



C16 DUP 11

Novembre 2016

Assistance technique et administrative « Elaboration du dossier de DUP pour l'augmentation des dotations en eau de la ressource d'Entraigues »

PHASE 1 : Etude préalable à la nomination de l'Hydrogéologue Agréé



Ingénierie et Conseil en Environnement et Aménagement

ICEA : Antenne Sud-Est : lieu-dit Jouglard 05200 CROTS - 791 776 693 00032 RCS Lyon

Siège social : 5 en melay 39170 Lavans-lès-Saint-Claude - EURL au capital de 20 000 €

Numéro de TVA Intracommunautaire : FR 08791776693



PROTOCOLE QUALITE ICEA

Commune de Vidauban

Assistance technique et administrative « Elaboration du dossier de DUP pour l'augmentation des dotations en eau de la ressource d'Entraigues »

Phase 1 : Etude préalable à la nomination de l'Hydrogéologue Agréé

Référence ICEA du Document	Date	Rédaction	Vérification	Validation
C16 DUP 11-b	29/11/2016	T.CHAMPION, E. MARSHALL	F.BARRAU / E. MARSHALL	F.BARRAU



Ingénierie et Conseil en Environnement et Aménagement

Téléphone : +33 (0)4 37 45 41 97

E-mail : florian.barrau@icea-web.com

ICEA : Antenne Sud Est : Lieu dit Jouglard - 05200 CROTS - 07 89 50 67 74

Siège social: 5 en melay 39170 Lavans-lès-Saint-Claude



Table des matières

1 Préambule	5
1.1 Contexte de l'étude	5
1.2 Cadre réglementaire	8
2 Présentation et renseignements généraux des collectivités desservies	10
2.1 Présentation générale des champs captants	10
2.1.1 Localisation	10
2.1.2 Valeur patrimoniale du site de captage	15
2.2 Système d'alimentation en eau potable de Vidauban	16
2.2.1 Présentation de la collectivité desservie	16
2.2.1.1 Démographie	16
2.2.1.2 Besoins actuels d'eau sur la commune	17
2.2.1.3 Estimations des besoins futurs horizons 2020	17
2.2.1.4 Estimations des besoins futurs horizons 2025 / 2030	18
2.2.2 Organisation générale du réseau de production et de distribution	19
2.2.2.1 Le champ captant de la commune de Vidauban	19
2.2.2.2 Champs captant profond	21
2.2.2.3 Source des Avens (ressource superficielle)	26
2.2.2.4 Groupe de pompage de distribution des eaux	27
2.2.2.5 Réservoirs de stockage	28
2.2.2.6 Filière de traitement des eaux existants	29
2.2.2.7 Schéma de distribution et réseau de canalisation	29
2.2.2.8 Etats des installations et travaux prévisionnels	32
2.2.2.9 Rendement du réseau	32
2.2.2.10 Production et distribution	33
2.2.2.11 Modalités d'exploitation en situation future 9 500 m ³ /j	33
2.3 Système d'alimentation en eau potable du SIAE	34
2.3.1 Présentation des collectivités desservies	34
2.3.1.1 Démographie	34
2.3.1.2 Evolution des consommations du service de distribution d'eau du SIAE	35
2.3.1.3 Estimation des besoins futurs	36
2.3.2 Organisation générale du réseau de production et de distribution	37
2.3.2.1 Le champ captant du SIAE	37
2.3.2.2 Champ captant peu profonds du SIAE (ressource superficielle)	38
2.3.2.3 Le champ captant profond du SIAE	41
2.3.2.4 Réseau de distribution	46
2.3.2.5 Les réservoirs de stockage	48
2.3.2.6 Traitement de l'eau actuel	50
2.3.2.7 Etats des installations et travaux prévisionnels	50
2.3.2.8 Production, distribution et rendement du réseau	50
2.3.2.9 Modalités d'exploitation en situation future 20 000 m ³ /j	52
3 Piézométrie et qualité des eaux brutes prélevées	53
3.1 Piézométrie	53
3.2 Qualité des eaux souterraines	54



3.2.1	Paramètre turbidité	55
3.2.2	Paramètre Conductivité	57
3.3	Qualité des eaux superficielles	58
3.4	Filière de traitement	59
3.5	Moyens de suivi et de surveillance	59
4	Caractérisation des ressources en eaux concernées : description de l'aquifère et de son fonctionnement	60
4.1	Généralités	60
4.2	Contexte géologique d'ensemble	60
4.3	Description et caractérisation des réservoirs aquifères / fonctionnement hydrogéologique	68
4.3.1	Contexte hydrogéologique général	68
4.3.2	Fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère au droit du site d'Entraigues	69
4.3.3	Bilan hydrostatique et hydrogéochimique	74
4.4	Relations hydrauliques entre l'Argens et le réservoir du Muschelkalk	75
4.5	Vulnérabilité de la ressource	76
5	Inventaire des sources de pollution potentielles dans la zone d'étude	77
5.1	Délimitation du Bassin d'Alimentation de captage du champ captant et carte de vulnérabilité	77
5.1.1	Définition de la PNAC	77
5.1.2	Bilan hydrique de la ressource captée	79
5.1.3	Estimation du temps de renouvellement du réservoir du Muschelkalk	79
5.1.4	Carte de vulnérabilité intrinsèque	79
5.2	Environnement immédiat	81
5.3	Environnement de la zone d'étude	84
5.3.1	Occupation des sols et activités agricoles	84
5.3.2	Assainissement	89
5.3.2.1	Assainissement collectif	89
5.3.2.2	Assainissement non collectif	90
5.3.3	Activités industrielles et artisanales	91
5.3.4	Usage des produits phytosanitaires	93
5.3.5	Conclusion	93
6	Conclusion	95

1

Préambule

1.1 Contexte de l'étude

Le site d'Entraigues à Vidauban comprend deux champs captants mitoyens qui assurent la distribution en eau potable des communes du secteur, avec :

- Un champ captant appartenant à la commune de Vidauban qui dessert la collectivité pour un volume de prélèvement autorisé par arrêté préfectoral du 16 avril 1971 de 60 l/s et 4320 m³/j
- Un champ captant appartenant au Syndicat Intercommunal d'Adduction des Eaux (SIAE) de la source d'Entraigues qui dessert 9 communes limitrophes pour un débit de prélèvement autorisé par arrêté préfectoral du 15 juillet 1970 de 125 l/s et 9000 m³/j

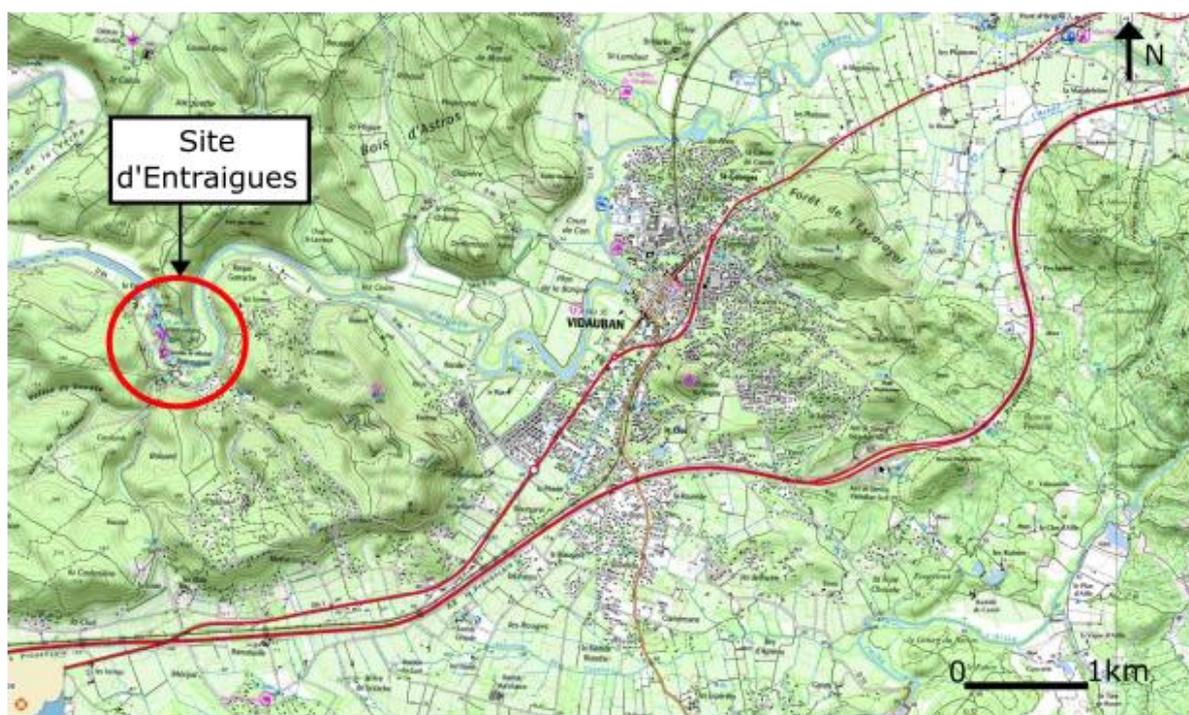


Figure 1 : localisation du site de captage d'Entraigues sur fond IGN

Ces deux champs captants sollicitent la même ressource et présentent des mêmes périmètres de protection identiques définis par le même arrêté préfectoral du 9 octobre 1996.

Depuis une dizaine d'année, l'augmentation démographique importante cumulée à une forte demande en eau en période estivale contraint les gestionnaires de la ressource d'Entraigues à dépasser régulièrement le volume de prélèvement autorisé.

La commune de Vidauban et le SIAE souhaite régulariser la situation dans le cadre d'une démarche commune de demande d'augmentation des dotations en eau de la ressource d'Entraigues.

Ce projet nécessite de mettre en conformité les champs captants d'Entraigues :

- Au titre du Code de l'Environnement avec des demandes modifications de prélèvement d'eau de :
 - 9 500 m³/j et 125 l/s pour vidauban
 - 20 000 m³/j et 250 l/s pour le SIAE
- Au titre du Code de la santé publique si ces augmentations de prélèvement modifient les périmètres de protection actuellement établis

La démarche nécessite donc de solliciter au préalable l'avis d'un Hydrogéologue Agrée qui révisera ou non la délimitation des périmètres de protection existants face à cette augmentation de prélèvement.

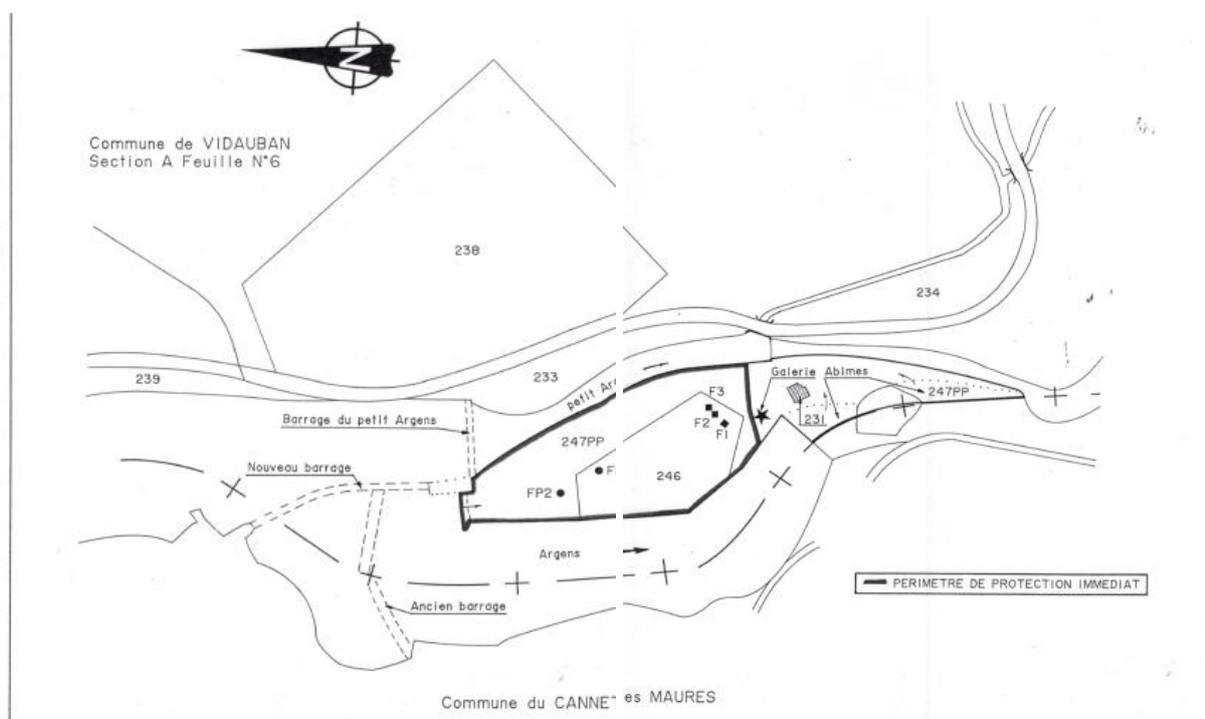


Figure 2 : Délimitation du PPI sur fond cadastral (Campredon, 1992)

Les périmètres de protection sont communs aux deux champs captants.

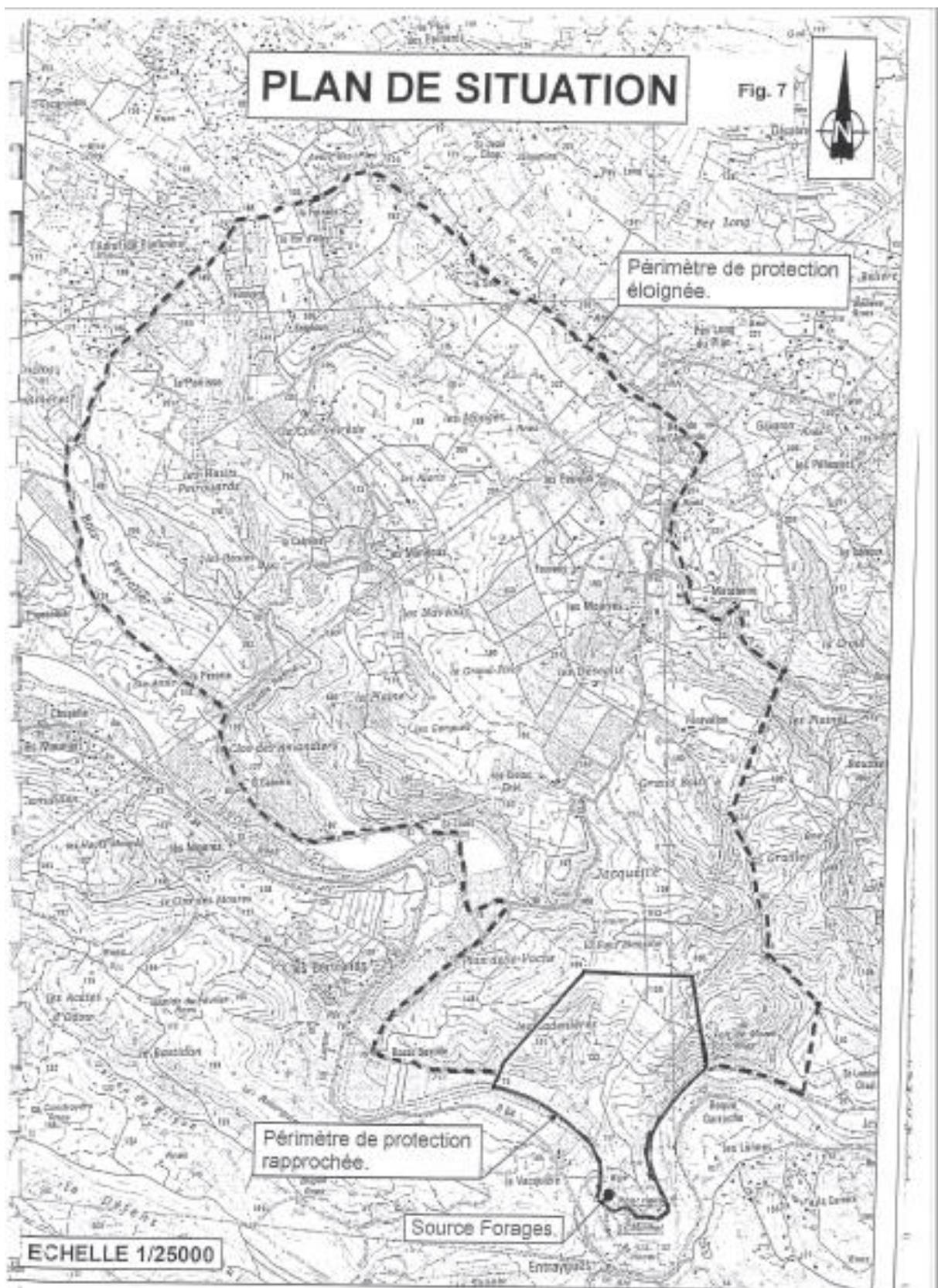


Figure 3 : Délimitation actuelle des périmètres de protection (S. SOLAGES, 2006)



La présente étude a pour objet le recueil des données préalables à l'avis de l'Hydrogéologue Agréé.

Les objectifs sont la mise en évidence des éléments de préservation de la ressource en eau, et de protection réglementaire des points d'eau exploités à des fins de consommation humaine.

Cette synthèse des données bibliographiques existantes effectuée par le Bureau d'Etudes ICEA comprend :

- Les renseignements généraux sur les captages
- L'évaluation de la qualité des eaux
- Le cadre géologique et hydrogéologique
- L'environnement des ouvrages
- La situation administrative vis-à-vis du Code de l'Environnement

1.2 Cadre réglementaire

Ces données serviront, conformément à la réglementation en vigueur, à la constitution :

- **De l'étude préalable à l'avis de l'hydrogéologue agréé - précisé par l'arrêté du 20 juin 2007** relatif à la constitution du dossier de demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine mentionnée aux articles R. 1321-6 à R. 1321-12 et R. 1321-42 du code de la santé publique :
 - **Contenu de l'étude préalable :**

L'étude des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du secteur aquifère concerné ou, lorsqu'il s'agit d'eaux superficielles, des caractéristiques hydrologiques du bassin versant concerné, de la vulnérabilité de la ressource et des mesures de protection à mettre en place, comporte :

 - 1. La caractérisation de la ressource :**

Dans le cas des eaux souterraines, les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du secteur aquifère concerné.
 - 2. L'appréciation de la vulnérabilité de la ressource :**

Dans le cas des eaux souterraines, en fonction :

 - de la nature de la ressource
 - de la protection naturelle de la ressource et des caractéristiques des formations de recouvrement
 - des échanges possibles entre aquifères et/ou avec les eaux superficielles.
 - 3. Les mesures de protection et de surveillance proposées, et notamment :**
 - les mesures de protection visant les installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols, susceptibles d'être concernés à l'intérieur de la zone d'étude par des interdictions ou des réglementations
 - les mesures de surveillance et d'alerte à mettre en œuvre, en particulier pour les eaux superficielles et les eaux souterraines très vulnérables



- les dispositifs de protection tels que les réserves d'eau brute superficielle entre la prise d'eau et les installations de traitement.

- **Pour mémoire, l'avis de l'hydrogéologue agréé devra comporter, à minima, les éléments énoncés dans l'arrêté du 20 juin 2007 – art 1.5** : L'avis d'un hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique, spécialement désigné par le préfet pour l'étude du dossier, portant sur :
 - les disponibilités en eau et le débit d'exploitation.
 - les mesures de protection à mettre en œuvre.
 - lorsque les travaux de prélèvement d'eau sont soumis aux dispositions de l'article L. 1321-2, les propositions de périmètres de protection du captage ainsi que d'interdictions et de réglementations associées concernant les installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages et aménagement ou occupation des sols à l'intérieur de ceux-ci.

- **Du dossier d'autorisation**, précisé par l'article R.214-6 du code de l'environnement et mentionné à l'article R.214-1 du code de l'environnement qui fait l'objet d'un document indépendant.

2

Présentation et renseignements généraux des collectivités desservies

2.1 Présentation générale des champs captants

2.1.1 Localisation

Les champs captant d'Entraigues sont situés à environ 4 km à l'Ouest de la ville de Vidauban (83) dans la vallée de l'Argens et à 2.5 km au nord de l'A8.

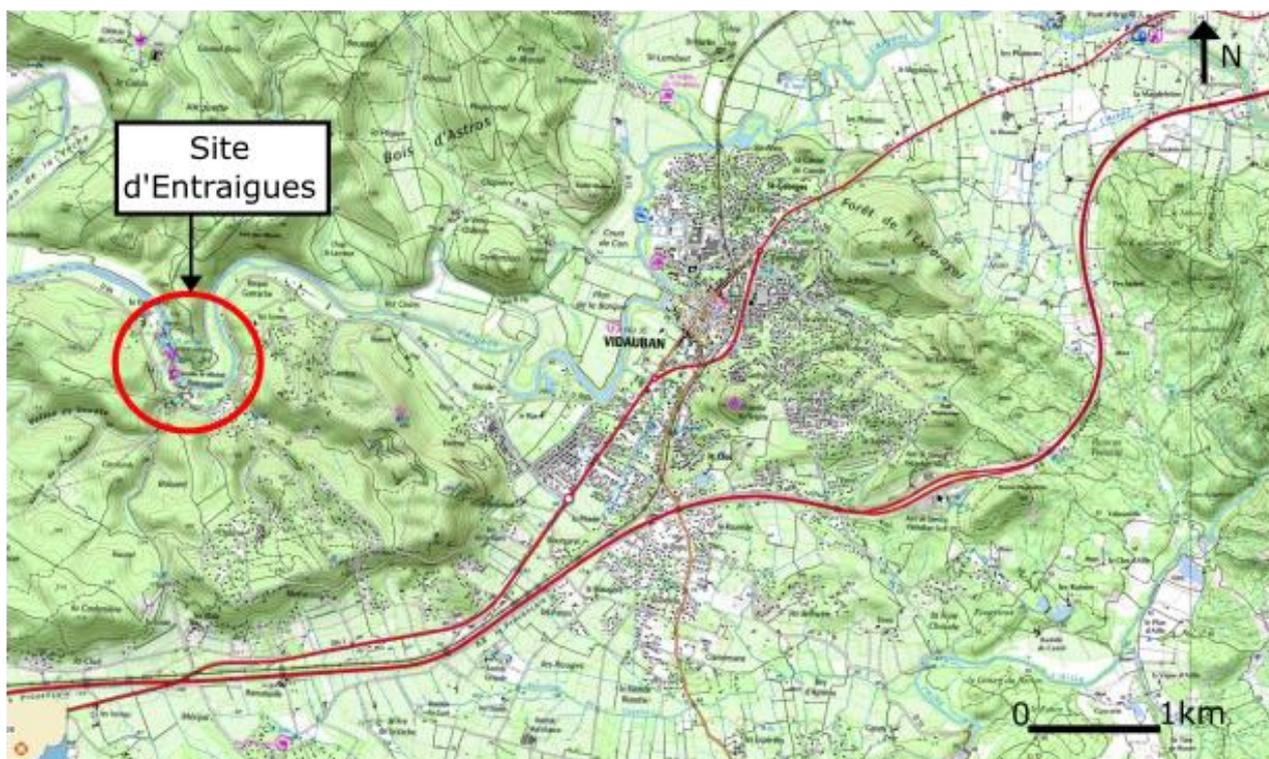


Figure 4: Localisation du site d'Entraigues

La vue aérienne suivante synthétise les aménagements existants sur le site :

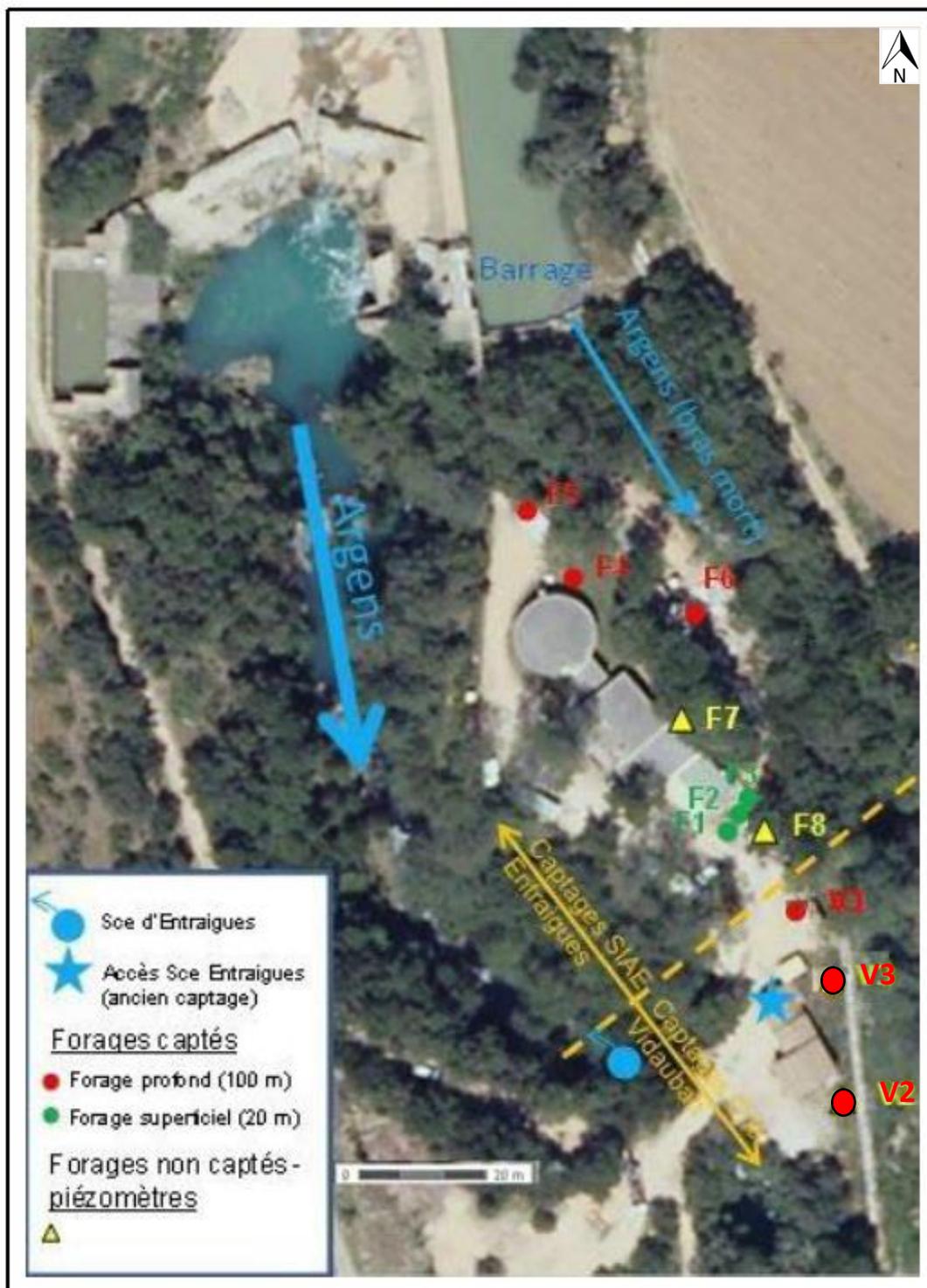


Figure 5: Secteur d'étude du site d'Entraigues (Source : Rapport BRGM 2015)

Les photographies suivantes montrent les infrastructures existantes sur le site de captage.



Figure 6: Accès au site d'Entraigues (ICEA, 02/09/2016)



Figure 7 : infrastructures de la commune de Vidauban (ICEA 02/09/2016)



Figure 8 : infrastructures du SIAE (ICEA 02/09/2016)

Le lit de l'Argens s'écoule le long du site d'Entraigues à environ 8 mètres en contrebas par rapport à l'altitude des champs captant, ces derniers étant situés sur les falaises de tufs. Un barrage, visible depuis l'entrée du site de captage, est installé en amont. Il sert à la production d'électricité.

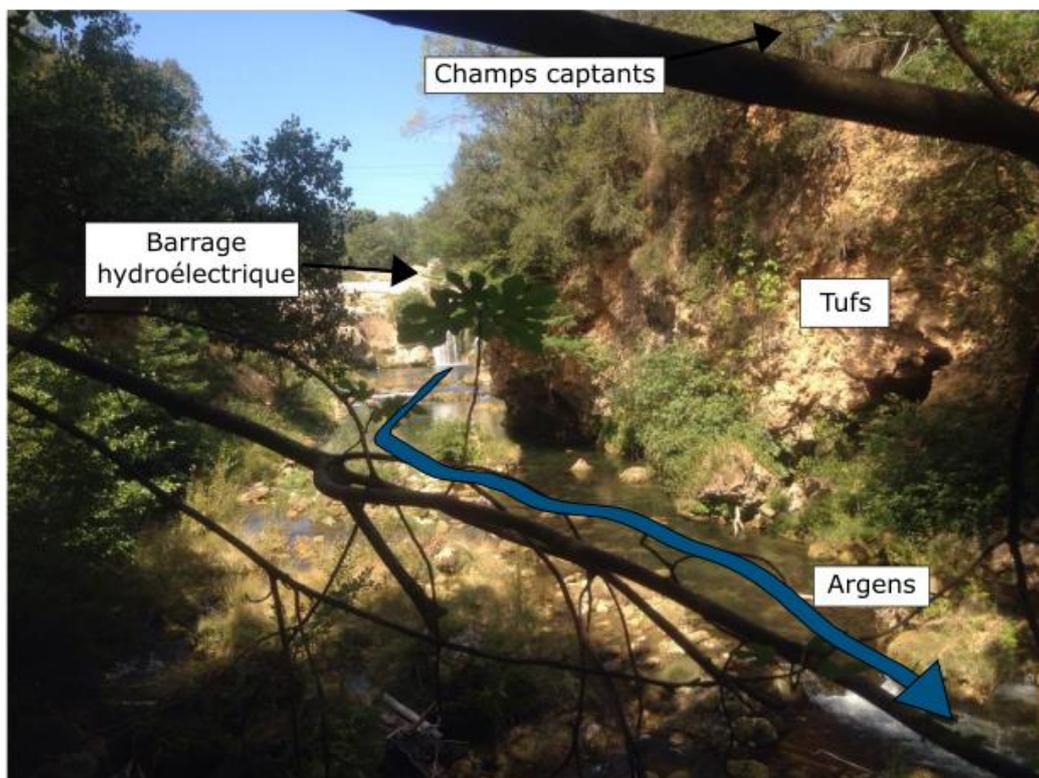


Figure 9: Cours de l'Argens en contrebas du site de pompage et en aval du barrage (ICEA, 02/09/2016)



Figure 10: Barrage hydroélectrique situé en amont des champs captant (ICEA, 02/09/2016)

Les tufs, dont la puissance sur site peut atteindre plus de 10 mètres ont été à la fois formés et creusés par l'Argens. Ils présentent une forte porosité accentuée par des biomécanismes.



Figure 11: Photo des tufs présents au site d'Entraigues (ICEA, 02/09/2016)

2.1.2 Valeur patrimoniale du site de captage

Le site d'Entraigues présente une émergence historique dénommé « Source des Avens »

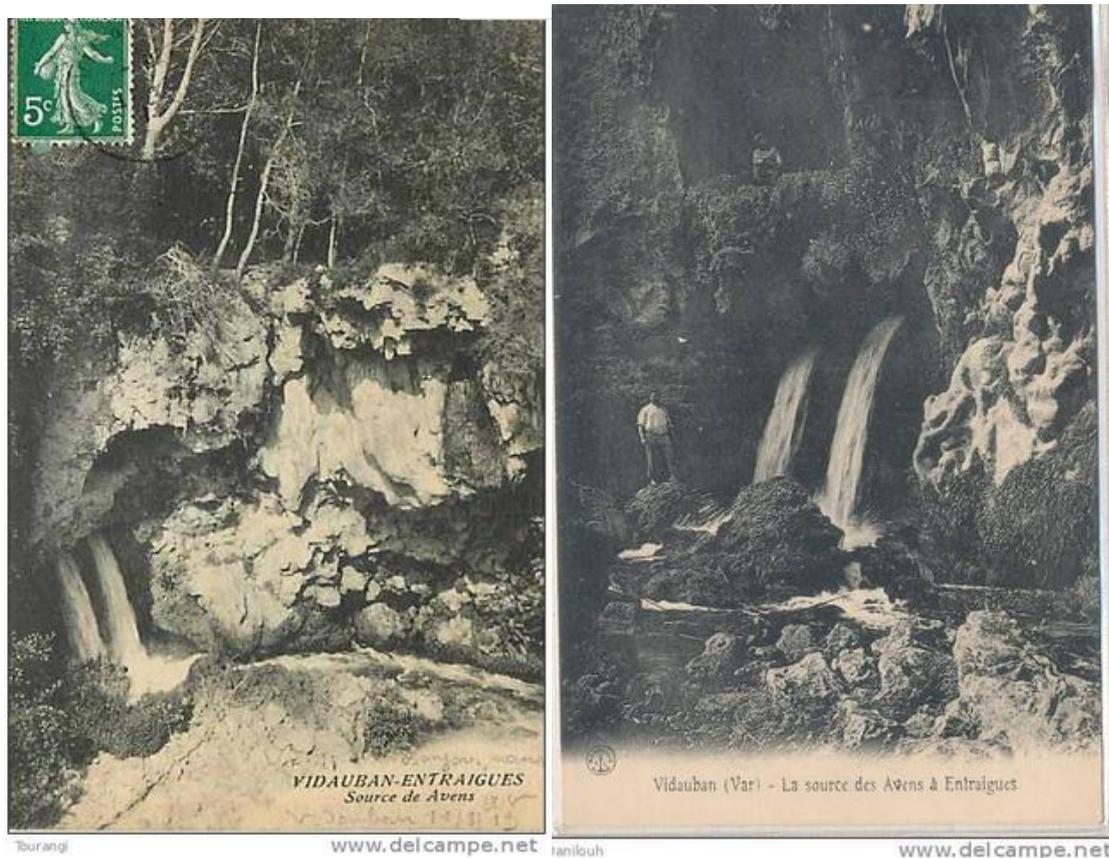


Figure 12 : photos historiques de la source des Avens

Cette émergence contenue dans les tufs a été captée par d'anciennes galeries qui se situent désormais au sous-sol des bâtiments techniques d'exploitations de la commune de Vidauban. L'accès à ce point d'eau est fermé au public.

Les tufs abritent également une cavité aménagée en chapelle (grotte Saint Michel) situé à environ 100 m plus au sud des installation de captage qui serait datée de quelques siècles après Jésus-Christ d'après la littérature existante.

2.2 Système d'alimentation en eau potable de Vidauban

2.2.1 Présentation de la collectivité desservie

2.2.1.1 Démographie

La commune de Vidauban présente actuellement 12 000 habitants environ.

Elle a subi une forte croissance démographique avec un doublement de sa population depuis les années 1990.

Année	Population	Logement	Abonnés au réseau d'eau potable
1968	2757		
1975	2930		
1982	3805		
1990	5460		
1999	7297		
2006	9345		4762
2007	9545		
2008	9898		
2011	10608	5567	
2013	10928	5650	
2015	11095		5715
2016	12000		

Figure 13: Evolution de la démographie dans la commune de Vidauban entre 1968 et 2016 (Source : INSEE)

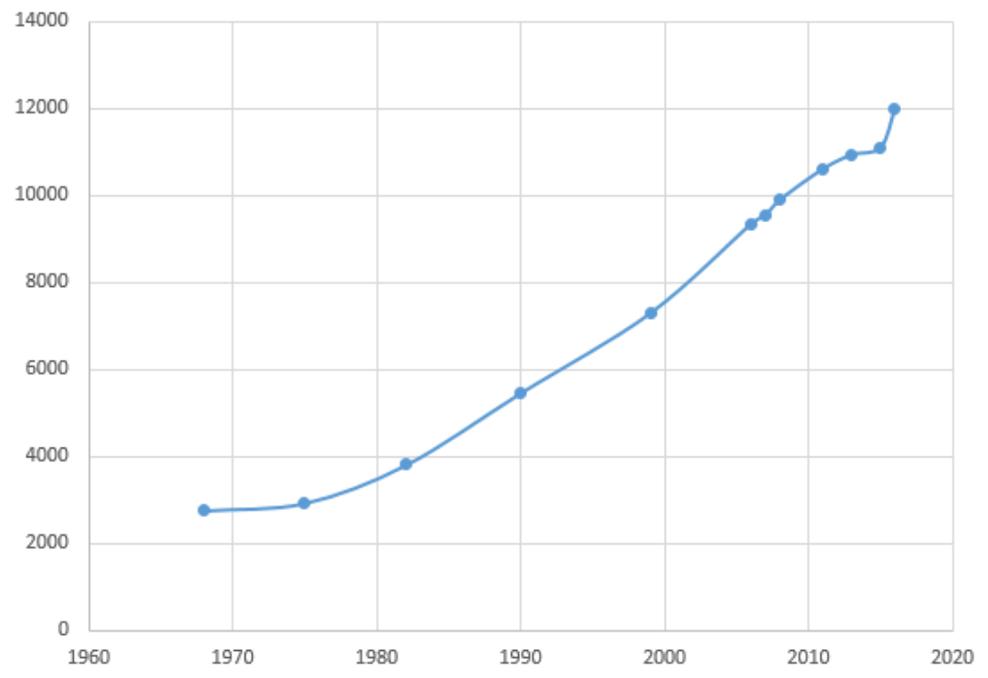


Figure 14: Evolution de la démographie entre 1968 et 2016 à Vidauban (INSEE)



La commune présente également un attrait touristique important qui se traduit par une forte augmentation de population saisonnière, notamment en période estivale (camping de 500 personnes, hôtels, ...).

8% des habitations de Vidauban sont secondaires.

Ces éléments indiquent un taux d'occupation moyen des habitations de l'ordre de 2 (rapport hab/abonné)

2.2.1.2 Besoins actuels d'eau sur la commune

Un Schéma Directeur a été réalisé en 2007 par le bureau d'étude SAEGE.

Celui-ci indique sur la période 2001 à 2006, les volumes de production au champ captant d'Entraigues et les volumes facturés aux consommateurs

ANNEES	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Production	1760000	-	-	1582520	1736000	1459703
Ventes	764957	805237	865731	900039	842362	883894

Les valeurs sont exprimées en m³

Tableau 1 : volumes produits et facturés par la commune de Vidauban (SD SAEGE, 2007)

La différence entre les deux volumes représente les volumes de fuites du réseau.

Son rendement a été estimé dans le Schéma Directeur à 72 % en tenant compte des débits de consommations des aménagements publics non comptabilisés.

Dans son rapport annuel d'eau potable de 2015, la commune de Vidauban présente les volumes de production de 2009 à 2015.

ANNEES	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Production	1.479.286	1.300.073	1.306.560	1.456.646	1.545.250	1.607.491	1.440.812
Ventes	831.919	798.486	829.557	909.747	998.016	862.344	890.199

Tableau 2 : volume produites et facturée par la commune de Vidauban (Rapport annuel de l'eau potable 2015)

Les volumes de production sont en légère baisse depuis 2001 alors que les volumes de consommation (ventes) sont légèrement plus importants traduisant l'amélioration du rendement du réseau.

En parallèle, l'usage de l'eau potable par les abonnés a été optimisé, traduit par l'indice de consommation par abonné. En 2007, il était de 0,56 m³/j/abonné alors qu'en 2015, il est de 0,48 m³/j/abonné.

2.2.1.3 Estimations des besoins futurs horizons 2020

Le Schéma directeur de 2007, prévoyait une augmentation du nombre d'abonnés de 4792 en 2006 à 5915 en 2020.

Cette augmentation est plutôt cohérente avec la réalité puisqu'en 2015, la commune compte 5715 abonnés (rapport annuel AEP de 2015).

A l'horizon 2020, le schéma Directeur de 2007 indiquait à terme une demande de débit de production de 4613 m³/j en hiver et **7380 m³/j en été** (coefficient de pointe estival de 1,6), basée notamment sur les projets d'urbanisme de l'époque.

Cette demande se traduit par un débit de pompage de 103 l/s sur 20h de pompage contre 60 l/s sur 20h autorisé à ce jour.

2.2.1.4 Estimations des besoins futurs horizons 2025 / 2030

Le schéma Directeur étant relativement ancien, il convient de réactualiser la demande en eau sur un horizon plus lointain de 2025 voir 2030.

En effet, en raison d'un foncier relativement cher sur la cote qui contraint la population à s'établir plus loin du bord de mer, **la commune prévoit d'ores et déjà une croissance démographique de 3% par an portant la population à 18 000 habitants à l'horizon 2030.**

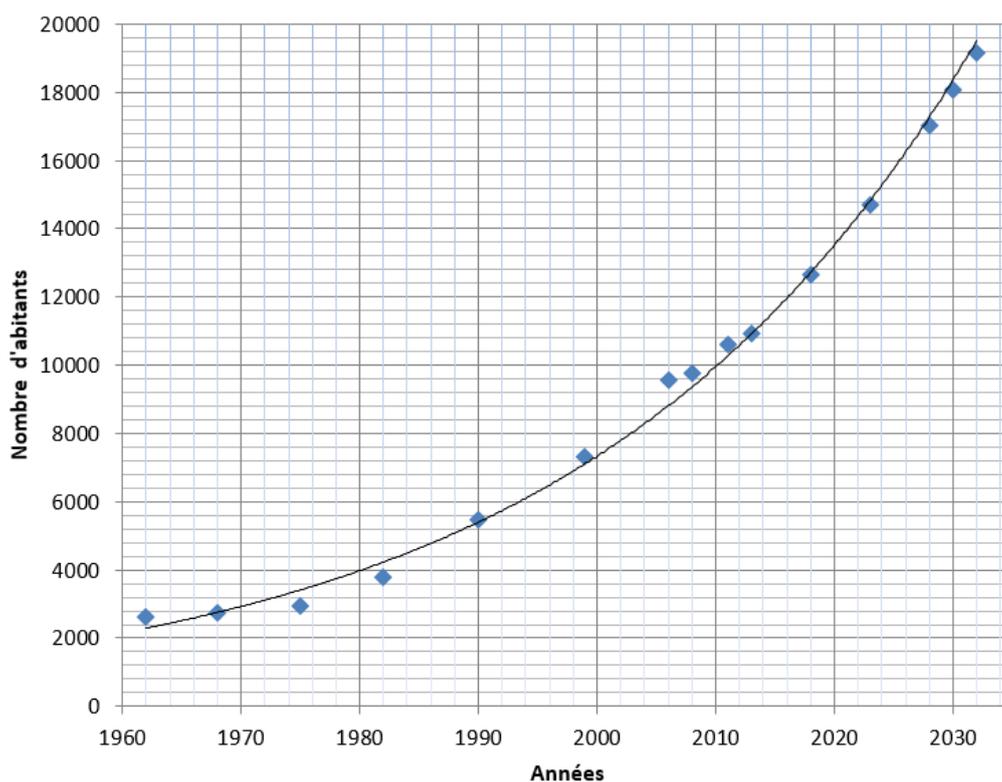


Figure 15 : croissance démographique attendue par la commune de Vidauban

Dans le cadre de la révision de son PLU, la commune de Vidauban prévoit l'ouverture prochaine à la construction de nombreux terrains pour permettre l'installation de cette population.



Il s'agira à 90 % de résidents principaux, comme actuellement, d'après les informations de la commune.

Les seuils estimés du schéma Directeur de 2007 n'ont pas encore été atteints. **En 2015, des débits de production de 3700 m³/j (mars) et 6030 m³/j (juillet) ont été mesurés.**

En considérant la même hausse de 3 %/an sur le nombre d'abonnés, on peut s'attendre à atteindre 9729 abonnés en 2030.

En parallèle, la commune engage de nombreuses études et travaux pour améliorer le rendement du réseau, avec un objectif de 85 % à l'horizon 2025 ou 2030 conforme aux exigences de l'arrêté du 27 juillet 2012.

En prenant en compte ces éléments et sur la base du même indice de consommation d'eau de 2015 de 0,48 m³/j/abonnés, il vient le calcul suivant :

$$V \text{ quotidien pointe 2030} = (\text{Nb abonnés 2030} * \text{indice de consommation} / \text{rendement 2030}) * 1,6$$

Soit un volume quotidien 8790 m³/j en pointe (coefficient de pointe de 1,6 pris sur la base du Schéma Directeur de 2007).

En tenant compte d'une marge d'incertitude de +/- 10 %, la demande d'augmentation du débit de prélèvement portera donc sur un volume quotidien de 9500 m³/j.

Il s'agit là d'un maximum en période de pointe ponctuelle.

De plus sur les années 2011, 2013 et 2015, le volume moyen de production par abonné est de 253 m³/an. Avec un objectif de rendement de réseau de 85 %, ce volume s'abaissera à 214 m³/an.

A l'horizon 2030, un volume de production annuel de 2,1 millions est donc attendu sur le site.

2.2.2 Organisation générale du réseau de production et de distribution

2.2.2.1 Le champ captant de la commune de Vidauban

Le champ captant du site d'Entraigues est la seule ressource en eau potable de la commune de Vidauban.

La commune gère de manière autonome son approvisionnement et sa distribution.

Le plan de masse du champ captant est présenté en Figure 16 ci-dessous.

Commune de VIDAUBAN Forages des AVENS

PLAN DE MASSE

(Établi à partir du plan du bureau de géomètres GUIGNARD - GEOMEX)

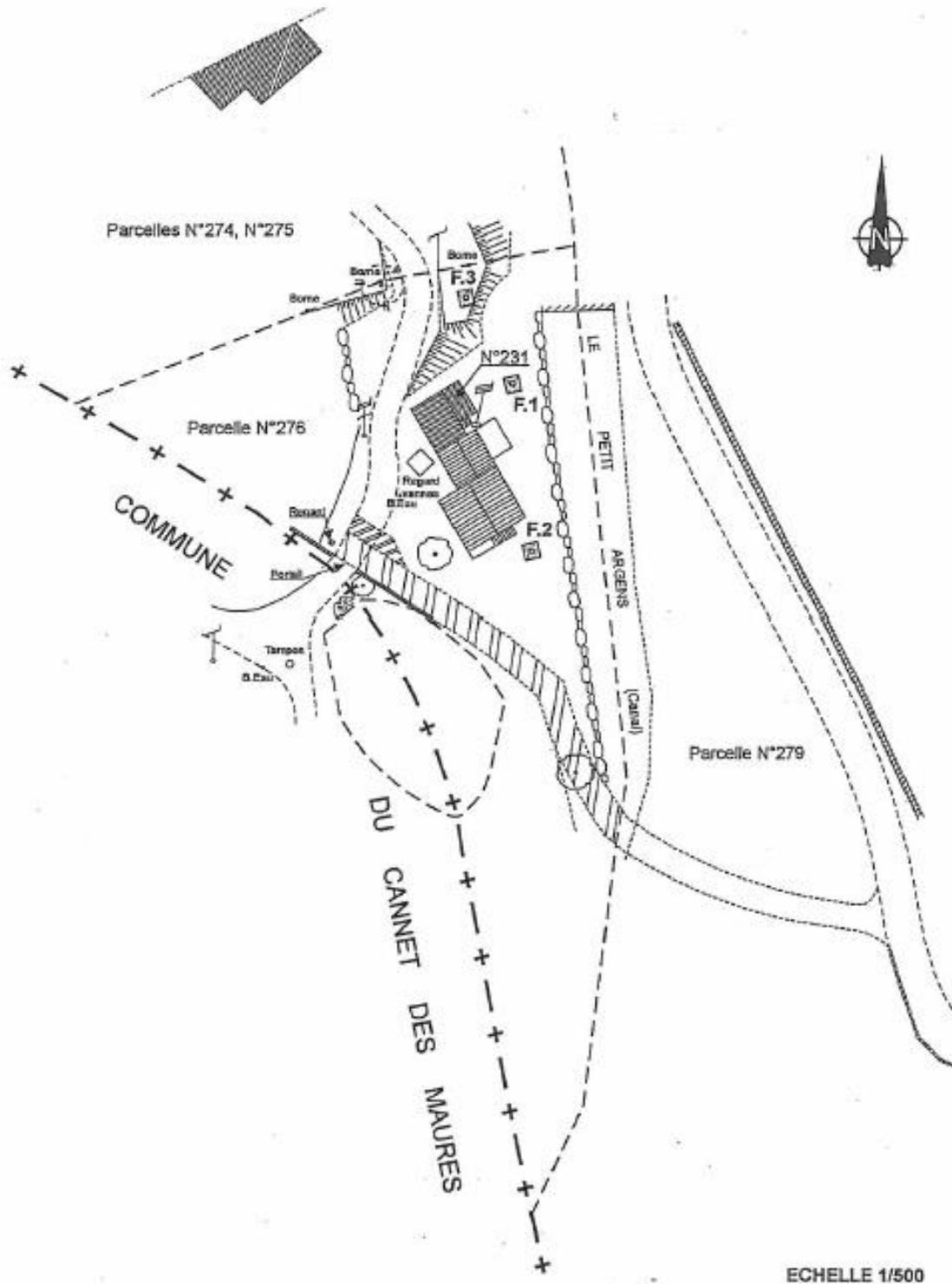


Figure 16: Plan de masse du champ captant de la commune (rapport HA, 2006)

Le champ captant prélève au sein de 2 ressources détaillées dans la partie présentant le contexte géologique et hydrogéologique :

- Une ressource profonde (aquifère calcaire) captée par trois forages profonds de 93 à 100 m environ, dénommés F1 à F3
- Une ressource peu profonde (aquifère des Tufs), captée par la source historique des Avens

2.2.2.2 Champs captant profond

Les forages F1 et F2 ont été réalisés par l'entreprise Boniface en 2000.

F2 a présenté des caractéristiques hydrodynamiques de moindre performance et la commune a alors fait réaliser le forage F3 en 2005 par la société Hydroforage.

Ouvrage	Coordonnées	Parcelle cadastrale	Lieu-dit
F1	X=977420 Y=133070 Z=70	276	Entraigues
F2	X=977420 Y=133100 Z=70	276	Entraigues
F3	/	276	Entraigues

Tableau 3 : localisation des forages de captages profonds (commune de Vidauban)

Les têtes de forages sont protégées par une buse en béton fermée par un capot verrouillé.

Les principales caractéristiques techniques et hydrodynamiques sont présentées ci-après.

N°Forage	Profondeur Totale (m)	Profondeur Niveau capté	Niveau Statique (m)	Débit spé. (m ³ /h/m)	Débit max. testé (m ³ /h)	Débit conseillé (m ³ /h)
F1	93	70	7,70	100	500	600
F2	93	70	7,60	15	150	300
F3	102	69	11	50	424	

Figure 17: Caractéristiques hydrodynamiques des forages (rapport HA, 2006)

N°Forage	Avant trou		Colonne d'exhaure		Crépines (m)	
	Forage (mm)	Tubage (mm)	Forage (mm)	Tubage (mm)	Forage (mm)	Crépines (mm)
F1	0 à 32 m diam.23 "	0 à 32 m diam 20"	32 à 69 m diam.17" 1/2	0 à 69 m diam.14"	69 à 91 m diam.12" 1/4	69 à 91 m diam.9" 5/8
F2	0 à 37 m diam.23 "	0 à 37 m diam 14"	37 à 70 m diam.17" 1/2	37 à 70 m diam.14"	70 à 91 m diam.12" 1/4	70 à 91 m diam.9 5/8
F3	0 à 19 m diam.508 mm	0 à 19 m diam 508 mm	19 à 69 m Diam.406 mm	19 à 69 m diam.406 mm	69 à 100 m diam.305 mm	69 à 100 m diam.305 mm

Figure 18: Caractéristiques des forages de la commune de Vidauban (rapport HA, 2006)

Leurs coupes techniques et lithologiques sont reprises ci-après.

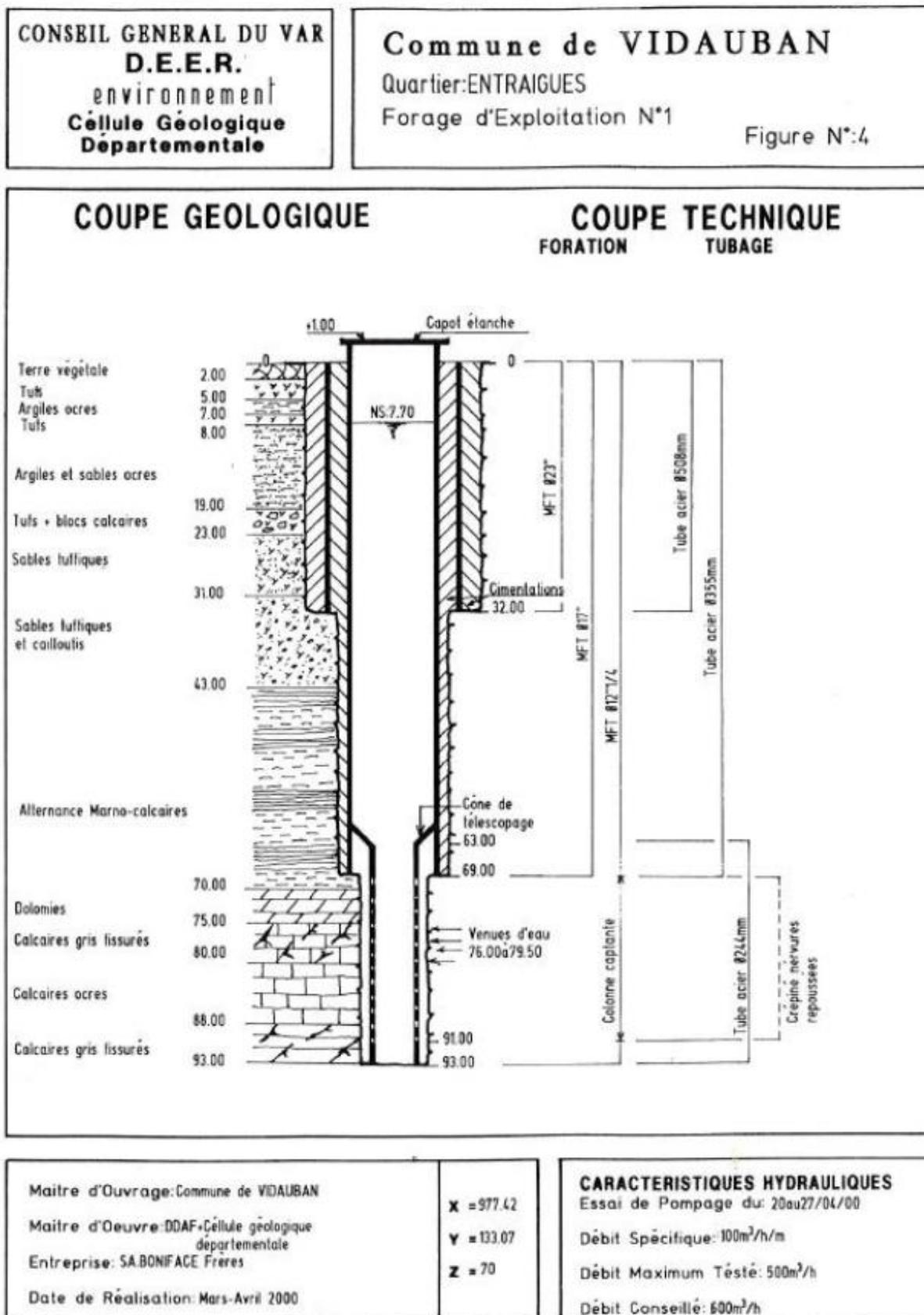


Figure 19: Coupe technique et description géologique du Forage F1 (Réalisé par Boniface)

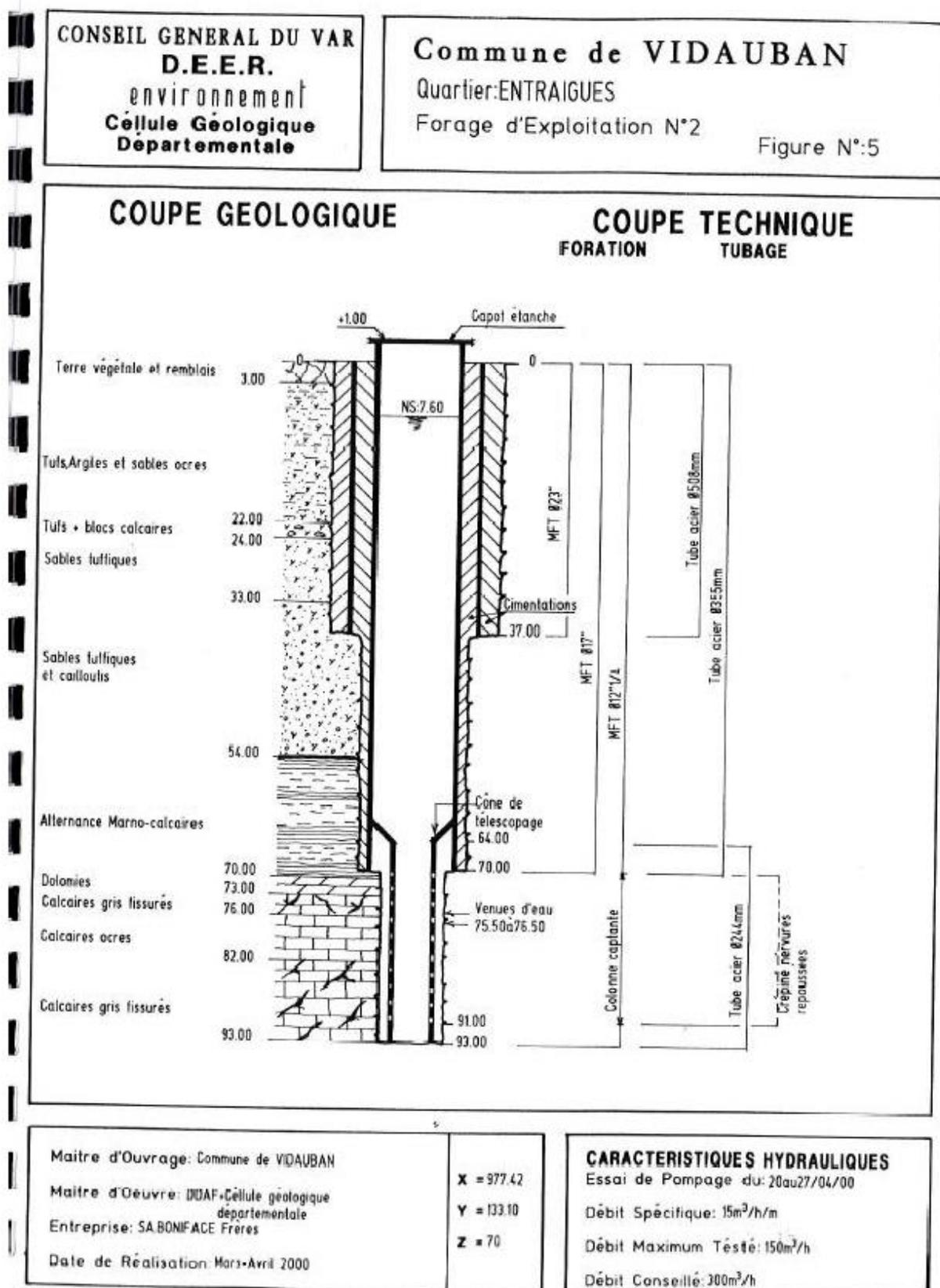


Figure 20: Coupe technique et description géologique du Forage F2 (Réalisé par Boniface)

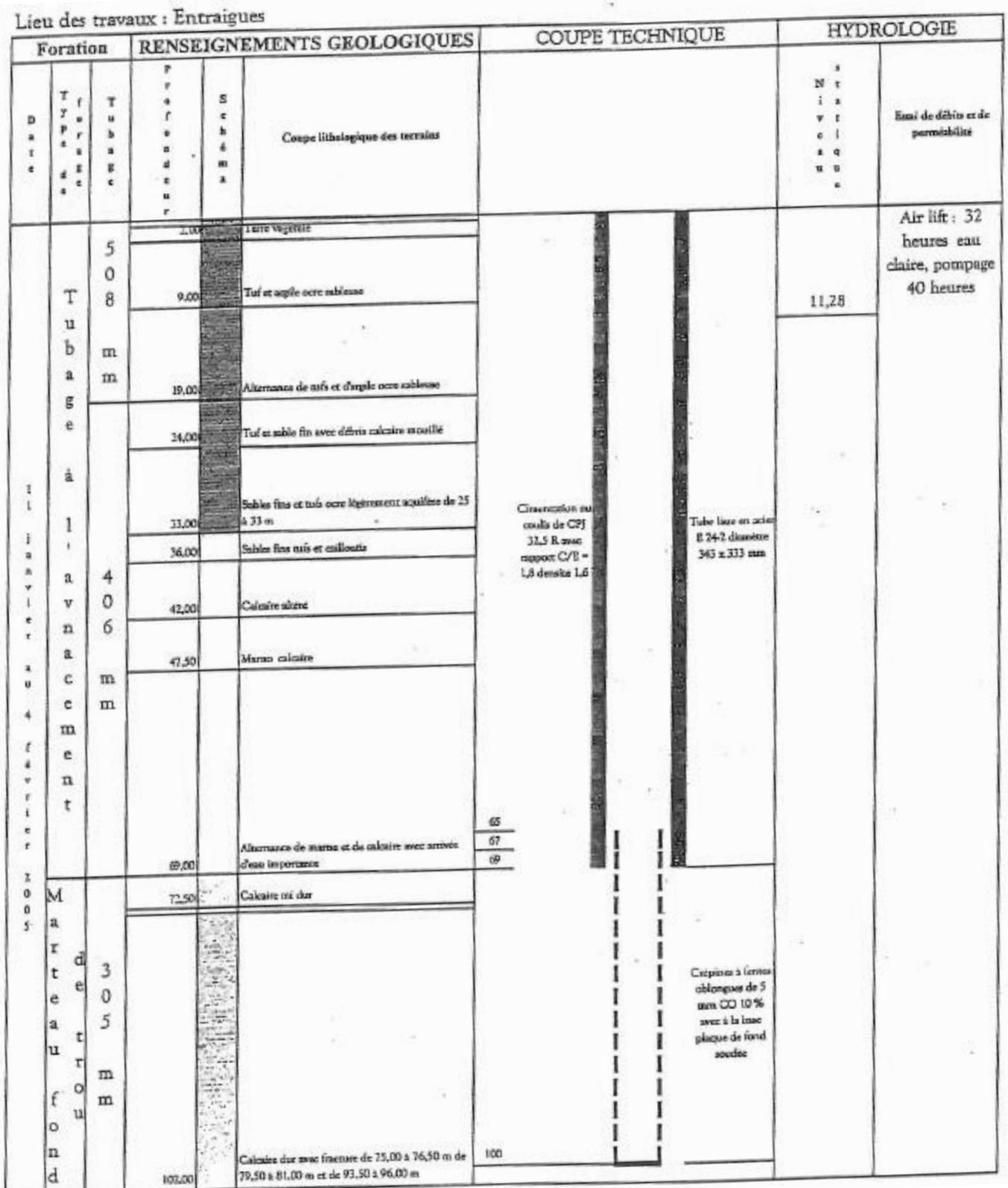


Figure 21: Coupe technique et géologique du Forage F3 (Réalisé par Hydroforage)



Figure 22: Photo du captage F3 Du champ captant de Vidauban (ICEA, 02/09/2016)



Figure 23 : photographie du forage F1 (ICEA 02/09/2016) - le regard était ouvert en raison d'un dysfonctionnement de la pompe

2.2.2.3 Source des Avens (ressource superficielle)

La source des Avens est constituée de galeries creusées dans les tufs sous les bâtiments d'exploitation de Vidauban situés sur la parcelle n°231 du lieu-dit d'Entraigues.

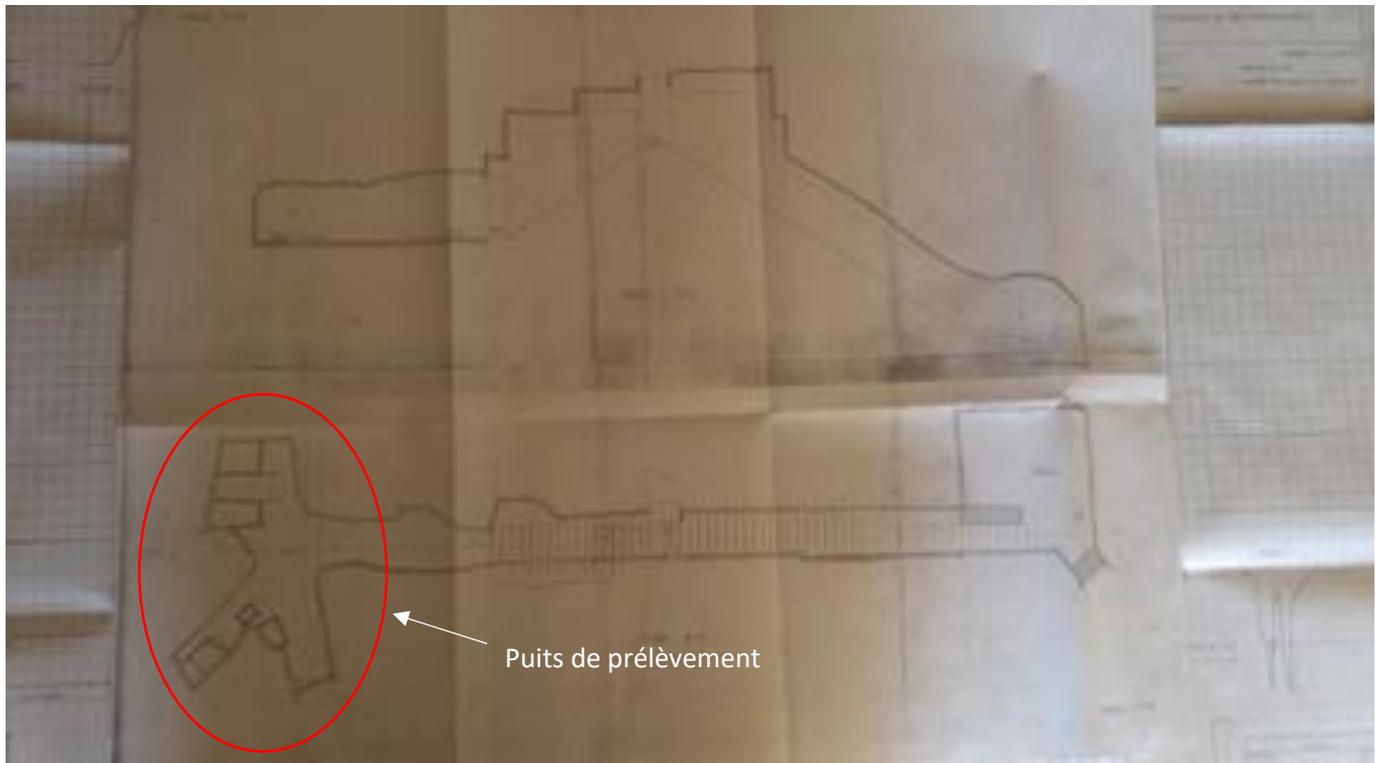


Figure 24 : photographie du plan grand format de récolement de la source des Avens (ICEA, 02/09/2016)



Figure 25 : photographie des installations de captage de la source des Avens (ICEA, 02/09/2016)



Figure 26 : photographie des installations de captage de la source des Avens (ICEA, 02/09/2016)



Figure 27 : photographie des installations de captage de la source des Avens (ICEA, 02/09/2016)

2.2.2.4 Groupe de pompage de distribution des eaux

L'ensemble des ouvrages de captage (forage profonds et source des Avens) sont regroupés en 2 groupes de pompages, l'un dirigé vers le château d'eau d'Astros et l'autre vers le réservoir des Chaumes.

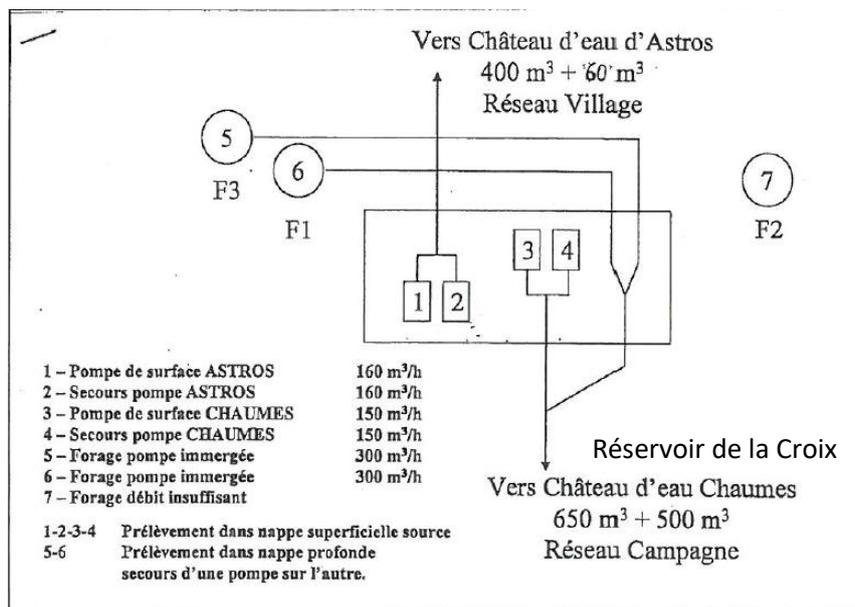


Figure 28: Schéma représentant les différents ouvrages du champ captant et leurs raccordements au réseau de distribution (commune de Vidauban)

2.2.2.5 Réservoirs de stockage

Le système AEP de Vidauban est composé de plusieurs réservoirs :

Réservoirs	Capacité (m ³)	Côte Radier	Côte Trop-Plein	Observations
CHAUMES	500 + 600	198 m	203,3 m	Réservoirs semi-enterrés
BLAIS	55	117 m	180 m	Réservoir semi-enterré
PEYLOUBIER (ou SAVOIE)	300	118 m	121,8 m	Réservoir semi-enterré
ESCARYOL	500	192 m	195,6 m	Réservoir semi-enterré
ASTROS	400+85	96 m	99 m	Réservoirs enterrés
LA COULETTE	200	92 m		Réservoir semi-enterré
LA CROIX	3000	248 m	254 m	Réservoir enterré

Figure 29: caractéristiques générales des réservoirs de distribution d'eau potable de Vidauban (source commune de Vidauban)

Les réservoirs de la Croix et des Chaumes constituent la réserve principale de la partie « rurale » de la ville. Ils reçoivent directement les eaux issues du forage des Avens. Ils desservent environ 80 % du réseau d'eau potable.

Le réservoir de Blais est alimenté par le bassin des Chaumes, il distribue le réseau des Blais sur un linéaire de 3 km.

Le réservoir du Peyloubier alimente essentiellement le réseau de l'aire d'autoroute de Vidauban sur un linéaire de 0.6km.

Le réservoir de l'Escaryol est un réservoir tampon et est alimenté par les réservoirs des Chaumes.

Les réservoirs d'Astros distribuent le centre de Vidauban et sont directement alimentés par la source des Avens.

Le réservoir de la Croix a été créé en 2012. L'ensemble des réservoirs ont été nettoyés en 2015.

La capacité de stockage de la commune s'élève à 5470 m³.

L'ensemble des réservoirs participent à la protection incendie.

2.2.2.6 Filière de traitement des eaux existants

Les eaux captées font l'objet d'un traitement préventif au chlore gazeux situé dans les bâtiments techniques du site d'Entraigues.



Figure 30 : photographie des installations de traitement (ICEA, 02/09/2016)

Le traitement de l'eau se fait directement à la sortie des captages.

Un complément d'injection se situe également au nouveau réservoir de la CROIX.

2.2.2.7 Schéma de distribution et réseau de canalisation

Le réseau d'adduction en eau potable s'étend sur un linéaire de 190 km. Il y a environ 82 km de branchements raccordés à ce réseau.

Le réseau est constitué à 85 % de matériaux plastique (PVC et PEHD), 14 % de matériaux métalliques en fonte et 1 % en amiante ciment. 70% du tubage est inférieur à 100 mm, pour le reste, la taille du réseau a été adaptée selon les grands axes de distribution. Le schéma de principe de fonctionnement du réseau est présenté ci-après (

Figure 32).

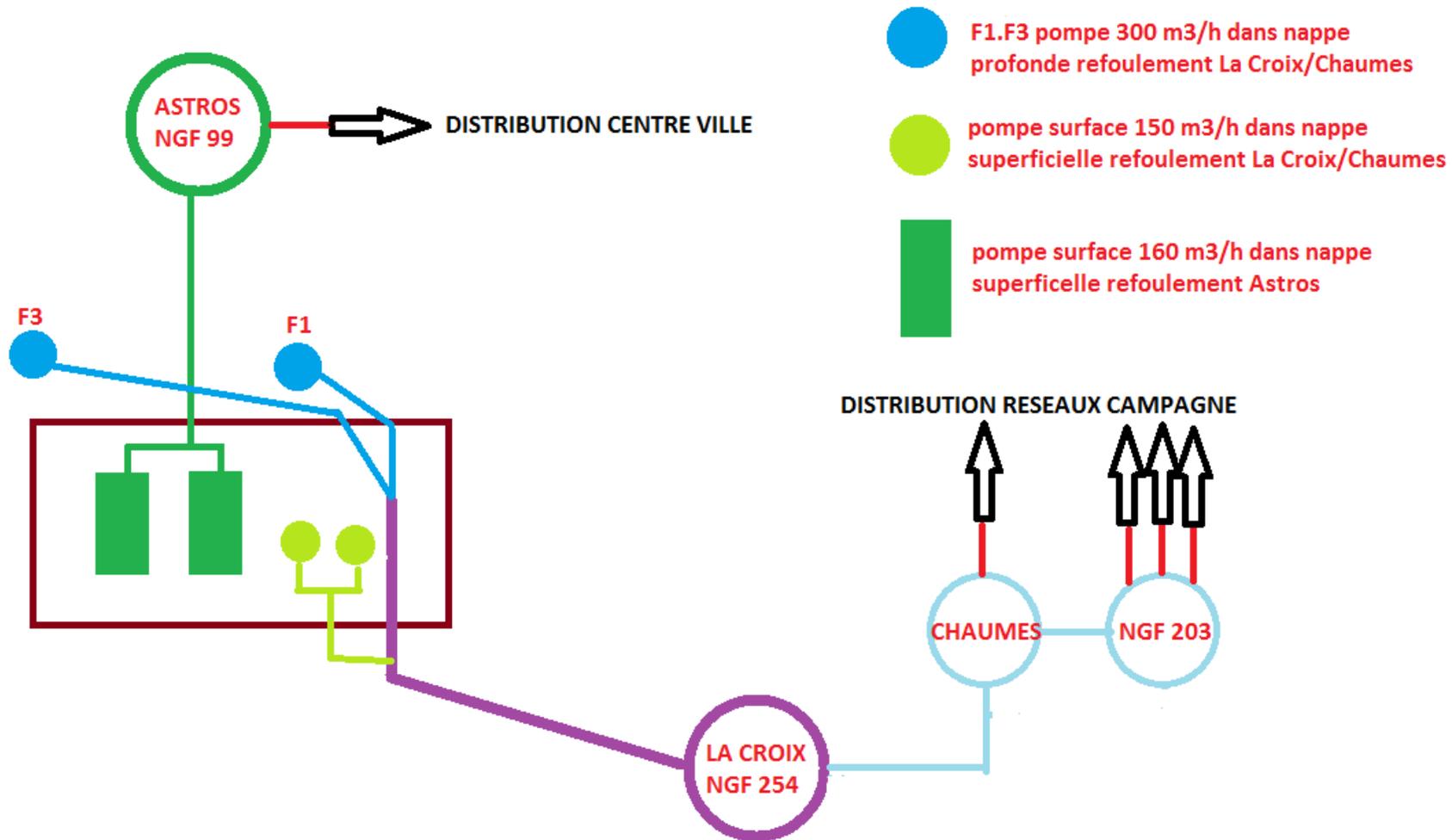


Figure 31 : Schéma de distribution des eaux de la ville de Vidauban (Commune de Vidauban)

2.2.2.8 Etats des installations et travaux prévisionnels

Le schéma directeur de 2007 fait état de 10,35 km de réseau à réhabiliter. En 2015 ce sont 1600 mètres linéaires qui ont été réhabilités.

Ce schéma directeur prend aussi en compte le réseau à redimensionner selon l'augmentation démographique conséquente. Cela concernerait environ 3,89 km de redimensionnement ou la création d'un réseau neuf.

Au total, ce sont 10,49 km de réseau qu'il reste à poser.

Les travaux en lien avec le réseau de distribution prévus à l'horizon 2016 et 2017 sont (source rapport annuel de l'eau potable) :

- Mise en place de stabilisateurs de pression pour gain au niveau des volumes de pertes avec la régulation de pression.
- Campagne de détection de fuites d'eaux
- Lancement de la maîtrise d'œuvre pour prélèvement supplémentaire station de pompage
- Amélioration de la télé relève de compteur
- Changement canalisation Eternit quartier RAMATUELLE et Les BLAIS
- Déplacement d'une canalisation en domaine privée RD 48
- Remplacement réseau chemin du Moulinier
- Pose de borne incendie avec extension de réseau dans le cadre du PPRIF :
 - Chemin du jas de la barre n°1
 - Chemin du jas de la barre n° 2
 - Chemin des châteaux d'eau
- Changement de canalisation dans le programme branchement plomb :
 - Rue république
 - Impasse république
 - Rue du docteur FENOUIL

Le coût total relatif à ces travaux s'élève à 1 500 000 €.

2.2.2.9 Rendement du réseau

Le rapport annuel de l'eau potable fait état d'un rendement du réseau de 70 % et d'un indice de perte linéaire de 4,34 m³/jour/km.

Plusieurs structures ont proposé des valeurs références (exploitant de réseau, centre de recherche, agence de l'Eau, ...).

Nous retiendrons les valeurs proposées par l'Agence de l'eau.

	Bon	Acceptable	Médiocre	Mauvais
Zone rurale	ILP < 1,5	1,5 < ILP < 2,5	2,5 < ILP < 4	ILP > 4
Zone semi-rurale	ILP < 3	3 < ILP < 5	5 < ILP < 8	ILP > 8
Zone urbaine	ILP < 7	7 < ILP < 10	10 < ILP < 15	ILP > 15

Tableau 4 : valeur référence de l'ILP (Agence de l'eau Adour Garonne)



L'indice de perte linéaire de 4,24 m³/jour/km est classé acceptable dans les valeurs guide de l'Agence de l'Eau.

2.2.2.10 Production et distribution

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des volumes pompés sur le site d'Entraigues (Production) et les volumes consommés relevés aux compteurs des abonnés (ventes), sur la période 2009 /2015 :

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Production	1.479.286	1.300.073	1.306.560	1.456.646	1.545.250	1.607.491	1.440.812
Ventes	831.919	798.486	829.557	909.747	998.016	862.344	890.199

Tableau 5 : volume annuel d'eau pompé au site d'Entraigues et distribué aux abonnés (Rapport annuel de Service de la commune de Vidauban)

Le tableau ci-dessous synthétise la production d'eau de l'année 2015 répartie sur chaque mois :

	F 1 Chaumes	F 3 Chaumes	Pompes surfaces Chaumes	Pompes Astros	Total
Janvier 15	70 938	0	0	26 720	97 658
Février 15	63 991	0	0	26 238	90 229
Mars 15	67 574	0	0	29 301	96 875
Avril 15	105 678	0	0	26 656	132 334
Mai 15	98 012	0	0	40 718	138 730
Juin 15	101 784	0	0	38 944	140 728
Juillet 15	143 124	0	0	43 898	187 022
Août 15	113 029	0	0	36 152	149 181
Septem 15	76 324	0	0	36 151	112 475
Octobre 15	59 471	0	0	28 846	88 317
Novem. 15	66 979	0	0	27 727	94 706
Décem. 15	84 541	0	0	28 016	112 557
TOTAL	1 051 445	0	0	389 367	1 440 812

Tableau 6 : répartition mensuelle des prélèvements d'eau sur la ressource d'Entraigues (Rapport annuel de Service de la commune de Vidauban)

On observe une forte augmentation des prélèvements en période estivale liée à l'affluence touristique de la zone.

La part de l'eau prélevée dans la ressource peu profonde (Tuf) représente 27 % et celle prélevée dans l'aquifère calcaire 73 %.

2.2.2.11 Modalités d'exploitation en situation future 9 500 m³/j

Une configuration de production à 9 500 m³/j nécessitera le fonctionnement simultané des deux forages les plus productifs (F1 et F3) d'une capacité totale de production de 600 m³/h.

La ressource des tufs et le forage profond F2 pourront n'être utilisés qu'en secours.

2.3 Système d'alimentation en eau potable du SIAE

2.3.1 Présentation des collectivités desservies

Le Syndicat Intercommunal d'Adduction des Eaux (SIAE) de la Source d'Entraigues est un syndicat à vocation unique, établissement public de coopération intercommunale dont les locaux sont situés au Cannet des Maures. Il est en charge de la production et l'adduction d'eau potable des communes membres du Syndicat, à savoir Le Thoronet, Saint-Antonin, Les Mayons, Taradeau, Gonfaron, La Garde Freinet, Le Luc, Le Cannet des Maures et Lorgues.

Il est important de rappeler que chaque commune dispose de ses propres ressources en eau potable et que le service d'adduction du champ captant d'Entraigues représente un complément d'eau potable.

La population desservie par le complément d'eau potable fournie par le SIAE s'élève à 36 034 habitants en 2015.

Le complément en eau potable que le SIAE délivre pour les communes concernées a fait l'objet d'un Schéma Directeur en 2010 par G2C Environnement.

2.3.1.1 Démographie

L'évolution démographique des communes concernées par le service d'eau potable du SIAE a été analysée dans le Schéma Directeur de G2C.

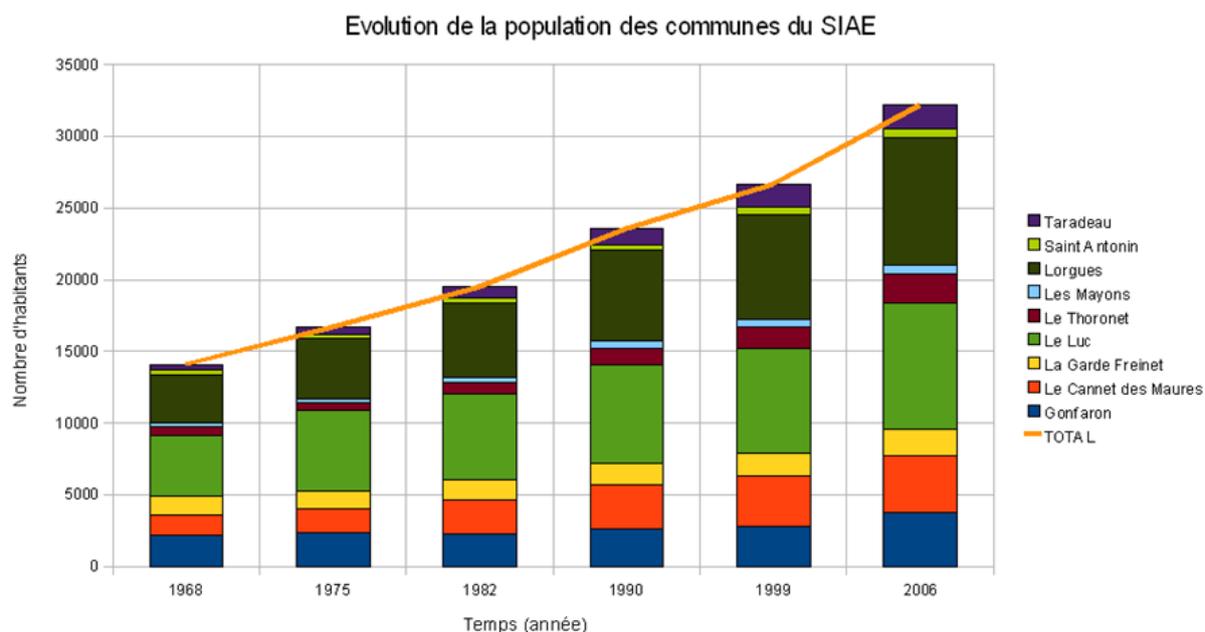


Figure 34 : évolution de la population des communes desservies par le SIAE (SD G2C, 2010)

Une croissance globale de + 800 personnes / an a été enregistrée entre 1999 et 2006. Cette croissance est légèrement moindre entre 2006 et 2015 avec +550 personnes par an.

Une estimation de l'augmentation démographique des communes concernées par le service de distribution du SIAE a été réalisée dans le Schéma Directeur à l'horizon 2020.

Nombre d'habitants	Population actuelle	Estimation de la population à l'horizon 2020	
		Tendance INSEE	Prévisions de la commune
Le Thoronet	1 952	3 209	2 500
St Antonin	482	687	1 300
Les Mayons	594	726	710
Taradeau	1 694	1 874	3 400
Gonfaron	3 481	6 065	6 000
La Garde Freinet	1 734	2 000	1 860
Le Luc	8 534	11 669	12 000
Le Cannet	4 022	4 804	6 000
Lorgues	8 550	11 540	11 300
TOTAL	31 043	42 574	45 070

Figure 35: Evolution de la démographie par commune à l'horizon 2020 (Schéma Directeur G2C, 2010)

La population établie en 2015 suit globalement la tendance de l'INSEE.

Le Schéma Directeur ne fournit pas d'estimations à l'horizon 2030, jugées peu fiables.

2.3.1.2 Evolution des consommations du service de distribution d'eau du SIAE

L'évolution des volumes d'eau distribués par le SIAE depuis le champ captant d'Entraigues est présenté ci-après :

	2011	2012	2013	2014	2015	N/N-1
Volume vendu à d'autres services d'eau potable (m3)	1 594 372	2 068 085	1 609 921	1 557 642	1 559 915	0,1%
GONFARON	113 931	166 841	152 245	141 828	137 925	-2,8%
LA GARDE FREINET	285 375	276 872	244 955	242 618	276 508	14,0%
LE CANNET DES MAURES	334 204	515 249	399 506	332 505	337 361	1,5%
LE LUC	221 447	243 353	280 677	276 789	255 500	-7,7%
LE THORONET	26 593	55 602	44 064	84 084	54 217	-35,5%
LES MAYONS	71 557	74 323	61 362	59 420	73 934	24,4%
LORGUES	436 974	639 355	330 862	319 487	355 766	11,4%
SAINT ANTONIN	15 363	8 573	27 876	31 169	10 641	-65,9%
TARADEAU	88 928	87 917	68 374	69 742	58 063	-16,7%

Tableau 7 : Evolution du volume d'eau distribué par la SIAE, répartie par commune, volume total en gras (Rapport annuel du délégataire, 2015)



	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Volume produit (m³)	1 558 576	1 741 107	1 862 138	2 063 203	2 178 714	2 078 576	2 196 322
Volume consommé clientèle (m³)	1 480 648	1 671 463	1 781 694	2 032 312	2 145 365	2 025 140	2 158 985
Volume perdu (m³)	77 928	69 644	80 444	30 891	33 349	53 436	37 337
Rendement (%)	95	96	95,68	98,5	98,47	97,43	98,3
Indice linéaire de consommation (m³/j/km)	62,21	70,23	74,87	101,94	103,45	96,01	102,35
Indice linéaire de perte (m³/h/km)	3,27	2,92	3,38	1,55	1,61	2,53	1,77
Nombre de fuites sur canalisation	2	3	5	8	6	7	3

Figure 36 : Evolution du volume d'eau distribué par la SIAE sur la période 2001-2007 (Schéma directeur G2C, 2010)

Le volume d'eau distribué est compris entre 1,5 et 2 millions de m³/an suivant les années.

2.3.1.3 Estimation des besoins futurs

Le Schéma Directeur d'Alimentation en eau potable proposé par G2C environnement indique plusieurs estimations des besoins futurs à l'horizon 2020 et 2030.

			Demande journalière de pointe (m³/j)	Ressources communales disponibles (m³/j)	Prélèvement sur le SIAE (m³/j)
service nord	Lorgues	Hypothèse 1	5 610	1 600	4 010
		Hypothèse 2	5 190		3 590
	Saint Antonin	Hypothèse 1	1 176	188	988
		Hypothèse 2	1 089		901
	Taradeau	Hypothèse 1	1 446	0	1 446
		Hypothèse 2	1 273		1 273
	TOTAL	Hypothèse 1	8 232	1 788	6 444
		Hypothèse 2	7 552		5 764
service ouest	Gonfaron	Hypothèse 1	1 446	175	1 271
		Hypothèse 2	1 319		1 144
	La Garde Freinet	Hypothèse 1	2 058	900	1 158
		Hypothèse 2	1 868		968
	Le Cannet des Maures	Hypothèse 1	3 375	400	2 975
		Hypothèse 2	3 366		2 966
	Le Luc	Hypothèse 1	4 008	710	3 298
		Hypothèse 2	3 543		2 833
	Le Thoronet	Hypothèse 1	1 601	1 170	431
		Hypothèse 2	1 591		421
	Les Mayons	Hypothèse 1	458	0	458
		Hypothèse 2	414		414
	TOTAL	Hypothèse 1	12 946	3 355	9 591
		Hypothèse 2	12 101		8 746
TOTAL	Hypothèse 1	21 178	5 143	16 035	
	Hypothèse 2	19 653		14 510	

Figure 37: Estimations des besoins à l'horizon 2020 (note de synthèse G2C)

		Nombre d'habitants en 2030	Demande journalière de pointe 2030 (m ³ /j)	Besoins sur le SIAE (m ³ /j)
Service Nord	Lorgues	13 264	5 959	4 359
	Saint Antonin	1 295	1 257	1 069
	Taradeau	2 756	1 427	1 427
	Total	17 315	8 643	6 855
Service Ouest	Gonfaron	5 863	1 465	1 290
	La Garde Freinet	1 988	1 928	1 028
	Le Cannet des Maures	6 210	3 593	3 193
	Le Luc	15 000	4 327	3 617
	Le Thoronet	3 698	1 987	817
	Les Mayons	844	450	450
	Total	35 443	13 751	10 396
TOTAL		52 758	22 394	17 251

Figure 38: Estimation des besoins à l'horizon 2030 (Note de synthèse G2C)

En tenant compte d'une production constante des ressources propres de chaque commune, la demande journalière de pointe s'élève à :

- 16 035 m³/j pour 2020
- 17 251 m³/j pour 2030

En tenant compte d'une marge d'incertitude de +/- 10 %, et du possible abandon de certaines ressources communales à l'horizon 2030 lié à une dégradation de la qualité des eaux ou à une mise en conformité difficile des captages d'eau potable, la demande de débit journalière portera sur un volume de 20 000 m³/j.

Il s'agit là d'un maximum en période de pointe ponctuelle.

En volume de production annuel, le schéma Directeur de G2C indique une augmentation de +910 000 m³/an à l'horizon 2020 basée sur les nouveaux projets d'urbanisme des différentes communes alimentées.

Le schéma Directeur ne fournit pas de valeurs à l'horizon 2030. Il est toutefois raisonnable de penser que l'augmentation de 8% entre 2020 et 2030 sur le volume journalier se répercute aussi sur le volume annuel, soit 1 million de m³.

Les perspectives de production annuelle peuvent donc s'établir à 3,2 millions de m³ à l'horizon 2030.

2.3.2 Organisation générale du réseau de production et de distribution

2.3.2.1 Le champ captant du SIAE

L'eau distribuée par le Syndicat des Eaux d'Entraigues est pompée sur le champ captant d'Entraigues situé sur la commune de Vidauban.

Le champ captant est constitué de :

- 3 forages qui sollicitent la formation des tufs (F1, F2 et F3)
- 3 forages profonds qui sollicitent le réservoir hydrogéologique calcaire karstifié (F4, F5 et F6).

Les caractéristiques principales des forages sont synthétisées ci-après :

Ouvrages	Type d'ouvrage	Prof. (m)	Prof. crépines (m)	Venues d'eau (m)	Diamètre crépines (mm)	Formation captée	Etat
SIAE F1	Forage secours (piézomètre)	17	10 à 17	cavité: 13,5-15,3	320	Tufs	bon
SIAE F2	Forage secours	17	10 à 17	cavité: 11,3-14,8 m	320	Tufs	bon
SIAE F3	Forage secours	18	13 à 17	cavité: 7-9 & 13-17	323	Tufs	bon
SIAE F4	Forage exploité	100,5	40,5 à 100,5	44 54 82	350	Muschelkalk	bon
SIAE F5	Forage exploité	100,5	52,5 à 100,5	44 54 82	350	Muschelkalk	bon
SIAE F6	Forage exploité	100,45	43,45 à 100,45	N.A.	304	Muschelkalk	bon

Tableau 8 : caractéristiques principales des forages SIAE (étude BRGM, 2015)

2.3.2.2 Champ captant peu profonds du SIAE (ressource superficielle)

Les informations relatives aux forages peu profonds du SIAE sont synthétisées ci-après :

Forage	Coordonnées géodésiques	Altitude de la tête de forage	Date de création	Débit d'exploitation
F1	X = 927,421 Y = 3133,029	75 m NGF	1970	250 m3/h
F2	X = 927,423 Y = 3133,027	75 m NGF	1970	250 m3/h
F3	X = 927,425 Y = 3133,025	75 m NGF	1983	250 m3/h

Tableau 9 : caractéristiques principales des forages peu profonds du SIAE

La coupe technique et lithologique des forages est présentée ci-après.

COUPE GEOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE

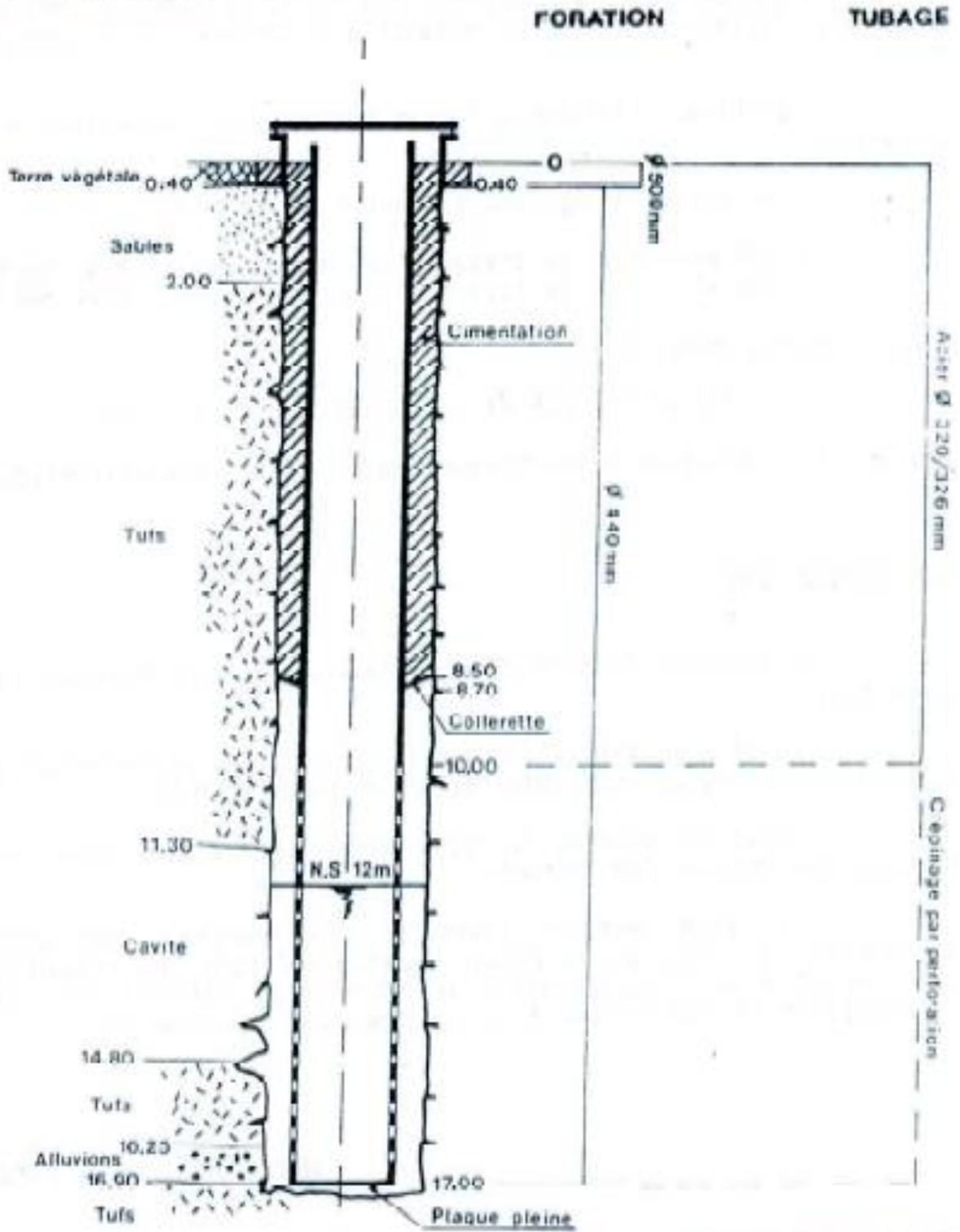


Figure 39: Coupe du forage superficiel F1

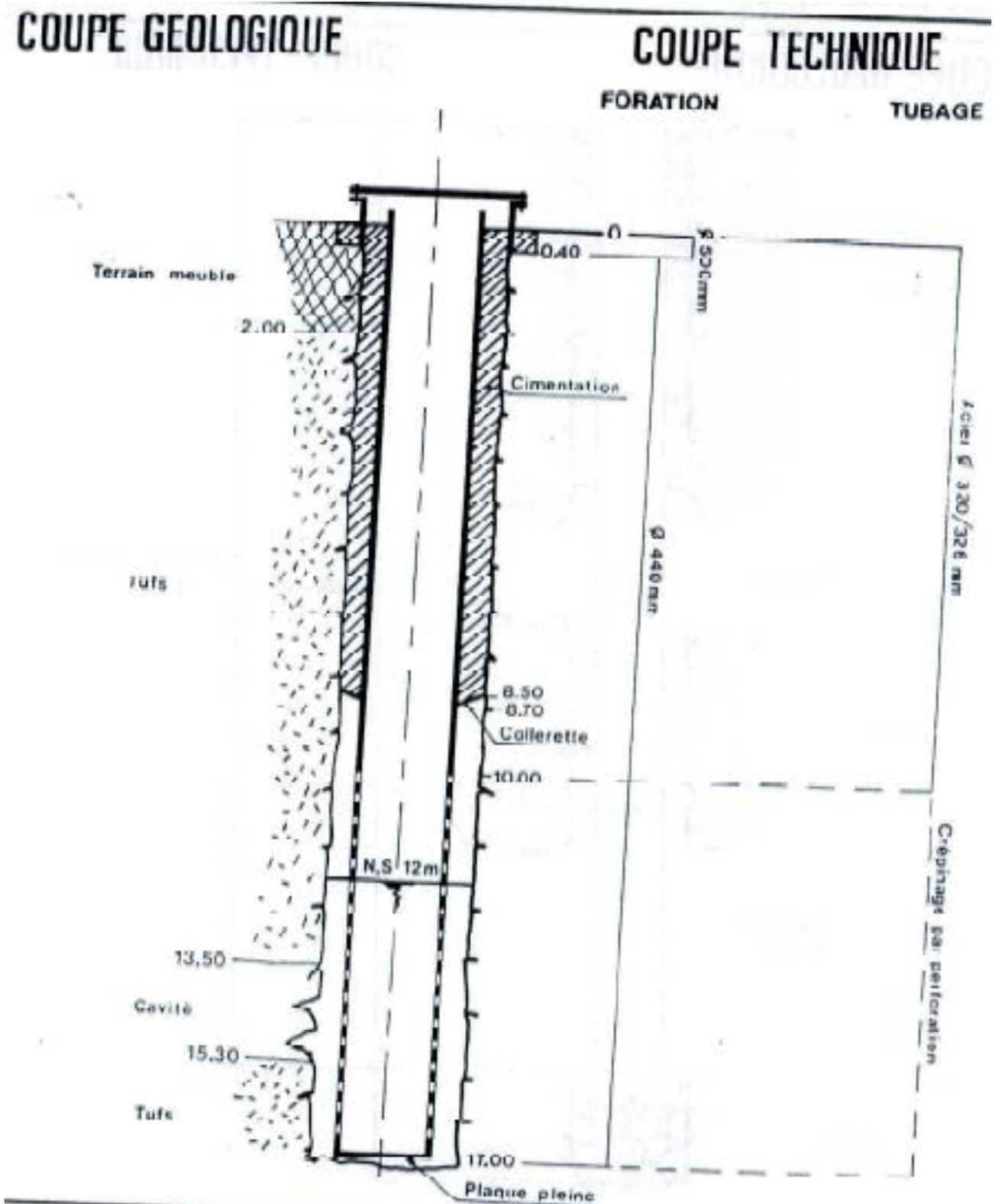


Figure 40: Coupe du forage superficiel F2

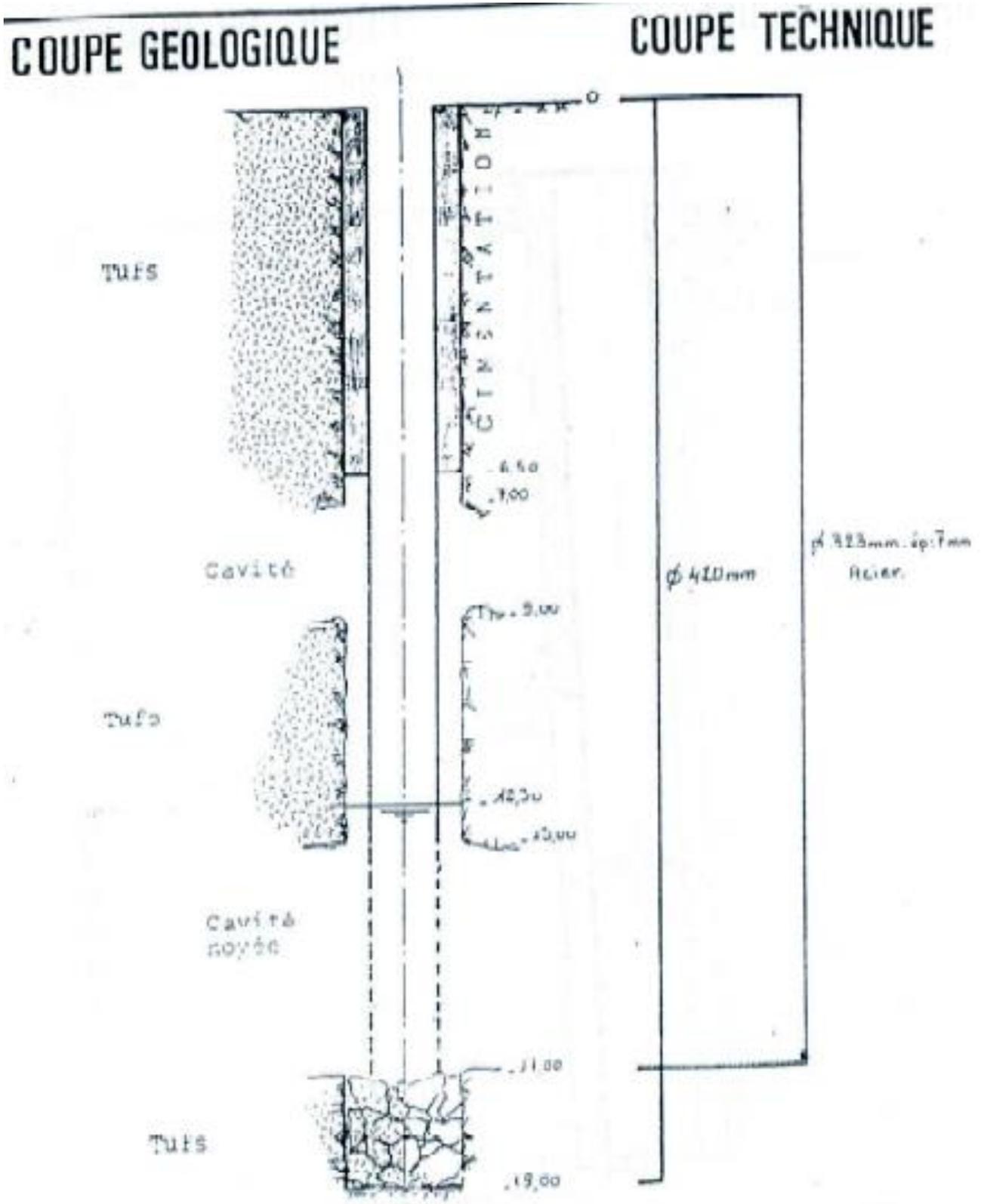


Figure 41: Coupe du forage superficiel F3

2.3.2.3

Le champ captant profond du SIAE



Forage	Coordonnées géodésiques	Altitude de la tête de forage	Date de création	Débit d'exploitation
F4	X = 927,425 Y = 3133,05	75 m NGF	1983	500 m3/h
F5	X = 927,425 Y = 3133,075	75 m NGF	1983	500 m3/h
F6	/	72 m NGF	2008	650 m3/h

Tableau 10 : caractéristiques principales des forages profonds du SIAE

La coupe technique et lithologique des forages est présentée ci-après.

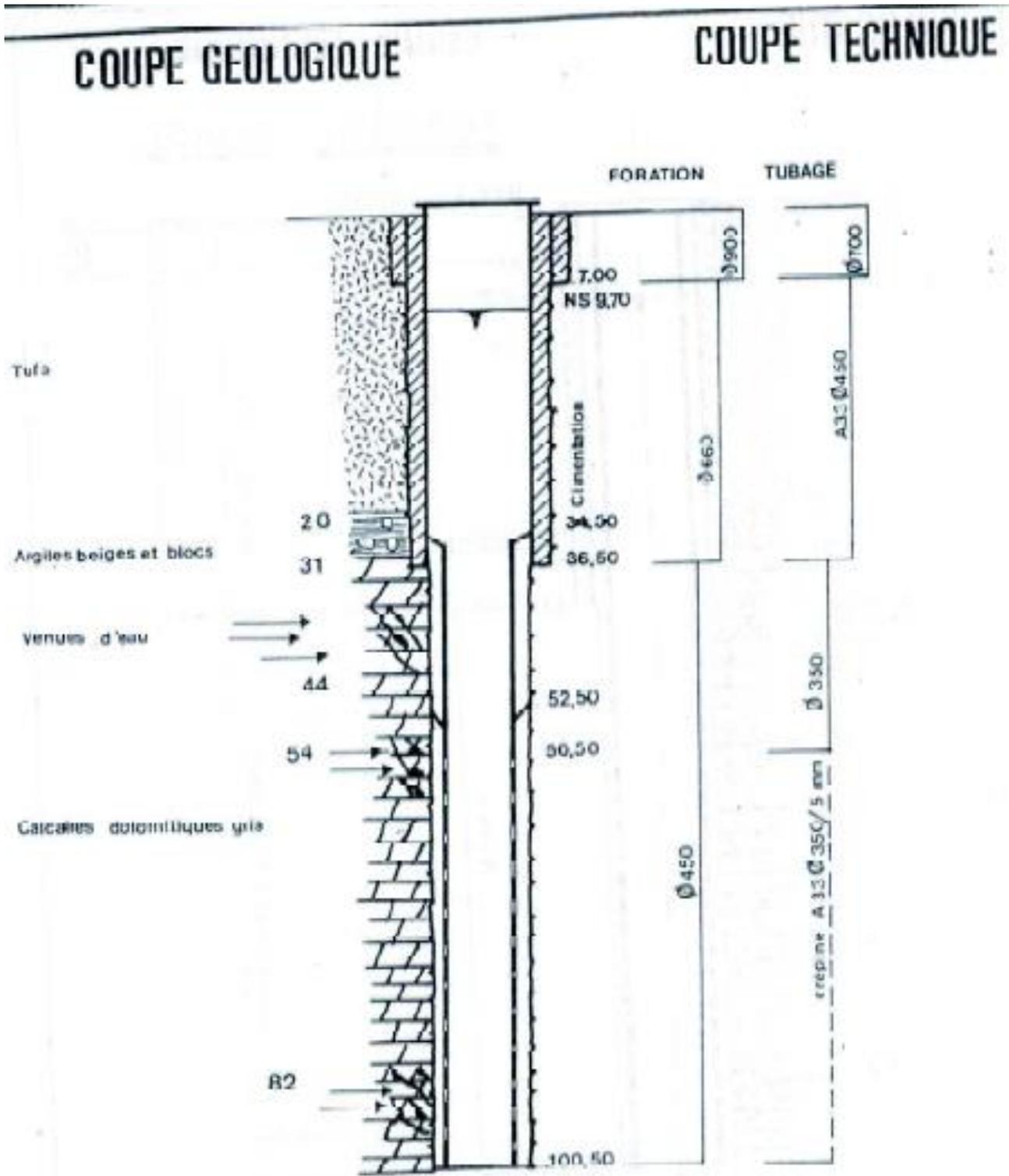


Figure 42: Coupe du forage profond F4

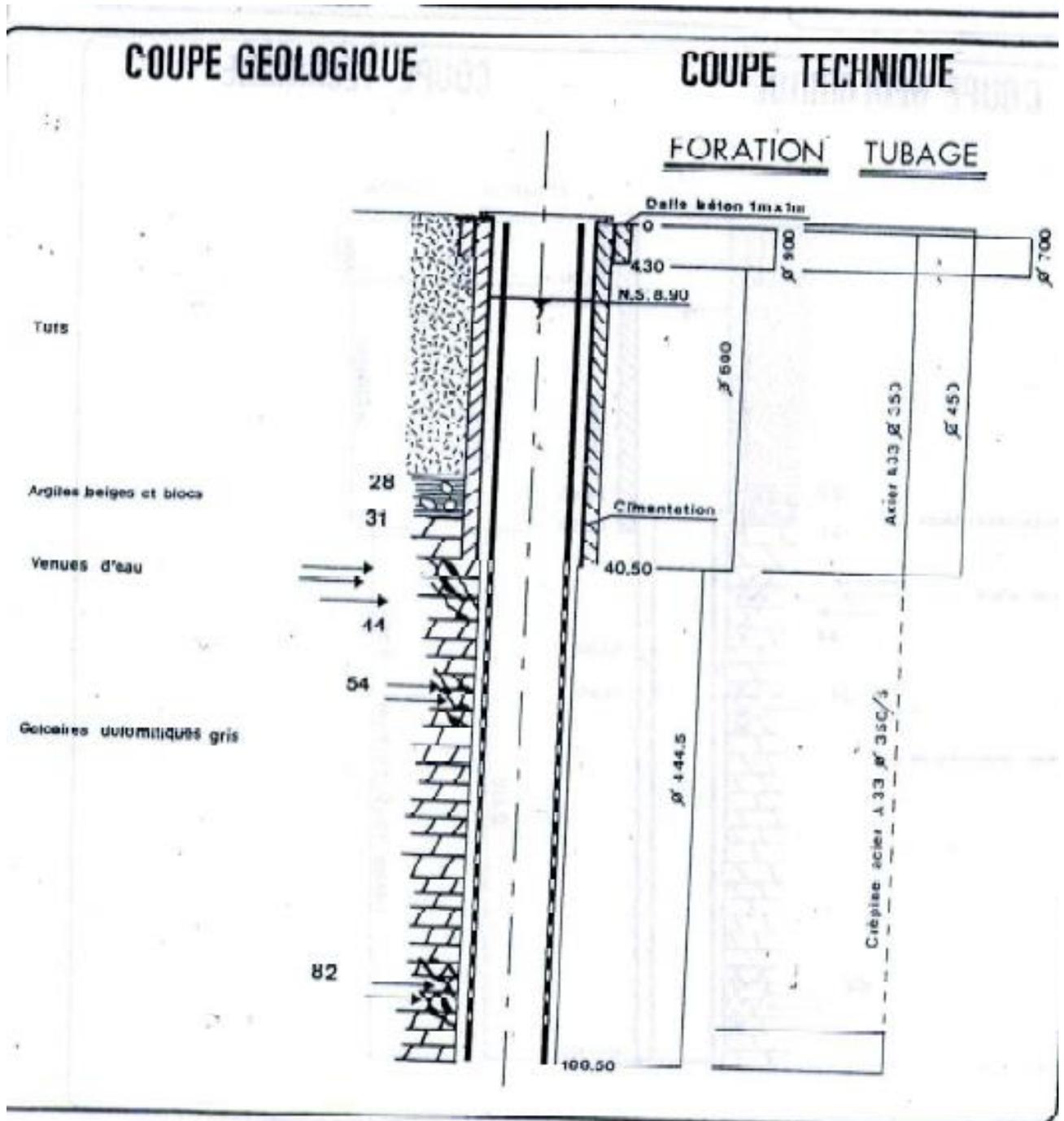


Figure 43: Coupe du forage profond F5

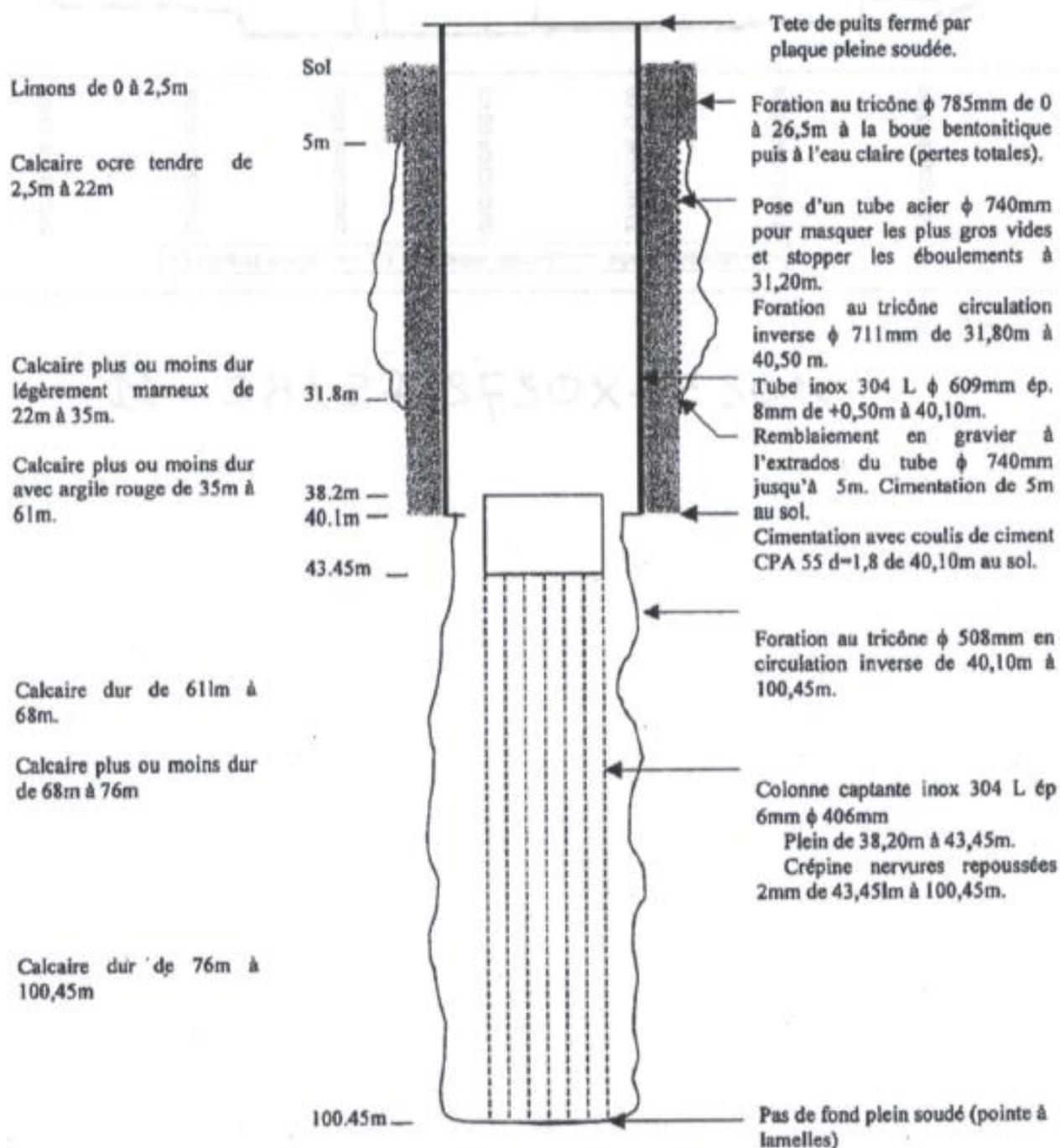


Figure 44: Coupe du forage profond F6



2.3.2.4 Réseau de distribution

L'eau pompée est stockée dans une bâche de 500 m³ situé sur le site de captage où elle subit un traitement avant de rejoindre le réseau d'adduction d'eau potable.

En sortie de ce réservoir de 500 m³ il faut distinguer **2 services** :

- **Le service Nord :**

Ce service dessert les communes de Lorgues, Taradeau, et St Antonin du Var. Il est constitué d'une canalisation en fonte de diamètre 200 à 300 mm alimentant Lorgues et Saint Antonin du Bar et d'une conduite de 200 à 125 mm alimentant Taradeau.

- **Le service Ouest :**

Ce service dessert les communes de la Garde Freinet, Le Cannet des Maures, Le Thoronet, Le Luc en Provence, Gonfaron et Les Mayons. Il est constitué de conduites en fonte de 150 à 350 mm vers la Garde Freinet, de 150 mm vers le Thoronet, de 200 mm vers Le Luc, de 150 mm vers Gonfaron et de 100 mm vers Les Mayons.

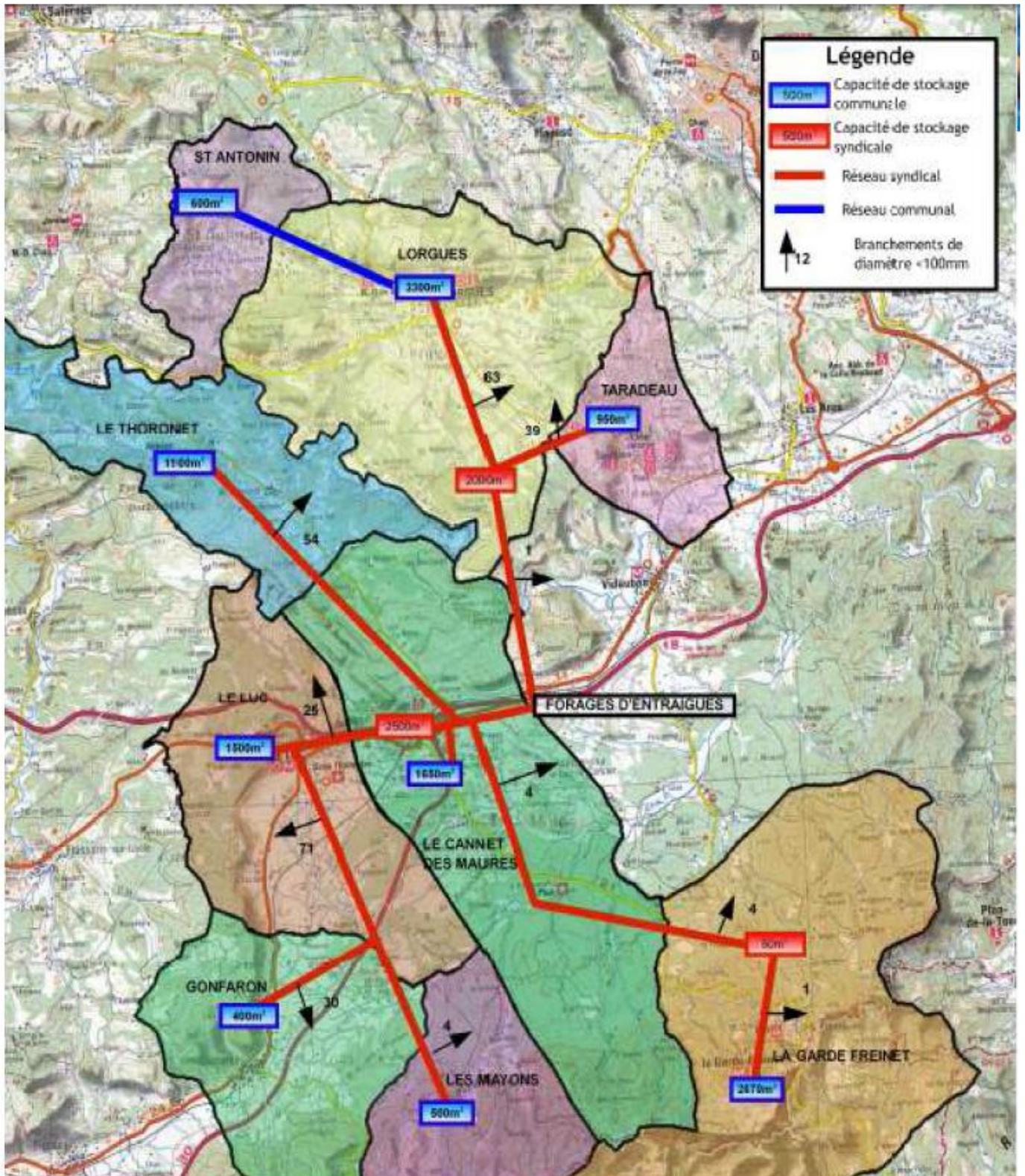


Figure 45 : Réseau d'alimentation du SIAE



2.3.2.5 Les réservoirs de stockage

Le SIAE dispose de 5 réservoirs de stockage dont les caractéristiques principales sont synthétisées ci-après :

Nom	Volume (m3)	Côte radier (m NGF)	Commune ou ouvrages alimenté
Réservoir d'Entraigues	500	75	Réservoirs du service Nord et Ouest à l'aide de 3 pompes de (217, 217 et 311 m3/h)
Réservoir de l'Arnaude	1 000 + 500	226	Lorgues, Saint Antonin et Taradeau
Réservoir du Vieux Cannet 1	2 500	270	Le Luc, Les Mayons, Gonfaron, Le Thoronet, Le Cannet des Maures
Réservoir du Vieux Cannet 2	3000	/	
Bâche de reprise de Mourgues	50	173	la Garde Freinet

Tableau 11 : caractéristiques principales des réservoirs du SIAE (G2C, 2010)

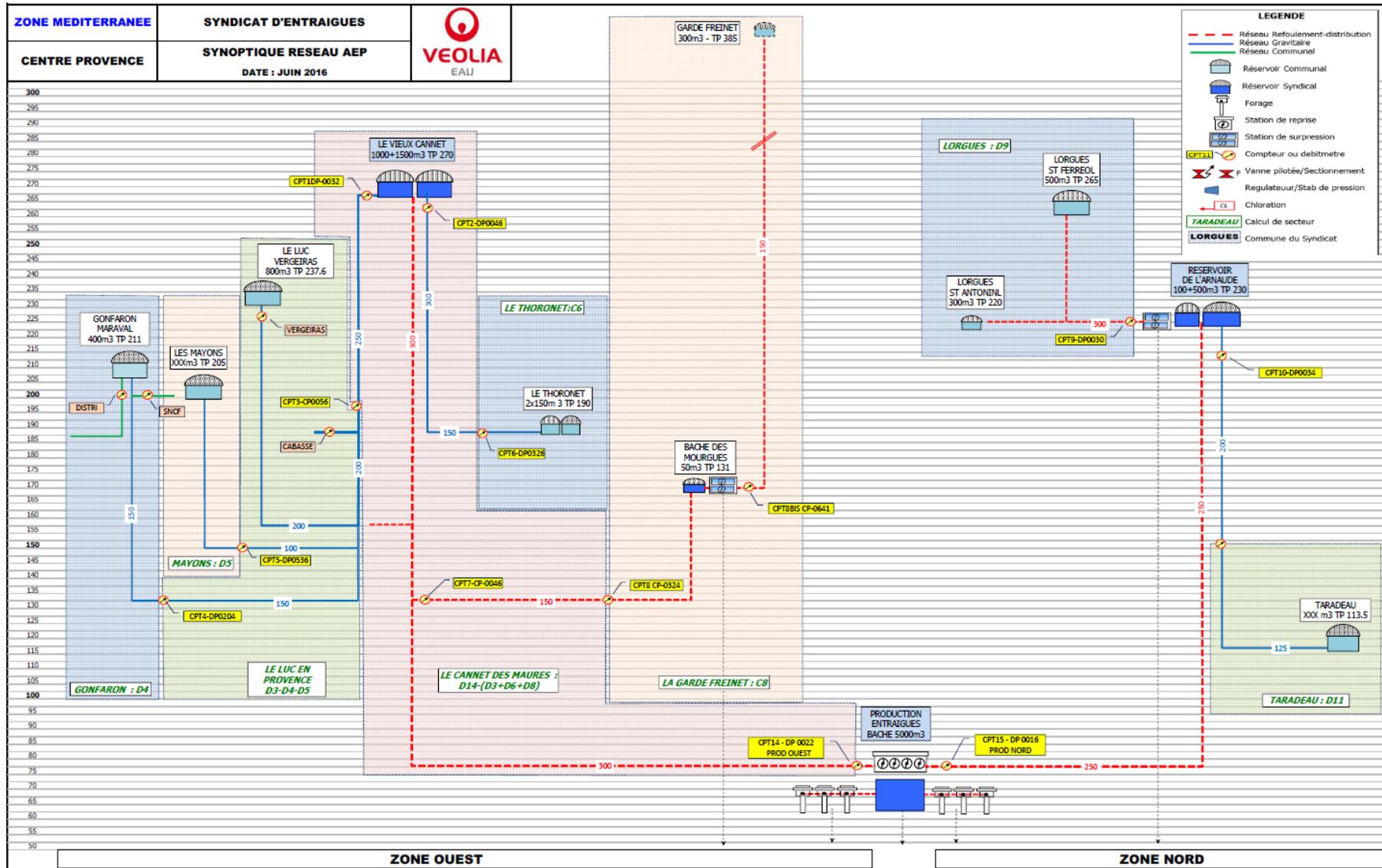


Figure 46 : synoptique du réseau d'eau potable du SIAE (Véolia, 2016)

2.3.2.6 Traitement de l'eau actuel

Bien que la qualité des eaux prélevées sur le site d'Entraigues soit conforme aux réglementations en vigueur, une station de traitement de type chlore gazeux est située à l'arrivée des 6 forages. Le dosage est de 0,50 mg/l.

2.3.2.7 Etats des installations et travaux prévisionnels

Le schéma Directeur de 2010 fait ressortir un certain nombre de dysfonctionnements sur le réseau :

- Problème de ressource face à la demande : La dotation en eau de la ressource d'Entraigues du SIAE est insuffisante en pointe.
- Problème sur la capacité des réservoirs : Le réservoir du vieux Cannet a une autonomie insuffisante.
- Fonctionnement du réseau : Plusieurs conduites d'adduction sont sous dimensionnées pour les communes de Taradeau, Luc, Mayons et Gonfarons.

L'ensemble de ces dysfonctionnements a été résolu depuis 2010.

Par ailleurs, le SIAE s'engage sur un investissement annuel de 140 milles euros HT pour le renouvellement du réseau à titre préventif.

2.3.2.8 Production, distribution et rendement du réseau

Les volumes caractéristiques produits par le champ captant d'Entraigues et consommés par les abonnés ainsi que le rendement du réseau sont présentés ci-après.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Volume produit (m³)	1 558 576	1 741 107	1 862 138	2 063 203	2 178 714	2 078 576	2 196 322
Volume consommé clientèle (m³)	1 480 648	1 671 463	1 781 694	2 032 312	2 145 365	2 025 140	2 158 985
Volume perdu (m³)	77 928	69 644	80 444	30 891	33 349	53 436	37 337
Rendement (%)	95	96	95,68	98,5	98,47	97,43	98,3
Indice linéaire de consommation (m³/j/km)	62,21	70,23	74,87	101,94	103,45	96,01	102,35
Indice linéaire de perte (m³/h/km)	3,27	2,92	3,38	1,55	1,61	2,53	1,77
Nombre de fuites sur canalisation	2	3	5	8	6	7	3

Figure 47 : Volumes caractéristiques du champ captant d'Entraigues (Schéma Directeur G2C, 2010)



	2011	2012	2013	2014	2015	N/N-1
Rendement du réseau de distribution (%) (A+B)/(C+D)	97,1 %	99,3 %	95,4 %	98,7 %	88,4 %	-10,4%
Volume vendu à d'autres services (m3) B	1 594 372	2 068 085	1 609 921	1 557 642	1 559 915	0,1%
Volume produit (m3) C	1 642 203	2 083 568	1 687 776	1 577 701	1 765 437	11,9%

Selon les prestations assurées dans le cadre du contrat, certains termes de la formule peuvent être sans objet. Ils ne sont alors pas affichés dans le tableau

(A = Volume consommé autorisé 365 jours ; B = Volume vendu à d'autres services ; C = Volume produit ; D = Volume acheté à d'autres services)
Calcul effectué selon la circulaire n° 12/DE du 28 avril 2008

Tableau 12 : rendement du réseau AEP du SIAE (rapport du délégataire 2015)

Le rapport annuel du délégataire fait état d'un rendement du réseau en 2015 de 88,4 % alors qu'il est habituellement compris entre 95,4 et 98,7 % sur les années précédentes (période 2001/2007 et période 2011/2015).

Il s'agit d'un dysfonctionnement lié à une vanne fuyarde qui a été résolu.

L'indice linéaire de perte a donc été plus élevé en 2015 comme l'illustre le tableau suivant :

	2011	2012	2013	2014	2015
Indice linéaire de pertes en réseau (m3/km/j) (A-B)/(L/1000)/365	1,87	0,60	3,03	0,78	7,99
Volume mis en distribution (m3) A	47 831	15 483	77 855	20 059	205 522
Longueur de canalisation de distribution (ml) L	69 909	70 390	70 384	70 383	70 489

Tableau 13 : indice linéaire de perte (rapport annuel du délégataire 2015)

Habituellement il reste compris entre 0,6 et 3,03 m³/km/j, qualifié donc de **bon** selon les valeurs références proposées par l'Agence de l'eau :

	Bon	Acceptable	Médiocre	Mauvais
Zone rurale	ILP < 1,5	1,5 < ILP < 2,5	2,5 < ILP < 4	ILP > 4
Zone semi-rurale	ILP < 3	3 < ILP < 5	5 < ILP < 8	ILP > 8
Zone urbaine	ILP < 7	7 < ILP < 10	10 < ILP < 15	ILP > 15

Tableau 14 : valeurs références de l'ILP (Agence de l'eau Adour Garonne)

Le volume de production est très variable dans l'année en raison d'une forte demande en période estivale liée à l'affluence touristique de la zone.

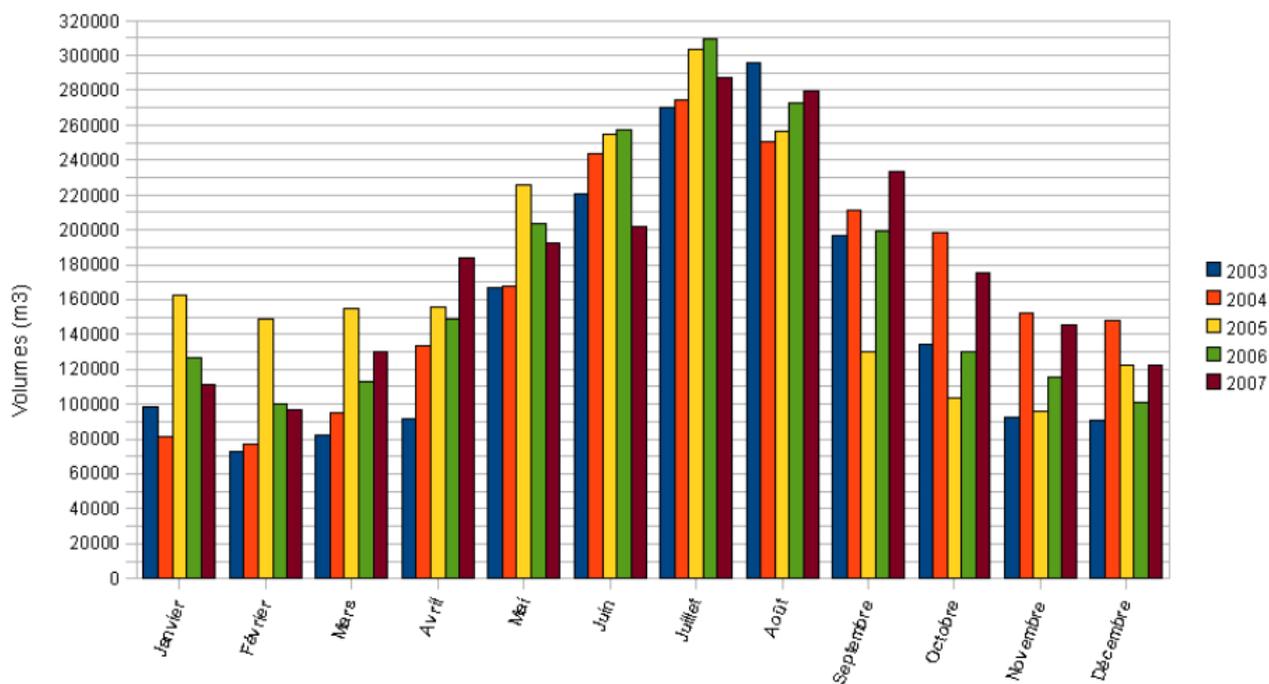


Figure 48 : Volumes mensuels produit par le SIAE sur la période 2003-2007 (SD G2C, 2010)

	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Volume (m ³ /j)	3 336	3 516	4 179	6 300	5 692	6 703	9 088	9 030	7 920	5 654	4 980	4 457
Coefficient	0,56	0,6	0,71	1,07	0,96	1,14	1,54	1,53	1,34	0,96	0,84	0,75

Figure 49 : volume mensuel moyen produit par le SIAE sur la période 2003/2007(SD G2C, 2010)

Le volume moyen journalier de production dépasse l'autorisation de prélèvement de 9000 m³/j en période estivale sur la période 2003/2007.

2.3.2.9 Modalités d'exploitation en situation future 20 000 m³/j

Une configuration de production à 20 000 m³/j nécessitera un fonctionnement simultané d'au moins deux forages profonds sur trois (capacité totale de production de 1650 m³/h).

La ressource des tufs ne sera exploitée qu'en secours comme actuellement.

Les limites de fonctionnement identifiées par le délégataire sont de deux types :

- **Limite électrique** : la souscription électrique est prévue au maximum pour le fonctionnement simultané de 2 forages profonds et de 2 pompes de forage de surface. La modification du fonctionnement nécessiterait de modifier la souscription du contrat électrique.
- **Limitation hydraulique des canalisations de refoulement** : les canalisations de distribution NORD et OUEST limitent par leur diamètre les débits à hauteur de 300 m³/h et 400 m³/h. Cette configuration ne permet pas de faire transiter les 20 000 m³/j. **Le renforcement des canalisations de distribution sera à prévoir dans le projet d'augmentation de la production à 20 000 m³/j.**

3

Piézométrie et qualité des eaux brutes prélevées

3.1 Piézométrie

L'historique de piézométrie des ouvrages de captage profond F4 et F6 du SIAE est présenté ci après :

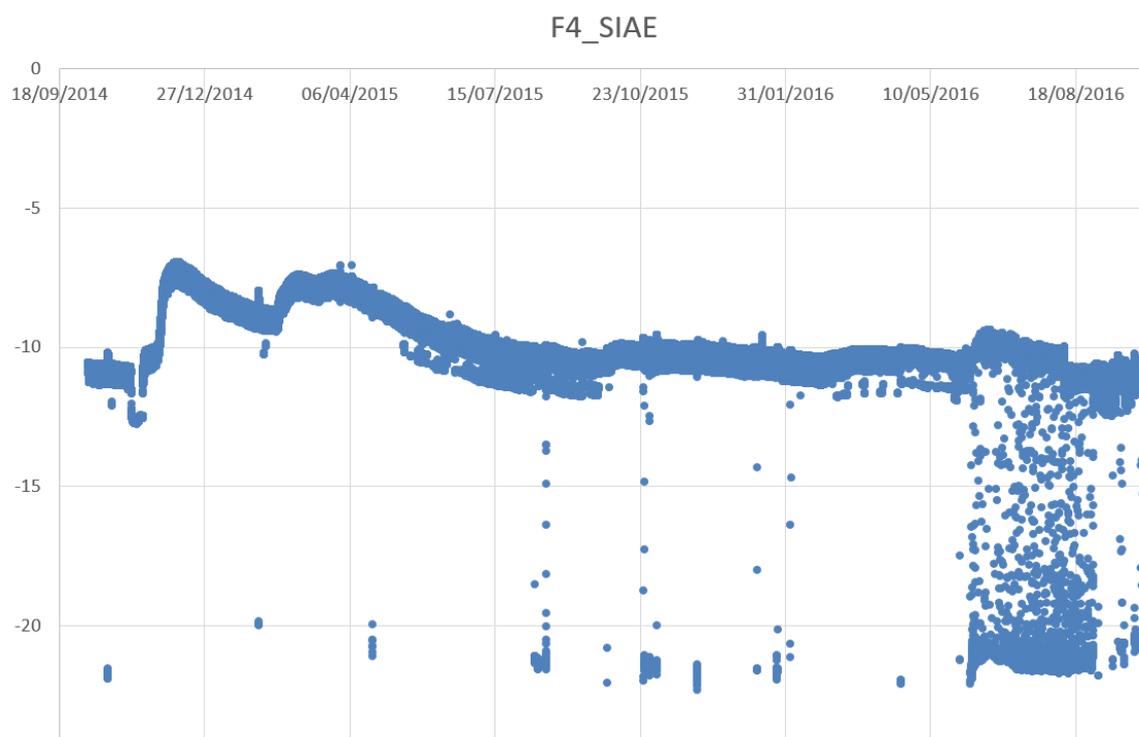


Figure 50 : Piézométrie de F4 du champ captant du SIAE sur la période 2014-2016 (Véolia)

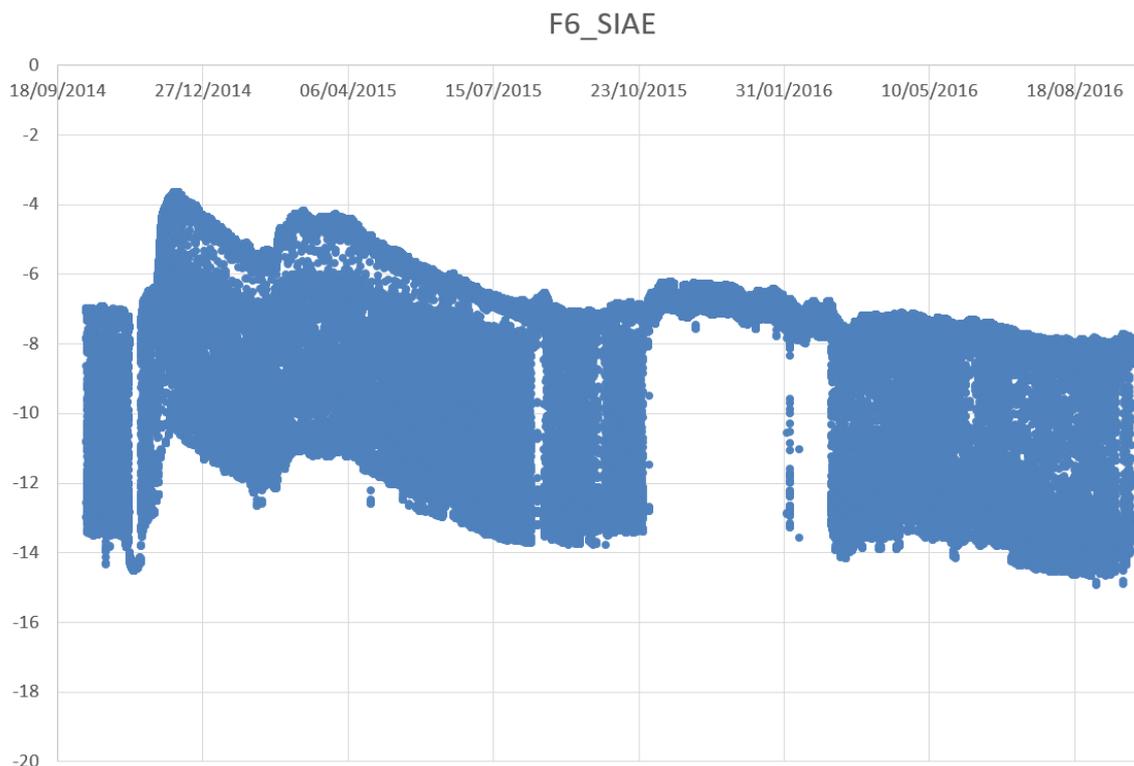


Figure 51 : Piézométrie de l'ouvrage F6 du champ captant du SIAE sur la période 2014-2016 (Véolia)

F6 constitue l'ouvrage le plus utilisé par le SIAE, avec un rabattement de l'ordre de 6 à 7 m au débit d'exploitation de 650 m³/h.

3.2 Qualité des eaux souterraines

D'une façon générale, les résultats d'analyse montrent que l'eau prélevée et mise en distribution sur le site d'Entraigues est de bonne qualité.

Paramètres microbiologiques	2011	2012	2013	2014	2015
Taux de conformité microbiologique	100,00 %				
Nombre de prélèvements conformes	5	5	13	12	5
Nombre de prélèvements non conformes	0	0	0	0	0
Nombre total de prélèvements	5	5	13	12	5
Paramètres physico-chimique	2011	2012	2013	2014	2015
Taux de conformité physico-chimique	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	83,33 %
Nombre de prélèvements conformes	5	5	13	12	5
Nombre de prélèvements non conformes	0	0	0	0	1
Nombre total de prélèvements	5	5	13	12	6

Un prélèvement est déclaré non-conforme si au moins un des paramètres le constituant est non-conforme à une limite de qualité.

Figure 52 : Conformité des analyses microbiologiques et physico-chimique faites sur le site d'Entraigues (Rapport annuel du délégataire, 2015)

Les différentes analyses effectuées entre 2011 et 2015 montrent un taux de conformité de 100 % sauf pour une analyse effectuée en 2015. En effet, un dépassement du seuil de potabilité sur le paramètre

glyphosate a été relevé au droit de la station de Mourgues du SIAE le 13/08/2015 (valeur mesurée de 0,296 µg/l pour un seuil de conformité à 0,1µg/l).

Ce paramètre reste habituellement en dessous du seuil de quantification de 0,1 µg/l, sur les ouvrages de production du SIAE comme de Vidauban.

Cependant, l'enquête réalisée par le délégataire n'a pas permis d'identifier l'origine de la pollution.

Le glyphosate est une molécule présente dans certains produits de désherbage.

La principale atteinte de la qualité de l'eau de la ressource d'Entraigues réside sur 2 paramètres : la turbidité et la conductivité.

3.2.1 Paramètre turbidité

Il s'agit de la principale pollution ponctuelle observée sur le site. Son évolution depuis 1995 est présentée ci-après :

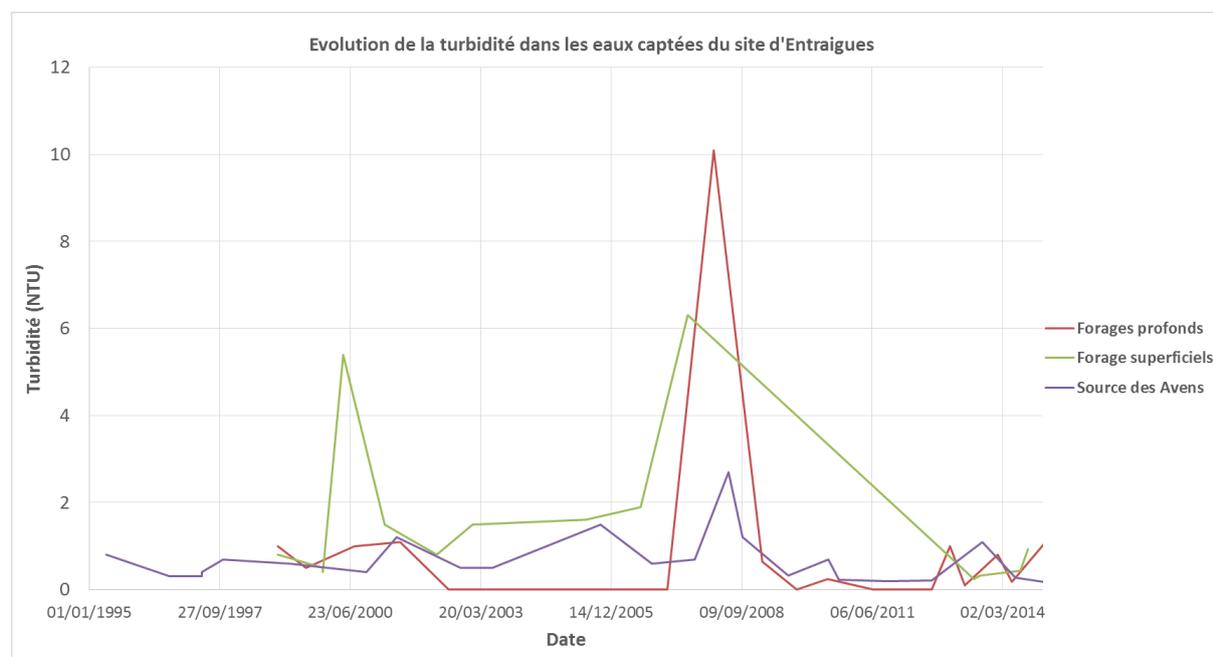


Figure 53: Evolution de la turbidité dans les ouvrages de Vidauban (suivi sanitaire ARS)

Hormis un pic à 7 NTU observé en 2007, la ressource karstique calcaire reste relativement épargnée par la pollution d'eaux turbides. La turbidité impacte principalement les eaux contenues dans les tufs captées par les forages superficiels. C'est la raison pour laquelle la commune de Vidauban limite l'utilisation de cette ressource (27 % des prélèvements) et que le SIAE ne l'exploite qu'en cas de secours.

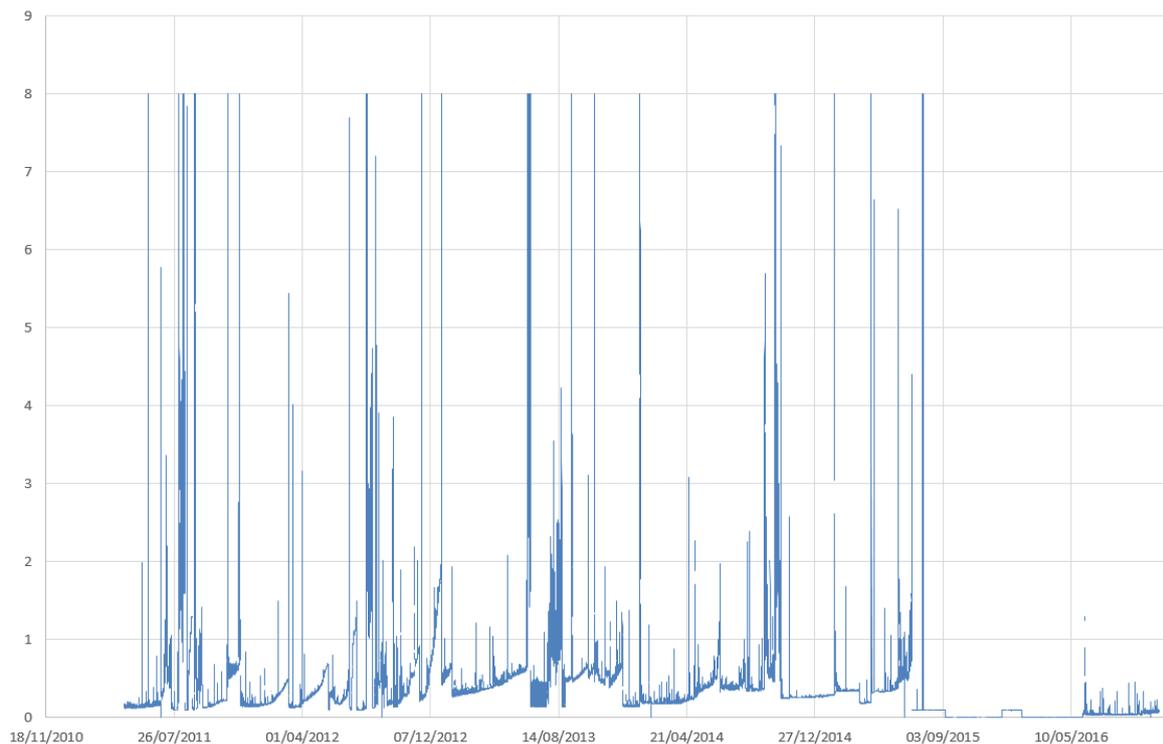


Figure 54 : évolution de la Turbidité sur les ouvrages profonds du SIAE (Véolia)

Le suivi en continu de la turbidité sur les ouvrages captant l'aquifère calcaire d'Entraigues du SIAE (pas de temps de mesure de 15 min) indique le dépassement ponctuel de la limite de qualité entre 5 et 10 fois par an.

Généralement la durée des pollutions d'eau turbides est limitée à quelques heures et coïncide avec des événements pluvieux intenses sur le secteur.

Dans ces conditions, les pompages sont arrêtés le temps de la pollution.

3.2.2 Paramètre Conductivité

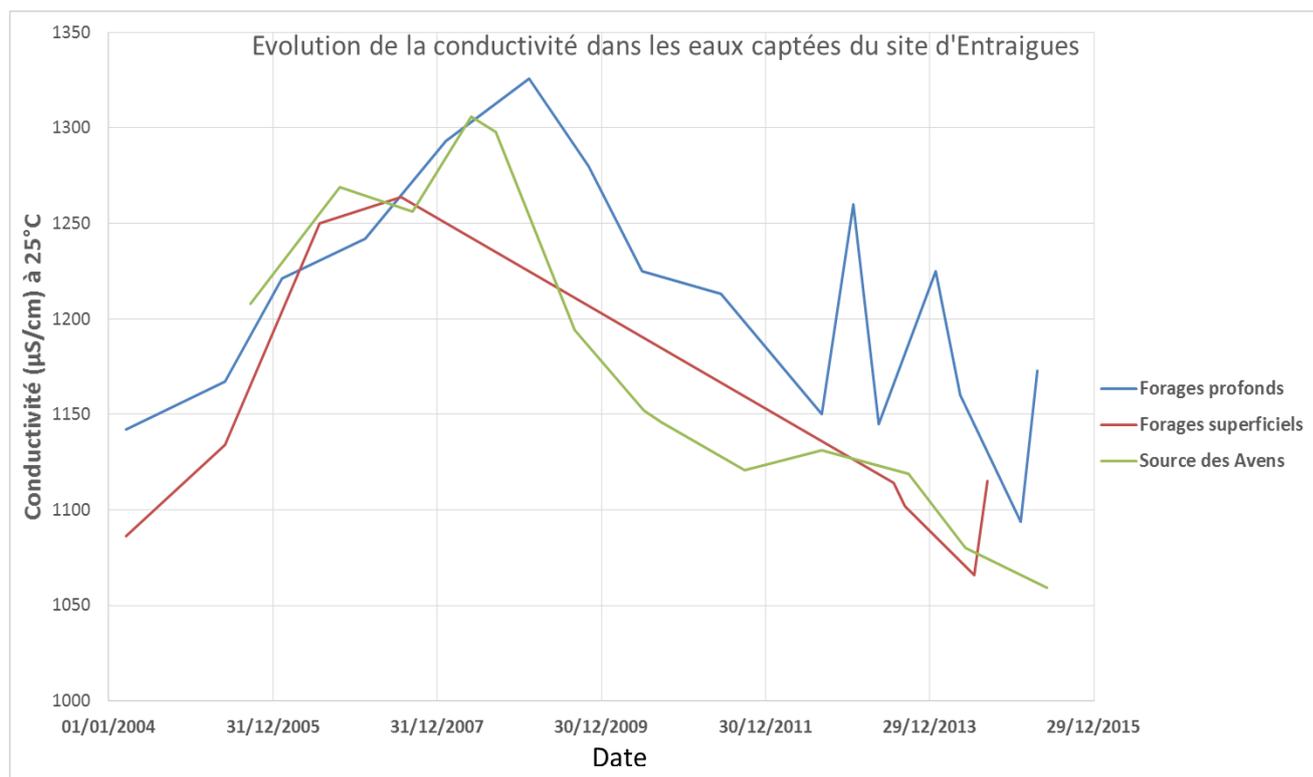


Figure 55: Evolution de la conductivité dans les ouvrages du site d'Entraigues ((Données du suivi sanitaire de l'ARS)

Le graphique montre que les eaux captées sont en quasi-permanence au-dessus du seuil de qualité de 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, notamment les eaux contenues dans l'aquifère calcaire karstique.

Cet aspect ne représente toutefois pas de risque sanitaire significatif pour le consommateur.

Remarques :

Le paramètre chlorure a fait l'objet d'une attention particulière dans les années 2000 car sa concentration a augmenté de 101 mg/l en 2001 à 149 mg/l (limite de potabilité à 250 mg/l). Depuis cette période il est en régression.



3.3 Qualité des eaux superficielles

Une station de mesures de qualité de l'eau de l'Argens est située plus en amont au Nord-Ouest du site d'Entraigues, au lieu-dit les Mauniers, en amont du Pont d'Argens. Cette station porte la dénomination suivante : 06205090 Argens le Thoronet 3.

Point	Date prélevt	µS/cm	pH	°C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		Cond		Temp	Ca	Mg	Na	Cl	SO4	HCO3	NO3	K	Si	B	COD		
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	19/01/2010	287	6.62	4.17							4		7.747				1.1
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	17/03/2010	1167	8.45	9.83	108	22.4	77.3	125	96	320	4.3	3.7	6.096				0.8
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	18/05/2010	983	8.15	15.27							3.4		8.128				1.2
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	20/07/2010	1266	8.00	19.54							3.2		7.493				0.9
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	22/09/2010	1590	8.21	16.69	121	29.2	185	289	146	317	3.1	7.9	8.128				0.9
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	18/11/2010	1174	8.27	11.62							2.9		7.62				1.4
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	17/01/2011	1115	7.96	10.41							4.7		6.858				0.9
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	17/02/2011	509	8.33	9.32													
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	23/03/2011	891	8.21	11.93	93	20.9	53	85	72	326	3.5	2.8	7.366				1.3
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	20/04/2011	1049	8.18	14.32													
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	19/05/2011	1206	8.05	15.47							3.8		7.874				1.1
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	22/06/2011	1295	8.12	18.72													
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	18/07/2011	1964	8.02	18.64							3.7		8.89				0.9
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	16/08/2011	2125	8.10	19.73													
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	20/09/2011	2299	8.32	16.19	121	28.9	224	341	158	312	3.4	9.2	8.382				0.9
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	19/10/2011	1680	8.07	13.75													
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	17/11/2011	959	8.05	11.67							4.1		7.1				1.3
ARGENS A LE-THORONET 4 6300121	07/12/2011	1262	8.30	11.18													
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	10/08/2005	1849	8.2	20.5							0.1						1.1
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	27/09/2005	1978	8.1	16.6	125	32.7	241	380	168	306	2.3	8.9					0.9
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	08/12/2005	1160	8	7.8							4.6						2.1
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	21/03/2006	1312	8.4	11.8	105	25.1	125	201	120	297.1	3.5	5.5	2.5	50			1.3
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	16/05/2006	1690	8.15	17.2							2.9		4.4	50			1.3
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	18/07/2006	1871	8.15	23.1							3		6.8	50			1.4
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	21/09/2006	1632	8.35	19.6	194	37.6	184	293	147	293.4	3.7	8	4.3	50			1.6
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	14/11/2006	1942	8.3	11.3							2.4		4.2	50			1.1
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	21/02/2007			9.57													
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	21/03/2007	1674	8.3	9.9	114	29.4	181	292	149	298.3	1.7	7		50			1.3
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	15/05/2007	1577	8.1	16.9							2.7			100			1.7
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	18/07/2007	1868	8.1	21.54							1.1			50			1
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	19/09/2007	1856	8.1	18.31	129	31.8	254	370	185	284.9	0.6	8.4		50			1.4
ARGENS A LE-THORONET 3 6205090	21/11/2007	1831	8.15	8.98	127	31.1	202	330	168	316.6	2	7.9		50			1.6

Les analyses faites sur cette station indiquent un état écologique de l'Argens « moyen » depuis 2013 et un « Bon état » chimique depuis 2012.

Stations de mesures de la qualité			Etat écologique						Etat chimique					
Code et nom station	Masse d'eau	Prog. surv.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
06300121 ARGENS A LE-THORONET 4	FRDR108	Oui	MED	MED	MED	MOY	MOY	MOY	MAUV	MAUV	BE	BE	BE	BE

L'état écologique résulte d'une appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associées à cette masse d'eau. Il est déterminé à l'aide d'éléments de qualité : biologique (espèces végétales et animales), hydro morphologiques et physico-chimiques appréciés par des indicateurs (indice invertébrés ou poissons par exemple).

L'état chimique se caractérise sur le respect des normes de qualité environnementale (NQE) par le biais de valeurs seuils.



3.4 Filière de traitement

Les eaux prélevées et distribuées doivent répondre aux conditions exigées par la norme de potabilité en vigueur définie par l'arrêté du 11 janvier 2007.

L'eau des champs captant fait l'objet d'un traitement préventif au chlore gazeux sur le site de captage d'Entraigues avant sa mise en distribution.

Le temps de contact avec le chlore doit être de 20 minutes avant sa distribution. Le taux de chlore résiduel recommandé doit être compris entre 0.20 et 0.50 mg/l après traitement et en sortie des réservoirs de stockage mais ne doit pas excéder 0.10 mg/l de distribution.

La qualité de l'eau est surveillée par un double contrôle. Les analyses sont effectuées sur l'eau traitée et sur l'eau distribuée.

3.5 Moyens de suivi et de surveillance

Chaque forage profond est équipé d'un débitmètre en sortie depuis 2014 et d'une sonde de mesure de niveau d'eau en continu.

Une sonde de mesure en continu de la turbidité à un pas de temps de 15 min est installé dans le réservoir d'Entraigues.



4

Caractérisation des ressources en eaux concernées : description de l'aquifère et de son fonctionnement

4.1 Généralités

La description du fonctionnement hydrogéologique de la ressource d'Entraigues a fait l'objet d'un gros travail du BRGM au travers de son étude « Amélioration de la compréhension du fonctionnement hydrogéologique du secteur de la source d'Entraigues » réf. RP-65200-FR de décembre 2015.

Nous en reprenons ici les principaux résultats complétés par notre approche hydrogéologique qui permettront de caractériser l'aquifère et son fonctionnement.

4.2 Contexte géologique d'ensemble

La zone du captage d'Entraigues appartient à la **couverture Permo-Trias** qui jouxte les massifs cristallins des Maures et de l'Estérel comme l'illustre la Figure 56.



Figure 56 : carte des grandes structures géologiques du Var (Etude BRGM, 2015)

Il s'agit de **formations essentiellement sédimentaires** constituées :

- D'une partie permienne au Sud-Est qui constitue une dépression de Toulon à Fréjus au droit de laquelle transite l'ensemble des réseaux de communication du secteur (route, auto-route, voie de chemin de fer, ...). Ces formations sont majoritairement schisteuses et gréseuses, de nature plutôt imperméable.
- Une partie d'Age Trias qui repose sur le Permien (dénommé escarpement Triasique) et qui forme le squelette des massifs collinaires situés au Nord-Ouest, majoritairement calcaires et dolomitiques fortement faillés voir karstifiés.

Plus au Nord-Ouest et jusqu'au Verdon les termes du Trias s'annoient sous les termes argilo-gypseux du Keuper et les calcaires et dolomies du jurassique (massif du Haut Var).

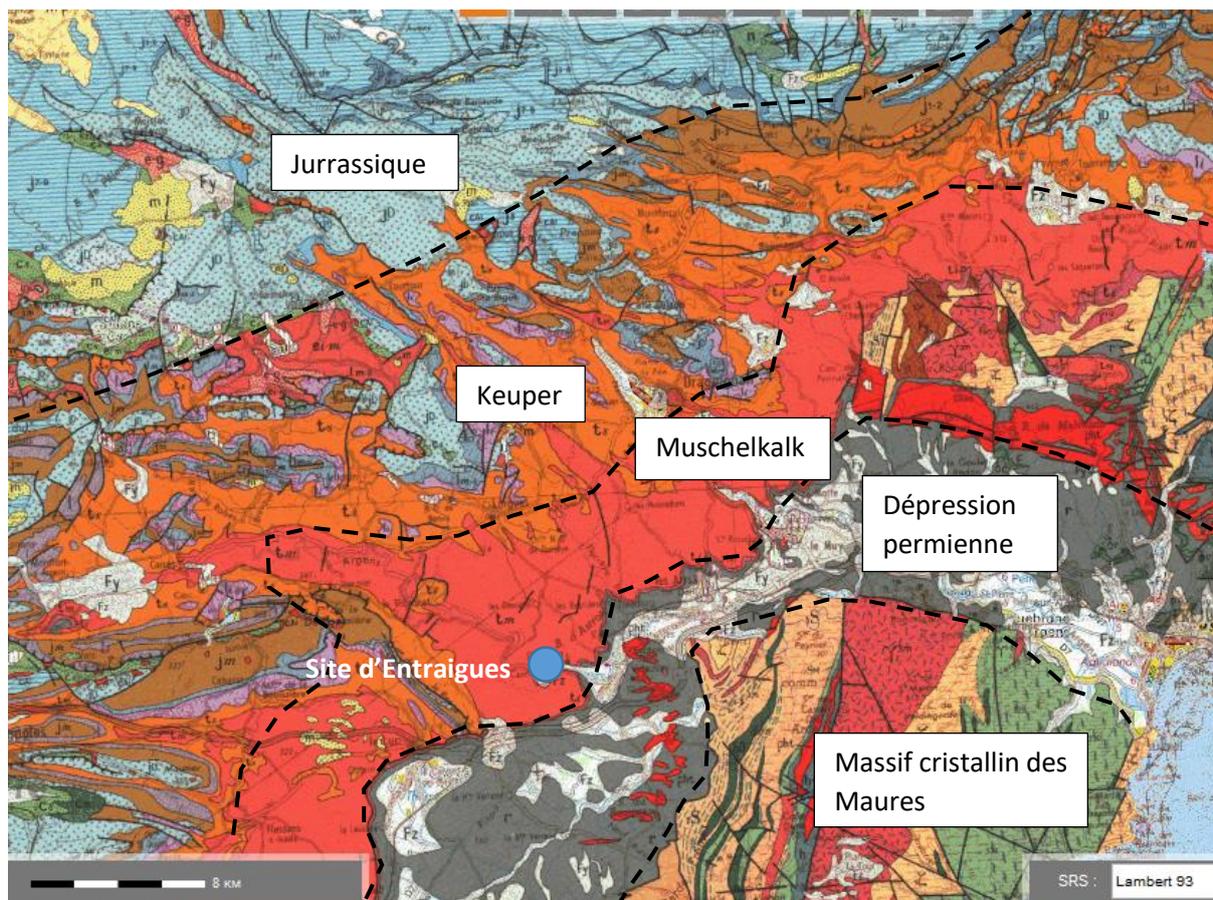


Figure 57 : extrait de la carte géologique au 1 / 250 000° (www.infoterre.brgm.fr)

Dans le secteur, le substratum est constitué par les formations du Muschelkalk (Trias Moyen) qui se déclinent sur le site en 3 horizons géologiques :

- Des dolomies grises (Muschelkalk inférieur) symbolisées t2a de 100 m d'épaisseur à l'affleurement
- Des calcaires gris fumés alternant avec des marno-calcaires dolomitiques jaunes ou gris et quelques lits de marnes jaunes, symbolisé t2b (épaisseur 50 à 60 m)
- Des dolomies grises bien stratifiées avec quelques bancs de marnes verdâtres (Muschelkalk supérieur) symbolisé t2c (épaisseur inconnue)

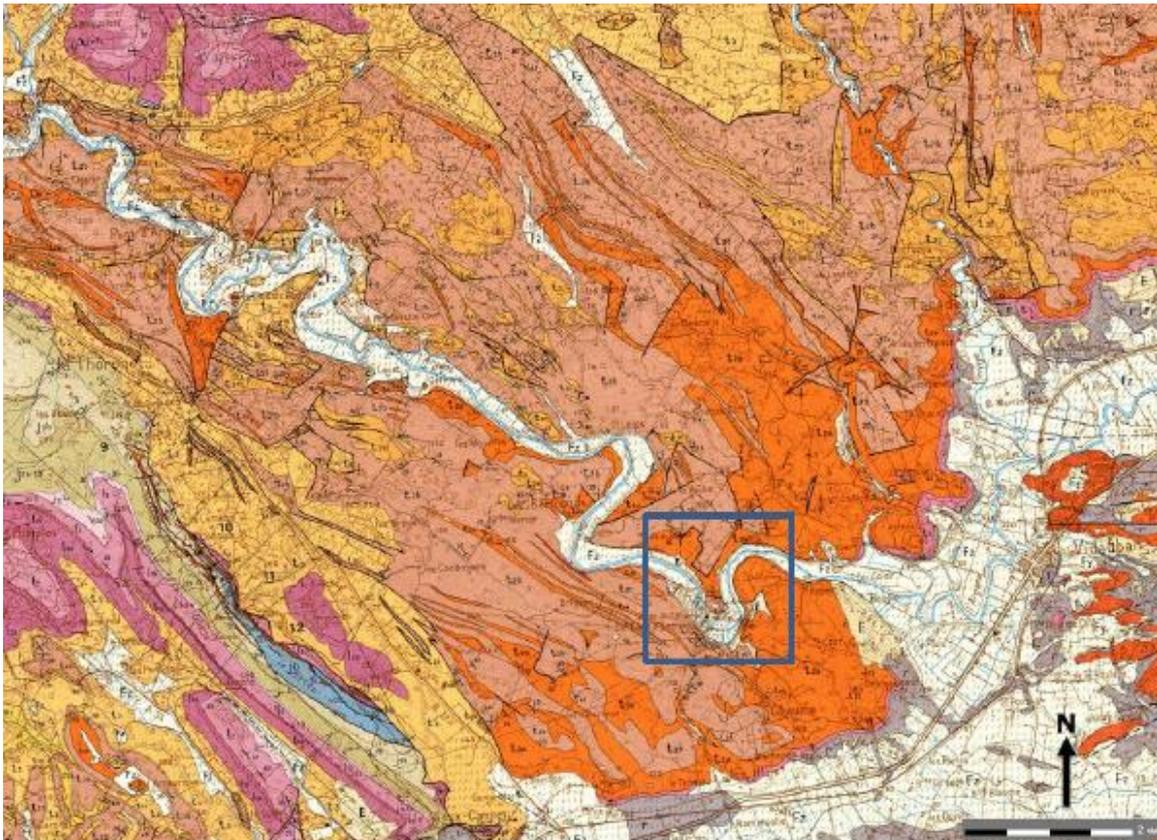


Figure 58 : extrait de la carte géologique de Draguignan au 1 / 50 000 ° (étude BRGM, 2015)

D'une façon générale, les formations du Muschelkalk apparaissent intensément faillées et karstifiées avec une dynamique tectonique complexe.

Le Muschelkalk présente des directions principales de plissement NO / SE qui créent une succession d'anticlinaux et de synclinaux étroits, localement compartimentés par des lignes de fractures perpendiculaires (orientation générale NE / SO).

Le tracé de l'Argens reflète probablement ces grandes lignes structurales avec une orientation générale d'axe NO / SE qui présente localement des virages à 90°.

De façon plus détaillée, les horizons constituant le Muschelkalk présentent des discontinuités de direction et le passage des calcaires aux dolomies est régi par une tectonique cassante, avec des accidents sub-verticaux.

L'étude des affleurements dans le secteur de Pont d'Argens (à environ 7 km au Nord-Ouest) montrent une transition brutale entre une zone de pendage subvertical au NO à subhorizontal au SE.

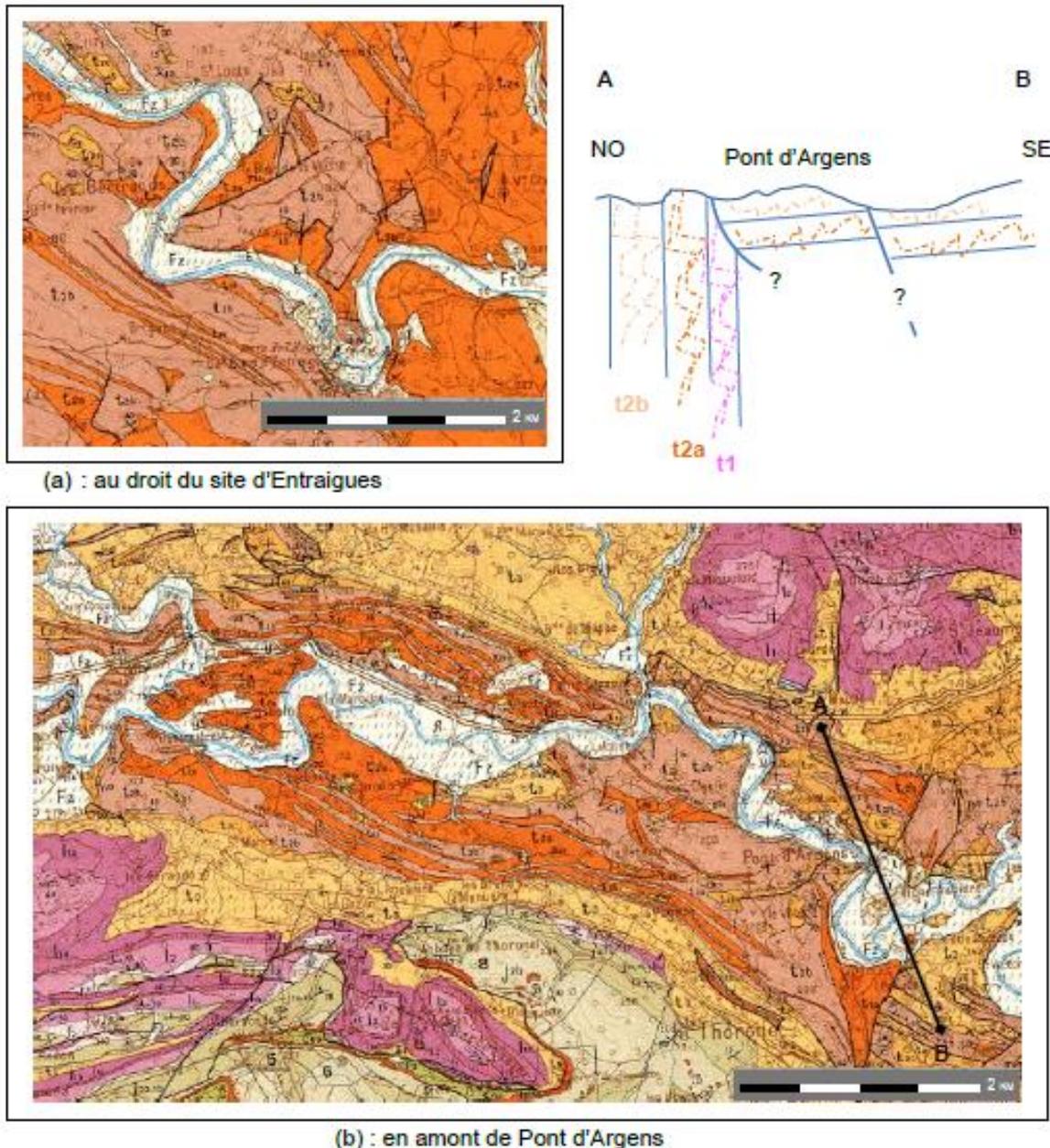


Figure 59 : schématisation géologique au niveau de Pont d'Argens à environ 7 km au Nord-Ouest (Etude BRGM, 2015)

L'épaisseur de la formation du Muschelkalk reste malconnue (200 m est une donnée avancée en 1971 dans les anciennes études du BRGM) du fait de l'absence de forages profonds aux abords de la zone.

En partie supérieure des horizons du Muschelkalk se trouve un niveau marno-calcaire épais de 5 à 30 m et peu fracturé d'après les résultats de forage réalisés sur la zone et localement un niveau de sables et de cailloutis, visible dans le lit de l'Argens sous forme de conglomérats, qui correspond probablement à un ancien lit de l'Argens.

Les horizons calcaires du Muschelkalk sont recouverts sur le site du champ captant par des tufs qui constituent des édifices rocheux poreux et friables accumulés au droit d'émergences d'origine calcaires.

En effet, les eaux des sources issues des massifs calcaires et dolomitiques sont fortement chargées en carbonates et lorsqu'elles atteignent l'air libre elles passent d'un état anaérobie à un état aérobie qui a pour effet de modifier leur équilibre calco-carboniques par dégazage du CO₂ équilibrant.

Ce phénomène entraîne la précipitation du carbonate de calcium qui se fixe sur des supports végétaux, principalement des mousses, conduisant à une caractéristique poreuse de la roche.

Sur le site ces tufs sont épais de 15 à 17 m (cf. coupe géologique des forages) et il semble que les divagations de l'Argens aient entraîné leur érosion à tel point que la rivière traverse désormais le massif de tuf en créant des arches ou pont naturels que l'on emprunte encore actuellement pour accéder aux installations de captage.

Il est très probable qu'anciennement l'Argens ait été souterrain sur cinquante mètres environ. Désormais l'édifice rocheux semble effondré en de nombreux points comme en témoignent les blocs présents au fond de la rivière, malmenés par l'Argens.



Figure 60 : Arche de tuf qui constitue l'accès aux installations de captage (ICEA 02/09/2016)



Figure 61 : Edifice rocheux de tufs (ICEA 02/09/2016)

A cet égard la commune de Vidauban a d'ailleurs conforté l'arche naturelle pour sécuriser l'accès aux installations de captage.

D'après les informations transmises, une colonie de chiroptères occupe l'arche.

Au droit du site d'Entraigues, les horizons géologiques se répartissent selon la coupe géologique suivante :

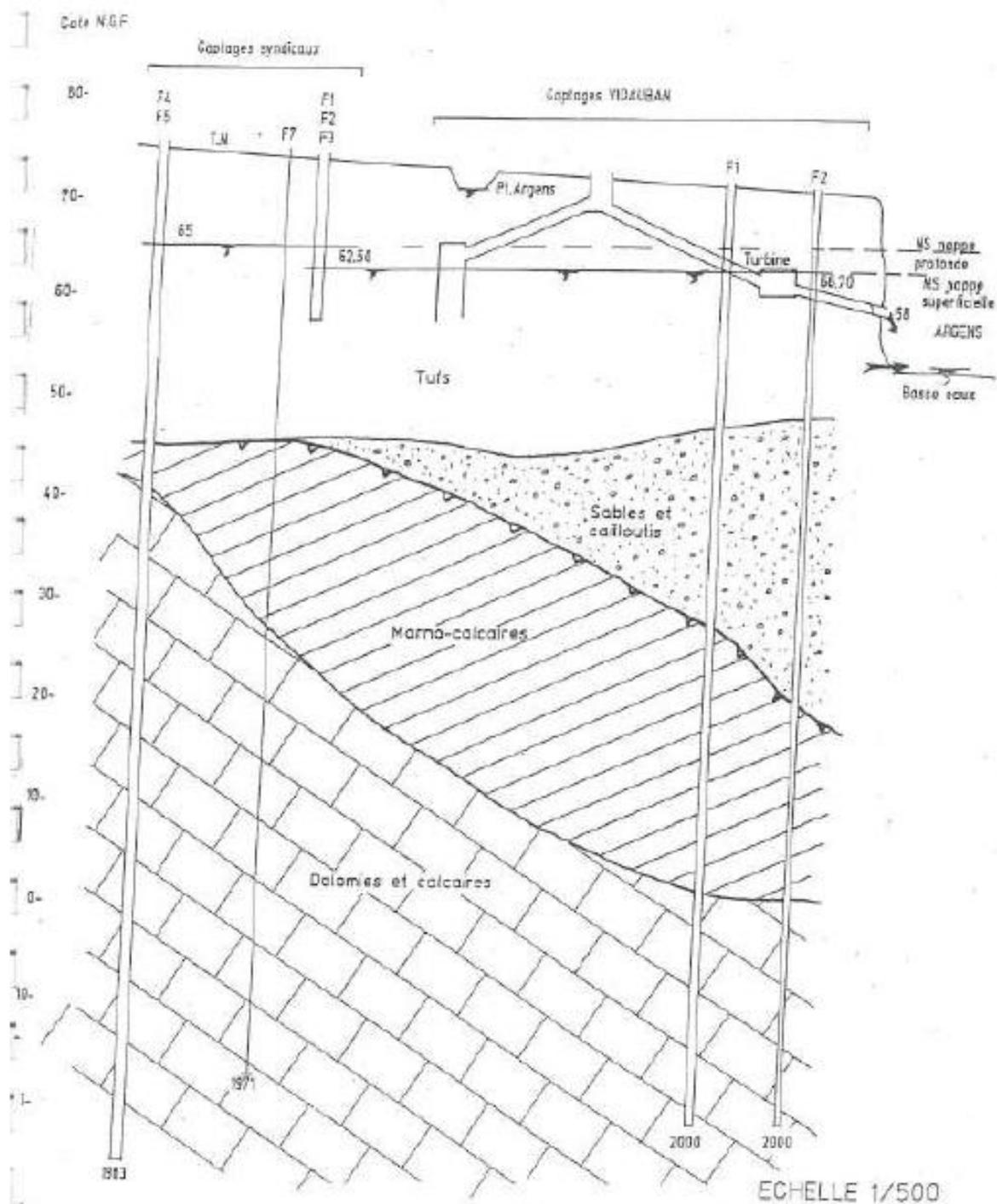


Figure 62 : Coupe géologique interprétative au droit des champs captant d'Entraigues (Etude BRGM, 2015)

4.3 Description et caractérisation des réservoirs aquifères / fonctionnement hydrogéologique

4.3.1 Contexte hydrogéologique général

Les calcaires du Muschelkalk constituent un réservoir hydrogéologique relativement épais dont le mur étanche composé des horizons schisteux du Permien n'a pas été rencontré lors des travaux de forage profonds de -100 m.

Intensément faillé et fracturé, il constitue un aquifère de type karstique qui émergeait naturellement sur le site d'Entraigues et occulté petit à petit probablement au cours de l'époque Quaternaire par un important massif de Tufs dans un rayon d'une centaine de mètres autour du site d'Entraigues.

La nouvelle émergence des Tufs a fait l'objet de travaux de captage dès le 19^e siècle (source des Avens).

Le site d'Entraigues présente donc deux réservoirs hydrogéologiques superposés de caractéristiques distinctes et en relation hydraulique plus ou moins directe.

Sur le site d'Entraigues, un niveau de marne plus ou moins épais compartimente localement ces deux aquifères.

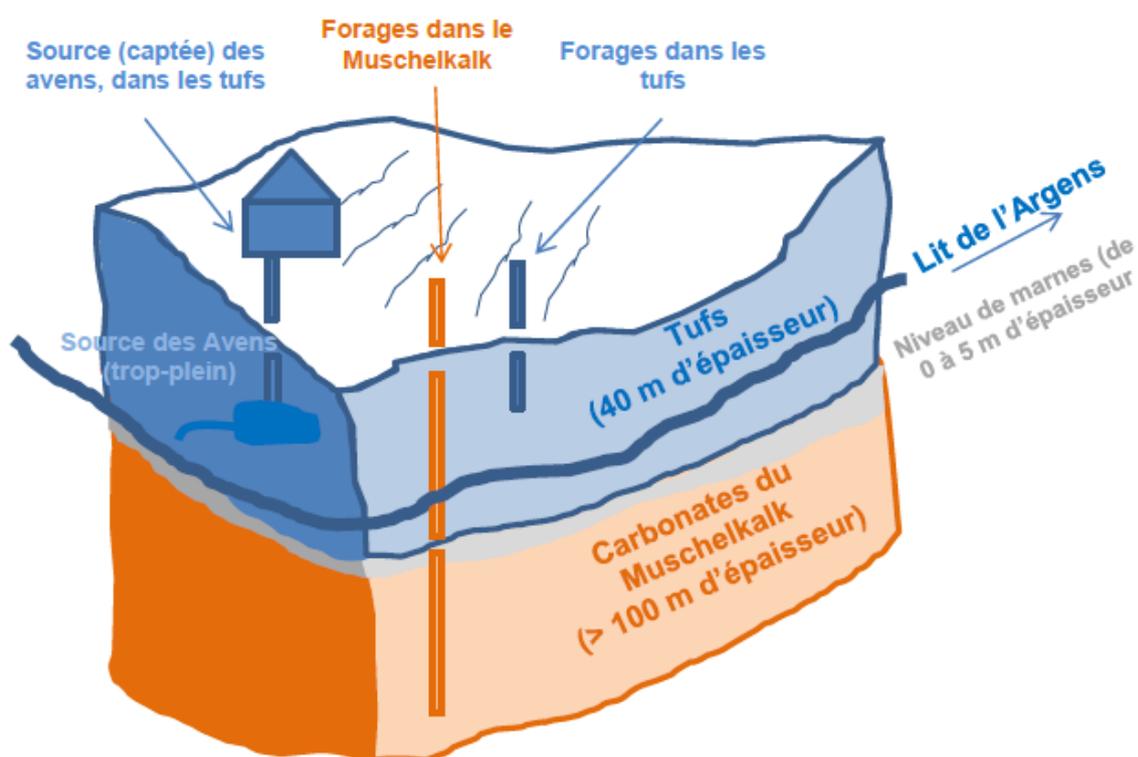


Figure 63 : Superposition des aquifères au droit du site d'Entraigues (BRGM, 2015)

Le niveau piézométrique des ouvrages captant le Muschelkalk et celui captant les tufs se situe vers -8 à -10 m environ. Le niveau piézométrique dans les tufs est légèrement plus bas que celui des calcaires témoignant d'une drainance verticale ascendante.

Les amplitudes piézométriques du Muschelkalk entre les périodes de hautes eaux et de basses eaux sont de 6 m environ.

Les amplitudes dans les Tufs sont nettement plus faibles, de l'ordre de 0,6 m.

Malgré la couche marneuse qui compartimente localement les réservoirs du Muschelkalk et celui des tufs, **il existe des relations hydrauliques entre ces deux hydrosystèmes**, notamment au niveau de la source des Avens qui draine d'aquifère du Muschelkalk localement en charge et émerge à travers le tuf calcaire.

3 émergences existent sur le site :

- La source des Avens
- Une source au pied du barrage construit sur les Tufs
- Une source dans la grotte des avens

Ces trois sources ont une origine commune (Conductivité de 1023 à 1111 $\mu\text{S}/\text{cm}$) alors que l'Argens est à 1443 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.3.2 Fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère au droit du site d'Entraigues

Le fonctionnement hydrogéologique a été précisé par un essai de pompage réalisé par le BRGM en 2014, avec :

- De mai à aout 2014 des essais de puits sur chaque ouvrage selon les modalités suivantes

<i>Forages</i>	<i>débit (m³/h)</i>	<i>C (m⁻⁵s²)</i>	<i>B (m³s)</i>
SIAE F4 19/08/2014	395; 429; 457; 478	484	13
SIAE F5 25/08/2014	471; 537; 578; 615	78	4
SIAE F6 26/07/2008	316; 448; 628; 621	182	11
SIAE F6 03/06/2014	203; 381; 475; 578	141	16
Vidauban V1 20/04/2000	130; 341; 400; 500	227	8
Vidauban V1 22/05/2014	152; 199; 251; 289	919	15
Vidauban Source des Avens 04/06/2014	97; 123; 140; 154	8	0.4

Figure 64 : Modalités et résultats des essais par paliers de débits (BRGM, 2015)

- En novembre 2014, un essai de nappe réalisé avec un pompage multipuits, à un débit de pompage le plus élevé possible totalisant 1700 m³/h (474 l/s) selon les modalités suivantes

<i>Forages</i>	<i>Formation captée</i>	<i>type d'observation</i>	<i>débit (m3/h)</i>
Vidauban V1	Muschelkalk	Puits	375
SIAE F4	Muschelkalk	puits mais a servi de piézomètre	non-pompé
SIAE F5	Muschelkalk	Puits	606
SIAE F6	Muschelkalk	Puits	570
Vidauban Source des Avens	Tufs	Puits	154
SIAE F3	Tufs	piézo	-
SIAE P8	Tufs	piézo	-
Vidauban V2	Muschelkalk	piézo	-
Vidauban V3	Muschelkalk	piézo	-

Figure 65 : Débit pompé dans les ouvrages du site d'Entraigues pendant l'essai de nappe de 2014

Les résultats des essais par paliers montrent que d'une façon générale, **les coefficients de perte de charge linéaires sont faibles** traduisant la très bonne perméabilité de l'aquifère du Muschelkalk.

En revanche, les **coefficients de pertes de charge quadratiques sont variables** suivants les ouvrages traduisant leur plus ou moins bonne productivité. Par exemple pour le forage V1 de Vidauban, l'essai indique une forte baisse de la productivité de l'ouvrage (estimée à 75 %) depuis les essais initiaux.

Pour les tufs, le rabattement non significatif occasionné par pompage (quelques centimètres tout au plus) sur les ouvrages n'ont pas permis de définir le comportement aquifère / ouvrage.

L'essai de pompage longue durée a permis de montrer :

- Une **connexion hydraulique entre les Tufs et l'Argens** probablement située au niveau du barrage (l'aval du barrage étant en net contrebas du niveau piézométrique dans les tufs)
- Une **connexion hydraulique entre les tufs et les calcaires fracturés du Muschelkalk**

Les paramètres hydrodynamiques calculés pour le Muschelkalk sont de $T = 0,15 \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 5,5 \cdot 10^{-3}$, indiquant le caractère captif de la nappe.

Les paramètres hydrodynamiques des Tufs sont de $T = 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 0,35$, typique d'un aquifère libre.

Entre les deux aquifères réside un niveau marno-calcaire dont la perméabilité a été estimée à $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$. Ce niveau n'a toutefois pas de continuité horizontale établie et ne permet donc pas de compartimenter les deux aquifères.

Au moment de l'essai, l'impact sur le cours d'eau a été estimé entre 13 et 15 m³/h à l'aide d'une méthode par modèle mathématique, imperceptible sur le débit de 2 m³/s de l'Argens au moment de l'essai.

Des simulations d'exploitation ont été établies en conditions pessimistes (absence de recharge par les précipitations durant 1 année). Ces simulations conduisent à 2 scénarios possibles d'exploitations :

- **Scénario 1 : débit moyen annuel de 250 l/s pour le SIAE et 111 l/s pour Vidauban (24h/24, 7j/7)**

- Scénario 2 : débit moyen de 208 l/s pour SIAE et 90 l/s pour Vidauban avec un débit de prélèvement plus important de 30 % en période de pointe estivale (juin à aout).

Dans les 2 cas, le forage F6 est exploité en priorité à son débit maximum et en continu (153 l/s, 24h/24, 7j/7) et la source des Avens est exploitée en continu à 34,5 l/s.

Dans ces conditions, les rabattements maximums ne sont jamais atteints.

L'impact des pompages dans le Muschelkalk sur l'Argens dans ces conditions d'exploitations a été estimé à partir du modèle de Hunt. Il est de 60 à 70 m³/h (15 à 20 l/s), soit 6 à 7 % du débit total pompé quel que soit le scénario considéré.

Les données historiques dont le BRGM dispose sur l'Argens montrent une valeur minimale de l'Argens au niveau de la source de l'ordre de 400 l/s.

L'impact maximal des pompages dans le Muschelkalk sur le débit de l'Argens serait donc de 11 % de son débit dans des conditions extrêmes.

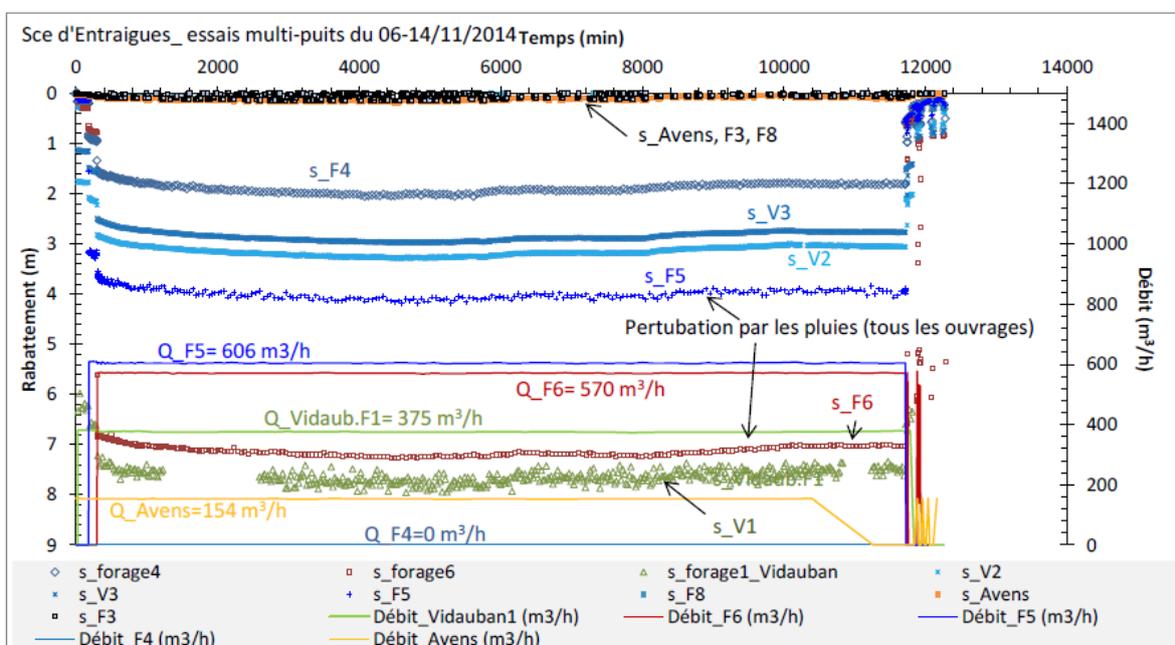


Figure 66 : Evolution des débits et des rabattement dans les calcaires du Muschelkalk (F4, F5, F6, V1; V2, V3) et dans les tufs (source des Avens, F3 et F8), au cours de l'essai multi puits, pompage dans F4, F6, V1 et source des Avens

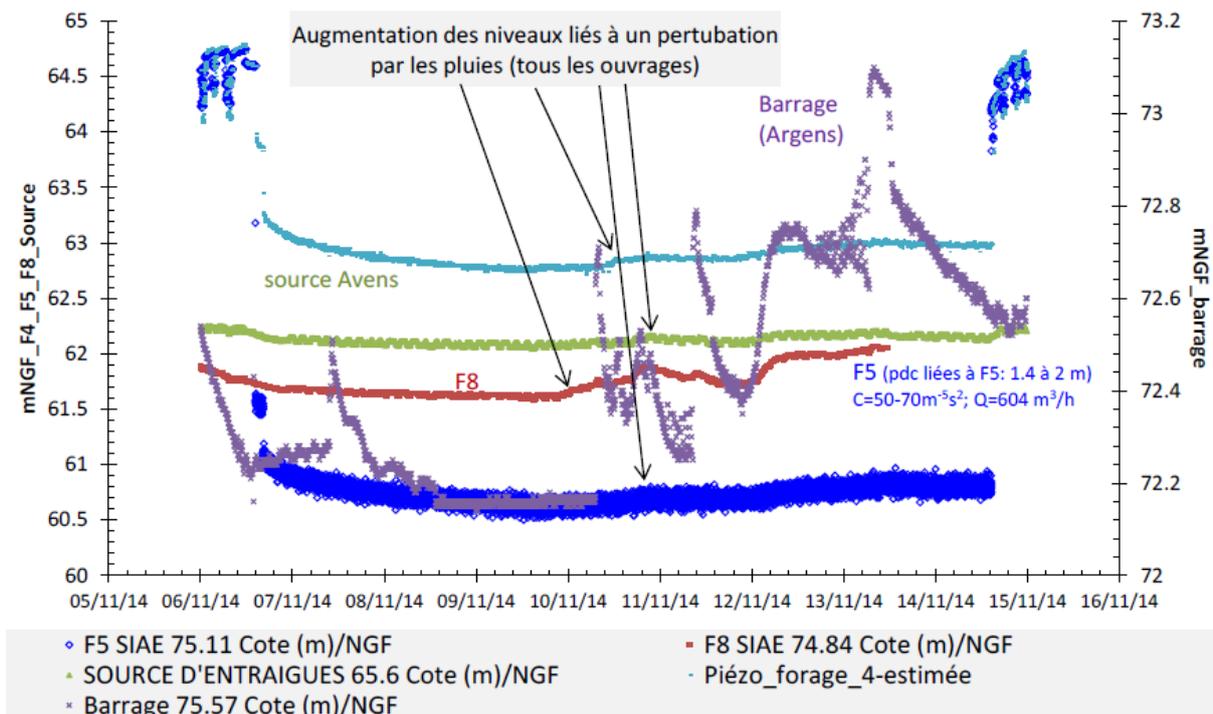


Figure 67 : Mise en évidence des relations Argens / Tufts lors d'un événement pluvieux durant l'essai (BRGM, 2015)

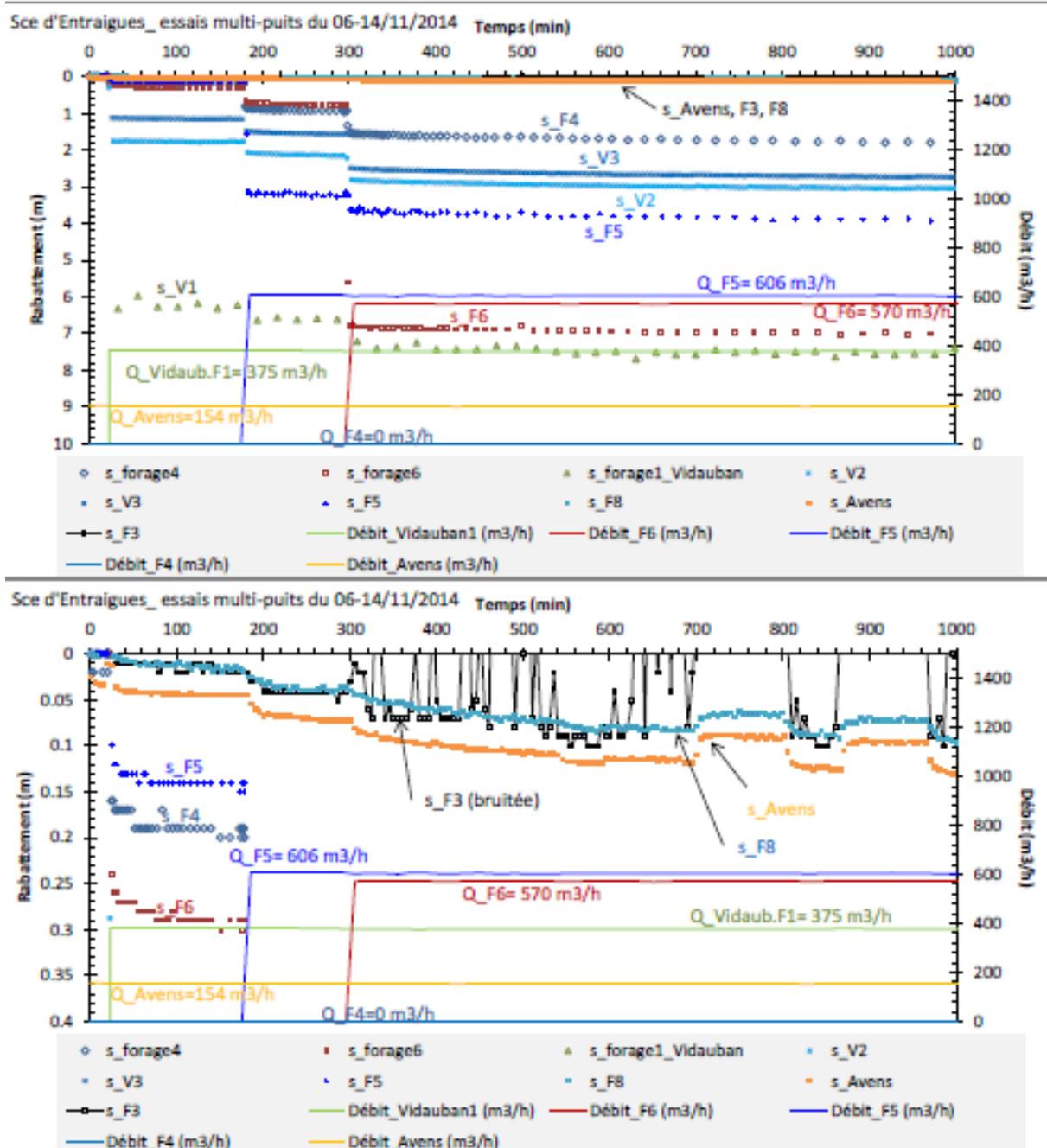


Figure 68 : Evolution des débits et des rabattements dans les calcaires du Muschelkalk et les tufs durant la première journée de pompage (BRGM, 2015)

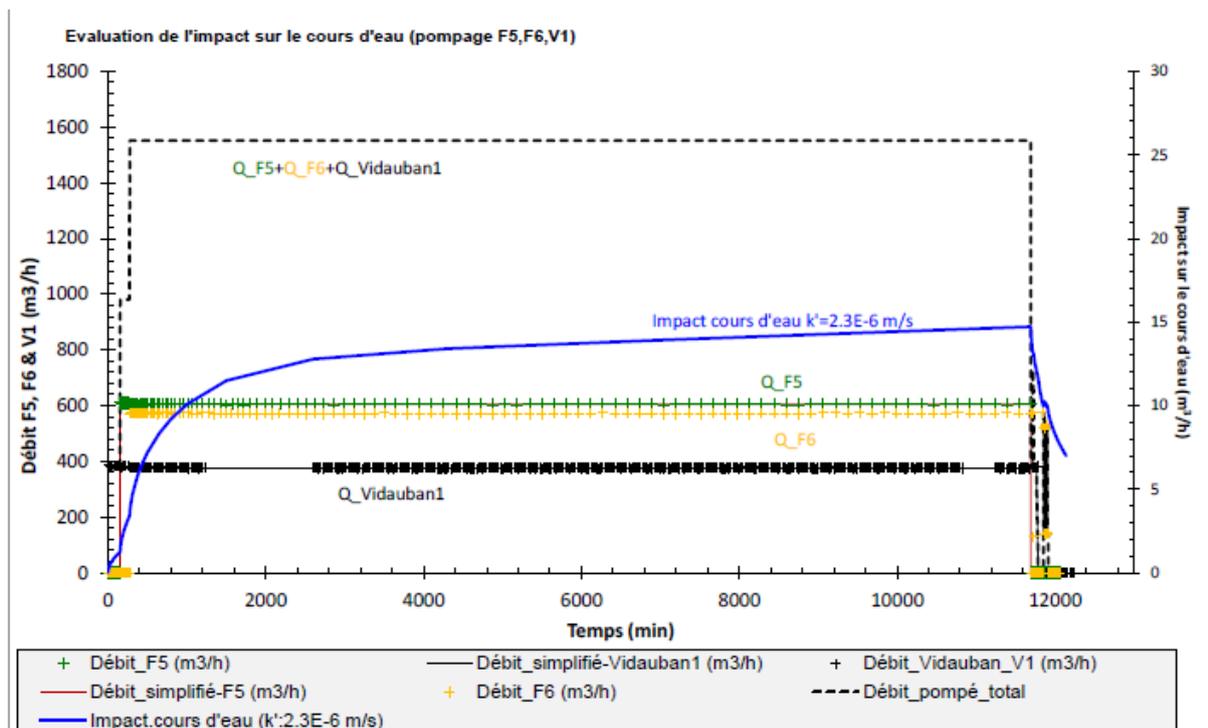


Figure 69 : Evaluation de l'impact de l'essai sur l'Argens - modèle de Hunt (BRGM, 2015)

4.3.3 Bilan hydrostatique et hydrogéochimique

Le fonctionnement global de l'aquifère du Muschelkalk a été étudié par le BRGM pour mieux apprécier le contexte d'émergence du site d'Entraigues et l'origine des eaux.

Ainsi, une modélisation des résultats hydrogéochimiques obtenus au droit de différents ouvrages de prélèvement AEP du Muschelkalk dans les masses d'eau 571AE02 et A573AA00, corrélée au fonctionnement hydrostatique de l'aquifère (réponse piézométrique aux événements pluvieux) a été entreprise par le BRGM.

Les données montrent à l'aide d'une modélisation GARDIENA que l'augmentation des teneurs en chlorures dans les eaux souterraines est bien corrélée à une période de recharge déficitaire par rapport à la moyenne (période 2004-2008). A l'inverse, la diminution des teneurs en chlorures qui est observée à partir de 2008 est bien corrélée à une période de recharge excédentaire par rapport à la moyenne.

Les eaux du site d'Entraigues présentent un faciès bicarbonaté calcique et magnésien à tendance chloruré et sulfaté calcique et magnésien selon la classification de Piper.

Les eaux de l'Argens sont chlorurées sodiques et potassiques.

Les eaux du Muschelkalk sont plus minéralisées en Sodium et Chlorure que les eaux des tufs

Elles ont été comparées aux données de qualité de l'Argens disponibles à la station du Thoronet.

L'approche géochimique et fonctionnelle de l'aquifère du Muschelkalk montre qu'il constitue un système karstique binaire alimenté à la fois par les pluies efficaces sur son bassin d'alimentation et par des pertes de l'Argens (cf paragraphe 4.4)



4.4 Relations hydrauliques entre l'Argens et le réservoir du Muschelkalk

Les possibles échanges hydraulique entre l'Argens et le réservoir du Muschelkalk ont été appréhendés par le BRGM.

Outre l'exutoire naturel du réservoir hydrogéologique représenté par la source des Avens du site d'Entraigues, aucune méthode d'analyse n'a mis clairement en évidence un transfert de masse rapide de l'Argens vers le réservoir dans l'environnement du champ captant.

Toutefois, la **corrélation de plusieurs indices permet d'émettre des hypothèses réalistes d'alimentation de l'aquifère par l'Argens depuis une zone des méandres de la Vignaubière** situé à environ 6 km au Nord-Ouest :

- La **transition d'un pendage subvertical** des horizons du Muschelkalk à un **pendage horizontal** à subhorizontal
- La cinématique du marqueur géochimique chlorures étudié en différents points du réservoir et de l'Argens pour différentes conditions de recharge
- Le profil en long de l'Argens qui met en évidence **les zones propices à une infiltration d'eau de surface**
- Le bilan quantitatif de l'Argens entre les stations de mesure de Carcès et des Arcs, complété par deux jaugeages réalisés sur ce tracé par le BRGM, mettant en évidence **une zone de perte de quelques centaines de litres/seconde vers la zone de la Vignaubière**
- Le **bilan hydrique du Bassin d'Alimentation présumé du champ captant équilibré en considérant un apport des eaux de surface de l'Argens.**

La part d'alimentation de l'Argens serait constante dans le temps.

Ces éléments sont notamment schématisés sur le profil en long suivant de l'Argens :

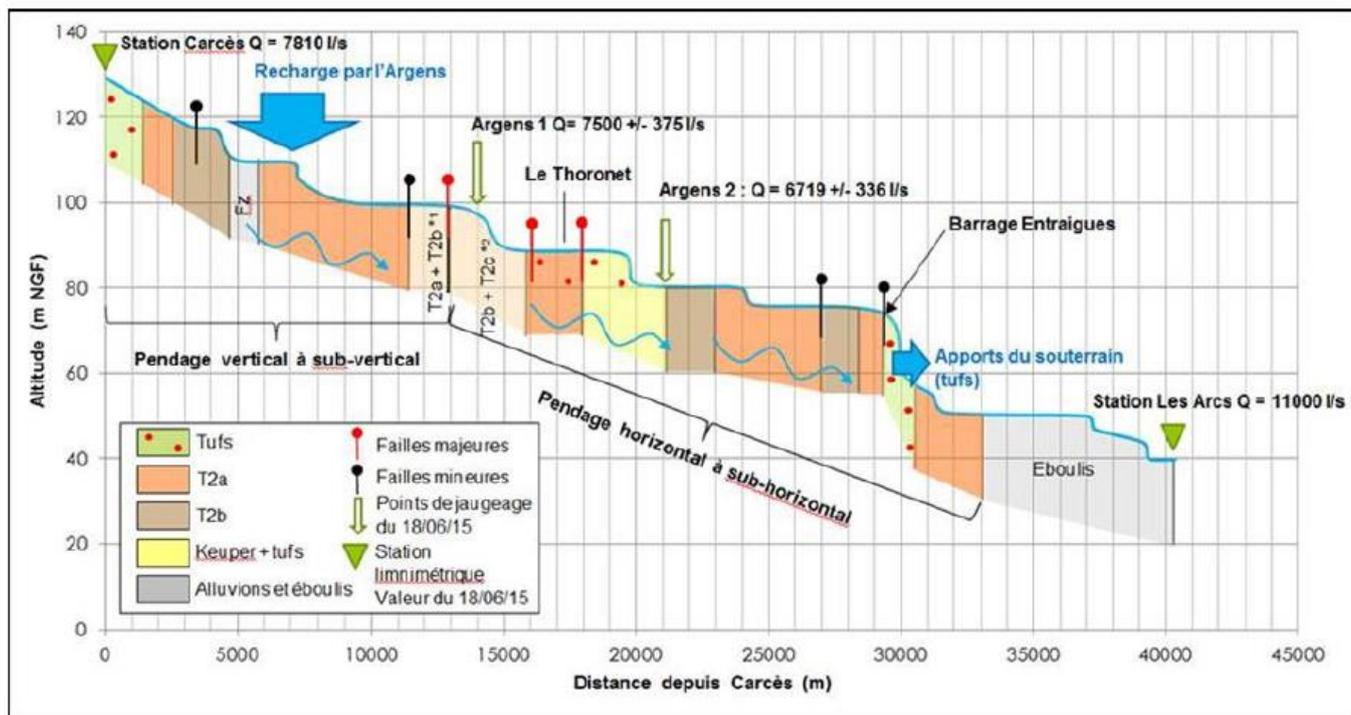


Figure 70 : Profils en long de l'Argens entre Carcès et Les Arcs mettant en évidence les échanges surface / souterrain supposés avec le Muschelkalk et la géologie à l'affleurement (BRGM, 2015)

4.5 Vulnérabilité de la ressource

La ressource captée sur le site d'Entraigues présente une vulnérabilité élevée du fait notamment :

- Du caractère affleurant ou subaffluent des formations aquifères dans le bassin d'alimentation de captage (épaisseur limitée de couche protectrice de surface)
- Du caractère karstique de la ressource
- D'une alimentation de l'aquifère par des zones de pertes de l'Argens

Ces éléments indiquent des risques de migration rapide en milieu non saturé et des temps de transfert potentiellement très faible en milieu saturé qui peuvent conduire à des risques de migration rapide d'aléas de surface vers le site de captage.



5

Inventaire des sources de pollution potentielles dans la zone d'étude

5.1 Délimitation du Bassin d'Alimentation de captage du champ captant et carte de vulnérabilité

La délimitation du bassin d'alimentation de Captage du site de captage d'Entraigues a fait l'objet d'un travail du BRGM en 2015 dont nous synthétisons ci-après les résultats.

Le BRGM a considéré les réservoirs hydrogéologiques des calcaires du Muschelkalk et du tuf calcaire comme une seule entité aquifère drainée par la source des Avens et les différents forages du site de captage.

5.1.1 Définition de la PNAC

Ce tracé de PNAC correspond :

- Aux affleurements du Muschelkalk calcaire.
- Aux bassins versants connexes existant en rive droite comme en rive gauche de l'Argens et au droit desquels des pertes par infiltration ont été mises en évidence par le passé ou sont suspectées.

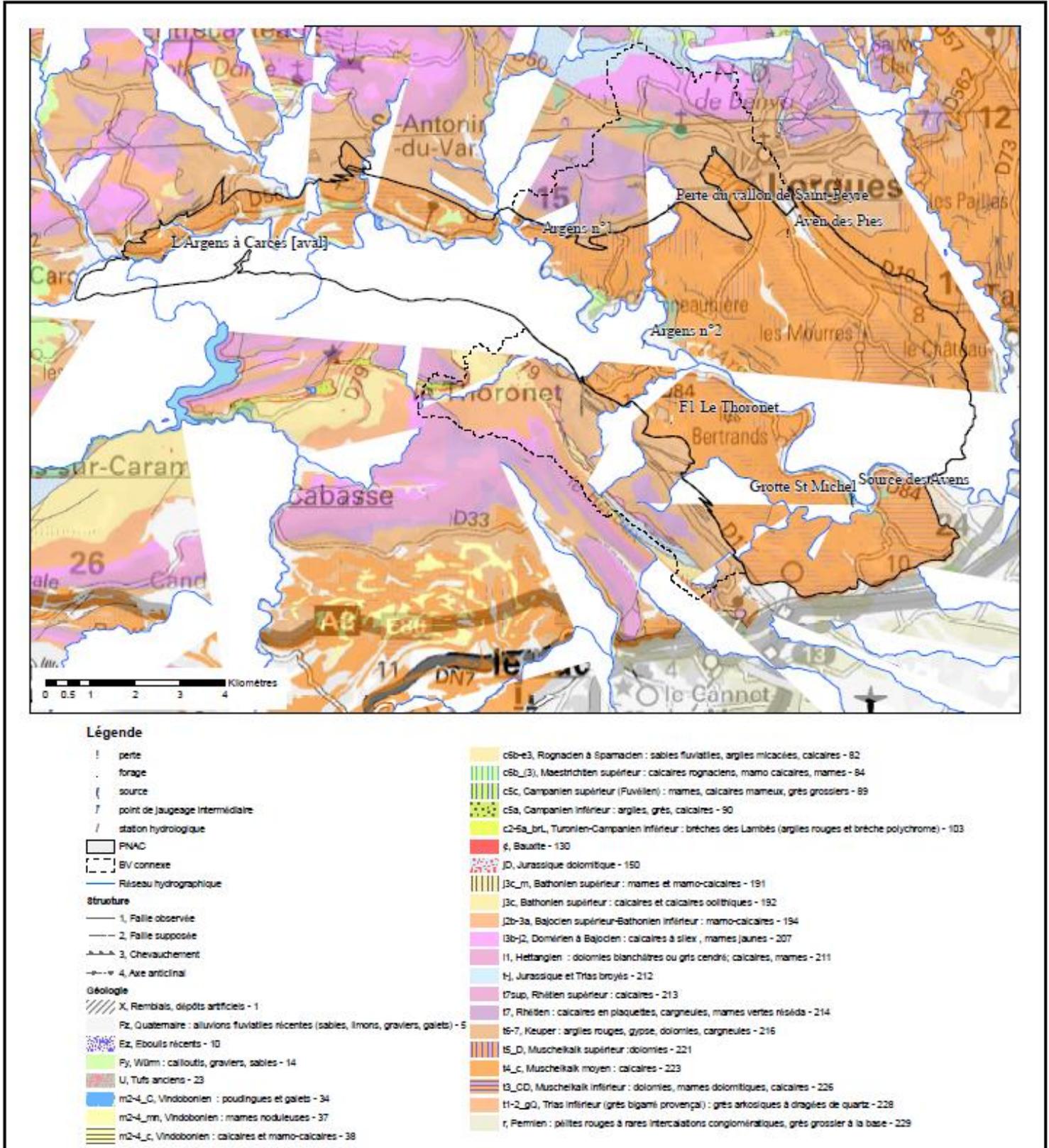


Figure 71 : tracé de la PNAC et contour des bassins versants connexes du système karstique des sources d'Entraigues (BRGM, 2015)

5.1.2 Bilan hydrique de la ressource captée

La pluie efficace moyenne sur la période 1959 – 2013 a été estimée à 376 mm (Etude BRGM, 2015). En tenant compte d'un débit de la source des Avens de 1 m³/s (33 millions de m³/an) et du prélèvement actuel de 3,5 millions de m³/an sur le champ captant (SIAE+Vidauban), il faut considérer un impluvium de 93 km². Toutefois, le BRGM suppose un débit d'exutoire du réservoir probablement sous-estimé et une surface d'impluvium beaucoup plus grande proche de plusieurs centaines de kilomètres carrés. Dans ces conditions, avec une surface d'affleurement du réservoir de 115 km², **il existe une autre composante de recharge probablement depuis des pertes de l'Argens, l'infiltration efficace n'étant pas suffisante pour expliquer un tel débit à l'exutoire.**

5.1.3 Estimation du temps de renouvellement du réservoir du Muschelkalk

Une analyse des gaz anthropiques dissous (CFC/SF6) a été réalisée sur le champ captant d'Entraigues et le forage AEP du Thoronet (étude BRGM, 2015). Il s'agit de gaz rejetés dans l'atmosphère depuis les années 1950 et les marqueurs présents dans l'eau comparés aux teneurs atmosphériques connues constituent un témoin de datation fiable des eaux si aucune interférence anthropique n'existe à proximité (les CFC étant également présents dans les anciens aérosols ou liquides réfrigérants). **Les résultats de cette campagne d'analyse permettent de définir un temps de séjour moyen de 25 ans +/- 5 ans sur les eaux captées du forage de Thoronet. En revanche sur la zone d'Entraigues les résultats sont tous plus élevés que la concentration connue dans l'atmosphère témoignant d'une contamination locale liée probablement à un site de déchets sur l'impluvium.**

5.1.4 Carte de vulnérabilité intrinsèque

La carte de vulnérabilité a été réalisée par le BRGM à l'aide de la méthode PaPRIKa (Protection des aquifères karstiques basée sur la Protection, le Réservoir, l'Infiltration et le degré de Karstification).

Il s'agit d'une méthode multicritère combinée par une équation de pondération qui décrit la structure et le fonctionnement du système Karstique.

La carte de vulnérabilité a été définie pour différentes grilles de pondération repris ci-après :

Pondération	P	R	I	Ka
N°1	0,2	0,2	0,4	0,2
N°2	0,25	0,25	0,25	0,25
N°3	0,2	0,1	0,4	0,3
N°4	0,2	0,2	0,5	0,1
N°5	0,2	0,2	0,3	0,3
N°6	0,3	0,1	0,5	0,1

Figure 72 : scénario de pondération des différents critères de la méthode PaPRIKa (BRGM, 2015)

Le scénario retenu par le BRGM est la pondération n°4 matérialisé ci-après :

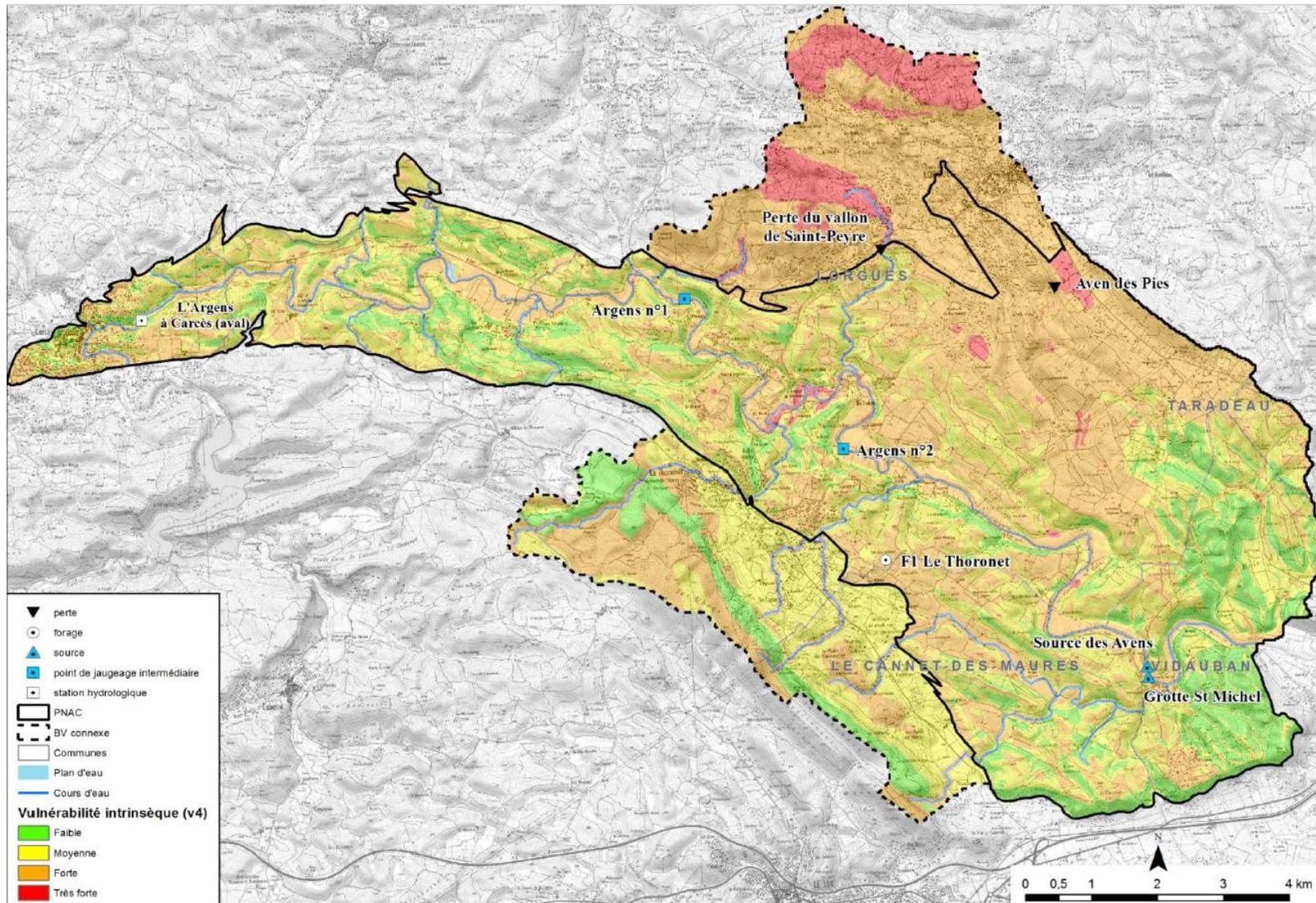


Figure 73 : carte de vulnérabilité intrinsèque (BRGM, 2015)

Cette carte indique que la couleur orange prédomine dans le bassin d'alimentation de captage (vulnérabilité moyenne). Le Nord (secteur de Lorgues) est le plus vulnérable alors que le Sud (secteur de Vidauban) apparaît le mieux protégé.

5.2 Environnement immédiat

L'environnement immédiat des champs captants de Vidauban et du SIAE est occupé par les éléments synthétisés sur la figure suivante.

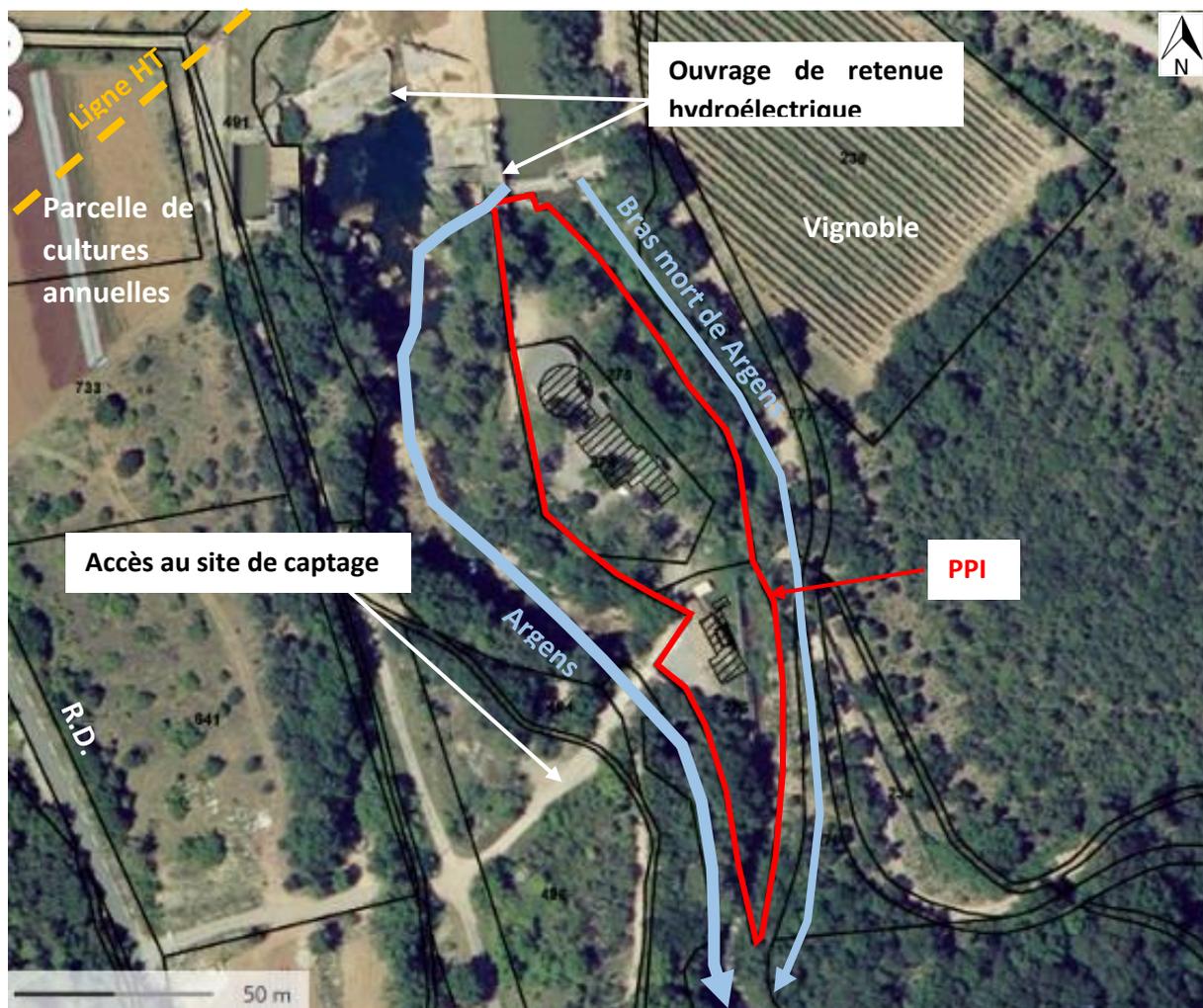


Figure 74 : environnement immédiat du site de captage

L'ouvrage de retenue hydroélectrique crée un plan d'eau long de 4 km en amont de l'Argens. Sa construction est ancienne. Il est déjà mentionné dans le rapport de projet de captage de la ressource d'Entraigues de 1969, avec la présence d'un barrage « ancien » et « nouveau ».



Figure 75 : vue amont du barrage hydroélectrique (ICEA, 02/09/2016)

Son exploitation est assurée par la Société Hydraulique d'Etudes et de Missions d'Assistance (SHEMA) autorisée par arrêté préfectoral du 28 juin 2013 avec les éléments suivants :

- Puissance maximale de production de 3 339 kW
- Débit dérivé autorisé de 18 m³/s
- Débit réservé de 1020 l/s ou au débit naturel du fleuve en amont de la prise celui-ci est inférieur

Aucune disposition de l'arrêté ne concerne les champs captants de Vidauban et du SIAE. Seul est faite mention de la nécessité pour l'exploitant de réaliser une étude complémentaire concernant « l'existence des sources à l'aval immédiat du barrage et leur caractère jugé atypique. Ces sources et leur influence sont mal connues. L'étude devra en dresser le diagnostic hydrobiologique, hydrologique et thermique. Elle devra en mesurer la valeur patrimoniale et évaluer leurs conditions de pérennité et d'influence sur le secteur sur le cours de l'Argens dans les conditions actuelles de débit ».

Cette étude, si elle a été réalisée, n'a pas été portée à notre connaissance.

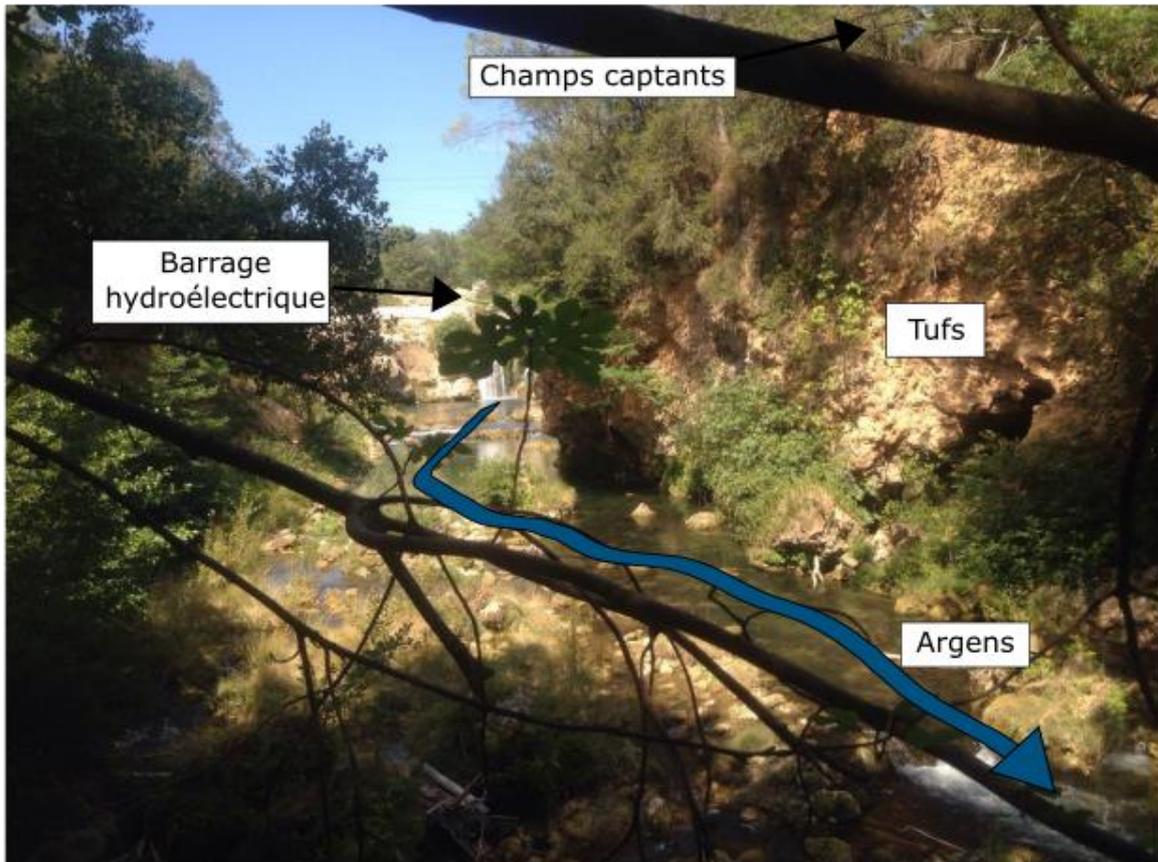


Figure 76: Cours de l'Argens en contrebas du site de pompage et en aval du barrage (ICEA, 02/09/2016)

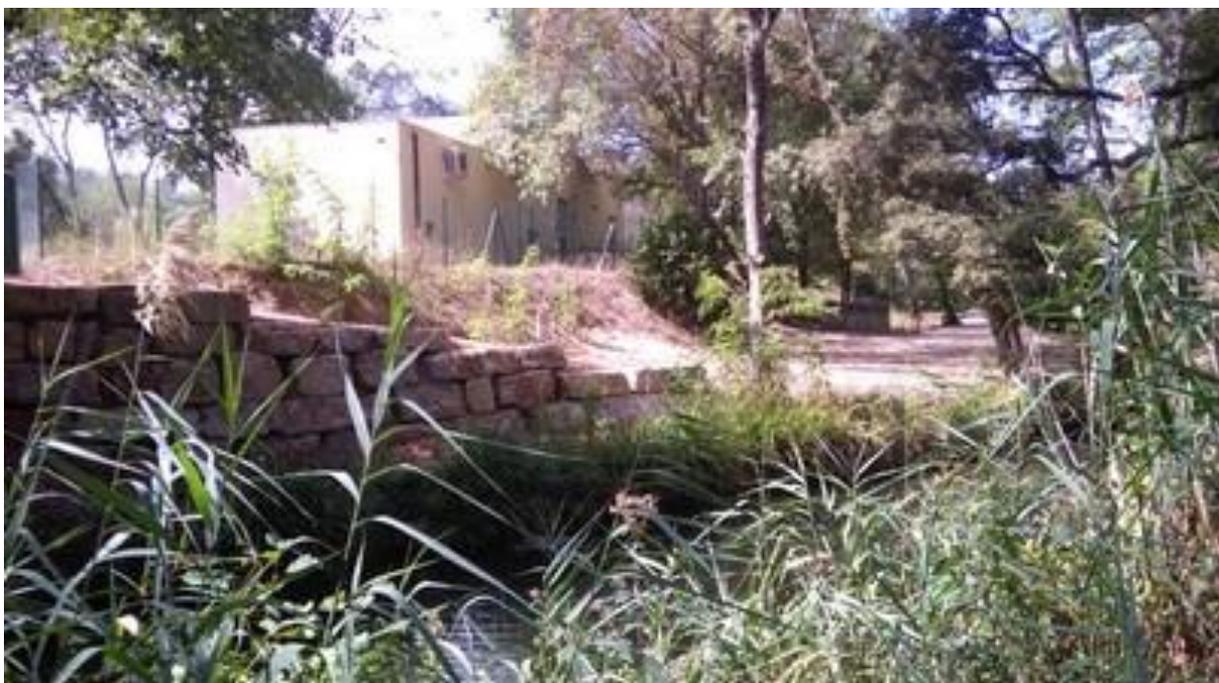


Figure 77 : vue du bras mort de l'Argens en bordure Est des installations de captage (ICEA, 02/09/2016)



Lors de notre visite du site la parcelle de culture annuelle au Nord-Ouest n'était pas cultivée.

5.3 Environnement de la zone d'étude

5.3.1 Occupation des sols et activités agricoles

L'occupation des sols à l'échelle du bassin d'Alimentation de captage a été appréhendée par le BRGM.

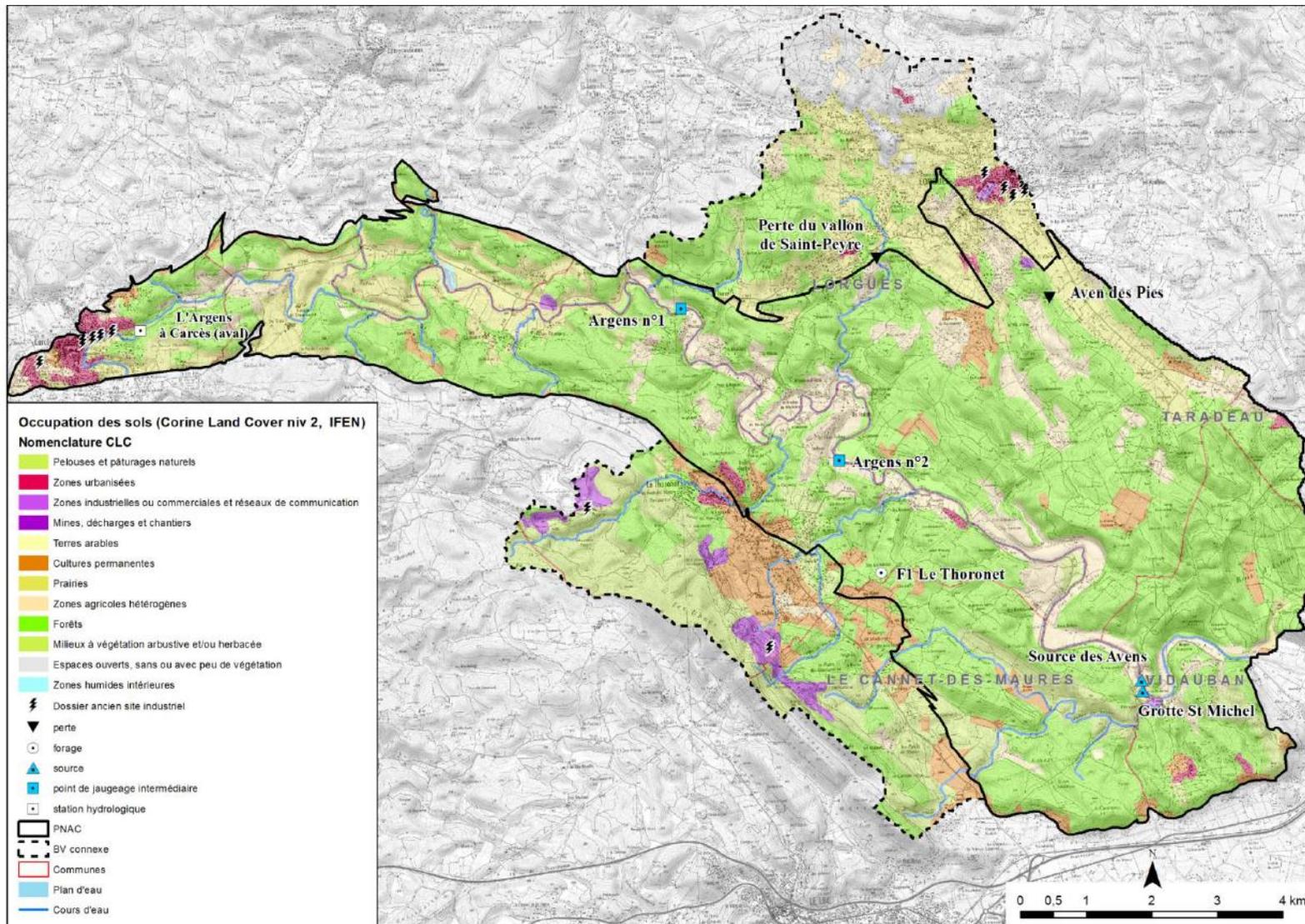


Figure 78 : carte d'occupation des sols « Corinne Land Cover » (BRGM), 2015)

La très grande majorité de la zone d'étude (90 % de la surface totale) est occupée par de la forêt et du couvert végétal.

Les secteurs urbanisés ou de zones d'activités ne représentent que 2,5 % de la surface totale.

Le reste des surfaces constitue des activités agricoles, principalement vignobles et oliveraies.

Sur la surface équivalente au périmètre de protection rapprochée défini sur les champs captants, l'environnement est occupé à 91,6 % par de la forêt comme l'illustre les données suivantes.

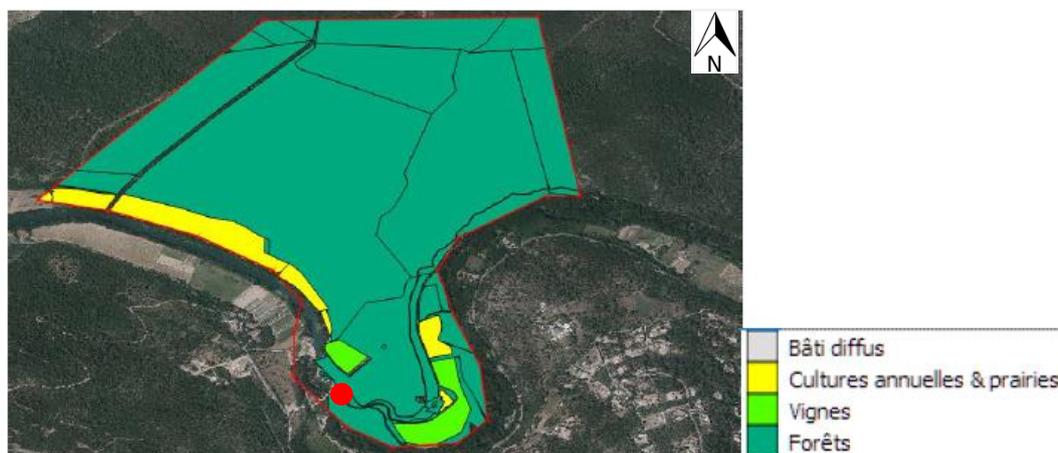
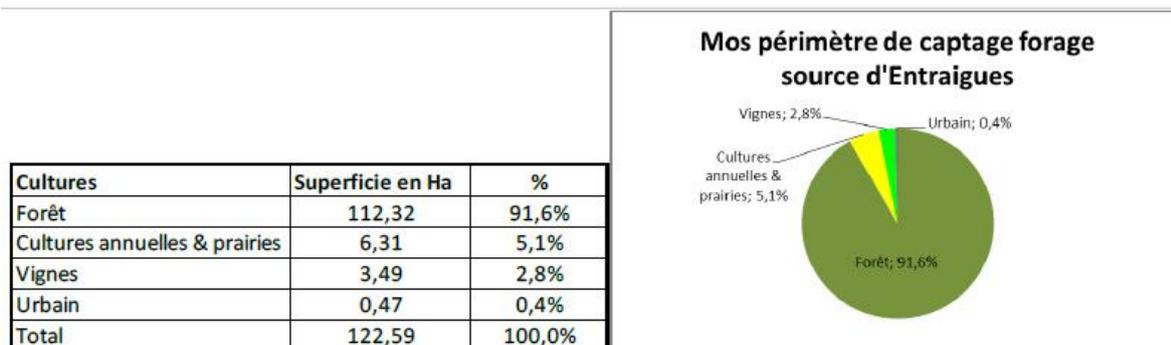


Figure 79 : occupation du sol sur le périmètre de protection rapprochée actuellement définie (MOS chambre d'agriculture du Var)

Hormis le couvert forestier, les surfaces de cultures sont concentrées sur la plaine de l'Argens. Il s'agit de cultures annuelles ou de vignes.

D'après les informations de la chambre d'agriculture, le mode d'exploitation des cultures n'est pas connu. Toutefois, les éléments généraux suivants sont observés sur le site :

- Les cultures annuelles sont généralement constituées de céréales (blé, avoine, luzerne, ...), en rotation avec des prairies temporaires, qui peuvent être pâturées
- Les vignes comprennent une fertilisation moyenne constituée d'azote (0 à 50 unités) et de potasse (50 à 80 unités)

Lors de notre visite du site, les surface de cultures annuelles n'étaient pas cultivées. Aucune présence de déjection ou de clôture ne laisse présager de pâturage le jour de notre visite.



Figure 80 : photographie des cultures annuelles référencées (ICEA 02/09/2016)

En revanche le vignoble est protégé des animaux sauvages par une clôture électrifiée.



Figure 81 : photographie du vignoble au Nord du site de captage (ICEA, 02/09/2016)

L'accès au vignoble est assuré par une piste forestière qui traverse ensuite le bois d'Astros à l'Est et permet l'accès au réservoir d'Astros.



Figure 82 : piste forestière du Bois d'Astros (ICEA, 02/09/2016)

Aucun plan d'épandage n'est situé dans le PPR. On note toutefois que certaines parcelles voisines sont concernées.

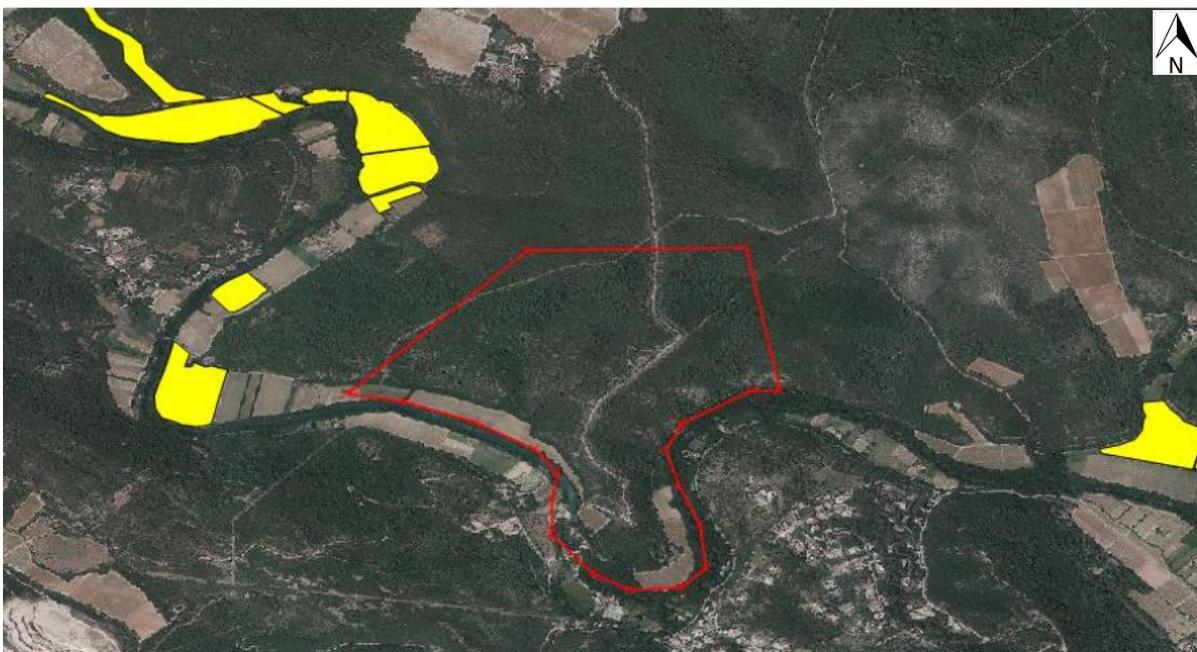


Figure 83 : parcelles concernées par un plan d'épandage (Chambre d'agriculture du Var)

La carte des différentes parcelles agricoles issues du Registre Parcellaire Graphique de 2012 (RGP) est présentée ci-dessous.

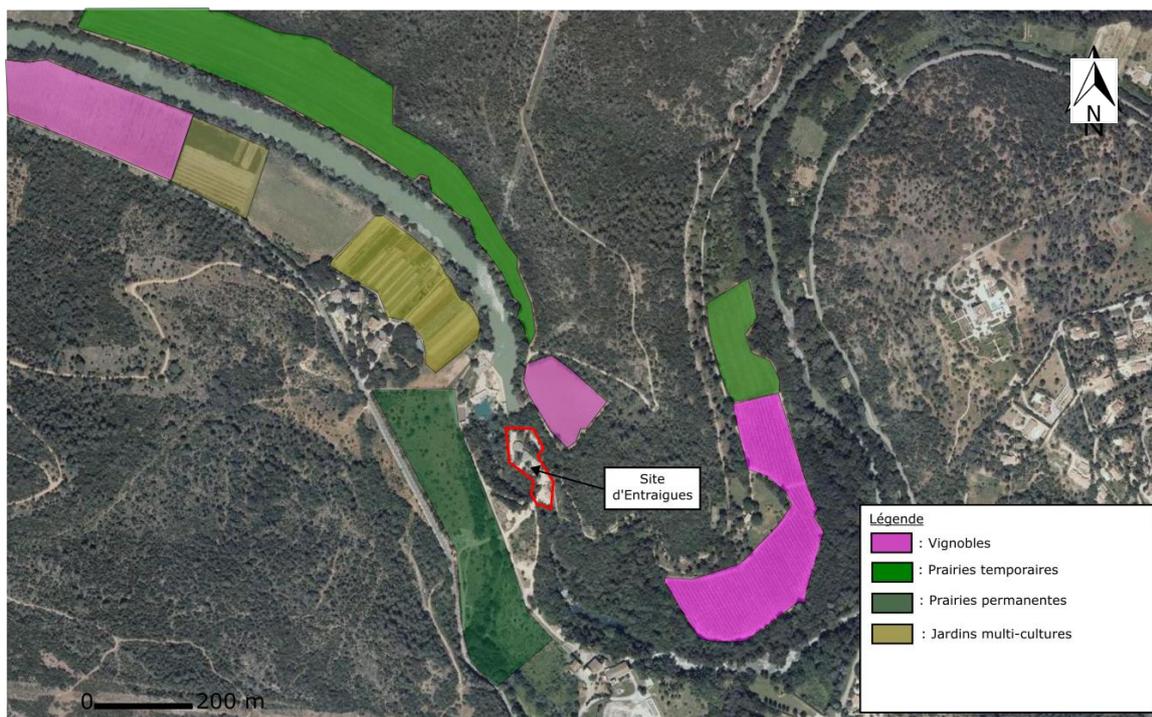


Figure 84 : cartographie des usages agricoles (RGP 2012, www.geoportail.fr)

Aux abords du site de captage seule la parcelle de vigne d'une surface de 8000 m² semble en activité. Lors de notre visite du site, nous avons observés qu'une partie des parcelles situées à 250 m au nord du site de captage comprend des vignes (750 m² environ) contrairement aux informations du Registre Parcellaire Graphique.

Notons également **qu'une ligne Haute Tension traverse le PPR** actuel nécessitant le défrichage régulier de la végétation au sol à l'aplomb de son tracé.

5.3.2 Assainissement

5.3.2.1 Assainissement collectif

D'après les informations de la commune de Vidauban, **aucun assainissement collectif ne dessert la zone d'Entraigues**. L'intégralité des aménagements et constructions sont assujettis à un Assainissement Non Collectif.

Les trois stations de traitement des eaux les plus proches sont situées à plus de 4,5 km du site d'étude (Lorgues, Le Thoronet et Vidauban Taradeau).

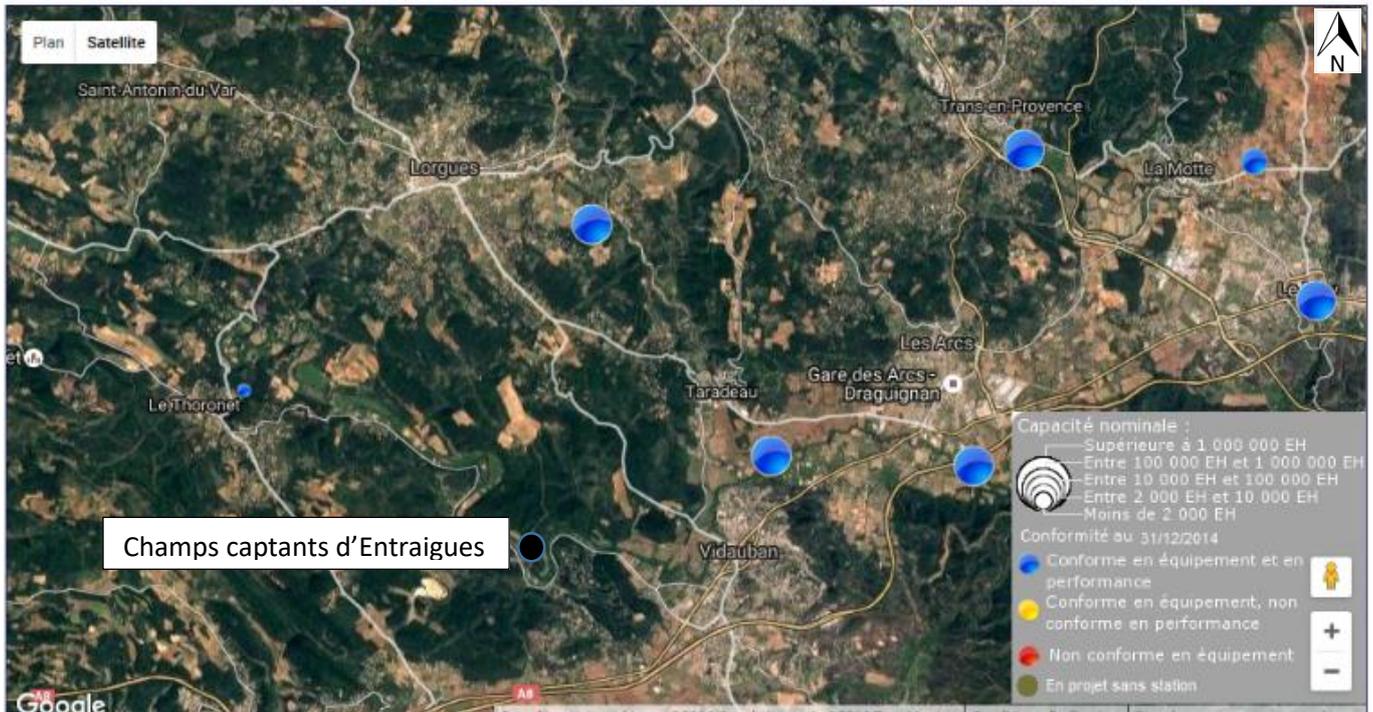


Figure 85 : localisation des stations de traitements des eaux à proximité du site d'étude
(www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr)

Les principales caractéristiques de ces trois stations sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	Code STEP	Capacité nominale	Filière de traitement	Conformité des équipement
Lorgues	060683072003	11 000 EH	Non communiquée	oui
Le Thoronet	060683136002	1700 EH	Décantation / lit bactérien / filtration à bande	oui
Vidauban Taradeau	060983134002	15 000 EH	Boue activée	oui

Tableau 15 : caractéristiques principales des stations d'épuration proches du site

5.3.2.2 Assainissement non collectif

Les informations transmises par les Services Publics d'Assainissement Non Collectifs sur les installations existantes dans un rayon de 500 m autour des champs captants sont synthétisées dans le document suivants :



Figure 86 : niveau de conformité des installations ANC à proximité des champs captants

Les installations déclarées non conformes sont toutes situées à plus de 400 m des champs captants.

5.3.3 Activités industrielles et artisanales

Une identification des Installations Classées Pour l'Environnement a été faite sur les communes concernées par le projet.

Le tableau ci-dessous présente les ICPE sur les communes de Vidauban, Le Luc, le Cannet des Maures, le Thoronet, Lorgues et Gonfaron.

Nom de l'établissement	Commune	Adresse	Régime	Etat	Activités
CRMP	Vidauban		Autorisation	(2008) Mise en demeure pour travaux de dépollution du site	Caoutchouc, recyclage pneumatiques (arrete pour travaux de dépollution)
CAVE CASTEL FRERES	Vidauban	Chemin de Marafiance	Autorisation	En fonctionnement	Vins, Broyage, concassage de substance vegetales
CAVE La Vidaubannaise	Vidauban	Chemin de saint anne	Autorisation	En fonctionnement	Vins, préparation et conditionnement
Provence Granulats	Le canet	Le Défens d'Embui	Autorisation	En fonctionement	Carrière exploitation
SAS VALTEO	Le canet	Lieu dit Balançon	Autorisation	En fonctionement	Carrière et stiockage de produits inflammables
SM Terrassement	Le canet				Installation de stockage de déchets intertes
Lecasud	Le Luc	Rue rené Cassin	Autorisation	En fonctionement	Entrepôts couverts (Entrepôts frigorifiques)
SERAHU	Le Luc	Zi des Lauves	Autorisation	En fonctionement	Déchets industriels
Affouillement Petit	Le Thoronet				Carrières (4000 m ²)
Dragui-transports	Lorgues	Lieu dit du Perouard	Autorisation	En fonctionement	Installation de stockage de déchets intertes
SCA, les maîtres vigneron	Gonfaron		Autorisation	En fonctionement	Vin préparation et conditionnement (Toxiques, emploi et stockage

Figure 87: Installations classées pour l'environnement situé dans l'environnement du captage

Seule la carrière exploitée par la société Provence granulats se situe à proximité du champ captant du site d'Entraigues. Les autres ICPE se situent dans un rayon supérieur à 3 km par rapport au site d'Entraigues.

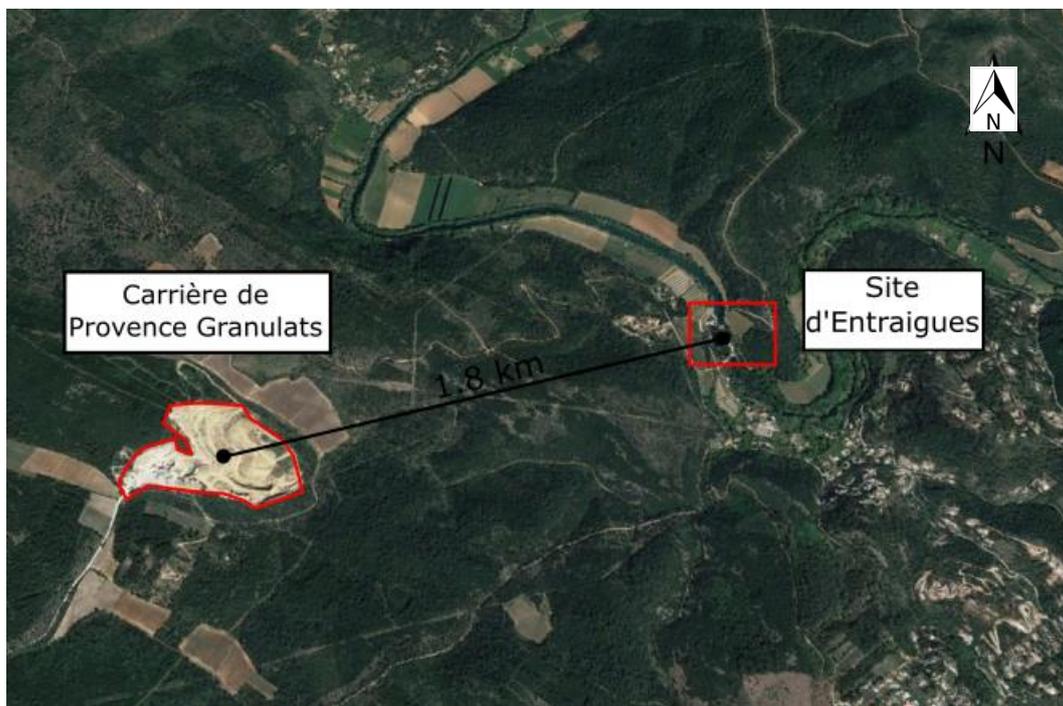


Figure 88: Localisation de la carrière exploitée par la société Provence Granulats

En complément de ces informations, une recherche a été faite sur la base de données BASIAS développée par le BRGM pour les activités industrielles actuelles ou anciennes. Cette recherche s'est orientée sur les communes se situant en amont du site d'Entraigues par rapport à l'Argens.

Nom de l'établissement	Commune	Etat	Activités
Station service Ecomarché SA ARDIG	CARCES	En fonctionnement	Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé
Société bauxites et aluminés de Provence	Le Thoronet	Activité terminée	Dépôts de Liquides inflammables et hydrocarbures
Mine de Bauxite de Peygros	Le Thoronet	Activité terminée	Utilisation de sources radioactives et stockage de substances radioactives (solides, liquides ou gazeuses)
Usine Costamagna	Lorgues	En fonctionnement	Fabrication de coutellerie
Entreprise de peinture SEE Vilardi	Lorgues	En fonctionnement	Fabrication et/ou stockage (sans application de peintures, vernis, encres et mastics ou solvants)
Usine à gaz	Lorgues	En fonctionnement	Production et distribution de combustibles gazeux
Intermarché SA GAEL	Lorgues	En fonctionnement	Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé
Station Total	Lorgues	En fonctionnement	Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé

Figure 89: Activités industrielles actuelles et anciennes (source: Basias)

Aucune de ces installations n'est situé à moins de 3 km du site de captage d'Entraigues.

5.3.4 Usage des produits phytosanitaires

Aux abords du site, seule l'activité de vignoble peut utiliser des produits phytosanitaires en quantité significative.

L'activité viticole utilise une diversité importante de produits ou molécules phytosanitaires pour lutter notamment contre les maladies comme le mildiou et l'oïdium.

D'après les informations de la chambre d'agriculture du Var, le soufre et le cuivre constituent la base de protection de plus en plus répandus chez les exploitants conventionnels.

Notons que les surfaces de vignoble autour de la zone de captage sont relativement réduites et que l'arrêté préfectoral en vigueur instaurant les périmètres de protection règlemente l'utilisation de produits chimiques destinés à la fertilisation des sols ou à la lutte contre les ennemis des cultures à la condition que les analyses de surveillance ne fassent pas apparaître une dégradation de la qualité liée à ces usages qui sont limités aux pratiques normales.

Le suivi sanitaire de la ressource ne met en évidence aucune dégradation de la ressource.

5.3.5 Conclusion

A la lumière des activités existantes à proximité du site de captage, peu d'aléa susceptibles d'induire des risques de pollutions existent dans l'environnement proche des champs captants d'Entraigues

Concernant les pollutions chroniques, le BRGM a traduit la vulnérabilité du site de captage dans son étude de 2015 en superposant la carte de vulnérabilité avec la carte des pressions anthropiques ou agricoles en se focalisant sur la zone d'appel de l'essai de pompage réalisé au cours de leur étude

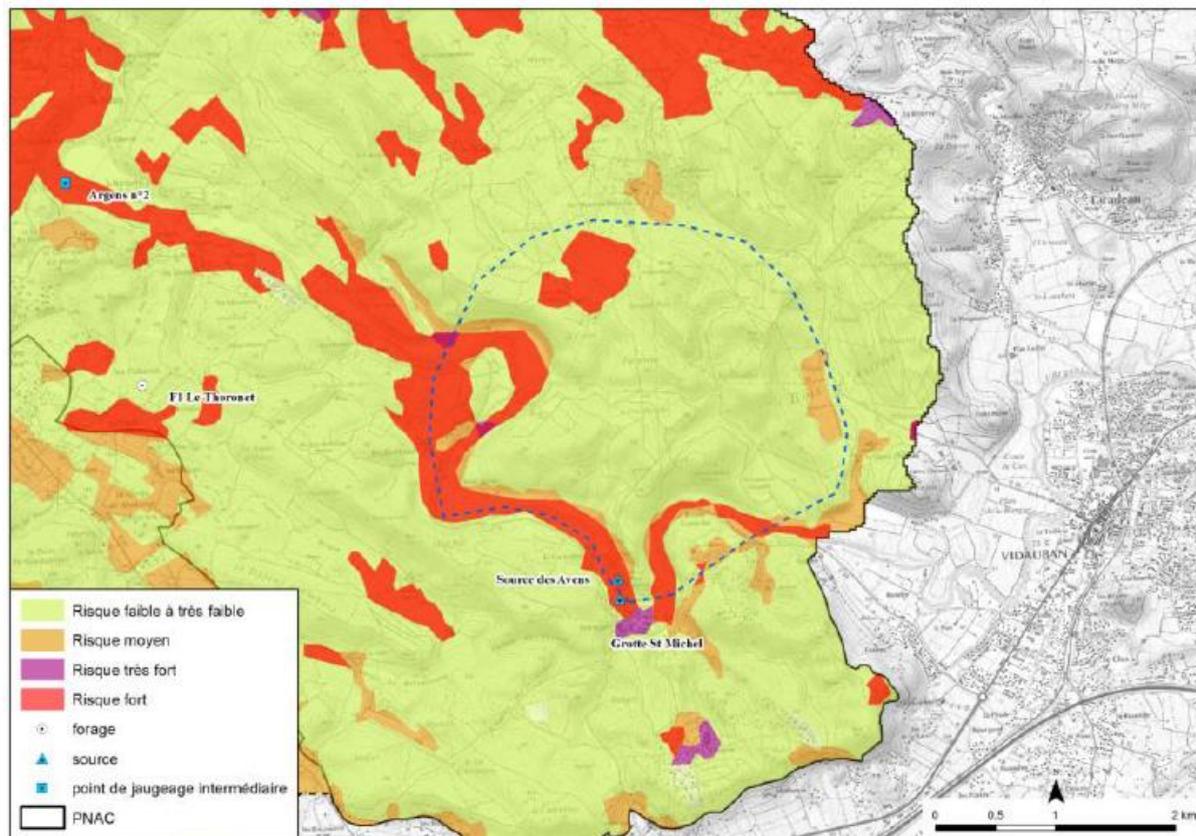


Figure 90 : croisement de la carte de vulnérabilité avec les pressions anthropiques à proximité du captage (tracé approximatif de la zone d'appel de l'essai multipuit, BRGM, 2015)

On remarque que cette zone comprend majoritairement des secteurs à risque faible (vert), mais aussi à risque modéré (orange) et à risque fort représentés par le lit de l'Argens et par une zone de vignoble très au Nord du site de captage.



6

Conclusion

La ressource d'Entraigues constitue l'unique approvisionnement en eau potable de Vidauban et un complément important en période de pointe estivale de l'alimentation des 9 communes limitrophes desservies par le SIAE.

Les demandes d'augmentation de débits de prélèvement sont essentiellement portées sur les volumes journaliers (9 500 m³/j pour Vidauban et 20 000 m³/j pour le SIAE) et constituent des maximums ponctuels focalisés sur la période estivale.

Cette demande importante se traduira donc de façon bien moindre sur les prélèvements annuels, qui devraient atteindre 5,3 millions de m³/an (2,1 millions sur Vidauban et 3,2 millions pour le SIAE) pour 3,8 millions de m³/an actuellement (1,6 millions sur Vidauban et 2,2 millions pour le SIAE).

Quoi qu'il en soit, la ressource montre des capacités importantes qui peuvent subvenir aux besoins des collectivités desservies à l'horizon 2030.

Malgré la vulnérabilité importante de la ressource, peu d'aléas sont présents dans l'environnement du site hormis une surface relativement réduite de vignes (9000 m²) qui peut présenter des intrants indésirables.

En revanche, dans un environnement plus lointain, l'étude menée par le BRGM montre des aléas plus importants avec notamment des zones d'infiltration supposées de l'Argens au lieu-dit La Vignaubière et le caractère affleurant de l'aquifère calcaire karstique (115 km²).

Pour autant la qualité de l'eau pompée par les ouvrages du site d'Entraigues est de bonne qualité et exempte de toute pollution chimique majeure ou microbiologique. Seule une pollution ponctuelle d'eaux turbides est observée avec des épisodes d'une durée de quelques heures généralement, en cohérence avec la nature karstique de l'aquifère.