AGGLOPOLE PROVENCE
Communauté d'agglomération Salon - Etang de Berre - Durance
197, rue du Pavillon – Square docteur François Blanc
13666 Salon de Provence

EXPERTISE OFFICIELLE

Alimentation en eau potable d'Alleins, Vernègues et Mallemort

Avis hydrogéologique relatif à la définition des périmètres de protection
du nouveau forage AEP intercommunal d'Alleins

par Jean-Paul SILVESTRE
Docteur en Géologie Appliquée – Diplômé d'Etudes Approfondies en Hydrogéologie
Hydrogéologue Agréé auprès de la préfecture des Bouches du Rhône
en matière d'eau, d'hygiène et de salubrité publique
Coordonnateur départemental adjoint

Cet avis fait suite à l'avis préliminaire émis en juillet 2009 relatif à la faculté de définir les futurs périmètres de protections règlementaires de trois sites potentiels d'implantation de forages de recherche d'eau destinés à l'alimentation en eau potable des communes d'Alleins, Vernègues et Mallemort.

Il a été établi suite à la requête initiale de la communauté d'agglomération de Salon – Etang de Berre – Durance du 27 mars 2009 auprès de la préfecture des Bouches du Rhône (DDASS), à ma nomination comme hydrogéologue agréé en date du 20 mai 2009 (lettre de mission n° DDASS/RM /RM-ALLEINSS2-HG09), à la réalisation des travaux de forages au cours des 3 premiers trimestres 2013 et d'une visite sur site le 5 juillet 2014 suivie de la communication du rapport de fin de travaux le 16/12/2013, du dossier des ouvrages exécutés le 31 janvier 2014 puis, à ma demande, des rapports des études préliminaires (cf. annexe A Bibliographie) ainsi que des premiers résultats du suivi piézomètrique du forage réalisé le 1er avril 2014 (ce suivi devrait normalement se poursuivre sur un cycle hydrologique soit d'étiage à étiage soit de recharge annuelle à recharge annuelle).

1. LOCALISATION DU SITE DU NOUVEAU FORAGE AEP

Le nouveau forage AEP d'Alleins (Fe1) se situe au Sud-Ouest du vieux village, au pied immédiat du versant Nord du massif calcaire d'Aurons-Vernègues et à proximité de l'école communale (fig.1).

Il a été implanté au droit d'une petite parcelle communale de forme triangulaire (parcelle n° 673, section OD) qui occupe l'angle Est d'un terrain de forme identique plus vaste constitué de plusieurs parcelles privées (parcelles n° 661, 662, 664, 665, 666, 1497, 1498, 1499, 1500, 1501 , voir fig.2).

Je rappellerai que l'implantation initiale de ce forage se situe à l'opposé de celle finalement retenue soit dans l'angle Ouest des parcelles n° 1497 et 664 (voir fig. 5 en annexe B); cette première implantation a été abandonnée faute d'en avoir eu la maitrise foncière au démarrage des travaux.

En résumé:

Commune: Alleins
Département: Bouches du Rhône
Lieu-dit: Bruissaban - Saint Sauveur - le Calvaire
Désignation: nouveau forage AEP d'Alleins, S1/Fe1
Feuille IGN 1/25.000: Salon de Provence n°3143 Ouest
Coordonnées Lambert II étendue et altitude NGF: X= 827770,21; Y= 1859717,67 et Z= 155 m
Parcelle cadastrée: n° 673, section OD.

2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU FORAGE S1/Fe1 REALISE

L'ouvrage de reconnaissance S1 a été foncé jusqu'à 140 m, profondeur à laquelle il a été arrêté à la suite d'un ennui technique lié à la foration (perte d'outil).

Pour éviter probablement des pertes de temps conséquentes liées à la récupération de l'outil, il a été réalisé un ouvrage S2 à quelques mètres de distance qui a pu être conduit jusqu'à la profondeur de reconnaissance de 350 m.

Le résultat de la foration des 2 ouvrages a montré que l'ouvrage S1 avait un meilleur potentiel en eau que S2 et que, dans les 2 cas, les arrivées d'eau se situaient entre 14 et 90 m (calcaires compacts au delà).

Fort de ce constat, le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre AH2d ont décidé d'abandonner S2 en le comblant au moyen des cuttings calcaires récupérés en surface lors de la foration puis de revenir sur S1 en ne gardant que les 100 premiers mètres utiles pour le transformer en forage d'exploitation définitif après comblement des 40 derniers mètres au moyen des cuttings extraits du sous-sol.

La figure 3 en annexe récapitule les différentes phases de la foration (reconnaissance) et de l'équipement de l'ouvrage Fe1/S1 et la figure 4 expose, quant à elle, la coupe géologique et technique du sondage S2 car, dans la protection du forage définitif Fe1, ces 2 ouvrages sont à jamais indissociables en raison de leur proximité.

On retiendra que :

- la profondeur finale de Fe1 est de 100 m,
- l'ouvrage est tubé et cimenté de 0 à 15 m dans des diamètres de tubages télescopés variant de 436 à 237 mm,
- la partie captante (crépines) débute en Ø219 mm à 23,5 m et se termine à 92,5 m en Ø 193 mm (crépine de fond) avec un intervalle de tubes pleins entre 41,5 et 50,5 m,
- les crépines se situent face aux arrivées d'eau et sont constituées de fentes à trous oblongs de 4 x 40 mm,
- le forage est muni au fond d'un tube à sédiments chargé de recueillir les fines (décantation) qui ne manqueront pas de se produire en cours d'exploitation,
- du fait de la nature fissuré de l'aquifère capté, il n'a pas été mis en place de massif de gravier filtrant,
- les tubages en contact avec l'eau sont en acier INOX AISI 304 L compatible avec une alimentation en eau potable.

En résumé:

Type d'ouvrage: forage Fe1/S1	Courbe caractéristique (essai par paliers): oui
Date de réalisation: 2013	Pompage longue durée: oui
Entreprise de forage: HYDROFORAGE	Débit d'exploitation: 45 m³/h
Profondeur: 140 m	Rabattement en pompage: 10 m
Profondeur utile équipée: 100 m	Moyen de pompage: pompe immergée
Diamètre: 436 à 193 mm	Débit maximal: 45 m³/h
Tubage interne: acier INOX AISI 304 L	Appareil de traitement: en attente
Type crépine: fentes oblongues 4 x 40 mm	Protection manque d'eau: en attente
Massif filtrant: aucun	Anti-foudre: en attente
Cimentation: de 0 à 15 m	Sonde de niveau: suivi piézo en cours (AH2d)
Profondeur niveau d'eau: de 8 à 13 m % sol	

3. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL. RESULTAT DE LA RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE PAR FORAGE

Le contexte géologique et structural est celui de la bordure Nord du massif d'Aurons-Vernègues calée sur la faille d'Alleins, de la faille de la Basse-Durance et de la faille régionale profonde de Salon-Lamanon-Cavaillon qui remonte jusqu'au massif de Suzette dans le Nord Vaucluse.

La bordure Nord du massif d'Aurons correspond au tracé de la faille d'Alleins; elle constituée par des calcaires d'age Hauterivien supérieur (notés n3c sur la carte géologique de la figure5) à Barrémien (n4) à faciès urgonien (n4U) qui sont affectés par de nombreuses failles fossiles qui découpent le massif en compartiment d'orientation SW-NE à WSW-ENE.

Ces failles sont recouvertes en discordance angulaire et masquées en partie par des dépôts plus récents datés du Miocène (Burdigalien m1et Helvétien m2) notamment au Sud du forage, sur la commune de Vernègues; m1 et m2 sont représentés par des molasses graveleuses et des marnes sableuses micacées.

Là où l'érosion a ultérieurement enlevé le Miocène marin, on peut voir apparaître des signes d'érosion karstique ancienne (grande doline de la Reinaude-Giraude) qui indique une période d'émersion dès la fin du Crétacé inférieur à moyen plus ou moins concomitante avec la formation des bauxites en climat tropical dont on trouve des reliquats entre Cazan et Alleins.

Coté Nord, au pied du massif d'Alleins, les terrains à l'affleurement correspondent à des éboulis de versant (notés E) qui recouvrent soit le Miocène soit les calcaires crétacés.

On notera sur la figure 5 la position des 3 sites de forage proposés initialement par les BE ANTEA/AH2d (A2, A1 et V1) et celle de l'implantation finalement retenue (Fe1) en raison de problème foncier. En terme de fracturation et de potentialités hydrauliques, il est évident que le site A1 était nettement mieux positionné car à l'intersection de plusieurs zones fracturées et faillées.

La reconnaissance géologique sur le site Fe1 a été menée jusqu'à 350 m de profondeur et a montré

la succession litho-stratigraphique suivante au niveau du forage S1/Fe1 (cf. fig. 3):

- de 0 à 2,4 m, remblais et terre végétale (Quaternaire),
- de 2,4 à 13,8 m, marnes sableuses grises de l'Helvétien,
- de 13,8 à 15,6 m, calcaires gris (transition Barrémien-Hauterivien),
- de 15,6 à 80 m, calcaires blanc- beige avec niveau de fractures (Hauterivien supérieur probable),
- de 80 à 100 puis 140 m, calcaires compacts marron-gris (age idem),
- de 140 à 164 m sur S2, calcaires marron- gris massifs (age idem),
- de 164 à 184 m sur S2, calcaires blancs (age idem),
- de 184 à 199 m sur S2, calcaires beiges (age idem),
- de 199 à 204 m sur S2, calcaires noirs (age idem),
- de 204 à 350 m sur S2, calcaires gris ((Hauterivien supérieur probable).

Au niveau de la fracturation des terrains, la reconnaissance par forage a montré une zone très fracturée entre 26 et 36 m ainsi que des fractures isolées peu ouvertes vers 15, 41, 52, 61 et 78 m.

4. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE. RESULTAT DE LA RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE PAR FORAGE

Les calcaires Crétacé inférieur constituent un réservoir aquifère de type fissuré en partie karstifié: ils affleurent largement dans le massif d'Aurons-Vernègues au Sud du forage mais aussi à son Nord où les barres calcaires plus ou moins verticalisées supportent le vieux village; on retrouve ces mêmes calcaires aquifères plus au Nord, au niveau de la plaine de la Durance où ils forment la base (faciès urgonien) des collines de Pécoule et de la Cabre (cf. nouveau forage AEP de la Cabre).

La karstification des terrains est ancienne (paléo-karst) et a subi depuis sa formation plusieurs épisodes de colmatage et décolmatage au hasard des transgressions et régressions de la mer et des surfaces lacustres à l'époque tertiaire: les résultats de la reconnaissance hydrogéologique ne semblent pas montrer des phénomènes importants d'érosion karstique ce qui implique la présence de terrains plutôt fissurés que karstifiés et des vitesses de circulation dans l'aquifère plus lente que dans un milieu plus ouvert franchement karstifié.

Les calcaires Crétacé inférieur (Barrémien à faciès urgonien et Hauterivien) sont recouverts par le Miocène perché à Vernègues mais aussi par ce dernier, en position structurale plus basse, sous les alluvions de la Durance et les éboulis de versant issus du relief calcaire qui s'y connectent: dans ce contexte, compte-tenu des niveaux d'eau proches du sol constatés sur le forage (voir ci-après), il n'est pas exclu que les calcaires crétacés alors captifs à semi-captifs puissent alimenter en profondeur le puits AEP de la Barlatière au travers des terrains miocènes sablo-marneux et graveleux.

Au cours de la foration, plusieurs arrivées d'eau ont été constatées au niveau de passages de zones fracturées ou de fractures nettes:

- entre 14 et 15 m, au contact entre les marnes miocènes et le calcaire fissuré soit 2 m^3/h,
- entre 27,8 et 29 m, un gain de débit de 15 m^3/h a été contrôlé,
- entre 33,2 et 33,8 m, un apport supplémentaire de 5 à 15 m^3/h aurait été mis en évidence,
- entre 78,4 et 78,6 m, une faible arrivée d'eau aurait été notée.

Ces arrivées d'eau ont provoqué des niveaux d'eau « stabilisés » compris entre -8,14 et -12,13 m par rapport au sol soit des niveaux NGF de + 146,86 à + 142,87 m entre juin et septembre 2013 après développement par acidifications.

Ces contrôles de niveaux d'eau, comparés à la position des 3 principales arrivées d'eau, impliquent des pressions de gisement de l'ordre de 0,5 à 2 bars qui montrent que l'aquifère est semi-captif et en position de ré-alimenter en contre-bas topographique, au niveau du puits de la Barlatière par exemple (niveau d'eau à + 116,85 m), l'aquifère miocène à la faveur de failles ou fractures drainantes qui affecteraient les 2 formations.

5 pompages d'essai par paliers et de longue durée ont été prodigués avant développement à l'acide et après équipement à des débits différents (44 à 75 m³/h pour les pompages de 3 à 7 jours) pour caractériser la productivité du forage.

La comparaison des courbes caractéristiques (essai par paliers) avant et après équipement-développement montrent que l'opération de développement a amélioré la productivité du forage en limitant les rabattements mais que ceux-ci restent importants à gros débits (20,24 m à 98 m³/h) ce qui entraine le dénoyage des crépines supérieures à partir de 23,5 m au bout d'une heure de pompage.

En ne considérant que les valeurs après équipement et développement, les coefficients de pertes de charge à retenir comme référence pour le futur (vie de l'ouvrage) sont b = 0,0169 et c = 0, 0018; ils montrent l'importance des pertes de charge quadratiques liées à l'ouvrage par rapport aux pertes de charge linéaires liées à l'aquifère fissuré ainsi qu'une connexion médiocre entre l'ouvrage et son aquifère.

L'interprétation des pompages d'essai en phase de remontée a permis de définir une transmissivité T moyenne de 1,62. 10^{-2} m²/s et une perméabilité moyenne K = 2,23.10^{-4} m/s.

Compte-tenu de ce qui précède, le bureau d'études AH2d recommande d'exploiter le forage à un débit d'exploitation de 45 m³/h à raison de 20 h/j soit un débit journalier de 900 m³.

Il n'est pas exclu que ce débit puisse s'améliorer en cours d'exploitation grâce à un développement supplémentaire de l'ouvrage lié aux pompages répétés provoqués par la mise en exploitation (cf cas du forage de l'Ecole de l'Air de Salon que j'avais fixé à 60 m³/h et qui est exploité aujourd'hui à 100 m³/h).

5. QUALITE DES EAUX PRELEVEES LORS DES POMPAGES D'ESSAI

La qualité des eaux mises à jour par ce nouveau forage a été appréciée par une première analyse de type P1dont les échantillons d'eau ont été prélevés le 25 mars 2013 après 4 heures de pompage par le BE IDEES EAUX mais réceptionnés 2 jours plus tard par le laboratoire CARSO puis par une analyse plus complète de type première adduction à partir d'échantillons prélevés le 25 juin 2013 après 7 jours de pompage par le même BE mais de nouveau réceptionnés par le laboratoire CARSO avec un jour de retard: **ces retards entre le prélèvement et la réception au laboratoire sont suffisamment importants pour que ce dernier ait jugé nécessaire de le mentionner sur le bordereau des résultats, notamment en ce qui concerne l'analyse bactériologique, de manière à dégager ainsi toute responsabilité du laboratoire quant à la fiabilité de certains résultats; dans certains types de situation, cela peut avoir des conséquences graves en terme de santé publique et de coûts pour la collectivité.**

Je me baserai donc sur les résultats d'analyse du 25 juin, plus fiables à mes yeux pour 3 raisons:

- prélèvement après 7 jours de pompage au lieu de 4 heures,
- délais prélèvement – réception par CARSO plus court d'un jour,
- les ions majeurs (Ca, Mg, Na, K) n'ont pas été analysés dans l'analyse P1 alors qu'ils représentent quasiment 50 % de la minéralisation totale d'une eau et, dans ce cas, la balance ionique entre cations et anions ne peut être vérifiée et donc la validité des résultats.

Les résultats bruts de cette analyse sont donnés en annexe C car ils constituent la référence qualité de la ressource captée, de l'état sanitaire initial du forage et de l'état initial de l'environnement en amont hydraulique et aux abords du forage.

L'eau prélevée appartient à la famille des eaux bicarbonatées calciques et magnésiennes en raison d'une teneur en calcium « normale » de 100 mg/l et d'une teneur en magnésium exceptionnelle de 26 mg/l largement supérieure à celle habituellement trouvée dans les eaux souterraines de la région qui ont plutôt un faciès physico-chimique bicarbonaté calcique et sulfaté.

La température de la ressource en eau souterraine n'a pas été mesurée *in situ* par IDEES EAUX lors du prélèvement des 2 échantillons et seules sont connues les mesures faites en laboratoire dès la réception soit 21,7° C après 2 jours de délais et 19,2° C après 1 jour or chacun sait l'importance de la température dans le développement des bactéries.

Malgré des délais de livraison des échantillons d'eau au laboratoire anormaux et une situation de chantier pénalisante, la qualité bactériologique de cette nouvelle ressource en eau est très bonne puisqu'on note l'absence de: coliformes totaux à 36°C, d'*Escherichia coli,* de streptocoques fécaux, de bactéries anaérobies sulfito-réductrices et de salmonelles.

La présence de micro-organismes aérobies à 22 ou 36° C est normale et non rédhibitoire car ils sont non pathogènes (l'eau est un milieu vivant) et les valeurs observées de 70-90 ou de > 300 UFC/ml peuvent s'expliquer par la situation de chantier et les retards dans les délais entre prélèvement sur le chantier et réception au laboratoire: l'expérience montre que bien souvent ces valeurs diminuent en cours d'exploitation (nettoyage).

En ce qui concerne le cycle de l'azote, on remarque l'absence ou à des teneurs très faibles en dessous des seuils de détection de l'ammonium et des nitrites puis on note en faible quantité des nitrates (13,6 mg/l) très en dessous de la norme de potabilité fixée à 50 mg/l.

Ammonium et nitrites sont souvent associés à des contaminations par des eaux usées proches et à des mauvais résultats bactériologiques alors que les teneurs élevées en nitrates reflètent généralement une contamination par les engrais d'origine agricole (épandage, préparation et stockage).

Souvent en association avec une mauvaise qualité bactériologique, la turbidité de l'eau du forage est faible (0,02 NFU); il n'est cependant pas exclu qu'elle puisse augmenter de manière ponctuelle après des recharges annuelles ou saisonnières de l'aquifère fissuré capté en raison de vitesse d'écoulement plus rapide qu'en milieu poreux et continu (filtration moins efficace des fines argileuses rouges résultant de la formation d'argile de décalcification dans les systèmes fissurés et karstiques).

L'inverse est également possible: diminution de la turbidité en cours d'exploitation en raison du lessivage et du nettoyage des zones fissurées voire karstifiées tapissées ou colmatées par des argiles

Par ailleurs, nous avons remarqué l'absence ou à des teneurs en dessous des seuils de détection de:

- des métaux les plus courants à l'exception en très petite quantité du baryum (0,030 mg/l), du bore (0,021 mg/l) et du zinc (0,019 mg/l) ce qui implique pour ces paramètres une origine naturelle,
- des hydrocarbures aromatiques polycycliques,
- des solvants organo-chlorés,
- des pesticides azotés, organo-chlorés, organo-phosphorés, des carbamates et dithio-carbamates, des amides et anilines,
- des azoles et benzo-nitrites, des diazines et dicarboxymides,
- des phénoxyacides, phénols, pyréthrinoïdes, strobilurines, pesticides divers et urées substituées.

Concernant la radio-activité naturelle, on note des valeurs d'activité alpha et béta globale, mais aussi tritium, inférieures aux seuils de détection dans des proportions de 10 à 100 par rapport aux références de qualité.

En conclusion sur ce chapitre, sur la base de l'analyse du 25 juin 2013 et des conditions actuelles de l'environnement sur l'aire d'alimentation du réservoir aquifère, on retiendra que la nouvelle ressource en eau souterraine à mettre prochainement en exploitation à partir du forage Fe1 est d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique ce qui lui permettrait éventuellement d'être distribuée sans un traitement approprié (filtration, chloration, UV).

Cependant, par précaution, il sera sans doute nécessaire de chlorer légèrement l'eau pour profiter de l'activité rémanente du chlore dans le réseau de distribution (sanitation des conduites).

6. VULNERABILITE DU FORAGE ET DE LA RESSOURCE EN EAU CAPTEE

La protection du nouveau forage et de la ressource captée est assurée de plusieurs manières qui en réduisent sa vulnérabilité:

- au droit du site, la présence de remblais, de terre végétale et d'éboulis de versant sur une hauteur de 2,8 m constitue une première couche protectrice,
- une seconde couche protectrice plus importante est représentée par environ 12 m de marnes sableuses miocènes non saturées qui ont une capacité de filtration non négligeable,
- les arrivées d'eau captées sont semi-captives sous le Miocène marneux; tant que cette configuration hydraulique sera respectée, la ressource sera correctement protégée (pas de dénoyage des arrivées d'eau et donc des crépines en pompage si l'exploitant futur respecte les consignes d'exploitation données par l'hydrogéologue AH2d),
- AH2d a conçu l'architecture du forage en intégrant 4 tubages et 4 cimentations extrados entre 4 et 15 m de profondeur pour assurer l'étanchéité optimale de la tête de forage,
- sur l'impluvium, en amont hydraulique du forage, l'aquifère fissuré voire en partie karstifiée est protégé par une épaisse série marno-sableuse miocène qui forment les collines de Vernègues; ces affleurements tertiaires occupent la majeure partie de l'aire d'alimentation puisque le débit en jeu (45 m^3/h) nécessiterait, par comparaison avec d'autres cas similaires traités, environ 2 à 3 km^2 d'impluvium,
- les zones karstifiées sont fossiles (paléo-karst) et donc en partie colmatées de *terra rossa,*
- le réservoir aquifère est *a priori* plutôt fissuré que karstifié (vitesse de transfert des eaux souterraines plus lentes et donc filtration plus efficace).

Concernant l'environnement du forage (fig. 6), l'amont hydraulique est classé en zone naturelle boisée au niveau du POS/PLU et les risques actuels potentiels d'une éventuelle contamination sont représentés par:

- le risque routier lié à la RD n° 16 dont les lacets surplombent le forage,
- les assainissements autonomes liés à l'habitat diffus qui sont quasiment absents de la zone étudiée si ce n'est la ferme de la Coste positionnée au droit des marnes miocènes recouvrant l'aquifère donc sans danger pour le captage ou la villa de construction récente sur la parcelle n° 1245 visible sur la figure en annexe B; les zones de lotissement péri-urbaines et urbaines sont toutes connectées au réseau d'assainissement collectif de la commune,
- les forages privés mal conçus, mal réalisés et mal protégés qui captent le même réservoir aquifère que Fe1 à sa proximité (ces forages n'ont jamais été déclarés).

7. PERIMETRE DE PROTECTION IMMEDIATE

Le périmètre de protection immédiat est confiné aux parcelles n° 673 et 674 (Cf. fig. 2) et devra être matérialisé par une clôture grillagée d'environ 2 m de hauteur; elle sera munie d'un portail permettant l'accès à un camion de forage et garantissant la sécurité du captage (fermeture inviolable).

La tête de forage devra être à l'écart (quelques mètres) du local technique (départ vers le réseau de distribution) et protégée par un caisson en béton (niche à eau) semi-enterré reposant sur une dalle béton ferraillée de 2 x 2 x 0, 25 m; le caisson sera fermé par un capot étanche inviolable muni d'une prise d'air comportant un filtre bactérien et comprendra, en sortie forage, un robinet de prélèvement supportant les flambages où seront effectués en cours d'exploitation tous les prélèvements d'eau brute (avant traitement) pour analyses de contrôle par l'ARS; le capot sera conçu pour permettre une évacuation rapide des eaux de pluies lors de gros orages et le caisson devra permettre la mise en place éventuelle d'une sondeuse à l'aplomb du forage pour des interventions éventuelles (récupération de pompe immergée tombée au fond, décolmatage par acidification, etc...).

La tête du sondage S2 sera reprise et entourée d'une dalle béton au niveau du sol identique à celle de S1/Fe1.

A l'intérieur de ce périmètre, toutes les activités sont interdites hormis celles nécessaires à l'exploitation du captage et au développement du champ captant: le parking des automobiles est proscrit à l'exception des véhicules servant à l'entretien et à l'exploitation du captage ainsi que le stockage de produits dangereux autres que ceux nécessaires au traitement des eaux avant distribution (voir en annexe D le tableau des prescriptions).

8. PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE

Il comprend 2 parties distinctes (fig.6):

- au Sud du captage, la première comprend la fenêtre d'érosion des affleurements de calcaires barrémiens de part et d'autre de la RD n° 16 au niveau des différents virages en lacet qui surplombent directement le captage; elle s'arrête globalement dès l'apparition des terrains miocènes qui constituent une bonne protection (marnes sableuses) du réservoir aquifère calcaire; cette partie intègre le parking autos immédiatement située à l'Est du captage, le risque routier lié au trafic sur la RD et le réservoir AEP avec sa canalisation;
- au Nord du captage, le périmètre rapproché englobe, non seulement les terres agricoles en

forme de triangle déjà signalées, mais aussi une grande partie des lotissements situés à l'Ouest du captage ainsi qu'une zone bâtie plus ancienne hors mairie et école.

Cette seconde partie se justifie par l'existence de plusieurs forages d'eau privés non déclarés en mairie ou à la Banque des données du Sous-Sol (BSS) signalés par le maître d'œuvre AH2d au niveau du lotissement situé au NW du captage or, chacun sait que ces forages « artisanaux » ne répondent pas aux règles de l'Art en hydrogéologie et sont équipés de manière sommaire pour en minimiser les coûts (il n'y a pas notamment de cimentation en tête de tubage pour assurer l'étanchéité de l'ouvrage et éviter les infiltrations d'eau de surface ou d'eaux usées conformément à la réglementation forage).

Ces forages d'eau, profonds d'une centaine de mètres, ont tous atteints sous le Miocène marneux l'aquifère fissuré capté par le nouveau forage et, bien que peu productifs aux dires d'AH2d (1 à 3 m^3/h), ils n'en constituent pas moins des points d'injection potentiels d'une éventuelle contamination du sous-sol: il est donc nécessaire d'identifier tous ces forages et d'en connaître leurs caractéristiques (localisation, profondeur, débit, niveau d'eau, équipement intrinsèque et de surface, analyse d'eau, usage, etc..) mais aussi d'interdire l'exécution de nouveaux forages compte-tenu de la faible profondeur des arrivées d'eau captées sur Fe1; c'est l'objet de cette partie du périmètre.

Il est clair que la proximité de la nouvelle ressource captée (première arrivée d'eau entre 14 et 15 m) a rendu nécessaire d'élargir cette partie du périmètre ce qui n'aurait pas été justifié dans le cas où seules des arrivées d'eau profondes auraient été identifiées et captées: c'est pour cette raison que le maître d'ouvrage a accepté d'approfondir S2 jusqu'à 350 m, pour permettre en cas de succès, de réduire la superficie de cette partie du périmètre située en zone péri-urbaine voire urbaine.

La partie Sud du périmètre, qui correspond à une partie de l'impluvium du forage (amont hydraulique immédiat) constitue donc un périmètre de protection rapproché renforcé (PPRR) alors que la partie Nord forme un périmètre rapproché simplifié (PPRS) du fait de l'existence d'une couche protectrice même peu épaisse (marnes sableuses miocènes).

Dans le PPRR et le PPRS, la réalisation de nouveaux forages est interdite et les forages existants seront tolérés à condition que leurs propriétaires remplissent l'imprimé CERFA n° 13837 en application de l'article L. 2224-9 du code général des collectivités locales: cette régularisation pourra intervenir lors de la mise en place de l'enquête publique et être pilotée par un BE spécialisé en forages d'eau. On en profitera pour conseiller les propriétaires de forage sur la manière d'assurer correctement la protection de leur ouvrage.

En dehors de l'interdiction de réaliser des forages privés dans la totalité du PPR, il existe d'autres interdictions qui vont de soi: elles sont récapitulées dans le tableau réglementation et prescriptions données en annexe D qui comprend 23 rubriques.

Parmi celles-ci, certaines méritent d'être précisées:

- 4 : l'ouverture de tranchées pour des fondations ou des passages de canalisations est autorisée sous réserve que la profondeur soit inférieure à 2 m,
- 7 : l'usage industriel est interdit; l'usage domestique est règlementé (canalisations à double paroi),
- 9 : l'usage industriel est interdit ainsi que le stockage de produits chimiques et d'eaux usées à usage domestique; l'usage domestique autre est règlementé (stockage sous double enveloppe et bac de rétention),
- 12 : concernant l'assainissement autonome, il est règlementé dans le PPRR (autorisé si

reconstitution de sol) et sans objet pour le PPRS en raison de l'existence d'un réseau public collectif d'assainissement,

- 22 : le camping , le stationnement des caravanes et des autos à usage particulier, domestique sont autorisés sur chaque propriété foncière des PPRR + PPRS; concernant le parking autos municipal situé à proximité du captage et à l'intérieur du PPRR, la municipalité veillera à ce que les eaux de ruissellement et de lessivage soient correctement évacuées vers le réseau pluvial collectif.

Enfin, concernant le risque routier sur la RD 16, des barrières de sécurité et des bandes rugueuses seront mis en place là où c'est nécessaire et la vitesse sera limitée à 50 km/h à l'intérieur du PPRR.

9. PERIMETRE DE PROTECTION ELOIGNEE

Compte-tenu du débit exploité, de l'aire d'alimentation qui peut en résulter (2 à 3 km²), de la nature boisée de la majeure partie du massif des Costes classée en zones naturelles puis de la couverture de l'aquifère karstique et fissuré par des terrains miocènes marno-sableux très épais, il n'a pas été jugé utile d'imposer un périmètre de protection éloignée.

10. CONCLUSION

La ressource en eau souterraine captée par le nouveau forage Fe1 d'Alleins est de bonne qualité bactériologique et physico-chimique qui reflète un état de l'environnement actuellement satisfaisant qu'il faut absolument préserver.

Ce forage profond de 100 m capte à partir de 23,5 m un aquifère calcaire fissuré *a priori* peu karstifié dont l'alimentation (amont hydraulique) provient du massif boisé d'Aurons-Vernègues classé en zone naturelle.

Le débit d'exploitation recommandé par AH2d est de 45 m³/h pendant 20 heures de pompage pour un niveau statique de départ de 8 à 13 m et un rabattement maximal en pompage de l'ordre de 10 m qui garantit en principe le non dénoyage des crépines de l'ouvrage.

Pour « autoriser » un rabattement maximal dans le forage, AH2d recommande de placer la pompe immergée dans la partie de tubages pleins aménagée au milieu des crépines de l'ouvrage soit entre 42 et 48 m (on récupère ainsi en rabattement la hauteur du corps de pompe).

Il préconise de poursuivre le suivi piézomètrique sur un cycle hydrologique complet sachant qu' un tel suivi doit être fait sur l'ouvrage en exploitation si on veut en assurer une gestion correcte au fil du temps.

Compte-tenu de ce qui précède, je donne un avis favorable à la mise en exploitation du forage Fe1 pour alimenter en eau potable les communes d'Alleins, Vernègues et Mallemort bien que le débit d'exploitation soit insuffisant pour alimenter simultanément ces 3 communes: un ouvrage complémentaire s'impose donc soit sur le site A1 voisin sous réserve de maitriser le foncier, soit sur le site de la Barlatière en allant capter les calcaires aquifères sous-jacents au Miocène et en prenant soin de correctement isoler par tubages et cimentations les terrains superficiels soit en identifiant un nouveau site plus proche de Mallemort où la population est plus importante.

Cet avis est donné sous réserve évidemment que soient mis en place les périmètres de protection règlementaires définis aux chapitres 7 et 8, à savoir:

- un périmètre de protection immédiate (PPI) limité aux parcelles n° 673 et 674 où toutes les activités sont interdites sauf celles liées à l'exploitation de l'ouvrage,
- un périmètre de protection rapprochée (PPR) divisé en 2 parties; une partie Sud correspondant à une fraction de l'impluvium de l'ouvrage où la protection est renforcée (R)et une partie Nord, hors impluvium, qui doit être protégée en raison des nombreux forages privés non déclarés qui captent le même réservoir aquifère (protection simplifiée S).

Dans le périmètre rapproché global, les sondages d'eau privés sont désormais interdits et toutes les autres activités sont soit interdites (PPRR) soit règlementées (PPRR et PPRS).

En raison du contexte général, il n'a pas été jugé utile d'imposer un périmètre de protection éloignée.

Fait à Caseneuve le 27 mai 2014.

Jean-Paul SILVESTRE

Hydrogéologue agréé

ANNEXE A

BIBLIOGRAPHIE

1. JP SILVESTRE, juillet 2009, Avis hydrogéologique relatif à la création d'un nouveau forage intercommunal sur la commune d'Alleins pour l'alimentation en eau potable d'Alleins, Vernègues et Mallemort.
2. AH2d, février 2011, Mission de Maîtrise d'œuvre pour sécuriser la ressource en eau potable d'Alleins, Vernègues et Mallemort. Recueil des données et analyse de l'état initial (phase 1).
3. AH2d, avril 2011, idem, phases 2 et 3, Assistance technique pour le choix de l'implantation définitive des forages. Identification et analyse des contraintes techniques et d'environnement des sites.
4. AH2d, novembre 2013, Rapport de fin de travaux et annexes.
5. AH2d, janvier 2014, Dossier des ouvrages exécutés.
6. AH2d, janvier 2014, Suivi piézomètrique de la nappe-forage d'Alleins (étude en cours).

ANNEXE B

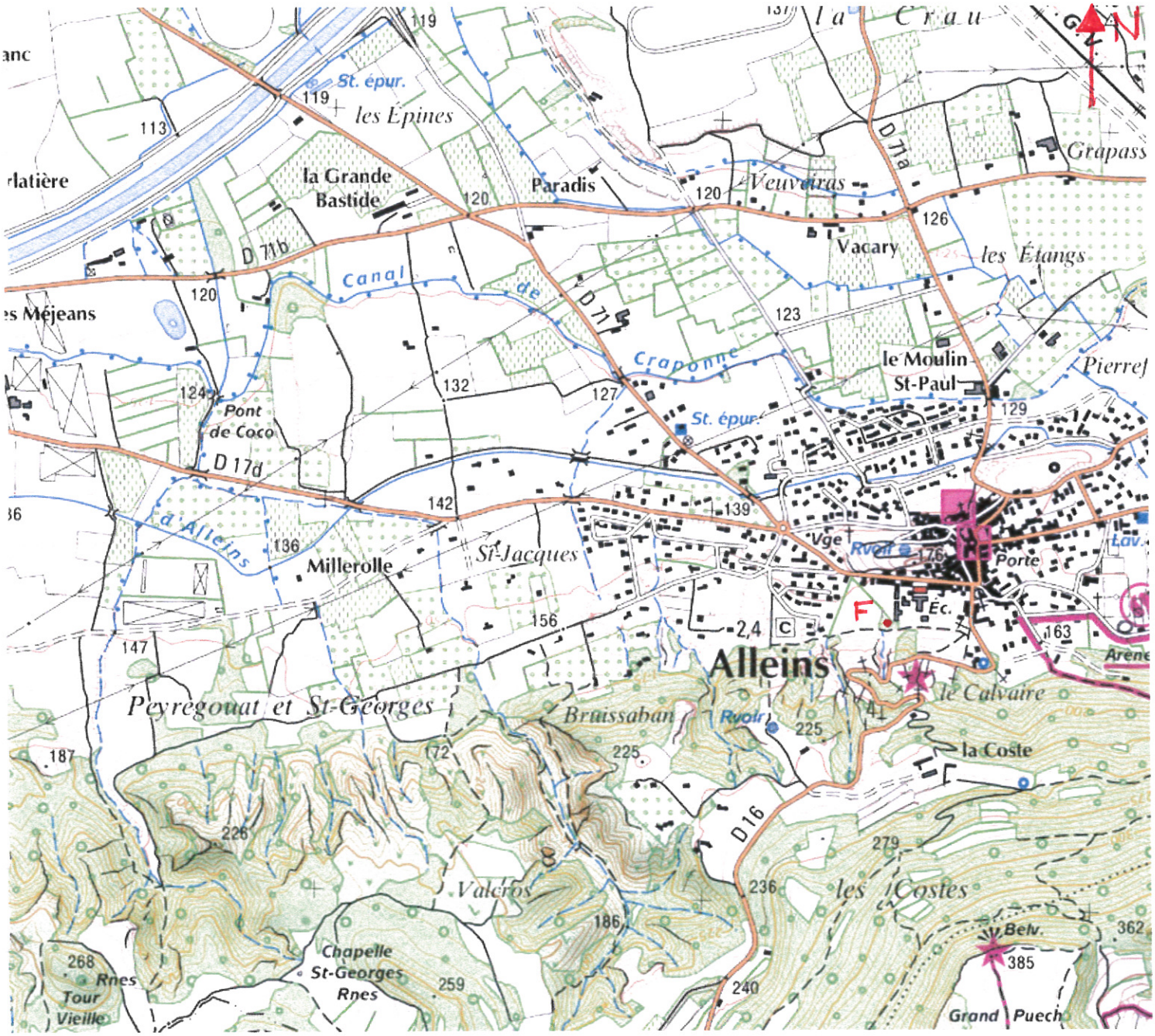
FIGURES

1. Localisation du site du forage Fe1 sur fond IGN au 1/25.000
2. Localisation du forage Fe1 sur fond cadastral
3. Coupe géologique et technique de S1/Fe1 avant et après équipement
4. Coupe technique du sondage S2
5. Contexte géologique et structural de l'implantation Fe1 par rapport aux sites A1 et A2 initiaux
6. Environnement et périmètres de protection du forage Fe1

geoportail

1

NOUVEAU FORAGE AEP D'ALLEINS



Longitude : 5° 08' 57.7" E
Latitude : 43° 42' 17.3" N

© IGN 2012 – www.geoportail.gouv.fr/mentions-legales

Situation du nouveau captage à l'échelle 1/13.542 • F nouveau forage d'Alleins Fe 1

geoportail

2

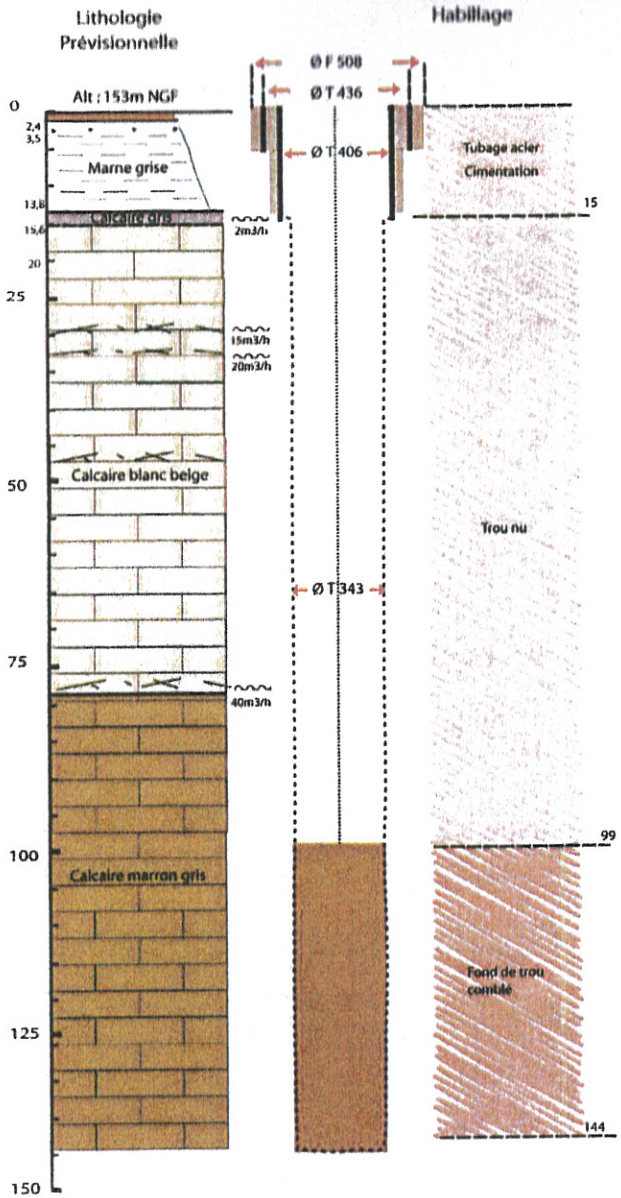
NOUVEAU FORAGE AEP D'ALLEINS

Longitude : 5° 09' 33.3" E
Latitude : 43° 42' 08.9" N

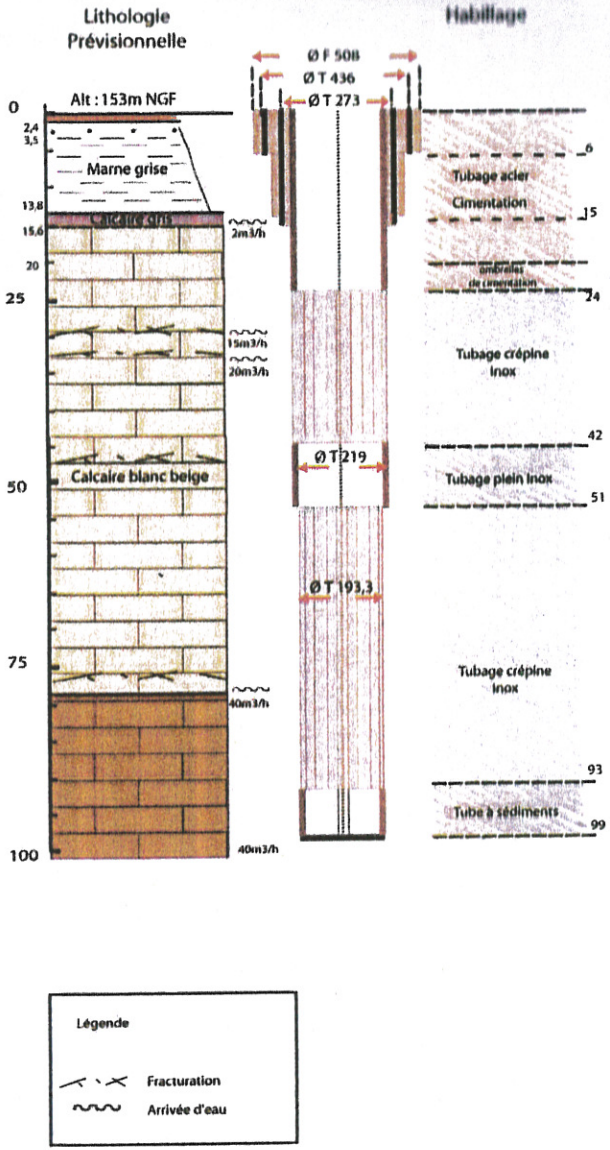
© IGN 2012 – www.geoportail.gouv.fr/mentions-legales

Plan parcellaire à l'échelle du 1/846 ième. Limite du périmètre de protection immédiat.

Coupe du forage avant équipement



Coupe du forage après équipement



3

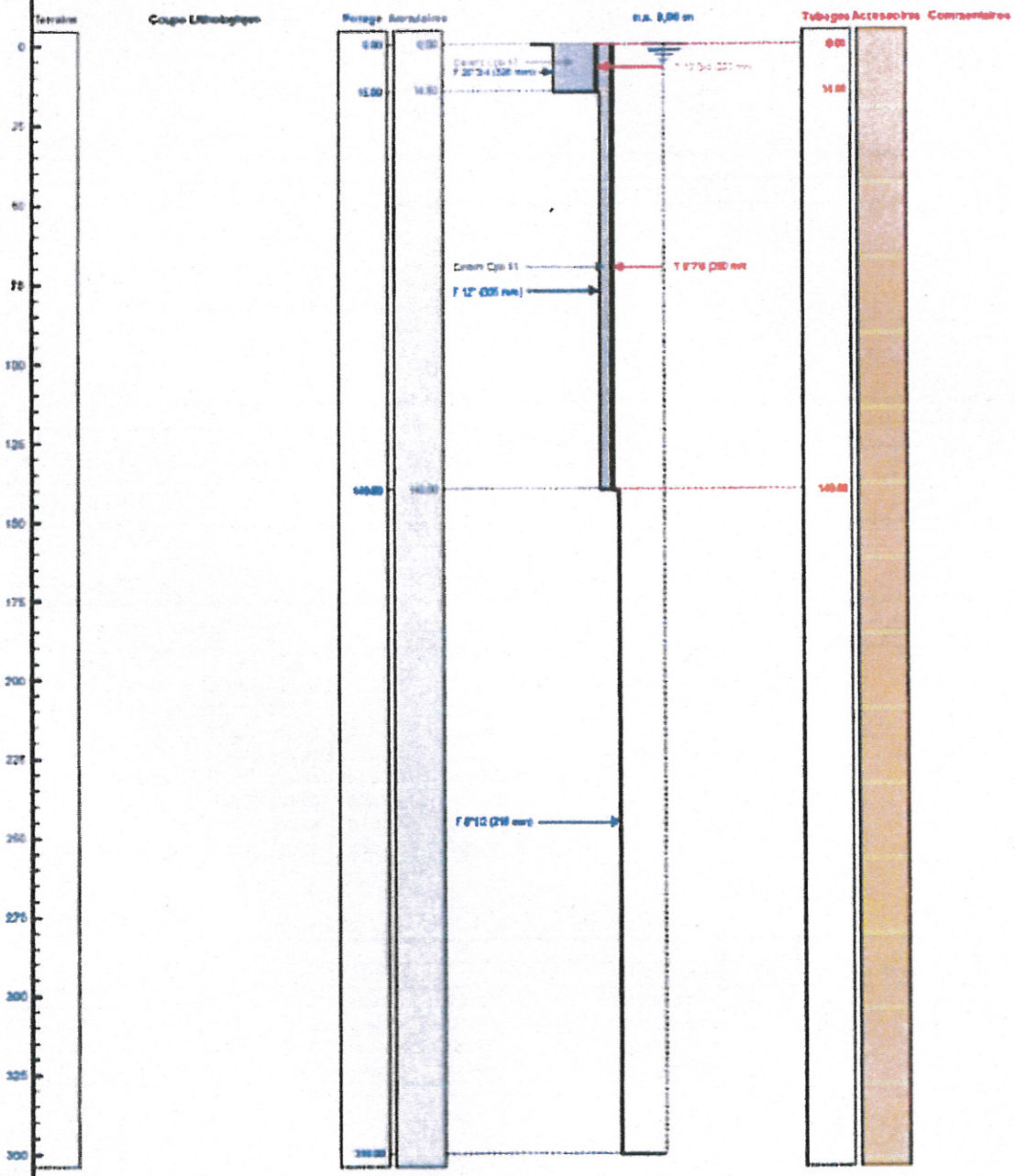
FORAGE ABANDONNE S2

Client :	COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION SALON ETANG D
Maitre d'oeuvre :	AH2D
Localisation de l'ouvrage :	
	13980 ALLEINS

Travaux réalisés : 1\
du : 27/02/2013 au : 07/03/2013 2

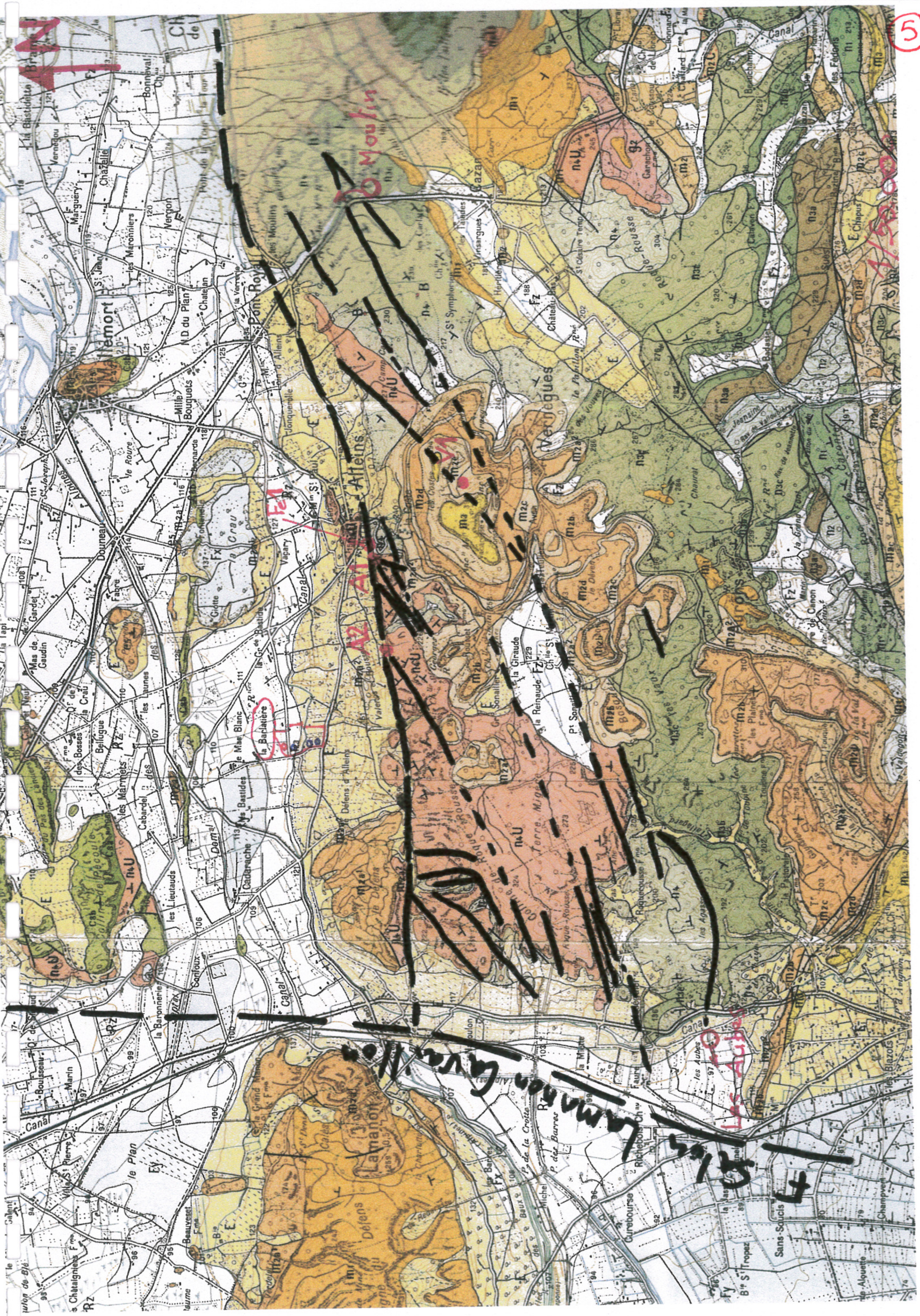
Coordonnées de l'ouvrage :
Lambert 1 carto métrique
Longitude (X) : 0
Latitude (Y) : 0
Altitude sol (Z) : +0.000 m

Echelle : 1/1750 — Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus) — Nombre de forages 1



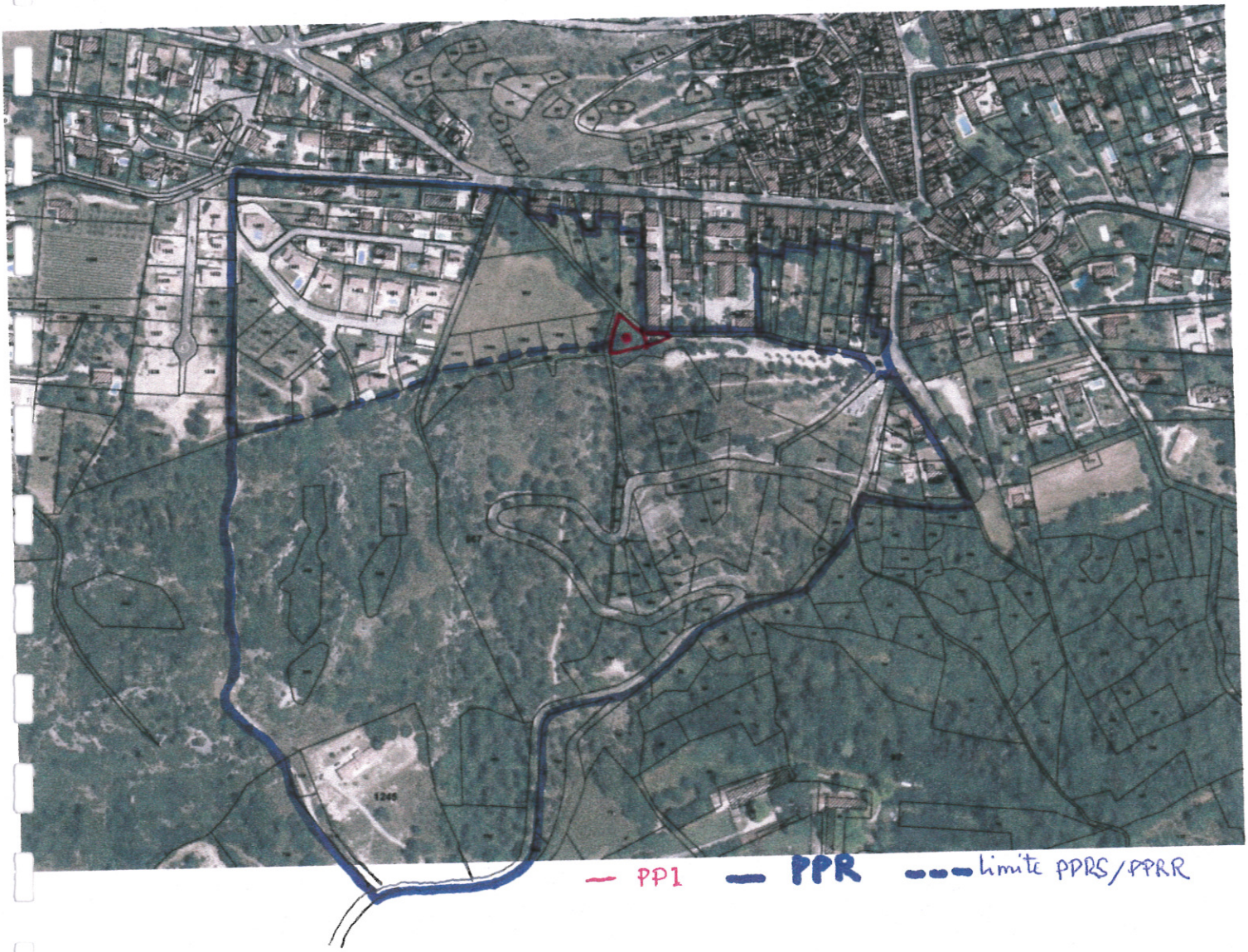
Le ...../...../..... à .....
CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
Tampon et signature du chef d'entreprise

Lambert 1 carto métrique Long.: 0 Lat.: 0 Alt.: +0,000 m PAGE: 2


Alleins
Vernègues
Mallemort
Lamanon
Moulin
Les Aubes
Lamanon Cavaillon
A1
A2
E1
la Barlatière
Pont Royal
Sans-Souci
Canal

geoportail

NOUVEAU FORAGE AEP D'ALLEINS



Longitude : 5° 09' 33.3" E
Latitude : 43° 42' 06.1" N

© IGN 2012 – www.geoportail.gouv.fr/mentions-legales

Délimitation des périmètres de protection immédiat et rapproché. Environnement du captage. Echelle 1/3.385