



COMMUNE DE GEMENOS
(Département des Bouches du Rhône – 13)

**Synthèse hydrogéologique
des ouvrages d'eau
potable de la commune de
Gémenos**

JUIN 2005

Présentation de l'étude

Dans le cadre de la procédure administrative de régularisation des protections de captages alimentant en eau potable la commune de Gémenos, il s'agit d'établir dans un premier lieu une étude hydrogéologique des différents points de captages concernés par cette régularisation.

Le but de cette étude est de définir dans un premier temps les différents aquifères du secteur d'étude en décrivant leurs structures géologiques et hydrogéologiques. Puis, dans un deuxième temps, cette étude permet d'analyser la protection naturelle et la vulnérabilité des points de captages en eau potable de la commune de Gémenos. Enfin, on reviendra sur les périmètres de protection de captages définis par l'hydrogéologue agréé.

I. Préambule

1. Nom et adresse du demandeur

Nom	COMMUNAUTE URBAINE DE MARSEILLE MARSEILLE PROVENCE METROPÔLE Resp. Monsieur BOREL
Adresse	27 Boulevard Joseph Vernet 13008 MARSEILLE
Téléphone	Tel : 04 95 09 53 73
Télécopie	Fax : 04 95 09 53 52

2. Localisation du secteur d'étude

(Annexe 1 : Carte de situation des points de captages de Gémenos)

La commune de Gémenos, au Nord-Est d'Aubagne, est située au débouché du domaine départemental de la Vallée de St Pons, à la cote 120 m NGF¹. Cette vallée est le point de rencontre de 3 massifs : le massif de l'Espigoulier (à l'Ouest et Nord-Ouest), le massif de la Sainte-Baume (au Nord-Est), et le massif du Brigou (au Sud et Sud-Est).

Les besoins en eau potable de la commune sont aujourd'hui estimés pragmatiquement à 200 m³/h en moyenne en période estivale. Son alimentation est assurée grâce à une série de captages d'eaux souterraines. La commune dispose de deux secteurs d'approvisionnement :

- la vallée de Saint Pons où se concentrent les principales ressources de la commune. Ce lieu représente aujourd'hui un vaste champ de captages comprenant une source (la source permanente de Saint-Pons), une galerie drainante située dans les tufs en aval de la source, un puits à fonctionnement intermittent par mise en charge du karst noyé, et quatre forages de profondeurs variables,

- les captages de Coulin qui alimentent la zone d'activités. Ces captages situés sur une bande étroite sur le bord de la RN 8, sur le carreau d'une ancienne carrière. La zone plane dans laquelle sont situés les captages, se prolonge au Nord-Ouest vers la cuvette d'Aubagne-Gémenos, et se termine en pointe au Sud-Est, à moins d'un kilomètre en amont des captages (au pied du col de l'Ange).

¹ NGF : Nivellement Général de France. C'est la référence de cote altimétrique.

II. Etude des aquifères : structures géologiques et hydrogéologiques

1. Structures générales

(Annexe 2 : Carte géologique du secteur d'étude)

On prendra comme référence la carte géologique d'AUBAGNE-MARSEILLE (n°1044) éditée par le B.R.G.M.. D'un point de vue géologique, la structure tectonique de ce secteur est très complexe. Globalement, la structure tectonique est décrite de la manière suivante :

- Les massifs de l'Espigoulier et du Brigou appartiennent à une unité charriée vers le Nord, puis basculée vers l'Ouest.
- Le massif de la Sainte-Baume correspond à une série renversée et entraînée vers le Nord sous l'unité précédente.

L'ensemble de ces massifs est majoritairement formé de calcaires d'âge jurassique et crétacé. On recense également des marno-calcaires du Jurassique moyen qui gisent en aval du massif de l'Espigoulier, des marnes siliceuses de l'Aptien qui affleurent aux bords du massif de la Sainte-Baume, et des argiles à gypse du Trias du Ravin de St Pons. Une série renversée apparaît au Nord-Est de la vallée de Saint Pons. Elle se caractérise par les faciès du Crétacé inférieur, montrant une série allant du Dogger à l'Aptien (Annexe 3 : Carte sommaire de la partie Ouest du massif de la Sainte-Baume).

La complexité tectonique de la région résultant de nombreux mouvements de failles et charriages, ne nous permet pas d'assurer la pertinence des simulations de coupes géologiques réalisées dans cette étude (Annexe 4 : Simulations de coupes géologiques du secteur d'étude). Ce document doit donc être interprété avec précaution.

Cependant, ces simulations nous permettent d'observer une dominance de couches calcaires du Crétacé. A cette époque géologique, une régression de la mer s'est effectuée. Les couches se sont alors retrouvées émergées et soumises à l'action de l'érosion. De par leur nature calcaire franc (sans ou avec peu de marnes), de nombreuses fractures sont alors apparues, formant des réseaux profondément karstifiés dans ces calcaires.

D'autres couches sédimentaires se sont ensuite déposées, de nature calcaire aussi. Il est important de rappeler que la structure géologique est secondaire par rapport à la nature des roches. Qu'il y ait contact normal (série cohérente) ou anormal (déplacements subis entre différentes couches), deux systèmes karstiques en contact constitueront le même aquifère.

On remarque, de plus, différents pendages sur les coupes géologiques réalisées. Sur les tronçons A-B, B-C et C-A, le pendage est orienté Sud – Sud Ouest. Sur les tronçons A-C' et A-B', il est orienté Nord- Sud.

D'un point de vue hydrogéologique, les réseaux karstiques vus précédemment, constituent, à certains endroits, d'importantes réserves d'eau. De plus, les nombreuses roches détritiques de l'environnement de Gémenos peuvent être considérées comme des aquifères potentiels. Grâce à leur compétence mécanique intrinsèque et aux denses réseaux de fractures, les potentialités hydrogéologiques de ces formations carbonatées sont réelles (Rousset 1986).

On pourra visualiser une modélisation des écoulements souterrains de la région (Annexe 5 : Esquisse hydrogéologique de la Basse Provence à l'échelle 1/500 000ème).

2. Aquifères des captages concernés

(Annexe 6 : Visualisation des points de captages de Gémenos)

(Annexe 7 : Carte des caractéristiques hydrauliques des points de captages de Gémenos)

a) Ravin de St Pons : F2, F3 et F4

(cf. Annexe 8 : Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP² – Vallée de Saint Pons : Forages F2, F3, et F4)

La structure géologique du ravin de Saint Pons (partie basse de la Vallée de Saint Pons) est composée d'une suite de couches sédimentaires, qui au fur à mesure des époques géologiques, ont été plissées et charriées. Cependant, la série de couches est restée normale (les couches géologiques les plus anciennes sont situées sous les couches plus récentes). On observe successivement les calcaires roux du Lias provenant du massif de l'Espigoulier, puis les calcaires de l'Hettangien et du Rhétien qui reposent enfin sur les argilites à gypse du Keuper.

D'un point de vue hydrogéologique, les ouvrages AEP situés sur ce secteur (F2, F3 et F4) sollicitent le même aquifère. De type karstique, ce dernier a une épaisseur d'environ 100 mètres, pour une surface impluviale d'environ 1 km² et un pendage vif entre 30 à 40 ° orienté Ouest-Nord-Ouest.

Ces trois forages exploitent l'aquifère constitué par les calcaires du Lias, de l'Hettangien, et du Rhétien. Ces calcaires forment une bande Nord-Nord-Est – Sud-Sud-Ouest, élevée dans la topographie et recoupée par de nombreuses fractures transversales. Il s'agit du premier aquifère de la Vallée de Saint Pons. Le débit varie entre 60 m³/h (en été) et 200 m³/h (en hiver).

b) La source et la galerie drainante

(cf. Annexe 8 : Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP – Vallée de Saint Pons : La source et la galerie drainante)

La structure géologique de la source de Saint Pons et de la galerie drainante est composée d'une suite de couches sédimentaires, qui au fur à mesure des époques géologiques, ont été plissées et charriées. Aujourd'hui la série apparaît renversée (les couches géologiques les plus anciennes se situent au dessus des plus récentes). On observe essentiellement des calcaires urgoniens.

D'un point de vue hydrogéologique, les ouvrages d'AEP de ce secteur (Source de Saint Pons et Galerie Drainante) sont situés l'un en dessous de l'autre. La source, alimentée via une fissure verticale d'une dizaine de mètres de haut dans les calcaires urgoniens, est située en amont de la galerie drainante réalisée au début du XXe siècle. Ce dernier édifice d'une surface de 5000 m² et de pendage 5,5°, permet de recueillir les sous écoulements de la source via les formations de tufs calcaires sous-jacents.

Ces deux ouvrages sollicitent le même aquifère. En effet, des traçages effectués en 1979, 1985 (Coulier, 1985 et 1994), ont démontré que l'aquifère alimentant les eaux de la Galerie Drainante, semblent être comparables à celles de la source de Saint Pons mais légèrement plus sulfatées (à cause des formations triasiques sous jacentes).

De nature karstique et au pendage vertical, cet aquifère est relativement mal drainé, mais possède cependant de fortes réserves en eau et une rapide réaction aux précipitations. Ses apports naissent dans le massif de la Sainte-Baume en période de crue. Très variables, les débits potentiels de cet aquifère varient entre 130 m³/h en été et plus de 1000 m³/h en hiver.

² AEP : Adduction d'eau potable

c) Le puits et le forage du Vèze

(cf. Annexe 8 : Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP – Vallée de Saint Pons : Le puits et le forage du Vèze)

La structure géologique du puits et du forage du Vèze est composée d'une superposition de couches sédimentaires, qui au fur à mesure des époques géologiques, ont été plissées et charriées. Aujourd'hui la série apparaît renversée (les couches géologiques les plus anciennes se situent au dessus des plus récentes). Comme pour le Source et la galerie drainante, on observe essentiellement des calcaires urgoniens du Massif de la Sainte-Baume.

Du point de vue hydrogéologique, les ouvrages AEP dans ce secteur sollicitent le même aquifère, mais à des profondeurs différentes. Le puits, profond de 10 mètres, est foncé dans les éboulis tufacés. Le forage, profond de 185 mètres, recoupe successivement des éboulis de calcaires urgoniens sur 10 m, des marnes aptiens sur 60 m avec une passée de calcaire vers -20m, et enfin des calcaires siliceux jusqu'à -185 m.

Les calcaires aptiens constituent le second aquifère du Vallon de Saint Pons. Fissuré et captif, il renferme des eaux à circulation profonde mais à circuit remontant le long des fractures servant de drains. Ce sont donc ces eaux du karst noyé profond, bien distinctes de celles de la source de Saint Pons et de ses trop-pleins, qui nourrissent les circulations des éboulis étalés au pied du relief urgonien (Conrad, 1998).

Cet aquifère au pendage vertical, tient ses apports du Massif de la Sainte Baume, en amont. Le temps de parcours entre la Sainte Baume et le puits est estimé à environ 6 heures.

Lors de fortes pluies, l'aquifère se charge presque entièrement, permettant de charger ses parties supérieures et d'alimenter le puits du Vèze.

Cette ressource profonde est une pièce essentielle de l'alimentation en eau potable de Gémenos des nappes karstiques en période d'étiage. Elle constitue le troisième aquifère de la Vallée de Saint Pons. Stables, les débits pompés de cet aquifère varient entre 152 m³/h en été et 332 m³/h en hiver.

d) Les captages de Coulin

(cf. Annexe 8 : Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP – Les captages de Coulin)

La structure géologique des captages de Coulin est composée d'une superposition de couches sédimentaires. Contrairement aux autres séries étudiées sur le secteur de Saint Pons, et bien qu'au fur à mesure des époques géologiques, de nombreux charriages, plissements, et failles sont apparus, aujourd'hui la série est restée normale (les couches géologiques les plus récentes se situent au dessus des plus anciennes).

Le secteur de Coulin est doté de plusieurs forages de reconnaissance et de deux forages exploités ou en attente d'exploitation. Le forage F1, actuellement exploité, est à une profondeur de 185 mètres. Il recoupe essentiellement les calcaires urgoniens. Le forage F2, situé à une centaine de mètres du forage F1 et actuellement en attente d'exploitation, est à une profondeur supérieure à 200 mètres. Il recoupe pour une grande partie les calcaires urgoniens et en profondeur les calcaires hauteriviens.

Du point hydrogéologique, la zone de Coulin fortement faillée correspond au passage des drains karstiques qui conduisent la plus grande partie des eaux de la Sainte Baume vers le groupe d'émergences sous-marines de Port-Miou et Cassis. Ces drains ont une pente de 0,7 %.

La nappe est à un niveau statique situé entre -68 et -71 mètres. Son exploitation, même importante, montre un faible rabattement (moins d'un mètre) et aucune influence réciproque entre F1 et F2. Ceci souligne l'importance du flux d'eau qui transite dans les drains du karst.

Ce réservoir calcaire est peu exploité en regard du potentiel d'eau mobilisable (Conrad, 1998).

Les forages de Coulin sollicitent un nouvel aquifère karstique faillé, différent de ceux de la Vallée de Saint Pons. Stables, les débits sollicités de cet aquifère sont actuellement fixés à 100-120 m³/h (Forage F1). Après l'équipement de F2, les débits pompés devraient être fixés à 240 m³/h.

III. Qualité des ressources

1. *Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines*

a) Généralités

Pour apprécier au mieux la qualité des eaux brutes des ressources suivies, il est indispensable de mettre en place des prises d'eau afin d'effectuer des prélèvements, et ceci de façon régulière. Ainsi, depuis quelques années, une grande partie des captages de Gémenos est pourvue de robinets de prélèvements. Cependant, certains points de captages (Puits du Vèze, Galerie Drainante..) n'en sont pas encore équipés.

Après l'aménagement des points de prélèvements, il conviendra ensuite de réaliser sur les eaux prélevées des analyses de type B3 (bactériologie complète) et C3 + C4a (physico-chimie assez complète) avec les paramètres principaux et les substances indésirables, la qualité respective de chaque captage. Ainsi, ces analyses permettront, en plus de connaître la qualité globale, d'établir la balance ionique (équilibre physico-chimique) des eaux captées.

b) Caractéristiques physico-chimiques

Toutes les eaux captées appartiennent à une seule famille, les hydrogencarbonatées calciques : ce sont des eaux un peu dures, de très bonne qualité chimique. Elles peuvent parfois apparaître légèrement plus dures et sulfatées du fait de leur contact avec des argilites et des roches marno-calcaires gypseux qu'elles traversent.

c) Caractéristiques bactériologiques

La qualité des eaux est différente selon leur localisation :

➤ Vallée de Saint Pons

Le traitement de désinfection à la chloration (injection de 0,35 mg/L de chlore gazeux) avant l'entrée des eaux dans le réseau de distribution permet de limiter les risques de contamination.

Actuellement, seule une analyse physico-chimique et bactériologique a été réalisée. L'analyse complète de la production a été réalisée le 5 décembre 1996 et ne présente aucune anomalie. Ceci ne peut pas avoir de réelle signification. En effet, en période hivernale, on suppose que seules les ressources du karst noyé viennent à l'émergence, alors qu'en période de crues, l'épikarst qui alimente la source, serait susceptible de véhiculer des bactéries aérobies. Il faut rappeler que les eaux issues des systèmes karstiques sont définies comme étant très peu filtrées. Plus les précipitations sont intenses, plus l'eau transportée peut être susceptible de véhiculer rapidement des pollutions éventuelles présentes sur le massif de la Sainte Baume.

Seule la réalisation d'autres analyses pourrait permettre de déduire une réelle signification sur l'état bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine.

➤ Captages de Coulin

(cf. Annexe 8 : Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP – Les captages de Coulin)

Les eaux des ressources de Coulin sont chlorées avant leur stockage dans le réservoir de 2000 m³ du Drouard (en amont des captages). Un contrat d'entretien des équipements de chloration a été signé avec la Société des Eaux de Marseille (SEM).

De la même manière que les ressources de la vallée de Saint Pons, seule une analyse a été réalisée à ce jour. Cette analyse a été effectuée sur l'eau prélevée dans le forage F2, qui depuis reste en attente d'exploitation. Ses résultats présentaient une contamination fécale en coliformes totaux dans l'eau prélevée (2 pour 100 mL d'eau ; la réglementation en admet 0 pour 100 mL d'eau). Or, seule la réalisation d'autres analyses pourrait permettre de déduire une réelle signification sur l'état bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine.

Aujourd'hui, il conviendra donc, à l'avenir, de continuer à effectuer un traitement efficace à la chloration pour éviter la contamination bactérienne des réseaux de distribution d'eau potable.

En conclusion, l'état sanitaire de la ressource est excellent sur la base de ces observations. Cependant, compte tenu du nombre réduit de prélèvements réalisés, on ne peut pas dire qu'ils soient significatifs. Ainsi, la nécessité de connaître la qualité en chaque point de captage et de façon régulière, est une condition essentielle pouvant permettre de disposer d'une alarme et d'intervenir en cas d'anomalies.

2. Protection naturelle de l'aquifère

Le contexte environnemental est important lors de l'évaluation de la qualité des ressources en eau potable. Ainsi, en fonction de la localisation, la protection naturelle est différente, et peut être plus ou moins exposée à des effets géologiques ou hydrauliques naturels.

➤ Vallée de Saint Pons :

L'environnement de Gémenos est constitué d'une complexité tectonique se traduisant par de nombreuses failles, de nombreux charriages, des ravins et des falaises. Le massif de la Sainte Baume situé en amont, et reconnu comme étant un milieu quasi-sauvage, agit comme une véritable protection naturelle. Ainsi, malgré le karst et les circulations rapides dans les aquifères, cet environnement est un élément très favorable pour juger de la qualité physico-chimique et microbiologique des ressources de la vallée de Saint Pons, qui collectent une partie de ses écoulements.

➤ Captages de Coulin :

L'arrivée des eaux dans le secteur de Coulin provient aussi d'une partie des écoulements du massif de la Sainte Baume. Cette arrivée est réalisée par l'intermédiaire de failles et de drains karstiques qui conduisent les eaux du massif de la Sainte Baume au groupe d'émergences sous-marines de Port-Miou et Cassis. Ainsi, de par la nature de la Sainte Baume et comme pour la vallée de Saint Pons, cet environnement est un élément très favorable pour juger de la qualité globale des eaux prélevées.

De plus, on remarque qu'au Nord des forages, l'aquifère karstique des calcaires crétacés est protégé par une épaisse couche de colluvions et d'alluvions, pour partie peu perméables, pour partie filtrantes.

Cependant, il existe, sur ce secteur, des contraintes de nature anthropique.

3 Vulnérabilité - Objets à risques

Suite à l'étude de l'environnement proche des ressources, il est nécessaire d'évaluer la vulnérabilité des ressources utilisées notamment vis-à-vis des risques anthropiques. En effet, ces derniers sont souvent l'une des principales causes de dégradation de la qualité globale des eaux.

➤ Vallée de Saint Pons :

Cette vallée, largement connue pour son Abbaye cistercienne, et sa source, exerce un attrait touristique important (présence de nombreux promeneurs). Or, les ressources en eau potable étant réparties sur la totalité du parc, et ne bénéficiant d'aucune protection immédiate pour certaines, le risque de contaminations des captages en eau potable est d'autant plus grand.

Sur le plan réglementaire, afin de protéger au mieux les différents aquifères de la vallée, certaines activités doivent être interdites : l'ouverture de carrières, le fonçage de puits ou de forages particuliers, les constructions nouvelles en dur, l'usage des pesticides, ainsi que l'épandage de fumiers ou de lisiers. Ensuite, certaines activités doivent être réglementées : la circulation automobile sur les sentiers et les pistes, l'exploitation forestière, la pose de canalisations, les travaux de terrassement, ainsi que le parcage et le pacage des animaux hors des périmètres de protection immédiate.

Enfin, bien que la vallée ne soit que faiblement urbanisée, il est important de vérifier les différents modes d'assainissement mis en place sur les quelques habitations existantes. En effet, des rejets d'effluents à proximité des aquifères exploités pourraient avoir un impact fort en terme de pollution fécale. Ainsi, il convient de réaliser un système d'assainissement non collectif aux normes, voire d'assurer la mise en place de fosses étanches qui seront vidangées par camions si il n'est pas possible de poser un collecteur pour évacuer les eaux usées de l'abbaye et de la maison forestière.

➤ Captages de Coulin :

Les forages de Coulin exploitent le même aquifère calcaire. Cependant au Sud des forages, ce dernier affleure directement au niveau du versant collinaire boisé. Sans être incluse dans le périmètre de protection rapproché, cette zone doit être définie comme zone naturelle protégée (dans le PLU³) et doit être soumise à des activités réglementées : promenade, chasse, entretien des forêts, ainsi que maintenance des pistes et du réservoir d'eau.

Ensuite, l'existence de nombreux forages dans ce secteur ne rend pas impossible l'apparition de pollutions au niveau de la nappe. Ainsi, les futurs forages privés seront réglementés et limités à une profondeur de 50 mètres. Pour les ouvrages privés demandant une dérogation, l'avis d'un Hydrogéologue agréé sera nécessaire.

De plus, la RN 8 se situe à environ 5 mètres de chacun des captages. De par sa topographie et de son profil, cette route pose un véritable problème : en effet, elle est soumise à un risque de renversement de produits toxiques qui pourrait avoir un rapide impact sur l'aquifère du karst sous jacent.

Enfin, l'urbanisation est constituée par des villas au Nord de la RN8 et par quelques établissements commerciaux et industriels. Il est important de bien vérifier le mode d'assainissement actuel est conforme (qu'il soit collectif ou individuel). De même, il est indispensable de contrôler qu'il n'existe aucun rejet émanant d'établissements industriels vers le milieu naturel.

³ PLU : Plan local d'urbanisme

IV. Périmètres de protection de captages

(cf. Annexe 8 : Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP)

L'étude hydrogéologique ci-dessus peut, dorénavant, permettre de mieux comprendre les périmètres de protections de captages proposés par l'Hydrogéologue agréé, ainsi que les mesures complémentaires proposées. D'autre part, sur la base des éléments techniques développés précédemment, quelques propositions ont été avancées vis-à-vis des améliorations possibles en matière de gestion de l'eau potable.

➤ Vallée de Saint Pons

○ Les périmètres de protection immédiate (PPI⁴) sont appliqués à chaque captage : les forage et puits du Vèze, la source de Saint Pons, la galerie drainante, et les forages de la maison forestière.

Il est important de rappeler les points suivants

- que le périmètre de protection immédiate doit être la propriété de la collectivité publique, Maître d'Ouvrage du captage (sauf en cas d'accords collatéraux),
- que ce périmètre doit être clos,
- que les activités autres que celles strictement nécessaires à l'exploitation de la ressource y sont proscrites.

PPI de la source de Saint Pons : la source est un patrimoine à conserver intact. Historiquement, elle a toujours alimenté le village. Afin de concilier l'aspect réglementaire et la nécessité de conserver la Vallée de Saint Pons son caractère de parc naturel, il a été proposé de fixer une bulle transparente à la paroi rocheuse par l'intermédiaire d'un cadre métallique scellé dans le calcaire d'une manière étanche (Source : hydrogéologue). Cependant, pour des raisons d'esthétisme, il n'est pas faisable de réaliser une telle protection. Il serait peut être aujourd'hui préférable de redéfinir le devenir de la source. En effet, la réglementation oblige qu'elle soit protégée (c'est-à-dire inaccessible sur un périmètre immédiat). Ainsi, pour conserver ce patrimoine, il peut être proposé aux différents intervenants qu'elle ne soit plus utilisée pour l'alimentation en eau potable de Gémenos. De plus, d'après l'étude hydrogéologique, on a vu que certaines ressources pouvaient fournir bien plus d'eau qu'elles n'en fournissent actuellement.

PPI de la galerie drainante : ce périmètre est constitué par la galerie elle-même, formant alors une enceinte grillagée close munie d'une porte métallique verrouillée. L'avenir de cette ressource est peut être à redéfinir. En effet, pour un fonctionnement optimal de la galerie, des travaux de remise en état du dispositif des barbacanes seraient à examiner sérieusement. De plus, si la source en amont n'est pas protégée, il n'est aucunement possible d'utiliser la ressource de la galerie drainante comme ressource d'eau potable.

PPI du puits et du forage du Vèze : il convient de clôturer un vaste espace qui protège les deux ouvrages distants d'environ 50 mètres avec un accès par piste au forage du Vèze. Le PPI est étendu au Sud afin de conserver un espace de développement potentiel dans un secteur favorable sur le plan hydrogéologique (zone faillée). Il serait peut être envisageable de forer un captage à proximité du forage du Vèze afin d'assurer une meilleure alimentation de la commune en cas de sécheresse, tout en restant dans ces périmètres de protection.

⁴ PPI : Périmètre de protection immédiate

PPI des captages de la maison forestière : Les captages F3, et F4 sont proches l'un de l'autre dans un périmètre grillagé. Les animaux élevés actuellement autour des forages seront parqués hors de ce périmètre. Pour le forage F2, situé en bord du chemin forestier, il avait été proposé de déplacer ce dernier d'environ 2 mètres vers le Nord, en taillant dans la roche. Ceci n'étant techniquement pas envisageable, il peut être proposé de ne pas le conserver pour l'alimentation en eau potable.

- Le périmètre de protection rapproché (PPR⁵) a été défini par l'hydrogéologue comme un grand périmètre comprenant les quatre périmètres de protection immédiate. Ainsi, sur cette superficie d'environ 1 km² qui appartient au Conseil Général des Bouches du Rhône, certaines activités y seront réglementées ou interdites (cf. Vulnérabilité).

- Le périmètre de protection éloignée (PPE⁶) n'a pas lieu d'être établi car cette protection lointaine de la ressource est déjà assurée par la nature sauvage du massif de la Sainte Baume (Coulier, 1998).

➤ Captages de Coulin

Les périmètres définis par l'hydrogéologue sont communs aux deux forages, F1 en exploitation et F2 en attente. La commune est propriétaire du PPI (périmètre de protection immédiate).

- Les périmètres de protection immédiate (PPI) : cette zone s'étend sur les parcelles Y16, 17 et 19, du bord du carreau de la carrière jusqu'au front de taille. Elle sera clôturée et comportera un (voire deux) accès. Le périmètre clôturé actuellement autour des 2 captages ne correspond pas au périmètre défini ci-dessus. Il devra donc être modifié.

- Le périmètre de protection rapproché (PPR) : ce périmètre s'étendra sur deux sections, la section au Sud de la RN8 (parcelles Y37, 38, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, et 33), et la section au Nord de la RN8 (parcelles 17 pour partie, 19, 20, 26 à 30, 36, 38, 40 à 44, 67 à 69, 92 à 94, 123 à 125, 127 et 128). Des équipements complémentaires pourraient être mis en place afin de protéger les ressources et leur aquifère du danger que peut représenter la route. Ainsi, des glissières de sécurité seraient posées sur toute la traversée du PPR et en bordure du PPI. De même, un fossé collecteur étanche, la pose de panneaux routiers signalant la traversée du PPR du champ captant du Coulin, ainsi qu'un bassin d'orage étanche et obstruable d'une capacité de 1000 m³ en aval des glissières sont envisagés sur la même longueur.

- Le périmètre de protection éloignée (PPE) : de par la nature karstique de l'aquifère (Coulier, 1998), ainsi que l'expansion permanente des activités anthropiques dans ce secteur, le PPE a été défini large, s'étendant sur la cuvette du Vaisseau, sur une partie de celle des Nègles et sur la zone boisée et abrupte située au Sud des captages (colline de la Tête du Drouard). La gestion des sols est à prendre en compte dans le cadre d'une protection maximale du karst : le PLU doit permettre de résoudre le problème des incompatibilités entre l'exploitation des eaux souterraines et les activités à caractère industriel. De même la vocation forestière des sols est à favoriser.

⁵ PPR : Périmètre de protection rapprochée

⁶ PPE : Périmètre de protection éloignée

V. Conclusions et recommandations

Cette étude hydrogéologique a permis, tout d'abord, d'essayer de visualiser la géologie générale du secteur de la Sainte Baume et de mieux comprendre les aspects hydrogéologiques à l'échelle locale. Elle s'est ensuite attachée à décrire la nature des terrains du secteur d'étude ainsi que l'aquifère (alimentation, fonctionnement) de chacun des captages de Gémenos. Ceci a permis de mieux comprendre les aquifères sollicités. Une analyse de la qualité des ressources a ensuite démontré la faible fréquence, voire l'absence de prélèvements et de suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des différents captages. Il est aujourd'hui urgent d'équiper la totalité des points de captage par des robinets de prélèvements. Une étude de la vulnérabilité intrinsèque de chaque site a ensuite été réalisée afin de prévenir au mieux les éventuels risques de pollutions accidentelles pouvant avoir un impact sur les aquifères sous-jacents. Enfin, cette étude permet de mieux comprendre les études de l'hydrogéologue agréée relatives à la mise en place des périmètres de protections de captages (CONRAD – 1998).

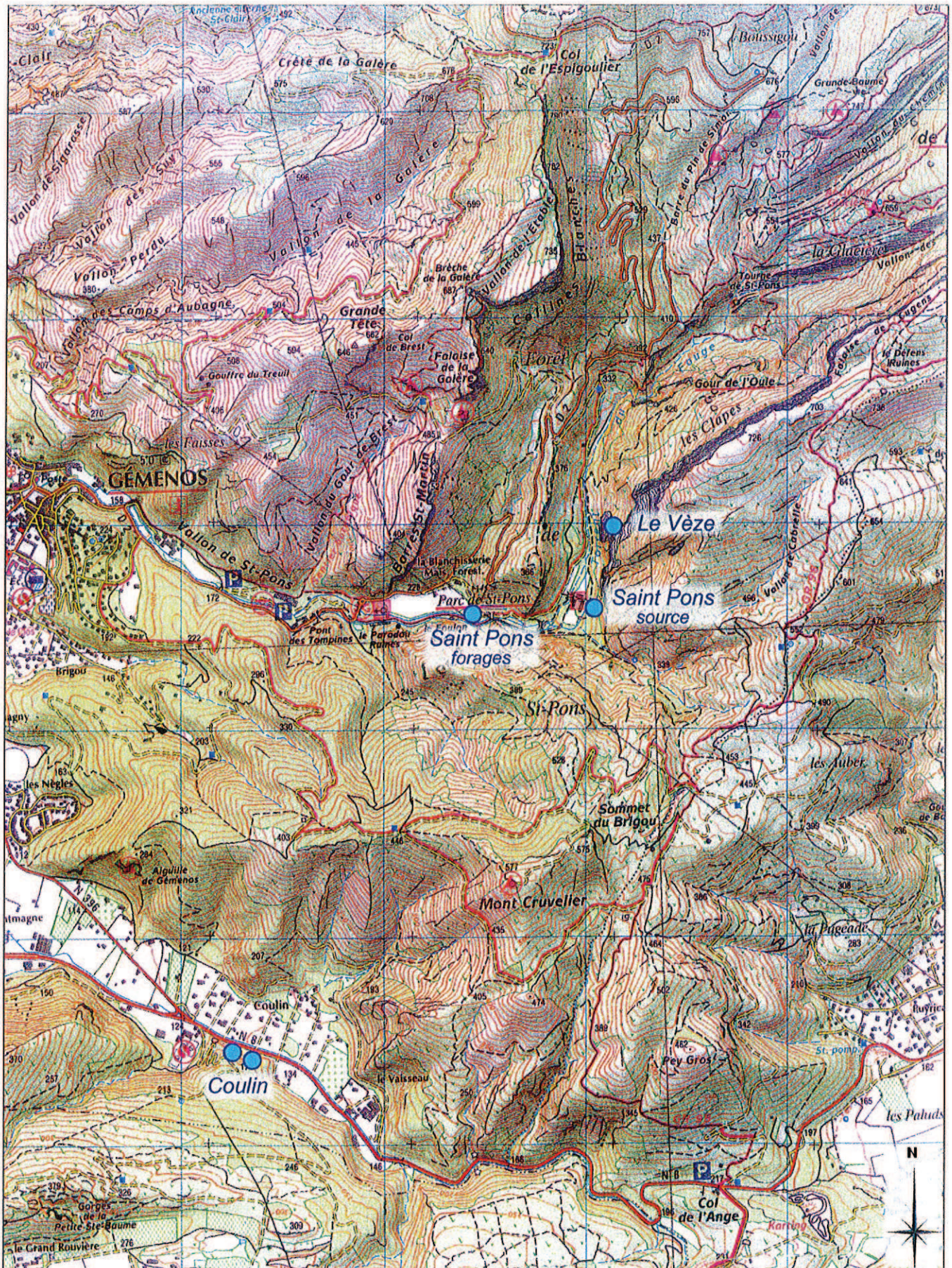
Cependant, avant de terminer cette étude, il serait important de rappeler quelques recommandations.

- mise en place d'analyses efficaces dans la détermination de la qualité des ressources,
- augmentation de la fréquence de ces prélèvements,
- mise en place d'un suivi efficace de ces analyses,
- installation du comptage systématique des volumes prélevés aux différents captages,
- redéfinition des aptitudes de chaque captage à pouvoir fournir de l'eau potable à la collectivité,
- accroissement de la vigilance vis-à-vis de la vulnérabilité des nappes et des éventuels risques.

ANNEXES

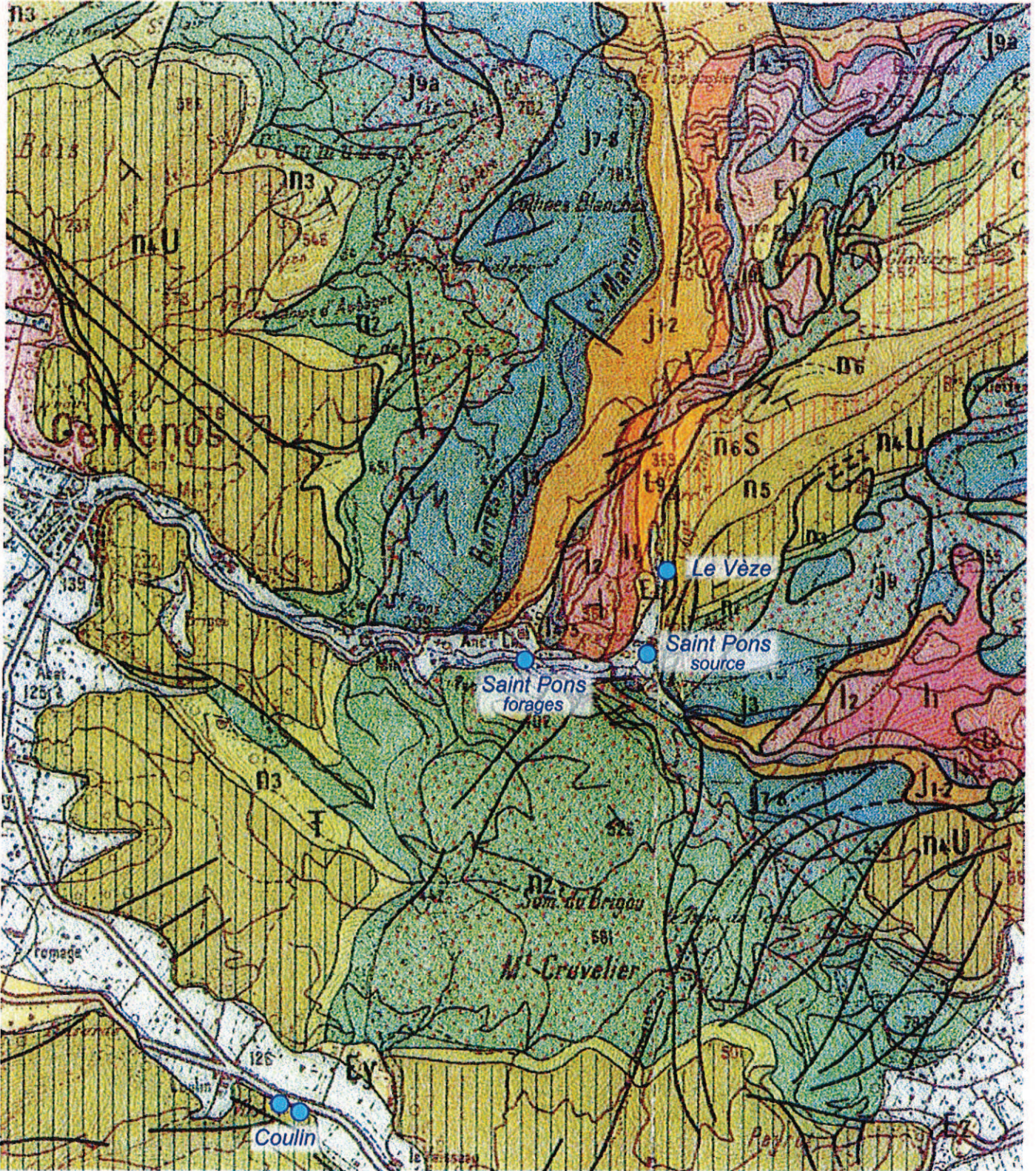
***ANNEXE 1 : Carte de situation des points de captages de
Gémenos***

Commune de Géménos Etude hydrogéologique Carte de situation des points de captages



ANNEXE 2 : Carte géologique du secteur d'étude

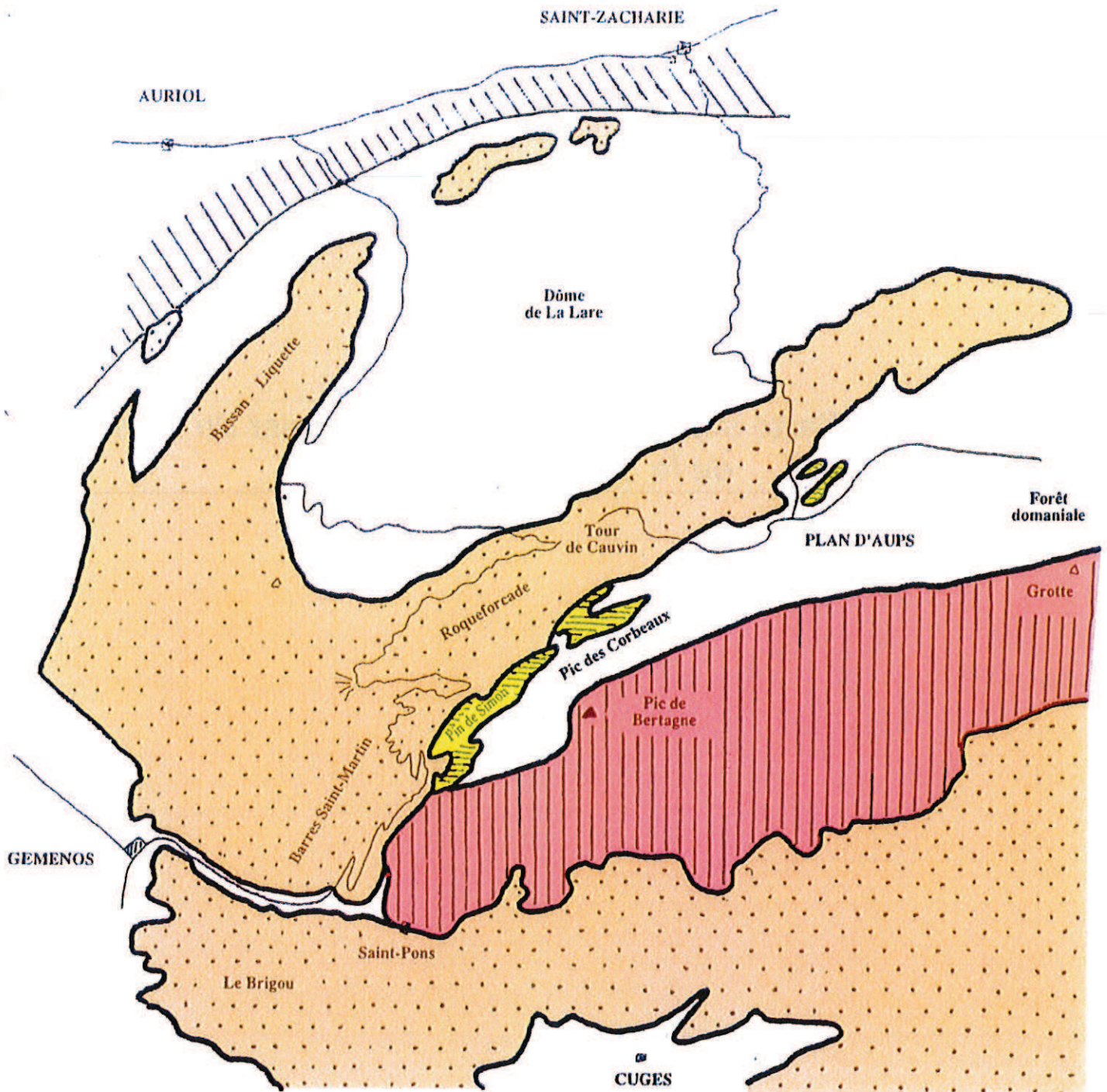
Commune de Géménos
Etude hydrogéologique
Carte géologique du secteur d'étude








ech : 1 / 50 000

***ANNEXE 3 : Carte sommaire de la partie Ouest du massif
de la Sainte-Baume***

Commune de Géménos
 Etude hydrogéologique
 Carte sommaire de la partie ouest du massif de la Sainte-Baume
 Localisation des différentes séries géologiques

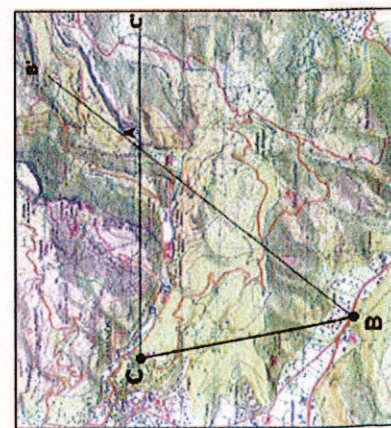
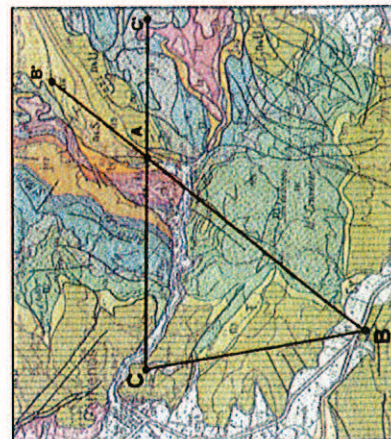
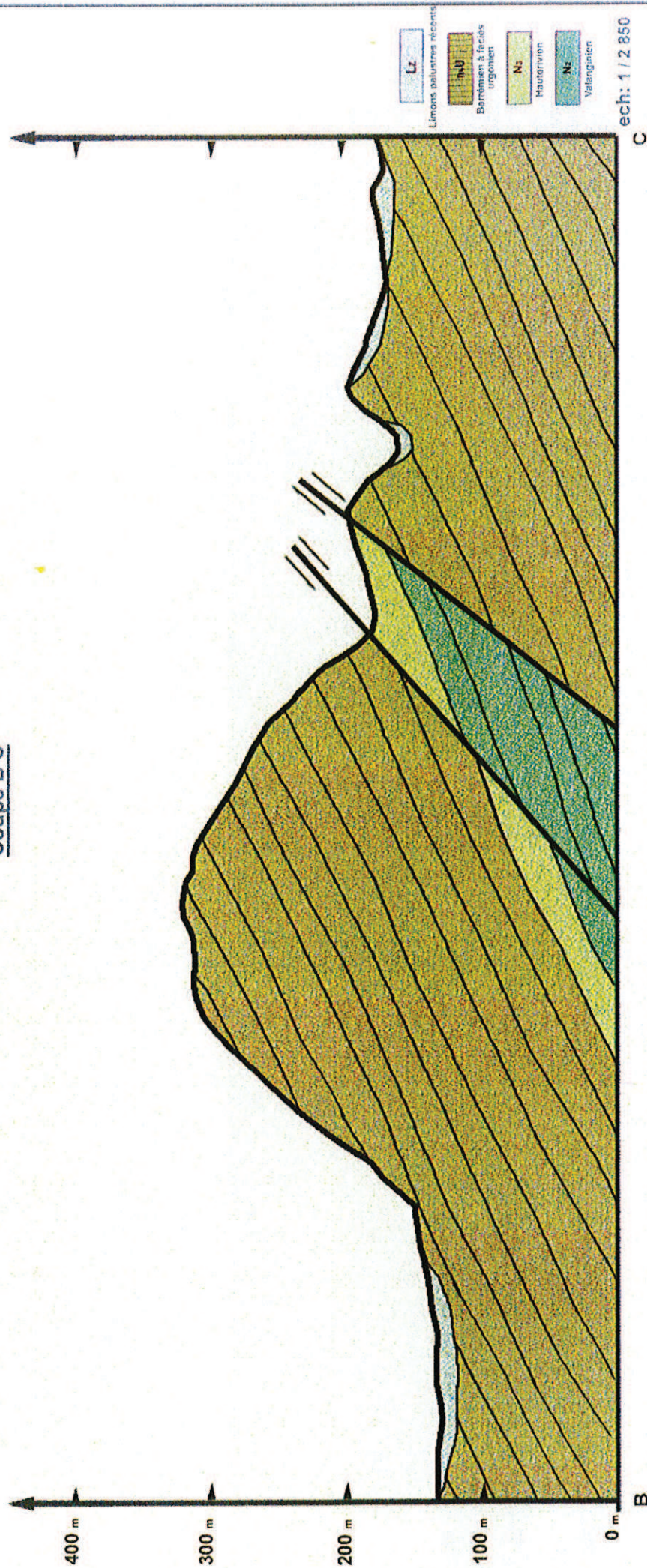


- | | | | | | | | |
|---|--|---|-----------------|---|----------|---|-------|
|  | Autochtone |  | Série renversée |  | Ecailles |  | Nappe |
|  | Vallée de l'Huveaune : une série de failles fait apparaître le Trias qu'on trouverait en profondeur sous le massif de La Lare. | | | | | | |

***ANNEXE 4 : Simulations de coupes géologiques du
secteur d'étude***

Commune de Géménos
 Etude hydrogéologique
 Simulation de coupes géologiques

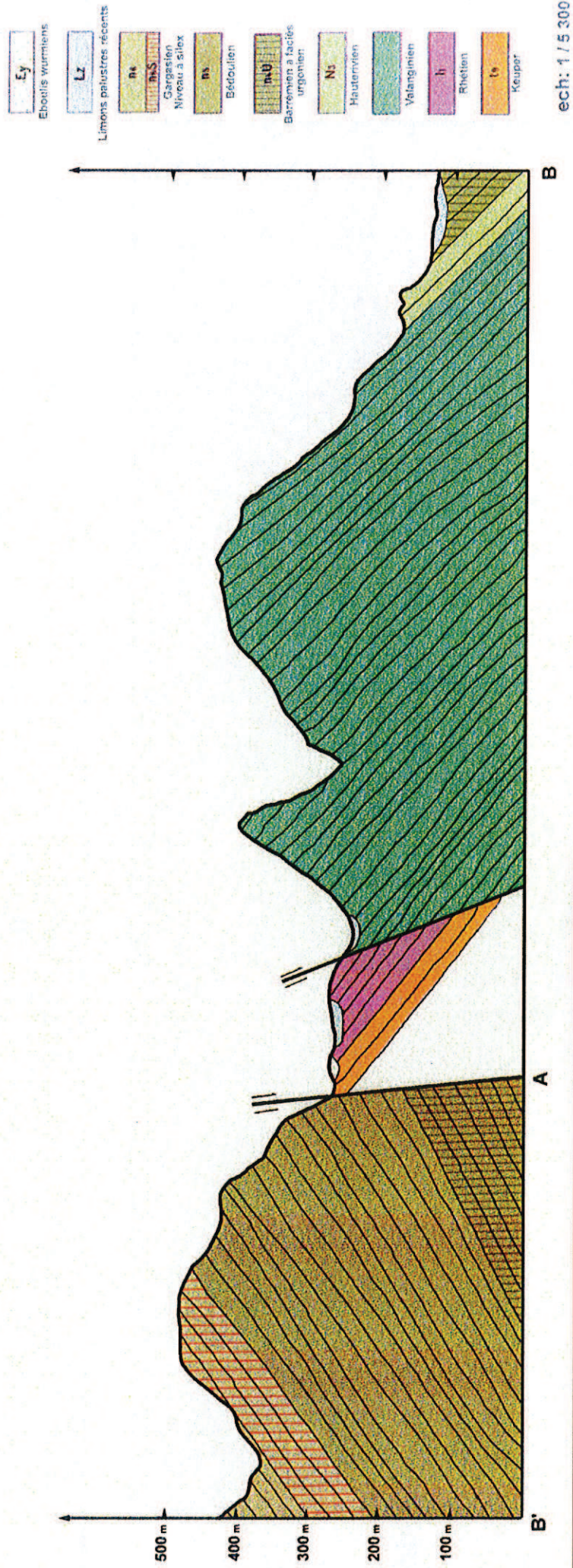
Coupe B C



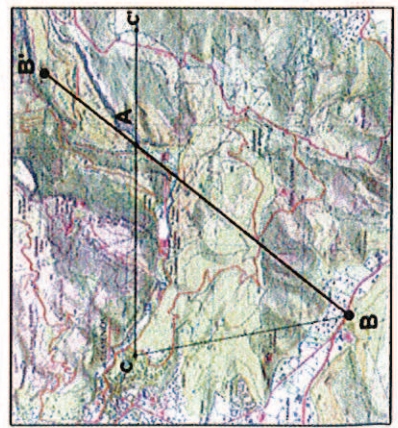
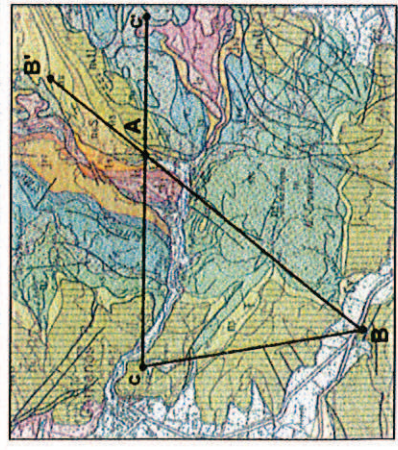
La complexité tectonique du secteur d'étude ne nous permet pas d'assurer la pertinence de cette simulation de coupe géologique, réalisée au cours de cette étude.
 Ce document doit donc être interprété avec précaution.

Commune de Géménos
 Etude hydrogéologique
 Simulation de coupes géologiques

Coupe B' B



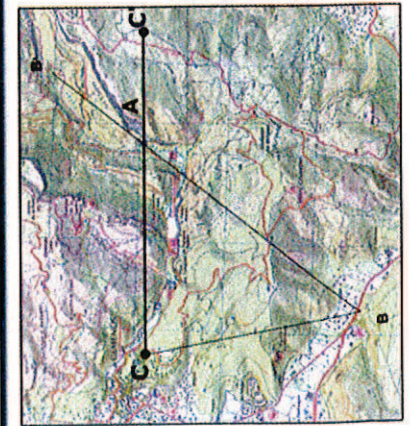
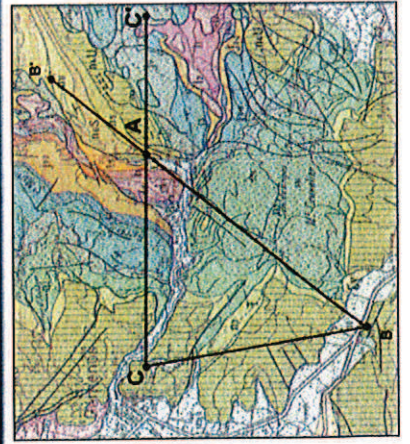
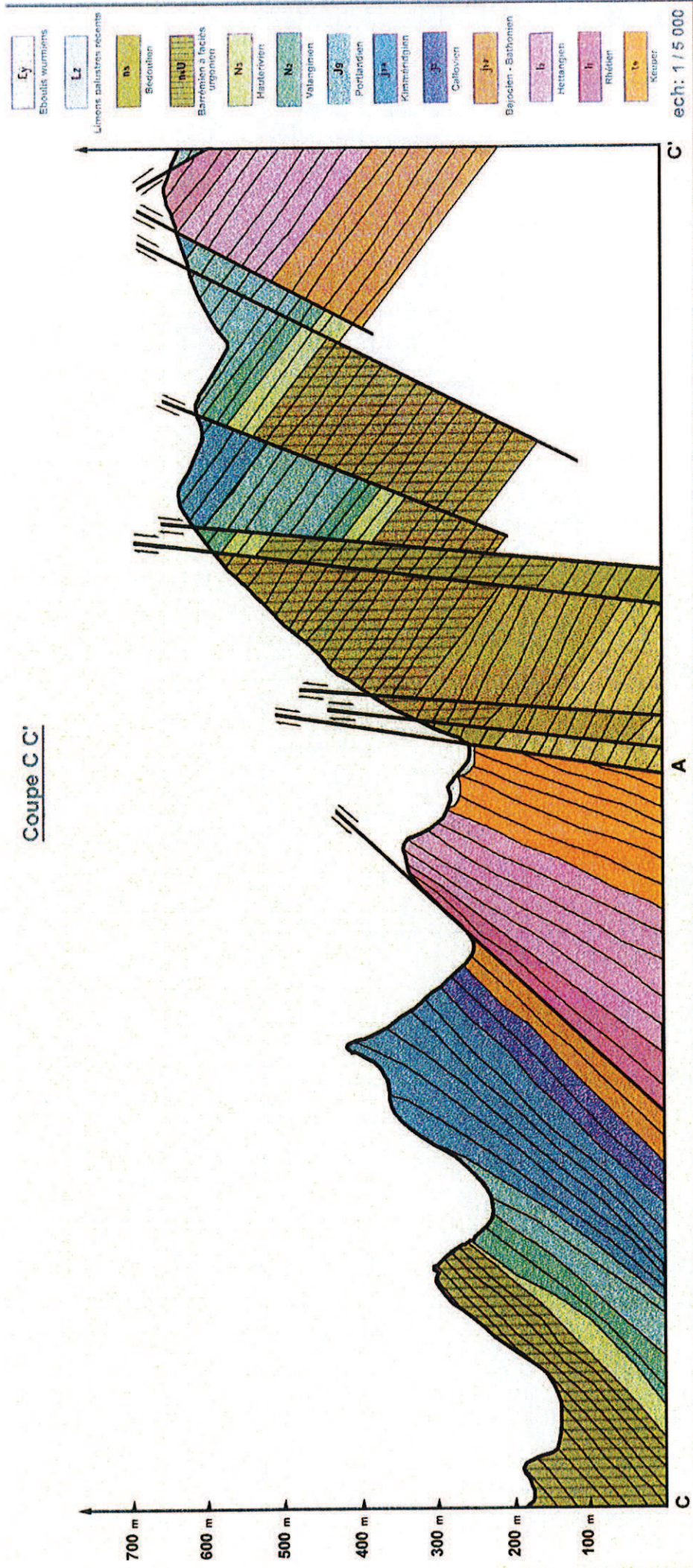
ech: 1 / 5 300



La complexité tectonique du secteur d'étude ne nous permet pas d'assurer la pertinence de cette simulation de coupe géologique, réalisée au cours de cette étude.
 Ce document doit donc être interprété avec précaution.

Commune de Géménos
 Etude hydrogéologique
 Simulation de coupes géologiques

Coupe C C'

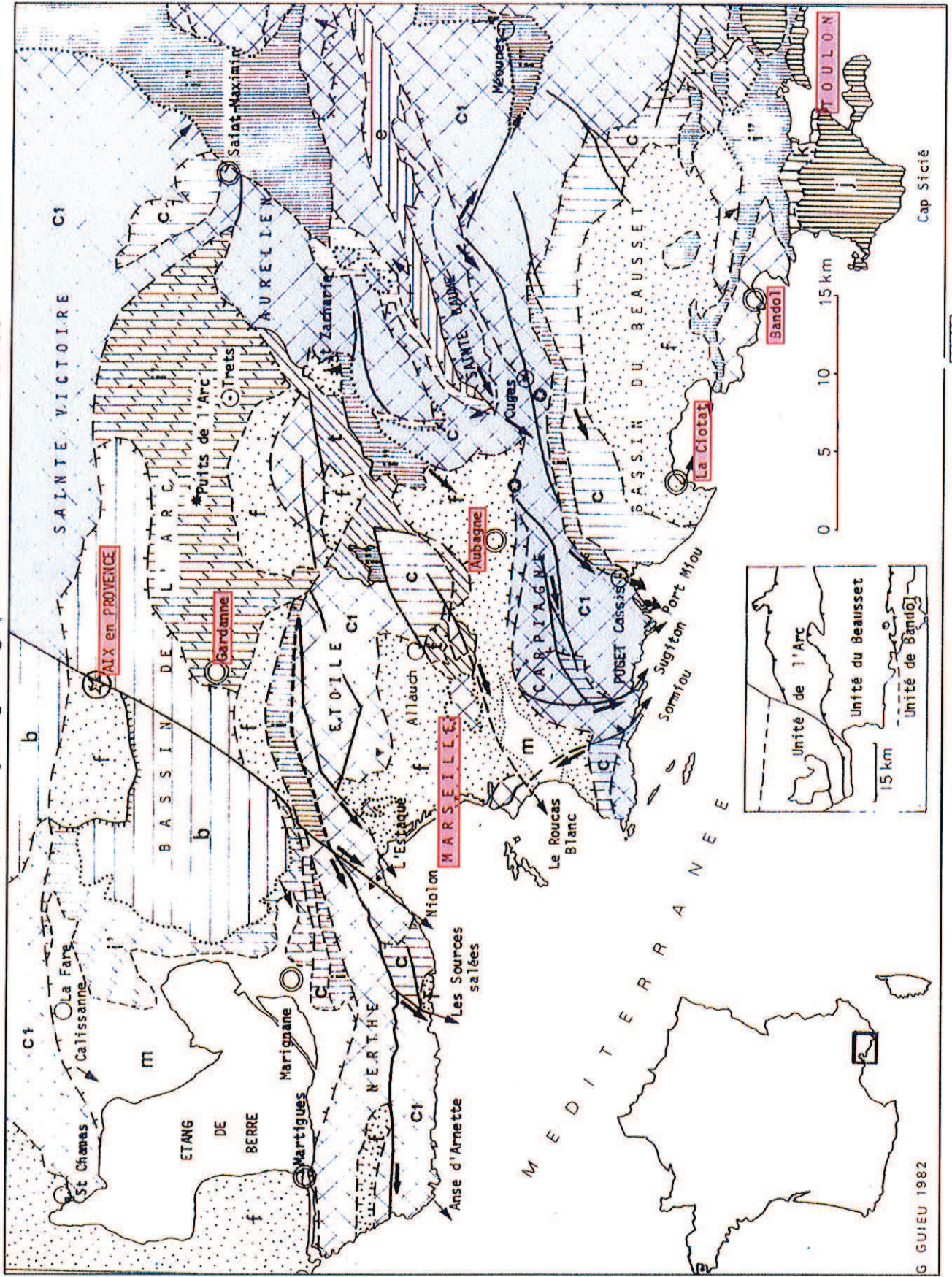


La complexité tectonique du secteur d'étude ne nous permet pas d'assurer la pertinence de cette simulation de coupe géologique, réalisée au cours de cette étude.
 Ce document doit donc être interprété avec précaution.

Ere	Formations	Epoques géologiques	Symbole	Etages géologiques	Particularités	Puissance	
Ere IV aire	Formations quaternaires	Pléistocène	Lz	Limons palustres	Sédiments sableux et boues carbonatées à l'origine des tufs calcaires	peu épais (1 à 3 m)	
			Ey	Eboulis wurmiens	Éléments cryoclastiques accumulés au pied des versants abrupts	peu épais	
Ere III aire	Formations sédimentaires	Oligocène	g1	Sannoisien	Calcaires vacuolaires chargés en éléments détritiques : apparition de grès, microconglomérats associées à de passées d'argile verte	au minimum 50 m	
Ere II aire	Formations sédimentaires	Aptien	n6	Gargasien	Marno-calcaires siliceux et glauconieux gris	70 m	
					Calcaires siliceux gris	30 m	
		Barrémien	n5	Bédoulien	Calcaires siliceux et glauconieux noduleux, très détritiques	35 m	
					Calcaires microdétritiques riches en spicules	100 m	
					Calcaires noduleux gris, à grains fins, avec des silex noirs au sommet	15 m	
		n4 U	Barrémien à faciès urgonien		Calcaires biodétritiques compacts à patine très blanche	250 à 450 m	
		Crétacé inférieur	n3	Hauterivien	Calcaires noduleux	40 m	
					Calcaires légèrement marneux	10 m	
					Calcaires compacts biodétritiques, silex	10 m	
					Calcaires noduleux gris détritiques	15 m	
					Calcaires marneux gris	15 - 20 m	
					Calcaires marneux noduleux très fossilifères	20 m	
		n2	Valanginien		Calcaires biodétritiques blancs souvent dolomitiques	150 m	
					Marno-calcaires jaune verdâtre	50 m	
		Jurassique supérieur	j9	Portlandien	Dolomies grises riches en matières organiques, calcaires biodétritiques blancs	50 à 100 m	
		j7-8	Kimméridgien		Calcaires biodétritiques	peu épais	
					Calcaires beiges ou gris	50 à 100 m	
		Jurassique moyen	j3	Callovien	Surface ferrugineuse		
					Calcaires gris jaunâtres en bancs réguliers avec quelques joints marno-calcaires	30 m	
			j2b / j1-2	Bajocien - Bathonien		Calcaires marneux	350 à 450 m
						Calcaires bruns	peu épais
i6	Aalénien		Bancs de calcaires siliceux / Calcaires gristrès fossilifères				
			Calcaires biodétritiques gris à chailles (inclusions de silices)	5 m			
			Calcaires biodétritiques gris bleu				
Jurassique inférieur	i2	Hettangien	Calcaires dolomitiques gris clairs, lits argileux verdâtres	50 à 100 m			
Trias	i1	Rhétien	Calcaires compacts durs, gris à beige clair	10 à 15 m			
			Calcaires argileux jaune miel				
			Calcaires marneux, marnes vertes feuilletées	15 à 20 m			
			Calcaires coquilliers, oolithes ferrugineuses, grains de quartz	10 à 15 m			
i9	Keuper	Argiles ou marnes à petits quartz et lentilles de gypse blanc, gris ou rouge	20-30 m				

***ANNEXE 5 : Esquisse hydrogéologique de la Basse
Provence à l'échelle 1/500 000ème***

Commune de Géménos Etude hydrogéologique Esquisse hydrogéologique de la Basse Provence



G GUIEU 1982

Aquifère discontinu à surface libre, karstique, en structure plissée, compartimentée
 Aquifère libre

***ANNEXE 6 : Visualisation des points de captages de
Gémenos***

Commune de Géménos
 Etude hydrogéologique
 Visualisation des points de captages de Géménos.



Vallée de St Pons: forage F2



Vallée de St Pons: forage F3

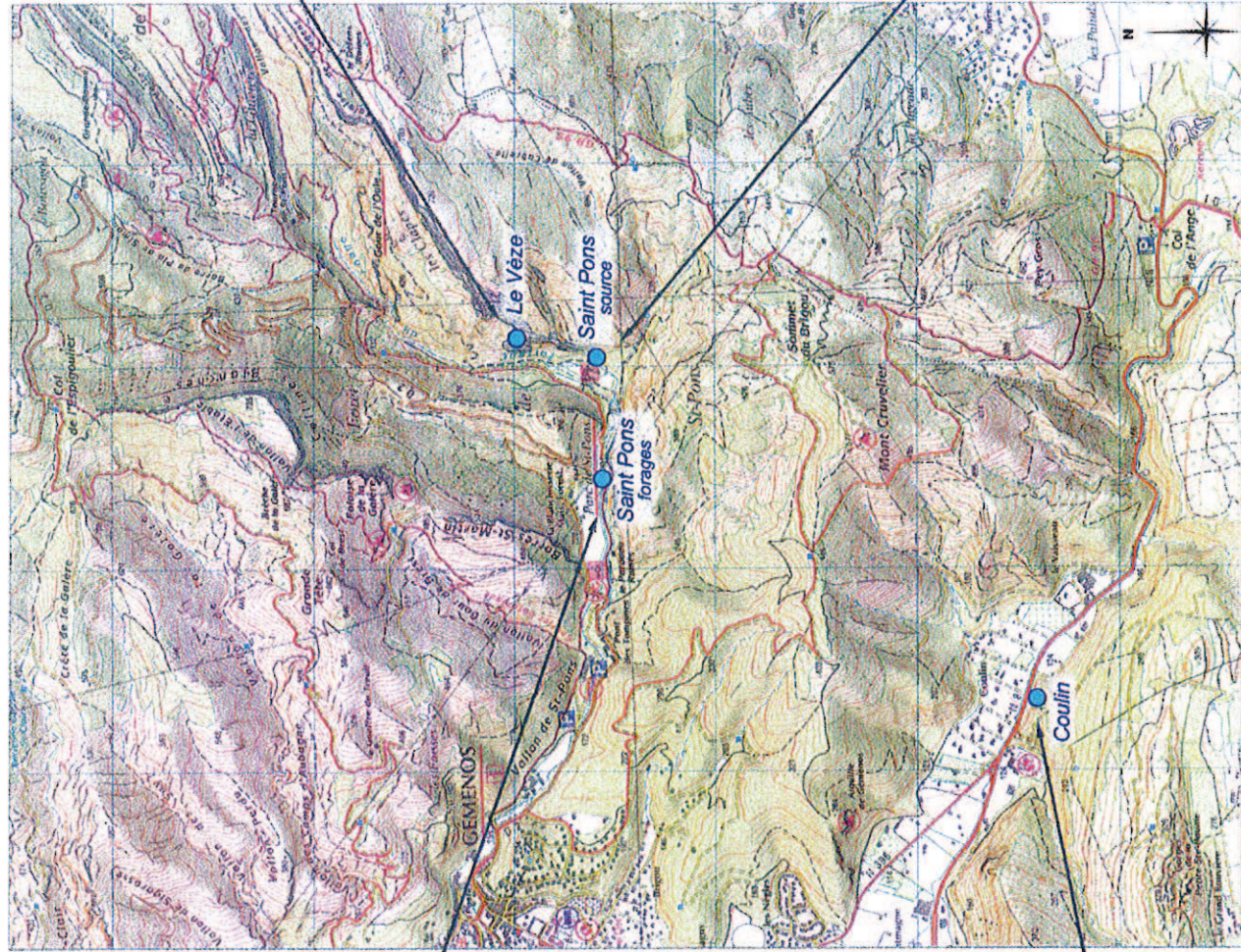


Vallée de St Pons: forage F4

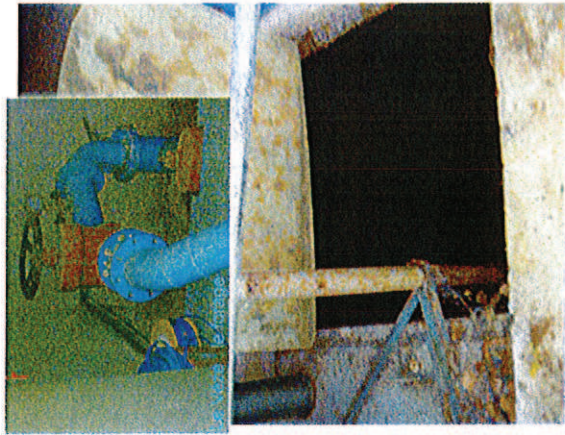


Coulin: forage F1

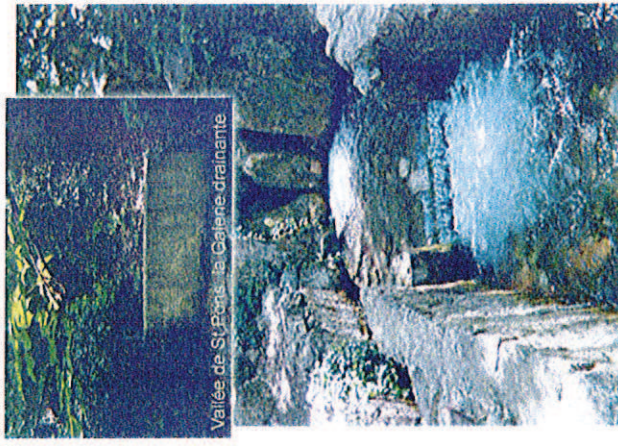
Coulin: forage F2



Légende
 ● Points de captages de Géménos



Le Vézère : le puits







Vallée de St Pons : la Galiène drainante

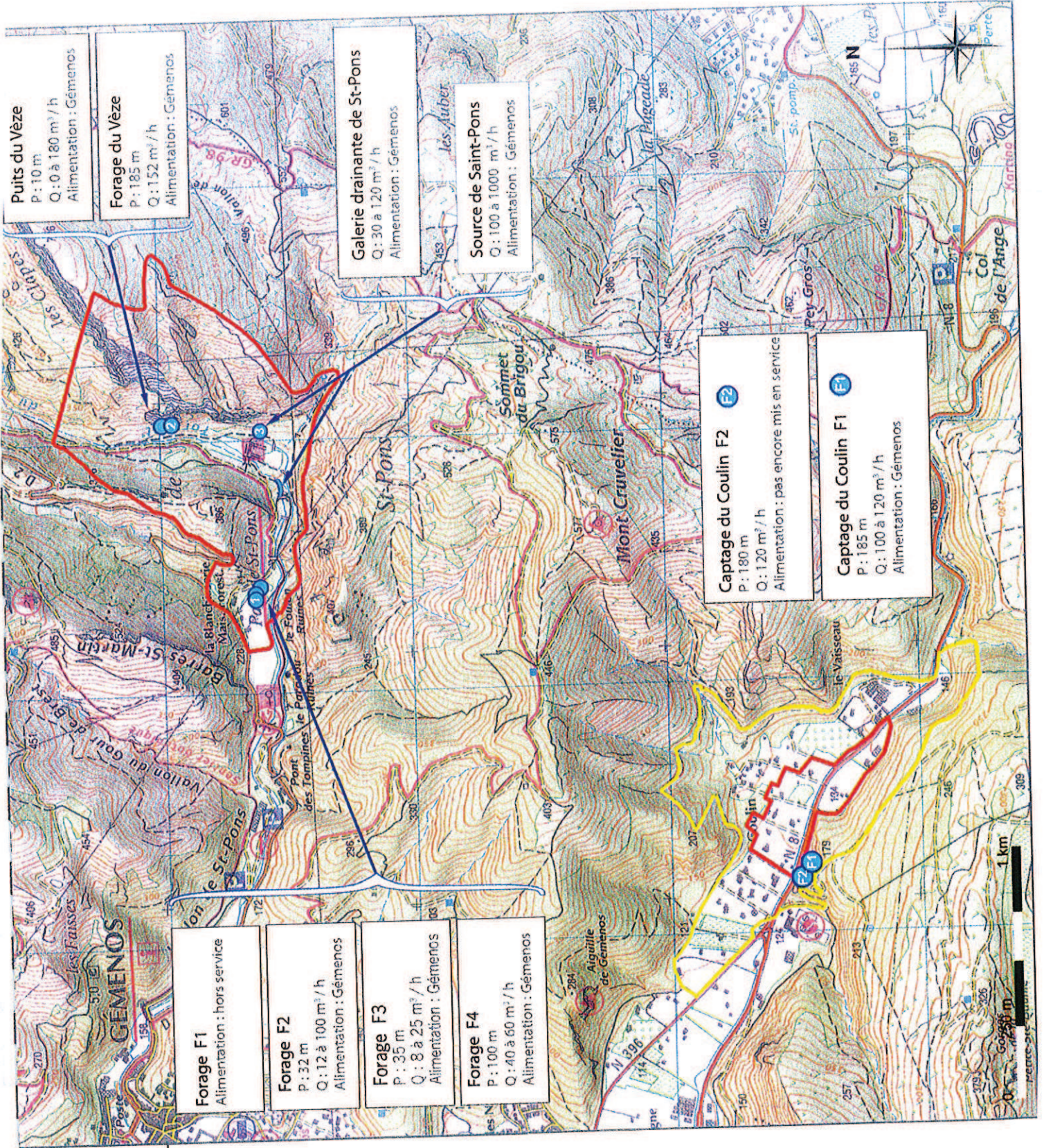
Vallée de St Pons : la Source

ANNEXE 7 : Carte des caractéristiques hydraulique des points de captages de Gémenos

Commune de Gémenos
 Etude hydrogéologique
 Carte des caractéristiques
 hydrauliques
 des points de captages de Gémenos

Légende :

-  P.P.R. Périmètre de Protection Rapproché
-  P.P.E. Périmètre de Protection Eloigné
-  Points de captages
-  Galerie drainante



***ANNEXE 8 : Caractéristiques techniques des ouvrages
d'adduction d'eau potable***

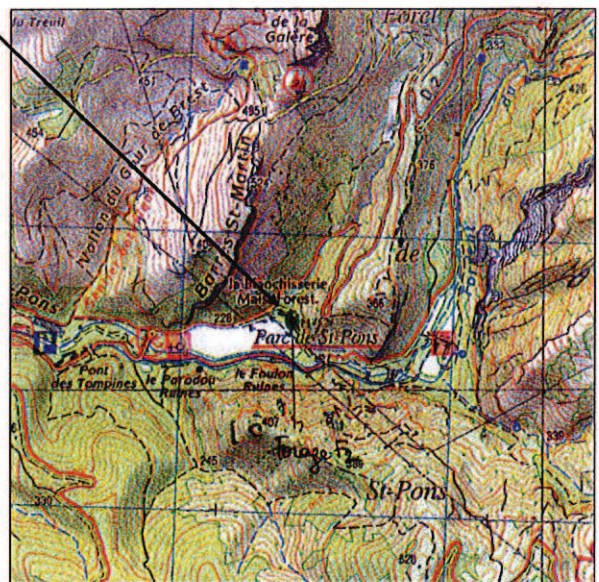
Commune de Gémenos
Etude hydrogéologique
Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP
Vallée de Saint Pons : Forage F2

Photographie du site



Caractéristiques de l'ouvrage	
Date de création	1969
Profondeur	34 m
Débit de fonctionnement	12 à 100 m ³ /h

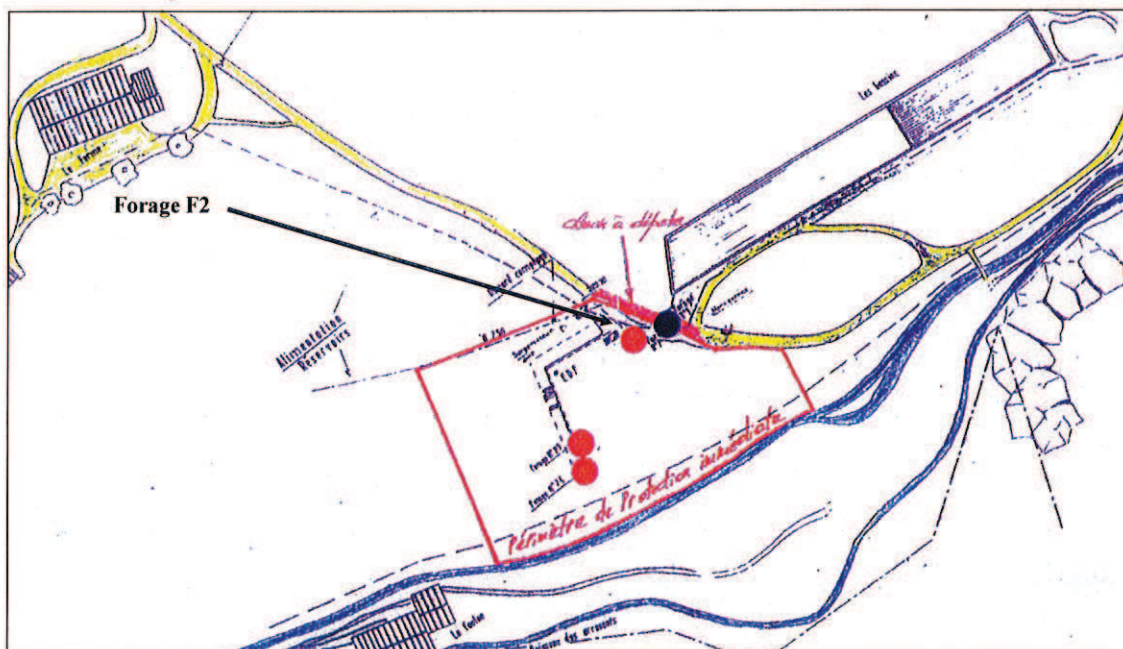
Localisation IGN



Caractéristiques de l'aquifères

Aquifère sollicité	Calcaires du Lias
	Calcaires de L'Hettangien et du Rhétien
	Argilites du Keuper
Type d'aquifère	Karstique
Pendage de l'aquifère	30 à 40°

Localisation précise



Commune de Gémenos
Etude hydrogéologique
Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP
Vallée de Saint Pons : Forage F3

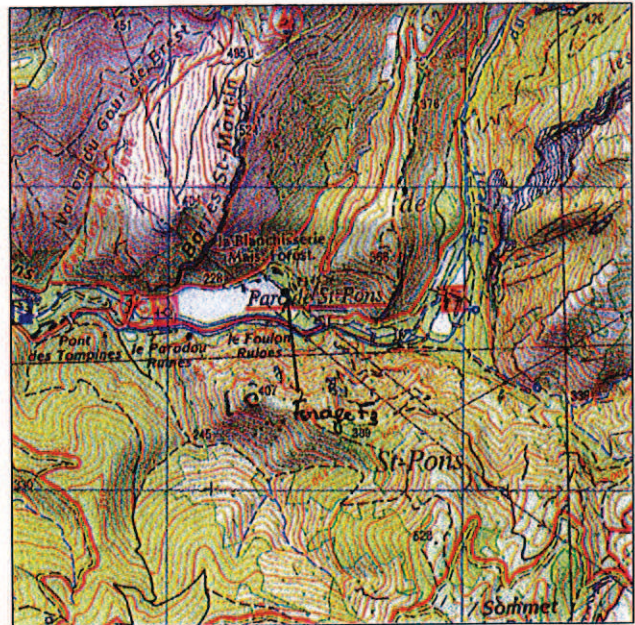
Photographie du site



Caractéristiques de l'ouvrage

Date de création	1979
Profondeur	35 m
Débit de fonctionnement	8 à 25 m ³ /h

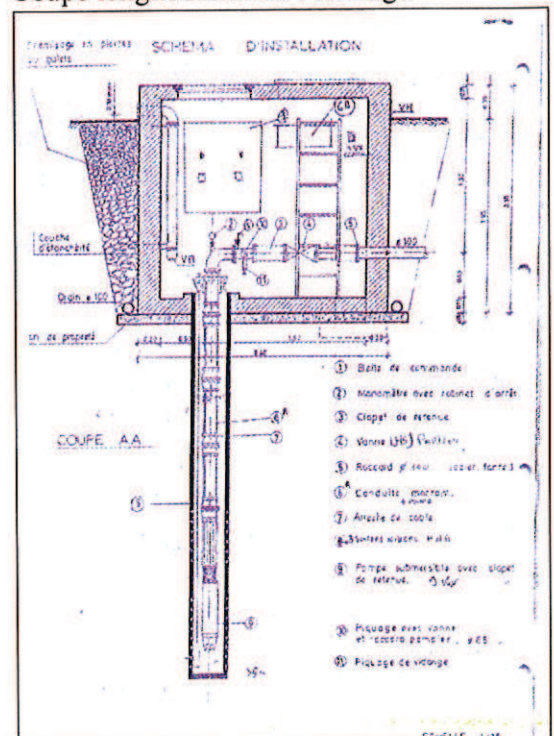
Localisation IGN



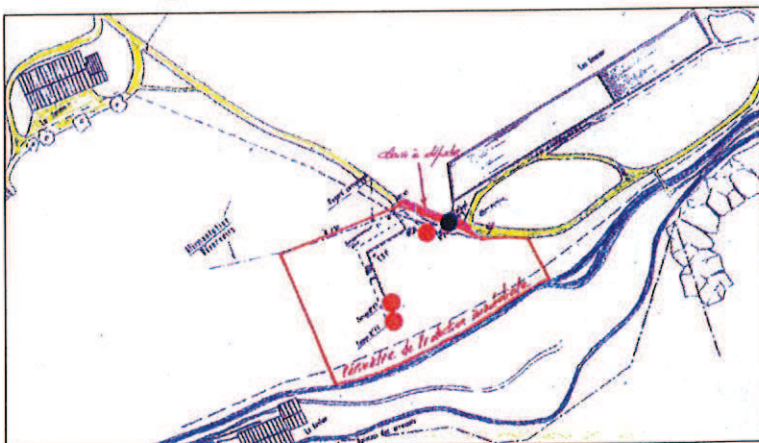
Caractéristiques de l'aquifères

Aquifère sollicité	Calcaires du Lias
	Calcaires de L'Hettangien et du Rhétien
	Argilites du Keuper
Type d'aquifère	Karstique
Pendage de l'aquifère	30 à 40°

Coupe longitudinale de l'ouvrage



Localisation précise



Commune de Gémenos
Etude hydrogéologique
Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP
Vallée de Saint Pons : Puits du Vèze

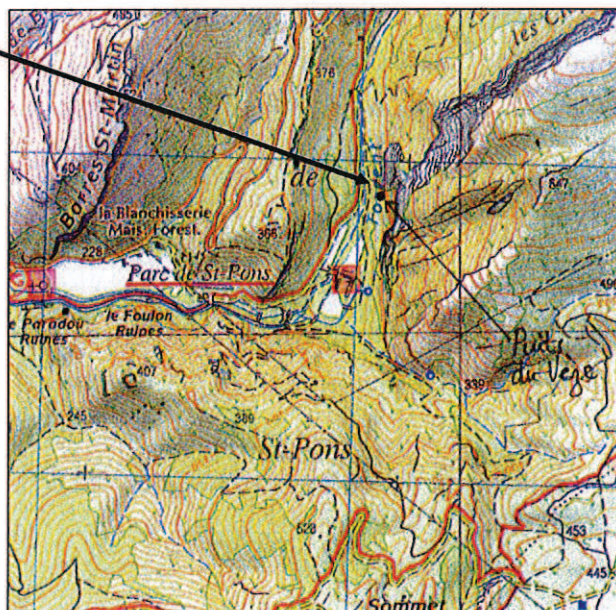
Photographie du site



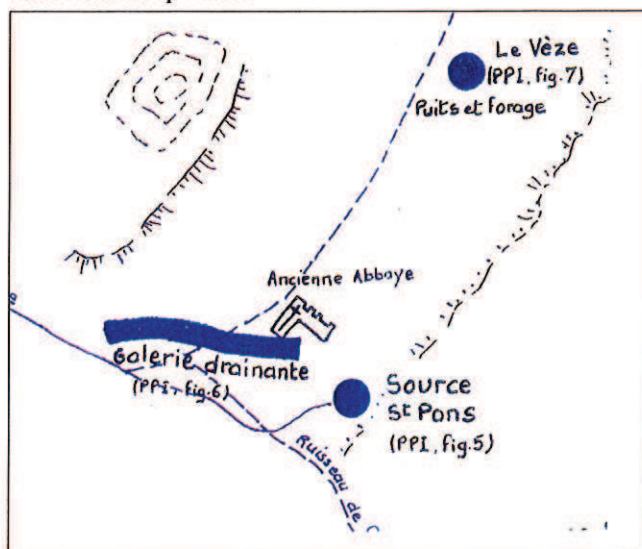
Caractéristiques de l'ouvrage

Date de création	1956
Profondeur	10 m
Débit de fonctionnement	0 à 180 m ³ /h
Mode de fonctionnement	Siphonage

Localisation IGN



Localisation précise

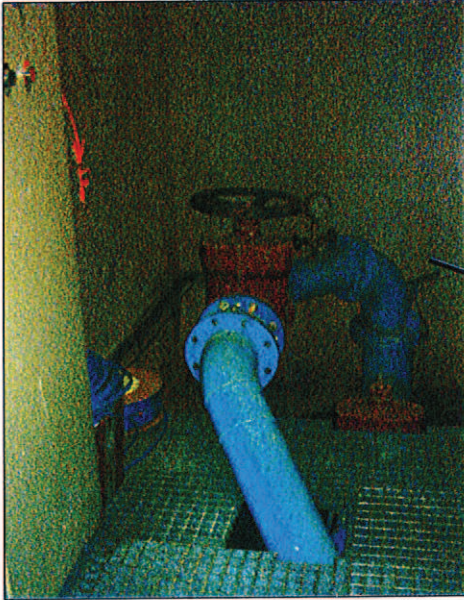


Caractéristiques de l'aquifères

Aquifère sollicité	Calcaires urgoniens
Type d'aquifère	Fissuré
Pendage de l'aquifère	Vertical

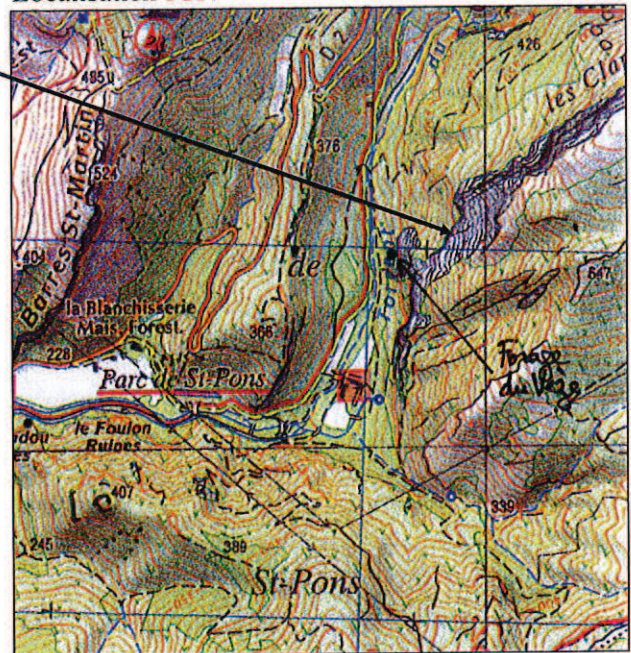
Commune de Gémenos
Etude hydrogéologique
Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP
Vallée de Saint Pons : Le forage du Vèze

Photographie du site



Caractéristiques de l'ouvrage	
Date de création	1991
Profondeur	185 m
Débit de fonctionnement	152 m ³ /h

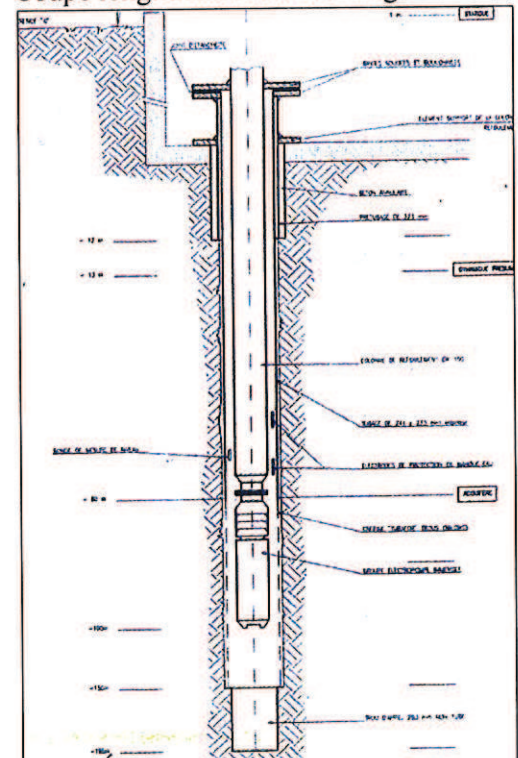
Localisation IGN



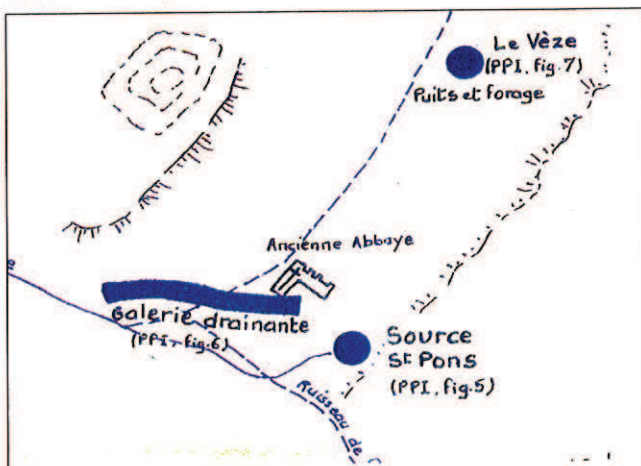
Caractéristiques de l'aquifères	
Aquifère sollicité	Calcaires urgoniens Marnes aptiens Calcaires siliceux
Type d'aquifère	Fissuré
Pendage de l'aquifère	Vertical

Fonctionnement artésien (en hiver)	Ouvrage dans lequel les eaux montent spontanément en surface sans que l'on ait à utiliser une pompe : ceci s'explique par le fait que la nappe sollicitée soit sous pression
Fonctionnement par pompage (en été)	Ouvrage dans lequel la présence d'un groupe électropompe est nécessaire à l'extraction des eaux souterraines

Coupe longitudinale de l'ouvrage



Localisation précise



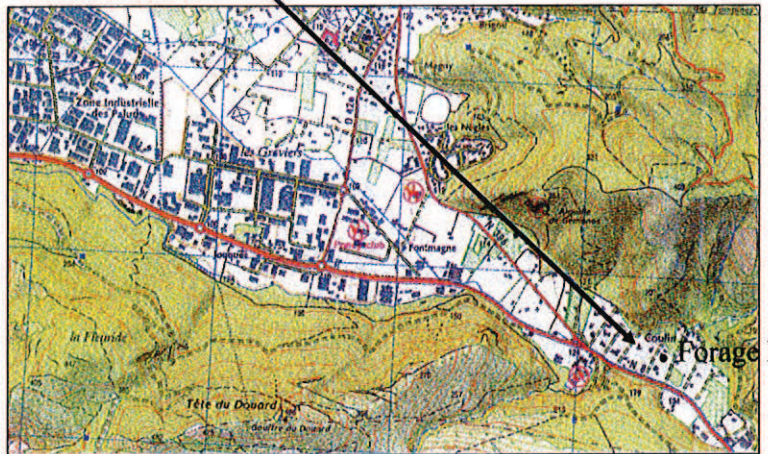
Commune de Gémenos
Etude hydrogéologique
Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP
Coulin : Forage F1

Photographie du site

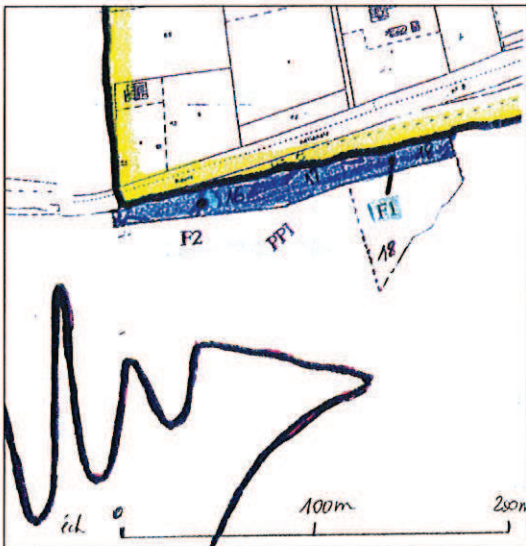


Caractéristiques de l'ouvrage	
Date de réalisation	1987
Profondeur	185 m
Débit de fonctionnement	120 m ³ /h
Alimentation	Z.A. Gémenos

Localisation IGN



Localisation précise



Caractéristiques de l'aquifères	
Aquifère sollicité	Calcaires urgoniens
Type d'aquifère	Karstique
Pendage de l'aquifère	0,7%

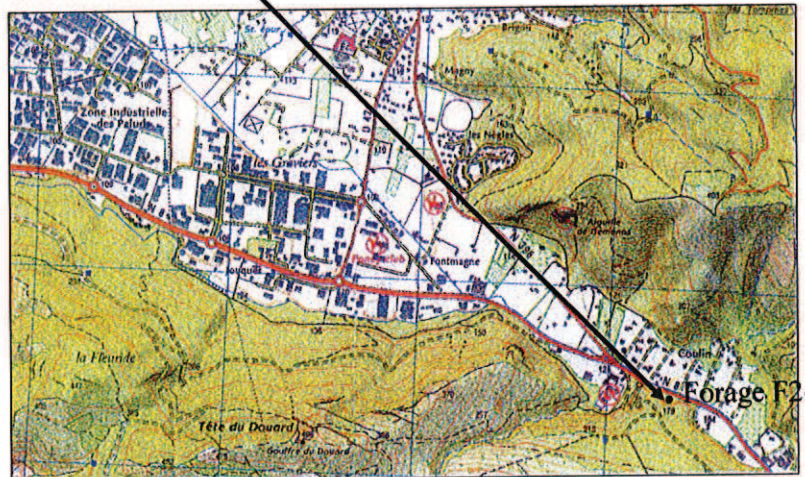
Commune de Gémenos Etude hydrogéologique Caractéristiques techniques des ouvrages d'AEP Coulin : Forage F2

Photographie du site



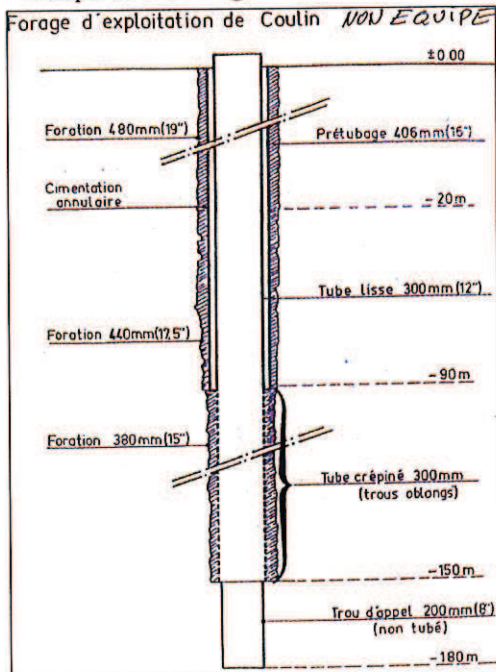
Caractéristiques de l'ouvrage	
Date de réalisation	1993
Profondeur	200 m
Débit de fonctionnement théorique	100 - 120 m ³ /h
Alimentation	Z.A. Gémenos, voire Gémenos via Z.A.
Etat de l'ouvrage	Non équipé

Localisation IGN



Caractéristiques de l'aquifères	
Aquifère sollicité	Calcaires urgoniens
Type d'aquifère	Karstique
Pendage de l'aquifère	0,7%

Coupe de l'ouvrage



Localisation précise



Analyses physico-chimiques

Chimie	pH	7,4
	Cond	515 uS
	TH	35,5 °F
	Ca	84 mg/L
	Mg	35 mg/L
	Cl	21 mg/L
	NO3	15 mg/L
Bactériologique	Turb	0,3 NTU
	Coli totaux	2 pour 100mL
	Coli Fécaux	0 pour 100mL
	Strepto Fécaux	0 pour 100mL
	Clostridium S-R	0 pour 100mL

Bibliographie

Références :

CONRAD G. Les périmètres de protection des captages du Coulin – AEP de la ville de Gémenos (Bouches du Rhône). Laboratoire de Géologie générale, faculté des Sciences et techniques de Saint Jérôme, Université d'Aix-Marseille, 2 août 1998.

CONRAD G. Les périmètres de protection des captages de la Vallée de Saint-Pons – AEP de la ville de Gémenos (Bouches du Rhône). Laboratoire de Géologie générale, faculté des Sciences et techniques de Saint Jérôme, Université d'Aix-Marseille, mars 1998.

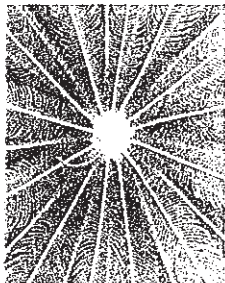
COULIER C. 1985, Hydrogéologie karstique de la Sainte Baume occidentale. Laboratoire de Géologie appliquée, Université d'Aix-Marseille. Thèse de docteur de l'Université d'Aix-Marseille, juin 1985.
Partie A. II.3. La lithostratigraphie,
Partie B. V.1. Etude des zones d'émergence : le ravin de Saint Pons,

ROUSSET C. Etude hydrogéologique de la protection de captages pour eau potable de la commune de Gémenos - Bouches du Rhône. Laboratoire de chimie et environnement, Université de Provence, Octobre 1996.

Sites Internet :

Site du BRGM : <http://infoterre.brgm.fr/> (Accès aux cartes et aux données, Publications et rapports)

Site de e-géologie : <http://e.geologie.free.fr>



H Hydrogéologie
Hydraulique
Hydrologie

G Géotechnique
Géologie

M Méditerranée
Maîtrise d'œuvre
Mesures

Environnement

MAITRE D'OUVRAGE



**COMMUNAUTE URBAINE
MARSEILLE-PROVENCE-METROPOLE**
Direction de l'eau et de l'assainissement
27, Bd. J. Vernet
13008 MARSEILLE

ETUDE

**Essais de pompage et analyses de
la qualité des eaux sur le forage de
« Pignol 2 » à Gémenos**

PHASE

**Rapport de rendu
des essais de pompage**

JUILLET 2006

REF. 06/07/093/8405/JPB

2, Bd de la Présentation - BP 60123 - 13 383 MARSEILLE CEDEX 13 Tel : 04 91 61 47 77 -
Fax : 04 91 70 97 97 - Email : hgmenvironnement@wanadoo.fr
Site internet : <http://perso.wanadoo.fr/hgmenvironnement>



RESUME - CONCLUSION

L'essai de pompage sur le forage Pignol 2 (commune de Gémenos, Bouches-du-Rhône) avait pour but de caractériser les possibilités de pompage sur cet ouvrage, en vue de son équipement électromécanique et de son raccordement au réseau de traitement d'eau potable.

L'essai de pompage s'est déroulé suivant **trois paliers enchaînés** :

- palier 1 du 26/06/06 à 09h50 au 26/06/06 à 14h50 : **Q = 55 m³/h ;**
- palier 2 du 26/06/06 à 14h50 au 27/06/06 à 09h55 : **Q = 117 m³/h ;**
- palier 3 du 27/06/06 à 09h55 au 29/06/06 à 10h00 : **Q = 130 m³/h (vanne à fond).**

L'essai de pompage a été réalisé dans une période où la nappe phréatique était relativement basse, le tarissement saisonnier étant de ~3 cm/jour du 17 mai au 26 juin 2006.

Le suivi piézométrique a été effectué de façon ponctuelle mais régulière sur le forage d'essai à l'aide d'une sonde électrique manuelle.

Les valeurs de transmissivités obtenues sont dans le même ordre de grandeur et traduisent la très bonne productivité de l'aquifère sollicité par le pompage. Une **valeur globale de transmissivité (1,4 10⁻² m²/s)** est obtenue par la méthode graphique d'approximation logarithmique appliquée à un essai de pompage à plusieurs débits constants sur un forage avec un seul site d'observation. Cette valeur est très proche de la valeur obtenue par la méthode de Theis et des valeurs obtenues pour les deux premiers paliers stabilisés (2,1 10⁻² m²/s ; 3,1 10⁻² m²/s) par application de la méthode de non-équilibre qui utilise les formules de Theis intégrale et d'approximation logarithmique (formule de Theis-Jacob). De fait, la valeur globale de transmissivité est retenue pour les calculs de débit critique de l'ouvrage d'exploitation.

Le **rayon d'action théorique** du forage Pignol 2 au bout des 3 jours de pompage est de ~260 m. Quelque soit le débit d'exploitation, le rayon d'action théorique du forage serait de ~700 m au bout de 1 mois de pompage, de ~1400 m au bout de 4 mois de pompage et de ~2500 m au bout de 12 mois de pompage.

Les **débits critiques d'exploitation** ont été calculés pour des conditions défavorables (conditions de fin juin 2006 aggravées d'un tarissement saisonnier continu sur 3 mois supplémentaires), afin que les débits calculés restent valables pour une année particulièrement peu pluvieuse comme l'année 2006. **Le débit maximum d'exploitation préconisé est de 367 m³/h sur 12 mois. Ainsi, le forage Pignol 2 a très largement les capacités de fournir un débit de pointe de 150 m³/h en continu sur 12 mois.**

Une analyse des éléments demandés a été effectuée sur un échantillon prélevé au cours de l'essai, à la fin du 3^{ème} palier stabilisé (le 29/06/2006 à 9h). **Les analyses caractérisent une eau de très bonne qualité physico-chimique**, exempte d'éléments polluants, toxiques ou indésirables pour une eau destinée à l'alimentation humaine.

SOMMAIRE

1. CONDITIONS DE L'ESSAI DE POMPAGE	p. 4
1.1. But de l'essai de pompage	4
1.2. Description de la station d'essai	4
1.3. Durée et modalités de l'essai de pompage	4
1.4. Dispositif de contrôle	5
1.5. Traitement des données piézométriques	5
1.6. Développement du forage	5
2. INTERPRETATION DE L'ESSAI DE POMPAGE	6
2.1. Courbe caractéristique	6
2.1.1. <i>Calcul des pertes de charges dans le forage d'essai</i>	6
2.1.2. <i>Courbe caractéristique</i>	6
2.2. Calcul de la transmissivité	6
2.2.1. <i>Méthode de Theis-Jacob (approximation logarithmique)</i>	6
2.2.2. <i>Méthode de Theis sur la courbe de remontée de la nappe</i>	7
2.2.3. <i>Obtention d'une valeur globale de transmissivité pour la zone d'étude</i>	8
2.2.4. <i>Comparaison des résultats</i>	8
2.3. Calcul du coefficient d'emménagement	9
2.4. Calcul de la perméabilité	9
3. CAPACITE D'UN OUVRAGE D'EXPLOITATION	10
3.1. Calcul du rayon d'action	10
3.2. Forme générale de rabattement	10
3.3. Variations piézométriques de la nappe	11
3.4. Calcul de la capacité d'un forage d'exploitation en régime transitoire	11
3.5. Calcul de la capacité d'un forage d'exploitation en régime permanent	11
3.6. Conclusion sur le forage d'essai Pignol 2	12
4. ANALYSES DES EAUX POMPEES	13

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

	p.
Tableau 1. Synthèse des valeurs de transmissivité obtenues par la méthode de Theis-Jacob.	8
Tableau 2. Synthèse des valeurs de transmissivité obtenues pour l'essai de pompage sur le forage Pignol 2.	9
Tableau 3. Valeurs de rabattement pour un pompage de 1 mois, 4 mois et 12 mois sur le forage Pignol 2 à différents débits (régime transitoire).	12

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1.** Localisation du forage d'essai Pignol 2 sur la commune de Gémenos (Carte IGN au 1/25000^{ème}).
- Annexe 2.** Coupe géologique et technique du forage d'essai Pignol 2.
- Annexe 3.** Courbe caractéristique du forage d'essai Pignol 2.
- Annexe 4.** Graphiques *Rabattements* versus *Temps de pompage* (échelles décimale et logarithmique).
- Annexe 5.** Courbe *Rabattement* versus *Temps de pompage (t) / Temps de remontée (t')* utilisée pour calculer une transmissivité à partir des données sur la remontée de la nappe.
- Annexe 6.** Forme générale du rabattement en régime transitoire au niveau du forage Pignol 2 pour des pompages à 150 et 300 m³/h et des durées de 1 mois, 4 mois et 12 mois.
- Annexe 7.** Analyse d'eau échantillonnée au cours de l'essai de pompage, à la fin du 3^{ème} palier stabilisé (le 29/06/2006 à 9h).

1. CONDITIONS DE L'ESSAI DE POMPAGE

1.1. But de l'essai de pompage

La Communauté Urbaine Marseille-Provence-Métropole souhaite connaître les possibilités de pompage sur le forage « Pignol 2 » situé sur la commune de Gémenos, en vue de son équipement électromécanique et de son raccordement au réseau de traitement d'eau potable.

A cette fin, il a souhaité faire réaliser un essai de pompage ainsi que des analyses de la qualité des eaux sur le forage.

Le bureau d'études HGM ENVIRONNEMENT et l'entreprise FORASUD ont travaillé conjointement sur ce marché. Cette complémentarité a permis de répondre au double aspect réglementaire et technique d'un essai de pompage.

Les travaux ont été répartis comme suit :

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Pose et dépose d'une pompe ; | FORASUD |
| 2. Essais de pompage à 150 m ³ /h ; | FORASUD |
| 3. Analyses physico-chimiques et bactériologiques ; | HGM ENVIRONNEMENT |
| 4. Rapport de synthèse | HGM ENVIRONNEMENT |

L'essai de pompage sur le forage Pignol 2 avait trois buts :

- caractériser les propriétés hydrauliques de l'aquifère du Crétacé inférieur ;
- déterminer un débit critique d'exploitation pour le forage ;
- déterminer le rayon d'action du forage pour différentes durées d'exploitation.

1.2. Description de la station d'essai

La station d'essai est composée uniquement du forage d'essai Pignol 2 (Annexe 1) dont les caractéristiques sont les suivantes (Annexe 2) :

- réalisation en 1993 par l'entreprise BONIFACE ;
- 170 m de profondeur ;
- équipement sur 150 m d'un tube en acier noir de diamètre ~Ø320 mm intérieur ;
- implantation dans les calcaires du Crétacé inférieur ;
- profondeur de la nappe (par rapport au haut du petit capot) :
 - 66,50 m le 16 décembre 1993 ;
 - 67,10 m le 17 mai 2006 ;
 - 68,35 m le 26 juin 2006.

Ce forage est situé à 150 m environ du forage Pignol 1 qui est actuellement en exploitation au débit de 100 m³/h.

1.3. Durée et modalités de l'essai de pompage

Le niveau piézométrique de la nappe a été suivi par des relevés à la sonde électrique manuelle du 26/06/06 à 09h50 au 29/06/06 à 20h40, soit un total de 82 heures de suivi dont 72 heures de pompage et 10 heures de remontée.

Les eaux pompées au forage d'essai ont été rejetées dans l'avaloir situé à proximité par l'intermédiaire d'une conduite de refoulement.

L'essai de pompage s'est déroulé suivant **trois paliers enchaînés** à débit croissant :

- palier 1 du 26/06/06 à 09h50 au 26/06/06 à 14h50 : **Q = 55 m³/h ;**
- palier 2 du 26/06/06 à 14h50 au 27/06/06 à 09h55 : **Q = 117 m³/h ;**
- palier 3 du 27/06/06 à 09h55 au 29/06/06 à 10h00 : **Q = 130 m³/h (vanne à fond).**

1.4. Dispositif de contrôle

Mesures des débits pompés : débitmètre électronique avec affichage continu du débit instantané du pompage.

Mesures des niveaux d'eau : sonde électrique manuelle.

1.5. Traitement des données piézométriques

Les données prises en compte dans ce rapport sont issues des mesures manuelles faites par l'entreprise FORASUD. D'une façon générale, les données sont de bonne qualité. Les courbes de rabattement ne présentent pas d'oscillation importante ni de valeurs aberrantes, qui seraient susceptibles de masquer l'évolution générale de la nappe.

1.6. Développement du forage

Le forage n'a pas subi de développement (décolmatage des tubes crépinés) au sens strict. Néanmoins, les premières minutes du pompage d'essai ont constitué un développement de l'ouvrage.

Tout au long du pompage d'essai, la qualité de l'eau pompée fut suivie très régulièrement grâce à un échantillonnage très fréquent.

Dans les premières minutes du pompage (9h50-9h55), l'eau est trouble, peu chargée en particules fines, et de couleur orangée. Au bout de quelques minutes (10h06-10h15), l'eau s'est éclaircie. Un peu plus d'une heure après le début du pompage (11h05-11h15), l'eau est devenue complètement claire, ce qui assure d'un bon développement du forage.

2. INTERPRETATION DE L'ESSAI DE POMPAGE

2.1. Courbe caractéristique

2.1.1. Calcul des pertes de charges dans le forage d'essai

Le rabattement total dans le forage Pignol 2 en fonction des pertes de charges est donné par l'expression générale :

$$\Delta = b Q + c Q^n$$

Avec :

- Δ rabattement total (m) ;
- $b Q$ pertes de charge dans l'aquifère (m) ;
- $c Q^n$ pertes de charges créées par le pompage (m) ;
- n constante qui varie suivant les sondages. Il est admis qu'elle est voisine de 2 ;
- Q débit maximum de l'essai (m^3/h).

La fonction caractéristique obtenue à partir des trois paliers de débit est : $\Delta = 108,47 Q + 27,728 Q^2$ ($R^2 \sim 0,99$).

Les pertes de charges créées par le pompage sont de $27,728 Q^2 = 0,08$ m, soit 2% du rabattement total.

Les pertes de charges créées par le pompage sont négligeables.

2.2.2. Courbe caractéristique

La courbe caractéristique est tracée à partir de la fonction $\Delta = 108,47 Q + 27,728 Q^2$.

Elle permet de prédire le débit critique si celui-ci a été dépassé au cours de l'essai de pompage : il s'agit du débit à partir duquel l'accroissement du rabattement est nettement disproportionné par rapport à l'augmentation du débit de pompage. D'après la courbe caractéristique (Annexe 3), le débit critique n'a pas été dépassé et semble très supérieur à $130 m^3/h$.

2.2. Calcul de la transmissivité

La transmissivité T du milieu est le produit de sa perméabilité K par l'épaisseur de sa couche aquifère E . La transmissivité représente l'aptitude d'un aquifère à conduire l'eau. Elle est exprimée en m^2/s .

2.2.1. Méthode de Theis-Jacob (approximation logarithmique)

Compte tenu du temps suffisamment long de pompage, il est possible de négliger les termes autres que le premier dans le développement en série de la fonction $W(u)$. Le rabattement fonction de la transmissivité peut alors être estimé par la formule dite d'approximation logarithmique, dite aussi formule de Theis - Jacob (méthode de non équilibre) :

$$\Delta = \frac{0,183 Q}{T} \log \frac{2,25 T t}{x^2 S}$$

Avec :

- Δ rabattement (m) ;
- Q débit (m^3/s) ;

- T transmissivité (m²/s) ;
 t temps (s) ;
 x distance du piézomètre au forage d'essai (m) ;
 S coefficient d'emménagement (sans dimension).

Le graphique *Rabattement versus logarithme du temps* permet alors d'estimer la transmissivité en utilisant la formule :

$$T = \frac{0,183 Q}{c}$$

Avec :

- T transmissivité (m²/s) ;
 Q débit (m³/s) ;
 c accroissement de rabattement Δ (m) dans un cycle logarithmique de temps (par exemple pour log t = 1 et log t = 2).

Les points *Rabattement versus logarithme du temps* (Annexe 4) s'ajustent suivant une fonction linéaire à partir de laquelle est obtenue la transmissivité.

Les valeurs obtenues augmentent du 1^{er} au 2^{ème} palier et diminuent du 2^{ème} au 3^{ème} palier (Tableau 1).

Méthode	Palier	Equation	Coefficient de corrélation R ²	Constante c	Débit m ³ /s	Transmissivité m ² /s
	1 ^{er} palier	y = 0,1502x + 1,2592	0,8643	0,1502	0,0153	0,021
	2 ^{ème} palier	y = 0,1905x + 2,5799	0,9216	0,1905	0,0325	0,031
	3 ^{ème} palier	y = 1,0081x - 1,3378	0,9781	1,0081	0,0361	0,007

Tableau 1. Synthèse des valeurs de transmissivité obtenues par la méthode de Theis-Jacob.

Compte tenu de la diminution des valeurs de transmissivité du 2^{ème} au 3^{ème} palier, la valeur de transmissivité du 3^{ème} palier (0,7 10⁻² m²/s) est considérée comme représentative de cette méthode.

2.2.2. Méthode de Theis sur la courbe de remontée de la nappe

La transmissivité peut être calculée sur la courbe de remontée par la méthode de Theis qui utilise la formule suivante :

$$T = \frac{2,3 Q_{\text{dernier palier}}}{4 \pi \Delta}$$

Avec :

- Q débit au dernier palier stabilisé, soit 0,0361 m³/s ;
 Δ rabattement pour un cycle logarithmique (m), soit 0,37 m.

Le rabattement est tracé sur papier semi-logarithmique en fonction du rapport t/t', t étant le temps depuis le début du pompage et t' le temps depuis le début de la remontée (Annexe 5).

La transmissivité obtenue est de 1,8 10⁻² m²/s.

2.2.3. Obtention d'une valeur globale de transmissivité pour la zone d'étude

Une valeur globale de transmissivité peut être obtenue pour un essai de pompage à plusieurs débits constants, enregistré par un réseau de contrôle constitué d'un seul puits. Cette transmissivité est indirectement obtenue en traçant la droite de la fonction suivante, droite à partir de laquelle est calculée la constance c :

$$\log t = \frac{\Delta}{Q}$$

Avec :

- Δ rabattement (m) ;
- Q débit (m^3/s) ;
- t temps de pompage (s).

La transmissivité est alors obtenue par application de la formule suivante :

$$T = \frac{0,183}{c}$$

Avec :

- T transmissivité (m^2/s) ;
- c accroissement de rabattement Δ dans un cycle logarithmique (m).

La transmissivité caractéristique de l'aquifère dans le secteur du forage Pignol 2 est estimée à :
 $T = 1,4 \cdot 10^{-2} m^2/s$

2.2.4. Comparaison des résultats

Méthode		1 ^{er} palier	2 ^{ème} palier	3 ^{ème} palier	Remontée	Globale
1	Approximation logarithmique (Theis-Jacob)	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$0,7 \cdot 10^{-2}$	-	-
2	Courbe de remontée (Theis)	-	-	-	$1,8 \cdot 10^{-2}$	-
3	Courbe Rab. spécifique versus log (t)	-	-	-	-	$1,4 \cdot 10^{-2}$

Tableau 2. Synthèse des valeurs de transmissivité obtenues pour l'essai de pompage sur le forage Pignol 2.

Toutes les valeurs de transmissivités obtenues sont dans le même ordre de grandeur (Tableau 2). Ces valeurs sont élevées pour des calcaires ($T \sim 10^{-4}$ à $10^{-2} m^2/s$). Elles traduisent la très bonne productivité de l'aquifère sollicité par le pompage.

Les valeurs obtenues par les méthodes 2 et 3 sont très proches ($1,8 \cdot 10^{-2} / 1,4 \cdot 10^{-2} m^2/s$) et sont légèrement inférieures à celles obtenues pour les paliers 1 et 2 de la méthode 1.

Par mesure de prudence, la valeur globale de transmissivité $T = 1,4 \cdot 10^{-2} m^2/s$ sera utilisée pour le calcul du débit critique d'exploitation.

2.3. Calcul du coefficient d'emmagasinement

Le coefficient d'emmagasinement (ou porosité) correspond au rapport du volume d'eau libéré (ou emmagasiné) par unité de surface sur la différence de charge hydraulique.

Pour un essai de pompage réalisé sur un forage d'essai avec un point de contrôle et à plusieurs débits constants, le coefficient d'emmagasinement est obtenu par la formule suivante :

$$S = (2,25 T t_0) / x^2$$

Avec :

- S coefficient d'emmagasinement (sans dimension) ;
- T transmissivité ($1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$) ;
- t_0 temps t à l'intersection de la droite *rabattement spécifique versus logarithme du temps* et de l'axe des abscisses (seconde) ;
- x diamètre du forage (0,32 m).

Le coefficient d'emmagasinement calculé à partir de la valeur globale de transmissivité est estimé à :
S ~ 16 %.

Cette valeur est en accord avec celles communément calculées pour les nappes libres ($1\% < S < 20\%$).

2.4. Calcul de la perméabilité

La perméabilité moyenne (K) de l'aquifère est donnée par la formule : $T = K \cdot E$, soit $K = T / E$.

Avec :

- K perméabilité (m/s) ;
- E épaisseur de l'aquifère (m) ;
- T transmissivité (m^2/s).

$$T = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$E = 101,65 \text{ m}$$

La perméabilité moyenne de l'aquifère est estimée à **$1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$** .

Cette valeur reflète la bonne perméabilité des calcaires qui constituent les couches aquifères.

3. CAPACITE D'UN OUVRAGE D'EXPLOITATION

3.1. Calcul du rayon d'action

En régime transitoire, le rayon d'action théorique est donné par la formule :

$$R = 1,5 \sqrt{\frac{T t}{S}}$$

Avec :

- R rayon d'action (m) ;
T transmissivité ($1,4 \cdot 10^{-2}$ m²/s) ;
t temps de pompage (s) ;
S coefficient d'emmagasinement (16 %).

A n'importe quel débit d'exploitation, le rayon d'action théorique en régime transitoire est estimé à :

- 257 m pour un pompage de 3 jours (essai de pompage) ;
- 715 m pour un pompage de 1 mois ;
- 1431 m pour un pompage de 4 mois ;
- 2478 m pour un pompage de 12 mois.

3.2. Forme générale de rabattement

En régime transitoire, l'expression générale du rabattement est exprimée au moyen de la formule de Theis-Jacob :

$$\Delta = \frac{0,183 Q}{T} \log \frac{2,25 T t}{x^2 S}$$

Avec :

- Q débit (m³/s) ;
T transmissivité ($1,4 \cdot 10^{-2}$ m²/s) ;
S coefficient d'emmagasinement (16 %) ;
x distance du piézomètre au forage d'essai ou rayon effectif du forage (> rayon réel) (m) ;
c accroissement de rabattement Δ dans un cycle logarithmique de temps (m).

En introduisant les paramètres T et S dans la formule de Theis-Jacob, l'expression générale du rabattement pour un point quelconque de l'aire aquifère, à un instant t donné, à une distance x du pompage et pour un débit Q, est de la forme :

$$\Delta = 13,09 Q \log \frac{0,191 t}{x^2}$$

Les formes générales du cône de rabattement pour les débits de 150 et 300 m³/h pour des durées de pompage de 1 mois, 4 mois et 12 mois sont présentées en Annexe 6. Les valeurs de rabattement au niveau du forage, à 500 m, 1000 m, et 2000 m de ce dernier sont données à titre indicatif (Tableau 3).

	Pompage à 150 m ³ /h				Pompage à 300 m ³ /h			
	Pignol 2	500 m	1000 m	2000 m	Pignol 2	500 m	1000 m	2000 m
1 mois de pompage	3,98	0,17	0	0	7,96	0,34	0	0
4 mois de pompage	4,31	0,50	0,17	0	8,62	1,00	0,34	0
12 mois de pompage	4,57	0,76	0,43	0,10	9,14	1,52	0,86	0,20

Tableau 3. Valeurs de rabattement pour un pompage de 1 mois, 4 mois et 12 mois sur le forage Pignol 2 à différents débits (régime transitoire).

3.3. Variations piézométriques de la nappe

Le forage fait 150 m de profondeur sous le terrain naturel. Les 30 mètres non tubés du trou d'appel ne sont pas pris en compte, même si il est possible que l'aquifère se poursuive jusqu'à ces profondeurs.

La hauteur d'eau dans le forage était de 67,10 m le 17 mai 2006 et de 68,35 m le 26 juin 2006. Les mesures ont été faites à partir du haut du petit capot situé à 0,35 m au dessus du terrain naturel.

Le tarissement saisonnier entre le 17 mai et le 26 juin 2006 était donc de ~3,1 cm/jour.

Ce tarissement a été extrapolé à trois mois (juillet, août, septembre), afin que les débits calculés restent valables pour une année particulière sèche comme l'année 2006. Fin septembre, le niveau de la nappe serait théoriquement descendu de 2,85 m, soit une hauteur d'eau de 79,15 m dans le forage.

Le rabattement admissible pour le forage, fixé à 15 % de l'aquifère, est donc de 11,87 m.

3.4. Calcul de la capacité d'un forage d'exploitation en régime transitoire

En régime transitoire, le débit maximal d'un forage d'exploitation est donné par la formule :

$$Q = \frac{\Delta}{13,09 \log \left(0,191 \frac{t}{x^2} \right)}$$

Avec :

- Δ rabattement admissible (m) ;
- t temps de pompage (en s) ;
- x rayon effectif du forage (0,16 m).

Le temps de pompage correspond au 12 mois d'une année civile.

Le débit instantané maximum d'exploitation calculé en régime transitoire pour des conditions défavorables est estimé à : $Q_{\max} = 390 \text{ m}^3/\text{h}$.

3.5. Calcul de la capacité d'un forage d'exploitation en régime permanent

En régime permanent, l'alimentation du forage par la nappe compense le pompage. Cette compensation conduit à la stabilisation des niveaux statiques à la limite d'influence et des niveaux dynamiques dans l'ouvrage. L'écoulement vers le forage obéit alors à une loi quasi-linéaire, résumée par la formule de Dupuit :

$$Q = 1,366 k \frac{H^2 - h^2}{\log \left(\frac{R}{r} \right)}$$

Avec :

- k perméabilité ($1,4 \cdot 10^{-4}$ m/s) ;
H puissance de l'aquifère (79,15 m) ;
h hauteur d'eau dans l'ouvrage (67,28 m) ;
R rayon d'action (257 m) ;
r rayon du forage (0,16 m).

Le débit maximum d'exploitation en régime permanent pour des conditions défavorables est estimé à :
 $Q_{\max} = 367 \text{ m}^3/\text{h}$.

3.6. Conclusion sur le forage d'essai Pignol 2

Les débits d'exploitations calculés pour les régimes permanents et transitoires sont très comparables. Ils ont nettement supérieurs au débit recherché.

Le forage Pignol 2 a largement les capacités de fournir un débit de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ sur 12 mois.

4. ANALYSES DES EAUX POMPEES

Un prélèvement des eaux pompées a été réalisé au cours de l'essai de pompage, à la fin du 3^{ème} palier stabilisé (le 29/06/2006 à 9h) afin de procéder à une analyse des éléments demandés par le maître d'ouvrage.

Les analyses ont été réalisées au laboratoire départemental d'analyses des Bouches-du-Rhône, agréé Cofrac, à l'exception des analyses de radioactivité effectuées à l'institut de physique nucléaire de Lyon (LABRADOR).

Tous les paramètres sont conformes aux limites et références de qualité du code de santé publique (Annexe 7).

En particulier, les teneurs en chlorure et sulfate sont extrêmement basses.

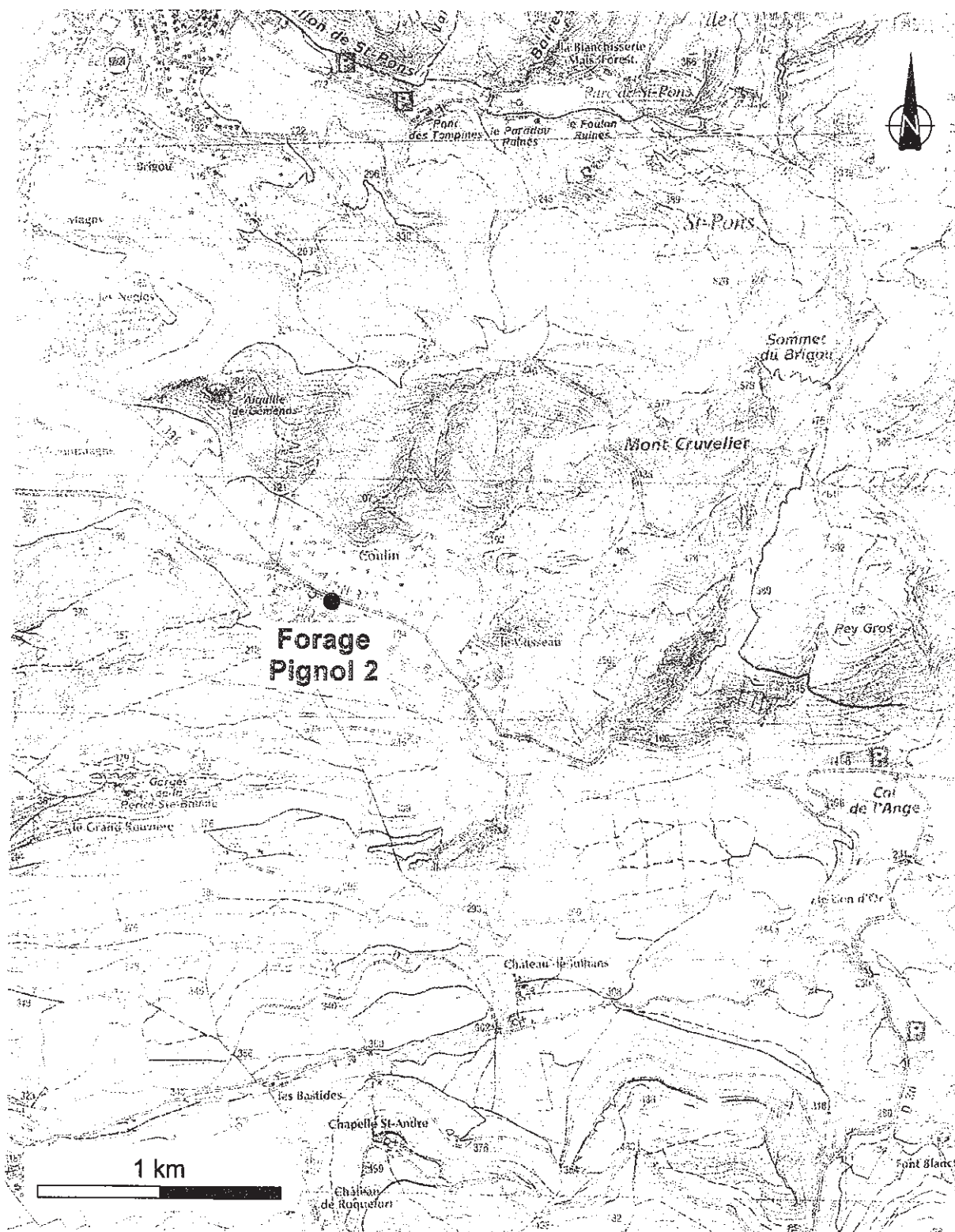
Les indicateurs de pollution, les éléments considérés comme indésirables ainsi que les éléments considérés comme toxiques sont systématiquement inférieurs à la référence de qualité.

Il n'est détecté aucune trace d'hydrocarbure.

Les teneurs en calcium et magnésium témoignent de l'origine calcaire de l'aquifère.

En conclusion, les eaux présentent une très bonne qualité générale. Elles sont conformes aux limites et références de qualité du code de santé publique.

Annexes.



Annexe 1. Localisation du forage d'essai Pignol 2 sur la commune de Gémenos (extrait de la carte IGN au 1/25000^{ème}).

Annexe 2. Forage Pignol 2 (commune : Gémenos)

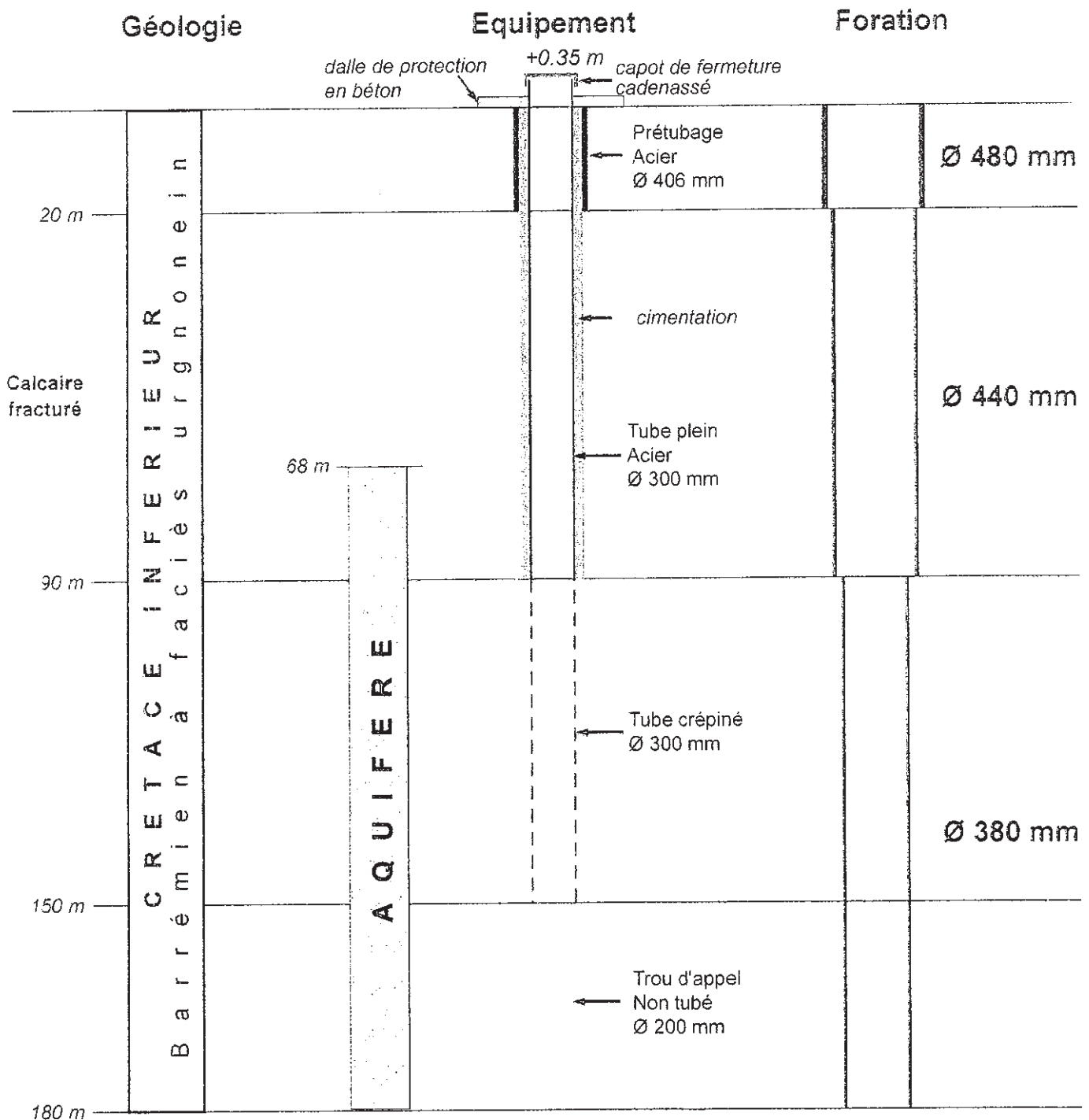
Maître d'ouvrage : Marseille Provence Métropole

Réalisation : 1993, entreprise BONIFACE

Essai de pompage : entreprise FORASUD

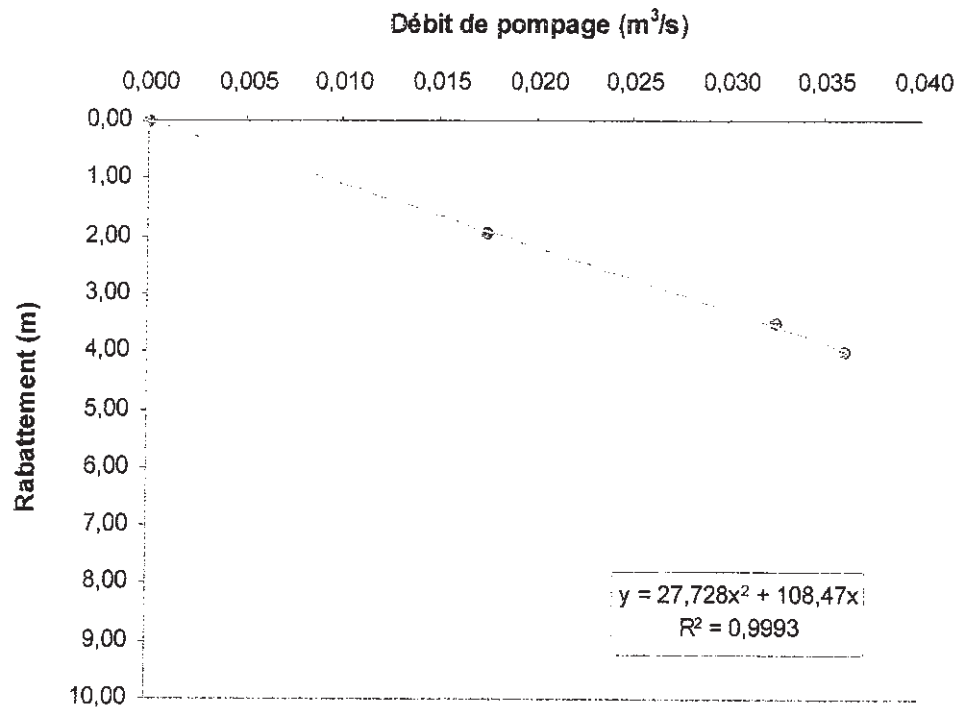
du 26/06/06 à 09h50 au 29/06/06 à 10h00

Débit maximum d'essai : 130 m³/h



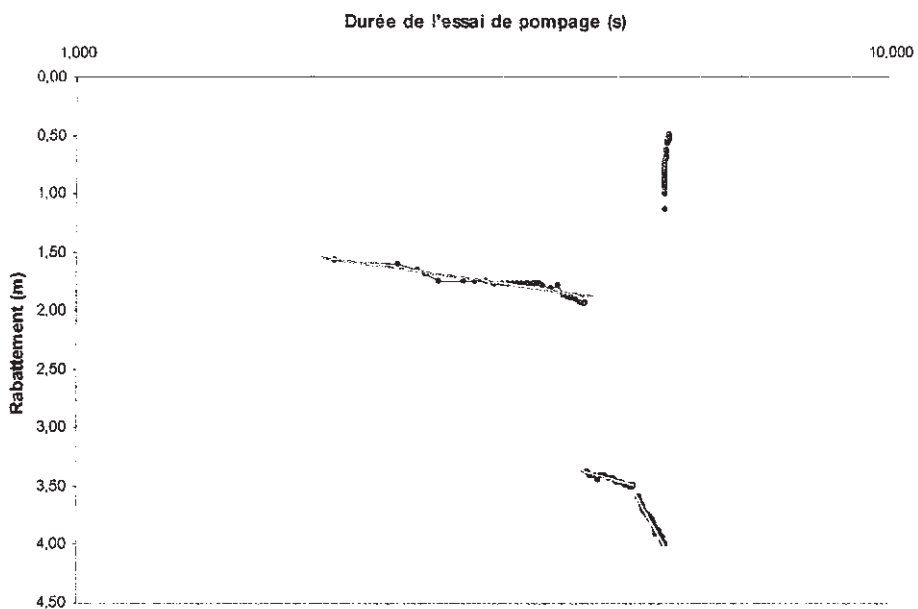
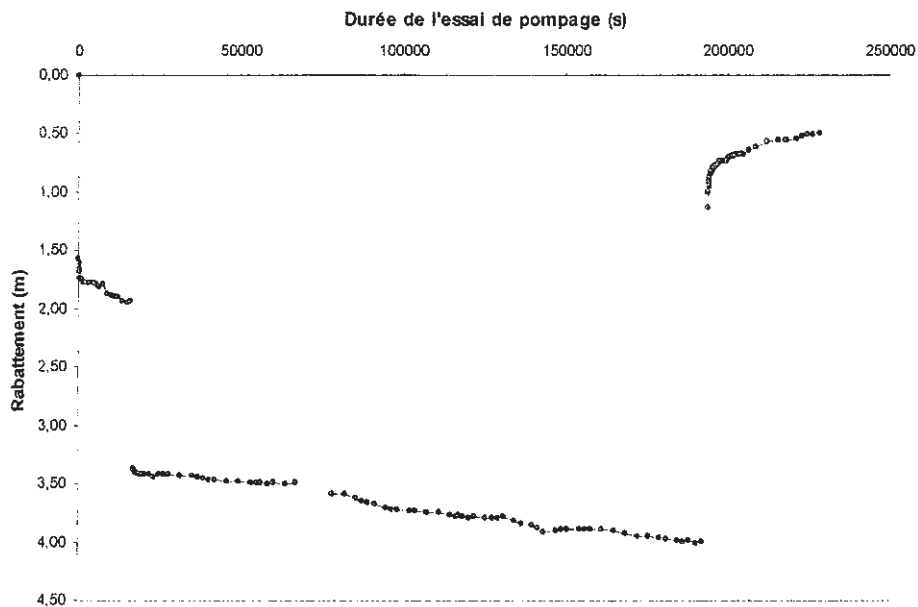
Annexe 3.

Courbe caractéristique du forage d'essai Pignol 2.



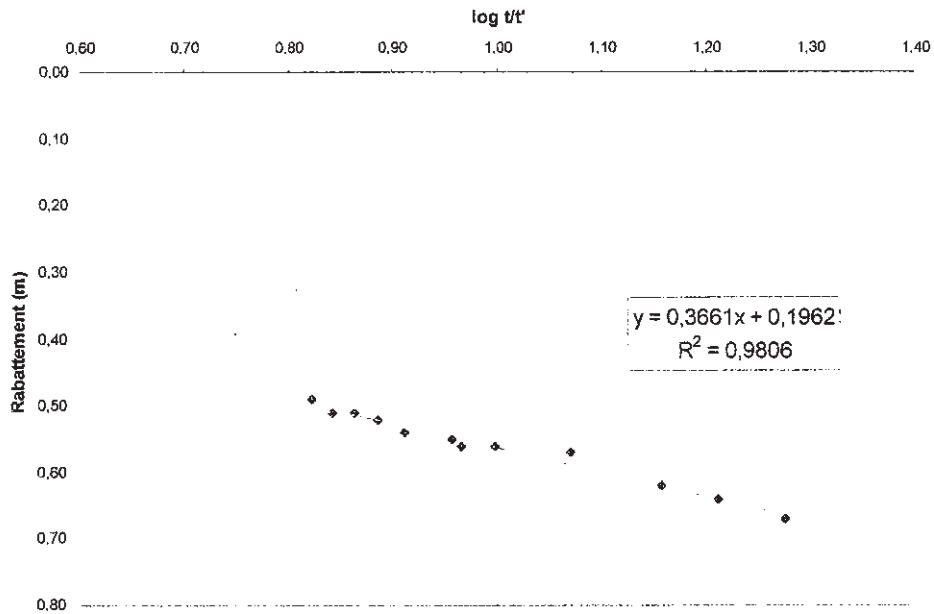
Annexe 4.

Graphique *Rabattements* versus *Temps de pompage*
(échelles décimale et logarithmique).



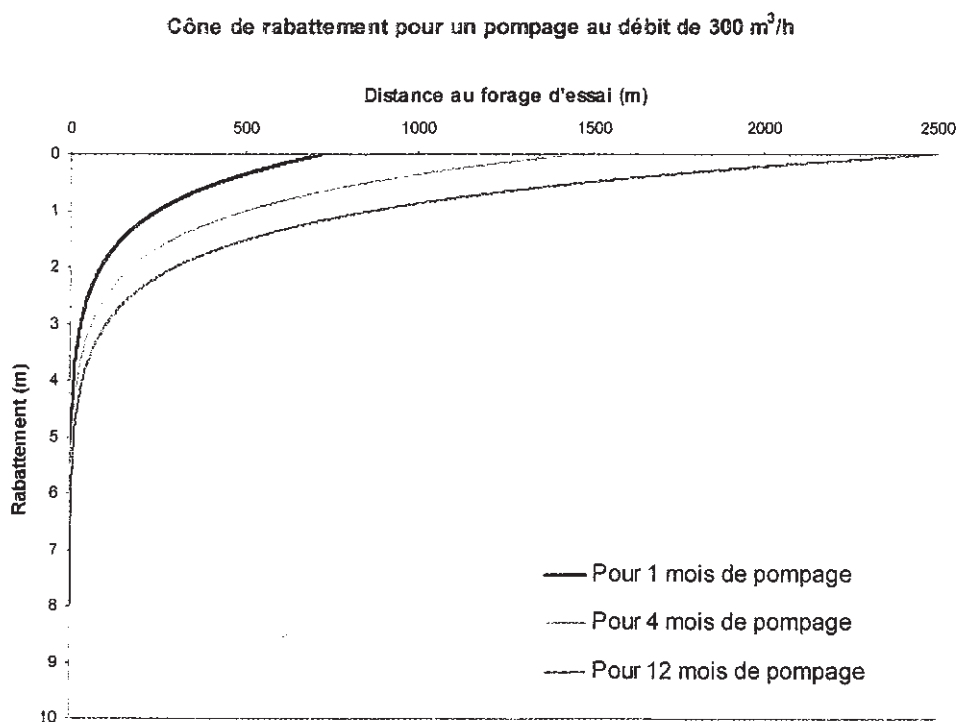
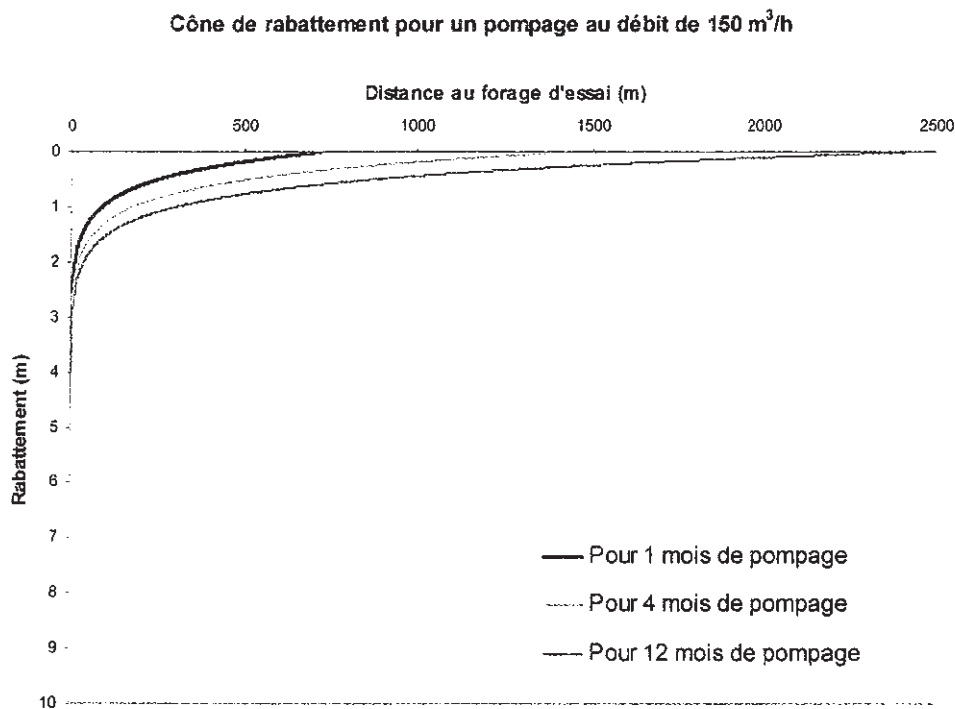
Annexe 5.

Courbe *Rabattement* versus *Temps de pompage (t) / Temps de remontée (t')* sur la remontée de la nappe.



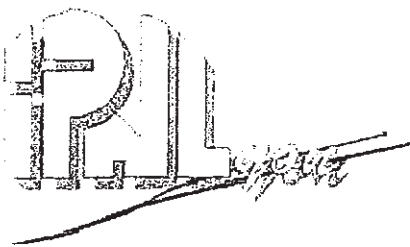
Annexe 6.

Forme générale du rabattement en régime transitoire au niveau du forage d'essai Pignol 2 pour des pompages à 150 et 300 m³/h et des durées de 1 mois, 4 mois et 12 mois.



Annexe 7.

Analyse d'eau échantillonnée au cours de l'essai de pompage, à la fin du
3^{ème} palier stabilisé (le 29/06/2006 à 9h).



IN2P3

Institut de Physique Nucléaire de Lyon
LABRADOR (LABoratoire RADiologique enviroNnement
et expeRtises)

4, rue Enrico Fermi
69622 VILLEURBANNE CEDEX
Tél / fax : (33) 04 72 43 19 19

RAPPORT D'ESSAI
N° A06/07/072

Délivré à :

HGM Environnement
2 Bd de la Présentation
BP 60123
13383 MARSEILLE CEDEX 13

Votre commande : Bon pour accord du 30 juin 2006.

Objet soumis à essai : eau.

Date et lieu de prélèvement : juin 2006, Essai de pompage Gémenos.

Date de réception des échantillons : le 04/07/2006.

Conditionnement : flacon 0,5 litre plastique pour mesure alpha/béta, flacon de 125 ml en verre pour mesure tritium.

Identification demandeur des échantillons: **Essai de pompage à Gémenos.**

Date d'émission : 17/07/2006

Le Responsable du LABRADOR



Accréditation n° 1-1577
Portée communiquée sur demande

Olivier GROSSO

Ce rapport comprend 3 pages

L'accréditation de la Section Laboratoire du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation.

LA REPRODUCTION DE CE RAPPORT D'ESSAI N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

ENR Ch 05/02/03

Version 2



LABORATOIRE DEPARTEMENTAL D'ANALYSES DES BOUCHES-DU-RHÔNE
TECHNOPÔLE DE CHÂTEAU-GOMBERT 29 rue Frédéric Joliot-Curie 13013 MARSEILLE
 Tél : 04 91 10 90 00 - FAX : 04 91 10 90 15

Marseille , le 31/07/2006

S.A.R.L. HGM ENVIRONNEMENT

2, Bd. de la Présentation BP 60123

13383 MARSEILLE CEDEX 13

DOSSIER N° : SE-06-04934

Préleveur le client Type d'analyse : RP articles R.1321-1 et suivants Code de Santé Publique

Date et heure de prélèvement : 29/06/2006 08:45

Date et heure de réception : 29/06/2006 09:30

Date de mise en analyse : 29/06/2006

ANALYSE D'EAU

BACTÉRIOLOGIE						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Eschérichia coli	NF EN ISO 9308-1	0	dans 100 ml		20000	
Entérocoques intestinaux	NF EN ISO 7899-2	0	dans 100 ml		10000	
CHIMIE PHYSIQUE / Caractères organoleptiques						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
pH	NF T 90-008	7,45				
Température de mesure du pH		16	°C			
Conductivité (corrigée) à 25°C	NF EN 27888	62	µS/cm			
Turbidité	NF EN ISO 7027	0,5	NFU			

** CONSEIL GENERAL DES BOUCHES-DU-RHONE **

SIRET 221.300.015.01914 APE 851K

DOSSIER N° : SE-06-04934

Préleveur le client

Type d'analyse : RP articles R.1321-1 et suivants Code de Santé Publique

Date et heure de prélèvement : 29/06/2006 08:45

Date et heure de réception : 29/06/2006 09:30

Date de mise en analyse : 29/06/2006

ANALYSE D'EAU

CHIMIE ANALYTIQUE						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Oxygène dissous	NF EN 25814	6.7	mg/l	O2		
Hydrogène Sulfuré		0				
Indice permanganate	NF EN ISO 8467	0.5	mg/l	O2	10	
Ammonium	NF EN ISO 11732	0.05	mg/l	NH4	4.0	
Nitrites	NF EN ISO 13395	0.05	mg/l	NO2		
Nitrates	NF EN ISO 10304 1	14.0	mg/l	NO3	100	
Fluorures	NF EN ISO 10304 1	0.2	mg/l	F		
Chlorures	NF EN ISO 10304 1	15	mg/l	Cl	200	
Sulfates	NF EN ISO 10304 1	59	mg/l	SO4	250	
Dureté totale (T.H.)		53	°f	°f		
T.A.		0.0	°f	°f		
T.A.C.	NF EN ISO 9963-1	24.6	°f	°f		
Hydrogénocarbonates		100.2	mg/l	HCO3		
Carbonates		0.00	mg/l	CO3		
Calcium	NF EN ISO 14911	38.6	mg/l	Ca		
Magnésium	NF EN ISO 14911	2.0	mg/l	Mg		
Sodium	NF EN ISO 14911	15.0	mg/l	Na	200	
Potassium	NF EN ISO 14911	1.0	mg/l	K		
Silice	NF T 90-007	0.05	mg/l	SiO2		
Orthophosphates	NF EN 1189	0.05	mg/l	PO4		
Bore	T 90-041	0.20	mg/l	B		
EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE (calculé à 20°C dans un grand et petit verre)						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Type eau		calcifiante				
CO2 libre calculé		16.9	mg/l	CO2		
CHIMIE METAUX						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Fer dissous (AA Flamme)	FD T 90-112	< 50	µg/l	Fe		
Manganèse	FD T 90-112	16.25	µg/l	Mn		
Cadmium	NF EN ISO 5961	0.3	µg/l	Cd	5	
Arsenic	FD T 90-119	0.05	µg/l	As	100	
Sélénium	FD T 90-119	5	µg/l	Se	10	
Antimoine	FD T 90-119	0.02	µg/l	Sb		
Nickel	FD T 90-119	5.10	µg/l	Ni		
MICROPOLLUANTS ORGANIQUES						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Indice Hydrocarbure (CG)	NF EN ISO 9377-2	0.1	mg/l		1	

** CONSEIL GENERAL DES BOUCHES-DU-RHONE **

DOSSIER N° : SE-06-04934

Préleveur le client

Type d'analyse : RP articles R.1321-1 et suivants Code de Santé Publique

Date et heure de prélèvement : 29/06/2006 08:45

Date et heure de réception : 29/06/2006 09:30

Date de mise en analyse : 29/06/2006

ANALYSE D'EAU

PESTICIDES TRIAZINES						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Pesticides Triazines		Non détectés	µg/l			
Simazine		<0,1	µg/l			
Propazine		<0,1	µg/l			
Terbutylazine		<0,1	µg/l			
Atrazine		<0,1	µg/l			
PESTICIDES ORGANOPHOSPHORÉS						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Pesticides organophosphorés		Non détectés	µg/l			
Malathion		<0,1	µg/l			
Parathion		<0,1	µg/l			
Ethion		<0,1	µg/l			
Methylparathion		<0,1	µg/l			
Diazinon		<0,1	µg/l			
PESTICIDES ORGANOCHELORÉS						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Pesticides organochlorés		Non détectés	µg/l			
Aldrine		<0,1	µg/l			
Hexachlorobutadiène		<0,1	µg/l			
Metoxychlore		<0,1	µg/l			
Endosulfan bêta		<0,1	µg/l			
p,p' D.D.E.		<0,1	µg/l			
p,p' D.D.D.		<0,1	µg/l			
Endosulfan alpha		<0,1	µg/l			
H.C.H. alpha		<0,1	µg/l			
H.C.H. bêta		<0,1	µg/l			
Endrine		<0,1	µg/l			
Dieldrine		<0,1	µg/l			
H.C.H. gamma (Lindane)		<0,1	µg/l			
o,p' D.D.T.		<0,1	µg/l			
Heptachlore		<0,1	µg/l			
Heptachlore Epoxy		<0,1	µg/l			
p,p' D.D.T.		<0,1	µg/l			

** CONSEIL GENERAL DES BOUCHES-DU-RHONE **

SIRET 221.300.015.01914 APB 851K

DOSSIER N° : SE-06-04934

Préleveur le client

Type d'analyse : RP articles R.1321-1 et suivants Code de Santé Publique

Date et heure de prélèvement : 29/06/2006 08:45

Date et heure de réception : 29/06/2006 09:30

Date de mise en analyse : 29/06/2006

ANALYSE D'EAU

PLASTIFIANTS						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Polychlorobiphényles		Non détecté	µg/l			
PCB 28 : Trichloro 2 4 4' biphényle		<0,1	µg/l			
PCB 52 : Tétrachloro 2 2' 5 5' biphényl		<0,1	µg/l			
PCB 101 : Pentachloro 2 2' 4 5 5' biphé		<0,1	µg/l			
PCB 138 : Hexachloro biphényle 2 2' 3		<0,1	µg/l			
PCB 153 : Hexachloro biphényle 2 2' 4		<0,1	µg/l			
PCB 180 : Heptachloro biphényle 2 2'		<0,1	µg/l			
PCB 194 : Octachloro biphényle 2 2' 3		<0,1	µg/l			
COMPOSÉS ORGANOHALOGÉNÉS VOLATILS						
Paramètres	Méthode	Résultats	Unités	Exp Unité	Limites de Qualité	Références de Qualité
Organohalogénés volatils	NF EN ISO 10301	Non détecté	µg/l			
Trichloroéthène		<0,1	µg/l			
Tétrachloroéthène		<0,1	µg/l			

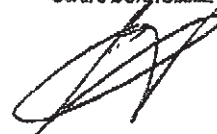
Conclusion : Paramètre(s) analysé(s) conforme(s) aux limites de qualité (Code de Santé Publique articles R.1321 1 et suivants).

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons soumis à essai. Ce rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du Laboratoire. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 4 page(s)

La Responsable Technique
secteur chimie
Delphine PEBIPO

La Responsable Technique
secteur microbiologie

La Responsable
Service Hydrologie
Gérard BONHOMME



** CONSEIL GENERAL DES BOUCHES-DU-RHONE **

SIRET 221.300.015.01914 APE 851K

Direction Générale Adjointe de l'Eau et du Domaine Public
Direction de l'Eau, de l'Assainissement et du Pluvial t

CAPTAGES DE COULIN

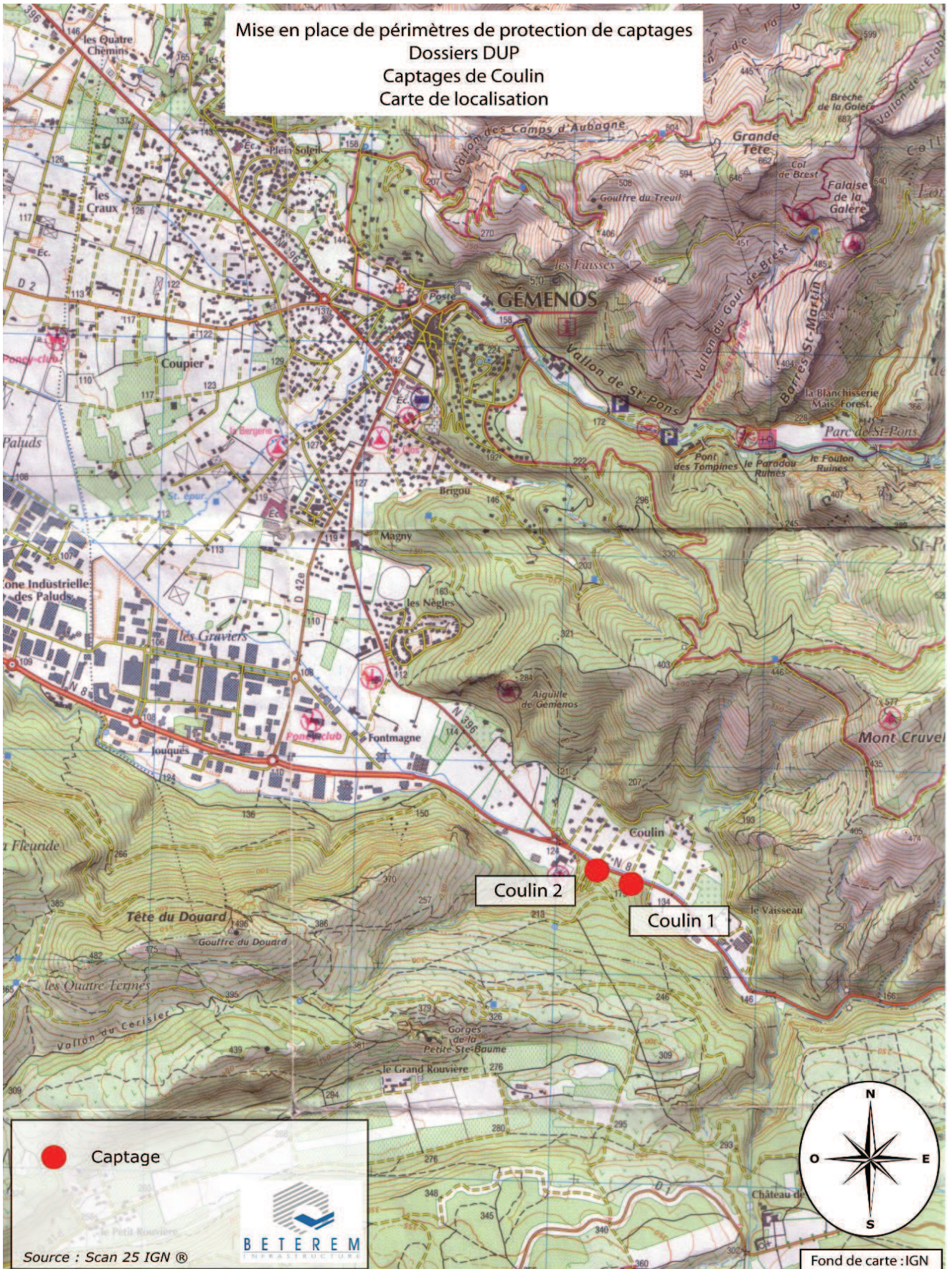
ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE DE GEMENOS

**DOSSIER D'ENQUETE PREALABLE A
LA DELIMITATION DES PERIMETRES
DE PROTECTION DU CAPTAGE
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
ET DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION
DE PRELEVEMENT D'EAU**

PIECE 4 : Localisation de l'ouvrage de prélèvement

Janvier 2017

DOSSIER DE DELIMITATION DES PERIMETRES DE PROTECTION ET D'AUTORISATION DE PRELEVEMENT D'EAU
Pièce 4 : Localisation de l'ouvrage de prélèvement



Coordonnées Lambert III des captages du Coulin

	X	Y	Z (m NGF)
Coulin 1	868,200	113,428	135
Coulin 2	868,100	113,470	135

Direction Générale Adjointe de l'Eau et du Domaine Public
Direction de l'Eau, de l'Assainissement et du Pluvial

CAPTAGES DE COULIN

**ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE LA COMMUNE DE GEMENOS**

**DOSSIER D'ENQUETE PREALABLE A
LA DELIMITATION DES PERIMETRES
DE PROTECTION DES CAPTAGES
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
ET DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION
DE PRELEVEMENT D'EAU**

PIECE 5 : Etude d'impact

Janvier 2017

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
1. RESUME NON TECHNIQUE.....	8
1.1. Analyse de l'état initial du site et de son environnement	8
1.2. Effets	9
1.3. Mesures	10
1.4. Périmètres de protection des captages Coulin.....	10
2. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	12
2.0. Présentation du site d'étude	12
2.1. Milieu physique	14
2.1.1. Climat.....	14
2.1.2. Topographie	14
2.1.3. Cadre géologique	14
2.1.4. Hydrogéologie.....	17
2.1.5. Hydrologie	17
2.1.6. Qualité du milieu.....	18
2.2. Milieu naturel.....	19
2.2.1. Flore	19
2.2.2. Faune.....	20
2.2.3. Espaces remarquables ou protégés.....	20
2.3. Paysage.....	23
2.4. Patrimoine	23
2.4.1. Vestiges archéologiques.....	23
2.4.2. Monuments historiques	23
2.4.3. Inventaire général du patrimoine culturel	26
2.4.4. Sites classés et inscrits	26
2.5. Milieu humain	26
2.5.1. Occupation des sols.....	26
2.5.2. Infrastructures	26
2.5.3. Tourisme et loisirs.....	27
2.5.4. Foncier	27
2.5.5. Démographie.....	27
2.5.6. Contexte socio-économique.....	27
2.6. Documents d'urbanisme et de planification.....	28
2.6.1. Plan local d'urbanisme.....	28
2.6.2. Directive cadre sur l'eau	30
2.6.3. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.).....	30
2.6.4. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.A.G.E.).....	31

3.	EFFETS.....	32
3.1.	Effets sur la ressource (écoulements souterrains, niveaux piézométriques).....	32
3.2.	Vulnérabilité de la ressource.....	32
3.3.	Effets sur la santé, la salubrité publique (bruit, odeur, ...) et la sécurité civile.....	33
3.4.	Autres effets.....	33
3.5.	Compatibilité du projet avec les orientations du S.D.A.G.E.	33
4.	MESURES.....	34
4.1.	Mesures de préservation de la qualité de l'eau souterraine.....	34
4.2.	Mesures de surveillance de la qualité de l'eau prélevée.....	34
4.3.	Mesures permettant de quantifier l'eau prélevée.....	34
5.	LES PERIMETRES DE PROTECTION.....	35
5.1.	Le périmètre de protection immédiate (P.P.I.) (défini par l'hydrogéologue agréé).....	35
5.2.	Le périmètre de protection rapprochée (P.P.R.) (défini par l'hydrogéologue agréé).....	36
5.3.	Le périmètre de protection éloignée (P.P.E.).....	37
5.4.	Acquisitions foncières.....	37
6.	ESTIMATIF DU COÛT DES TRAVAUX.....	38
7.	BIBLIOGRAPHIE.....	39
8.	ANNEXE.....	40

INTRODUCTION

Contexte

La présente étude au titre du Code de l'Environnement constitue l'une des pièces du dossier d'enquête préalable à la délimitation des périmètres de protection autour des captages de Coulin, destinés à l'alimentation en eau potable de la zone industrielle de Gémenos (13).

Compte-tenu de sa nature, l'opération est soumise à étude d'impact au titre des articles L. 122-1 à 3 et R. 122-1 à 16 du Code de l'Environnement.

L'étude d'impact a pour finalité, à partir des différentes études menées en amont :

- de comprendre le fonctionnement et la spécificité du milieu sur lequel l'opération intervient,
- d'identifier les incidences des aménagements projetés sur le milieu naturel et humain ainsi que sur le paysage, et d'en évaluer les conséquences acceptables ou dommageables.

Elle doit permettre, en outre :

- d'éclairer l'autorité administrative sur la nature et le contenu de la décision à prendre,
- d'informer le public et lui permettre d'exprimer son avis.

L'étude d'impact comprend, conformément à l'article R. 122-3 du Code de l'Environnement :

1. Un résumé non technique afin d'en faciliter la prise de connaissance par le public.
2. L'auteur des études.
3. Une analyse de l'état initial du site et de son environnement.
4. Une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement et en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique.
5. Les mesures envisagées par le Maître d'ouvrage ou le pétitionnaire, pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé.
6. Les coûts des mesures d'insertion.
7. Une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation.

Le 14 janvier 2012, l'Hydrogéologue Agréé Monsieur Jean-Paul SILVESTRE, a émis un avis préalable relatif à la définition des périmètres de protection règlementaires des captages AEP de Coulin, dans lequel il est demandé la réalisation d'investigations supplémentaires afin de compléter la présente étude d'impact et de pouvoir définir de nouveaux périmètres mieux adaptés à la réalité du terrain. Il était question de :

- Contrôler la profondeur des 2 forages non exploités F2 et FRG7 (forage de reconnaissance) ;
- Inventorier les puits et forages dans la plaine (entre débouché du ravin et Fontmagne) et ses bordure avec création d'une fiche et inscription obligatoire à la BSS (coordonnées, propriétaire, foreur...). L'inventaire a pour finalité la réalisation d'une cartographie piézométrique montrant l'écoulement de la nappe phréatique ;
- Inventorier les activités artisanales et semi-industrielles avec identification des dépôts et stockages de matières dangereuses ;
- Cartographier les réseaux AEP et eaux usées, localisation des assainissements autonomes ;
- Récupérer les analyses de contrôle type RP des eaux brutes depuis 1987 ;
- Rechercher, dans le champ captant, les forages abandonnés ;
- Rechercher les coupes des avens les plus proches, si elles existent ;
- Effectuer un contrôle de la radio-activité des eaux du forage F1 ;
- Réaliser un relevé géométrique du champ captant avec la localisation de tous les ouvrages, y compris le local technique, avec le schéma des installations et la distance par rapport à la RN et au ruisseau

Le bureau d'études ACRI-IN / HGM a été mandaté en 2014 par la Collectivité pour mener à bien ces études complémentaires, qui ont fait l'objet d'un « rapport d'investigations hydrogéologiques complémentaires », joint en annexe du présent dossier.

Cadre réglementaire de l'étude d'impact

Au-delà du cadre formel de l'étude d'impact fixé par les textes précités, la prise en compte de l'environnement est assurée par les principaux textes réglementaires suivants :

Directives européennes

Directive 85/337/CEE du 27 juin 1985, modifiée par la directive 97/11/CE du 3 mars 1997 sur l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement.

Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

Directive 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages.

Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique commune dans le domaine de l'eau.

Code de l'Environnement

Articles L. 122-1 à 3 et R. 122-1 à 16 relatifs aux études d'impact,

Articles L. 123-1 à 16 et R. 123-1 à 23 relatifs aux enquêtes publiques et aux opérations susceptibles d'affecter l'environnement,

Articles L. 210-1 et suivants et R. 214-1 et suivants relatifs à l'eau et aux milieux aquatiques,

Articles L. 341 1 et suivants et R. 321-16 et suivants relatifs à la protection des monuments naturels et des sites,

Articles L. 350 et L. 411 et suivants relatifs à la protection des paysages, de la faune et de la flore,

Articles L. 414-1 et suivants relatifs à la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages,

Articles L. 511-1 et suivants relatifs aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Code du Patrimoine

Articles L. 521-1 et suivants relatifs à l'archéologie préventive,

Articles L. 621-1 et suivants relatifs aux travaux à réaliser à proximité de monuments historiques.

Lois

Loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature et plus particulièrement son article 2, abrogé et codifié aux articles L. 122-1 à 3 du code de l'Environnement.

Loi n°83-630 du 12 juillet 1983, dite loi Bouchardeau, relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'Environnement, aujourd'hui abrogée et transposée dans le code de l'Environnement aux articles L. 123-1 à 16.

Loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, transposée dans le Code de l'Environnement.

Décrets et circulaires

Décret n°77-1141 du 12 octobre 1977, plusieurs fois modifié, pris pour l'application de la loi n° 76-629 précédemment citée, abrogé et codifié aux articles R. 122-1 à 16 du code de l'Environnement.

Décret n°85-453 du 23 avril 1985 pris pour l'application de la loi Bouchardeau, abrogé et transposé dans le code de l'Environnement aux articles R. 123-1 à 33.

Décrets n°93-742 et 93-743 du 29 mars 1993 modifiés relatifs aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues par l'article 10 de la loi n° 92-3 sur l'eau, abrogés et codifiés aux articles R. 214-1 et suivants du Code de l'Environnement.

Décret n°2002-89 du 16 janvier 2002 portant application de la loi du 17 janvier 2001.

Décret n°2004-490 du 3 juin 2004 relatif aux procédures administratives et financières en matière d'archéologie préventive.

Décret n° 2009-496 du 30/04/2009 relatif à l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement prévue aux articles L. 122-1 et L. 122-7 du code de l'Environnement

Décret n° 2011-2019 du 29/12/2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagement

Circulaire du 03/09/2009 relative à la préparation de l'avis de l'autorité environnementale

1. RESUME NON TECHNIQUE

1.1. Analyse de l'état initial du site et de son environnement

Milieu physique

Le climat dominant est celui de la région méditerranéenne. Le mistral est très présent dans la région. La commune de Gémenos est encerclée, au Nord et à l'Est par le massif de la Sainte-Baume, avec le pic de Bertagne au Nord-Est, culminant à 1 041 mètres, et au Sud-Est par le mont Cruvelier, culminant à 581 mètres. Au Sud, la commune est bordée par la Tête du Drouard, culminant à 496 mètres. A l'Ouest, la commune débouche sur la plaine et la commune d'Aubagne.

Dans le secteur d'étude, deux captages sont constitués par le **puits du Vèze** et un forage profond, le **forage du Vèze**. Les ressources amont du vallon de Saint-Pons comprennent la **source** proprement dite et la récupération d'un sous-écoulement aval par une **galerie de captage** dans les tufs développés en contrebas des sources. Enfin, trois forages (**forages de la Blancherie**) se situent en aval du vallon, près de la maison forestière. La source de Saint-Pons jaillit à environ 260 mètres NGF. Les forages de la Blancherie et du Vèze se situent respectivement à 229 mètres et 280 mètres NGF.

D'un point de vue géologique, la structure tectonique du secteur d'étude est très complexe. Elle est globalement décrite de la manière suivante :

- les massifs de l'Espigoulier, du Cruvelier, du Drouard et du Brigou appartiennent à une unité charriée vers le Nord, puis basculée vers l'Ouest.
- le massif de la Sainte-Baume correspond à une série renversée et entraînée vers le Nord sous l'unité précédente.

La nature géologique du secteur d'étude est majoritairement composée de couches sédimentaires. Une dominance de couches calcaires du Crétacé a été observée.

D'un point de vue hydrogéologique, les aquifères karstiques sollicités constituent, à certains endroits, d'importantes réserves d'eau. De plus, les nombreuses roches détritiques de l'environnement de Gémenos peuvent être considérées comme des aquifères potentiels.

Toutes les eaux captées appartiennent à une seule famille, les hydrogénocarbonatées calciques : ce sont des eaux un peu dures, de très bonne qualité chimique.

Milieu naturel

Le secteur d'étude n'est pas concerné par un site remarquable ou protégé, mais il se situe à proximité de vastes territoires de grandes valeurs écologiques. On trouve notamment sur la commune trois Z.N.I.E.F.F. de 1ère génération et deux Z.N.I.E.F.F. de 2ème génération. On recense également à proximité un site éligible au sens de la directive habitats. Enfin, le parc de Saint Pons est classé comme espace naturel sensible.

Paysage

Située au pied de la Sainte-Baume, Gémenos est entourée de paysages superbes. On trouve entre autre le massif de la Sainte Baume, mais aussi le parc de Saint Pons avec ses forêts, sa faune et sa flore, et de nombreux monuments historiques.

Patrimoine

Gémenos est riche de son histoire et de son patrimoine archéologique et architectural. La ville intègre plusieurs monuments intéressants comme le château de Gémenos (XVIème siècle), l'abbaye cistercienne de Saint Pons, construite en 1205, la chapelle Saint Jean de Garguier et la chapelle Saint Martin. On y trouve aussi des grottes habitées dès le néolithique, un grand bassin en pierres de taille et une ruine. Aucun monument historique ne se situe à proximité du site.

Milieu humain

Le secteur de Coulin se situe en périphérie de la commune de Gémenos, à quelques centaines de mètres d'une zone d'activités. Les captages se situent dans la partie Sud de la RD 8N, en direction de La-Seyne-sur-Mer, en lisière d'un secteur boisé important.

En 2013, 6336 habitants étaient recensés à Gémenos. Ces dernières années, la population a augmenté. Gémenos possède également une importante zone d'activités, créée dans les années 1990, située au Sud de la commune, dans la plaine de Jouques.

Documents d'urbanisme et de planification

Le document d'urbanisme applicable à ce jour pour la ville de Gémenos est le Plan Local d'Urbanisme. Le secteur d'étude est situé sur une zone N , N1 (sous- secteur correspondant aux abords des captages), A1 (zone à vocation agricole), AU2 (zone à urbaniser à orientation d'activités économiques) et UE1 (zone dévolue aux activités économiques). Aucune servitude ou aucuns emplacements réservés ne sont présents sur le site. En revanche, la zone boisée collinaire est un espace boisé classé. Le secteur d'étude fait partie du territoire SDAGE 2016-2021 mais aucun S.A.G.E. n'est présent sur le site.

1.2. Effets

Effets sur la ressource (écoulements souterrains, niveaux piézométriques)

La mise en place de périmètres de protection vise la protection des ressources par une augmentation de la sécurité des sites. Dans le cadre de ce projet, aucun aménagement ne portera atteinte à la ressource en eau souterraine.

Vulnérabilité de la ressource

Il est nécessaire d'évaluer la vulnérabilité des ressources utilisées, notamment vis-à-vis des risques anthropiques. La zone collinaire boisée doit être définie comme zone naturelle protégée dans le PLU. De plus, l'existence de nombreux forages privés dans ce secteur implique que les futurs forages privés réalisés seront réglementés et limités à une profondeur de 50 mètres. Pour les ouvrages privés demandant une dérogation, l'avis d'un hydrogéologue agréé sera nécessaire.

Mais l'un des plus gros risques est la RD 8N, soumise à un risque de renversement de produits toxiques qui pourrait avoir un rapide impact sur l'aquifère du karst sous jacent.

Enfin, la présence autour des captages des nombreuses villas au Nord de la RD 8N et de quelques établissements commerciaux et industriels peut être un risque potentiel de contamination physico-chimique ou bactériologique.

Effets sur la santé, la salubrité publique (bruit, odeur, ...) et la sécurité civile

Compte tenu de leur nature, les aménagements prévus n'auront aucun effet sur la santé et la sécurité civile.

Compatibilité du projet avec les orientations du S.D.A.G.E.

Ce projet est compatible avec les orientations fondamentales du S.D.A.G.E. puisqu'il préserve la qualité des eaux souterraines et superficielle, il respecte le fonctionnement naturel des milieux et il favorise une meilleure gestion des risques.

1.3. Mesures

Mesures de préservation de la qualité de l'eau souterraine

Sur le plan réglementaire, afin de protéger au mieux les différents aquifères du Coulin, certaines activités doivent être interdites (l'épandage des boues de station d'épuration, les lisiers, les margines, l'ouverture de carrières, l'usage des pesticides, les forages privés de plus de 50 mètres) et d'autres réglementées (toutes activités autres que la promenade, la chasse, l'entretien de la forêt et la maintenance de pistes et du réservoir d'eau, les forages de recherche d'eau). Enfin, au niveau du secteur d'étude, il est important de vérifier que les différents modes d'assainissement sont conformes sur les quelques habitations existantes.

Mesures de surveillance de la qualité de l'eau prélevée

Pour apprécier au mieux la qualité des eaux brutes des ressources suivies, des prises d'eau ont été mises en place, afin d'effectuer des prélèvements de façon régulière. De plus, la désinfection des eaux est assurée par une chloration avant l'entrée dans le réseau de distribution.

Mesures permettant de quantifier l'eau prélevée

Les différents captages sont équipés depuis 2007 de compteurs volumétriques, permettant le comptage systématique des volumes prélevés.

1.4. Périmètres de protection des captages Coulin

Le périmètre de protection rapprochée (PPR)

Ce périmètre s'étend sur cinq sections (BL, BR, BS, BT et Y) du cadastre de Gémenos. Il est délimité au Nord par la base du mont Cruvelier et de l'Aiguille de Gémenos, au Sud par les parcelles surplombant directement le champ captant, à l'Est par l'extrémité de la plaine du Coulin et du début de l'ascension du col de l'Ange et à l'Ouest par le carrefour entre la DN8 et la D396 et la parcelle située sur un ancien carreau de carrière contenant une activité à base de produits pétroliers. Le PPR inclut la plupart des forages et puits privés, la quasi-totalité des ANC du secteur, 3 activités industrielles ou artisanales sur 4 inventoriées par ACRI en juin 2014, les 2 avens les plus proches ainsi que les 2 tracés variantes Nord d'une éventuelle future LGV.

Les épandages de boues de stations d'épuration, de lisiers, de margines sont interdits. Au sud, sur le versant collinaire boisé, toutes les activités autres que la promenade, la chasse, l'entretien de la forêt et la maintenance des pistes et du réservoir d'eau seront réglementées sans pour autant inclure le versant dans le périmètre de protection rapprochée. La mise en place d'un espace boisé classé à cet endroit permet de satisfaire cette exigence.

Ce PPR est traversé en son centre par le torrent du Maire qui draine une grande partie des pollutions routières (RN8), qu'elles soient diffuses (métaux lourds) ou accidentelles (déversement d'hydrocarbures ou de produits chimiques). Ainsi, il faudra implanter une limitation de vitesse à appliquer dès l'entrée dans le périmètre rapproché, sans pour autant être dans l'obligation d'informer l'utilisateur des motifs de cette limitation (captages AEP) en raison du risque terroriste toujours d'actualité, mettre en place des ralentisseurs 50 m avant l'entrée dans la projection du PPI sur la chaussée et installer des glissières de sécurité le long du Maire dans la traversée du PPR.

Les périmètres de protection immédiate (PPI)

Le périmètre de protection immédiate s'étend sur les parcelles Y16, 17 et 18 du plan cadastral. Ce périmètre est clos par une clôture grillagée actuellement en place. Ce périmètre comportera un ou deux accès fermés pour des interventions lourdes au niveau des forages. Tous les forages retrouvés dans le champ captant, autres que F1 et F2, seront dégagés et correctement rebouchés par cimentation de manière à éviter toute infiltration d'eau de surface dans la « nappe » profonde. Dans ce périmètre, toutes les activités qui ne sont

pas directement liées à l'exploitation de la ressource en eau sont interdites. Il faudra veiller au parfait entretien de la clôture et du sol de ce périmètre en utilisant des moyens mécaniques car toute utilisation de pesticides et défoliant sera proscrite. La création de nouveaux forages AEP publics sera autorisée sous réserve de prendre les précautions d'usage au moment des travaux.

Les périmètres de protection éloignée (PPE)

Le périmètre de protection éloignée n'a pas été défini en raison du classement en zone N au PLU de la commune et de la présence d'un périmètre de protection rapprochée élargi.

Acquisitions foncières

Les parcelles du périmètre de protection immédiate sont actuellement la propriété de la commune de Gémenos. Les assises foncières des captages du Coulin seront acquises par la Métropole Aix Marseille Provence ou feront l'objet d'une convention avec la commune de Gémenos, actuellement propriétaire.

2. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

Les captages de Coulin sont situés sur la commune de Gémenos, dans les Bouches-du-Rhône (13).

2.0. Présentation du site d'étude

La commune de Gémenos est située au Nord-Est d'Aubagne, au pied des chaînes méridionales du massif de la Sainte-Baume, c'est-à-dire au Nord de la terminaison Nord-Est du massif du Puget représentée par le mont Douard dont le sommet culmine à 496 m.

Elle est située au débouché du domaine départemental de la Vallée de Saint-Pons, à la cote 120 m NGF. Cette vallée est le point de rencontre de trois massifs : le massif de l'Espigoulier avec les Barres Saint-Martin (à l'Ouest et au Nord-Ouest), le massif de la Sainte-Baume avec le Pic de Bertagne (au Nord-Est), et le massif du Brigou (au Sud et au Sud-Est).

Les captages de Coulin se situent le long de la RD 8N à Gémenos en direction de La-Seyne-sur-Mer.

Ils sont implantés dans une zone faillée et karstifiée qui forme un linéament placé entre la structure du Beausset au Sud et la structure de la Sainte-Baume au Nord.

La bordure méridionale de la plaine d'effondrement d'Aubagne-Gémenos et la dépression de Cuges-les-Pins raccordées par le col de l'Ange correspondent à cet alignement structural.

Le forage exploité (Coulin 1) se situe sur la parcelle cadastrale Y18 à environ 400 m à l'Est/Sud-Est du carrefour des routes RD 8N et RD 96.

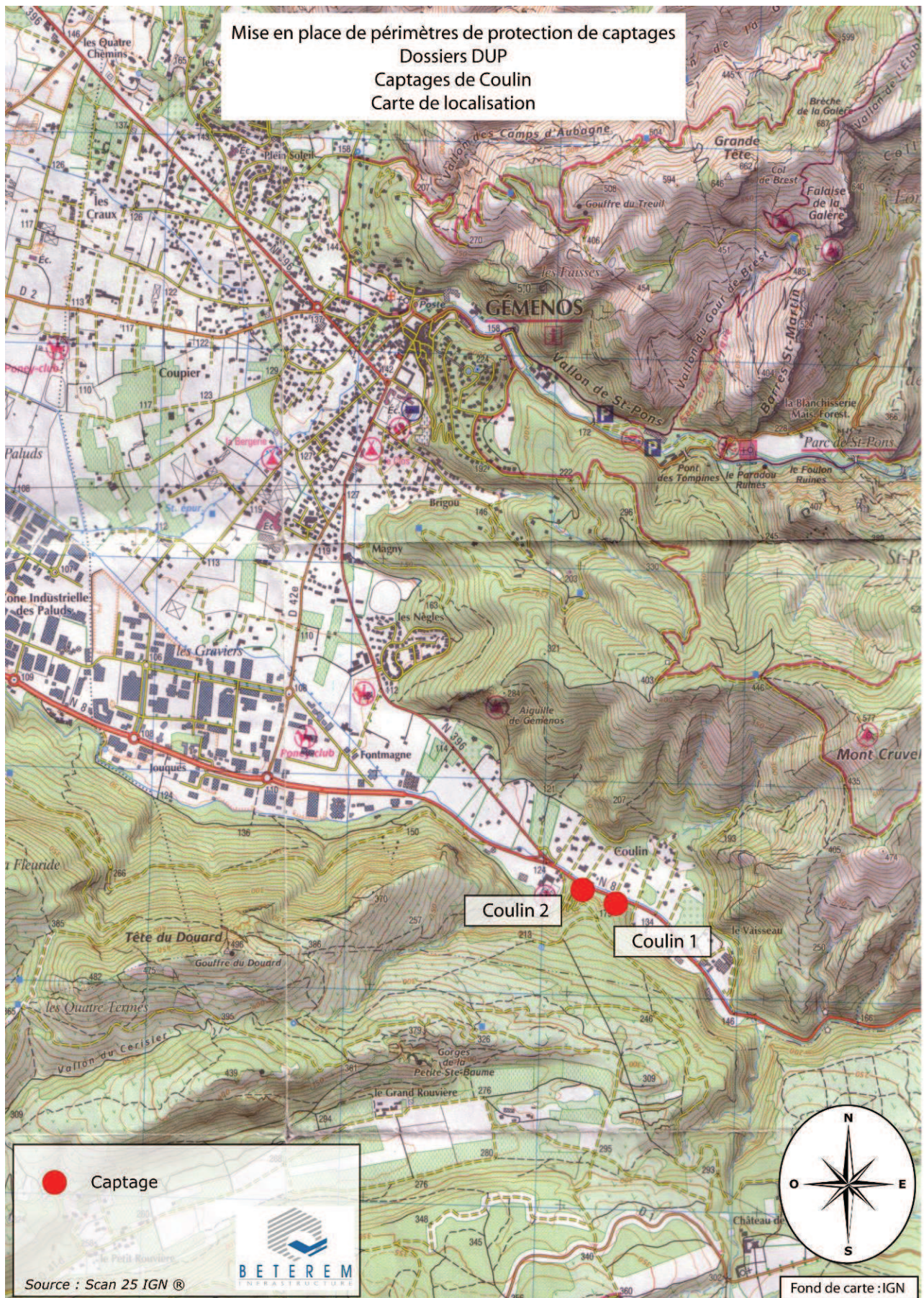
En coordonnées Lambert zone III, le forage se trouve en :

X = 868,200 km
Y = 113,428 km
Z = 135 m NGF.

Le forage F2, en attente est placé sur la parcelle Y16 à environ 100 mètres à l'Ouest-Nord-Ouest du premier, aux coordonnées Lambert III :

X = 868,100 km
Y = 113,470 km
Z = 135 m NGF.

La carte de localisation ci-après permet de visualiser ces éléments.



2.1. Milieu physique

2.1.1. Climat

Le climat dominant est celui de la région méditerranéenne, caractérisé par des températures moyennes de 12°C en hiver et 25°C en été. Les hivers sont plutôt humides et doux, et les étés sont chauds et arides. Le gel est assez rare, la nébulosité peu élevée et l'insolation importante. Des averses, nombreuses et violentes en automne et au printemps, peuvent parfois provoquer des crues subites des cours d'eau, et être source de dramatiques inondations. Les vents locaux, liés à la présence de couloirs et de reliefs montagneux, sont nombreux et assez violents. Ainsi, le mistral dans la région est très présent.

2.1.2. Topographie

La commune de Gémenos est encerclée, au Nord et à l'Est par le massif de la Sainte-Baume, avec le pic de Bertagne au Nord-Est, culminant à 1 041 mètres, et au Sud-Est par le mont Cruvelier, culminant à 581 mètres. Au Sud, la commune est bordée par la Tête du Drouard, culminant à 496 mètres. A l'Ouest, la commune débouche sur la plaine et la commune d'Aubagne.

Dans la zone montagneuse de la commune de Gémenos, on observe des ravins étroits, subméridiens, comparables à celui emprunté par le torrent du Vèze du Parc de Saint-Pons. Il existe une série de dépressions correspondant à des couloirs bréchiques karstifiés liés à un système de fractures conjuguées. Dans ces ravins et dépressions, on peut trouver des cascades, des gouffres et des grottes.

Les deux captages de Coulin se situent à une altitude de 135 mètres NGF, en contrebas d'une vallée.

2.1.3. Cadre géologique

D'après les travaux de Guieu (1968), une trentaine de formations sédimentaires affleurent sur la commune de Gémenos. Elles vont du Keuper (ère triasique) au Quaternaire récent et sont répertoriées sur la carte géologique d'Aubagne-Marseille n°1044 au 1/50 000^{ème}, éditée par le BRGM.

Dans le détail, la synthèse lithostratigraphique montre une grande variété de faciès pétrographiques, de discordances de ravinement et de discontinuités tectoniques.

D'un point de vue géologique, la structure tectonique du secteur d'étude est très complexe. Elle est globalement décrite de la manière suivante :

- les massifs de l'Espigoulier, du Cruvelier, du Drouard et du Brigou appartiennent à une unité charriée vers le Nord, puis basculée vers l'Ouest.
- le massif de la Sainte-Baume correspond à une série renversée et entraînée vers le Nord sous l'unité précédente.

Dans cette structure tectonique complexe, sont également relevés :

- des failles subverticales superposables aux vallons et ravins (Nord-Est / Sud-Ouest ; Est / Sud-Est / Ouest Nord-Ouest et Nord-Sud) mentionnés plus haut, qui résulteraient d'un système de fractures conjuguées,
- de nombreux contacts tectoniques peu pentés à subhorizontaux dus à des charriages ou nappes,
- un synclinal pratiquement centré sur la ville de Gémenos, dont le cœur est occupé par des formations essentiellement détritiques du Stampien (g2) au Quaternaire récent (Lz),
- les anticlinaux du Mont Cruvelier au Sud-Est et du secteur Saint-Jean-de-Garguier au Nord,
- la grande complexité structurale du secteur du ravin de Saint-Pons où des formations triasiques sont en contact tectonique avec des formations crétacées.

L'ensemble de ces massifs est majoritairement formé de calcaires purs ou magnésiens d'âge jurassique à crétacé. Des marno-calcaires du Jurassique moyen qui gisent en aval du massif de l'Espigoulier, des marnes siliceuses de l'Aptien qui affleurent aux bords du massif de la Sainte-Baume, et des argiles à gypse du Trias du Ravin de Saint-Pons sont également recensés. Une série renversée apparaît au Nord-Est de la vallée de Saint-Pons. Elle se caractérise par les faciès du Crétacé inférieur, montrant une série allant du Dogger à l'Aptien.

Une dominance de couches calcaires du Crétacé a été observée. A cette époque géologique, une régression de la mer s'est effectuée. Les couches se sont alors retrouvées émergées et soumises à l'action de l'érosion. De par leur nature calcaire franc (sans ou avec peu de marnes), de nombreuses fractures sont alors apparues, formant des réseaux profondément karstifiés dans ces calcaires.

D'autres couches sédimentaires se sont ensuite déposées, de nature calcaire aussi. Il est important de rappeler que la structure géologique est secondaire par rapport à la nature des roches. Qu'il y ait contact normal (série cohérente) ou anormal (déplacements subis entre différentes couches), deux systèmes karstiques en contact constitueront le même aquifère.

A proximité du secteur d'étude, au Nord, on observe dans le massif du Cruvelier un pendage Sud marqué des calcaires crétacés formés par l'Urgonien et l'Hauterivien. On remarque l'intense fracturation de l'Urgonien, surtout au Nord-Ouest, dans le secteur de l'Aiguille de Gémenos.

Au Sud, le pendage s'atténue dans les calcaires de l'Urgonien, mais la fracturation reste intense. Cette fracturation comprend surtout deux composantes :

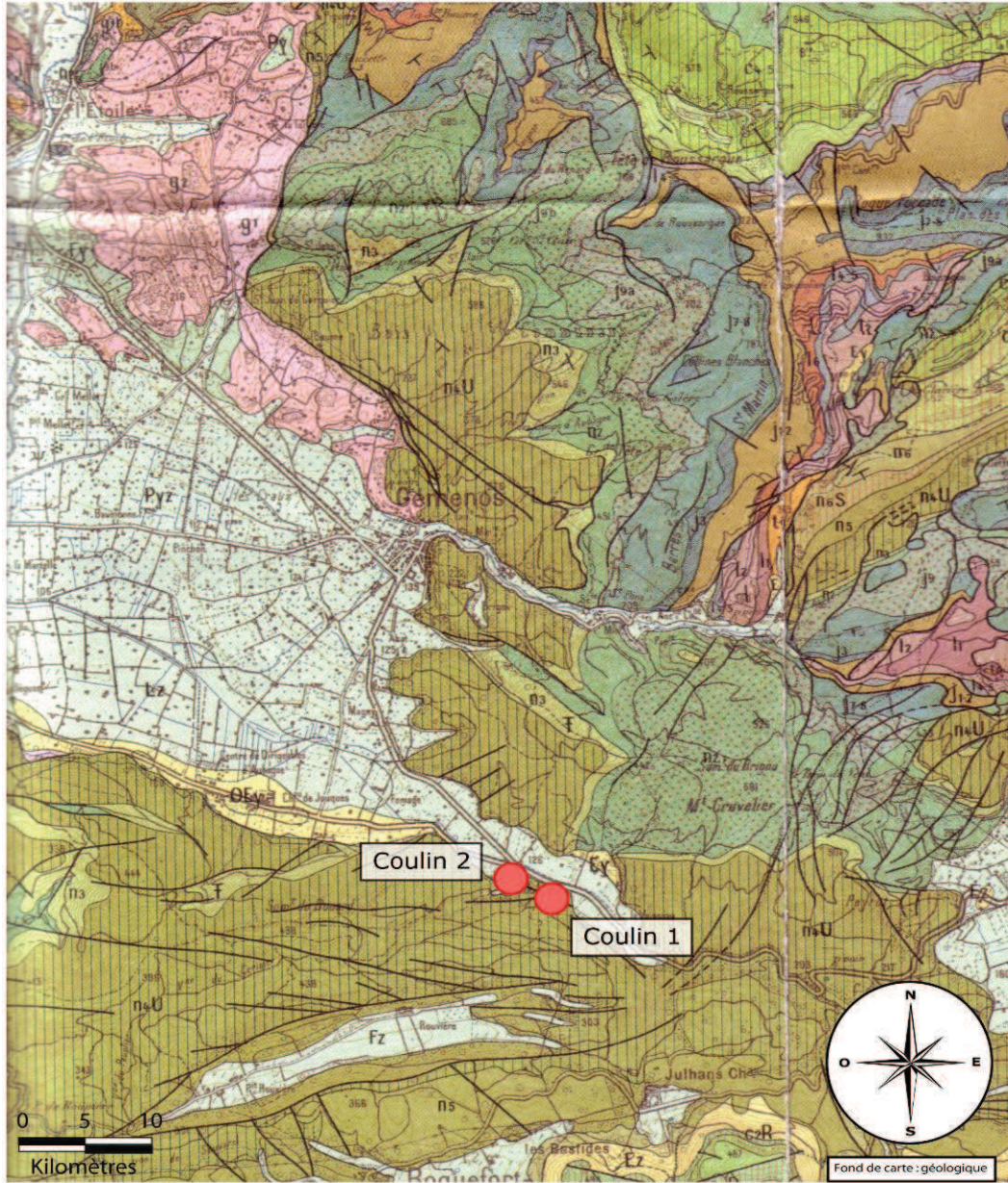
- la première comporte des failles et des diaclases Nord-Sud à Nord-Est/Sud-Ouest,
- la seconde est orientée Ouest-Est à Ouest/Nord-Ouest – Est/Sud-Est.
















Cette dernière composante est dominante, car elle est liée à l'extension tectonique de la structure méridionale de la Sainte-Baume, qui détermine l'alignement des dépressions d'Aubagne et de Cuges via le Coulin. De plus, cette extension ouvre les fractures de la première composante, ce qui favorise des effondrements vers la zone déprimée.

Au-dessus de l'armature crétacée, les formations superficielles sont très développées dans la dépression, avec de dépôts torrentiels d'origine cryoclastique, caillouteux, parfois limoneux ou argileux, de 50 à 70 m d'épaisseur.


Dans le versant du massif du Douard, le sol humifère est bien développé sur les calcaires et les poches d'argiles rouges. L'argile rouge de décalcification s'infiltré profondément dans les fissures et a été retrouvée en foration jusqu'à plus de 150 m de profondeur.

Carte géologique



	Captages		Portlandien à faciès dolomitique
	Pyz Cônes torrentiels wurmiens récents		J ^{2a} D Kimméridgien
	Ey Eboulis wurmiens		J ³ Callovien
	n ₆ Gargasien		l ₄₋₅ Domérien - Toarcien
	n _{6S} Niveau à silex		l ₂ Hettangien
	n ₅ Bédoulien		l ₁ Rhétien
	n _{4U} D Barrémien à faciès urgonien		t ₉ Keuper
	n ₂ D Valanginien		

Source : Carte géologique du BRGM n°1044 (Aubagne - Marseille)



2.1.4. Hydrogéologie

La structure géologique des captages de Coulin est composée d'une superposition de couches sédimentaires. Bien qu'au fur et à mesure des époques géologiques, de nombreux charriages, plissements, et failles soient apparus, aujourd'hui la série est restée normale.

Les réseaux karstiques constituent à certains endroits, d'importantes réserves d'eau. On peut observer ceci au niveau régional sur la carte de l'Esquisse Hydrogéologique de Basse Provence.

Outre ces réseaux karstiques importants, les nombreuses roches détritiques (particulièrement à Gémenos) peuvent être considérées comme des aquifères potentiels. Grâce à leur compétence mécanique intrinsèque et aux denses réseaux de fractures, les potentialités hydrogéologiques de ces formations carbonatées sont réelles.

Le secteur de Coulin correspond au passage de drains karstiques qui conduisent la plus grande partie des eaux de la Sainte-Baume vers le groupe d'émergences sous-marines de Port-Miou et Cassis. Ces drains ont une pente forte de 0,7 % entre le forage de Puyricard (Cuges-les-Pins), Coulin et la mer. Ils se sont localisés dans la structure d'extension entre l'antiforme de Carpiagne et la synforme du Beausset.

Plusieurs forages de reconnaissance ont été implantés sur le carreau de la carrière, afin de repérer les zones dans lesquelles le calcaire Urgonien (crétacé) est assez fracturé, mais tient encore mécaniquement en foration.

L'aquifère sollicité ici, est celui de l'unité urgonienne, au sein de la série normale charriée de la Sainte Baume.

En ouvrage d'exploitation, on dispose de deux forages :

- Coulin 1 (ou F1), équipé depuis 1987, est à une profondeur de 185 mètres. Il recoupe essentiellement les calcaires urgoniens,
- Coulin 2 (ou F2), foré depuis 1993, mais laissé en attente et non équipé, est à une profondeur de 176 mètres. Il recoupe pour une grande partie les calcaires urgoniens et en profondeur les calcaires Hauteriviens.

Ces deux forages exploitent le même aquifère karstique faillé de niveau statique situé entre - 68 et - 71 mètres. Son exploitation, même importante, a montré un faible rabattement (moins d'un mètre) et aucune influence réciproque entre Coulin 1 et Coulin 2. Ceci souligne l'importance du flux d'eau qui transite dans les drains du karst.

Différent des aquifères de la vallée de Saint-Pons, ce dernier aquifère fournit des débits stables à l'année (100 – 200 m³/h pour le forage F1). Après l'équipement de F2, les débits pompés devraient être fixés à 240 m³/h.

2.1.5. Hydrologie

Aucun cours d'eau majeur ne traverse le secteur d'étude. Seul un mince ruisseau, qui prend sa source au col de l'Ange, longe la RD 8N.

Sur la commune de Gémenos, le Fauge, affluent de l'Huveaune, est une modeste rivière au régime irrégulier qui prend sa source au lieu-dit "La Tourne", au pied du massif de la Sainte Baume. Le Fauge arrose le vallon de Saint Pons et traverse ensuite la commune de Gémenos avant de se jeter dans l'Huveaune. La source pérenne de Saint-Pons, augmente son débit et sa régularité.



Le Fauge dans le parc de Saint-Pons

2.1.6. Qualité du milieu

a) Qualité physico chimique et bactériologique des eaux souterraines

▪ Généralités

Pour apprécier au mieux la qualité des eaux brutes des ressources suivies, il est indispensable de mettre en place des prises d'eau afin d'effectuer des prélèvements, et ceci de façon régulière. Ainsi, depuis quelques années, une grande partie des captages de Gémenos est pourvue de robinets de prélèvements.

▪ Caractéristiques physico-chimiques

Toutes les eaux souterraines captées par la commune de Gémenos appartiennent à la famille des "eaux bicarbonatées calciques" : ce sont des eaux un peu dures, de très bonne qualité chimique. Elles peuvent parfois apparaître légèrement plus dures et sulfatées du fait de leur contact avec des argilites et des roches marno-calcaires gypseux qu'elles traversent.

▪ Caractéristiques bactériologiques

Les eaux de la ressource de Coulin sont chlorées avant leur stockage dans le réservoir de 2 000 m³ du Drouard (en amont des captages).

De la même manière que pour les analyses bactériologiques du village, les analyses réalisées sur Coulin ainsi que sur la zone d'activités se sont révélées de très bonne qualité. L'état sanitaire de la ressource et du système de distribution est excellent.

b) Protection naturelle de l'aquifère

Le contexte environnemental est important lors de l'évaluation de la qualité des ressources en eau potable. Ainsi, en fonction de la localisation, la protection naturelle est différente, et peut être plus ou moins exposée à des effets géologiques ou hydrauliques naturels.

L'arrivée des eaux dans le secteur de Coulin provient aussi d'une partie des écoulements du massif de la Sainte-Baume. Cette arrivée est réalisée par l'intermédiaire de failles et de drains karstiques qui conduisent les eaux du massif de la Sainte-Baume au groupe d'émergences sous-marines de Port-Miou et Cassis. Ainsi, de par la nature de la Sainte-Baume et comme pour la vallée de Saint-Pons, cet environnement est un élément très favorable pour juger de la qualité des eaux prélevées.

Cependant, il existe, sur ce secteur, des fortes contraintes de nature anthropique.

Les aquifères étudiés recèlent donc des eaux de très bonne qualité chimique, de nature hydrogénécarbonatée calcique. Mais la présence humaine aux alentours peut constituer un risque de pollution.

2.2. Milieu naturel

A l'abri de la Sainte-Baume, la commune de Gémenos compte une belle diversité d'espèces disséminées sur l'ensemble de la commune.

2.2.1. Flore

A Gémenos, la forêt occupe l'étage situé entre 110 m et 790 m environ. La végétation des collines de Gémenos est caractéristique des paysages de la Provence calcaire :

- forêt de chênes verts (yeuses), accompagnée de diverses espèces à feuilles persistantes : Filaires, Nerprun, Viorne-tin, Fragon (petit houx), Pistachier térébinthe, Aubépine, Lentisque, etc...,
- forêt de chênes blancs (chênes pubescents) qui occupe quelques hectares et qui renferme de nombreuses essences à feuillage caduc : Houx, Erable, Sorbiers, Tilleuls, Noisetiers, etc.,
- futaie de pin d'Alep sur 94 % des bois communaux : à Gémenos, le canton du Super Gémenos présente une forêt de pins d'Alep exceptionnels pour leur qualité au plan génétique. Ces plantations sont sélectionnées au niveau national pour la récolte de graines,
- garrigue à chêne kermès occupant 188 hectares environ,
- pelouse à Brachypodes ponctuant les éboulis au niveau des reliefs.

En outre, à Gémenos, deux sites sont inscrits à l'inventaire régional des Zones d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristiques : la vallée de Saint-Pons et les Crêtes.

En ce qui concerne les essences nobles, le pin d'Alep est le plus présent sur la commune. Il est accompagné de nombreuses essences forestières telles que les chênes, les érables, les frênes, les arbres de Judée...

2.2.2. Faune

De nombreuses espèces animales sont recensées sur la commune de Gémenos, notamment dans le parc de Saint-Pons :

- les mammifères : sanglier, renard, belette, fouine, lapin,
- les reptiles : couleuvre de Montpellier, lézard vert, lézard des murailles, orvet,
- les oiseaux : ils constituent la plus grande partie des observations, et la commune possède une grande population d'oiseaux variés : grive, rouge gorge, chardonneret, pipit des arbres, pouillot véloce, choucas, corneille, corbeau, merle bleu, mais aussi : pie, perdrix, rouge, héron, geai, col vert...
- les rapaces nocturnes : chouette hulotte, chouette chevêche, grand duc (5 couples), chauve-souris,
- les rapaces diurnes : faucon pèlerin et faucon crécerelle, circaète jean le blanc (1 couple) et aigle de Bonelli (1 couple).

NB : la zone des captages du Coulin est moins concernée par cette faune, compte tenu de la nature du site.

2.2.3. Espaces remarquables ou protégés

Le secteur d'étude n'est pas concerné par un site remarquable ou protégé, mais il se situe à proximité de vastes territoires de grandes valeurs écologiques.

Cette grande richesse se traduit par l'existence de plusieurs périmètres d'inventaires et de mesures de protection, comme présenté ci-après (état d'avancement du réseau Natura 2000 en juin 2007, et inventaires et autres protections de zones naturelles).

a) Inventaires naturalistes territoriaux

- Z.N.I.E.F.F. (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique)

Les Z.N.I.E.F.F. de 1^{ère} et 2^{ème} génération situées sur la commune de Gémenos sont les suivantes :

Type de zonage		Numéro de la zone	Nom de la zone
Z.N.I.E.F.F. 1 ^{ère} génération	De type I	1362Z04	Crête de la Sainte-Baume
	De type II	1362Z00	Massif de la Sainte-Baume
	Géologiques	1362G03	Le ravin de Saint-Pons
Z.N.I.E.F.F. 2 ^{ème} génération	De type I	13-121-136	Crêtes de la Sainte-Baume et hauts du vallon de Saint-Pons
	De type II	13-121-100	Chaîne de la Sainte-Baume

Le secteur de Coulin n'est toutefois pas concerné par ces Z.N.I.E.F.F..

Z.N.I.E.F.F. « Massif de la Sainte-Baume » : Le massif de la Sainte-Baume est une chaîne montagneuse dissymétrique, étirée d'Ouest en Est et coiffée par une barre rocheuse culminant à plus de 1 000 m d'altitude (1 147 m au Joug de l'Aigle). La partie du massif appartenant au département des Bouches-du-Rhône ne représente que la terminaison occidentale de la Sainte-Baume. Elle comprend dans le Nord le bois de la Lare et au Sud la vallée de Saint-Pons et son abbaye cistercienne. Le point culminant de la zone est le Pic de Bertagne (1 041 m). On rencontre une grande variété de milieux allant de la série du Chêne vert à la série du Hêtre avec des stades plus ou moins dégradés et de remarquables milieux rupestres.

Cette zone offre un exceptionnel intérêt. La présence de la hêtraie relictuelle en pleine région écologique méditerranéenne donne à ce site un caractère particulier. La faune est riche et de nombreux prédateurs existent, témoignant de chaînes alimentaires complètes. L'avifaune reflète plus particulièrement cette grande richesse puisque que l'on y rencontre à la fois des espèces forestières, alpines et typiquement méditerranéennes, en nidification (merle bleu, merle de roche, Pic noir), en hivernage (aigle royal, Niverolle, Accenteur alpin), en migration (merle à plastron, Pluvier guignard). On note aussi la présence de nombreux mammifères forestiers.

Comme cité précédemment, la partie du Rassit située dans les Bouches-du-Rhône abrite deux couples d'Aigle de Bonelli. L'un a des problèmes de reproduction dus à un milieu très dégradé et homogène (zones brûlées à végétation buissonnante et arbustive, très rase et dense) qui rend peu abondantes les proies disponibles. De plus ce milieu est sur fréquenté à cause de la proximité des grandes agglomérations. Par contre l'autre couple se reproduit avec succès grâce à une bonne qualité du territoire qu'il fréquente.

De plus, le massif de la Sainte-Baume est un haut-lieu entomologique au niveau international. L'intérêt de son entomofaune est en grande partie la conséquence de la présence d'une remarquable hêtraie, relique en Provence, qui héberge un nombre considérable de raretés, ou d'espèces d'origine euro-sibérienne inattendues dans ces contrées méridionales.

La végétation des crêtes est riche et présente de nombreuses espèces rares ou localisées en Provence. L'essentiel de la flore de la zone est à rattacher à la chênaie pubescente et à ses stades de dégradation.

b) Réseau Natura 2000

- Directive « Habitats »

A proximité du secteur étudié, un site éligible au sens de la Directive Habitats est recensé. Il s'agit du site PR 110 « Sainte-Baume, Mont Aurélien ».

Ce site exceptionnel présente une grande variété de milieux parmi lesquels des habitats rupestres et une très prestigieuse hêtraie mature préservée depuis des siècles. Ce massif est marqué par la présence d'un noyau d'espèces et de communautés d'affinités nettement septentrionales joint à des éléments méditerranéens. Il abrite entre autres, une des populations les plus septentrionales de la rarissime Sabline de Provence, endémique très localisée des éboulis calcaires de basse Provence.

La présence de nombreuses espèces rares et localisées fait de cette zone un véritable trésor biologique, avec en particulier, pour l'entomofaune, l'existence de tous les coléoptères présents en France de l'annexe 2 de la Directive Habitats.

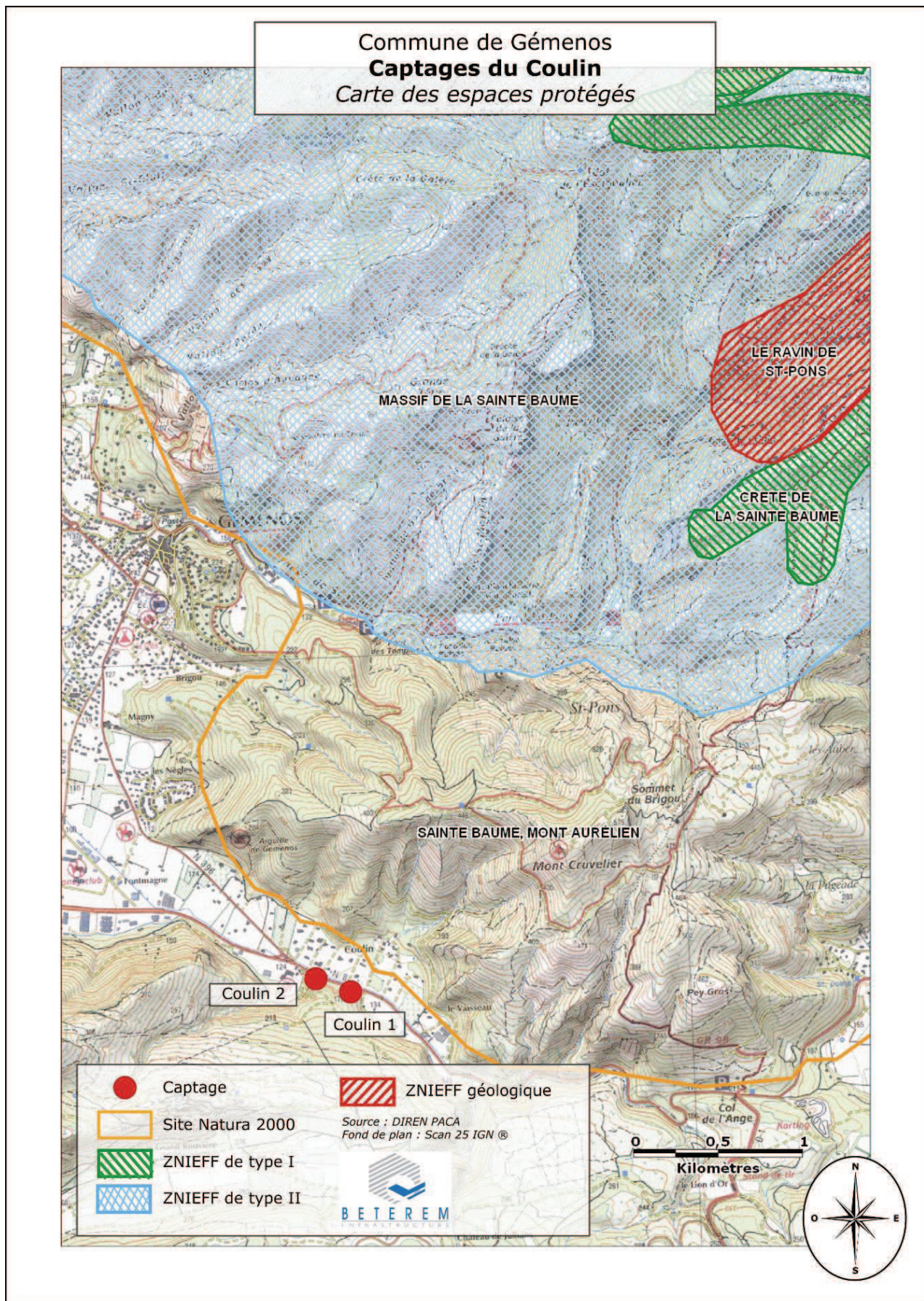
- Directive « Oiseaux »

Aucune Z.I.C.O. (zone importante pour la conservation des oiseaux) ou Z.P.S. (zone de protection spéciale) n'est recensée sur le territoire de la commune de Gémenos.

c) Espaces naturels sensibles

Le secteur de Coulin n'est pas situé en espace naturel sensible.

La carte ci-après permet de visualiser ces éléments.



2.3. Paysage

Située au pied de la Sainte-Baume, Gémenos est entourée de paysages superbes. Se dressant de part et d'autre des départements du Var et des Bouches-du-Rhône, le massif de la Sainte-Baume est le plus étendu et le plus élevé des chaînons provençaux. Il est situé à une vingtaine de kilomètres de la côte méditerranéenne, sa superficie s'étendant sur 35 km de long et 15 km de large, sur 2 169 hectares. Son point culminant est le Joug de l'Aigle qui culmine à 1 147 mètres et dont la falaise abrupte haute de plus de 300 m offre de splendides voies d'escalade. Il comprend également sur son flanc Ouest le sommet des Bouches-du-Rhône : le pic de Bertagne qui atteint 1 042 mètres d'altitude, un majestueux éperon rocheux dominant le versant ouest du massif. Le caractère exceptionnel du site tient à la présence d'une hêtraie mature, préservée depuis des siècles, et de la grotte de Sainte-Marie-Madeleine.

Le paysage du secteur d'étude est moins élogieux : bien que le versant soit boisé, le paysage est fortement influencé par la présence de la RD 8N.

2.4. Patrimoine

Gémenos est riche de son histoire et de son patrimoine archéologique et architectural. Au Nord-Est, la prestigieuse vallée de Saint-Pons, jouit d'un patrimoine archéologique et historique pour le moins surprenant. Parmi les plus importants, un bâtiment d'une émouvante pureté architecturale : une nef solitaire datée du XIII^{ème} siècle et aujourd'hui restaurée. Elle n'était que le collatéral d'une abbaye cistercienne qui ne fut jamais achevée.

On y trouve aussi des grottes habitées dès le néolithique, une chapelle baptisée Saint-Martin, d'origine médiévale, un grand bassin en pierres de taille et une drôle de ruine, dite du "Foulon", contemporaine de la Blancherie, bâtiment utilisé pour traiter les fibres des draps collectés dans les environs.

Près d'une cascade moussue, se trouvent la silhouette d'un vieux moulin à blé actionné par la force des eaux, puis encore, rongé par la végétation, le spectre de la papeterie du Paradou, témoignage désormais désuet du glorieux XIX^{ème} siècle industriel.

2.4.1. Vestiges archéologiques

Au Nord-Ouest de la commune de Gémenos se trouve le lieu-dit de Saint-Jean-de-Garguier, premier lieu habité du secteur, comme en témoignent les nombreux vestiges archéologiques.

2.4.2. Monuments historiques

La commune de Gémenos compte quatre monuments historiques inscrits sur l'inventaire supplémentaire des monuments historiques au titre des articles L. 621-25 et suivants du Code du Patrimoine, issus de la loi du 31 décembre 1913. Il s'agit d'immeubles qui présentent un intérêt d'histoire ou d'art suffisant pour en rendre désirable la préservation, sans justifier une demande de classement.

Les monuments historiques inscrits sont :

- Le **château de Gémenos ou château d'Albertas**, dont la porte avec bas-relief représentant Bacchus, située dans la cour des granges, est inscrite par arrêté du 24 octobre 1927.

Il fut construit entre 1579 et 1590 et agrandi en 1629 par l'adjonction de quatre tours d'angle.

Bâti au Sud du village, ce bâtiment de 4 000 m² édifié au XVIII^{ème} siècle, forme un vaste ensemble autour d'une cour intérieure pourvue d'un grand bassin avec jet d'eau qui servait d'abreuvoir pour les chevaux et les bêtes.



Château de Gémenos

Cet imposant bâtiment, composé de quatre ailes de deux étages, abritait autrefois les dépendances du château : les logements de ses gens, les ateliers d'artisans et toutes les activités industrielles nécessaires à la vie du marquis mais également les écuries, les greniers, les celliers, les caves à vin et même un cabaret.

- L'**abbaye cistercienne de Saint-Pons**, construite en 1205, dont l'église et les restes de l'abbaye sont inscrits par arrêté du 2 novembre 1926.



Abbaye de Saint-Pons

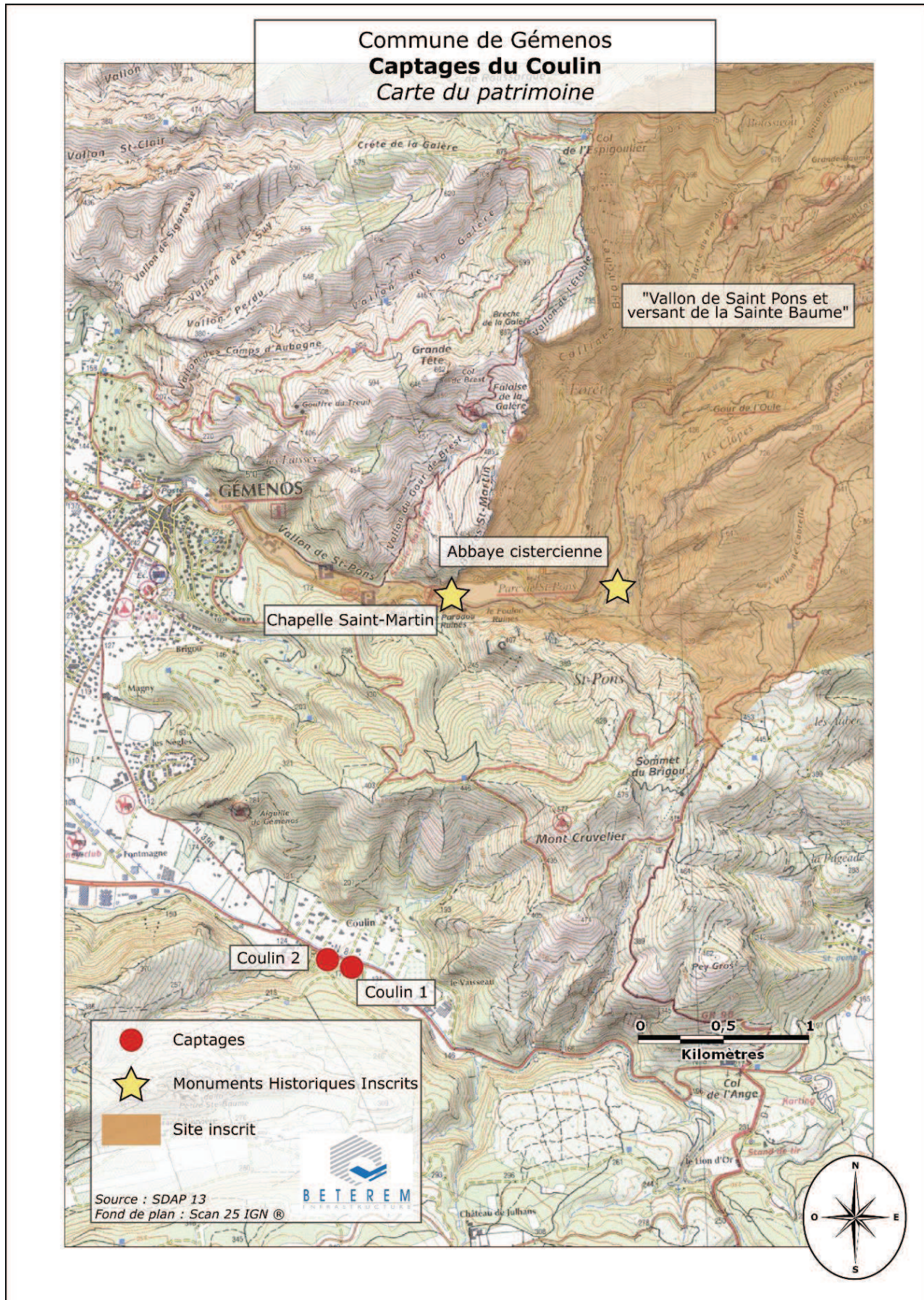
- La **Chapelle Saint-Jean-de-Garguier**, inscrite par arrêté du 13 juillet 1927.
- La **Chapelle Saint-Martin**, inscrite par arrêté du 2 novembre 1926.

Autour d'un monument historique, une servitude d'abords s'applique instituant un périmètre de protection de 500 m de rayon.

L'article L. 621-32 du Code du Patrimoine précise que tous travaux concernant directement un monument historique classé ou inscrit, ou situés dans son périmètre de protection, sont soumis à autorisation du Préfet du Département.

Seuls sont concernés par ces dispositions, les travaux situés dans le champ de visibilité d'un édifice protégé par la législation sur les monuments historiques. La notion de champ de visibilité conjugué :

- la notion de périmètre (rayon de 500 m),
- la notion de covisibilité : lorsqu'un immeuble sur lequel des travaux sont à effectuer est visible du monument ou en même temps que lui.



2.4.3. Inventaire général du patrimoine culturel

Aucun édifice à proximité des deux captages n'est inscrit à l'inventaire général du patrimoine culturel.

Sur la commune, seule la coopérative vinicole située dans la vallée de Saint-Pons est inscrite à l'inventaire général du patrimoine culturel. Construite en 1925 par l'architecte Vaud, elle comprenait un logement et un bureau. Elle a été agrandie en 1970 par l'architecte Collomp avec l'ajout d'un cuvage, d'un entrepôt agricole, d'une boutique.

Par ailleurs, le Parc de Saint-Pons est répertorié à l'inventaire général du patrimoine culturel au stade de pré-inventaire des jardins remarquables.

2.4.4. Sites classés et inscrits

Sur la commune de Gémenos, le site de « Vallée de Saint-Pons et versant de la Sainte-Baume » est inscrit au sens des articles L. 341-1 et suivants du Code de l'Environnement.

2.5. Milieu humain

2.5.1. Occupation des sols

Le secteur de Coulin se situe en périphérie de la commune de Gémenos, à quelques centaines de mètres de la zone d'activités.

Les captages se situent dans la partie Sud de la RD 8N, en direction de La-Seyne-sur-Mer, en lisière d'un secteur boisé important. Dans la partie Nord de la RD 8N, on trouve une zone moyennement urbanisée avec des jardins potagers privés, des villas et des immeubles.

2.5.2. Infrastructures

La route départementale RD 8N, reliant Gémenos à La-Seyne-sur-Mer, longe les captages de Coulin.



Photo BETEREM INFRASTRUCTURE

La RD 8N en bordure des captages

2.5.3. Tourisme et loisirs

Gémenos, pôle touristique, est situé au carrefour de la Côte d'Azur et de la Côte Bleue, aux portes des collines de Marcel Pagnol, de Jean Giono et de Paul Cézanne. La ville propose plusieurs sites à visiter : son vieux village classé à la découverte de la Route des Fontaines, le Château et ses Granges, l'église, le Théâtre de verdure, le Parc de St Pons, la Chapelle Saint-Martin, l'Abbaye cistercienne, les cascades et la glacière.

L'attrait touristique exercé par le parc de Saint-Pons, l'abbaye cistercienne et la source est important. Avec son abbaye cistercienne, récemment restaurée, cette vallée est un des sites publics les plus fréquentés du département. Ainsi, l'afflux des promeneurs dans le parc est important, surtout en période estivale, où les coins ombragés et humides offrent des moments de fraîcheur aux visiteurs.

De nombreux chemins et sentiers de randonnées sillonnent la zone et les alentours et permettent de découvrir les lieux et curiosités du site. Le GR 98 permet de rejoindre le pic de Bertagne depuis le col de l'Ange. De nombreux chemins de randonnées sillonnent la vallée de Saint Pons, pour rejoindre également le pic de Bertagne. Enfin, il existe un sentier botanique partant de Gémenos, et traversant le vallon du Gour de Brest.

2.5.4. Foncier

Les parcelles concernées par les captages appartiennent à la commune de Gémenos. La pièce n°10 du dossier d'enquête publique détaille l'état parcellaire du site.

2.5.5. Démographie

La commune de Gémenos compte une population de 6 336 habitants. Elle s'étend sur 3 275 hectares, dont 2 400 hectares sont des espaces naturels protégés (forêts et garrigues) et compte environ 190 hab/km².

Les deux derniers recensements réalisés par l'Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques datent de 2008 et 2013. 6 113 et 6 336 habitants ont été respectivement recensés en 2008 et 2013. Soit une augmentation de 223 habitants en 5 ans. Avec un solde naturel de - 0,3 % et un solde migratoire de + 1,1 %, la commune de Gémenos a un taux annuel moyen de variation de la population entre 2008 et 2013 de + 0,7 %.

2.5.6. Contexte socio-économique

Gémenos compte une importante zone d'activités, créée dans les années 1990, située au Sud de la commune, dans la plaine de Jouques.

Cette zone d'activités est proche de la zone industrielle des Paluds d'Aubagne. Elle regroupe près de 275 entreprises aux activités très diverses et représente plus de 4 000 emplois sur environ 80 ha.

L'industrie y est l'activité dominante. Le commerce, le service aux entreprises et la construction sont également bien représentés. Ces entreprises permettent à la commune de se positionner à une place de choix dans la compétition économique nationale et internationale (source : Ville de Gémenos).

2.6. Documents d'urbanisme et de planification

2.6.1. Plan local d'urbanisme

▪ Zonage

Le site des captages est en zone N. Il s'agit d'une zone naturelle, à protéger en raison de la qualité du paysage ou du caractère des éléments qui la composent.

Il est à noter aussi, que la majeure partie du périmètre de protection rapprochée se situe en zones :

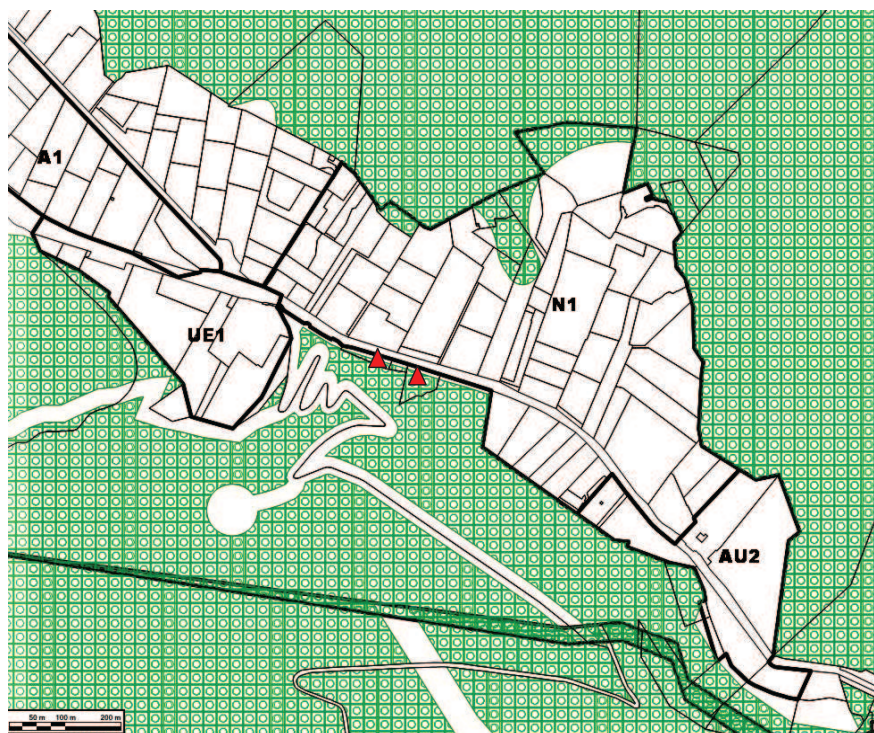
- N,
- N1, sous-secteur correspondant aux abords du captage
- A1, zone agricole
- AU2, zone non réglementée : à urbaniser à orientation d'activités économiques
- UE1, zone dévolue aux activités économiques

▪ Servitudes d'utilité publique

Néant.

▪ Espaces boisés classés

Le site d'étude se situe en espace boisé classé.



2.6.2. Directive cadre sur l'eau

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (D.C.E.) a été adoptée par le Parlement Européen et le Conseil le 23 octobre 2000. Ce texte établit un cadre juridique et réglementaire pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Les objectifs de la D.C.E. sont d'élaborer une politique durable et intégrée, tant pour la protection et l'amélioration de la qualité de l'environnement que pour l'utilisation prudente et rationnelle de la ressource (eau potable et autres usages).

Elle s'appuie sur cinq grands principes :

- Elle renforce l'approche du territoire en bassin versant.
- Elle fixe un objectif de bon état écologique des masses d'eau à l'horizon 2015 ainsi que le principe de non dégradation.
- Elle donne aux pays membres une obligation de résultats.
- Elle impose la consultation du grand public.
- Elle exige enfin une analyse économique de chaque intervention sur l'écosystème, qu'il s'agisse des actions de restauration ou des usages.

Les bassins hydrographiques de chaque territoire national sont regroupés en districts hydrographiques. Des plans de gestion relatifs à ces districts hydrographiques (équivalents au S.D.A.G.E. français) doivent être élaborés tous les six ans.

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau fixe comme principales échéances, dans chacun des districts hydrographiques, l'élaboration :

- d'un plan de gestion d'ici 2009 avec une révision tous les 6 ans. Il fixe les objectifs à atteindre pour 2015, la directive prévoit cependant le recours à des reports d'échéance dûment justifiés ne pouvant excéder deux mises à jour du SDAGE (2027) ou à des objectifs environnementaux moins stricts. En France, le plan de gestion consiste en une modification du S.D.A.G.E.,
- d'un programme de mesures qui recense les mesures dont la mise en œuvre est nécessaire à l'atteinte des objectifs environnementaux du S.D.A.G.E.

L'état des lieux du bassin du Rhône et des cours d'eau côtiers méditerranéens, adopté par le comité de bassin le 6 décembre 2013, définit les enjeux du territoire, les principales pressions, l'évaluation de la situation à l'horizon 2021.

2.6.3. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.)

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.) est un outil de planification mis en œuvre par la loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992 instaurant l'eau et les milieux aquatiques comme fragiles et communs à tous. Il constitue un document de planification de portée juridique envers les décisions publiques prises par l'Etat et les collectivités locales dans le domaine de l'eau. Ainsi, il est opposable à l'administration.

Le S.D.A.G.E. du bassin Rhône-Méditerranée-Corse a été adopté le 20 décembre 1996. Il fixe des orientations générales de gestion pour les cours d'eau et les bassins versants du territoire :

- poursuivre la lutte contre la pollution,
- garantir une qualité d'eau à la hauteur des exigences des usagers,

- réaffirmer l'importance stratégique et la fragilité des eaux souterraines,
- respecter le fonctionnement naturel des milieux,
- restaurer ou préserver les milieux aquatiques remarquables,
- restaurer d'urgence les milieux particulièrement dégradés,
- s'investir plus efficacement dans la gestion des risques,
- penser la gestion de l'eau en termes d'aménagement du territoire,
- renforcer la gestion locale et concertée.

Ces orientations fondamentales sont accompagnées de mesures opérationnelles d'ordre général ou territorial.

Conformément à la Directive Cadre Eau, le S.D.A.G.E. Rhône Méditerranée Corse a été mis à jour en 2015 pour la période 2016-2021 (deuxième cycle de la DCE). Le S.D.A.G.E. 2016-2021 est entré en vigueur le 21 décembre 2015.

2.6.4. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.A.G.E.)

Le secteur d'étude n'est concerné par aucun S.A.G.E.

Néanmoins, le 29 octobre 2015, la Collectivité a signé un « Contrat de Baie » de la métropole marseillaise, avec l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et l'Etat. Ce contrat comporte un volet « contrat de rivière » sur le bassin versant de l'Huveaune. Il prévoit de nombreuses opérations visant à préserver ou à améliorer la qualité des eaux littorales, des eaux des cours d'eau et des eaux souterraines.

3. EFFETS

3.1. Effets sur la ressource (écoulements souterrains, niveaux piézométriques)

La mise en place de périmètre de protection autour des différentes ressources en eau du secteur, n'a pas pour objet de provoquer des effets néfastes sur ces ressources, comme une diminution des niveaux piézométriques ou une modification des écoulements souterrains. Au contraire, elle vise la protection de ces ressources par une augmentation de la sécurité des sites. Dans le cadre de ce projet, aucun aménagement ne portera atteinte à la ressource en eau souterraine.

3.2. Vulnérabilité de la ressource

Il est nécessaire d'évaluer la vulnérabilité des ressources utilisées, notamment vis-à-vis des risques anthropiques. En effet, ces derniers sont souvent l'une des principales causes de dégradation de la qualité globale des eaux.

L'aquifère calcaire sollicité par les forages de Coulin affleure, au Sud des forages, directement au niveau du versant collinaire boisé. Ainsi, sans être incluse dans le périmètre de protection rapprochée, cette zone doit être définie comme zone naturelle protégée (dans le PLU) et doit être soumise à des activités réglementées : promenade, chasse, entretien des forêts, ainsi que la maintenance des pistes et du réservoir d'eau.

De plus, l'existence de nombreux forages privés dans ce secteur ne rend pas impossible l'apparition de pollutions au niveau de la nappe. Ainsi, les futurs forages privés réalisés seront réglementés et limités à une profondeur de 50 mètres. Pour les ouvrages privés demandant une dérogation, l'avis d'un hydrogéologue agréé sera nécessaire.

Mais l'un des plus gros risques est la RD 8N. Située à environ 5 mètres de chacun des captages et de par sa topographie et son profil, cette route pose un véritable problème : en effet, elle est soumise à un risque de renversement de produits toxiques qui pourrait avoir un rapide impact sur l'aquifère du karst sous jacent.

Enfin, la présence autour des captages des nombreuses villas au Nord de la RD 8N et de quelques établissements commerciaux et industriels peut être un risque potentiel de contamination physico-chimique ou bactériologique. Il convient de bien vérifier la conformité du mode d'assainissement actuel. De même, il est indispensable de contrôler qu'il n'existe aucun rejet émanant d'établissements industriels vers le milieu naturel.

La mise en place de périmètre de protection autour des différentes ressources en eau du secteur, n'a pas pour objet de provoquer d'effets négatifs sur la qualité du milieu récepteur.

3.3. Effets sur la santé, la salubrité publique (bruit, odeur, ...) et la sécurité civile

Compte tenu de leur nature, les aménagements prévus (mise en place d'un périmètre de protection de captage, bassin de dépollution, fossés étanches) auront un effet positif sur la santé et la salubrité publique, en permettant de limiter les risques de contamination des eaux.

3.4. Autres effets

Néant.

3.5. Compatibilité du projet avec les orientations du S.D.A.G.E.

La compatibilité du projet vis-à-vis des orientations fondamentales du S.D.A.G.E. Rhône-Méditerranée-Corse a été vérifiée :

- **Préservation de la qualité des eaux souterraines et superficielles**

La mise en place des périmètres de protection a pour but d'augmenter la sécurité sanitaire du site. De plus, les risques de pollutions émanant de déversement accidentels de produits toxiques ou polluants sont quasi-nuls, compte tenu du contexte naturel du secteur.

Les risques de contamination des eaux seront donc peu importants.

- **Réaffirmer l'importance stratégique et la fragilité des eaux souterraines**

De même que pour le point précédent, les aménagements mis en place ont pour but de sécuriser la ressource en eaux souterraines, et de préserver la qualité des eaux souterraines.

4. MESURES

4.1. Mesures de préservation de la qualité de l'eau souterraine

Sur le plan réglementaire, afin de protéger au mieux les différents aquifères du Coulin, certaines activités doivent être interdites : l'épandage des boues de station d'épuration, les lisiers, les margines, l'ouverture de carrières, l'usage des pesticides, les forages privés (source : rapport de l'hydrogéologue agréé JP.SILVESTRE).

Ensuite, certaines activités doivent être réglementées : toutes activités autres que la promenade, la chasse, l'entretien de la forêt et la maintenance de pistes et du réservoir d'eau.

Enfin, au niveau du secteur d'étude, il est important de vérifier que les différents modes d'assainissement sont conformes sur les quelques habitations existantes. En effet, des rejets d'effluents à proximité des aquifères exploités pourraient avoir un impact fort en termes de pollution fécale. Ainsi, il convient de réaliser un système d'assainissement non collectif aux normes, voire d'assurer la mise en place de fosses étanches qui seront vidangées par camions citernes.

NB : ces mesures de préservation sont données dans le paragraphe relatif au périmètre de protection rapproché du rapport émis par l'hydrogéologue agréé.

4.2. Mesures de surveillance de la qualité de l'eau prélevée

Pour apprécier au mieux la qualité des eaux brutes des ressources suivies, des prises d'eau ont été mises en place, afin d'effectuer des prélèvements de façon régulière.

La désinfection des eaux est assurée par une chloration avant l'entrée dans le réseau de distribution permettant de limiter les risques de contamination. La connaissance précise de la qualité bactériologique de l'eau, en chaque point, permet d'intervenir si l'on constate une anomalie.

4.3. Mesures permettant de quantifier l'eau prélevée

Les différents captages sont équipés depuis 2007 de compteurs volumétriques, permettant le comptage systématique des volumes prélevés.

5. LES PERIMETRES DE PROTECTION

Les périmètres de protection définis sont communs aux deux forages Coulin 1 (en exploitation) et Coulin 2 (en attente).

5.1. Le périmètre de protection immédiate (P.P.I.) (défini par l'hydrogéologue agréé)

Le périmètre de protection immédiate s'étend sur les parcelles Y16, 17 et 18 du plan cadastral, qui forme une bande étroite en bordure de la route RD 8N.

Dans le PPI, toutes les activités sont interdites exceptées celles liées à l'exploitation et à l'entretien du champ captant et des forages.

La création de nouveaux forages AEP publics est autorisée sous réserve de prendre les précautions d'usage au moment des travaux (cuve à gaz-oil sur bac de rétention, bâches de protection sous la foreuse et le compresseur d'air, élimination des sols éventuellement souillés, évacuation des eaux d'exhaure de foration et de pompage dans le Maire).

Tous les forages retrouvés dans le champ captant, autres que F1 et F2, seront dégagés et correctement rebouchés par cimentation de manière à éviter toute infiltration d'eau de surface dans la « nappe » profonde.

Les parcelles concernées par le périmètre de protection immédiat doivent être acquises en plein propriété par la Métropole Aix Marseille Provence, ou de façon dérogatoire par l'établissement d'une convention de gestion entre la Métropole et la collectivité publique propriétaire.

Il faudra veiller au parfait entretien de la clôture et du sol de ce périmètre en utilisant des moyens mécaniques car toute utilisation de pesticides et défoliant sera proscrite. Le stockage de produits chimiques est interdit hormis ceux liés au traitement de l'eau (chlore).



Captage Coulin 1

5.2. Le périmètre de protection rapprochée (P.P.R.) (défini par l'hydrogéologue agréé)

Ce périmètre s'étend sur cinq sections (BL, BR, BS, BT et Y) du cadastre de Gémenos (cf. annexe 10.1) :

- pour la section BS, les parcelles n° 2,4 à 6, 8, 10,12 à 84
- pour la section BT, les parcelles n° 1 à 17
- pour la section Y, les parcelles n° 6, 7, 9,11 à 15, 23, 24,27 à 40, 58,60 à 62, 70 à 76
- pour la section BR, les parcelles n° 21 à 27 et 31 à 33
- pour la section BL, les parcelles n° 24 à 26

En matière d'épandages agricoles, l'utilisation des boues de stations d'épuration, des lisiers, des margines (à cause de la densité des habitations pour ces dernières) sera interdite.

Au Sud de cette zone s'étend le versant collinaire boisé, où affleure directement le calcaire aquifère. Toutes les activités autres que la promenade, la chasse, l'entretien de la forêt et la maintenance des pistes et du réservoir d'eau y sont réglementées sans pour autant inclure le versant dans le périmètre de protection rapprochée. La mise en place d'un espace boisé classé à cet endroit permet de satisfaire cette exigence.

NB : compte tenu de la localisation des captages, l'usage du plomb dans la pratique de la chasse n'est pas à interdire

Entre le périmètre de protection immédiate et le périmètre de protection rapprochée se pose le problème de la route RD 8N elle-même. La topographie et le profil de cette voie sont toutefois peu propices à un renversement de véhicules sur la zone des captages, parce qu'elle est située en contre haut par rapport à la route.

Cependant, un déversement de produits toxiques ou polluants sur le bas côté de la route pourrait avoir un impact négatif sur l'aquifère du karst malgré la couverture alluviale-colluviale.

Les mesures à prendre sont les suivantes :

L'exécution de nouveaux forages d'eau à usage domestique, d'arrosage et d'alimentation de piscines sera interdite. La situation administrative des forages et puits privés existants sera régularisée par l'envoi d'un imprimé cerfa n° 13837*01 conformément au Code Général des Collectivités Territoriales. Cet imprimé sera joint au courrier recommandé adressé aux propriétaires des parcelles constituant le PPR dans le cadre de la procédure DUP.

Les constructions nouvelles restent autorisées sous réserve d'un dépôt de permis de construire en bonne et due forme et d'installations d'assainissement autonome correctement dimensionnées validées par le SPANC. Ces installations seront contrôlées régulièrement conformément à la réglementation en vigueur. On vérifiera à cette occasion la cohérence des informations avec la déclaration sondage (proximité forage avec une ANC à + ou - 35 m).

Concernant l'usage agricole des parcelles non encore urbanisées, l'épandage de boues de stations d'épuration, de lisiers et de margines sera interdit. L'emploi massif d'engrais sera proscrit en privilégiant un type d'agriculture raisonnée.

Le fossé du Maire longeant la RN8 en bordure de chaussée droite fait office de collecteur pluvial pour la commune de Gémenos dans ce secteur. A ce titre, ce fossé sera aménagé sur toute la longueur du PPR et, si possible, jusqu'à sa portion canalisée au départ de la zone d'activités du Parc de la Plaine de Jouques.

Enfin, les mesures de protection pour limiter le risque routier sont les suivantes :

- limitation de vitesse à appliquer dès l'entrée dans le périmètre rapproché soit 50 ou 60 km/h en fonction de la recommandation de la Direction des Routes, sans pour autant être dans l'obligation d'informer l'utilisateur des motifs de cette limitation (captages AEP) en raison du risque terroriste toujours d'actualité,
- mise en place de ralentisseurs 50 m avant l'entrée dans la projection du PPI sur la chaussée,
- installation de glissières de sécurité le long du Maire dans la traversée du PPR.

5.3. Le périmètre de protection éloignée (P.P.E.)

Le périmètre de protection éloignée n'a pas été défini en raison du classement en zone N au PLU de la commune et de la présence d'un périmètre de protection rapprochée élargi.

5.4. Acquisitions foncières

Les parcelles du périmètre de protection immédiate sont actuellement la propriété de la commune de Gémenos.

Selon l'article L. 1321-2 du Code de la Santé Publique, les terrains du périmètre de protection immédiate sont à acquérir en pleine propriété par la collectivité publique, Maître d'Ouvrage du captage.

Ainsi, les assises foncières des captages du Coulin seront acquises par la Métropole Aix Marseille Provence ou feront l'objet d'une convention avec la commune de Gémenos, actuellement propriétaire.

6. ESTIMATIF DU COÛT DES TRAVAUX

Selon les préconisations de l'hydrogéologue agréé définies dans son rapport, un chiffrage approximatif du coût des travaux de mise en sécurité des périmètres de protection des captages du Coulin a été réalisé :

Thèmes	Quantités estimées	Prix estimé (€HT)
Clôtures	200 mL	20 000 €HT
Glissières de sécurité	950 mL	165 000 €HT
Aménagement des fossés	950 mL	200 000€HT
Signalisation verticale	2	600€HT
	Total estimé	385 600 €HT

7. BIBLIOGRAPHIE

Etat des disponibilités en eau potable d'origine naturelle, sources et nappes aquifères sollicités par puits et forages, de la commune de Gémenos (Bouches-du-Rhône), Claude ROUSSET, Professeur, Directeur du Laboratoire de Chimie et Environnement de l'Université de Provence (Marseille), Hydrogéologue, Février 1994.

Etude hydrogéologique de la protection des captages pour eau potable de la commune de Gémenos (Bouches-du-Rhône), Claude ROUSSET, Professeur, Directeur du Laboratoire de Chimie et Environnement de l'Université de Provence (Marseille), Hydrogéologue, Octobre 1996.

Les périmètres de protection des captages de la Vallée de Saint-Pons AEP de la Ville de Gémenos (Bouches-du-Rhône), Professeur Georges CONRAD – Hydrogéologue agréé, Membre de la Section des Eaux du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, Mars 1998.

Etat actualisé des disponibilités en eau potable d'origine naturelle, sources et nappes aquifères sollicités par puits et forages, de la commune de Gémenos (Bouches-du-Rhône), Claude ROUSSET, Professeur Emérite de géologie, Hydrogéologue, Mai 2002.

Etude de l'alimentation en eau potable de la commune de Gémenos, BETEREM, avril 2005.

Avis d'Hydrogéologue Agréé (provisoire) relatif à la définition des périmètres de protection réglementaires du captage AEP de Coulin à Gémenos, SILVESTRE JP, 2013.

Délimitation de périmètres de protection du captage Coulin – commune de Gémenos : rapport d'investigations hydrogéologiques complémentaires, ACRI-IN, 2014.

Avis définitif d'Hydrogéologue Agréé relatif à la définition des périmètres de protection réglementaires du captage AEP de Coulin à Gémenos, SILVESTRE JP, 2015

Sites internet :

- Ville de Gémenos
- Infoterre : <http://infoterre.brgm.fr>
- INSEE : <https://www.insee.fr/>

8. ANNEXE

Plan parcellaire

Plan parcellaire

Gémenos - Captage Coulin

