l'eau de 0,5 à 1,5 m selon les hypothèses moyennes retenues quant aux paramètres hydrauliques de l'aquifère (cf. tableau du §2 de la note de calcul, valeurs pour $S = 5.10^{-2}$).

Une surveillance stricte des niveaux sera donc nécessaire avant et pendant les essais de l'ouvrage, ainsi qu'au cours de son exploitation, dans des puits et forages témoins dont au moins un piézomètre de la S.E.M.

MOYENS A METTRE EN OEUVRE

On commencera par exécuter un forage de reconnaissance qui devra traverser les alluvions jusqu'au substratum imperméable (sauf hypothèse d'une profondeur supérieure à 60 m) et dans lequel des essais de perméabilité seront réalisés tous les 5 à 10 m au-dessous du niveau statique, afin d'estimer les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère en ce point.

Si les résultats sont jugés favorables l'ouvrage sera :

- . soit élargi et équipé en forage d'exploitation
- . soit équipé en piézomètre et doublé par un forage d'exploitation exécuté à proximité.

Puis on procédera à un pompage d'essai d'une durée minimum de 72 h, avec surveillance des niveaux dans des puits choisis comme témoins, situés dans un rayon de 1 km autour de l'ouvrage. Dans la mesure du possible, ces ouvrages auront fait l'objet d'une surveillance régulière durant le mois précédent les essais. Ces essais auront pour but de déterminer le débit initial de l'ouvrage et l'impact immédiat des pompages.

Ils seront suivi d'une période d'exploitation de l'ouvrage au débit défini ci-dessus, assortie d'une surveillance de la nappe dans les ouvrages témoins.

A l'issue, de cette période dont la durée pourra être de quelques mois, l'interprétation des résultats permettra de fixer les modalités d'exploitation de l'ouvrage.

6

CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES A REALISER

6.1. - FORAGE DE RECONNAISSANCE

- . Diamètre minimum 100 mm
- . Profondeur maximale 60 m *
- . Essais d'eau tous les 5 à 10 m à partir de 20 m de profondeur
- . Equipement en piézomètre optionnel (voir ci-dessous) en cas de succès.

6.2. - FORAGE D'EXPLOITATION

- . Diamètre 300 à 500 mm
- . Profondeur 30 à 60 m
- . Tubage plein et crépines de qualité avec massif filtrant 200 à 300 mm.

Les caractéristiques dimensionnelles précises seront déterminées au vu des résultats des essais réalisés dans le forage de reconnaissance.

Il convient de prévoir un minimum de 24 h pour le développement de l'ouvrage de manière à lui assurer un rendement maximum.

Dans la mesure du possible, et en fonction du devis des entrepreneurs, il est conseillé d'équiper l'ouvrage de reconnaissance en piézomètre (profondeur 30 m environ) plutôt que de l'élargir pour le transformer en forage d'exploitation. Cette formule permettra une meilleure interprétation des pompages d'essai.

* Si le substratum imperméable n'était pas atteint à cette profondeur, il serait bien entendu souhaitable de poursuivre l'ouvrage, mais ceci ne peut être envisagé dans le cadre actuel.

7

CONCLUSION

L'étude préliminaire du projet de forage de l'A.S.A.B. permet de penser qu'au site choisi, il y a de bonnes chances pour que la nappe des alluvions de l'Huveaune que l'on se propose de capter puisse fournir des débits instantanés de 10 à 30 l/s. Par contre il n'est pas certain que les prélèvements puissent être réalisés dans de bonnes conditions durant les périodes nécessaires, en raison de l'exiguité du réservoir sollicité en particulier.

Il est donc souhaitable de réaliser un forage de reconnaissance profond de 30 à 60 m préalablement au forage d'exploitation. Si les indices recueillis paraissent favorables la décision de réaliser un forage définitif pourra être prise mais son régime d'exploitation ne pourra être précisé qu'après une période transitoire qui comportera :

- . une phase d'essais prolongés
- . une phase d'exploitation préliminaire

et au cours de laquelle on surveillera l'évolution des niveaux de la nappe dans un rayon minimum de 1 km autour de l'ouvrage.

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

BURGEAP-MRU : La nappe de l'Huveaune à l'Est d'Aubagne
J. ARCHAMBAULT - Neuilly 1948

B.R.G.M. SGL.296.PRC : Données hydrogéologiques sur la vallée de l'Huveaune
à l'aval d'Aubagne. Mise au point des connaissances au 15 octobre 1969.

S.E.M.-B.R.G.M.-Faculté des Sciences de Marseille : Plaine de Gémenos.
Note sur l'état de la nappe en Décembre 1966. 3 janvier 1967.

S.E.M. : Recherches d'eau dans la nappe alluviale de l'Huveaune en amont
d'Aubagne. 22 mars 1968.

S.E.M. C.G.G. : Reconnaissance de la structure sud du synclinal du Beausset
et complément d'étude de la vallée de l'Huveaune par sondages électriques.
23 février - 12 mars 1968.

S.E.M. B.E.G. : Etude hydrogéologique de la plaine alluviale de l'Huveaune
en amont d'Aubagne N° 167.3. 21.8.1967 (Dossier annexe : sondages M
à M 6).

S.E.M. B.E.G. : Construction et essais d'un forage d'exploitation dans la
plaine alluviale de l'Huveaune en amont d'Aubagne N° 167.4 14.3.1968
(Annexe 1 : coupes des forages R 7 à R 11).

S.E.M. B.E.G. : Recherche d'eau dans la plaine alluviale de l'Huveaune en
amont d'Aubagne N° 167.5. 22.5.68. (Coupes des forages R 13 à R 16).

B.R.G.M. S.G.R. P.R.C. : Nappe alluviale de l'Huveaune en amont d'Aubagne.
Etat des connaissances au 31.12.1969 et programme complémentaire.

D.D.E. B.E.G. : Etude structurale de la plaine d'Aubagne N° 72.33 du 31.5.1972

B.R.G.M. - D.D.E. : Plaine de Gémenos. Alimentation en eau potable Aubagne-
Cassis. Rapport n° 72 SGN 226 PRC (Juin 1972)

B.R.G.M. - D.I.I. : Piézométrie générale de la plaine d'Aubagne (1982)

NOTE DE CALCUL

1. DEBIT D'UN FORAGE DE 300 MM ; HORS PERTES DE CHARGE

Transmissivités à prendre en compte (en m²/s)

Epaisseur d'aquifère en m	Perméabilité en m/s		
	10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	10 ⁻³
5	5.10 ⁻⁴	2,5.10 ⁻³	5.10 ⁻³
10	10 ⁻³	5.10 ⁻³	10 ⁻²
15	1,5.10 ⁻³	7,5.10 ⁻³	1,5.10 ⁻²
20	2.10 ⁻³	10 ⁻²	2.10 ⁻²

On a encadré les combinaisons les plus probables qui aboutissent à une fourchette de 10⁻³ à 10⁻² m²/s.

Formule employée :

On a utilisé la formule d'approximation logarithmique de Jacob.

$$Q = \frac{\Delta T}{C} \frac{1}{\log \frac{2,25 T t^0}{R^2 S}}$$

avec

- Q = débit
- Δ = rabattement
- T = transmissivité
- S = coefficient d'emménagement
- t = temps de pompage pris égal à 90 jours
- C = coefficient numérique

Les résultats obtenus ne tiennent pas compte des limites latérales de la nappe qui peuvent conduire à les multiplier par 4.

Débits possibles en l/s

Coeff. d'emmaga- sinement	Rabatte- ments en m	Transmissivités en m ² /s		
		10 ⁻³	5.10 ⁻³	10 ⁻²
10 ⁻⁴	1	0,56	2,5	5
	2	1,1	5,1	10
	5	2,7	12,5	25
5.10 ⁻²	1	0,75	3,4	6,5
	2	1,2	7	13
	5	3,7	17	33

2. IMPACT DES PRELEVEMENTS

A raison de 10 à 30 l/s pendant 3 mois, le volume prélevé sera de 80 à 240 000 m³. En admettant un coefficient d'emmagasinement moyen de 5.10⁻² (*) et une superficie de nappe influencée de 2 km², on calcule que l'abaissement moyen du niveau serait, hors toute réalimentation, de 1 à 2,5 m.

Une autre approche consiste, à partir de la formule de Jacob, à évaluer les rabattements induits par les pompages à 1 km de l'ouvrage et à multiplier par 4 les valeurs trouvées pour tenir compte des limites latérales de la nappe situées à l'W et à l'E de l'ouvrage en projet. On a obtenu les résultats suivants :

Coefficient d'em- magasinement	Débits en l/s	Transmissivités en m ² /s	
		5.10 ⁻³	10 ⁻²
10 ⁻⁴	10	4,5	2,4
	30	12,5	9,5
5.10 ⁻²	10	0,4	0,4
	30	1,4	1,6

(*) Ce choix est justifié compte-tenu de la nature des terrains. Les valeurs de 10⁻⁶ à 10⁻⁴ tirées des essais correspondent à une décompression de la nappe et non à un dénoyage des terrains.