

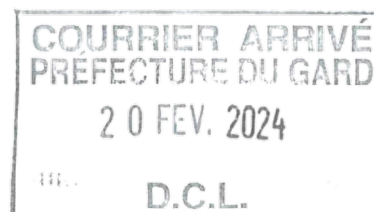


Anduze
Porte des
Cévennes

Département du **GARD**
Commune d'**ANDUZE**
Hôtel de Ville – 1, place de Brie
30 140 ANDUZE

PLAN LOCAL D'URBANISME

RÉVISION GÉNÉRALE



Pièce

4.7

ANNEXES

*Protection des ressources en eau
potable*

Procédure prescrite par DCM le : **19 juin 2017**

Débat du PADD en CM le : **25 avril 2022**

Procédure arrêtée par DCM le : **24 avril 2023**

Procédure approuvée par DCM le : **8 février 2024**

Dépôt du dossier approuvé en Préfecture le : 20 février 2024

UADG – URBANISME

CMO – Paysages

Nikolay SIRAKOV



Nikolay SIRAKOV

A.C.S.O.F.E.

NATURAE

ISATIS



A.C.S.O.F.E.
Management Ethique



Naturæ
Expertise en Écologie



ISATIS
VILLES ET TERRITOIRES DURABLES

Hydrogéologue agréé pour le département du Gard
R.HA 30/18
Par : **Jean-François DADOUN**

15/03/2011

SYNDICAT D'ADDUCTION D'EAU DE L'AVENE
Maître d'ouvrage :



Concernant:
le nouveau forage Fel,
et une augmentation des débits prélevés souhaités
lieu-dit de «La Madeleine»
Commune: ANDUZE (30)

Avis hydrogéologique et sanitaire définitif
de l'hydrogéologue agréé

Expertise de l'Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique

Département du Gard

Ministère de la Santé
Direction Générale de la Santé
Sous Direction de la Prévention Générale et de l'Environnement

Ce rapport fait suite au rapport d'Avis sanitaire définitif de l'hydrogéologue agréé en date du 4 septembre 2009 concernant le forage de La Madeleine (ou de «Mas Pault»).
4

Les résultats positifs obtenus lors des travaux de forage, d'essais de pompage et de tracage réalisés sur le forage de reconnaissance F1 ainsi que lors des travaux effectués ont conduit le Syndicat d'adduction d'Eau de l'Avène à faire réaliser un forage d'exploitation à proximité immédiate du forage de reconnaissance.

Les essais de pompages réalisés sur ce nouveau forage Fe1 (maximum de 262 m³/h) et sur un pompage simultané en Fe1 et F1 à un débit cumulé maximum de 526 m³/h durant 15 jours conduisent le Syndicat à solliciter l'avis sanitaire et hydrogéologique agréé concernant une exploitation de ces ouvrages de captage à un débit de 500 m³/h dans un but de dilution des eaux issues du captage de TORNAC afin d'améliorer la qualité (abaissement des teneurs en arsenic).

SOMMAIRE

I. INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR L'ALIMENTATION EN EAU DE LA COLLECTIVITÉ.....	3
II. SITUATION DES CAPTAGES.....	4
III. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	6
A. CADRE GÉOLOGIQUE.....	6
B. Coupes techniques et lithologiques.....	7
IV. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE.....	9
A. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE.....	9
B. Résultats des essais de pompages.....	10
V. RELATION ENTRE LES DEUX AQUIFÈRES.....	11
VI. CARACTÉRISTIQUES ET QUALITÉ DE L'EAU CAPTÉE.....	12
VII. ENVIRONNEMENT ET VULNÉRABILITÉ.....	13
VIII. AVIS DE L'HYDROGÉOLOGUE AGRÉÉ	16
A. CONCERNANT LA DISPONIBILITÉ DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE.....	16
B. CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'EAU ET L'USAGE DE CETTE EAU.....	17
IX. DÉFINITIONS ET JUSTIFICATION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....	17
A. AMÉNAGEMENT DES TÊTES DE FORAGE ET PIÉZOMÈTRE.....	17
B. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....	18
X. DÉFINITIONS ET JUSTIFICATION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE.....	19
A. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE.....	19
B. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....	19
XI. DÉFINITIONS ET JUSTIFICATION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE.....	23
A. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE.....	23
XII. PRÉSCRIPTIONS ET AMÉNAGEMENTS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....	25
XIII. PRÉSCRIPTIONS ET AMÉNAGEMENTS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE.....	26
A. PRÉSCRIPTIONS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE À HAUTE SENSIBILITÉ	26
B. PRÉSCRIPTIONS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE À SENSIBILITÉ NORMALE.....	27
XIV. PRÉSCRIPTIONS ET AMÉNAGEMENTS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE.....	28
XV. CONCLUSION.....	29

I. Informations générales sur l'alimentation en eau de la collectivité

Le Syndicat d'adduction d'eau de l'Avène approvisionne en eau potable une population proche de 36500 habitants (répartie sur 20 communes dans la partie nord ouest du département du Gard, autour de la ville d'Alès) au moyen des captages suivants : Champ captant des Dauthunes, Captage des Plantiers et le champ captant de Tornac. La Source de la Tour qui desservait le centre ville d'ALÈS n'est plus utilisée pour la production d'eau potable.

La population concernée est proche de 36500 habitants pour le syndicat et de 39346 habitants pour ALÈS (recensement 1999), soit un total de 75800 habitants.

Les estimations de population montrent une augmentation pour les différentes communes du syndicat et une stabilisation pour ALÈS soit un total estimatif de 75850 habitants.

Le tableau suivant résume les bilans de production 2003 pour chacun d'eux (source BFRGA Sud) :

Ressources (2003)	SIAEP Avène	REAL (ALÈS)	Total
Production : champ captant des Dauthunes + captage des Plantiers + champ captant de Tornac	6 504 672	6 543 132	13 047 804
Production : source de la Tour (*)		660 233	660 233
Total Production	6 504 672	7 203 365	13 708 037

REAL : Régie des Eaux d'Alès

(*) : utilisation suspendue pour la production d'eau potable

et les prélèvements autorisés par les arrêtés préfectoraux (source BFRGA Sud) :

Ressources	Prescriptions	Volume journalier m ³
Champ captant des Dauthunes	1 300 m ³ /h – 20 heures	26 000 m ³ /jour
Captage des Plantiers	500 m ³ /h – 20 heures	10 000 m ³ /jour
Champ captant de Tornac	720 m ³ /h – 20 heures	14 400 m ³ /jour
TOTAL	2 520 m ³ /h – 20 heures	50 400 m ³ /jour – 20 heures 60 480 m ³ /jour – 24 heures

Sur la base de la production enregistrée en 2003 pour une population de 77500 habitants, les besoins en eau estimatif pour 86000 habitants seraient de 15 160 000 m³ par an soit une production journalière de 41534 m³/jour (valeur inférieure aux prélèvements autorisés par arrêtés préfectoraux sur les captages actuels). Le surplus de production nécessaire par rapport à la production totale de l'année 2003 serait alors de 4110.7 m³/jour soit 205 m³/heure pour 20 heures par jour de pompage.

Dans la mesure où la production des captages actuels ne serait pas en mesure d'assurer une production supérieure à celle enregistrée en 2003 (malgré que le volume total autorisé sur les captages actuels atteigne l'objectif de production recherché pour les prévisions de population fixées), la recherche et la réalisation d'un nouveau forage est opportune.

L'exploitation des eaux des captages de La Madeleine s'avère par ailleurs opportune dans un but de dilution des eaux du captage de TORNAC afin d'en améliorer la qualité (teneur en Arsenic).

Les coordonnées du forage F1 sont les suivantes:
Lambert III : X=733.360 Y=3194.714 Z=123m
Lambert II étendue : X=733.511 Y=1894.622 Z=123m

Figure 2 : localisation sur extrait de carte IGN



L'environnement du point d'implantation est essentiellement constitué de friches avec quelques parcelles de vergers en amont du site.

Figure 1 : vue aérienne du site d'implantation des forages et piézomètres



La zone d'implantation de ces forages est situé en rive gauche du Gardon d'ANDUZE, sur une parcelle située en zone d'inondation comprise entre ce dernier et la route départementale D366.

Suite au divers rapports d'étude hydrogéologique, de suivi de travaux du forage F1 et des piézomètres associés, et aux rapports d'essais de pompage réalisé par le cabinet d'études BERGA Sud et à l'avis sanitaire définitif de l'hydrologue agréé concernant le forage F1, le point d'implantation du sondage F1 et du nouveau forage d'exploitation F1 ont été fixé au sud de la commune d'ANDUZE au lieu-dit La Madeleine. Le forage d'exploitation F1 a été implanté à 10 mètres du forage de reconnaissance F1.

II. Situation des captages

La réalisation du nouveau captage sur le territoire de la commune d'ANDUZE proche du lieu-dit Mas Pestel vise à compléter, diversifier et sécuriser la ressource exploitable.

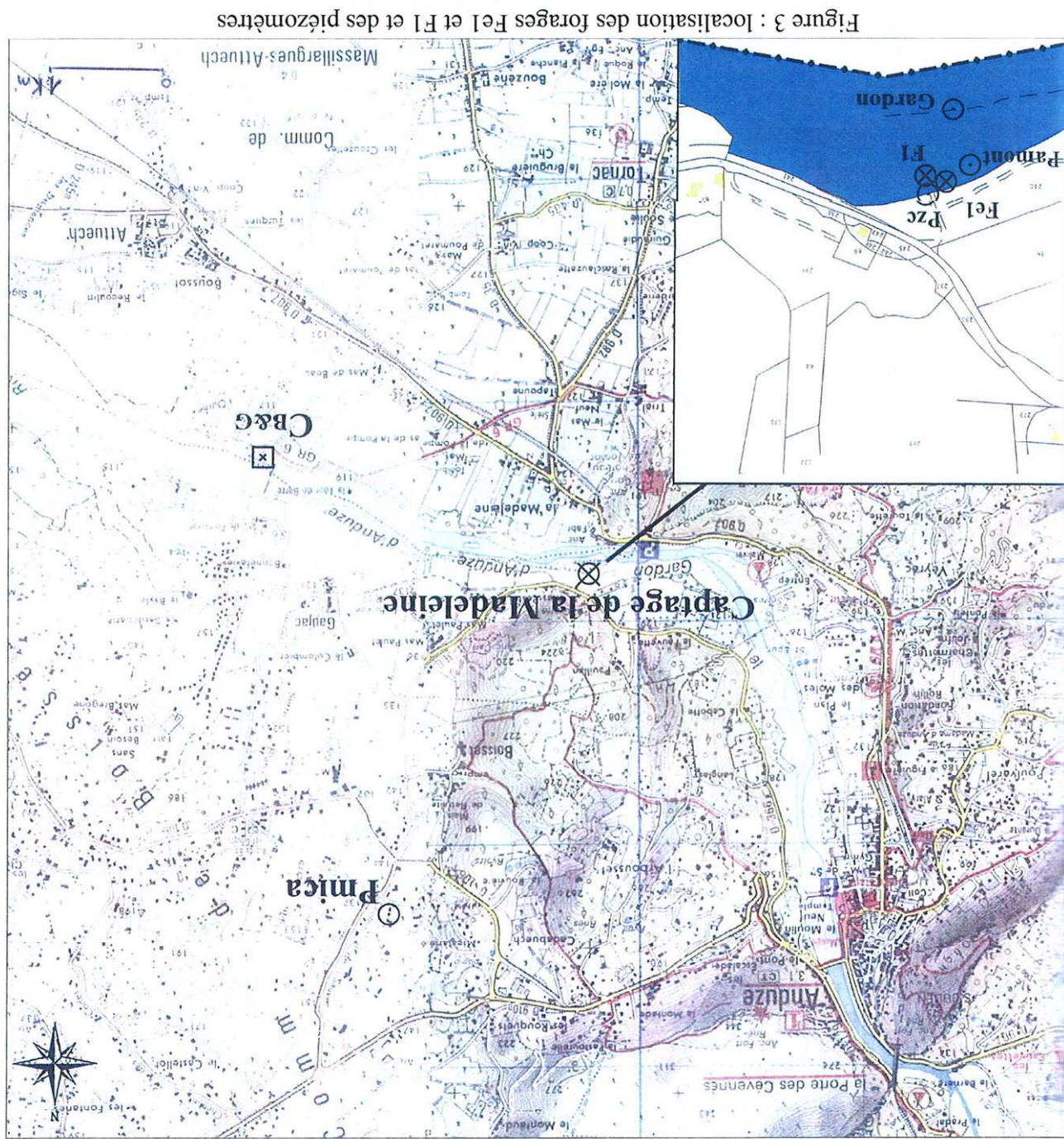


Figure 3 : localisation des forages Fel et F1 et des piézomètres

Le forage a été implanté sur la parcelle n°240 de la commune d'ANDUZE à la suite d'une campagne de recherche géophysique par profil électrique. Il s'agit d'une parcelle plane, non cultivée et en l'état de friche dont la végétation est caractéristique de zone d'inondation.

III. Contexte géologique

A. Cadre géologique

Les études de recherche d'un site favorable à l'implantation d'un forage d'eau menées par le bureau d'études BERGA Sud, le rapport de suivi de travaux (N°30/007 F05 064 et n°30/010107 I 07 004) et la notice de la carte géologique BRGM au 1/50000^{ème} n°938 ANDUZE, nous permettent de préciser le cadre géologique du secteur.

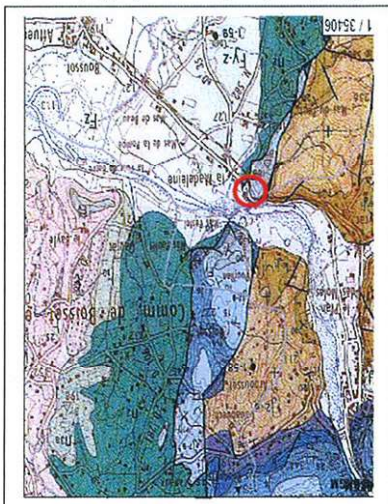


Figure 4 : localisation du site sur extrait de carte géologique

La zone d'implantation des forages de reconnaissance et d'exploitation est située au droit des formations alluviales du Gardon d'ANDUZE venant en recouvrement sur les calcaires du Jurassique supérieur (Oxfordien supérieur). Ces derniers, formant une bande sub-perpendiculaire au Gardon d'ANDUZE, semblent présenter une structure de synclinal pincé et faillé s'envoyant sous les formations à dominante marneuse à l'affleurement du dôme de Lédignan vers l'Est.

Si l'épaisseur des formations alluviales (graviers et galets, localement argile à la base) est de 10 mètres au droit du forage et des piézomètres, celle des calcaires jurassique dépasse la centaine de mètres.

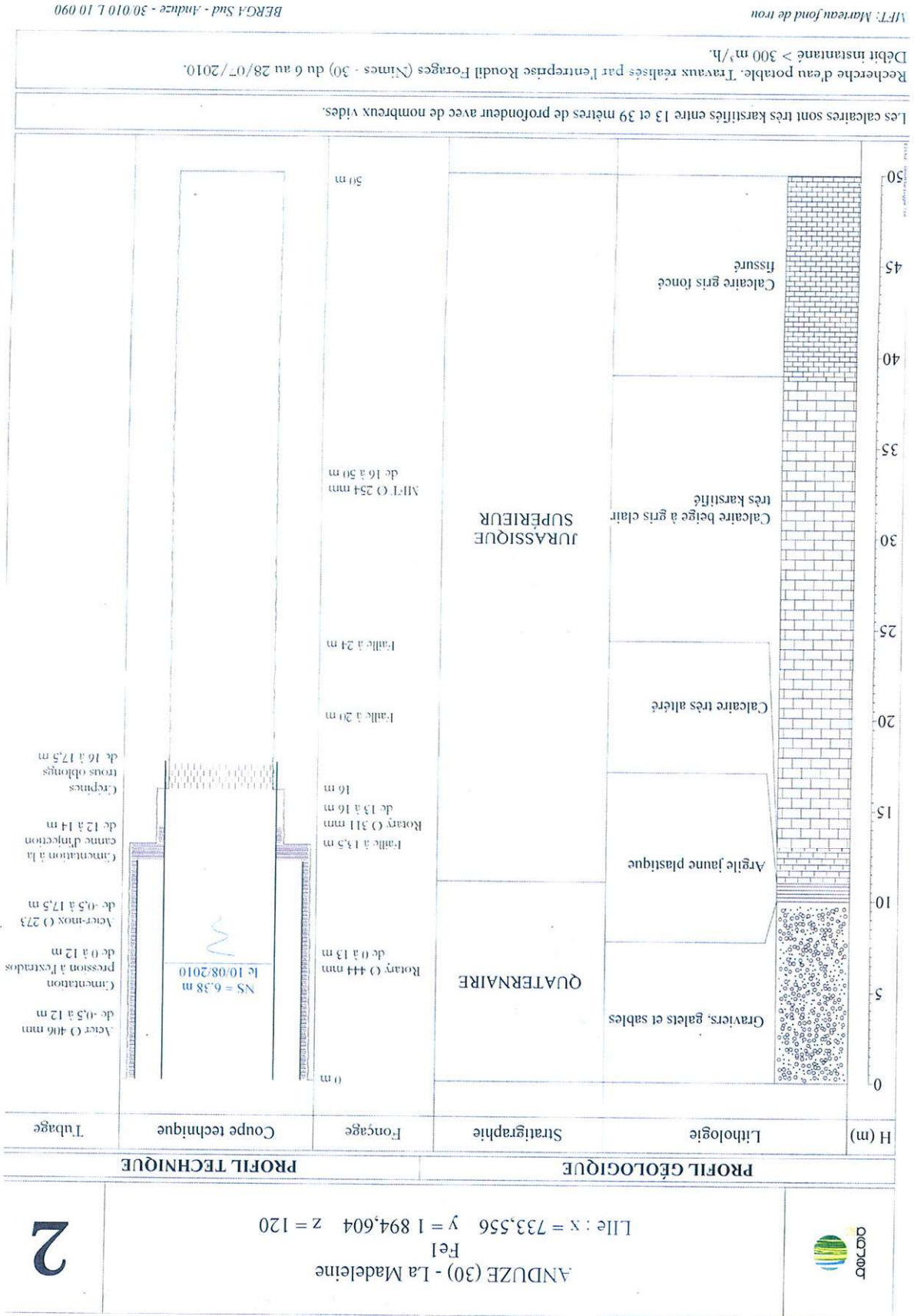
La fracturation et la karstification des cinquante premiers mètres ont été observées comme étant très intenses au sein des 30 premiers mètres de calcaires gris recoupés par le forage F1 et les 39 premiers mètres recoupés par le forage Fel. Les calcaires devenant gris foncé sublithographiques et fissurés au-delà. Un fort remplissage argilo-limoneux et graveleux a par ailleurs été constaté au sein de ces calcaires karstifiés lors de la foration du forage F1 et Fel.

Le contact entre les alluvions à graviers et galets et les calcaires karstifiés sous-jacents est marqué par un niveau argileux d'environ 1 mètre d'épaisseur (constaté lors de la foration des piézomètres Pzaval et Pzc ainsi que du forage Fel) sans pour autant que la continuité géographique de cette couche imperméable ne puisse être affirmée.

B. Coupes techniques et lithologiques

En complément du forage de reconnaissance F1 et des piézomètres Pzc, Pz Aval et Pz Amont, un forage d'exploitation Fel a été réalisé du 6 au 28 juillet 2010. La coupe technique et lithologique ci-dessous présente les principales caractéristiques du nouveau forage d'exploitation Fel (source BERGA Sud).

Figure 5 : coupe lithologique et technique du forage Fe1



IV. Contexte hydrogéologique

A. Cadre hydrogéologique

L'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE occupe les formations superficielles jusqu'à 10 mètres de profondeur. Cet aquifère superficiel est capté par de nombreux puits et forages sur les deux rives du Gardon d'ANDUZE. Les puits référencés le plus proche est situé en amont hydraulique à une distance d'environ 465 mètres du forage de reconnaissance F1 (irrigation de vergers). Le champ captant de Tornac appartenant au syndicat d'adduction d'eau de l'Avène, situé en rive droite du Gardon d'ANDUZE (débit de pointe de 720 m³/h), exploite ces alluvions à une distance d'environ 1600 mètres.

La transmissivité de ces formations superficielles alluviales est forte (0.18 m²/s).

Son mur pourrait être localement constitué par les argiles reconnues lors de la foration des piézomètres Pzaval, Pzc et des deux forages surmontant un horizon de calcaire gris clair très altéré et karstifié.

L'extension et la continuité géographique de ces dernières ne nous sont pas connues à ce jour.

Il est probable que cette continuité n'est pas assurée et que cet aquifère superficiel, alimenté par les apports hydrauliques du Gardon d'ANDUZE au droit et à l'amont du site, est en continuité hydraulique avec l'aquifère de nature karstique et à porosité de fissures et drains des calcaires jurassiques.

Les essais de pompage réalisés sur le forage F1 durant l'étage 2009 ont mis en évidence cette continuité hydraulique entre l'aquifère des alluvions du Gardon et l'aquifère karstique sous-jacent.

On remarquera une similitude des niveaux statiques, relevés par rapport au sol et à une même date, entre le forage F1 (cimentation n'atteignant pas la base des calcaires très karstifiés constituant le mur des alluvions et le piézomètre Pz Amont captant uniquement les alluvions, d'une part, et entre Fel (cimentation atteignant la base du niveau très karstifié sous les alluvions) et le piézomètre Pzc captant uniquement les calcaires karstifiés d'autre part.

L'aquifère des calcaires jurassique dispose d'un impluvium s'étendant probablement jusqu'à une zone d'affluement de la montagne de PEYREMALE au Nord d'ANDUZE et de la parcelle d'implantation des forages étudiés.

Le développement intense de la karstification des calcaires jurassique a pu être constaté jusqu'à une profondeur de -39 mètres sur les deux forages F1 et Fel. Au delà, les calcaires gris foncé rencontrés, quoique fissurés, paraissent nettement moins karstifiés.

Au cours des précédentes campagnes d'étude, un essai de pompage par paliers et de longue durée sur le forage de reconnaissance F1 a été réalisé du 11 au 16 décembre 2006 en période de hautes eaux. Un second essai de pompage de longue durée sur ce même forage de reconnaissance F1 fut réalisé du 5 au 15 juin 2007 avec pour objectif d'affiner l'étude des relations entre les eaux du Gardon d'ANDUZE et les eaux issues du forage de reconnaissance (examen de l'évolution des teneurs en arsenic et des niveaux dynamiques). Un essai de longue durée (32 jours et 21 heures) a été effectué en période d'étiage (Août 2008) au débit moyen de 250 m³/h sur le forage F1 pour un rabattement maximal relevé de -1,91 mètres et un rabattement final au débit de 280 m³/h de -1,58 mètres.

Suite à la réalisation du forage d'exploitation en gros diamètre Fel, un essai par palier et un essai de longue durée poursuivi par un essai de longue durée avec pompage en simultané sur F1 et Fel ont été réalisés.

B. Résultats des essais de pompages

L'essai de puits (essai de pompage par paliers) en Fel a été réalisé le 10 août 2010 et consista en 4 paliers enchaînés de durée réduite (20 minutes). Les débits testés furent de 67 m³/h, 133 m³/h, 188 m³/h et 262 m³/h. Une stabilisation correcte du rabattement est observée pour chacun de ces paliers. Le dernier palier fut prolongé afin de valoir comme essai de nappe.

Les essais de puits mettent en évidence la prédominance des pertes de charges quadratiques (liées à l'environnement proche du captage) sur les pertes de charges linéaires (liées à l'équipement technique de l'ouvrage). Le développement effectué lors de l'essai de pompage de longue durée d'Août 2008 a probablement amélioré la valeur des pertes de charge quadratique.

L'équation caractéristique de l'ouvrage Fel est de: $s = 1 \cdot 10^{-5} Q^2 + 1.10 \cdot 10^{-6} Q$

On constate une valeur de perte de charge quadratique très nettement inférieure (10⁻⁶) à celle relevée sur le forage F1 (10⁻³). Ceci est à mettre en relation avec l'équipement technique de l'ouvrage (diamètre supérieur, inox) et avec un éventuel meilleur développement de l'environnement proche du captage lors des essais en Fel.

Les essais de pompage de longue durée du mois de janvier 2007 (période de hautes eaux), de juin 2007 et d'Août 2009 ont mis en évidence les phénomènes suivant:

1. Rabattement rapidement stabilisé de 0.62 mètres pour un débit moyen de 118 m³/h en F1.
2. Influence directe du pompage en F1 sur l'aquifère superficiel des alluvions (transfert de pression et relation hydraulique directe entre les deux aquifères possibles).
3. Influence des crues et décrues du Gardon sur les niveaux d'eau en Pzaval (aquifère des alluvions) et en F1 semblant confirmer l'hypothèse d'une relation hydraulique directe entre les deux. Les valeurs de transmissivité apparente calculées (0.31 m²/s en F1, 0.18 m²/s en Pzaval) sont fortes et impliquent des vitesses de transfert très rapides dans les alluvions superficielles et dans l'aquifère karstique sous-jacent.
4. Le suivi de l'évolution de la température et de la conductivité des eaux met en évidence une double origine des eaux captées en F1. Une en provenance du massif calcaire karstifié (conductivité de l'ordre de 450 µS/cm pour une température de 14.9°C le 5 janvier 2007), l'autre, en provenance du Gardon d'ANDUZE via les alluvions (conductivité de l'ordre de 205 à 220 µS/cm pour une température de 9°C le 5 janvier 2007 et de 21° en juin 2007). L'évolution de la température et de la conductivité de l'eau en cours de pompage lors des deux essais met clairement en évidence le mélange des eaux du Gardon, via les alluvions, avec les eaux de l'aquifère karstique (refroidissement des eaux en cours de pompage en janvier et réchauffement en juin).
5. Une sensibilité des paramètres arsenic et conductivité aux épisodes de crues du Gardon dans les alluvions est mise en évidence par les mesures effectuées en juin 2007. Cette sensibilité est atténuée par l'augmentation en apports d'eau exempte d'arsenic issue de l'aquifère karstique durant les épisodes pluvieux.
6. Les teneurs en arsenic des eaux issues de l'aquifère capté (mesures sur F1 uniquement disponibles) sont inférieures à celles mesurées dans le Gardon. Ceci paraît étayer l'hypothèse d'une dilution des eaux au sein de l'aquifère avec une double provenance (Gardon et karst). L'essai de longue durée réalisé en Août 2008 confirme ces premières conclusions. On y

double cheminement pour le colorant au sein de l'aquifère karstique. La vitesse de transit au sein de l'aquifère karstique (injection en Pzc) est de 17 m/h pour la première arrivée. Un second passage de colorant au terme de 1 jour 17 heures et 30 minutes traduit un probable

Le temps de passage du colorant au sein de l'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE est nettement plus long que celui passant dans l'aquifère karstique (dirac).

La vitesse de transit entre l'aquifère alluvial et l'aquifère karstique selon un axe piézomètre Pzamon et le forage F1 est de 12 m/h (vitesse de première arrivée).

Un double tracage à partir des alluvions et des calcaires et le forage F1 réalisé en 2009 a confirmé l'existence de relation hydraulique entre l'aquifère des alluvions du Gardon et l'aquifère karstique.

Les précédents essais de pompage et analyses d'eau avaient permis de suspecter une relation hydraulique entre les eaux des alluvions du Gardon d'ANDUZE et celles de l'aquifère karstique sous-jacent.

V. Relation entre les deux aquifères

Le piézomètre Pmica (ayant fait l'objet d'un suivi piézométrique à partir du 4 août 2008) qui semblait présenter une évolution pouvant être rattachée aux essais de pompage en F1 lors des essais de l'étage 2009 n'a pas semble être influencé lors des essais à fort débit réalisés au cours de l'étage 2010.

L'ensemble des piézomètres proches a été impacté par le pompage en F1 et Fel ainsi que par l'épisode de pluviosité et de crue du Gardon d'ANDUZE.

La réalimentation des captages Fel et F1 après l'arrêt du pompage est très rapide et confirme l'importance des réservoirs karstique et alluvial alimentant ces forages (l'absence de rabattement résiduel en fin de remontée témoigne aussi des phénomènes de développement de l'aquifère et d'une éventuellement recharge liée à l'épisode pluvieux observé en cours d'essai).

Ces faibles rabattements et leur rapide stabilisation durant la période de pompage (du 11 au 26 août 2010) témoignent de la qualité capacitive des aquifères captés. Les transmissivités relevées sont de l'ordre de 0,2 à 0,4 m²/s.

Au cours des essais réalisés en Août 2010 sur le forage Fel seul à 266 m³/h le niveau dynamique s'est rapidement stabilisé avec un rabattement d'environ 1,10 m. La mise en pompage simultanée du forage de reconnaissance F1 au débit de 260 m³/h (soit un total cumulé de prélèvement de 526 m³/h) a entraîné un rabattement maximal stabilisé de 1,80 m en Fel et de 1,90 m en F1 (1,55 m en Pzc).

L'essai de longue durée sur F1 seul effectué durant l'étage 2009 à un débit de 200 m³/h (durant 2 heures 53 minutes) puis 250 m³/h du 30/07/2008 au 19/08/2008 avant d'être porté à 280 m³/h jusqu'au 01/09/2008, a montré un rabattement final stabilisé de 1,58 mètre.

7. La capacité des alluvions à abriter sensiblement la teneur en arsenic est mise en évidence par l'analyse des eaux issues du piézomètre amont captant les seuls alluvions. Toutes les mesures effectuées sont inférieures au seuil de 10 µg/l alors que les mesures de teneur en arsenic sur les eaux du Gardon d'ANDUZE ont fluctué de 7 à 14 µg/l durant la période des essais de l'étage 2008.

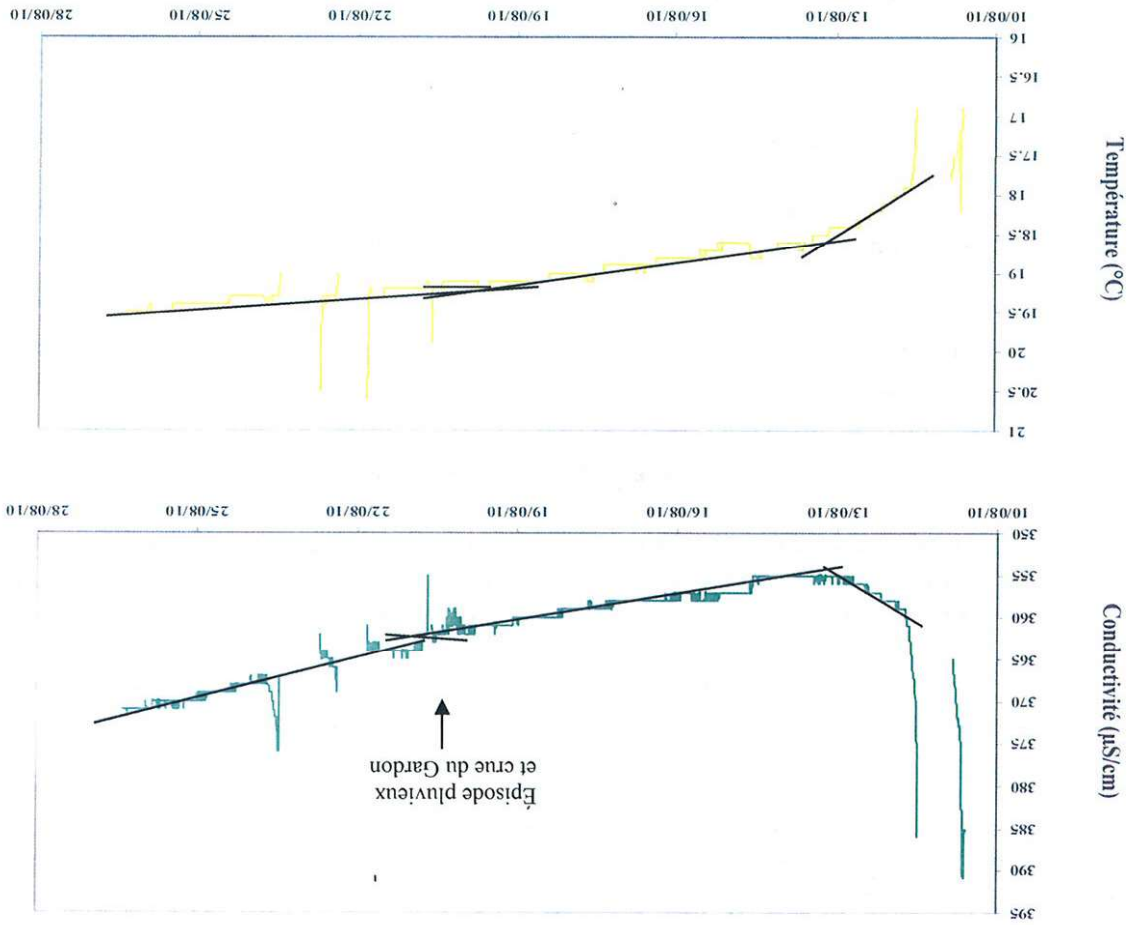
constate une baisse de la teneur en Arsenic dans les eaux issues du forage suite à l'épisode de forte pluviosité et à la crue inhérente.

Ces temps de transit et vitesse de premières arrivées sont courts et devront être pris en compte pour les dispositifs d'alerte en cas d'exploitation.

Le suivi des paramètres conductivité et température sur le forage Fel lors des essais de l'étage 2010 confirme la tendance évolutive au mélange entre les eaux des alluvions du Gardon d'ANDUZE et les eaux du karst au fur et à mesure des prélèvements (les eaux d'origine karstique présentent une conductivité supérieure à celles d'origine alluviales et une température inférieure). Il apparaît probable qu'il y ait augmentation des apports issus du karst (dont les eaux présentent une plus forte conductivité et une moindre température) au fur et à mesure des prélèvements avec une nette augmentation à la suite des épisodes pluvieux sur les affluents calcaires (voir courbes ci-dessous). On y constate suite à l'épisode pluvieux une augmentation de la conductivité, une baisse de la température et une baisse de la teneur en arsenic (alors que cette dernière tend à augmenter dans les eaux du Gardon).

Figure 6 : évolution de la conductivité et de la température des eaux prélevées au cours du pompage d'Août 2010

La dureté relevé de l'eau d'exhaure (14°F), relativement basse, confirme le mélange des eaux karstiques et alluviales.



VI. Caractéristiques et qualité de l'eau captée

En cours de pompage simultané sur les deux ouvrages, un prélèvement pour analyse de première aduction de type PAK02 a été réalisé le 25 août 2010 par le laboratoire IPL Méditerranée.

Il s'agit d'une eau bicarbonatée sodique à faciès anionique sulfate. L'eau présente une minéralisation peu accentuée (conductivité à 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C). Sa dureté moyenne (17,5 °F) est relativement faible et confirme l'origine mixte (alluviale et karstique) des eaux prélevées.

La présence de quelques bactéries aérobies revivifiables est conforme avec le type d'aquifère capté. La présence de Coliformes (11/100 ml) rappelle la sensibilité du milieu et des aquifères captés aux pollutions et la nécessité de mettre en place une unité de traitement des pollutions microbiologique.

Le pH égal à 7,5 est conforme avec la nature de l'aquifère.

Malgré le caractère principalement karstique de l'aquifère capté, la valeur de turbidité le jour du prélèvement, est proche de 0,66 N.T.U. Cette valeur reste toutefois potentiellement sujette à variation en période de pluviosité prononcée ou à l'occasion de de-colmatage de drains karstiques en cours de pompage. Un suivi permanent de la turbidité et un traitement de réduction de cette dernière ou de by-pass des eaux prélevées lorsque la valeur de turbidité est supérieure à la norme de potabilité devront être envisagés.

La teneur en nitrate est faible (4,2 mg/l en 2008, inférieure à 1 mg/l en 2010).

L'eau analysée est exempte de Fer et Manganèse, d'oligo-éléments et micropolluants minéraux (la teneur en aluminium total égale à 19 $\mu\text{g}/\text{l}$ est très largement inférieure au norme de potabilité), de composés organiques volatils (COV), d'hydrocarbure et de pesticides.

La qualité de l'eau prélevée le 25/08/2010 répond aux normes de potabilité d'une eau destinée à la production d'eau destinée à la consommation humaine (un traitement du paramètre Coliformes et des pics de turbidité occasionnels sera à mettre en place).

Les analyses du paramètre arsenic effectuées en cours des différents essais de pompage sont restées en dessous de la limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Les analyses montrent des teneurs en Ammonium, Bore et Nitrate indétectables.

VII. Environnement et vulnérabilité

Le site d'implantation du sondage de reconnaissance est isolé en rive gauche inondable du Gardon d'ANDUZE à l'aval du chef-lieu de la commune d'ANDUZE.

Les différents essais de pompage et de traçage effectués montrant l'existence de relation hydraulique entre l'aquifère des alluvions du Gardon et l'aquifère karstique, la vulnérabilité du captage sera à considérer sur ces deux milieux récepteurs.

La nappe alluviale présente un risque généralisé potentiel d'introduction de pollution avec effet de rétention, de fixation et de dispersion. La probabilité de contamination d'un captage restera donc faible, et le cas échéant sa concentration restera faible mais pourrait être de longue durée. L'ensemble

de la zone d'affluement des alluvions reste donc sensible aux déversements de polluant potentiel des eaux souterraines.

La zone d'influence de l'aquifère karstique présente un risque localisé, souvent ponctuel (au niveau des orifices karstiques et des zones de drainages rejoignant ces orifices karstiques), d'introduction de pollution avec propagation très rapide et effet de rétention faible (sauf fixation sur particules argileuses). Le risque de contamination du captage, même éloigné, à pic de concentration élevé mais faible étagement dans le temps est probable. L'importance de l'aquifère karstique permettra toutefois une relativement bonne dilution du polluant avant qu'il n'atteigne le captage.

La plaine alluviale inondable située à l'amont du point d'implantation est principalement dédiée à l'agriculture (vergers). On y trouve par ailleurs, un dépôt de gravats (D3), ainsi qu'une habitation et des serres dédiées au maraîchage.

En rive droite et en amont, on notera la présence de la station d'épuration d'ANDUZE et de nombreuses habitations. La station d'épuration située en rive droite du Gardon d'ANDUZE et disposant d'un bassin de lagunage ne paraît pas avoir d'impact sur la qualité de l'eau prélevée le 1^{er} septembre 2008. Une limite à potentiel imposé pourrait donc être constituée par le Gardon d'ANDUZE.

Un recensement des activités dans la zone déterminée sur notre avis sanitaire préliminaire a été effectué en date du 25 octobre 2008 par le bureau d'étude BERGA Sud.

Cet inventaire montre la présence de nombreux forages et puits captant les alluvions du Gardon d'ANDUZE en rive droite de ce dernier. Plusieurs puits sont aussi présents en rive gauche.

Le forage A21 situé à 540 mètres au nord ouest du forage F1 n'est pas en conformité réglementaire vis-à-vis des risques d'intrusions potentielles de polluants et ne permet pas de garantir une protection efficace de l'aquifère de la nappe alluviale. L'abri de protection est ouvert sur sa façade nord et sert à l'entreposage de matériaux divers.

Une remise en conformité devra être effectuée pour cet ouvrage et aucun produit potentiellement polluant ne pourra être stocké dans l'abri de protection.

Sur les affluents calcaires au nord du site, d'anciennes carrières, un habitat dispersé et des cultures existent.

La route départementale D366 est susceptible d'induire une pollution de type accidentel pouvant affecter l'aquifère superficiel des alluvions et celui sous-jacent du réservoir karstique.

La mise en circulation de l'arsenic lors des épisodes de crues, mise en évidence lors des essais de juin 2007, semble être partiellement mais correctement atténuée par une augmentation simultanée mais temporaire des apports en eaux dont l'origine provient du karst jurassien. Les alluvions du Gardon paraissent par ailleurs jouer un rôle important dans l'abattement des teneurs en Arsenic.

Plusieurs décharges d'inertes ont été inventoriées en amont hydrogéologique du forage F1 : D1 à D4. La décharge D3 située à 270 mètres en amont du forage F1 semble être toujours en activité et ne présente aucune mesure de restriction ou contrôle d'entrée, ni de surveillance de la qualité des dépôts qui y sont effectués. La décharge D4 à 1850 mètres en amont du forage F1 sur les formations calcaires (entreprise de BTP) ne semble pas présenter de garantie de sécurité vis-à-vis des risques d'infiltrations des polluants potentiels.

forage sur la route.

de la chaussee s'etendra sur une longueur totale de 150 metres de par et d'autre de l'axe projeté du anti-renversement et d'un caniveau de dérivation des eaux de ruissellement en bordure aval de la chaussee avec rejet en aval de la zone d'appel du captage. Cette zone de protection de la bordure aval La vulnérabilité liée à la route voisine devra être réduite par la mise en place de talus ou de barrière anti-renversement et d'un caniveau de dérivation des eaux de ruissellement en bordure aval de la chaussee avec rejet en aval de la zone d'appel du captage. Cette zone de protection de la bordure aval de la chaussee s'etendra sur une longueur totale de 150 metres de par et d'autre de l'axe projeté du forage sur la route.

Le caractère inondable du site d'implantation (crue de référence d'ANDUZE de 1958 à +7,6 mètres, crue de 1861 à +8,1 mètres) s'étendant jusqu'à la route départementale D366, constitue une vulnérabilité certaine du site qu'il conviendra de prendre en compte dans les aménagements des têtes du forage d'exploitation et des piézomètres (tête submersible et étanche ou surélevée au dessus du niveau des plus hautes eaux avec étanchéité des parois des cuvelages de protection, clôture adaptée, dispositif d'alerte et de coupure de prélèvement en période de crue).

La part respective des deux aquifères dans l'alimentation en eau du forage n'a pas pu être déterminée avec précision. L'aquifère des alluvions du Gardon d'ANDUZE, interconnecté hydrauliquement avec l'aquifère karstique sous-jacent, constitue une nappe d'accompagnement du Gardon d'ANDUZE, sans que nous ayons pu établir à ce jour la part des eaux d'origine karstique transitant dans l'aquifère alluvial (et alimentant ce dernier).

La nappe alluviale du Gardon d'ANDUZE est susceptible d'être alimentée d'une part par les apports issus du Gardon d'ANDUZE (qui joue le rôle de limite d'alimentation pour la nappe alluviale) et d'autre part par ceux issus de l'aquifère karstique sous-jacent à la faveur de la fracturation.

Comme le montre les essais de pompage et de traçage effectués en Août 2008, le temps de transfert des eaux d'origine karstique est rapide et la proportion d'eau issue du karst relativement importante. La dilution d'une éventuelle pollution pourrait être relativement importante et son temps de passage au niveau du forage réduit. Néanmoins une pollution de l'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE induit un effet réductif de relargage de polluants et augmenterait le temps de passage d'une pollution éventuelle au niveau du forage. La double circulation des eaux au niveau du karst aura un effet similaire avec un passage bref mais en deux temps du polluant ayant affecté l'aquifère.

Les prélèvements réalisés en Fel concernent la ressource en eau de l'aquifère karstique mais aussi celle de l'aquifère des alluvions superficielles.

La piézométrie de la nappe alluviale en rive droite du Gardon (au droit du site du forage) et la limite à potentiel imposée que constitue le Gardon, permettent d'envisager un impact réduit sur les eaux captées en F1 et en Fel en cas de pollution affectant la nappe alluviale sur cette rive droite. Il convient toutefois de considérer les relations hydrauliques susceptibles d'exister entre l'aquifère karstique et la nappe alluviale en rive droite du Gardon d'ANDUZE.

- sur la route départementale D366,
- sur les zones d'affleurement des calcaires en amont du site,
- sur les zones d'affleurement des alluvions du Gardon en rive gauche et dans la zone d'appel du forage,
- ou dans le Gardon d'ANDUZE en amont du forage.

Si l'épaisseur et la nature des alluvions du Gardon sont susceptibles d'assurer une protection relativement efficace aux pollutions d'origine microbiologique, il n'en est pas de même en ce qui concerne les pollutions accidentelles susceptibles d'intervenir:

Cette protection aura pour objectif de repousser le risque de basculement de véhicule en cas d'accident au-delà d'une distance de 120 mètres des forages (soit un temps de transfert d'un éventuel polluant dans les alluvions supérieur à 12 heures).

Figure 7 : localisation et extension des barrières de protection anti-renversement en bordure de route)



VIII. Avis de l'hydrogéologue agréé

A. Concernant la disponibilité de la ressource en eau souterraine

Les différents essais de pompage et essais de tracage réalisés mettent en évidence une relation hydraulique entre les deux types d'aquifère (alluvial et karstique) juxtaposés présents au droit du forage de reconnaissance.

La conjonction de ces deux aquifères, superposés et en relation hydraulique, permet d'obtenir un débit de test de l'ordre de 500 m³/h avec rabattement de l'ordre de 1,90 mètres au mois d'Août 2010 (période de mi-étage). La proportion respective issue de l'un et de l'autre des aquifères n'a pas pu être défini avec précision.

Le taux de restitution relevé de la Fluorescéine (54%) lors des essais de août 2008 pour un débit de pompage de 260 m³/h laisse penser que la ressource captée par le forage de reconnaissance provient préférentiellement de l'aquifère karstique et que seule une partie des eaux transitant dans cet aquifère a été captée par cet ouvrage. L'origine prédominante des eaux d'origine karstique a été confirmée par l'analyse des données de suivi des paramètres conductivité, température et arsenic lors des essais d'Août 2010.

Il reste probable que la proportion d'apport d'eau issue de la nappe alluviale doit dépendre de l'état de charge au sein des deux aquifères (variable en fonction de la saison hydrogéologique).

La mise en exploitation de deux forages F1 et F2 en Août 2010, de manière simultanée et pour un débit total de 500 m³/h en moyenne durant 15 jours en période de mi-étage (et un rabattement stabilisé de -1,90 m au maximum), a mis en évidence la forte capacité exploitable des aquifères captés.

Ce débit exploitable potentiel ne préjuge pas de l'acceptation de l'incidence du prélèvement sur la gestion globale de la ressource.

B. Concernant la qualité de l'eau et l'usage de cette eau

Les différentes analyses effectuées montrent la capacité des eaux des alluvions à réduire les teneurs en arsenic des eaux en provenance du Gardon d'ANDUZE et la faible teneur en arsenic des eaux issues du forage.

La qualité de l'eau prélevée le 18 janvier 2007 complétée par les analyses effectuées sur un prélèvement du 02/09/08 et le 28/08/2010, répond aux normes de potabilité d'une eau destinée à la production d'eau destinée à la consommation humaine (un dispositif de traitement des paramètres microbiologique sera nécessaire afin de traiter les excédents en bactéries aérobies revivifiables à 22°C et 36°C et en coliformes).

Seule la turbidité devra faire l'objet d'un suivi automatique et permanent durant les premières années d'exploitation. Ce suivi permettra de dériver ponctuellement les eaux à trop forte valeur de turbidité (suite à épisodes orageux ou crues du Gardon d'ANDUZE par exemple). Il permettra d'évaluer, au cours des premières années d'exploitation, de la nécessité éventuelle de mise en place d'un dispositif permanent de traitement de la turbidité.

Les vulnérabilités de l'aquifère alluvial et de l'aquifère karstique sous-jacent doivent être prises en compte dans la définition du Périmètre de Protection Immédiate de La Madeleine.

Un périmètre de Protection Immédiate devra être mis en place autour des forages et des piézomètres réalisés et conservés. Ce périmètre englobera d'un seul tenant les forages d'exploitation et les 2 piézomètres conservés (Pz amont et Pzc).

B. Définition du Périmètre de Protection Immédiate

La zone d'implantation de ces ouvrages de surveillance et de captage étant en zone inondable, les têtes de captages devront garantir l'absence de risque d'introduction d'eaux parasites dans les ouvrages en période de crue. Le niveau des eaux du Gardon d'ANDUZE en période de crue pouvant dépasser les 7 mètres au droit du site, il conviendra de prévoir la réalisation d'un abri de la tête des forages et des piézomètres conservés submersible et étanche.

La réalisation des nouveaux forages d'exploitation devra tenir compte de la nécessité de disposer d'un parfait isolation de l'aquifère superficiel alluvial par cimentation sous pression de l'annulaire entre la paroi de forage et le tubage (espace annulaire cimenté d'une épaisseur d'au moins 3 cm minimum) sur une profondeur d'au moins 14 mètres (base des calcaires très altérés sous le niveau argilleux).

Les piézomètres Pzc et Pz amont pourront être conservé en tant que piézomètre de contrôle de la station.

Le piézomètre Pzaval sera rebouché dans les règles de l'art et sous contrôle d'un hydrogéologue.

Dans la mesure où un ou deux nouveaux forages d'exploitation serait réalisé, il conviendra de s'assurer du rebouchage dans les règles de l'art et sous contrôle d'un hydrogéologue du forage de reconnaissance F1.

A. Aménagement des têtes de forage et piézomètre

Au vue de l'ensemble des données analysées suite à la réalisation du nouveau forage d'exploitation F1 et aux essais de pompage du mois d'Avril 2010 sur ce dernier et sur le forage de reconnaissance F1, il ne nous apparaît pas nécessaire de modifier l'ensemble des périmètres de protection défini lors de notre avis sanitaire définitif du 4 septembre 2009.

IX. Définitions et justification du Périmètre de Protection Immédiate

La sensibilité des deux types d'aquifères à une pollution potentielle étant relativement élevée et la vitesse de transfert des eaux rapide, tout incident susceptible d'induire une pollution des eaux souterraines devra entraîner l'arrêt immédiat des prélèvements d'eau dans le forage d'exploitation. La reprise de l'exploitation ne sera autorisée qu'après analyse de contrôle favorable des eaux captées par le laboratoire agréé.

Sous réserve de ce contrôle de turbidité et de la mise en place d'un dispositif de traitement des pollutions microbiologiques, les résultats d'analyses d'eau portés à notre connaissance à ce jour, montrent que l'usage de l'eau prélevée sur le forage de reconnaissance est susceptible d'être destinée à la consommation humaine.

La vitesse de transfert de masse au sein de l'aquifère des calcaires jurassiques a été déterminée à 17 m/h pour la vitesse de première arrivée du traceur. Elle est de 12 m/h pour la vitesse de transfert estimée entre les alluvions et les calcaires (enregistrement du passage du traceur au niveau du forage de reconnaissance).

Ce Périmètre de Protection Immédiate s'étendra sur une distance de 5 mètres en amont du piézomètre Pzmont et de 5 mètres du piézomètre Pzc et Pzaval, latéralement et en direction de la route. En direction du Gardon d'ANDUZE, ce périmètre sera étendu jusqu'à 10 mètres des forages d'exploitation. Il constituera dans son ensemble un parallélogramme de 25 m par 40 m. Ce périmètre de protection immédiate sera à définir avec précision en fonction de la position des forages d'exploitation.

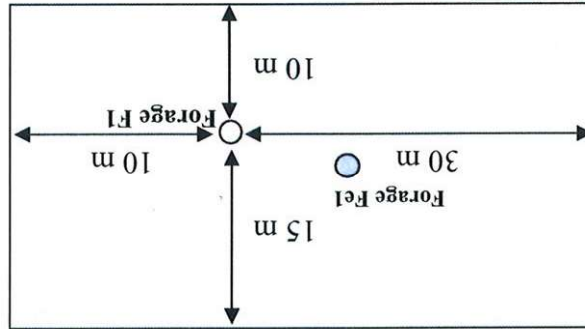


Figure 8 : schéma de localisation et d'extension du Périmètre de Protection Immédiate

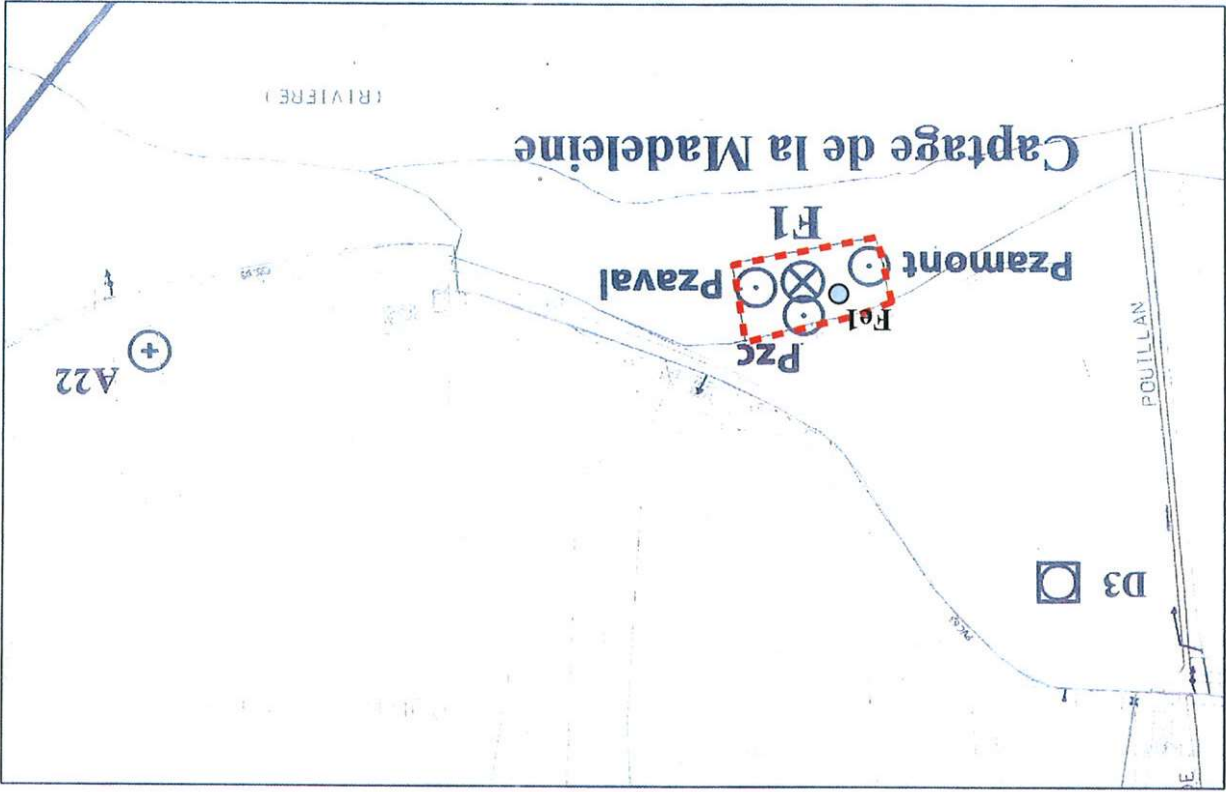


Figure 9: localisation prévisionnelle du P.P.I. sur extrait cadastral

Une clôture de protection sera mise en place en périphérie de ce périmètre de protection immédiate. Cette clôture aura pour but de limiter les risques d'intrusion humaine ou animale à proximité immédiate du forage et des piézomètres. Toutefois la zone étant inondable, il conviendra de prévoir la

possibilité de basculement de la clôture en période de crue importante afin d'éviter toutes risques de surcreusement des alluvions en amont de cette dernière en période de crue du Gardon d'ANDUZE.

X. Définitions et justification du Périmètre de Protection Rapprochée

A. Définition du Périmètre de Protection Rapprochée

« Le Périmètre de Protection Rapprochée a pour but de protéger efficacement le captage vis-à-vis de la migration souterraine des substances polluantes. »

Les différents résultats d'études complémentaires apportées suite à notre avis préliminaire et à la réalisation de travaux et essais de pompage d'août 2010 confirment la nécessité d'assurer la mise en protection sanitaire de l'aquifère des formations alluviales du Gardon d'ANDUZE simultanément à celle de l'aquifère karstique sous-jacent.

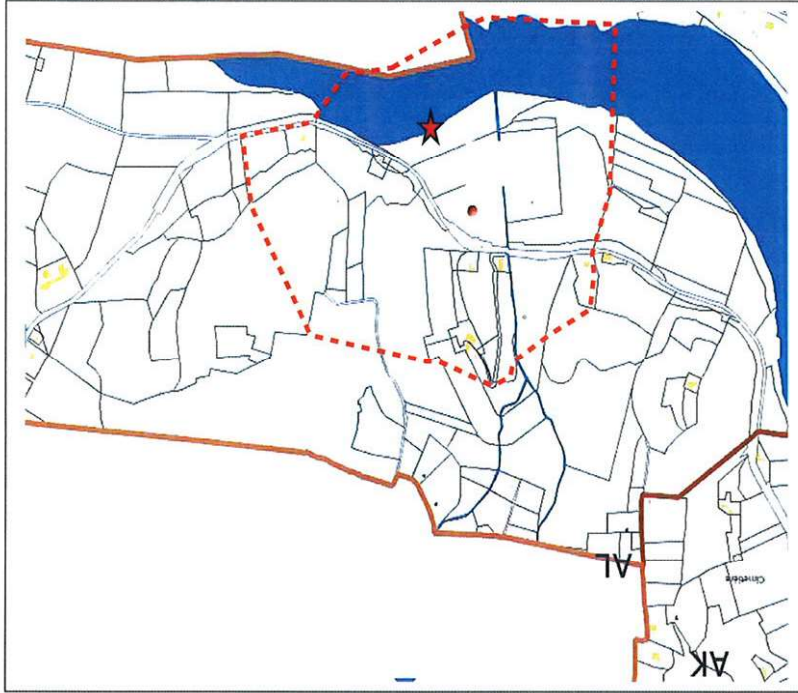
Les vitesses de transfert mesurées sont rapides et impliquent que toutes précautions soient prises afin de réduire au maximum les risques de pollutions susceptibles d'atteindre l'aquifère capté.

En ce qui concerne les alluvions du Gardon d'ANDUZE, le rôle de limite à potentiel imposé que joue le Gardon d'ANDUZE permet de fixer la périphérie sud du Périmètre de Protection Rapprochée à la rive droite de ce dernier.

Les alluvions du Gardon d'ANDUZE de nature graveleuse permettent d'assurer une relativement bonne auto-épuration des pollutions bactériologiques éventuelles dans la mesure où ce type de pollution microbiologique intervient à une distance suffisamment conséquente du forage d'exploitation.

L'aquifère karstique dispose d'un pouvoir de dilution important permettant d'assurer une rapide dilution des polluants solubles, un faible effet rélitif et un passage rapide du polluant au droit du forage.

Figure 10 : délimitation du Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité haute



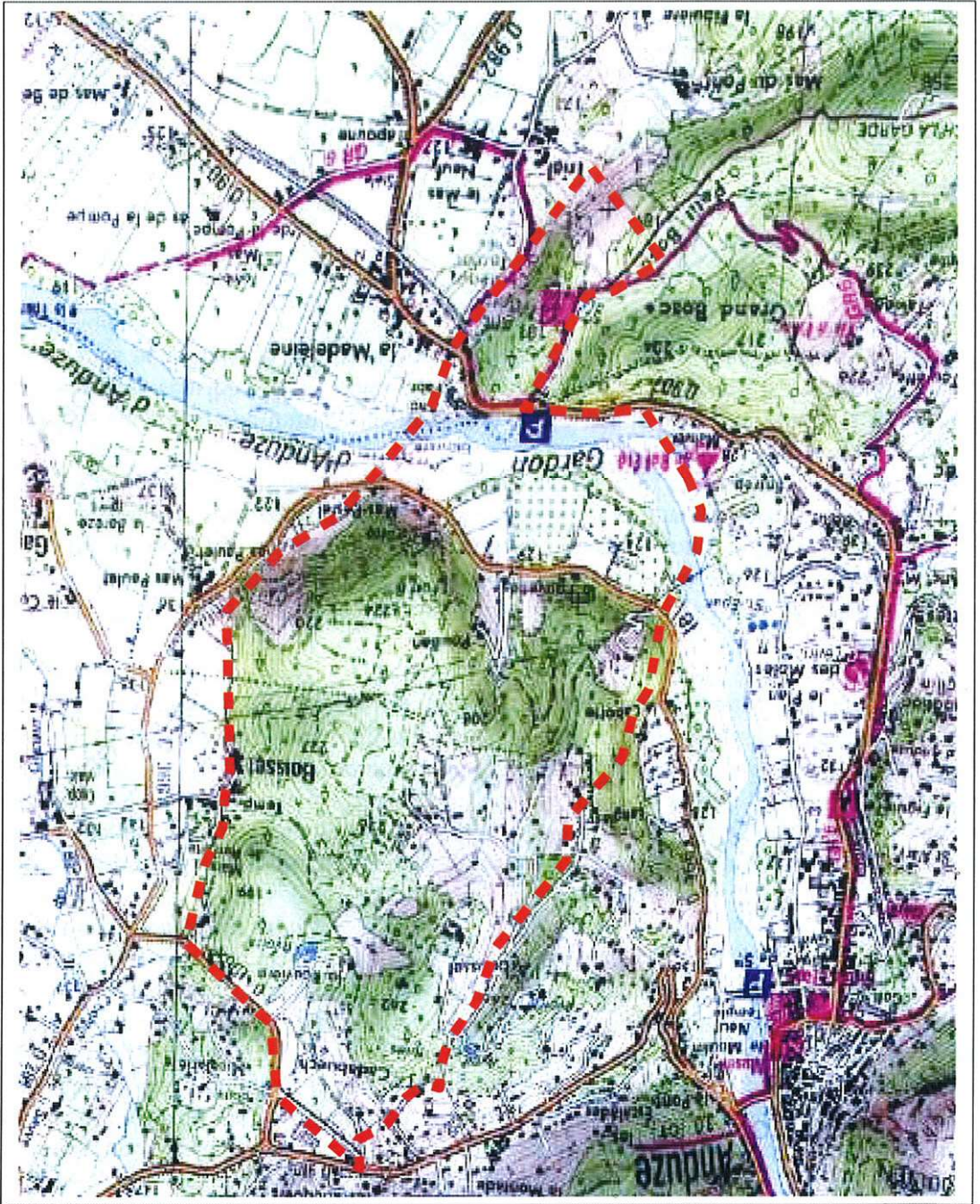
Afin de tenir compte de la sensibilité respective des deux types d'aquifère concernés, on proposera la création de deux zones de sensibilité au sein du périmètre de protection rapprochée: une première zone à hautes sensibilités correspondra à la limite d'un temps de transfert de 24 heures des eaux souterraines au sein des deux types d'aquifère (voir figure 3 ci-après). A l'intérieur de ce périmètre de protection rapprochée à haute sensibilité des aménagements spécifiques de protection (bord de route) et des mises en conformité réglementaire (assainissement autonome, aménagement de tête de forage et puits, restriction d'accès et contrôle des zones de stockages de déchets inertes, ...) seront à mettre en œuvre avant mise en exploitation du captage.

Un périmètre de protection rapprochée à sensibilité normale complètera ce dispositif. Il englobera la totalité de la nappe alluviale en rive gauche du Gardon d'ANDUZE jusqu'au sud du cimetière communal et s'étendra sur la zone d'affleurement des calcaires du jurassique en rive gauche et en rive droite du Gardon d'ANDUZE. Les formations de l'Aalénien-Bajocien (I6-J1) de nature marneuse à lits calcaires, constituent des formations semi-imperméables susceptibles d'assurer une relativement bonne protection aux infiltrations de surface en périphérie des formations dolomitiques karstifiées du Bathonien.

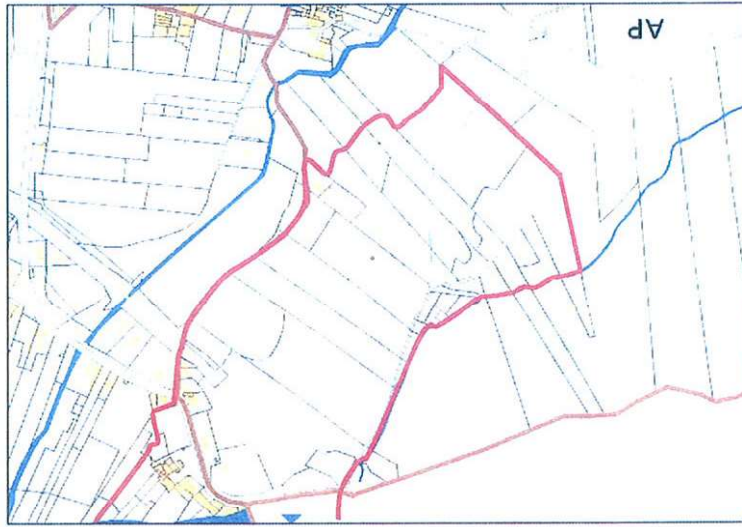
Au Nord, on étendra le Périmètre de Protection Rapprochée jusqu'à la route départementale D106. Au Nord Ouest, ce périmètre empruntera l'axe de la vallée allant du lieu-dit L'Arbousset au lieu-dit Langlas puis rejoindra le lieu-dit La Cabotte au sud du cimetière communal (voir limite du périmètre de protection rapprochée sur extrait de carte IGN ci-après). Ces limites correspondent à des temps de transfert théoriques allant de 2,5 jours (au Nord Ouest) à 4,5 jours (à l'extrême Nord). L'inventaire des sources de pollutions potentielles effectué par le bureau d'étude BERGA Sud permet de localiser les sites sensibles et de déterminer les mises en conformité à mettre en œuvre afin de réduire les risques potentiels de pollution de l'aquifère des alluvions du Gardon d'ANDUZE et celui du karst jurassique.

La localisation cadastrale détaillée de ce périmètre de protection rapprochée est reporté ci-après:

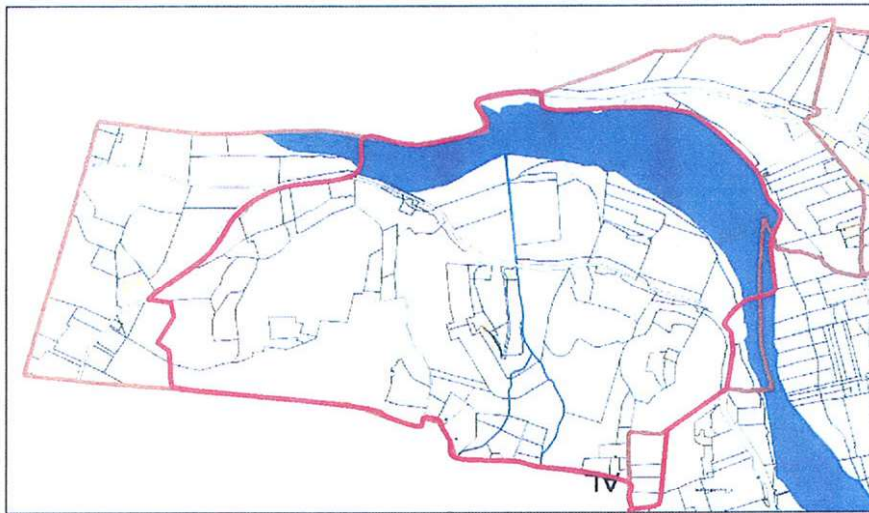
Figure 11 : limite du Périmètre de Protection Rapprochée du forage de La Madeleine



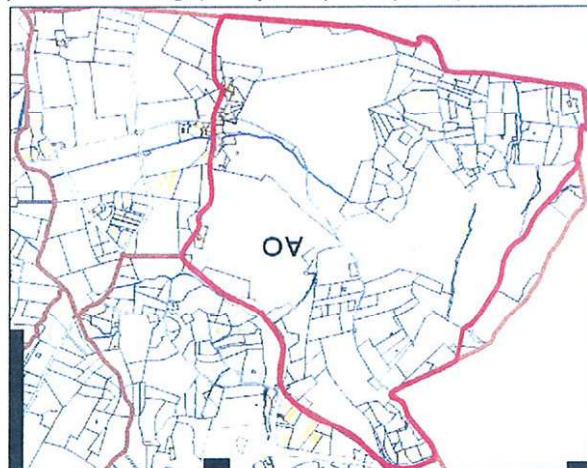
Localisation du PPR sur extrait cadastral section AP et AO commune de Tornac



Localisation du PPR sur extrait cadastral section AL commune d'ANDUZE



Localisation du PPR sur extrait cadastral section AO commune de Boisset et Gaujac



XI. Définitions et justification du Périmètre de Protection Eloignée

A. Définition du Périmètre de Protection Eloignée

Afin d'assurer une protection optimale et une zone de vigilance accrue de la zone potentielle d'alimentation du captage, on fixera l'extension du Périmètre de Protection Eloignée à la totalité de la zone d'affleurement des calcaires et dolomies jurassiques en rive gauche du Gardon d'ANDUZE ainsi qu'aux zones d'affleurement des alluvions du Gardon d'ANDUZE en rive gauche de ce dernier.

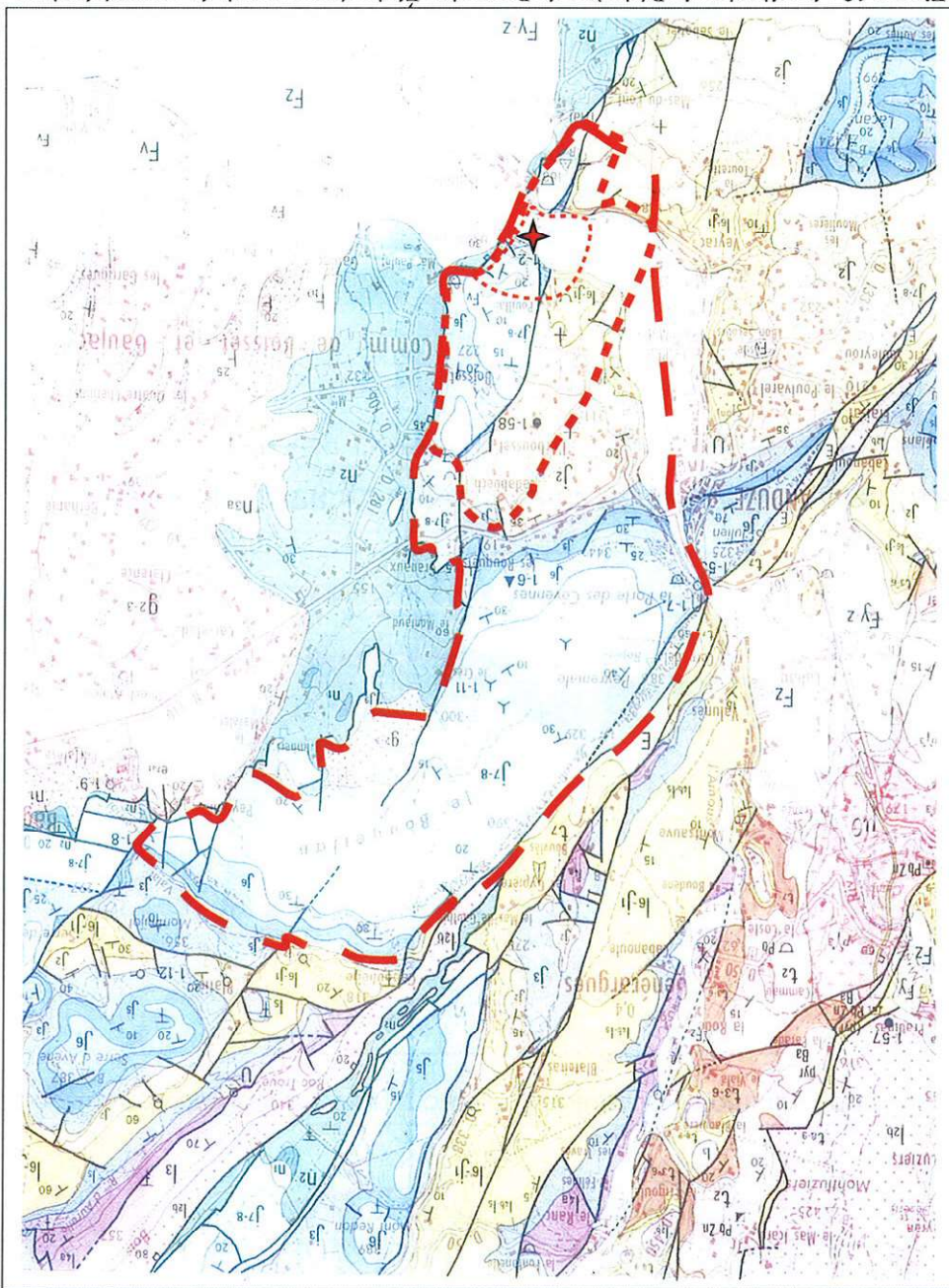


Figure 12 : localisation du Périmètre de Protection Eloignée sur extrait de carte géologique
 — P.P.E.
 - - - P.P.R.
 ★ Forage

P.P.R.: Périmètre de Protection Éloignée
P.P.R.: Périmètre de Protection Rapprochée
P.P.R.s.: Périmètre de Protection Rapprochée à Sensibilité Haute

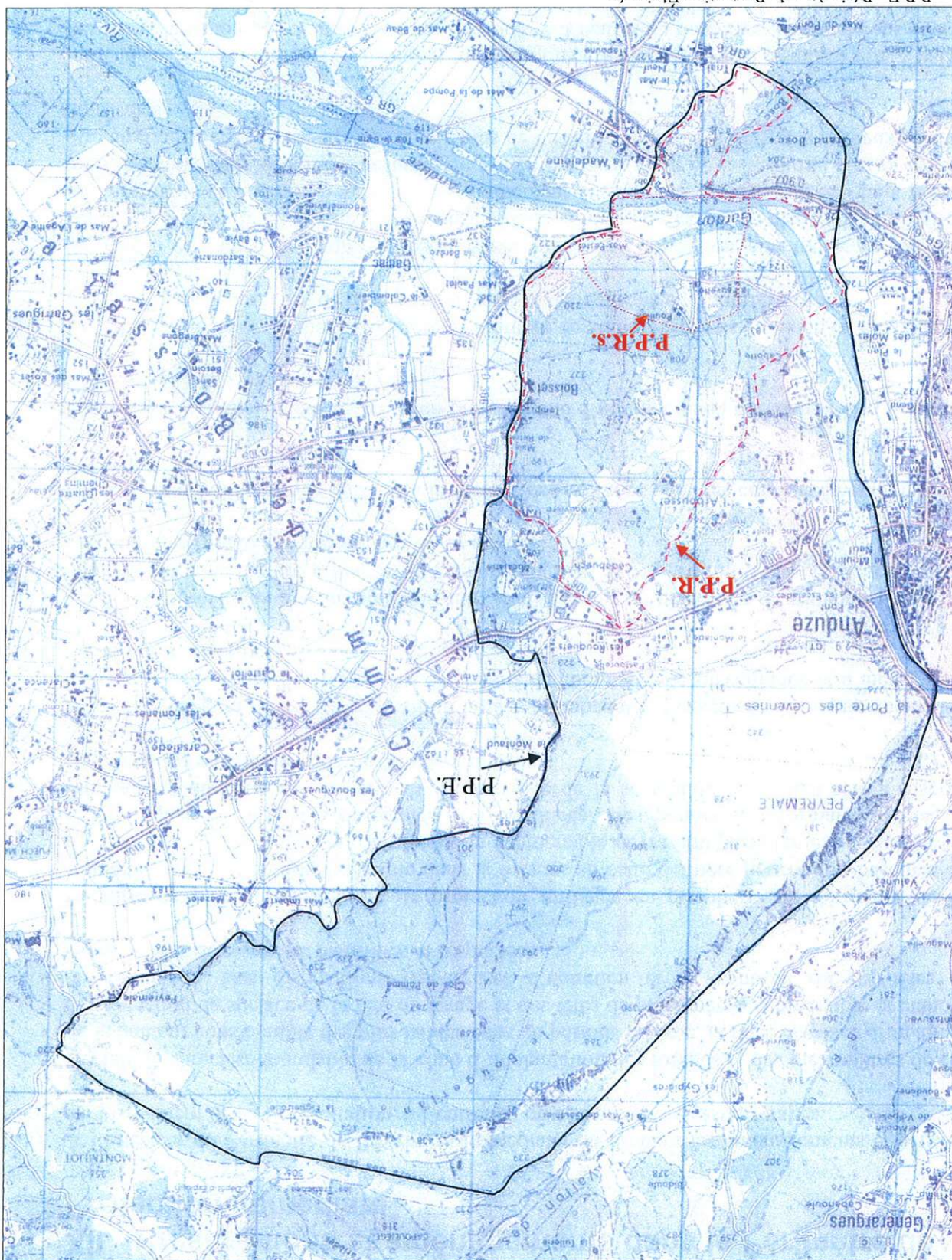


Figure 13 : localisation des Périmètres de protections rapprochées et éloignées sur extrait de carte IGN au 1/25000ème

XII. Prescriptions et aménagements dans le Périmètre de Protection Immédiate

A l'intérieur du Périmètre de Protection Immédiate, on limitera les aménagements et activités à ceux exclusivement liés à l'exploitation, à l'entretien ou à la protection des ouvrages.

Du fait du caractère inondable de la zone d'implantation des forages et des piézomètres de contrôle, et de la hauteur considérable des plus hautes eaux en période de crue, la mise en place d'un aménagement de protection de surface de la tête de forage et des têtes de piézomètre, submersible et étanche, pourra être envisagé. Des dispositions rigoureuses d'entretien et de contrôle de ces têtes d'ouvrage submersibles devront être planifiées et respectées.

La mise en place d'une clôture de protection grillagée en périphérie du Périmètre de Protection Immédiate ne sera envisageable que dans la mesure où cette dernière pourra être basculée en période de forte crue. A défaut, l'abri de protection submersible devra être parfaitement sécurisé et son accès rendu impossible à toutes personnes non habilitées. Des panneaux informatifs de la nature des ouvrages et du périmètre de protection ainsi que de la sensibilité du milieu seront disposés sur la périphérie de ce Périmètre de Protection Immédiate.

On recommandera de mettre en position hors zone inondable l'ensemble des équipements annexes au captage: les armoires électriques, les dispositifs de comptage, de surveillance et d'alerte, ainsi que les unités de traitement.

Un abri de protection avec alarme anti-intrusion sera mis en place afin de protéger l'ensemble de cet équipement. Une clôture grillagée de 2 mètres de haut avec portillon d'entrée sécurisé ceinturera cet abri sur un rayon de 5 mètres autour de ce dernier.

Un compteur volumétrique permettra la mesure des volumes prélevés conformément à l'Article L214-8 du Code de l'Environnement.

Un robinet de prélèvement sera mis en place en tête d'ouvrage ainsi que dans l'abri des équipements annexes situé en zone non inondable.

Un tube guide sonde de diamètre intérieur minimal de 30 mm sera mis en place en même temps que la pompe d'exploitation afin de permettre un suivi piézométrique de l'aquifère capté.

La nature karstique de l'aquifère capté laisse présager l'apparition ponctuelle de pic de turbidité supérieur à la limite de qualité. On proposera donc la mise en place d'un dispositif de suivi en continu de la turbidité auquel sera asservi le fonctionnement des pompes et l'exhaure des eaux prélevées (by-pass des eaux trop turbide). Une unité de traitement permanent de la turbidité pourra ultérieurement être envisagée dans la mesure où de tels pics de turbidité suite à des épisodes orageux se trouveraient confirmés.

Un cahier de suivi des prélèvements et interventions effectués sera mis en place afin d'assurer, mois par mois, le suivi des volumes prélevés, le nombre d'heures de pompage, les variations éventuelles de la qualité, les incidents survenus dans l'exploitation de l'installation ou le comptage, les interventions sur l'équipement de pompage.

Par ailleurs, les forages et puits (A21, A22) situés dans l'emprise de ce Périmètre de Protection Rapprochée à Haute Sensibilité devront être mis en conformité réglementaire conformément aux

d'autre de l'axe projeté du forage sur la route (voir figure 1).
protection de la bordure aval de la chaussée s'étendra sur une longueur totale de 150 mètres de par et
RD366 complétée d'un caniveau de dérivation étanchéifié des eaux de ruissellement. Cette zone de
mise en place de protection anti-renversement (GBA ou bois ou talus) en bordure aval de la route
Afin de réduire les risques de renversement des véhicules circulant sur la route, on recommandera la

rapprochée à haute sensibilité.
Du fait de la nature des aquifères présents et de la vitesse élevée de transfert de l'eau dans ces derniers,
des mesures spécifiques de protection seront prises à l'intérieur de ce périmètre de protection

A. Prescriptions dans le Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité :

XIII. Prescriptions et aménagements dans le Périmètre de Protection Rapprochée

La portion de parcelle constituant le Périmètre de Protection Immédiate devra être acquise en pleine
propriété par le demandeur.

L'intérieur du Périmètre de Protection Immédiate sera maintenu entretenus sans usage de désherbant ou
pesticides. Toute accumulation d'amas de végétaux en amont du captage sera dégagée après les
épisodes de crues dans la mesure où elle pourrait entraîner un surcreusement et donc une réduction de
l'épaisseur des formations de recouvrement à proximité du captage et des piézomètres de contrôle et
surveillance.

L'intérieur du Périmètre de Protection Immédiate sera maintenu entretenus sans usage de désherbant ou
pesticides. Toute accumulation d'amas de végétaux en amont du captage sera dégagée après les
épisodes de crues dans la mesure où elle pourrait entraîner un surcreusement et donc une réduction de
l'épaisseur des formations de recouvrement à proximité du captage et des piézomètres de contrôle et
surveillance.
de l'art et sous la supervision d'un hydrogéologue.

Il devra donc être soit rendue insubmersible et étanche soit être rebouché dans les règles de l'art.
Dans la mesure où le forage de reconnaissance serait remplacé par deux forages d'exploitation de gros
diamètre avec équipement en inox, ce forage FI de reconnaissance devra être rebouché dans les règles
de l'art et sous la supervision d'un hydrogéologue.
L'utilité du piézomètre Pzaval dans le cadre d'une surveillance d'une éventuelle pollution est moindre.
Il en sera de même avec le piézomètre Pzumont qui sera susceptible de participer à la surveillance des
apports d'éventuels polluants en provenance du Gardon d'ANDUZE.

La tête de ces deux piézomètres devra être rendue insubmersible et une dalle de propreté conforme à la
réglementation (2 mètres de rayon centrée sur la tête de captage, avec une pente vers l'extérieur) sera
mise en place autour de chacun de ces piézomètres.
Le piézomètre Pzc crépiné face aux seuls drains karstiques permettra de disposer d'un point de
surveillance de l'arrivée d'un panache de pollution en cas d'incident en provenance de la route
départementale ou du massif calcaire jurassique la surmontant (accident routier, largage de retardateur
d'incendie, ...).

La conservation des piézomètres Pzumont et Pzc permettra de disposer d'ouvrage d'alerte permettant
le contrôle de la qualité des eaux en cas de suspicion de pollution sur le bassin versant d'alimentation
de l'aquifère capté (contrôle de conductivité).

recommandations du rapport BERGA Sud n°30/010K08084). Il en sera de même en ce qui concerne la zone de stockage d'inerte notée D3 sur le susdit rapport.

L'ensemble des dispositifs d'assainissement autonome présents dans cette emprise devront faire l'objet de contrôle de conformité et d'une mise aux normes avant toute mise en exploitation du captage. A l'intérieur de ce Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité, on interdira plus particulièrement:

- la réalisation de nouveau forage;
- toute installation classée pour la protection de l'environnement;
- toute exploitation de carrière ou gravière;
- tout dépôt, épandage ou rejets d'eaux usées ou de produits liés au traitement des eaux usées hormis ceux issus des dispositifs d'assainissement autonome existant dans la mesure où ils auront été contrôlés et mis en conformité réglementaire et que leur entretien sera réalisé régulièrement;
- tout épandage de boue de vidange, de station de traitement d'effluents de toute nature, de stations d'épurations, de surplus agricole et rejets des effluents de serres;
- tout dépôt d'ordure ménagère, centre de transit, de traitement, de broyage ou de tri de déchets, dépôt de matériaux inertes, de déblais, de gravats de démolition, d'encombrant, de métaux, de carcasses de voiture;
- tout dépôt ou dispositif de stockage non domestique ou de transport (conduite) de produits nuisible à la qualité de l'eau. Les dispositifs de stockage d'hydrocarbures des particuliers seront aériens et équipés de bac de rétention d'un volume supérieur ou égal à 1,5 le volume stocké;
- toutes installations de stockage et/ou traitement de déchets industriels, encombrants, métaux, véhicules;
- l'installation de cimetière, de camping ou de caravaning;
- Le transport de matière dangereuse pour l'environnement sur la RD366;
- Tout rejet (hormis les eaux de ruissellement non polluées issues de surface très limitées, inférieure à 100 m²) dans des gouttes ou avens existant.

Le stockage de produits phytosanitaires sera interdit au droit de la plaine alluviale inondable. Il en sera de même pour les zones de nettoyage et remplissage des cuves des pulvérisateurs.

L'utilisation des produits fertilisants ou phytosanitaires dans le cadre des pratiques agricoles (vergers) devront faire l'objet d'un usage raisonné respectant le code de bonne conduite agricole.

Les ouvrages de captage abandonnés devront faire l'objet d'un rebouchage dans les règles de l'art.

A l'intérieur de ce Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité seront règlementés:

- la construction ou la modification de voies de communication ainsi que leur condition d'utilisation (l'utilisation de résidus de machete d'usine d'incinération sera interdite);
- la découverte de cavité, aven ou gouffre devra faire l'objet d'une déclaration, suivi d'une éventuelle exploration, avant mise en protection par clôture ou colmatage si nécessaire).

B. Prescriptions dans le Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité normale:

A l'intérieur de ce Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité normale, on règlementera:

- La réalisation de nouveau forage (qui devra faire l'objet d'un suivi hydrogéologique et technique);
- La réalisation de tout nouveau dispositif d'assainissement autonome;

XIV. Prescriptions et aménagements dans le Périmètre de Protection Eloignée

Les principaux gouffres et avens existant devront être clôturés afin d'éviter toutes chutes d'animaux. L'accès à ces cavités ne fera l'objet d'aucune restriction particulière dans la mesure où il permet d'obtenir un retour d'information d'éventuelle pollution (dépôts sauvages, charogne, ...) de la part des spéléologues. On recommandera la mise en place à l'entrée de ces cavités, d'un panneau informant de l'existence d'un périmètre de protection et de l'obligation de signalisation de toutes traces de pollution identifiée en mairie.

- Les stockages d'hydrocarbure à usage domestique devront être hors sol et disposer d'un bac de rétention d'une capacité d'un volume supérieur à 1,5 fois le volume d'hydrocarbure stocké;
- Les aires de lavage de véhicules et casses automobiles seront interdites sauf si les eaux ruisselant sur des surfaces imperméabilisées peuvent être récupérées dans des bassins de stockage adaptés et munis de système d'abattement de la charge polluante;
- Le transport de matière dangereuse sera à limiter au maximum;
- Un contrôle et une mise aux normes éventuelles des aires de remplissage ou de lavage des pulvérisateurs existants utilisés pour le traitement des cultures seront recommandés.

La principale vulnérabilité de l'aquifère réside dans la nature karstique de son aire d'alimentation doublée par les relations hydrauliques existantes avec l'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE.

A l'intérieur des limites proposées pour ce périmètre, la réglementation nationale en vigueur devra être suivie scrupuleusement et des dispositions devront être prises avant de créer toute activité analogue à celles interdites sur les périmètres de protection rapprochée.

Les principaux gouffres et avens existant devront être clôturés afin d'éviter toutes chutes d'animaux. L'accès à ces cavités ne fera l'objet d'aucune restriction particulière dans la mesure où il permet d'obtenir un retour d'information de la part des spéléologues d'éventuelle pollution (dépôts sauvages, charogne, ...). On recommandera la mise en place à l'entrée de ces cavités, d'un panneau informant de l'existence d'un périmètre de protection et de l'obligation de signalisation de toutes traces de pollution identifiée en mairie.

XV. Conclusion

Dans le cadre du renforcement et de la diversification de ses ressources en eau potable, le SYNDICAT D'ADDITION D'EAU DE L'AVENE a fait réaliser un nouveau forage d'exploitation Fel à proximité du sondage de reconnaissance F1, au sud du bourg d'ANDUZE, en rive gauche du Gardon d'ANDUZE à proximité du lieu-dit Mas Pestel.

Les essais de pompage et les suivis qualitatifs réalisés ont mis en évidence la qualité du complexe aquifère capté tant du point de vue quantitatif que qualitatif le jour des prélèvements. Les différents essais de pompage réalisés permettent de confirmer la qualité de l'aquifère capté et la possibilité d'une exploitation au débit cumulé de 500 m³/h pour un rabattement de 1,90 m à l'aide d'un pompage en simultané sur deux ouvrages de captage. L'absence de rabattement résiduel au terme de la remontée au niveau statique faisant suite à 15 jours de pompage au débit moyen de 500 m³/h confirme la qualité de cet aquifère.

Ce débit exploitable de 500 m³/h mis en évidence ne préjuge pas de l'acceptation de l'incidence du prélèvement sur la gestion globale de la ressource.

Sous réserve du respect des diverses préconisations, aménagements et mises en conformités spécifiées dans le présent rapport, un **avis sanitaire favorable** de l'hydrogéologue agréé par le Ministère de la Santé en matière d'hygiène publique est donné à l'utilisation des eaux souterraines exploitées par les captages Fel et F1 (qui sera remplacé par un ou deux forages similaires à Fel) dit de La Madeleine, commune d'ANDUZE.

Jean-François DADOUN
Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique
pour le département du Gard
le 15 mars 2011

Hydrogéologue agréé pour le département du Gard
R.HA 30/18
Par : **Jean-François DADOUN**

22/03/2011

Maitre d'ouvrage :
SYNDICAT D'ADDUCTION D'EAU DE L'AVENE



Concernant :
le captage dit de « La Madeleine »
(nouveau forage Fe1)
lieu-dit de « La Madeleine »
Commune: ANDUZE (30)

Avis hydrogéologique et sanitaire définitif
de l'hydrogéologue agréé

Expertise de l'Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique
par le Ministère de la Santé

République Française
Ministère de la Santé
Direction Générale de la Santé
Sous Direction de la Prévention Générale et de l'Environnement
Département du Gard

Ce rapport fait suite au rapport d'Avis sanitaire définitif de l'hydrogéologue agréé en date du 4 septembre 2009 concernant le forage de «La Madeleine» (ou de «Mas Paullet»).

Les résultats positifs obtenus lors des travaux de forage, d'essais de pompage et de tracage réalisés sur le forage de reconnaissance F1 ainsi que lors des travaux effectués ont conduit le Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avene à faire réaliser un forage d'exploitation à proximité immédiate du forage de reconnaissance.

Les essais de pompages réalisés sur ce nouveau forage Fc1 (maximum de 262 m³/h) et sur un pompage simultané en Fc1 et F1 à un débit cumulé maximum de 526 m³/h durant 15 jours conduisent le Syndicat à solliciter l'avis sanitaire et hydrogéologique de l'hydrogéologue agréé concernant une exploitation de ces ouvrages de captage à un débit de 500 m³/h.

Ce nouveau captage serait susceptible de se substituer ou de compléter l'approvisionnement par le champ captant de TORNAC, lequel présente des concentrations non négligeables en arsenic.

Pour disposer d'informations complémentaires, on se référera à notre précédent rapport: Jean-François DADOUN (2007): avis hydrogéologique et sanitaire définitif de l'hydrogéologue agréé concernant le forage dit de « La Madeleine » (ou de « Mas Paullet ») / 30 septembre 2009 / Référence RHA30/11-2007)

SOMMAIRE

I. INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR L'ALIMENTATION EN EAU DE LA COLLECTIVITÉ.....3

II. SITUATION DES CAPTAGES.....4

III. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....6

 A. CADRE GÉOLOGIQUE.....6

 B. Coupes techniques et lithologiques.....7

IV. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE.....9

 A. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE.....9

 B. RÉSULTATS DES ESSAIS DE POMPAGES.....10

V. RELATION ENTRE LES DEUX AQUIFÈRES.....11

VI. CARACTÉRISTIQUES ET QUALITÉ DE L'EAU CAPTÉE.....12

VII. ENVIRONNEMENT ET VULNÉRABILITÉ.....13

VIII. AVIS DE L'HYDROGÉOLOGUE AGRÉÉ17

 A. CONCERNANT LA DISPONIBILITÉ DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE.....17

 B. CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'EAU ET L'USAGE DE CETTE EAU.....17

IX. DÉFINITIONS ET JUSTIFICATION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....18

 A. AMÉNAGEMENT DES TÊTES DE FORAGE ET PIÉZOMÈTRE.....18

 B. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....18

X. DÉFINITION ET JUSTIFICATION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE.....20

 A. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE.....20

 B. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....18

XI. DÉFINITIONS ET JUSTIFICATION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE.....23

 A. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE.....23

XII. PRÉSCRIPTIONS ET AMÉNAGEMENTS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....25

XIII. PRÉSCRIPTIONS ET AMÉNAGEMENTS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE.....26

 A. PRÉSCRIPTIONS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE À HAUTE SENSIBILITÉ :.....26

 B. PRÉSCRIPTIONS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION RAPPROCHÉE À SENSIBILITÉ NORMALE:.....28

XIV. PRÉSCRIPTIONS ET AMÉNAGEMENTS DANS LE PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE.....28

XV. CONCLUSION.....29

I. Informations générales sur l'alimentation en eau de la collectivité

Le Syndicat d'Adduction d'eau de l'Avène approxime une population proche de 75850 habitants répartie dans 20 communes dans la partie nord ouest du département du Gard, autour de la ville d'ALÈS ainsi que la ville d'ALÈS elle-même, au moyen des captages suivants: champ captant des Dauthunes, captage des Plantiers et le champ captant de TORNAC. La Source de la Tour qui desservait le centre ville d'ALÈS n'est plus utilisée pour la production d'eau potable.

Suite aux divers rapports d'étude hydrogéologique, de suivi de travaux du forage F1 et des piézomètres associés, et aux rapports de pompage réalisé par le bureau d'études BERGA Sud et à l'avis sanitaire définitif de l'hydrologue agréé concernant le forage F1, le point d'implantation du sondage F1 et du nouveau forage d'exploitation F1 ont été fixés au sud de la commune d'ANDUZE au lieu-dit

II. Situation des captages

La réalisation du nouveau captage sur le territoire de la commune d'ANDUZE proche du lieu-dit «Mas Pestel» vise à compléter, diversifier et sécuriser la ressource exploitable.

L'exploitation des eaux du captage de La Madeleine s'avère par ailleurs opportune dans le but de limiter les prélèvements par le champs captant de TORNAC en assurant, le cas échéant, une dilution de l'eau produite par celui-ci, laquelle présente des concentrations non négligeables en arsenic.

Dans la mesure où la production des captages actuels ne serait pas en mesure d'assurer une production supérieure à celle enregistrée en 2003 (malgré que le débit total autorisé sur les captages actuels atteigne l'objectif de production recherché pour les prévisions de population fixées), la recherche et la réalisation d'un nouveau captage est opportune.

Sur la base de la production enregistrée en 2003 pour une population de 77 500 habitants, les besoins en eau estimatif pour 86 000 habitants seraient de 15 160 000 m³ par an soit une production journalière de 41 534 m³/jour (valeur inférieure aux prélèvements autorisés par les arrêtés préfectoraux sur les captages actuels). Le surplus de production nécessaire par rapport à la production totale de l'année 2003 serait alors de 4 110,7 m³/jour soit 205 m³/heure pour 20 heures par jour de pompage.

Ressources	Prescriptions	Volume journalier m ³
Champ captant des Dauthunes	1 300 m ³ /h – 20 heures	26 000 m ³ /jour
Captage des Plantiers	500 m ³ /h – 20 heures	10 000 m ³ /jour
Champ captant de TORNAC	720 m ³ /h – 20 heures	14 400 m ³ /jour
TOTAL	2 520 m ³ /h – 20 heures	50 400 m ³ /jour – 20 heures 60 480 m ³ /jour – 24 heures

et les prélèvements autorisés par les arrêtés préfectoraux (source BERGA Sud) :

(*) : utilisation suspendue pour la production d'eau potable

REAL : Régie des Eaux d'Alès

Ressources (2003)	SIAEP Avène	REAL (ALES)	Total
Production : champ captant des Dauthunes + captage de Plantiers + champ captant de TORNAC	6 504 672	6 543 132	13 047 804
Production : source de la Tour (*)		660 233	660 233
Total Production	6 504 672	7 203 365	13 708 037

Le tableau suivant résume les bilans de production 2003 pour chacun d'eux (source BERGA Sud) :

Les estimations de population montrent une augmentation pour les différentes communes du syndicat et une stabilisation pour ALES soit un total estimatif de 75850 habitants.

«La Madeleine». Le forage d'exploitation Fe1 a été implanté à 10 mètres du forage de reconnaissance

F1. La zone d'implantation de ces forages est localisée en rive gauche du Gardon d'ANDUZE sur une parcelle située en zone d'inondation comprise entre ce dernier et la route départementale D366.



Figure 1 : vue aérienne du site d'implantation des forages et piézomètres

L'environnement du point d'implantation est essentiellement constitué de friches avec quelques parcelles de vergers en amont du site.

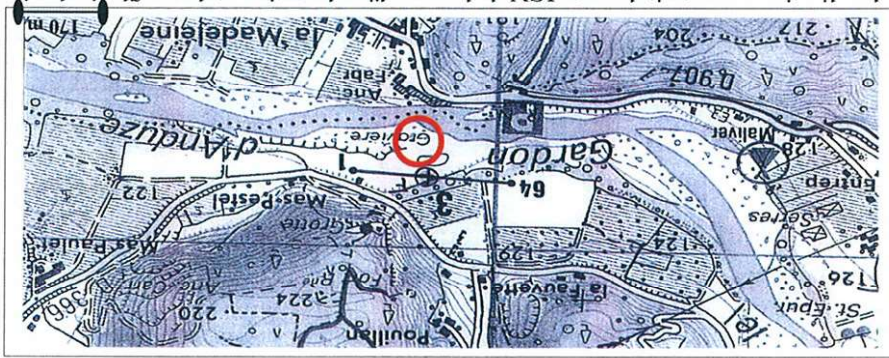


Figure 2 : localisation sur extrait de carte IGN de la zone d'implantation et du profil géophysique réalisé

Les coordonnées du forage Fe1 sont les suivantes :

Lambert II étendu : X=733.556 Y=1894.604 Z=120 m

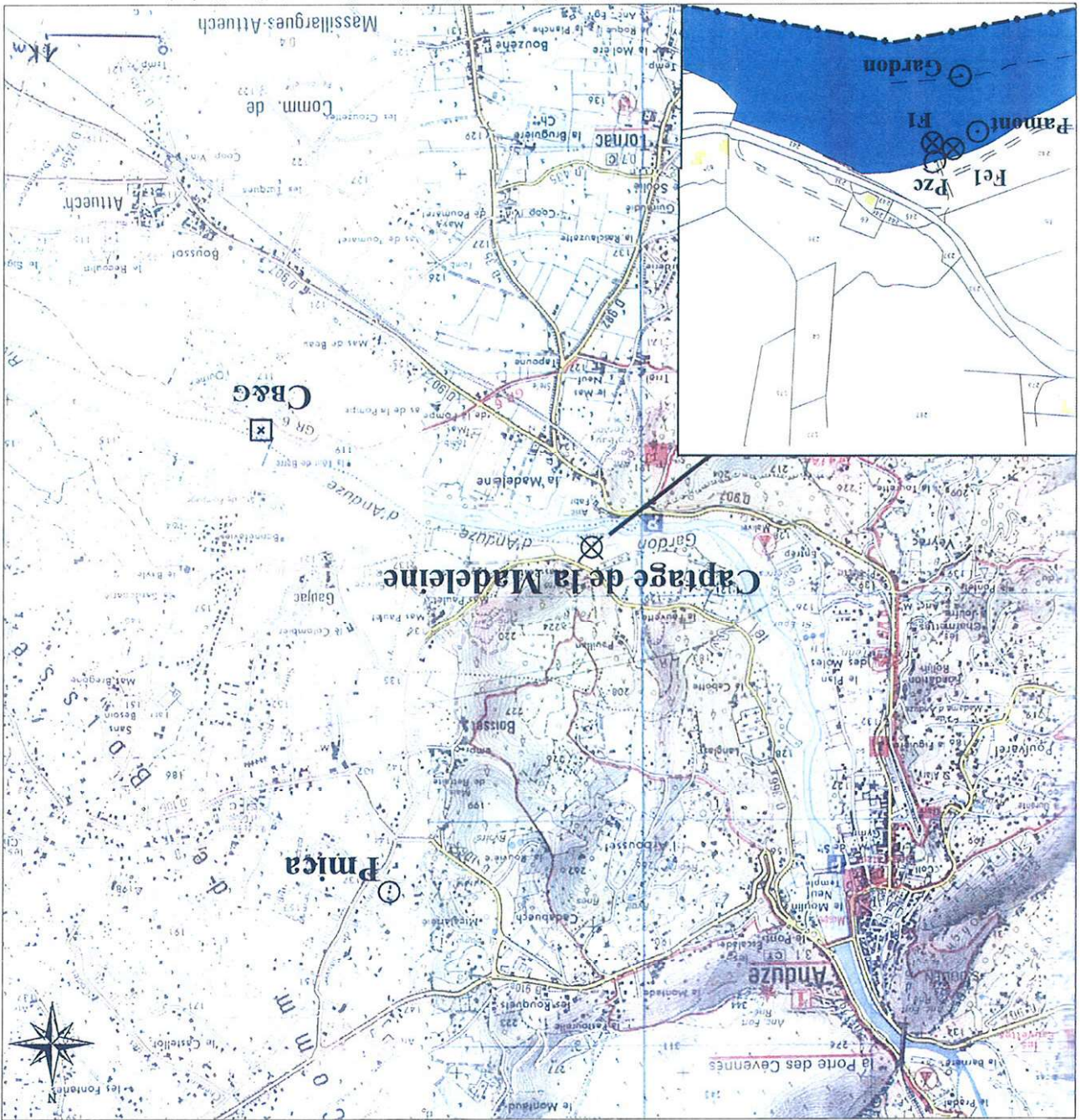
Le forage a été implanté sur la parcelle n°240 section AL de la commune d'ANDUZE à la suite d'une campagne de recherche géophysique par profil électrique. Il s'agit d'une parcelle plane, non cultivée et en l'état de friche dont la végétation est caractéristique de zone d'inondation.

Les études de recherche d'un site favorable à l'implantation d'un forage d'eau menées par le bureau d'études BERGA Sud, le rapport de suivi de travaux (N°30/007 F05 064 et n°30/010107 I 07 004) et la notice de la carte géologique BRGM au 1/50 000^{ème} n°938 ANDUZE nous permettent de préciser le cadre géologique du secteur.

A. Cadre géologique

III. Contexte géologique

Figure 3 : localisation des forages Fe1 et FI et des piézomètres (Pzamon, Pzc, Pmica)



La zone d'implantation des forages de reconnaissance et d'exploitation est située au droit des formations alluviales du Gardon d'ANDUZE venant en recouvrement sur les calcaires du Jurassique supérieur (Oxfordien supérieur). Ces derniers, formant une bande sub-perpendiculaire au Gardon d'ANDUZE, semblent présenter une structure de synclinal pincé et faille s'envoyant sous les formations à dominante marneuse à l'affleurement du dôme de LEDIGNAN vers l'Est.

Si l'épaisseur des formations alluviales (graviers et galets, localement argile à la base) est de 10 mètres au droit du forage et des piézomètres, celle des calcaires jurassiques dépasse la centaine de mètres. La fracturation et la karstification des cinquante premiers mètres ont été observées comme étant très intenses au sein des 30 premiers mètres de calcaires gris recoupés par le forage F1 et les 39 premiers mètres recoupés par le forage Fel. Les calcaires deviennent gris foncé, subtilithographiques et fissurés au-delà. Un fort remplissage argilo-limoneux et graveleux a par ailleurs été constaté au sein de ces calcaires karstifiés lors de la foration des forages F1 et Fel.

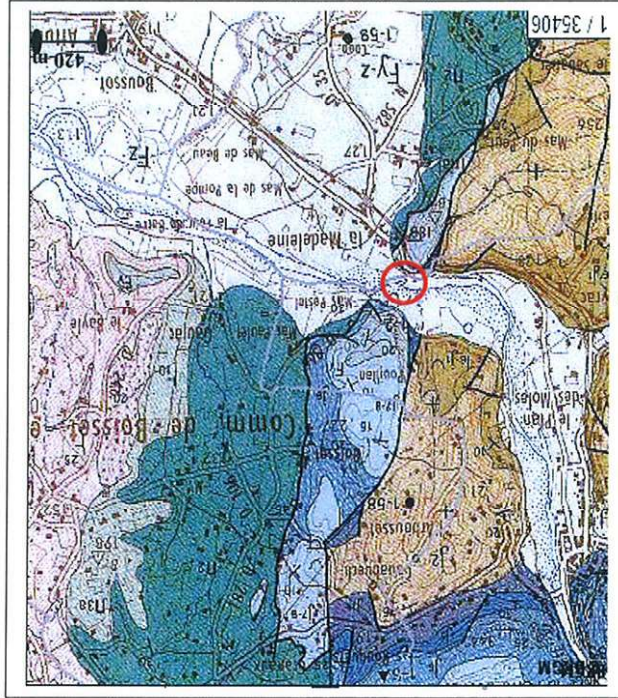
Le contact entre les alluvions à graviers et galets et les calcaires karstifiés sous-jacents est marqué par un niveau argileux d'environ 1 mètre d'épaisseur (constaté lors de la foration des piézomètres Pzaval et Pzc ainsi que du forage Fel) sans pour autant que la continuité géographique de cette couche imperméable puisse être affirmée.

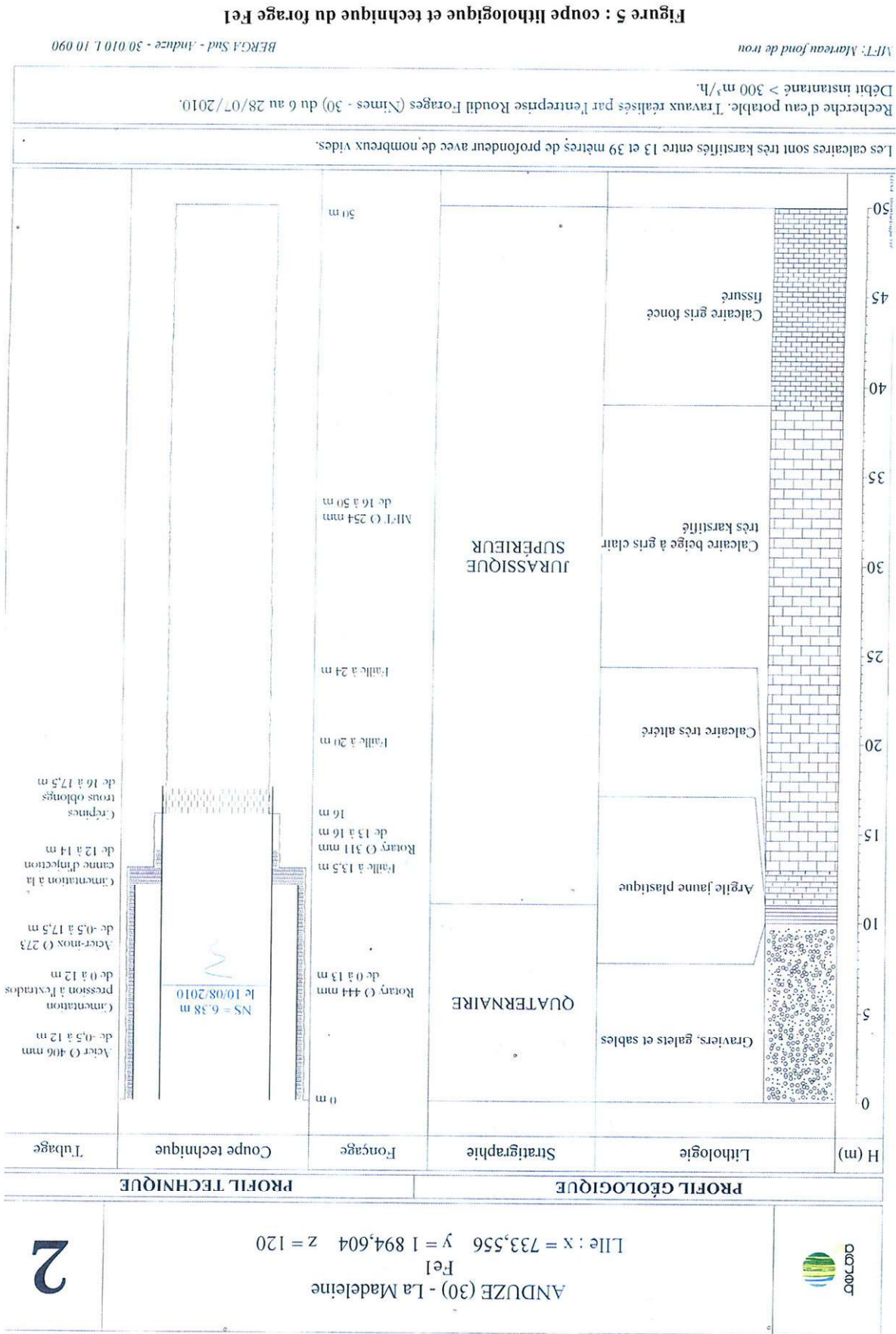
B. Coupes techniques et lithologiques

En complément du forage de reconnaissance F1 et des piézomètres Pzc, Pz Aval et Pz Amont, un forage d'exploitation Fel a été réalisé du 6 au 28 juillet 2010.

La coupe technique et lithologique ci-dessous présente les principales caractéristiques du nouveau forage d'exploitation Fel (source BERGA Sud).

Figure 4 : localisation du site sur extrait de carte géologique





ANDUZE (30) - La Madeleine
Fe1
Llil : x = 733,556 y = 1 894,604 z = 120

2

L'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE occupe les formations superficielles jusqu'à 10 mètres de profondeur. Cet aquifère superficiel est capté par de nombreux puits et forages sur les deux rives du Gardon d'ANDUZE. Le puits référencé le plus proche est situé en amont hydraulique à une distance d'environ 465 mètres du forage de reconnaissance F1 (irrigation de vergers). Le champ captant de TORNAC appartenant au Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène, situé en rive droite du Gardon d'ANDUZE (débit de pointe de 720 m³/h), exploite ces alluvions à une distance d'environ 1600 mètres.

La transmissivité de ces formations superficielles alluviales est forte (0.18 m²/s).

Son mur pourrait être localement constitué par les argiles reconnues lors de la foration des piézomètres Pzaval, Pzc et des deux forages surmontant un horizon de calcaire gris clair très altéré et karstifié.

L'extension et la continuité géographique de ces dernières ne nous sont pas connues à ce jour.

Il est probable que cette continuité n'est pas assurée et que cet aquifère superficiel, alimenté par les apports hydrauliques du Gardon d'ANDUZE au droit et à l'amont du site, est en continuité hydraulique avec l'aquifère de nature karstique et à porosité de fissures et drains des calcaires jurassiques.

Les essais de pompage réalisés sur le forage F1 durant l'étiage 2009 ont mis en évidence cette continuité hydraulique entre l'aquifère des alluvions du Gardon et l'aquifère karstique sous-jacent.

On remarquera une similitude des niveaux statiques, relevés par rapport au sol et à une même date, entre le forage F1 (cimentation n'atteignant pas la base des calcaires très karstifiés constituant le mur des alluvions et le piézomètre Pz Amont captant uniquement les alluvions, d'une part, et entre Fel (cimentation atteignant la base du niveau très karstifié sous les alluvions) et le piézomètre Pzc captant uniquement les calcaires karstifiés d'autre part.

L'aquifère des calcaires jurassiques dispose d'un impluvium s'étendant probablement jusqu'à une zone d'affluement de la Montagne de Peyremale à Nord d'ANDUZE et de la parcelle d'implantation des forages étudiés.

Le développement intense de la karstification des calcaires jurassiques a pu être constaté jusqu'à une profondeur de -39 mètres sur les deux forages F1 et Fel. Au-delà, les calcaires gris foncé rencontrés, quoique fissurés, paraissent nettement moins karstifiés.

Au cours des précédentes campagnes d'étude, un essai de pompage par paliers et de longue durée sur le forage de reconnaissance F1 a été réalisé du 11 au 16 décembre 2006 en période de hautes eaux. Un second essai de pompage de longue durée sur ce même forage de reconnaissance F1 fut réalisé du 5 au 15 juin 2007 avec pour objectif d'affiner l'étude des relations entre les eaux du Gardon d'ANDUZE et les eaux issues du forage de reconnaissance (examen de l'évolution des teneurs en arsenic et des niveaux dynamiques). Un essai de longue durée (32 jours et 21 heures) a été effectué en période d'étiage (Août 2008) au débit moyen de 250 m³/h sur le forage F1 pour un rabattement maximal relevé de -1,91 mètres et un rabattement final au débit de 280 m³/h de -1,58 mètres.

Suite à la réalisation du forage d'exploitation en gros diamètre F_{el}, un essai par paliers et un essai de longue durée poursuivi par un essai de longue durée avec pompage en simultané sur F1 et F_{el} ont été réalisés.

B. Résultats des essais de pompages

L'essai de puits (essai de pompage par paliers) en F_{el} a été réalisé le 10 août 2010 et consista en 4 paliers enchaînés de durée réduite (20 minutes). Les débits testés furent de 67 m³/h, 133 m³/h, 188 m³/h et 262 m³/h. Une stabilisation correcte du rabattement a été observée pour chacun de ces paliers. Le dernier palier fut prolongé afin de valoir comme essai de nappe.

Les essais de puits ont mis en évidence la prédominance des pertes de charges quadratiques (liées à l'environnement proche du captage) sur les pertes de charges linéaires (liées à l'équipement technique de l'ouvrage). Le développement effectué lors de l'essai de pompage de longue durée d'août 2008 a probablement amélioré la valeur des pertes de charge quadratique.

L'équation caractéristique de l'ouvrage F_{el} est de: $s = 1 \cdot 10^{-5} Q^2 + 1.10 \cdot 10^{-6} Q$ (avec Q le débit en m³/h et s le rabattement en m).

On constate une valeur de perte de charge quadratique très nettement inférieure (10⁻⁶) à celle relevée sur le forage F1 (10⁻³). Ceci est à mettre en relation avec l'équipement technique de l'ouvrage (diamètre supérieur, inox) et avec un éventuel meilleur développement de l'environnement proche du captage lors des essais en F_{el}.

Les essais de pompage de longue durée du mois de janvier 2007 (période de hautes eaux), de juin 2007 et d'août 2009 ont mis en évidence les phénomènes suivants:

1. Rabattement rapidement stabilisé de 0.62 mètres pour un débit moyen de 118 m³/h en F1.
2. Influence directe du pompage en F1 sur l'aquifère superficiel des alluvions (transfert de pression et relation hydraulique directe entre les deux aquifères possibles).
3. Influence des crues et décrues du Gardon sur les niveaux d'eau en Pzaval (aquifère des alluvions) et en F1 semblant confirmer l'hypothèse d'une relation hydraulique directe entre les deux. Les valeurs de transmissivité apparente calculées (0.31 m²/s en F1, 0.18 m²/s en Pzaval) sont fortes et impliquent des vitesses de transfert très rapides dans les alluvions superficielles et dans l'aquifère karstique sous-jacent.
4. Le suivi de l'évolution de la température et de la conductivité des eaux met en évidence une double origine des eaux captées en F1. Une en provenance du massif calcaire karstifié (conductivité de l'ordre de 450 µS/cm pour une température de 14.9°C le 5 janvier 2007), l'autre, en provenance du Gardon d'ANDUZE via les alluvions (conductivité de l'ordre de 205 à 220 µS/cm pour une température de 9°C le 5 janvier 2007 et de 21° en juin 2007). L'évolution de la température et de la conductivité de l'eau en cours de pompage lors des deux essais a mis clairement en évidence le mélange des eaux du Gardon, via les alluvions, avec les eaux de l'aquifère karstique (refroidissement des eaux en cours de pompage en janvier et réchauffement en juin).
5. Une sensibilité des paramètres arsenic et conductivité aux épisodes de crues du Gardon dans les alluvions a été mise en évidence par les mesures effectuées en juin 2007. Cette sensibilité a été atténuée par l'augmentation en apports d'eau exempte d'arsenic issue de l'aquifère karstique durant les épisodes pluvieux.
6. Les teneurs en arsenic des eaux issues de l'aquifère capté (mesures sur F1 uniquement disponibles) étaient inférieures à celles mesurées dans le Gardon. Ceci paraît étayer l'hypothèse d'une dilution des eaux au sein de l'aquifère avec une double provenance (Gardon

Le temps de passage du colorant au sein de l'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE a été nettement plus long que celui passant dans l'aquifère karstique (dirac). Ceci est cohérent avec la nature même de ces deux aquifères (porosité de matrice dans les alluvions et porosité de type karstique dans le calcaire).

La vitesse de transit entre l'aquifère alluvial et l'aquifère karstique selon un axe piézométré Pzamoto et le forage F1 a été de 12 m/h (vitesse de première arrivée).

Un double traçage à partir des alluvions et des calcaires et le forage F1 réalisé en 2009 a confirmé l'existence de relations hydrauliques entre l'aquifère des alluvions du Gardon et l'aquifère karstique. Les précédents essais de pompage et analyses d'eau avaient permis de suspecter une relation hydraulique entre les eaux des alluvions du Gardon d'ANDUZE et celles de l'aquifère karstique sous-jacent.

V. Relation entre les deux aquifères

Le piézomètre Pmica (ayant fait l'objet d'un suivi piézométrique à partir du 4 août 2008) qui semblait présenter une évolution pouvant être rattachée aux essais de pompage en F1 lors des essais de l'étiage 2009 n'a pas semble être influencé lors des essais à fort débit réalisés au cours de l'étiage 2010.

L'ensemble des piézomètres proches a été impacté par le pompage en F1 et Fe1 ainsi que par l'épisode de pluviométrie et de crue du Gardon d'ANDUZE.

La réalimentation des captages Fe1 et F1 après l'arrêt du pompage a été très rapide et a confirmé l'importance des réservoirs karstique et alluvial alimentant ces forages (l'absence de rabattement résiduel en fin de remontée témoigne aussi des phénomènes de développement de l'aquifère et d'une éventuellement recharge liée à l'épisode pluvieux observé en cours d'essai).

Ces faibles rabattements et leur rapide stabilisation durant la période de pompage (du 11 au 26 août 2010) ont témoigné de la qualité capacitive des aquifères captés. Les transmissivités relevées sont de l'ordre de 0,2 à 0,4 m²/s.

Au cours des essais réalisés en août 2010 sur le forage Fe1 seul à 266 m³/h le niveau dynamique s'est rapidement stabilisé avec un rabattement d'environ 1,10 m. La mise en pompage simultané du forage de reconnaissance F1 au débit de 260 m³/h (soit un total cumulé de prélèvement de 526 m³/h) a entraîné un rabattement maximal stabilisé de 1,80 m en Fe1 et de 1,90 m en F1 (1,55 m en Pzc).

L'essai de longue durée sur F1 seul, effectué durant l'étiage 2009 à un débit de 200 m³/h (durant 2 heures 53 minutes) puis 250 m³/h du 30/07/2008 au 19/08/2008 avant d'être porté à 280 m³/h jusqu'au 01/09/2008, a montré un rabattement final stabilisé de 1,58 mètre.

Les eaux du Gardon d'ANDUZE ont fluctué de 7 à 14 µg/l durant la période des essais de l'étiage 2008.

7. La capacité des alluvions à abriter sensiblement la teneur en arsenic a été mise en évidence par l'analyse des eaux issues du piézomètre amont captant les seuls alluvions. Toutes les mesures effectuées ont été inférieures au seuil de 10 µg/l alors que les mesures de teneur en arsenic sur l'épisode de forte pluviométrie et à la crue inhérente.

On y a constaté une baisse de la teneur en arsenic dans les eaux issues du forage suite à l'essai de longue durée réalisé en août 2008 à confirmé ces premières conclusions.

VI. Caractéristiques et qualité de l'eau captée

La dureté relevé de l'eau d'exhaure (14°F), relativement basse, confirme le mélange des eaux karstiques et alluviales.

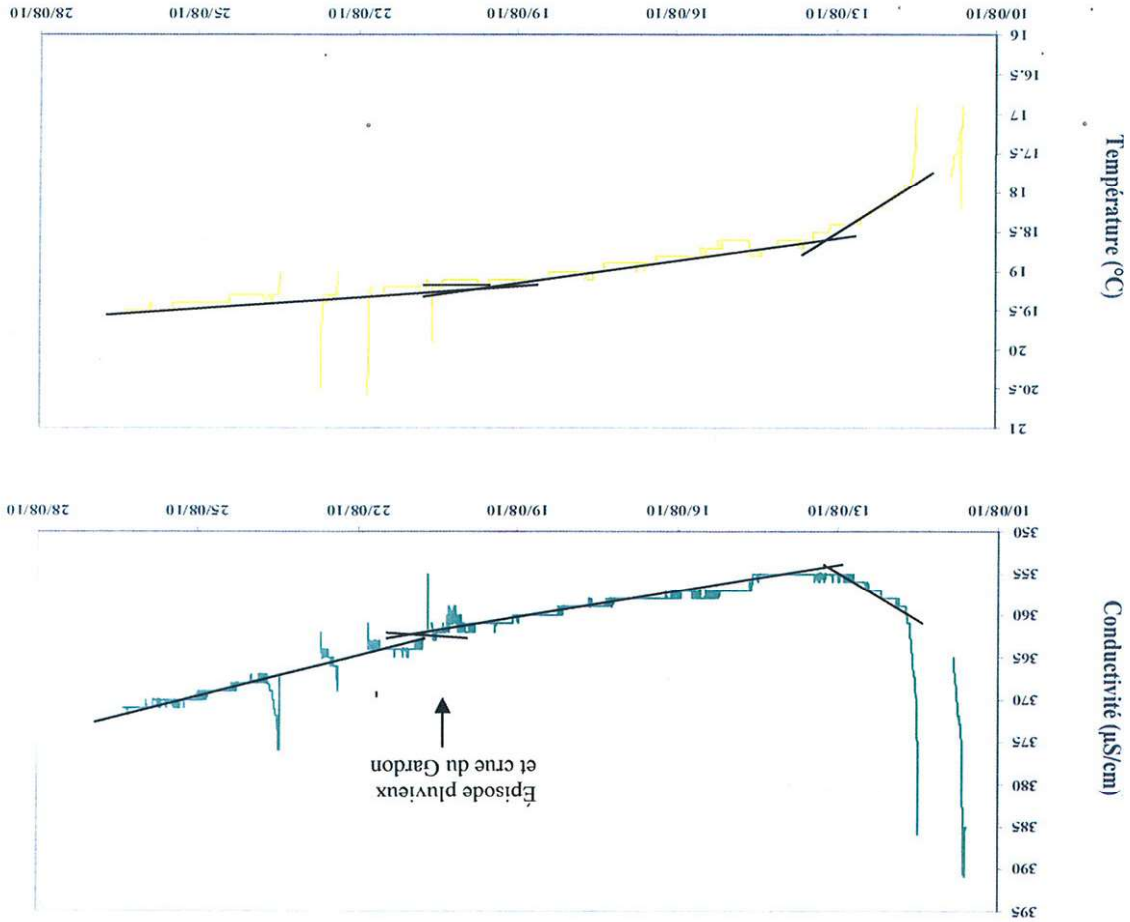


Figure 6 : évolution de la conductivité et de la température des eaux prélevées dans le forage Fel1 au cours du pompage d'août 2010

Le suivi des paramètres conductivité et température sur le forage Fel1 lors des essais de l'étiage 2010 confirme la tendance évolutive du mélange entre les eaux des alluvions du Gardon d'ANDUZE et les eaux du karst au fur et à mesure des prélèvements (les eaux d'origine karstique présentent une conductivité supérieure à celles d'origine alluviales et une température inférieure). Il apparaît probable qu'il y a augmentation des apports issus du karst au fur et à mesure des prélèvements avec une nette augmentation à la suite des épisodes pluvieux sur les affleurements calcaires (voir courbes ci-dessous). On y constate suite à l'épisode pluvieux une augmentation de la conductivité, une baisse de la température et une baisse de la teneur en arsenic (alors que cette dernière tend à augmenter dans les eaux du Gardon). Ces temps de transit et la vitesse de premières arrivées sont courts et devront être pris en compte pour les dispositifs d'alerte en cas d'exploitation.

La vitesse de transit au sein de l'aquifère karstique (injection en Pzc) est de 17 m/h pour la première arrivée. Un second passage de colorant au terme de 1 jour 17 heures et 30 minutes a traduit un probable double cheminement pour le colorant au sein de l'aquifère karstique.

En cours de pompage simultané sur les deux ouvrages, un prélèvement pour analyse de première adduction de type PAK02 a été réalisé le 25 août 2010 par le laboratoire IPL Santé Environnement Durables Méditerranée sur le forage Fel.

Il s'agit d'une eau bicarbonatée sodique à faciès anionique sulfate. L'eau présente une minéralisation peu accentuée (conductivité de 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C). Sa dureté moyenne (17,5 °F) est relativement faible et confirme l'origine mixte (alluviale et karstique) des eaux prélevées.

La présence de quelques bactéries aérobies revivifiables était conforme avec le type d'aquifère capté. La présence de coliformes (11/100 ml) rappelle la sensibilité du milieu et des aquifères captés aux pollutions et la nécessité de mettre en place une unité de traitement des pollutions microbiologiques.

Le pH égal à 7,5 était conforme avec la nature de l'aquifère.

Malgré le caractère principalement karstique de l'aquifère capté, la valeur de turbidité le jour du prélèvement, était proche de 0,66 N.F.U. Cette valeur reste toutefois potentiellement sujette à variation en période de pluviométrie prononcée ou à l'occasion de décolmatage de drains karstiques en cours de pompage. Un suivi permanent de la turbidité et un traitement de réduction de cette dernière ou de by-pass des eaux prélevées lorsque la valeur de turbidité est supérieure à la norme de potabilité devront être prévus. On rappellera que pour les eaux karstiques, les textes d'application du Code de la Santé Publique fixent une référence de qualité de 0,5 N.F.U. Et une limite de qualité de 1 N.F.U. Avant mise en distribution de l'eau captée.

La teneur en nitrate était faible (4,2 mg/l en 2008, inférieure à 1 mg/l en 2010).

L'eau analysée était exempte de fer et manganèse, d'oligo-éléments et micropolluants minéraux (la teneur en aluminium total égale à 19 $\mu\text{g}/\text{l}$ était très largement inférieure à la norme de potabilité), de composés organiques volatils (C.O.V.), d'hydrocarbure et de pesticides.

La qualité de l'eau prélevée le 25 août 2010 répondait aux normes de potabilité d'une eau destinée à la production d'eau destinée à la consommation humaine. Un traitement de désinfection et des pics de turbidité occasionnels sera néanmoins à mettre en place.

Les analyses du paramètre arsenic effectuées au cours des différents essais de pompage sont restées en dessous de la limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Les analyses effectuées ont montré des teneurs en Ammonium et Bore indétectables.

VII. Environnement et vulnérabilité

Le site d'implantation du forage Fel est isolé en rive gauche inondable du Gardon d'ANDUZE à l'aval du chef-lieu de la commune d'ANDUZE.

Les différents essais de pompage et de tirage effectués montrant l'existence de relations hydrauliques entre l'aquifère des alluvions du Gardon et l'aquifère karstique, la vulnérabilité du captage sera à considérer sur ces deux milieux récepteurs.

La nappe alluviale présente un risque généralisé potentiel d'introduction de pollution avec effet de rétention, de fixation et de dispersion. La probabilité de contamination du captage sera donc limitée du fait de ces trois propriétés (rétention, fixation et dispersion), et le cas échéant, sa concentration en

La décharge D3 située à 270 mètres en amont du forage F1 semble être toujours en activité et ne présente aucune mesure de restriction ou contrôle d'entrée, ni de surveillance de la qualité des dépôts qui y sont effectués. La décharge D4 à 1850 mètres en amont du forage F1 sur les formations calcaires D1 à D4.

Plusieurs décharges de déchets inertes ont été inventoriées en amont hydrogéologique du forage F1 : plusieurs décharges de déchets inertes ont été inventoriées en amont hydrogéologique du forage F1 :

La mise en circulation de l'arsenic lors des épisodes de crues, mise en évidence lors des essais de juin 2007, semble être partiellement mais correctement atténuée par une augmentation simultanée mais temporaire des apports en eaux dont l'origine provient du karst jurassique. Les alluvions du Gardon paraissent par ailleurs jouer un rôle important dans l'abattement des teneurs en arsenic.

La route départementale D366 est susceptible d'induire une pollution de type accidentel pouvant affecter l'aquifère superficiel des alluvions et celui sous-jacent du réservoir karstique.

existent.

Sur les affleurements calcaires au nord du site, d'anciennes carrières, un habitat dispersé et des cultures

polluant ne pourra être stocké dans l'abri de protection. Une remise en conformité devra être effectuée pour cet ouvrage et aucun produit potentiellement

l'entreposage de matériaux divers.

Le forage A21 situé à 540 mètres au nord ouest du forage F1 n'est pas en conformité réglementaire vis-à-vis des risques d'intrusions potentielles de polluants et ne permet pas de garantir une protection efficace de l'aquifère de la nappe alluviale. L'abri de protection est ouvert sur sa façade nord et sert à

Cet inventaire a montré la présence de nombreux forages et puits captant les alluvions du Gardon d'ANDUZE en rive droite de ce dernier. Plusieurs puits sont aussi présents en rive gauche.

Un recensement des activités dans la zone déterminée dans notre avis sanitaire préliminaire a été effectué en date du 25 octobre 2008 par le bureau d'étude BERGA Sud.

En rive droite et en amont, on notera la présence de la station d'épuration d'ANDUZE et de nombreuses habitations. La station d'épuration à bouches actives de 9000 équivalents-habitants située en rive droite du Gardon d'ANDUZE et disposant d'un bassin d'infiltration utilisé prioritairement en période estivale ne paraît pas avoir d'impact sur la qualité de l'eau prélevée le 1^{er} septembre 2008. Une limite à potentiel imposé pourrait donc être constituée par le Gardon d'ANDUZE.

La plaine alluviale inondable située à l'amont du point d'implantation est principalement dédiée à l'agriculture (vergers). On y trouve par ailleurs, un dépôt de gravats (D3), ainsi qu'une habitation et des serres dédiées au maraîchage.

La zone d'influence de l'aquifère karstique présente un risque localisé, souvent ponctuel (au niveau des orifices karstiques et des zones de drainages rejoignant ces orifices karstiques), d'introduction de pollution avec propagation très rapide et effet de rétention faible (sauf fixation sur particules argileuses). Le risque de contamination du captage, même éloigné, à pic de concentration élevé mais faible étalé dans le temps est probable. L'importance de l'aquifère karstique permettra toutefois une relativement bonne dilution du polluant avant qu'il n'atteigne le captage.

polluant restera faible mais pourrait être de longue durée. L'ensemble de la zone d'affleurement des alluvions reste donc sensible aux déversements de polluant potentiel des eaux souterraines.

La vulnérabilité liée à la route voisine devra être réduite par la mise en place de talus ou de barrière anti-renversement et d'un caniveau de dérivation des eaux de ruissellement en bordure aval de la chaussée avec rejet en aval de la zone d'appel du captage. Cette zone de protection de la bordure aval

Le caractère inondable du site d'implantation (crue de référence d'ANDUZE de 1958 à +7,6 mètres, crue de 1861 à +8,1 mètres) s'étendant jusqu'à la route départementale D366, constitue une vulnérabilité certaine du site qu'il conviendra de prendre en compte dans les aménagements des têtes du forage d'exploitation Fel et des piézomètres (tête submersible et étanche ou surélevée au-dessus du niveau des Plus Hautes Eaux connues (PHEC) avec étanchéité des parois des cuvelages de protection, clôture adaptée, dispositif d'alerte et de coupure du prélèvement en période de crue).

La part respective des deux aquifères dans l'alimentation en eau du forage n'a pas pu être déterminée avec précision. L'aquifère des alluvions du Gardon d'ANDUZE, interconnecté hydrauliquement avec l'aquifère karstique sous-jacent, constitue une nappe d'accompagnement du Gardon d'ANDUZE, sans que nous ayons pu établir à ce jour la part des eaux d'origine karstique transitant dans l'aquifère alluvial (et alimentant ce dernier).

La nappe alluviale du Gardon d'ANDUZE est susceptible d'être alimentée d'une part par les apports issus du Gardon d'ANDUZE (qui joue le rôle de limite d'alimentation pour la nappe alluviale) et d'autre part par ceux issus de l'aquifère karstique sous-jacent à la faveur de la fracturation.

Comme l'ont montré les essais de pompage et de traçage effectués en août 2008, le temps de transfert des eaux d'origine karstique a été rapide et la proportion d'eau issue du karst relativement importante. La dilution d'une éventuelle pollution pourrait être relativement importante et son temps de passage au niveau des forages réduits. Néanmoins, une pollution de l'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE induirait un effet de relargage progressif de polluants et augmenterait le temps de passage d'une pollution éventuelle au niveau des forages. La double circulation des eaux au niveau du karst aura un effet similaire avec un passage bref mais en deux temps du polluant ayant affecté l'aquifère.

Les prélèvements réalisés en Fel concernent la ressource en eau de l'aquifère karstique mais aussi celle de l'aquifère des alluvions superficielles.

La piézométrie de la nappe alluviale en rive droite du Gardon (au droit du site des forages) et la limite à potentiel imposée que constitue le Gardon permettent d'envisager un impact réduit sur les eaux captées en F1 et en Fel en cas de pollution affectant la nappe alluviale sur cette rive droite. Il convient toutefois de considérer les relations hydrauliques susceptibles d'exister entre l'aquifère karstique et la nappe alluviale en rive droite du Gardon d'ANDUZE.

- sur la route départementale D366,
- sur les zones d'affleurement des calcaires en amont du site,
- sur les zones d'affleurement des alluvions du Gardon en rive gauche et dans la zone d'appel des forages Fel et F1,
- ou dans le Gardon d'ANDUZE en amont des forages Fel et F1.

Si l'épaisseur et la nature des alluvions du Gardon sont susceptibles d'assurer une protection relativement efficace aux pollutions d'origine microbiologique, il n'en est pas de même en ce qui concerne les pollutions accidentelles susceptibles d'intervenir :

(entreprise de BTP) ne semble pas présenter de garantie de sécurité vis-à-vis des risques d'infiltrations des polluants potentiels.

Cette protection aura pour objectif de repousser le risque de basculement de véhicule en cas d'accident au-delà d'une distance de 120 mètres des forages (soit un temps de transfert d'un éventuel polluant dans les alluvions supérieur à 12 heures).

Figure 7 : localisation et extension des barrières de protection anti-renversement en bordure de route)



de la chaussée s'étendra sur une longueur totale de 150 mètres de part et d'autre de l'axe projeté des forages Fe1 et F1 sur la route (voir figure n°7 et n°9).

VIII. Avis de l'hydrologue agréé

A. Concernant la disponibilité de la ressource en eau souterraine

Les différents essais de pompage et essais de trépage réalisés mettent en évidence une relation hydraulique entre les deux types d'aquifère (alluvial et karstique) juxtaposés présents au droit de la zone d'implantation des forages Fe1 et F1.

La conjonction de ces deux aquifères, superposés et en relation hydraulique a permis d'obtenir un débit de test de l'ordre de 500 m³/h avec rabattement de l'ordre de 1,90 mètres au mois d'août 2010 (période de mi-étage). La proportion respective issue de l'un et de l'autre des aquifères n'a pas pu être définie avec précision.

Le taux de restitution relevé de la fluorescéine (54%) lors des essais d'août 2008 pour un débit de pompage de 260 m³/h laisse penser que la ressource captée par le forage de reconnaissance F1 provient préférentiellement de l'aquifère karstique et que seule une partie des eaux transitant dans cet aquifère a été captée par cet ouvrage. L'origine prédominante des eaux d'origine karstique a été confirmée par l'analyse des données de suivi des paramètres conductivité, température et arsenic lors des essais d'août 2010.

Il reste probable que la proportion d'apport d'eau issue de la nappe alluviale doit dépendre de l'état de charge au sein des deux aquifères (variable en fonction de la saison hydrologique).

La mise en exploitation des deux forages F1 et Fe1 en août 2010, de manière simultanée et pour un débit total de 500 m³/h en moyenne durant 15 jours en période de mi-étage (et un rabattement stabilisé de -1,90 m au maximum), a mis en évidence la forte capacité exploitable des aquifères captés.

Ce débit exploitable potentiel ne préjuge pas de l'acceptation de l'incidence du prélèvement sur la gestion globale de la ressource (application des dispositions du Code de l'Environnement qui visent à limiter les conséquences des prélèvements sur le Milieu Naturel).

B. Concernant la qualité de l'eau et l'usage de cette eau

Les différentes analyses effectuées montrent la capacité des eaux des alluvions à réduire les teneurs en arsenic des eaux en provenance du Gardon d'ANDUZE et la faible teneur en arsenic des eaux issues du forage.

La qualité de l'eau prélevée le 18 janvier 2007, complétée par les analyses effectuées sur des prélèvements du 2 septembre 2008 et le 28 août 2010, répond aux normes de potabilité d'une eau destinée à la production d'eau destinée à la consommation humaine (un dispositif de traitement des paramètres microbiologique sera nécessaire afin d'inhiber les bactéries aérobies revivifiables à 22°C et 36°C et en coliformes).

Seule la turbidité devra faire l'objet d'un suivi automatique et permanent durant les premières années en cas d'exploitation. Ce suivi permettra de dériver ponctuellement les eaux à trop forte valeur de turbidité (suite à épisodes orageux ou crues du Gardon d'ANDUZE par exemple).

Sous réserve de la maîtrise de la turbidité et de la mise en place d'un dispositif de désinfection, les résultats d'analyses d'eau portés à notre connaissance à ce jour, montrent que l'usage de l'eau prélevée

Un Périmètre de Protection Immédiate devra être mis en place autour des forages et des piézomètres réalisés et conservés. Ce périmètre englobera d'un seul tenant les forages d'exploitation et les 2 piézomètres conservés (Pz amont et Pzc).

B. Définition du Périmètre de Protection Immédiate

La zone d'implantation de ces ouvrages de surveillance et de captage étant en zone inondable, les têtes de captages devront garantir l'absence de risque d'introduction d'eaux parasites dans les ouvrages en période de crue. Le niveau des eaux du Gardon d'ANDUZE en période de crue pouvant dépasser les 7 mètres au droit du site, il conviendra de prévoir la réalisation d'un abri de la tête des forages et des piézomètres conservés submersible et étanche.

La réalisation du nouveau forage d'exploitation devra tenir compte de la nécessité de disposer d'un paroi de forage et le tubage (espace annulaire cimenté d'une épaisseur de 3 cm au minimum) et d'une parfaite isolation de l'aquifère superficiel alluvial par cimentation sous pression de l'annulaire entre la profondeur d'au moins 14 mètres (base des calcaires très altérés sous le niveau argileux). Une dalle étanche d'un rayon de deux mètres sera mise en place autour de chaque tête de forage.

Pour faciliter l'exploitation du captage, il est recommandé à la collectivité de disposer d'au moins deux forages d'exploitation suffisamment distants pour ne pas s'influencer mutuellement.

Les piézomètres Pzc et Pz amont pourront être conservés en tant que piézomètre de contrôle de la station de pompage qui sera créée.

Le piézomètre Pzaval sera également rebouché dans les règles de l'art et sous contrôle d'un hydrogéologue.

Dans la mesure où un ou deux nouveaux forages d'exploitation seraient réalisés, il conviendra de s'assurer du rebouchage dans les règles de l'art et sous contrôle d'un hydrogéologue du forage de reconnaissance F1.

A. Aménagement des têtes de forage et piézomètre

Au vue de l'ensemble des données analysées suite à la réalisation du nouveau forage d'exploitation F1 et aux essais de pompage du mois d'août 2010 sur ce dernier et sur le forage de reconnaissance F1, il ne nous apparaît pas nécessaire de modifier l'ensemble des périmètres de protection défini lors de notre avis sanitaire définitif du 4 septembre 2009.

IX. Définitions et justification du Périmètre de Protection Immédiate

La sensibilité des deux types d'aquifères à une pollution potentielle étant relativement élevée et la vitesse de transfert des eaux rapide, tout incident susceptible d'induire une pollution des eaux souterraines devra entraîner l'arrêt immédiat des prélèvements d'eau dans le forage d'exploitation. La reprise de l'exploitation ne sera autorisée qu'après analyse de contrôle favorable des eaux captées par le laboratoire agréé par le Ministère de la Santé.

sur les forages F1 et F1 peut-être utilisée pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.

Figure 9 : localisation prévisionnelle du P.P.I. sur extrait cadastral de la commune d'ANDUZE

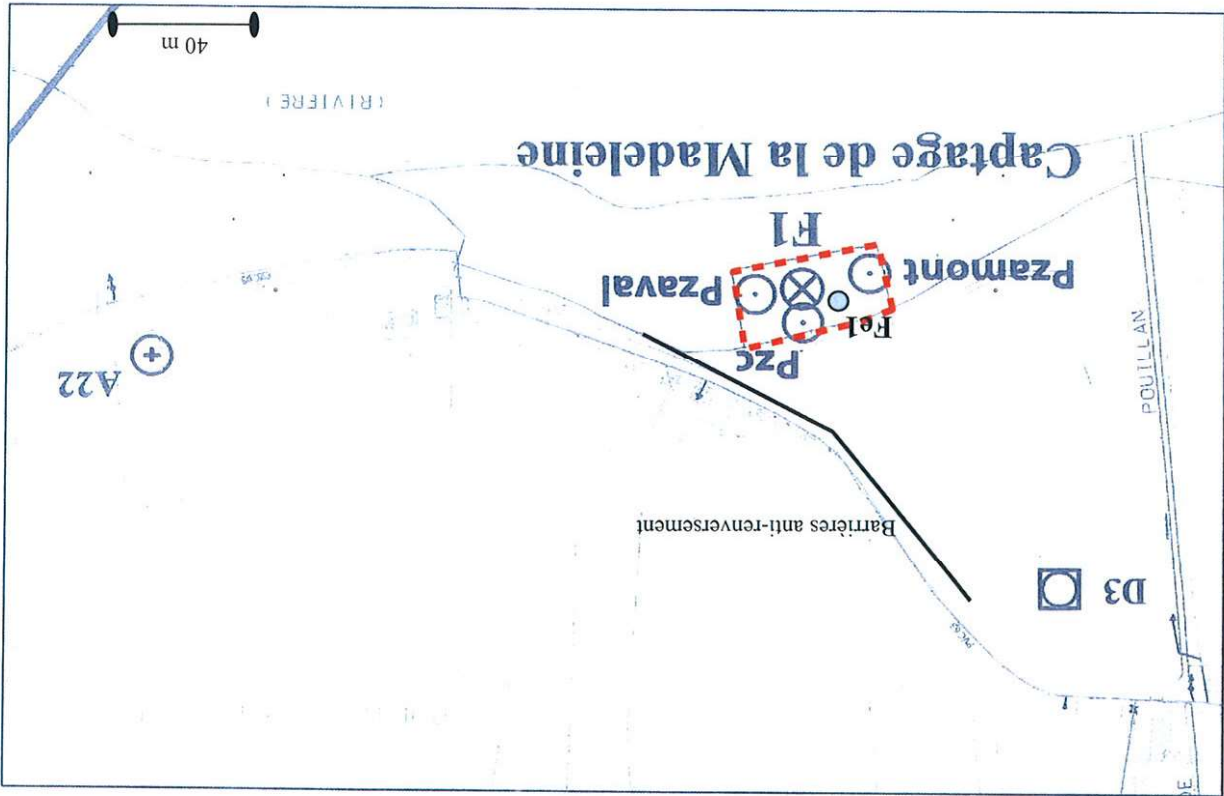
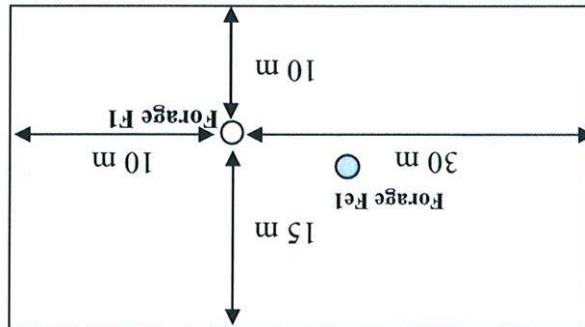


Figure 8 : schéma de localisation et d'extension du Périmètre de Protection Immédiate



Les vulnérabilités de l'aquifère alluvial et de l'aquifère karstique sous-jacent doivent être prises en compte dans la définition du Périmètre de Protection Immédiate du captage de «La Madeleine».

La vitesse de transfert de masse au sein de l'aquifère des calcaires jurassiques a été déterminée à 17 m/h pour la vitesse de première arrivée du traceur. Elle est de 12 m/h pour la vitesse de transfert estimée entre les alluvions et les calcaires (enregistrement du passage du traceur au niveau du forage de reconnaissance).

Ce Périmètre de Protection Immédiate s'étendra sur une distance de 5 mètres en amont du piézomètre Pzamt et de 5 mètres du piézomètre Pzc et Pzaval, latéralement et en direction de la route. En direction du Gardon d'ANDUZE, ce périmètre sera étendu jusqu'à 10 mètres du ou des forages d'exploitation. Il constituera dans son ensemble un parallélogramme de 25 m par 40 m. Ce Périmètre de Protection Immédiate sera à définir avec précision en fonction de la position du ou des forages d'exploitation.

Le Périmètre de Protection Immédiate ainsi délimité devra faire l'objet d'un levé par un géomètre expert puis d'un découpage cadastral.

X. Définition et justification du Périmètre de Protection Rapprochée

A. Définition du Périmètre de Protection Rapprochée

Le Périmètre de Protection Rapprochée a pour but de protéger efficacement le captage vis-à-vis de la migration souterraine des substances polluantes.

Les différents résultats d'études complémentaires apportées suite à notre avis préliminaire et à la réalisations de travaux et essais de pompage d'août 2010 confirment la nécessité d'assurer la protection sanitaire de l'aquifère des formations alluviales du Gardon d'ANDUZE simultanément à celle de l'aquifère karstique sous-jacent.

Les vitesses de transfert mesurées sont rapides et impliquent que toutes précautions soient prises afin de réduire au maximum les risques de pollutions susceptibles d'atteindre l'aquifère capté.

En ce qui concerne les alluvions du Gardon d'ANDUZE, le rôle de limite à potentiel imposé que joue le Gardon d'ANDUZE permet de fixer la périphérie sud du Périmètre de Protection Rapprochée à la rive droite de ce dernier.

Les alluvions du Gardon d'ANDUZE de nature graveleuse permettent d'assurer une relativement bonne auto-épuration des pollutions bactériologiques éventuelles dans la mesure où ce type de pollution microbiologique intervient à une distance suffisamment conséquente du forage d'exploitation.

L'aquifère karstique dispose d'un pouvoir de dilution important permettant d'assurer une rapide dilution des polluants solubles, un faible effet rétention et un passage rapide du polluant au droit du forage.

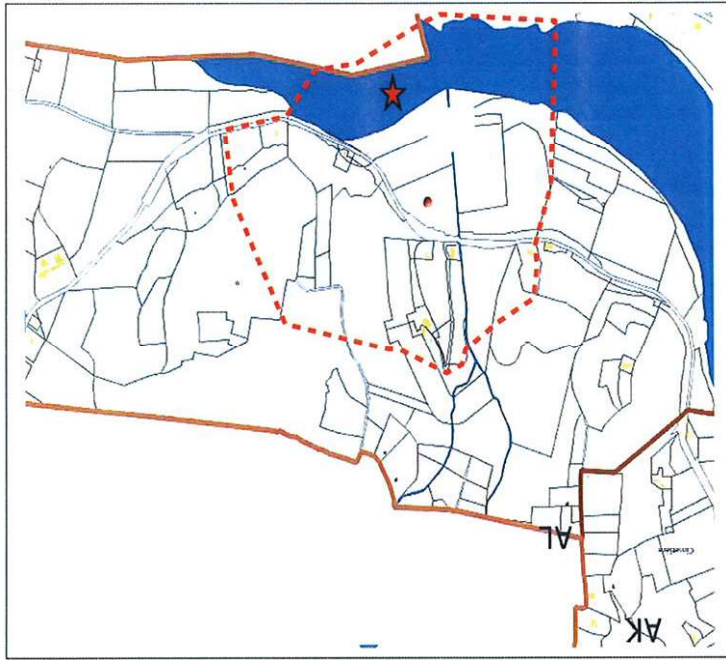


Figure 10 : délimitation du Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité haute

Afin de tenir compte de la sensibilité respective des deux types d'aquifère concernés, on proposera la création de deux zones de sensibilité au sein du Périmètre de Protection Rapprochée: une première zone à hautes sensibilités correspondra à la limite d'un temps de transfert de 24 heures des eaux souterraines au sein des deux types d'aquifère (voir figure 10 et figure 12). A l'intérieur de ce Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité des aménagements spécifiques de protection (barrières de protection anti-renversement en bord de route) et des mises en conformité réglementaire (assainissement non collectif, aménagement des têtes de forage et puits, restriction d'accès et contrôle des zones de stockages de déchets inertes, ...) seront à mettre en œuvre avant mise en exploitation du captage.

Ce Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité haute concernera la seule commune d'ANDUZE.

Un Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité normale complètera ce dispositif. Il englobera la totalité de la nappe alluviale en rive gauche du Gardon d'ANDUZE jusqu'au sud du cimetière communal et s'étendra sur la zone d'affleurement des calcaires du Jurassique en rive gauche et en rive droite du Gardon d'ANDUZE. Les formations de l'Aalénien-Bajocien (I6-J1) de nature marneuse à lits calcaires, constituent des formations semi-imperméables susceptibles d'assurer une relativement bonne protection aux infiltrations de surface en périphérie des formations dolomitiques karstifiées du Bathonien.

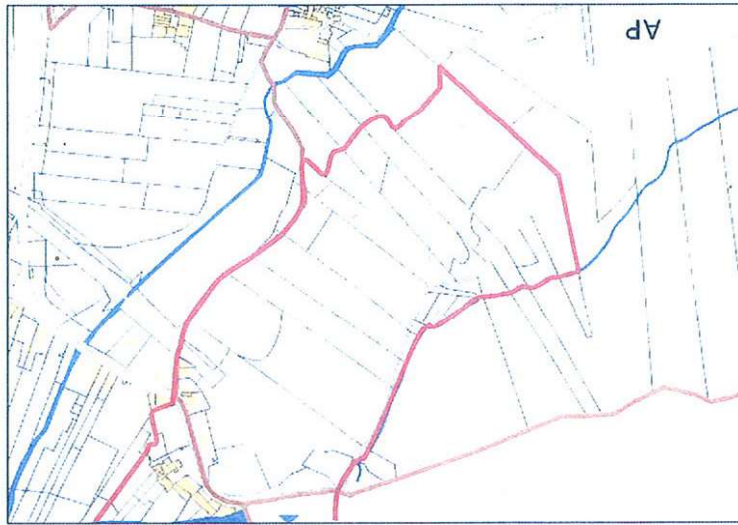
Ce Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité normale concernera les communes d'ANDUZE, de BOISSET-GAUJAC et de TORNAC.

Au Nord, on étendra le Périmètre de Protection Rapprochée jusqu'à la route départementale D106. Au Nord Ouest, ce périmètre empruntera l'axe de la vallée allant du lieu-dit L'Arbousset au lieu-dit Langlas puis rejoindra le lieu-dit La Cabotte au sud du cimetière communal (voir limite du Périmètre de Protection Rapprochée sur la figure n°12). Ces limites correspondent à des temps de transfert théoriques allant de 2,5 jours (au Nord Ouest) à 4,5 jours (à l'extrême Nord).

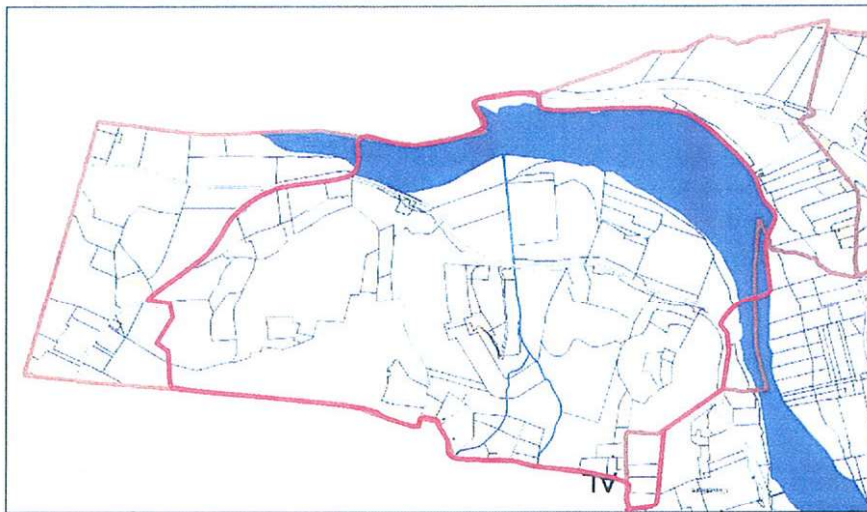
L'inventaire des sources de pollutions potentielles effectué par le bureau d'étude BERGA Sud permet de localiser les sites sensibles et de déterminer les mises en conformité à mettre en œuvre afin de réduire les risques potentiels de pollution de l'aquifère des alluvions du Gardon d'ANDUZE et celui du karst jurassique.

La localisation cadastrale détaillée de ce périmètre de protection rapprochée est reporté ci-après:

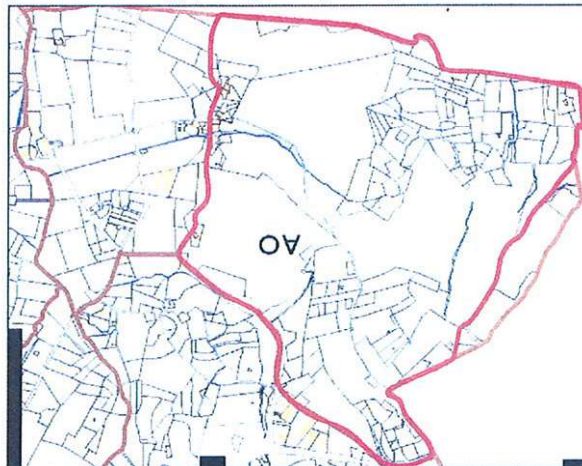
Localisation du PPR sur extrait cadastral section AP et AO commune de Tornac



Localisation du PPR sur extrait cadastral section AL commune d'ANDUZE



Localisation du PPR sur extrait cadastral section AO commune de Boisset et Gaujac



XI. Définitions et justification du Périmètre de Protection Eloignée

A. Définition du Périmètre de Protection Eloignée

Afin d'assurer une protection optimale et une zone de vigilance accrue de la zone potentielle d'alimentation du captage, on fixera l'extension du Périmètre de Protection Eloignée à la totalité de la zone d'affluement des calcaires et dolomies jurassiques en rive gauche du Gardon d'ANDUZE ainsi qu'aux zones d'affluement des alluvions du Gardon d'ANDUZE en rive gauche de ce dernier.

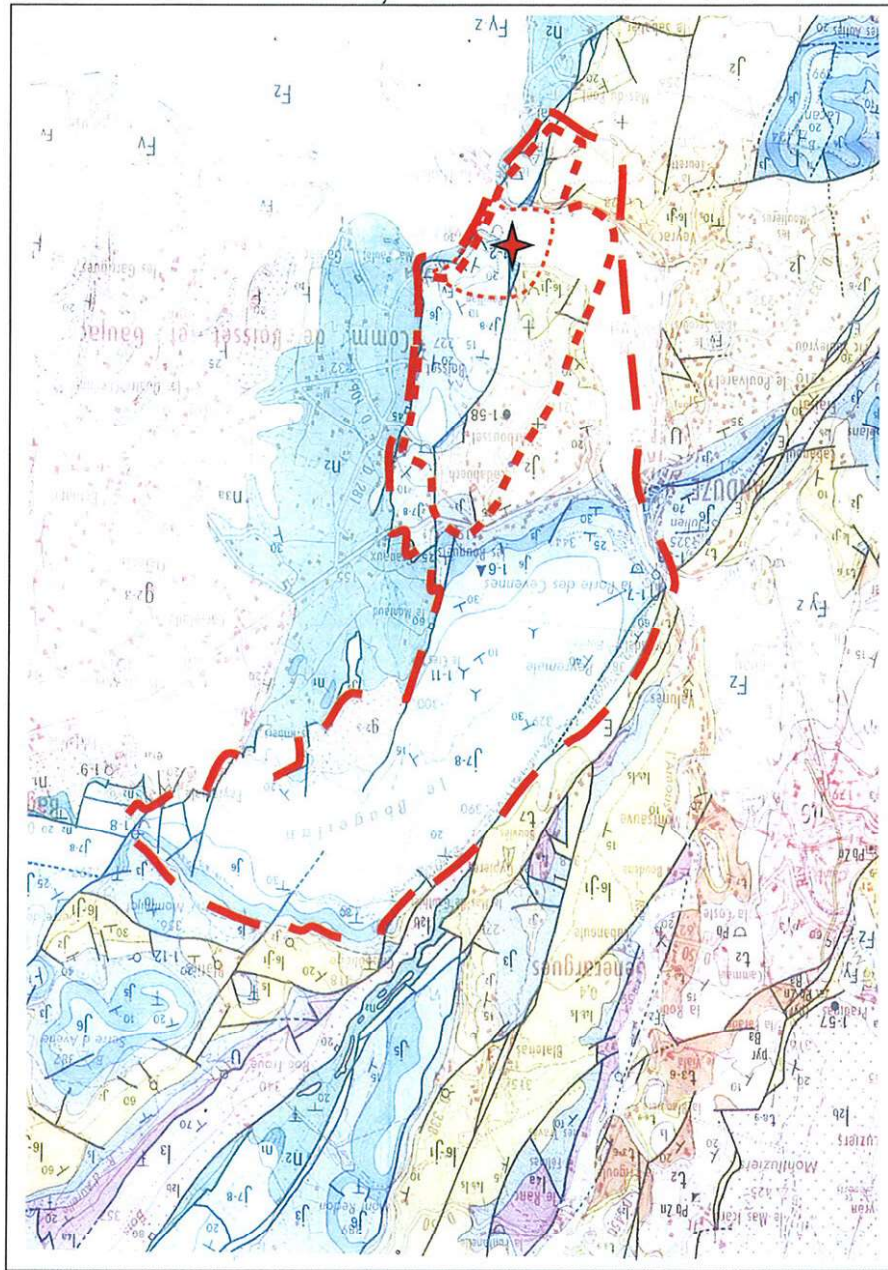
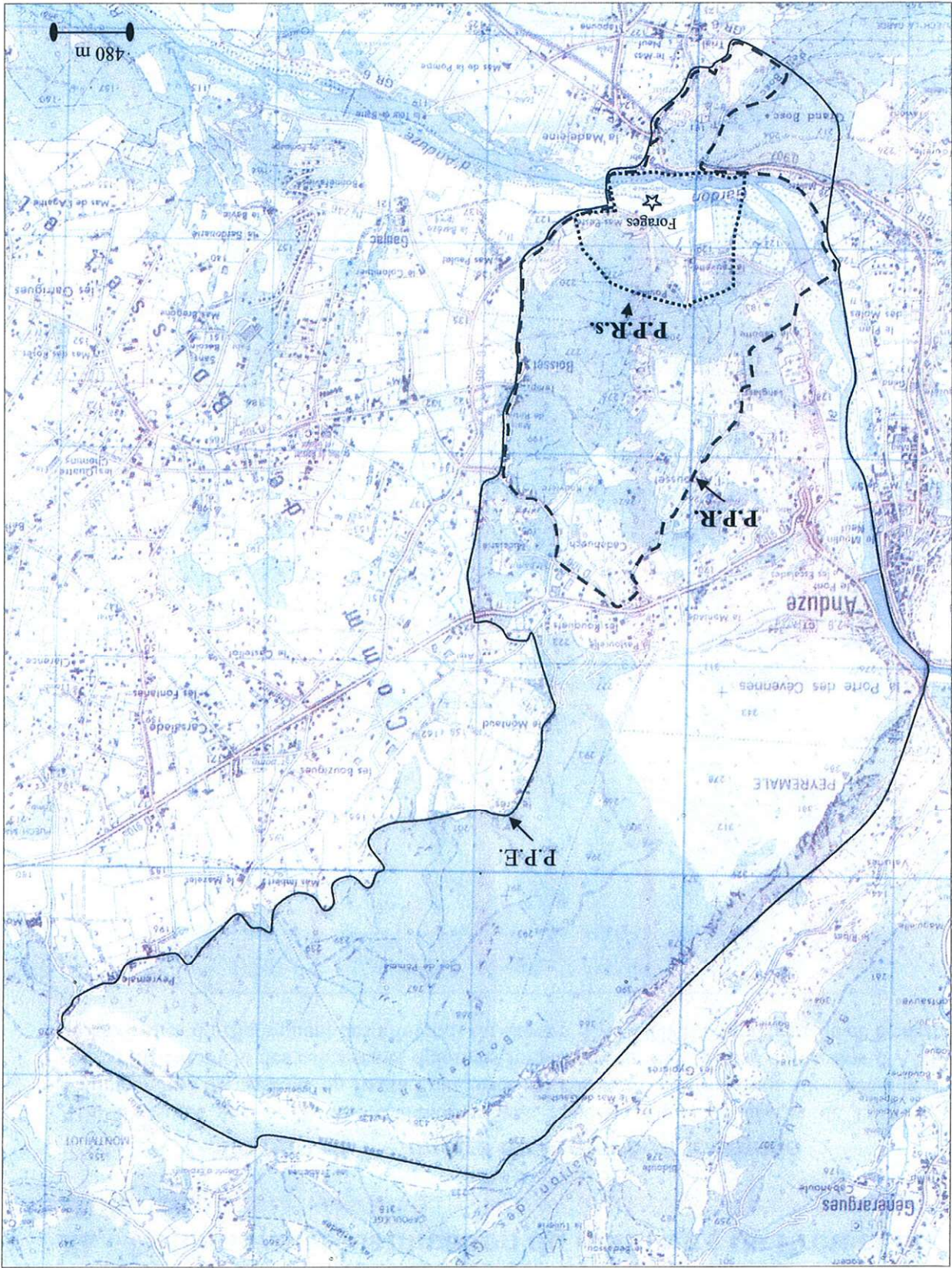


Figure 11 : localisation du Périmètre de Protection Eloignée sur extrait de carte géologique
 P.P.E. ———
 P.P.R. - - - - -
 P.P.R. Haute Sensibilité
 Forage ★

Ce Périmètre de Protection Eloignée concernera les communes d'ANDUZE, BAGARD, BOISSET-GAUJAC, GENERARGUES et TORNAC.

P.P.R.s.: Périètre de Protection Rapprôchée
P.P.R.: Périètre de Protection Rapprôchée
P.P.E.: Périètre de Protection Eloignée

Figure 12 : localisation des Périètres de Protections Rapprôchées et Eloignées sur extrait de carte IGN au 1/25 000 cm



XII. Prescriptions et aménagements dans le Périmètre de Protection Immédiate

A l'intérieur du Périmètre de Protection Immédiate, on limitera les aménagements et activités à ceux exclusivement liés à l'exploitation, à l'entretien ou à la protection des ouvrages.

Du fait du caractère inondable de la zone d'implantation des forages et des piézomètres de contrôle et de la hauteur considérable de la cote des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) en période de crue, la mise en place d'un aménagement de protection de surface de la tête des forages et des têtes de piézomètre, submersible et étanche, pourra être envisagée. Des dispositions rigoureuses d'entretien et de contrôle de ces têtes d'ouvrage submersibles devront être planifiées et respectées.

La mise en place d'une clôture de protection grillagée en périphérie du Périmètre de Protection Immédiate ne sera envisageable que dans la mesure où cette dernière pourra être basculée en période de forte crue. A défaut, l'abri de protection submersible devra être parfaitement sécurisé et son accès rendu impossible à toutes personnes non habilitées. Les limites du Périmètre de Protection Immédiate seront alors délimitées par un alignement de blocs rocheux. Des panneaux informatifs de la nature des ouvrages et du périmètre de protection ainsi que de la sensibilité du milieu seront disposés sur la périphérie de ce Périmètre de Protection Immédiate.

On recommandera de mettre hors zone inondable l'ensemble des équipements annexes au captage: les armoires électriques, les dispositifs de comptage, de surveillance et d'alerte, ainsi que les unités de prétraitement. A minima, les installations électriques sensibles devront être positionnées à +0,50 m au dessus de la cote des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC).

Un abri de protection avec alarme anti-intrusion sera mis en place afin de protéger l'ensemble de ces équipements annexes. Une clôture grillagée de 2 mètres de haut avec portillon d'entrée sécurisée ceinturera cet abri sur un rayon de 5 mètres autour de ce dernier.

Un compteur volumétrique permettra la mesure des volumes prélevés conformément à l'article L214-8 du Code de l'Environnement.

Un robinet de prélèvement sera mis en place en tête des forages ainsi que dans l'abri des équipements annexes situé en zone non inondable.

Un tube guide sonde de diamètre intérieur minimal de 30 mm sera mis en place en même temps que la pompe d'exploitation afin de permettre un suivi piézométrique de l'aquifère capté.

La nature karstique de l'aquifère capté laisse présager l'apparition ponctuelle de pic de turbidité supérieur à la limite de qualité. On proposera donc la mise en place d'un dispositif de suivi en continu de la turbidité auquel sera asservi le fonctionnement des pompes et l'exhaure des eaux prélevées (by-pass des eaux trop turbide). Une unité de traitement permanent de la turbidité devra être prévue.

Un cahier de suivi des prélèvements et interventions effectués sera mis en place afin d'assurer, mois par mois, le suivi des volumes prélevés, le nombre d'heures de pompage, les variations éventuelles de la qualité, les incidents survenus dans l'exploitation de l'installation dont le comptage et les interventions sur l'équipement de pompage.

La conservation des piézomètres Pzamon et Pzc permettra de disposer d'ouvrage d'alerte permettant le contrôle de la qualité des eaux en cas de suspicion de pollution sur le bassin versant d'alimentation de l'aquifère capté (contrôle de conductivité).

Le piézomètre Pzc crépiné face aux seuls drains karstiques permettra de disposer d'un point de surveillance de l'arrivée d'un panache de pollution en cas d'incident en provenance de la route départementale ou du massif calcaire jurassique la surmontant (accident routier, largage de retardateur d'incendie, ...).

Il en sera de même avec le piézomètre Pzamt qui sera susceptible de participer à la surveillance des apports d'éventuels polluants en provenance du Gardon d'ANDUZE.

La tête de ces deux piézomètres devra être rendue insubmersible et une dalle de propreté conforme à la réglementation (2 mètres de rayon centrée sur la tête des piézomètres, avec une pente vers l'extérieur) sera mise en place autour de chacun de ces piézomètres.

L'utilité du piézomètre Pzaval dans le cadre d'une surveillance d'une éventuelle pollution est moindre. Il devra donc être soit rendue insubmersible et étanche soit être rebouché dans les règles de l'art.

Dans le mesure où le forage de reconnaissance serait remplacé par deux forages d'exploitation de gros diamètre avec équipement en inox, ce forage FI de reconnaissance devra être rebouché dans les règles de l'art et sous la supervision d'un hydrogéologue.

L'intérieur du Périmètre de Protection Immédiate sera maintenu entretenu sans usage de désherbants (pesticides). Toute accumulation d'amas de végétaux en amont du captage sera dégagée après les épisodes de crues dans la mesure où elle pourrait entraîner un surcreusement et donc une réduction de l'épaisseur des formations de recouvrement à proximité du captage et des piézomètres de contrôle et surveillance.

La parcelle constituant le Périmètre de Protection Immédiate devra être acquise en pleine propriété par le Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène.

XIII. Prescriptions et aménagements dans le Périmètre de Protection Rapprochée

A. Prescriptions dans le Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité :

Du fait de la nature des aquifères présents et de la vitesse élevée de transfert de l'eau dans ces derniers, des mesures spécifiques de protection seront prises à l'intérieur de ce Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité.

Afin de réduire les risques de renversement des véhicules circulant sur la route, on recommandera la mise en place de protection anti-renversement (Glissière en Béton Armé ou talus) en bordure aval de la route RD366 complétée d'un cariveau de dérivation étanchéifié des eaux de ruissellement. Cette zone de protection de la bordure aval de la chaussée s'étendra sur une longueur totale de 150 mètres de part et d'autre de l'axe projeté du forage sur la route (voir figure 7 et 9).

Par ailleurs, les forages et puits (A21, A22) situés dans l'emprise de ce Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité devront être mis en conformité réglementaire conformément aux recommandations du rapport BERGA Sud n°30/010K08084 de novembre 2008. Il en sera de même en ce qui concerne la zone de stockage de déchets inertes notée D3 sur le susdit rapport.

L'ensemble des dispositifs d'assainissement non collectif présents dans cette emprise devra faire l'objet de contrôles de conformité et d'une mise aux normes avant toute mise en exploitation du captage.

A l'intérieur de ce Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité, on interdira plus particulièrement:

- la réalisation de nouveau forage autres que ceux nécessaires à l'alimentation du Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène;
- toute Installation Classée pour la Protection de l'Environnement;
- toute exploitation de carrière ou gravière;

- tout dépôt, épandage ou rejets d'eaux usées ou de produits liés au traitement des eaux usées hormis ceux issus des dispositifs d'assainissement non collectif existant dans la mesure où ils auront été contrôlés et mis en conformité réglementaire et leur entretien sera réalisé régulièrement;

- tout épandage de boue de vidange, de station de traitement d'effluents de toute nature, de stations d'épuration d'eaux usées urbaines, de surplus agricole et de rejets d'effluents de serres;
- tout dépôt d'ordure ménagère, centre de transit, de traitement, de broyage ou de tri de déchets, dépôt de matériaux inertes, de déblais, de gravats de démolition, d'encombrant, de métaux, de carcasses de véhicules;

- tout dépôt ou dispositif de stockage non domestique et toute canalisation de produits nuisibles à la qualité de l'eau. Les dispositifs de stockage d'hydrocarbures des particuliers seront aériens, limités à 3000 litres et équipés de bacs de rétention d'un volume supérieur ou égal à 1,5 le volume stocké;
- toutes installations de stockage et/ou traitement de déchets industriels, encombrants, de métaux et de véhicules;

- l'installation de cimetière et d'aires de camping ou de caravanning;
- La circulation de véhicules transportant des matières dangereuses pour l'Environnement sur la RD366;

- Tout rejet (hormis les eaux de ruissellement non polluées issues de surface très limitées, inférieure à 100 m²) dans des gouttes ou avens existants.

Le stockage de produits phytosanitaires (pesticides) sera interdit au droit de la plaine alluviale inondable. Il en sera de même pour les zones de nettoyage et remplissage des cuves des pulvérisateurs.

L'utilisation des produits fertilisants ou phytosanitaires (pesticides) dans le cadre des pratiques agricoles (vergers) devront faire l'objet d'un usage raisonné respectant le Code de bonne conduite agricole et des recommandations de la Cellule d'Etude et de Recherche sur la Pollution des Eaux par les Produits Phytosanitaires de la Région Languedoc-Roussillon (SERPE-LR).

Les ouvrages de captage abandonnés devront faire l'objet d'un rebouchage dans les règles de l'art.

A l'intérieur de ce Périmètre de Protection Rapprochée à haute sensibilité seront réglementés :

- la construction ou la modification de voies de communication. (l'utilisation de résidus de mâchefer d'usine d'incinération sera interdite);
- la découverte de cavité, aven ou gouffre qui devra faire l'objet d'une déclaration, suivi d'une éventuelle exploration, avant mise en protection par clôture ou colmatage si nécessaire);
- le transport de matières dangereuses sur la RD366.

B. Prescriptions dans le Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité normale:

- la réalisation de nouveau forage (qui devra faire l'objet d'un suivi hydrogéologique et technique);
- la réalisation de tout nouveau dispositif d'assainissement non collectif;
- les stockages d'hydrocarbure à usage domestique lesquels devront être hors sol, limités à 3000 litres, et disposer d'un bac de rétention d'un volume supérieur à 1.5 fois le volume d'hydrocarbures stockés;
- les aires de lavage de véhicules et casses automobiles, lesquelles seront interdites sauf si les eaux ruisselant sur des surfaces imperméabilisées peuvent être récupérées dans des bassins de stockage adaptés et munis de système d'abattement de la charge polluante;
- le transport de matière dangereuse, lequel devra être limité au maximum;
- un contrôle et une mise aux normes éventuelle des aires de remplissage ou de lavage des pulvérisateurs existants utilisés pour le traitement des cultures seront recommandés.

XIV. Prescriptions et aménagements dans le Périmètre de Protection Eloignée

La principale vulnérabilité de l'aquifère réside dans la nature karstique de son aire d'alimentation doublée par les relations hydrauliques existantes avec l'aquifère à porosité de matrice des alluvions du Gardon d'ANDUZE.

A l'intérieur des limites proposées pour ce périmètre, la réglementation nationale en vigueur devra être suivie scrupuleusement et des dispositions devront être prises avant de créer toute activité analogue à celles interdites dans le Périmètre de Protection Rapprochée à sensibilité normale et haute.

Les principaux gouffres et avens existants devront être clôturés afin d'éviter toutes chutes d'animaux. L'accès à ces cavités ne fera l'objet d'aucune restriction particulière dans la mesure où il permet d'obtenir un retour d'information de la part des spéléologues d'éventuelle pollution (dépôts sauvages, charogne, ...). On recommandera la mise en place à l'entrée de ces cavités, d'un panneau informant de l'existence d'un périmètre de protection et de l'obligation de signalisation de toutes traces de pollution identifiée dans la mairie concernée.

XV. Conclusion

Dans le cadre du renforcement et de la diversification de ses ressources en eau potable, le SYNDICAT D'ADDUCTION D'EAU DE L'AVENE a fait réaliser un nouveau forage d'exploitation Fel à proximité du forage de reconnaissance F1, au sud du bourg d'ANDUZE, en rive gauche du Gardon d'ANDUZE et à proximité du lieu-dit « Mas Pestel ».

Les essais de pompage et les suivis qualitatifs réalisés ont mis en évidence la qualité du complexe aquifère capté tant du point de vue quantitatif que qualitatif le jour des prélèvements. Les différents essais de pompage réalisés permettent de confirmer la qualité de l'aquifère capté et la possibilité d'une exploitation au débit cumulé de 500 m³/h pour un rabattement de 1,90 m à l'aide d'un pompage en simultané sur deux ouvrages de captage. L'absence de rabattement résiduel au terme de la remontée au niveau statique faisant suite à 15 jours de pompage au débit moyen de 500 m³/h confirme la potentialité de cet aquifère.

Ce débit exploitable de 500 m³/h mis en évidence ne préjuge pas de l'acceptation de l'incidence du prélèvement sur la gestion globale de la ressource (disposition du Code de l'Environnement qui visent à limiter les conséquences des prélèvements sur le Milieu Naturel).

Sous réserve du respect des diverses préconisations, aménagements et mises en conformités spécifiques dans le présent rapport, un **avis sanitaire favorable** de l'hydrogéologue agréé par le Ministère de la Santé en matière d'hygiène publique est donné à l'utilisation des eaux souterraines exploitées par les captages Fel et F1 (qui sera remplacé par un ou deux forages similaires à Fel) dit de « La Madeline », commune d'ANDUZE.

Jean-François DABOUN
Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique
pour le département du Gard
le 15 mars 2011

**Avis hydrogéologique sur le projet de GC CONSEIL
d'Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI)
de "POUILLAN et GAUJAC"
(commune d'ANDUZE)**

Évaluation de ce projet sur le futur champ captant
de la Madeleine du Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène

par Pierre BÉRARD

*Hydrogéologue agréé en matière d'Hygiène Publique par le
Ministère de la Santé pour le département du Gard*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

1 - Contexte hydrogéologique autour et au sein de l'ISDI⁽¹⁾ en projet

1.1 - Localisation géographique

1.2 - Cadrage de l'avis hydrogéologique suivant les demandes du SEMA de la DDTM30⁽²⁾

1.3 - Déroulement de la Mission d'expertise hydrogéologique

2 - Compte-rendu de la réunion d'informations réciproques et de la visite sur le terrain du 19 décembre 2013

2.1 - Présentation et modalités de fonctionnement de l'ISDI

2.2 - Recensement des points de pollution potentiels du 25 octobre 2008 (en nappe alluviale)

2.3 - Examen des sites de stockages anciens et actuels D1 à D3

2.4 - Mise en place de piézomètres

2.5 - Gestion hydraulique et évacuation des eaux superficielles dans le Milieu Naturel

3 - Avis hydrogéologique et dernières prescriptions sur le projet de réalisation de l'Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) de "POUILLAN et GAUJAC"

Liste des Figures

Figures

1 - Cadre géographique de l'ISDI et environnement du champ captant de la Madeleine

2 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE

3 - PLAN DE MASSE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES PROJÉTÉS

4 - Cheminement des eaux superficielles en aval des bassins de décantation-rétention

Liste des ANNEXES

ANNEXE 1 - Courrier 30-2013-00236 du SEMA/DDTM30 du 24 octobre 2013 :

Instruction du dossier de déclaration Loi Eau.

Demande de compléments sur la gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes

ANNEXE 2 - Documents mis à disposition et examinés

ANNEXE 3 - Compte-rendu de la réunion

et de la visite sur le terrain du 19 décembre 2013 à ANDUZE

⁽¹⁾ ISDI = *Installation de Stockage de Déchets Inertes projetée de "POUILLAN et GAUJAC"*

⁽²⁾ SEMA/DDTM30 = *Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Gard*

AVANT-PROPOS

Le Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène a engagé la réalisation d'un nouveau champ captant au lieu-dit "La Madeleine" de la commune d'ANDUZE, en rive gauche du Gardon.

Ce champ captant devrait permettre la desserte en eau destinée à la consommation humaine (EDCH) d'une grande partie de ce Syndicat et, en complément, des communes d'ALÈS et d'ANDUZE.

Par ailleurs, le besoin d'une Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) dans cette partie du département du Gard a conduit au projet de réaliser une telle installation dans une carrière désaffectée à proximité du champ captant, dans le **Périmètre de Protection Rapprochée de sensibilité normale** (PPRsn) défini par l'hydrogéologue agréé (HGA) en matière d'Hygiène Publique pour le département du Gard J.F. DADOUN dans ses deux rapports de septembre 2009 et de mars 2011.

Nous avons présenté en **Figure 1**

le site du projet d'implantation de l'ISDI
ainsi que l'emplacement des ouvrages F1 et Fe1 du futur champ captant de la Madeleine
et ses Périmètres de Protection Rapprochée.

Les dépôts de déchets existants et la station d'épuration d'ANDUZE ont été également reportés pour souligner les pressions polluantes dans le secteur.

Le présent avis sanitaire vise à déterminer :

- si la présence de cette Installation de Stockage de Déchets Inertes peut être compatible avec la production d'eau potable par le champ captant précité,
- dans l'affirmative, les conditions de réalisation de cette installation afin de réduire les risques (s'ils existaient), de contamination de la ressource karstique exploitée par le futur champ captant.

Avant la mise en service du futur champ captant de la Madeleine, il va s'agir de procéder à des investigations et travaux préalables qui identifient et rendent compte ou non des possibilités de contamination des eaux souterraines à partir des eaux de surface pouvant transiter ou être issues du site de stockage projeté de l'ISDI dite de "POUILLAN et GAUJAC".

Cet avis sanitaire fait suite :

- à la demande d'autorisation de GC CONSEIL d'ALÈS d'exploiter une telle installation en date du 1^{er} septembre 2013 transmise à la DISE du Gard en même temps qu'un dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau et du Code de l'Environnement,
- et à la transmission le 13 décembre 2013 de compléments d'informations à la DDTM30 en réponse à la demande du SEMA du 24 octobre 2013.

1 - Contexte hydrogéologique autour et au sein de l'ISDI en projet

1.1 - Localisation géographique

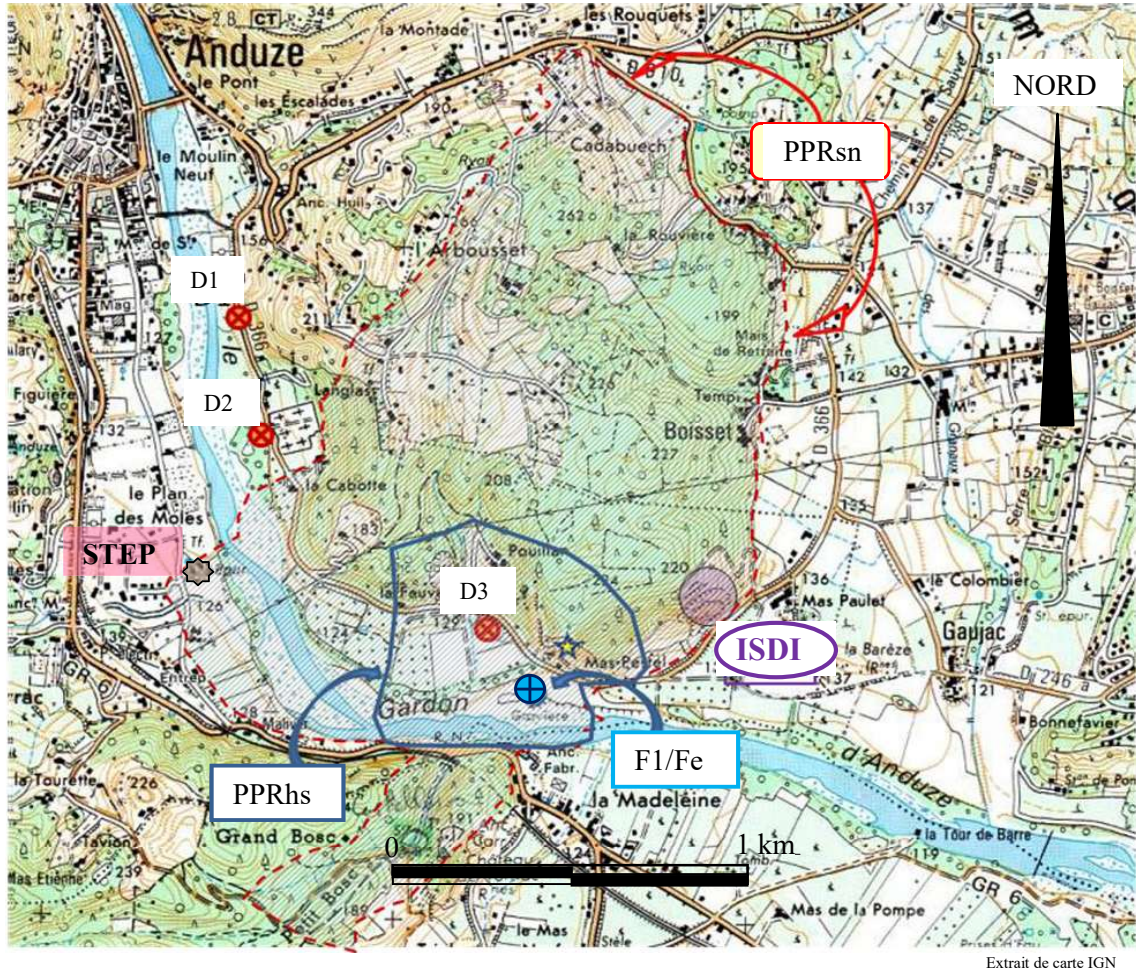


Figure 1 - Cadre géographique de l'ISDI et environnement du champ captant de la Madeleine

- ☒ ⊗ D1, D2 et D3 sites de Dépôts de matériaux (stériles) de Langlas, du Cimetière et de la Société d'André TP
- ⊕ F1/Fe1 Forages d'exploitation de la Madeleine (AEP du Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène)
- ★ Grottes du Mas Pestel STEP Station d'Épuration de la ville d'ANDUZE

Tracés des Périmètres de Protection Rapprochée (PPR) du champ captant de la Madeleine définis par l'hydrogéologue agréé JF DADOUN :

- **PPRhs** Périmètre de Protection Rapprochée de haute sensibilité
- - - **PPRsn** Périmètre de Protection Rapprochée de sensibilité normale
- ISDI** Installation de Stockage de Déchets Inertes projetée de "POUILLAN et GAUJAC"

Il est à noter que **les ouvrages d'AEP du futur champ captant de la Madeleine réalisés par le Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène** (AEP = Alimentation en Eau Potable) ne sont pas encore exploités, ni dans leur configuration définitive. Selon M. GAY (responsable de ce Syndicat intercommunal), il devrait comprendre 2 forages supplémentaires au voisinage immédiat des 2 existants F1 et Fe1.

On ne connaît pas précisément les aires d'influence des pompages du futur champ captant, ni la part respective des eaux qui vont être sollicitées entre les trois composantes essentielles qui sont :

- **la nappe alluviale du Gardon d'ANDUZE (A)** dans sa rive gauche (rg) en aval du bourg, entre le cours d'eau et la route Départementale D366,
- **les eaux de surface du même Gardon (Es)** qui représente une limite à potentiel, participant de fait au drainage de la nappe alluviale en basses eaux ou à son alimentation lors des crues. La qualité des eaux du Gardon est tributaire en particulier de la qualité des eaux des affluents et des points de rejets des pollutions naturelles ou anthropiques situées en amont,
- **et les eaux souterraines profondes du Jurassique supérieur** dont l'hydrogéologue agréé qui a défini les périmètres de protection a logiquement considéré que son aire d'alimentation intégrait en rg du Gardon également les affleurements calcaires et dolomitiques du Jurassique moyen. Ces formations carbonatées s'étendent vers le nord jusqu'aux collines de Peyremale et du Bougerlan qui jouxtent le versant est de la faille des Cévennes (**Figure 2**).

C'est ce dernier aquifère **karstique (K)** qui a été sollicité par les **deux forages F1 et Fe1**, réalisés en décembre 2006 et en juillet 2010, profonds respectivement de 60 m et de 50 m. Ils ont fait l'objet de tests de pompages d'une durée de 15 jours dans des gammes de débits de l'ordre de 500 à 510 m³/h.

L'ISDI projetée dite de « POUILLAN et GAUJAC » a donné lieu à une demande d'autorisation d'exploiter en date du 1^{er} septembre 2013. Le dossier présenté par la société GC CONSEIL d'ALÈS comprend également une rubrique qui concerne la gestion des eaux de ruissellement internes. Cette ISDI devrait occuper une superficie de l'ordre de 5 hectares. Elle se situerait pour son centre de gravité à 550 m au nord-est du champ captant de la Madeleine dans l'emprise d'une ancienne carrière abandonnée. Ses limites sud et sud-ouest se trouveraient à une centaine de mètres en dehors du Périmètre de Protection Rapprochée dit "de haute sensibilité" (PPRhs) mais à l'intérieur du Périmètre Protection Rapprochée "de sensibilité normale" (PPRsn). Ces deux périmètres et les prescriptions y afférent ont été définis dans les rapports d'enquête du 4 septembre 2009 et du 22 mars 2011.

Les déchets pour lesquels une autorisation de stockage est sollicitée seraient **des déchets inertes**. Ils devront respecter les termes des réglementations existantes aux titres de la Loi sur l'Eau et du Code de l'Environnement et ceux des arrêtés ou textes spécifiques à ce type d'installation. Leur innocuité devra être vérifiée.

1.2 - Cadrage de l'avis hydrogéologique relatif à l'ISDI en projet suivant les demandes du SEMA de la DDTM30

En **Annexe 1** le SEMA/DDTM30 en date du 24 octobre 2013⁽³⁾ demande « l'avis et les prescriptions d'un hydrogéologue agréé sur les points 1) 2) et 3) portant **sur le contexte hydrogéologique de l'ISDI et le captage de "la Madeleine", sur la gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes** ».

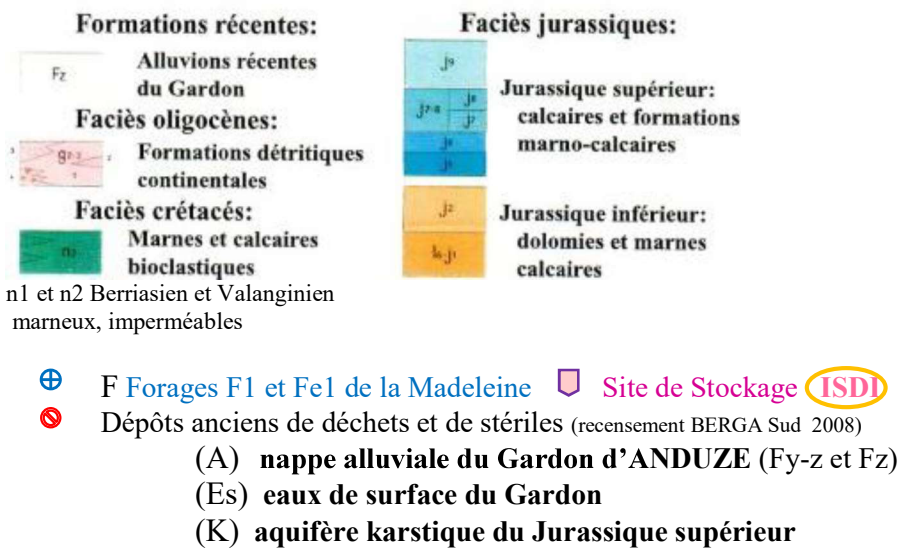
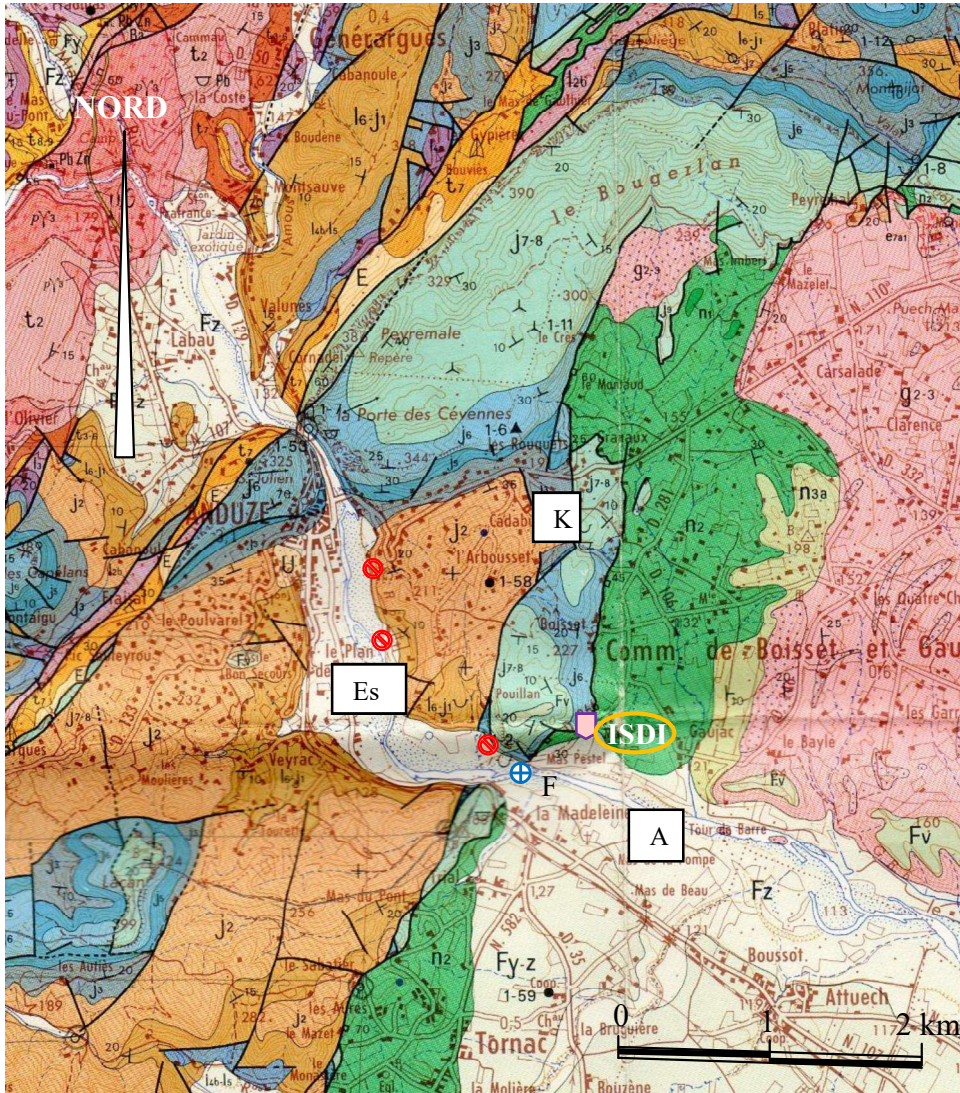
Ces 3 points mentionnés sont résumés comme suit :

« 1) Les avis de l'hydrogéologue agréé (*DADOUN J.F.*) et BERGA Sud (*en 2008*) ont recensé 4 sites de stockages de déchets situés en amont hydraulique du champ captant de "La Madeleine". **Le futur site ISDI** en projet de Pouillan et Gaujac d'environ 5 ha pour 45 ans d'exploitation **n'est pas envisagé**. Il est situé intégralement dans le PPRsn (*Périmètre de Protection Rapprochée de sensibilité normale*), à 100 m du PPRhs (*de haute sensibilité*) et à environ 400 m des forages F1 et Fe1. La réalisation de nouveaux forages, piézomètres ou sondages au sein du PPRsn où se situerait l'ISDI y est soumise à réglementation et devra faire l'objet d'un suivi hydrogéologique et technique ».

⁽³⁾ Courrier 30-2013-00236 du SEMA/DDTM30 du 24 octobre 2013 (3 p.)

Figure 2 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE

EXTRAIT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE à 1/50 000è du BRGM, n°938



« 2) Le dossier proposé fait état de la rubrique 1.1.1.0 annexée à l'article R 214-1 du Code de l'Environnement associée à **la création d'un piézomètre** :

- dont la localisation précise n'est pas indiquée : conservé pendant toute la durée de l'exploitation, ce piézomètre sera mis en place en bordure de la D366 et en aval de l'ISDI,
- la réalisation de sondage est interdite dans le PPRhs hors ceux nécessaires à l'alimentation du SAEP de l'Avène. Dans l'emprise du PPRsn l'hydrogéologue agréé a stipulé : "la réalisation de tout nouveau forage devra faire l'objet d'un suivi hydrogéologique et technique",
- le "suivi de la hauteur de la nappe et de la qualité des eaux souterraines" ne répond pas à un objectif précis et ne fait pas état de mesures spécifiques envisagées ... »

« 3) Rubrique 2.1.5.0 annexée à l'article R 214-1 du Code de l'Environnement associée aux **rejets d'eaux pluviales et à la création de 2 bassins de rétention-infiltration** de capacité cumulée de 800 m³ (occurrence décennale). "Ce mode de fonctionnement (infiltration) doit être validé et compatible avec les prescriptions de l'hydrogéologue agréé dans l'emprise du PPRsn".

La mise en œuvre et le fonctionnement du décanteur-déshuileur sont à expliquer et à justifier ».

Il est ensuite ajouté **un certain nombre de remarques** (4.1 à 4.7) concernant les sites de stockage actuels en cours de "résorption", le fonctionnement de la plate-forme de la Zone Artisanale "Lou Crès", la gestion des bassins de décantation et la destination "en surverse" des eaux de surface, la mise en œuvre d'aire(s) étanche(s) pour le stationnement des engins de chantier en heures non ouvrables, la présence et le devenir de la "mare" au bord du chemin côté est, l'entretien général du site et sa végétalisation sans stockage ni usage de fertilisants et de produits phytosanitaires...

Ces différents aspects (4.1 à 4.7) devant être réglés par le propriétaire-exploitant du site, on se reportera à la note complémentaire de GC CONSEIL produite le 13 décembre 2013 ⁽⁴⁾ (11 p. + 6 annexes),

Le présent avis hydrogéologique et environnemental, s'en tient aux trois volets qui touchent plus directement à la protection de l'aquifère karstique du Jurassique sollicité entre 10 et 60 m sous le mur des alluvions du Gardon par les forages F1 et Fe1 du futur champ captant de la Madeleine.

1.3 - Déroulement de la Mission d'expertise hydrogéologique

Après désignation par l'ARS du Gard en date du 28 octobre 2013 sur proposition de l'hydrogéologue coordonnateur J.L. REILLE et suivant notre proposition d'intervention à GC CONSEIL, nous avons demandé à prendre connaissance de l'ensemble des éléments relatifs à ce dossier, dans l'attente de la fourniture et de l'examen des éléments complémentaires demandés par le SEMA/DDTM30.

Les éléments techniques ont été rassemblés par GC CONSEIL et le BE ATDx au 1^{er} septembre 2013 dans la demande d'autorisation d'exploiter l'ISDI et dans le dossier de gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes et de leur modalité de rejet dans le Milieu Naturel superficiel ou souterrain.

L'examen des 2 classeurs a été complété par celui des données hydrogéologiques contenues dans **les rapports de J.F. DADOUN du 4 septembre 2009 et du 22 mars 2011**, lesquels précisent l'extension des périmètres de protection du champ captant de la Madeleine et les prescriptions y afférent.

En outre, nous avons pris connaissance **des rapports hydrogéologiques BERGA Sud du 10 novembre 2008 et du 20 novembre 2010**, établis pour le compte du Syndicat d'AEP de l'Avène.

Sans être exhaustive, la liste de ces différents rapports, études, avis précédents, textes réglementaires et arrêtés qui nous ont été communiqués est rassemblée en **Annexe 2**.

Une 1^{ère} visite sur les différents sites le 27 novembre, a été suivie d'une réunion (en Mairie d'ANDUZE) plus informative le 19 décembre 2013 avec M. le maire d'ANDUZE B. IGLESIAS, J.M. VEAUTE ARS 30, M. S. GAY du Syndicat d'AEP de l'Avène, M. G. COSTANZO de GC CONSEIL et Mme J. MANOUX d'ATDx. Cette réunion a été suivie d'une tournée ciblée "carrière et eaux de ruissellement" sur le terrain. La pluie du 19 décembre a permis de se rendre compte des écoulements naturels en surface au droit et en aval de l'ISDI projetée avant que de proposer de les redéfinir.

⁽⁴⁾ GC CONSEIL/ATDx : Dossier de Déclaration Loi Eau. ISDI de "Pouillan et Gaujac". Gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes". **Note complémentaire du 13 décembre 2013** en réponse de la demande de la DDTM du 24/10/2013.

2 - Compte-rendu de la réunion d'informations réciproques et de la visite sur le terrain du 19 décembre 2013

2.1 - Présentation et modalités de fonctionnement de l'ISDI

La réunion d'informations réciproques et la visite sur le terrain du 19 décembre 2013, organisées dans le cadre de notre Expertise hydrogéologique, ont permis une concertation entre chacune des parties avant la décision de refuser ou d'accepter - et sous quelles conditions - la création de cette ISDI.

Les prescriptions sont assez bien connues du futur exploitant pour ce qui concerne la réglementation en matière de dépôts de déchets inertes, de vérifications et de gestion des apports et, d'une manière générale, de prévention des pollutions. Nous avons ainsi pu décrire les *travaux préalables* à l'éventuelle réalisation de cette ISDI afin *d'assurer la prévention et la protection tant des eaux souterraines que des eaux de surface*.

Les données sur plan ont été discutées pour préciser quels pourraient être, au droit du site pressenti les modalités de mise en place des dépôts et les impacts d'un dépôt de déchets réputés inertes sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, compte tenu d'un substratum calcaire en partie karstifié comme cela est visible sur la paroi à nu de la carrière abandonnée. En effet, la présence de cavités ouvertes ou actives pourrait véhiculer très rapidement et avec une faible rétention une pollution éventuelle en direction du champ captant. De plus selon le front de taille, le pendage des strates est nettement visible et orienté vers l'ouest en direction du futur champ captant de la Madeleine.

Cet impact pourrait résulter d'un lessivage des matériaux stockés et d'une évacuation d'eaux polluées venant de l'ISDI suite à une lixiviation par les pluies ou à un événement accidentel survenant sur le site ou dans son voisinage immédiat, en particulier à l'entrée depuis la D366, du fait des circulations de camions et des engins de chantiers pouvant amener une pollution ponctuelle par les hydrocarbures.

La définition de l'ISDI en tant que Stockage de Déchets "Inertes"⁽⁵⁾ limite sensiblement les risques liés au lessivage des matériaux entreposés qui, en première étape, devront transiter par le centre de tri et de recyclage de la future plateforme de la ZAC "LOU CRÈS" sur la commune de BOISSET-ET-GAUJAC, à 3 km au nord du site et au nord de la route D910 d'ANDUZE à ALÈS.

2.2 - Recensement des points de pollution potentiels du 25 octobre 2008 (en nappe alluviale)

Sachant qu'une des composantes de l'eau extraite du karst profond par pompage provient de la nappe alluviale (*relations démontrées par traçage*), en préalable à l'intervention de l'HGA, les points susceptibles de générer en particulier des pollutions de la nappe des alluvions ont été recensés en amont hydraulique du futur champ captant de la Madeleine. **Le plan cadastral à 1/5 000^e** (fig. 7a et 7b du rapport BERGA Sud du 25/10/2008) localise ces points de possibles pollutions de la nappe alluviale : les puits et forages notés Ax, le cimetière noté Cx, les stockages divers notés Dx et les rejets sauvages notés Rx. Les carrières abandonnées de la Fauvette sous Pouillan **et de Redland, objet du projet d'ISDI**, ne sont pas citées comme secteurs plus vulnérables, ni les cultures sous serres en terrasses alluviales à moins de 600 m en amont des futurs captages. Le traitement tertiaire de la STEP d'ANDUZE par bassin d'infiltration situé en amont rd du Gardon à 1 km du futur champ captant est mentionné (B1).

⁽⁵⁾ La Directive n° 1999/31/CE du 26/04/1999 concernant la mise en décharge des déchets définit les déchets comme inertes au point e de son article n°2 :

"e) **déchets inertes**, les déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. La production totale de lixiviats et la teneur des déchets en polluants ainsi que l'écotoxicité des lixiviats doivent être négligeables et, en particulier, ne doivent pas porter atteinte à la qualité des eaux de surface et/ou des eaux souterraines;" (Voir également les **arrêtés ministériels du 28/10/2010 et du 06/07/2011**).

Suite à cet inventaire, dans ses rapports d'enquête, l'HGA a demandé la mise en conformité des points d'eau susceptibles d'amener une pollution directe de l'aquifère capté. Il a également souligné les risques de pollution accidentelle depuis les fossés de la D366 qui passe à moins de 100 m au nord du champ captant et donc préconisé la mise en place d'une barrière anti-déversement de 150 m de long (sur 75 m de part et d'autre de l'axe projeté de F1-Fe1). Le caniveau de dérivation des fossés de cette route devrait évacuer les eaux de ruissellement vers l'est à plus de 120 m en aval du champ captant afin d'accorder un temps de transfert d'un éventuel polluant dans les alluvions supérieur à 12 heures.

2.3 - Examen des sites de stockages actuels D1 à D3 (voir **Figure 1**, p.4)

Trois sites de stockages ont été repérés par BERGA Sud pour le secteur amont rg du Gardon, tous en nappe alluviale, à l'ouest et au sud de la D366, associés à d'anciennes exploitations de gravières :

D1 - le site de LANGLAS, juste en aval du stade qui est une plateforme encore en activité avec concassage et tri de matériaux inertes, séparation des ferrailles, dépôt de terres végétales. Il se trouve à plus de 1 500 m en amont du champ captant de la Madeleine ;

D2 - ce site de stockage de dépôts inertes se trouve **face au cimetière** à 1 100 m en amont des captages. Il est abandonné, mal protégé et fait l'objet de dépôts sauvages dans son voisinage ;

D3 - le site de stockage de dépôts de matériaux de l'entreprise J.P. ANDRE TP qui vient d'être réhabilité et "inerté". Il est localisé à seulement 250 m en amont du champ captant de la Madeleine. L'arrêté préfectoral n°2007-304-3 du 31 octobre 2007 concernant ce site précise la nature des déchets admissibles et les conditions de son exploitation. Une lettre de la DDTM du 29 mars 2011 rend compte des obligations réglementaires nouvelles en application de l'arrêté ministériel du 28/10/2010. Ce site, bientôt à sa capacité de stockage maximale autorisée, devrait être bientôt fermé et réaménagé avec mise en place de la couverture finale.

Il est à noter que ces trois sites sont localisés en zones inondables. De même, les ouvrages du champ captant de la Madeleine, comme rappelé dans les deux avis de J. F. DADOUN, se situent dans un secteur où les crues de référence de 1861 et de 1958 ont atteint des niveaux à +8.10 m et à +7.60 m au-dessus du terrain naturel (TN).

L'ISDI projetée de « POUILLAN et GAUJAC », dont les altitudes minimales côté est sont comprises entre 127 et 137 m devrait être impactée sur une faible superficie en cas de crues comparables.

On devra toutefois positionner le bassin aval de rétention des eaux de ruissellement à l'extrémité sud de cette ISDI et au dessus de l'altitude de 128 m NGF.

2.4 - Mise en place de piézomètres

L'examen du fossé de la route D366 qui jouxte l'ISDI en projet sur son côté nord-est a permis d'y repérer les marnes feuilletées et imperméables du Valanginien qui surmontent les calcaires fracturés et tectonisés du Jurassique supérieur. Ces calcaires injectés de filonnets de calcite se présentent soit en bancs décimétriques massifs (comme constaté sur le front de taille de la carrière abandonnée), soit ils sont intercalés de marnes.

La réalisation et la mise en place de deux piézomètres, l'un vers le bassin de rétention des eaux de ruissellement amont et l'autre auprès du bassin de rétention aval doit permettre de **repérer la présence de cavités karstiques ou de chenaux en profondeur et celle de fractures ou de zones broyées plus propices à l'interception de venues d'eau**. La réalisation de deux profils de géophysique électrique selon le chemin orienté NE-SW sur une longueur de 250 m (électrodes espacées de 5 m) et d'un second profil sécant de 80 à 90 m de long selon la direction ESE-WNW passant par le milieu du 1^{er} profil sera nécessaire.

En l'absence de couverture alluviale, l'objectif de ces piézomètres visera à recouper les fissures et les fractures de l'aquifère karstique sous un niveau piézométrique supposé se situer entre 115 et 116 m NGF soit entre 10 et 12 m sous le TN pour le secteur aval et entre 18 et 21 m sous le TN pour le secteur amont du chemin contournant le site par le nord-est.

Près du bassin de rétention aval, la foration en Ø 6"1/2 (165 mm) devrait atteindre la profondeur de 35 à 45 m avec mise en place d'un tubage en Ø 112x125 mm de +0.75 m à 15 m ou 20 m sous le TN, suivant les venues d'eau. Ce tubage sera cimenté sur les 10 à 15 premiers mètres : cimentation à la canne en 2 passes avec centreurs sur le tube et accélérateur de prise.

Pour le secteur amont, la profondeur maximale de foration devrait se situer entre 40 et 50 m et la cimentation du tubage en tête se fera sur les 20 à 25 premiers mètres.

L'implantation définitive et la réalisation de ces deux piézomètres devront être supervisées et suivies par un hydrogéologue. Les ouvrages, réalisés dans les règles de l'art, seront nettoyés à l'air lift jusqu'à obtention d'eau claire. On pourra les laisser en trou nu pour la partie basse ou les équiper de tubes PVC de qualité alimentaire en diamètres Ø 80x90 mm crépinés sur 5 à 20 m à la base.

Une analyse complète de type "Première Adduction"⁽⁶⁾ comprenant les éléments majeurs et les toxiques sera effectuée en fin de développement sur l'eau du piézomètre le plus productif afin de servir de référence (état initial) et d'en comparer les résultats à ceux des ouvrages F1 et Fe1 du champ captant de la Madeleine.

Les éléments et composés à analyser par la suite seront définis en fonction de ces résultats. La périodicité des analyses de contrôle sera de 1 analyse tous les 2 mois en 1^{ère} année, tous les 3 mois pour la 2^{ème} année et tous les 6 mois à partir de la 3^{ème} année (2 par an). Ces analyses comprenant à minima le pH, les MEST, la conductivité, la turbidité, la température et les hydrocarbures totaux pourront être complétées par certains des paramètres cités en annexe II de l'arrêté ministériel du 6 juillet 2011, et seront si possible couplées avec celles effectuées sur le champ captant de la Madeleine. Les prélèvements au niveau des piézomètres seront effectués avec une pompe en 12 volts de 3" (76 mm) pouvant fonctionner sur batterie, laissant couler l'eau en préalable pendant au moins 15 minutes.

Pour être représentative d'un état au repos de l'aquifère karstique, la mesure du niveau de l'eau en piézomètre sera effectuée avant la mise en route de chaque pompage. Ce niveau sera noté et enregistré en même temps que le volume extrait (débit adopté et durée de ces "mini-pompages").

Si, lors de la foration des piézomètres, des vides karstiques étaient rencontrés ainsi que d'importantes venues d'eaux turbides, il sera nécessaire d'avertir la DDTM (SEMA), l'ARS, ainsi que le Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène. Une opération de traçage à la fluorescéine devra être programmée et couplée à un pompage à fort débit (minimum de 300 m³/h) sur le champ captant de la Madeleine⁽⁷⁾. Enregistreur et préleveurs automatiques seront mis en place sur le refoulement de l'eau pour mesurer la vitesse de transfert dans l'aquifère et pour analyser de façon quantitative la restitution du colorant. ***Ces études et travaux seront effectués avant la mise en service du champ captant de la Madeleine pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.***

L'identification d'une karstification profonde bien développée ou la mise en évidence d'une relation ou d'un transit qualifiée de "rapide" avec le champ captant imposera des mesures de protection plus contraignantes en matière d'isolation du site dans ses parties basale et frontale.

Nous avons demandé pour isoler le fond de l'aire de stockage, **avant amenée des premiers dépôts de déchets de disposer une couche d'argile inerte compactée de 0.60 à 0.80 m d'épaisseur.** Une même épaisseur d'argile compactée sera disposée en masque sur les parois calcaires du front de taille de l'ancienne exploitation au fur et à mesure du remplissage de la plateforme de stockage.

⁽⁶⁾ La composition des **analyses dites de "Première Adduction"** des eaux destinées à la consommation humaine est précisée dans un arrêté ministériel du 11 janvier 2007. Des informations complémentaires sur ce point peuvent être obtenues auprès de la Délégation Territoriale du Gard de l'Agence Régionale de Santé.

⁽⁷⁾ Ce pompage-traçage ne sera pas nécessaire si les piézomètres ne recoupent pas l'aquifère capté, ou si la productivité reconnue en cours de foration est minime (débit mesuré en soufflage inférieur à la centaine de litres/heure).

2.5 - Gestion hydraulique et évacuation des eaux superficielles dans le Milieu Naturel

Au stade du projet présenté dans sa version du 01/09/2013, le phasage et le remplissage de l'ISDI prévoyaient "une infiltration sur place" des eaux météoriques et superficielles ou en direction des affleurements calcaires du front de l'ancienne carrière. **Nous avons fait annuler ce principe d'infiltration *in-situ*** et opter pour un drainage de toutes les eaux de surface en direction des 2 bassins de rétention situés l'un en amont et l'autre en aval du site de l'ISDI en projet.

Le dimensionnement de ces deux **bassins assurant une décantation et une rétention des eaux superficielles**, leur fonctionnement, leur maintenance et l'interception de possibles pollutions d'hydrocarbures par un décanteur-déshuileur ont été précisés dans le document de GC CONSEIL du 13 décembre 2013. **Le débit de fuite envisagé** pour la vidange de ces deux bassins d'une capacité de 450 et de 650 m³ (superficies de 300 et de 650 m²) avec écrêtement des débits des eaux de ruissellement serait de l'ordre de 30 l/s.

Suite à nos visites sur place, nous avons demandé **l'éloignement maximal du point de rejet des eaux superficielles venant de l'ISDI** par rapport au site du champ captant de la Madeleine, ce qui devrait être concrétisé par la réalisation d'un nouveau passage busé en Ø 500 mm depuis le bassin de rétention amont au droit de la D366 en amont de la vigne, puis par l'aménagement d'un fossé enherbé (ou noue) en bordure est de cette vigne qui rejoindra au sud le chemin et son fossé associé.

Un autre passage busé également en Ø 500 mm sur 4 à 5 m de long va permettre de recouper "l'angle aigu" du chemin longeant le fossé au bas de la vigne et qui drainera les eaux superficielles du bassin de rétention aval et des fossés de la route départementale D366.

Les deux fossés orientés vers le sud et le sud-ouest rejoindront le fossé "principal" situé au bas des cultures et au sud du chemin parallèle au lit mineur en rive gauche du Gardon. Ce grand fossé amènera les eaux superficielles vers l'est, jusqu'à un point de rejet constitué par un dispositif de gros blocs de calcaires disposés en retrait de la berge sur une dizaine de mètres en rive gauche du Gardon.

Le point de rejet des eaux venant du site de l'ISDI après décantation dans les bassins de rétention amont et aval ***sera ainsi situé à plus de 760 m en aval du champ captant de la Madeleine.***

Le dernier plan de masse modifié par GC CONSEIL/ATDx prend en compte nos remarques et les spécifications relatives à la gestion hydraulique des eaux superficielles venant du site de l'ISDI.

Leurs raccordements et agencements qui ont été contrôlés sur le terrain sont précisés sur la **Figure 3**.

Les détails du cheminement de ces eaux superficielles sont présentés sur la **Figure 4**.

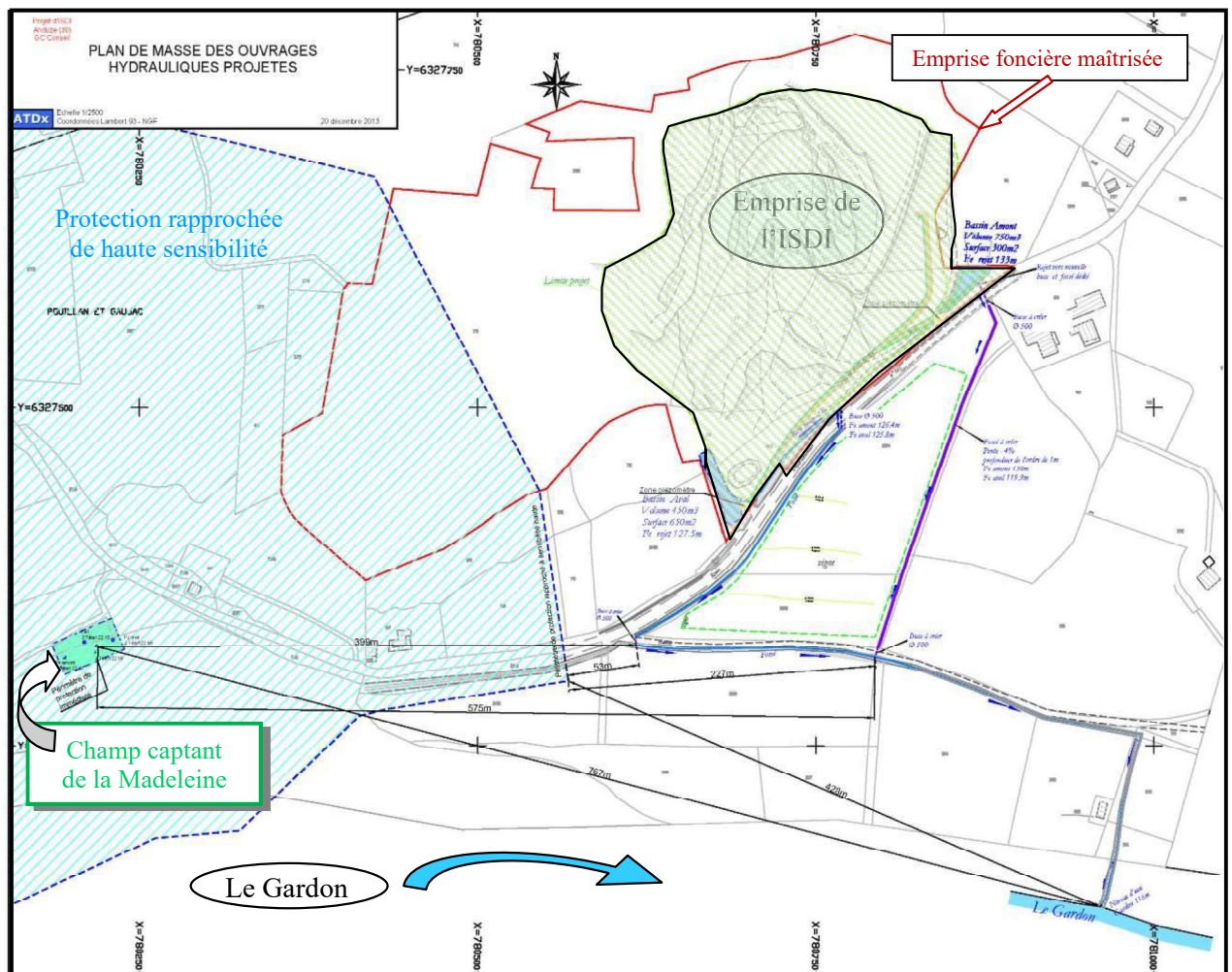
Nota : le 19 décembre 2013, deux mesures ont été effectuées au conducti-thermomètre montrant pour le fossé de la route D366 une conductivité de l'eau anormalement élevée de 1 250 µS/cm (T = 10.9°C) alors que l'eau de la mare en bordure du chemin à l'intérieur du site avait une conductivité de 388 µS/cm (T = 9 °C) plus conforme à celle d'eaux superficielles.

Sur le plan de masse des ouvrages hydrauliques projetés, sont représentés en Figure 3 :

- la limite orientale de l'extension du Périmètre de Protection Rapprochée de haute sensibilité (PPRh) du champ captant de la Madeleine,
- le champ captant de la Madeleine lui-même, autour des ouvrages F1 et Fe1, (rectangle vert),
- l'emprise foncière cernant l'ISDI en projet, (trait rouge),
- et le cheminement des eaux superficielles (en bleu-violet), qui transiteront par les deux bassins de décantation-rétention puis, en aval de décanteur-déshuileurs, par deux passages busés en béton au droit de la route D366 et du chemin en aval des cultures et enfin, par les fossés enherbés existants ou à créer jusqu'au point de rejet situé en rg du Gardon.

Le point de rejet des eaux superficielles venant du site de l'ISDI se situera à 767 m à l'ESE et de plus, en aval hydraulique des forage d'exploitation F1 et Fe1 du champ captant de la Madeleine.

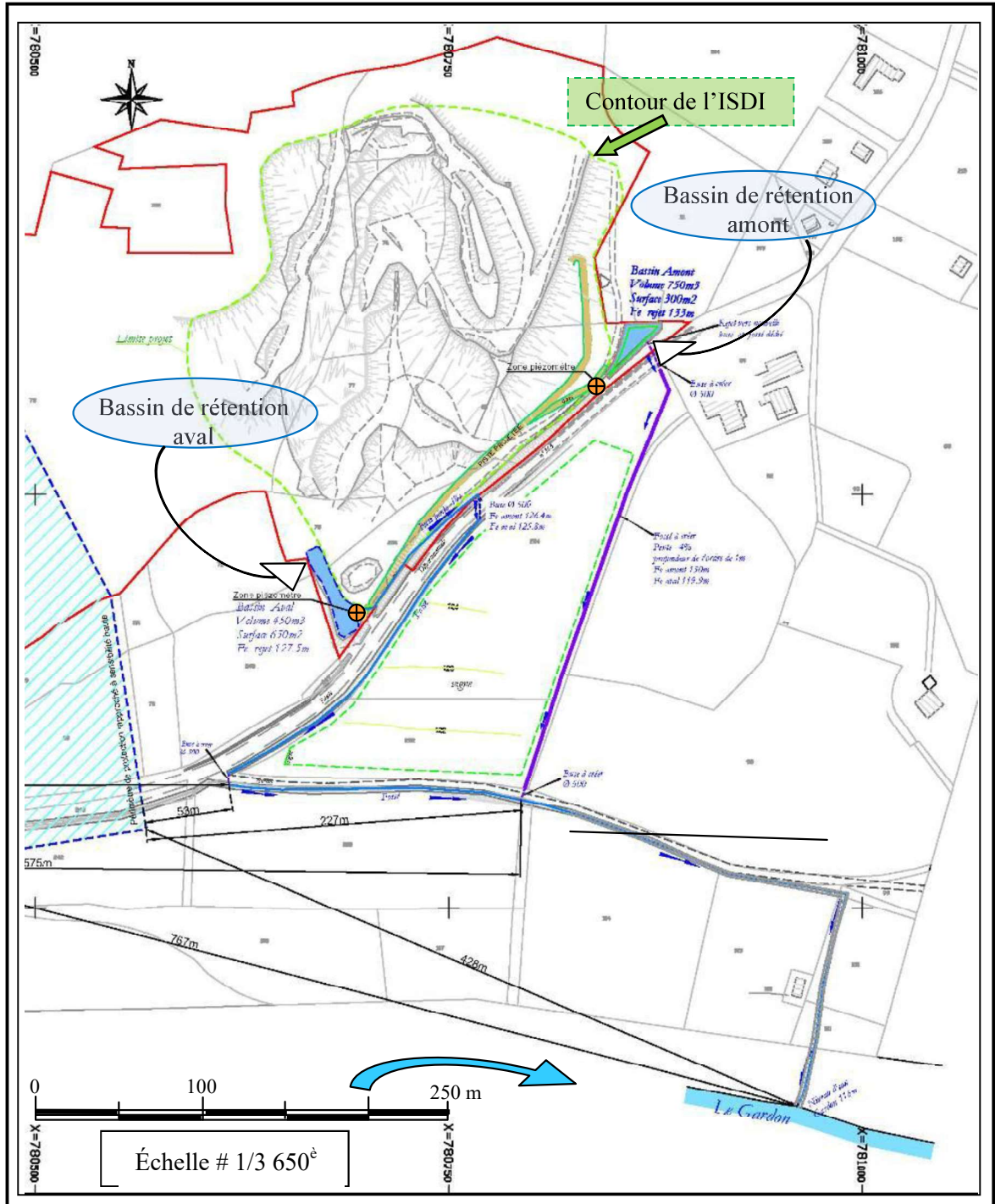
Figure 3 - PLAN DE MASSE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES PROJETÉS



Échelle #1/5 000^e, soit environ 250 m entre deux croix

Figure 4
Cheminement des eaux superficielles en aval des bassins de décantation-rétention

l'emplacement des deux futurs piézomètres ⊕ n'est qu'indicatif



d'après le document de GC CONSEIL/ATDx révisé le 20.12.2013

3 - Avis hydrogéologique et dernières prescriptions sur le projet de réalisation de l'Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) de "POUILLAN et GAUJAC"

Le projet d'ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes) situé sur la commune d'ANDUZE au lieu-dit "POUILLAN et GAUJAC" a fait l'objet, le 1^{er} septembre 2013, d'une demande d'autorisation d'exploiter accompagnée d'un document sur la gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes.

La DDTM du Gard a fait part dans la note du 24 octobre 2013 des remarques de son Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques à GC CONSEIL portant sur les volets hydrogéologiques et hydrologiques afin de prendre en compte la présence du futur champ captant de la Madeleine en rg du Gardon d'ANDUZE et qui devrait être ultérieurement exploité par le Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène. Les ressources en eaux souterraines identifiées par BERGA Sud au sein de l'aquifère karstique ont été testées par pompage simultané des forages F1 et Fe1 de ce champ captant jusqu'à plus de 500 m³/h.

L'importance des quantités d'eau mobilisées pendant 15 jours rend compte des potentialités excellentes de l'aquifère karstique dans ce secteur. Une relation au moins partielle a été démontrée avec la nappe alluviale qui surmonte le karst, elle-même en connexion avec les eaux superficielles du Gardon d'ANDUZE.

L'implantation prévue de cette ISDI, même si elle ne doit recevoir que des matériaux réputés "inertes" et qui seront contrôlés en deux étapes, se situe dans une ancienne carrière exploitée dans les mêmes calcaires du Jurassique supérieur que ceux sollicités par les forages F1 et Fe1 du champ captant de la Madeleine. Il s'agissait donc, pour l'instruction de ce dossier, de compléter les informations portant sur la proximité des deux usages projetés l'un pour la fourniture d'eau potable destinée à la consommation humaine et l'autre pour le stockage « contrôlé et sécurisé » de matériaux inertes.

Ces compléments ont été rassemblés dans une note transmise par le pétitionnaire le 13 décembre 2013. Nous en avons examiné les points principaux lors d'une réunion qui s'est tenue le 19 décembre 2013 en Mairie d'ANDUZE.

Le compte-rendu de cette réunion et de la visite sur le terrain qui a suivi est reproduit en **Annexe 3**.

Les impératifs de prévention de contaminations ou d'une éventuelle pollution accidentelle de l'aquifère karstique, de la nappe alluviale et des eaux de surface sont liés à la situation de l'ISDI en projet à une distance de 550 m du champ captant de la Madeleine. L'ISDI de "POUILLAN et GAUJAC" se trouve à l'intérieur du Périmètre de Protection Rapprochée de sensibilité "normale" (PPRsn) défini par l'hydrogéologue agréé J.F. DADOUN en 2009 et en 2011. Un tel projet d'ISDI n'y a pas été formellement interdit.

Sans revenir sur les volets réglementaires que le pétitionnaire s'engage à respecter nous rappellerons :

- les impératifs d'innocuité des déchets qui seront amenés et mis en place au sein de l'ancienne carrière qui sera utilisée,
- le suivi et le respect de l'ensemble des textes en vigueur concernant ces Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI), en particulier ceux établissant la nature des matériaux autorisés, amenés et entreposés, les contrôles à mettre en place et les registres à tenir pendant toute la durée d'exploitation du site et au-delà (traçabilité),
- l'obligation de réaliser sur des sites d'implantation définis après prospection géophysique de deux piézomètres en respectant les règles de l'art afin de rendre compte de la présence ou non de vides karstiques au droit de l'ISDI en projet, auquel cas une opération de traçage devra être effectuée en concertation avec le Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène, la DDTM et l'ARS (avant la mise en service du champ captant de la Madeleine),

- l'instauration d'un suivi analytique de certains paramètres représentatif de la qualité de l'eau selon la périodicité que nous avons indiquée, en amont et en aval du site (après une analyse complète préalable), couplé à une mesure des niveaux d'eau dans les piézomètres,
- l'application des mesures concernant la gestion et la prévention de pollution et la protection des eaux superficielles y compris en cas d'absence d'aquifère identifié,
- la nécessaire mise en place sur 0,60 à 0,80 m d'épaisseur d'argiles inertes et compactées en fond de site et en masque sur les parois calcaires du front de l'ancienne carrière au fur et à mesure de la montée des plateformes de stockage,
- le principe de la collecte des eaux superficielles dans un bassin de rétention amont et un autre aval plutôt que d'infiltration sur place,
- le rejet des eaux pluviales dans les fossés enherbés et leur évacuation avec celles de la route dans le Gardon à plus de 760 m en aval du champ captant de la Madeleine.

Il est clairement précisé que ***les opérations de stockage de déchets inertes ne pourront avoir lieu qu'une fois que ces travaux préparatoires et de contrôles auront été réalisés.***

L'intérêt de la réalisation d'une ISDI "sous contrôle" tient à la volonté de résorber des installations de stockage de matériaux du BTP existantes (inertage du site D3) et à leur fermeture définitive, à l'élimination des décharges sauvages qui se subsistent encore en certains endroits de la nappe alluviale en bordure du Gardon.

Sous réserve du respect rigoureux des prescriptions générales contenues dans les rapports d'enquête de l'hydrogéologue agréé concernant la protection du champ captant de la Madeleine et du respect des obligations définies dans les textes réglementaires et arrêtés ministériels concernant la gestion et l'exploitation des ISDI,

sous réserve de l'exécution de l'ensemble des travaux préparatoires tels que préconisés dans les chapitres ci-avant concernant la gestion et l'évacuation des eaux superficielles et de l'obligation d'information en cas d'identification de vides, de cavités, ou de débits conséquents dans l'aquifère karstique lors de la réalisation des piézomètres, puis d'une expérience de traçage dans ce dernier cas, un avis favorable est donné à l'Installation de Stockage de Déchets Inertes, dite ISDI de "POUILLAN et GAUJAC", sur la commune d'ANDUZE.

Pierre BÉRARD

Hydrogéologue agréé en matière d'Hygiène Publique par le Ministère
chargé de la Santé pour le département du Gard

L'Hydrogéologue agréé en matière d'Hygiène Publique par le Ministère chargé de la Santé, désigné par le Directeur Général de l'Agence Régionale de Santé à partir d'une liste établie par arrêté préfectoral et sur proposition du Coordonnateur départemental des Hydrogéologues agréés, est mandaté par l'administration et l'Agence Régionale de Santé (ARS). Le contenu de son rapport est intégralement destiné aux services de l'Etat et de l'ARS en tant que document préparatoire aux décisions de l'autorité administrative. Sa prestation ne peut, en aucun cas, être assimilée à une étude technique dont le pétitionnaire pourrait se prévaloir pour entreprendre.

Courrier 30-2013-00236 de la DDTM30/SEMA du 24 octobre 2013 : Instruction du dossier de déclaration
Loi Eau - **Demande de compléments** sur la gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes.
Pour les points 1, 2 et 3, il est demandé l'avis et les prescriptions d'un hydrogéologue agréé.

ANNEXE

Demande de complément pour l'instruction d'un dossier loi sur l'eau relatif à :
**Installation de stockage de déchets Inertes - Gestion hydraulique des eaux de ruissellement
internes - Commune d'Anduze**
dossier n° : **30-2013-00236**

Au titre de la régularité du dossier :

Contexte hydrogéologique et forage de " La Madeleine " :

1) L'avis de hydrogéologue agréé et le rapport de Bergasud ont recensé l'ensemble des vulnérabilités environnementales concernant le captage dit de " La Madeleine " dont les sites de stockage de déchets (4) situés en amont hydrogéologique ; le futur site au lieu-dit Pouillan et Gaujac n'est pas envisagé, cette ISDI d'environ 5 ha pour 45 ans d'exploitation se trouve intégralement dans le PPR de sensibilité normale, à 100 ml du PPR de haute sensibilité et à environ 400 ml du captage.

2) Le dossier proposé fait état de la rubrique 1110 du C.E associée à la création d'un piézomètre :

- Cet aménagement ne fait état d'une localisation précise seule les mentions " en bordure de la RD 366 et conservé pendant toute la phase d'exploitation " et " mis en place en aval de l'installation de stockage de déchets inertes " sont indiquées,
- Cet aménagement doit être envisagé en conformité avec les prescriptions et mesures spécifiques de protection prises à l'intérieur des périmètres de protection rapproché (PPRhs ou PPRsn) ; l'avis de hydrogéologue agréé concernant le captage dit de " La Madeleine " stipule que dans l'emprise du PPRhs " l'interdiction de tout nouveau forage autres que ceux nécessaires à l'alimentation du SAEP de l'Avène " et que dans l'emprise du PPRsn " réglementation de tout nouveau forage qui devra faire l'objet d'un suivi hydrogéologique et technique ".
- Le " suivi de la hauteur de la nappe et de qualité des eaux souterraines " ne permet pas de répondre à un objectif précis et ne fait pas état des mesures spécifiques envisagées (type de mesures de la nappes, relevés ou instrumentation, analyses qualitatives, ...)

3) Le dossier proposé fait état de la rubrique 2150 du C.E associée au rejets d'eaux pluviales et à la création de deux bassins de rétention-infiltration d'une capacité cumulée de 800 m3 (occurrence de dimensionnement décennale) ; ce mode de fonctionnement (infiltration) doit être validé et compatible avec les prescriptions de hydrogéologue dans l'emprise du PPRsn. La mise en œuvre de décanteur- déshuileur doit être expliquée (aucun réseau de collecte envisagé sur la plate-forme) et justifiée en terme de fonctionnement et d'efficacité dans le temps.

L'avis et les prescriptions d'un hydrogéologue agréé devront être à minima fournies concernant les points 1), 2) et 3) mentionnés ci-dessus.

Les modalités de " résorption " des sites de stockages actuels doivent être précisées (nature des sites et déplacements envisagés) ainsi que le fonctionnement de la plate-forme au niveau de la ZA " Lou Crès " vis à vis de l'ISDI projetée (protocole de fonctionnement),

Le dimensionnement et le fonctionnement général des ouvrages de décantation au niveau des plate-formes de stockage successives et en aval au pied de l'installation doivent être expliqués (collecte amont, identification de l'exutoire, débit de fuite, autorisation de rejet sur fonds inférieur, gestion de la surverse),

Le débit des surverses " calé à 10l/s " doit être expliqué,

La surface cumulée des ouvrages hydrauliques est supérieure à 1000 m2, la rubrique 3230 doit être visée,

La mise en œuvre d'aire (s) provisoire (s) et/ou fixe étanche (s) et associée (s) au stationnement des engins de chantier en heure non ouvrable doit être envisagée,

La présence d'une " mare " bordant le chemin périphérique " Est " a été identifiée ; quel est son devenir ?

L'entretien général du site y compris dispositifs hydrauliques doit être envisagé conformément aux prescriptions du PPR (stockage et utilisation de produits fertilisants ou phytosanitaires).

Documents mis à disposition et examinés

BERGA Sud, 2008 : Commune d'ANDUZE. Lieu-dit : La Madeleine. Rapport hydrogéologique. Essai par pompage de longue durée. Suivis quantitatif et qualitatif. Vulnérabilité. SAEP de l'Avène. Rapport du 10 novembre 2008. (120 p., avec fiches descriptives)

DADOUN J.F., 2009 : Avis hydrogéologique et sanitaire définitif de l'hydrogéologue agréé. Concernant : Le Forage dit de « La Madeleine » (ou de « Mas Paulet »). Commune : ANDUZE (30). Maître d'ouvrage : Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène. Rapport du 4 septembre 2009 (31 p.)

BERGA Sud, 2010 : Commune d'ANDUZE. Lieu-dit : La Madeleine. Rapport hydrogéologique. Compte-rendu des travaux de réalisation du forage d'exploitation Fe1. Interprétation des essais par pompage. SAEP de l'Avène. Rapport du 20 novembre 2010. (53 p.)

DADOUN J.F., 2011 : Avis hydrogéologique et sanitaire définitif de l'hydrogéologue agréé. Concernant : Le captage dit de « La Madeleine » (nouveau forage Fe1) lieu-dit de « La Madeleine ». Commune : ANDUZE (30). Maître d'ouvrage : Syndicat d'Adduction d'Eau de l'Avène. Rapport du 22 mars 2011 (29 p.)

GC CONSEIL/ATDx : Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter une Installation de Stockage de Déchets Inertes. Commune d'ANDUZE - Lieu-dit "POUILLAN et GAUJAC" Version du 01/09/2013. *Classeur 1.*

GC CONSEIL/ATDx : Installation de Stockage de Déchets Inertes – Gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes. Dossier de Déclaration au titre des articles L214-1 à L214-11 du Code de l'Environnement. Rubrique 2.1.5.0-2 "Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol". Commune d'ANDUZE - Lieu-dit "POUILLAN et GAUJAC" Version du 01/09/2013. *Classeur 2.*

Courrier 30-2013-00236 du SEMA/DDTM30 du 24/10/2013 : Instruction du dossier de déclaration Loi Eau - **Demande de compléments** sur la gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes. Pour les points 1, 2 et 3, il est demandé l'avis et les prescriptions d'un hydrogéologue agréé. (3 p.)

GC CONSEIL/ATDx : Dossier de Déclaration Loi Eau. ISDI de "POUILLAN et GAUJAC". Gestion hydraulique des eaux de ruissellement internes". **Note complémentaire du 13 décembre 2013** en réponse de la demande de la DDTM en date du 24 octobre 2013 (11 p. + 6 annexes).

ARRETES MINISTÉRIELS et autres textes réglementaires

Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières. Version du 26.09.2012. (16 p.)

Arrêté du 28 octobre 2010 relatif aux installations de stockage de déchets inertes. (16 p.)
Version consolidée au 31 janvier 2013. NOR: DEVP1022585A

Arrêté du 6 juillet 2011 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516 et 2517 de la nomenclature des installations classées. (8 p.)
Version consolidée au 27 novembre 2013. NOR: DEVP1109623A

Ces documents ont été complétés par l'examen

- des dossiers de la BSS, la Banque de données du Sous-Sol du portail Infoterre du BRGM,
- de la carte géologique à 1/50 000^e du BRGM, feuille d'ANDUZE n°938 (édition de 1972),
- et de la carte topographique de l'IGN à 1/25 000^e, feuille n°2841 ouest - ANDUZE.

Compte-rendu de la réunion et de la visite sur le terrain du 19 décembre 2013 à ANDUZE

CR établi par ATDx GC CONSEIL le 20/12/2013

Participants :

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| ▪ Maire d'Anduze | Bonifacio IGLESIAS |
| ▪ Hydrogéologue agréé | Pierre BÉRARD |
| ▪ ARS : | Jean-Michel VEAUTE |
| ▪ Syndicat de l'Avène | Stéphan GAY |
| ▪ ATDx : | Joëlle MANOUX |
| ▪ GC CONSEIL : | Guillaume COSTANZO |

Objet de la réunion : Adaptation du projet et préconisations visant à garantir la sécurité du futur captage AEP de la Madeleine

Points abordés :

➤ Prévoir dans le cadre des travaux préparatoires préalables à l'exploitation de l'ISDI afin d'avoir le maximum de garantie pour la sécurité du futur captage AEP de la Madeleine :

1. L'évacuation des eaux du bassin « amont » en limite est de la parcelle de vigne de M. Vignolle : rejet des eaux du bassin après passage dans un décanteur déshuileur via une buse de diamètre 500 mm passant sous la RD366 connectée à un fossé d'axe NNE-SSO (pente 4%, profondeur de l'ordre d'un mètre) rejoignant le fossé existant au sud et qui s'écoule vers l'est (cf. plan de masse des ouvrages hydrauliques modifié).

Ce bassin amont collectera majoritairement les eaux de l'ISDI. Par conséquent l'objectif est d'éloigner le plus possible les eaux de rejet de ce bassin du captage de la Madeleine.

Les autorisations de passage de la conduite busée sous la RD366 seront à obtenir auprès du conseil général. M. le maire propose de coupler ces travaux ou d'intégrer ces travaux au projet d'itinéraire doux porté par la commune et qui sera réalisé le long de la RD366.

Un accord devra également être passé avec M. Vignolle pour la réalisation du fossé.

2. La mise en place d'une buse supplémentaire en diamètre 500 mm pour être certain que les eaux du fossé sud de la RD366 se dirigeront vers le fossé qui s'écoule vers l'est. Les eaux du bassin « aval » seront rejetées après passage dans un décanteur déshuileur dans ce réseau (cf. plan de masse des ouvrages hydrauliques modifié).
3. Réalisation de deux piézomètres de contrôle dans les conditions suivantes :
 - Réalisation d'un ou 2 profils géophysiques pour implanter au mieux les piézomètres (zone avec nappe si existante),
 - Réalisation et implantation à faire suivre par un hydrogéologue,
 - Cimentation de tête sur 10 à 15 de hauteur,
 - Diamètre 80 mm ou 100 mm permettant le passage de pompes pour les prélèvements,
 - Profondeur des piézomètres évaluée à 30 à 50 m,

- Levé des logs de forage et information immédiate de l'ARS et du syndicat de l'Avène si des conduits / vides karstiques sont rencontrés,
- Dans l'affirmatif des essais de traçage seront réalisés en partenariat avec le syndicat de l'Avène pour déterminer si les eaux du réseau karstique vont au captage. Suivant les résultats, des études complémentaires ou prescriptions spécifiques pourront être demandées.

Les opérations de stockage d'inertes ne pourront avoir lieu qu'une fois ces travaux et contrôle réalisés.

- Disposition constructive complémentaires demandée par M. BERARD : Mise en place de matériaux inertes plus argileux compactés en fond sur 0,6 à 0,8 m d'épaisseur et d'un merlon /masque de matériaux inertes plus argileux sur les fronts de l'ancienne carrière au fur et à mesure de la montée des plateformes de stockage.
-
- Sécurité
 - Conformément aux prescriptions du Conseil Général, les camions arriveront par le Nord-Est uniquement et non par la RD366 depuis Anduze (la RD366 passe en amont hydraulique du futur captage AEP de la Madeleine)
 - Mise en place d'une aire d'attente pour 2 camions dans l'entrée du site (nota : toutes les eaux des pistes, aire d'attente sont dirigées vers les bassins du site)
 - Mise en place d'une clôture sur tout le périmètre du site pour limiter les entrées avec signalétique « interdiction d'entrée »⁽⁸⁾.

Conclusion : pour rappel, l'installation recevra uniquement des matériaux strictement inertes. Son exploitation sera régulièrement contrôlée par la DDTM et tout événement particulier donne lieu à une information immédiate du préfet et de la DDTM.

⁽⁸⁾ Était joint à ce compte-rendu le **Plan de Masse détaillé des aménagements hydrauliques**.
Ce plan est reproduit pour partie en **Figures 3 et 4**. (Plan révisé à la date du 20 décembre 2013)