

REPUBLIQUE FRANÇAISE

DEPARTEMENT DU VAR

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE

SERVICE DU GENIE RURAL DES EAUX ET DES FORETS

SERVICE GEOLOGIQUE

A D E A R

---

**VILLE DE DRAGUIGNAN**

**ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

Compte rendu des travaux  
de mise en exploitation  
du secteur St Anne St Barbe

**NOTE HYDROGEOLOGIQUE**

M A CANESSA

I C G R E F  
D D A

DRAGUIGNAN *Novembre 76*

M J BESNIER

I G R E F

INGENIEUR EN CHEF

M R COVA

GEOLOGUE

DIRECTEUR DEPARTEMENTAL DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DEPARTEMENTALE  
DE L'AGRICULTURE DU VAR

---

Ville de DRAGUIGNAN

---

Alimentation en eau potable

---

Compte-rendu des travaux de mise en exploitation  
du secteur Ste-ANNE - Ste-BARBE

---

Cette note fait suite au rapport du 18 novembre 1975 "Programme de mise en exploitation" dans lequel étaient précisés les résultats des essais de pompage sur les sondages de reconnaissance F1 et F4 et qui proposait la réalisation d'un captage par forage, au quartier Ste-Anne-Ste-Barbe, en bordure du CD 59. Ce sont ces travaux de captage dont rend compte cette note.

1 - Caractéristiques du forage

L'ouvrage, mis en chantier le 20.5.1976, a été terminé le 7.7.1976. Ce délai s'explique par le diamètre relativement important du forage, nécessitant des alésages successifs, et la nature difficile des terrains à traverser.

Le programme prévoyait deux télescopages :

- l'un à 13 m de profondeur pour isoler les terres et éboulis de surface,
- l'autre à 60 m pour isoler une formation essentiellement marneuse de l'horizon aquifère sous-jacent constitué de calcaire fissuré.

Le chantier a donc débuté par la foration des 13 premiers mètres en 533 mm de diamètre ; un tubage en acier plein de 495 x 500 mm a été mis en place à ce niveau.

De 13 à 58 m, le terrain a été foré en 457 mm de diamètre.

- Des difficultés de mise en place de la colonne de tubage (éboulement à 36 m) ont amené à placer deux tubages en acier soudé de 396 x 406 mm de 0 à 36 m - 346 x 355 mm de 0 à 56 m.

Les observations faites lors du sondage de reconnaissance avaient montré que des venues d'eau de faible débit mais fortement séliniteuses existaient entre 30 et 40 m de profondeur. Il convenait d'isoler ces venues dont le niveau statique s'établissait à 34,40 m de profondeur au moment du chantier.

- Pour cela, une cimentation de l'espace annulaire a été alors effectuée.
- La foration a été ensuite poursuivie de 58 à 80 m de profondeur, en 342 mm.
- La colonne de captage proprement dite est constituée par un tubage en acier plein de 0 à 60 m en 300 x 308 mm, prolongée de 60 m au fond par une crépine en acier usiné à nervures repoussées, à 20 % de surface utile.
- Enfin, une cimentation de l'espace compris entre la colonne de captage et le tubage de 346-355 est venue compléter l'étanchement de tête.

En fin de chantier, le niveau statique dans l'ouvrage s'établissait à 45,17 m, ce qui correspond à la piézométrie des calcaires très fissurés traversés entre 60 et 80 m de profondeur. Ce changement de niveau statique montrait que l'isolation des venues d'eau supérieures était efficace.

La karstification des calcaires est particulièrement importante, provoquant en cours de foration, une perte totale de l'air et des sédiments produits par le trépan. L'absence de trouble de l'eau à la mise en route des pompes d'essai montre que, non seulement les fissures du rocher ne comportent pas de dépôt argileux, mais sont suffisamment ouvertes pour absorber et entraîner la totalité des débris de roche produits par le forage entre 60 et 80 m.

Les observations faites en cours de chantier ont confirmé les données du sondage de reconnaissance, notamment, la présence de 13 à 56 m d'une brèche de blocs calcaires emballés dans une matrice argileuse. Les eaux souterraines transitant dans les calcaires sous-jacents sont ainsi en charge sous ce niveau imperméable qui assure leur protection.

## 2 - Essais de débit

Un premier essai a été réalisé le 12.7.1976, mais a dû être arrêté au bout de quelques heures, à la suite d'une mise hors service de la pompe.

L'essai définitif a été effectué du 2 au 5 août 1976, à l'aide d'une pompe électrique immergée descendue à 64,5 m de profondeur.

Les variations de niveau d'eau dans l'ouvrage ont été suivies à l'aide d'une sonde électrique, tandis que le sondage de reconnaissance était équipé d'un limnigraphe R 16. Les débits pompés étaient mesurés à l'aide d'un seuil jaugeur de type déversoir en V, les niveaux d'eau en amont du seuil étant enregistrés à l'aide d'un limnigraphe OTT 10.

Des mesures de température et de résistivité de l'eau pompée étaient effectuées toutes les heures.

Les résultats détaillés de cet ensemble de mesures sont donnés dans le compte-rendu de travaux fourni par l'entrepreneur.

Le rejet des eaux pompées s'effectuait dans le réseau pluvial du quartier des Collettes, éliminant ainsi tout risque de retour à l'aquifère.

L'essai a été conduit par paliers de débits enchaînés, variant entre 43 l/s et 14 l/s durant 50 heures. La remontée finale a été suivie durant 11 heures.

Les paliers de stabilisation suivants ont été obtenus :

- 0,48 m de rabattement à 34 l/s ( 122,4 m<sup>3</sup>/heure)
- 0,44 m de rabattement à 27 l/s ( 97,2 m<sup>3</sup>/heure)
- 0,42 m de rabattement à 20 l/s ( 72,0 m<sup>3</sup>/heure)
- 0,38 m de rabattement à 14 l/s ( 50,4 m<sup>3</sup>/heure)

Le rabattement réel disponible dans l'ouvrage étant de 35 m, les stabilisations ont été obtenues pour des abaisssements variant entre 1 et 1,4 % du rabattement disponible.

Le débit spécifique de l'ouvrage au moment des essais, était donc de 65 l/s par mètre de rabattement (234 m<sup>3</sup>/heure par mètre de rabattement).

Rappelons que les débits spécifiques du forage de reconnaissance étaient de 120 m<sup>3</sup>/h/mètre lors de l'essai d'avril 1975 et de 90 m<sup>3</sup>/h/mètre en septembre. Cette différence de rendement est liée aux meilleures conditions de captage sur le forage d'exploitation. Le sondage de reconnaissance n'était, en fait, alimenté que par la base du tubage alors que le forage d'exploitation, plus profond, intéresse 20 m de terrain aquifère.

Les transmissivités calculées à partir des essais sont les suivantes :

Sur le forage {  
  ). Courbe de descente -  $T = 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$   
  (. Courbe de remontée -  $T = 7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Sur le piézo- mètre {  
  ). Courbe de descente -  $T = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$   
  (. Courbe de remontée -  $T = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Les caractéristiques données par le piézomètre sont plus représentatives car, dans le forage d'exploitation, les rabattements sont influencés par les pertes de charges liées à la turbulence de l'eau au passage de la crépine.

Une valeur moyenne de  $T = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  est à retenir.

Si l'on tient compte de ces caractéristiques, le débit maximum de ce forage correspondant au débit théorique auquel il faudrait pomper pour dénoyer le trou, peut être calculé. Il se situe entre 2 000 et 2 500 m<sup>3</sup>/heure.

Cette donnée est théorique :

- d'une part, parce que le diamètre de l'ouvrage ne permet pas la mise en place de pompe dépassant 180 m<sup>3</sup>/heure,
- d'autre part, parce qu'un tel pompage provoquerait certainement une aggravation des charges minérales de l'eau qui dépasseraient les normes de potabilité.

Ce débit maximum constitue simplement un élément de comparaison sur le rendement des ouvrages.

### 3 - Qualité des eaux pompées

Ce point a déjà été évoqué dans les rapports précédents. Il est certain que le forage de Ste-Barbe se situe dans le bassin d'alimentation souterrain de la source de la Foux où émergent des eaux chlorurées et fortement séléniteuses.

Il est probable que cette émergence draine des écoulements souterrains de charges minérales variables. Dans les zones à circulation de chenaux où à forte perméabilité comme celles que sollicite le forage, existent des circulations actives d'eau faiblement minéralisée, circulations rapides qui coexistent avec des cheminements plus lents dans les zones moins perméables.

Ces circulations lentes entraînent des temps de contact plus importants avec les terrains sédimentaires d'âge triasique dans lesquels sont présents, à différents niveaux, des lentilles de gypse et de sel gemme. La dissolution de ces imprégnations salines provoque une minéralisation des eaux souterraines d'autant plus importante que les temps de contact sont prolongés.

Les eaux émergeant à la Foux seraient donc un mélange d'eaux potables et d'eaux fortement minéralisées.

D'autre part, une des hypothèses qui a conduit la recherche et qui a été vérifiée par la détection d'anomalies gravimétriques pouvant correspondre à des cavités souterraines immédiatement en amont de l'émergence, était qu'une des causes de la minéralisation des eaux de la Foux correspondait à des dissolutions de lentilles de sel dans le soubassement de la partie basse de la plaine des Négadis.

Cette hypothèse s'est vérifiée puisqu'il a pu être soutiré, à quelques kilomètres de l'émergence, dans un niveau calcaire en relation avec la source, des eaux à concentration normale.

Toutefois, l'on pouvait craindre en exhaureant des débits relativement importants sur le forage, de provoquer une dégradation de la qualité des eaux, soit par mélange des eaux douces de chenaux aux eaux minéralisées pouvant exister à proximité, soit par soutirage des eaux séléniteuses de la Foux si l'influence des pompages s'étendait suffisamment.

La surveillance des résistivités de l'eau durant les 50 heures de pompage n'a fait apparaître que de faibles variations de la minéralisation, indépendantes des débits pompés.

Par mesure de précaution, compte tenu des différences de cotes entre les niveaux d'eau statiques d'étiage dans le forage et l'émergence (2,50 m en septembre 1975), il convient, pour éviter tout risque de soutirage sur l'aval, de considérer la cote 160 NGF comme une limite de rabattement qu'il est prudent de ne pas dépasser.

A l'étiage, ceci autorise un abaissement de niveau dynamique de 2 m à 2,50 m, ce qui limiterait les exhaures à 130-160 l/s, soit 468 à 576 m<sup>3</sup>/heure sur ce secteur.

Comme toutes les eaux issues des terrains triasiques, les eaux extraites de ce forage sont dures (45° de dureté) à une teneur moindre cependant que celle du puits des Incapis (50°). Leur composition minérale est proche de celle des eaux de la source d'Entraigues à Vidauban issues de la même série jurassique.

Il convient de rappeler que les sources qui alimentent jusqu'à présent Draguignan (source du Dragon, source des Frayères) fournissent des eaux moins minéralisées (24 à 28° de dureté), parce qu'issues de gîtes géologiquement différents et indépendants du gîte triasique (Jurassique du massif du Malmont et du massif du bois des Prannes).

Dans la mesure où l'on peut, avant distribution, mélanger au niveau du réservoir les eaux du forage aux eaux de source, on aboutira à une eau de moindre dureté, mieux acceptée par les utilisateurs.

Dans ce sens, un renforcement de l'exploitation du gîte de Ste-Barbe par réalisation de nouveaux forages, devrait s'accompagner d'un accroissement d'exploitation du gîte jurassique du Dragon et des Frayères.

Il convient de rappeler d'autre part, que la vulnérabilité du puits des Incapis vis à vis des pollutions liées à la proximité de la ville et à la faible profondeur de la nappe triasique en ce point (cf. rapport de novembre 1974) fait conseiller l'abandon du captage, au moins pour l'alimentation en eau potable. Dans la mesure où l'adaptation du réseau est techniquement et économiquement réalisable, ce captage pourrait être réservé à l'alimentation en eau brute de certains utilisateurs de la zone industrielle en cours d'installation.

#### 4 - Protection du captage

La protection du forage de Ste-Barbe a donné lieu à une enquête de M. CAMPREDON, géologue agréé à l'université de Nice. La protection d'un tel point d'eau est rendue difficile dans la mesure où l'ouvrage sollicite une nappe semi-captive dont les zones d'alimentation se situent au-delà du Malmont, dans les régions de Callas, Claviers, Figanières. Au niveau même de son implantation, l'ouvrage bénéficie d'une protection naturelle, car le niveau aquifère se situe sous 60 m de terrain semi-perméable à imperméable.

La délimitation de périmètres concentriques (éloigné, rapproché, immédiat) qui est destinée à accroître la protection d'un point d'eau vis à vis des pollutions au fur et à mesure que l'on intéresse des zones plus proches du captage, si elle s'applique bien sur la plupart des sources ou des points d'eau sollicitant une nappe superficielle, ne se justifie que difficilement dans ces cas.

De plus, la zone d'influence négligeable des pompages d'exploitation de l'ordre de quelques dizaines de mètres, ne peut attirer vers l'ouvrage des éléments polluants provenant des secteurs où les calcaires aquifères viennent à l'affleurement (profil 4 des prospections géophysiques).

Une zone de protection entourant le forage a cependant été délimitée. A notre avis, sa justification principale est de permettre d'interdire la réalisation de forages particuliers à proximité du forage communal. En effet, de tels ouvrages, généralement très sommairement équipés (absence de colmatage d'espace annulaire notamment) pourraient permettre à des souillures superficielles de rejoindre la nappe au travers de sa protection naturelle.

Rappelons que les différentes analyses réalisées ont montré la pureté bactériologique des eaux de cette nappe qu'il convient de préserver.

### Conclusions

Le nouveau point d'eau créé par le forage au quartier Ste-Anne-Ste-Barbe est le résultat d'une série d'observations et d'études réparties sur deux années (relevés de nappe, essais de coloration, prospection géophysique, forage de reconnaissance, essais de pompage).

Son implantation a pu ainsi être faite en connaissance de cause avec un maximum de chances de succès.

Le débit d'utilisation de l'ouvrage n'est en fait limité que par les performances des pompes immergées dont l'encombrement est compatible avec le diamètre de la colonne de captage.

De ce fait, un accroissement d'exploitation de ce secteur passe par la réalisation de nouveaux forages. Toutefois, il paraît prudent, en l'état actuel des connaissances sur ce gîte, de ne pas dépasser une exhaure de 160 l/s sur l'ensemble des ouvrages existants ou à créer.

Il convient de rappeler que, lors des études, d'autres secteurs de la nappe triasique ont été testés et pourraient être mis en exploitation au quartier du pont d'Aups notamment.

Ce ou ces nouveaux points d'eau viendront compléter les ressources en eau de la ville et les rendre plus sûres, dans la mesure où, jusqu'à présent, l'alimentation est essentiellement assurée par des sources de type vaclusien. Si ces émergences fournissent des eaux de meilleure qualité physico-chimique, elles peuvent présenter des débits d'étiage insuffisants lors des années sèches. Une faible baisse du niveau de nappe consécutive à une sécheresse prolongée a pour conséquence immédiate des diminutions rapides de débit des trop-pleins de gîtes qui constituent ces sources.



D'autre part, en contrepartie à la moindre minéralisation de leurs eaux, les gîtes jurassiques du Dragon et surtout des Frayères présentent l'inconvénient d'être plus vulnérables aux pollutions que l'aquifère triasique dans le secteur de Ste-Barbe.

Un maintien de l'exploitation de ces aquifères suppose que toutes mesures soient prises pour éviter une dégradation des eaux souterraines sur le haut bassin de la Nartuby.

C'est un des buts des études qui sont menées en collaboration avec le service régional d'aménagement des eaux depuis trois ans sur l'ensemble du bassin.

Draguignan, le 12 novembre 1976

R. COVA

Docteur 3ème cycle en hydrogéologie et géologie appliquée aux travaux publics

---