

Agglomération Provence
Communauté d'agglomérations Salon-Etang de Berre-Durance
Service de l'Eau et de l'Assainissement
197, Rue du Pavillon
BP 274
13666 Salon-de-Provence Cedex

AEP de Mallemort (Bouches-du-Rhône)
Rapport hydrogéologique relatif à la mise en conformité
des périmètres de protection des deux forages
de la Crau Saint Pierre

Par le

Professeur Georges CONRAD
Hydrogéologue agréé

Rapport final du 26 juin 2007

Professeur Georges CONRAD, Géologue-Expert
Les Sermonières
26400 Piégros-la-Clastre
Téléphone : 04 75 40 00 25 : Fax : 04 75 40 08 04
E-mail : conrad.gpr@orange.fr

Agglopolie Provence
Communauté d'agglomérations Salon-Etang de Berre-Durance
Service de l'Eau et de l'Assainissement
197, Rue du Pavillon
BP 274
13666 Salon-de-Provence Cedex

**AEP de Mallemort (Bouches-du-Rhône)
Rapport hydrogéologique relatif à la mise en conformité
des périmètres de protection des deux forages
de la Crau Saint Pierre**

Par le

Professeur Georges CONRAD
Hydrogéologue agréé

Rapport final du 26 juin 2007

Professeur Georges CONRAD, Géologue-Expert
Les Sermonières
26400 Piégros-la-Clastre
Téléphone : 04 75 40 00 25 : Fax : 04 75 40 08 04
E-mail : conrad.gpr@orange.fr

AEP de Mallemort (Bouches du Rhône), rapport hydrogéologique relatif à la mise en conformité des périmètres de protection des deux forages de la Crau Saint Pierre

Rapport final du 25 juin 2007

I.- Informations générales

1.- Rappels concernant les opérations antérieures

• La visite des lieux a été faite à quatre reprises, en 2003, en 2005, le 12 mai 2006, en présence des représentants de la Ddass-13, Monsieur Morland, d'Agglopolie Provence, Mademoiselle Nathalie François, de Monsieur Suzzoni du Cabinet Euryèce et de Monsieur Martin, Directeur des Services Techniques de Mallemort et la dernière le 23 juin 2007.

• La documentation mise à ma disposition a été extrêmement réduite et elle s'est limitée à :

- Un rapport annuel de l'année 2001 établi par le Service des Eaux de Mallemort. Ce document contient une coupe du forage n° 1 et des analyses de la Ddass-13.
- Un extrait cadastral autour des forages 1 et 2.
- Des analyses sur l'eau brute fournies par la Ddass-13.

• La documentation personnelle de l'hydrogéologue a fourni des compléments intéressants :

- Documents établis pour la construction de la ligne du TGV Méditerranée.
- Cartes géologiques, hydrogéologiques et morphologiques.
- Archives hydrologiques de la Dren.

• L'avis préalable (= Rapport de phase I) a été remis le 30 octobre 2006.

• Agglopolie, le Cabinet Euryèce et la Ddass-13 ont apporté les compléments d'information demandés par l'hydrogéologue agréé pour établir le rapport final.

2.- Historique du dossier

La mise en œuvre des périmètres de protection correspond à une régularisation tardive puisque les forages sont en service depuis 1980. La gestion de l'eau était assurée par une régie communale à la création des ouvrages. Le service des eaux de Mallemort assurait dans les années 2000 toutes les tâches opérationnelles de gestion et de maintenance puis la structure intercommunale de l'Agglopolie Provence a pris le relais en 2005.

• L'urbanisation croissante de la commune de Mallemort fait que le site des forages est cerné par des lotissements et que la protection efficace des ouvrages est difficile. L'absence de périmètres de protection officiels – hormis le périmètre de protection immédiate clôturé – et une certaine indifférence passée du Conseil Municipal de Mallemort sur la politique de

l'Eau, font qu'en l'absence de Déclaration d'Utilité Publique des captages et des périmètres réglementaires associés, rien n'a pu s'opposer sur le plan de l'urbanisme à l'extension des constructions jusqu'en bordure immédiate des captages.

• L'analyse des données permet de proposer le maintien en service des deux forages pour les raisons suivantes :

- Ce sont des ouvrages réalisés en grand diamètre ($\varnothing$ 800 mm, puis 700 mm et terminé en 600 mm) et bien équipés avec des tubes pleins et des crépines en inox de $\varnothing$ 350/358 mm entourés d'un massif filtrant en graviers roulés.
- Le débit obtenu par l'exploitation de ces ouvrages est intéressant ; sur la base des données de 2001, on a distribué 40³ m³/h enregistrés sur les compteurs (donc sans tenir compte du rendement du réseau).
- La partie supérieure des alluvions comprend 5 à 6 m de limons qui assurent une protection du réservoir aquifère. L'environnement desorment urbain (de type pavillonnaire) des forages n'est pas de ce fait un handicap insurmontable, dans la mesure où l'assainissement collectif est généralisé et bien contrôlé.

• La protection des captages sera assurée par la mise en œuvre d'un périmètre de protection rapprochée (PPR) qui entourera le périmètre de protection immédiate (PPI) déjà matérialisé sur le terrain par une clôture (parcelle 1464) et qui contient un bâtiment technique (parcelle 1463) et les deux forages.

II.- Origine des eaux pompées dans les forages

• L'origine des eaux souterraines pompées au niveau des forages AEP de Mallemort est de nature alluviale. Le réservoir alluvial est alimenté par une circulation est-ouest qui est en liaison étroite avec la Durance (fig.2) et par un apport du piémont d'Alleins qui est lui-même tributaire d'une alimentation par la vidange des réservoirs calcaires (fig.2 et 3) que constituent les massifs de la rive gauche de la rivière.

1.- La nature du réservoir alluvial

• L'examen de la lithologie du forage (fig.6) révèle une couverture limoneuse épaisse d'environ 9 m qui est coupée entre -3,70 m et -4,60 m par un banc de sable fin et entre -6,30 m et -8 m par un sédiment hétérométrique, sableux et graveleux. Cet ensemble recouvre une nappe détritique entre -8,80 m et -15,50 m qui représente le réservoir de la nappe alluviale. Ce réservoir est formé d'un ensemble non consolidé de galets, de graviers et de sable présentant des variations lithologiques et parfois des passées limoneuses, ce qui en souligne l'hétérométrie.

• Le fond du forage est constitué par un niveau de 40 cm de sable argileux jaune qui surmonte une marnes sablo-gréseuse, de couleur gris-bleu, compacte, qui forme le mur de la nappe vers -15 m à -16 m de profondeur.

Le réservoir alluvial est donc compris entre un toit semi-perméable (les limons) et un mur marneux également semi-perméable. La nappe alluviale est en communication étroite avec la Durance avec laquelle elle se trouve en équilibre et en échange permanent.

• L'équipement du forage est adapté à ce contexte sédimentaire ; il comprend depuis la surface, un tubage plein, inox Ø 350/358 mm, des crépines en acier inoxydable Ø 350/358 mm placées entre - 10 m et - 15 m et à la base un tubage inox plein Ø 350/358 mm (type 304 L) jusqu'à - 15,50 m.

La construction du canal usinier EdF, en particulier la branche qui remonte jusqu'à la Durance (fig.4), a contribué à réduire les échanges entre le réservoir alluvial et la rivière.

2.- Les apports du piémont d'Alleins

La carte hydrogéologique des Bouches du Rhône au 200 000^e (fig.2) permet de visualiser l'apport qui se fait en direction de la Durance depuis la ligne de partage des eaux souterraines qui se place immédiatement au Nord du chaînon des Costes. L'apport au bassin de la Durance par les massifs calcaires est important mais difficile à évaluer puisqu'il chemine par le piémont d'Alleins vers le réservoir alluvial (fig.3).

III.- Faciès de l'eau issue du réservoir alluvial

1.- La qualité bactériologique

• Les paramètres bactériologiques de l'eau brute des forages de la Crau Saint Pierre évalués le 21 juillet 2005 et mis en regard d'autres caractéristiques physico-chimiques, nous incitent à une réelle vigilance en ce qui concerne le traitement de désinfection de l'eau. Un réservoir alluvial est généralement un excellent filtre à bactéries. Ici (voir fig.7), on décele la présence d'entérocoques intestinaux (1/100 mL) et de quelques germes aérobies banaux se développant à 22 °C (3/mL) et à 36 °C (3/mL).

• On relève également des traces de détergents anioniques et un indice de permanganate de 1,94 mg/L exprimé en oxygène, ce qui indique une eau souterraine qui contient des matières à oxyder.

L'opération de désinfection de cette eau est indispensable avant sa distribution à cause des germes et des nutriments qu'elle contient et il faudra veiller à conserver un résiduel de chlore aux extrémités du réseau de distribution pour éviter le développement des germes.

2.- La qualité physico-chimique

Les principales caractéristiques sont rassemblées sur un tableau illustré (fig.7) qui présente le faciès bicarbonate calcique dominant de l'eau souterraine pompée. La balance ionique est équilibrée : les cations sont largement dominés par le calcium, avec par ordre

décroissant le calcium puis le magnésium et enfin le sodium ; les anions sont dominés par les bicarbonates puis par les sulfates alors que les chlorures et les nitrates sont minoritaires.

- La dureté totale est élevée, elle est surtout calcique et secondairement magnésienne.

- Le pH de l'eau est légèrement basique, la conductivité de $804 \mu\text{S/cm}$ reflète le degré de minéralisation assez important de l'eau.

3.- La radioactivité de l'eau

La radioactivité de l'eau des forages de Mallemort a été mesurée par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) par l'intermédiaire de la Ddass-13.

- Aucune activité en tritium n'a été mesurée, le résultat est inférieur au seuil de détection de 9 Bq/L .

- Activité alpha global $< 0,042 \text{ Bq/L}$.

- Activité bêta global $= 0,157 \pm 0,029 \text{ Bq/L}$.

Ces résultats (tabl.7 bis) sont conformes aux valeurs convenables pour les eaux destinées à la consommation humaine.

IV.- Définition des périmètres de protection

Le contexte environnemental des forages de la Crau Saint Pierre qui sont désormais inclus dans le ceinture urbanisée de Mallemort, pose le problème de leur maintien en tant qu'ouvrages d'alimentation en eau potable. Il a été estimé en préambule que la balance penchait en faveur de leur utilisation puisque la nappe exploitée est relativement bien protégée des pollutions issues de la surface. Il reste néanmoins à définir les mesures de protection optimales pour préserver le réservoir exploité de quelques risques bien identifiés, à savoir :

- le risque hydrocarbures.
- le risque de pollution par des fuites du réseau des égouts.
- le risque pesticides.
- Les puits perdus.
- Les forages privés implantés autour des forages AEP.

Un périmètre réglementaire, le périmètre de protection rapprochée, est défini autour du périmètre de protection immédiate qui existait déjà et qui était matérialisé par la clôture de la parcelle 1464. Les préconisations sont définies pour les deux périmètres.

1.- Le périmètre de protection immédiate (PPI)

Le PPI est constitué par la parcelle 1464 qui contient les deux forages AEP et le bâtiment formant la parcelle 1463 (fig.9 et 9 bis). Ces parcelles étaient la propriété de la commune de Mallemort puis celle de l'Agglopolie Provence depuis le transfert des compétences en matière d'eau et d'assainissement.

- Dans ce périmètre clos toute activité autre que l'exploitation de la ressource en eau est interdite.

L'entretien du périmètre doit être entièrement repris de façon à établir une clôture grillagée solide de 2 m de hauteur installée sur un mur de 0,40 m de hauteur ancré dans une fondation en béton armé. Les diverses portes du local, le portail et le portillon d'entrée seront vérifiés et changés si nécessaire.

L'entretien de la végétation sera faite par des moyens mécaniques sans utiliser d'herbicides ou de pesticides. Le fossé qui borde le périmètre le long de la maison de retraite sera curé et recalibré. A l'entrée du périmètre, on veillera à ce que les écoulements sur la route en cas d'orages violents n'envahissent pas le terrain ; pour ce faire, un fossé est à prévoir.

2.- Le périmètre de protection rapprochée (PPR)

- Le PPR sera constitué par un ensemble de parcelles qui entourent le PPI, dans un rayon de 80 m centré sur les forages (fig.10 et 10 bis), et par une interdiction de forer des ouvrages d'eau privés, dans un rayon de 200 m autour des captages publics.
- Pour les parcelles inscrites dans le secteur du cadran de rayon 80 m situé entre les routes, les interdictions porteront sur les nouvelles constructions qui ne seront pas autorisées. De même, on interdira les travaux de fouilles à plus de 2 m de profondeur et la création de nouvelles voies de communication.
- A l'intérieur du cercle de rayon 200 m, les forages d'eau privés seront interdits et toutes les citernes à hydrocarbures seront de type réglementaire (à double enveloppe pour les cuves enterrées et munies d'un bac de rétention pour les cuves aériennes).

- Une enquête sera diligentée par le syndicat pour vérifier l'absence de dispositifs non réglementaires ou désormais interdits dans le PPR, comme d'anciennes installations d'assainissement autonome, des puits perdus ou des forages privés. L'enquête portera sur les stockages d'hydrocarbures qui devront être mis aux normes (double enveloppe et mise à la terre pour les cuves enterrées, bac de rétention pour les cuves à l'air libre.

Les parcelles incluses dans le secteur de Ø 80 m sont repérées sur la fig.9 et 9 bis pour les bons numéros cadastraux. Pour le cercle de Ø 200 m, la fig.10 bis fait foi (l'exemplaire non réduit est remis au syndicat avec le rapport).

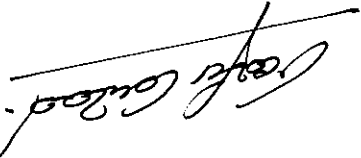
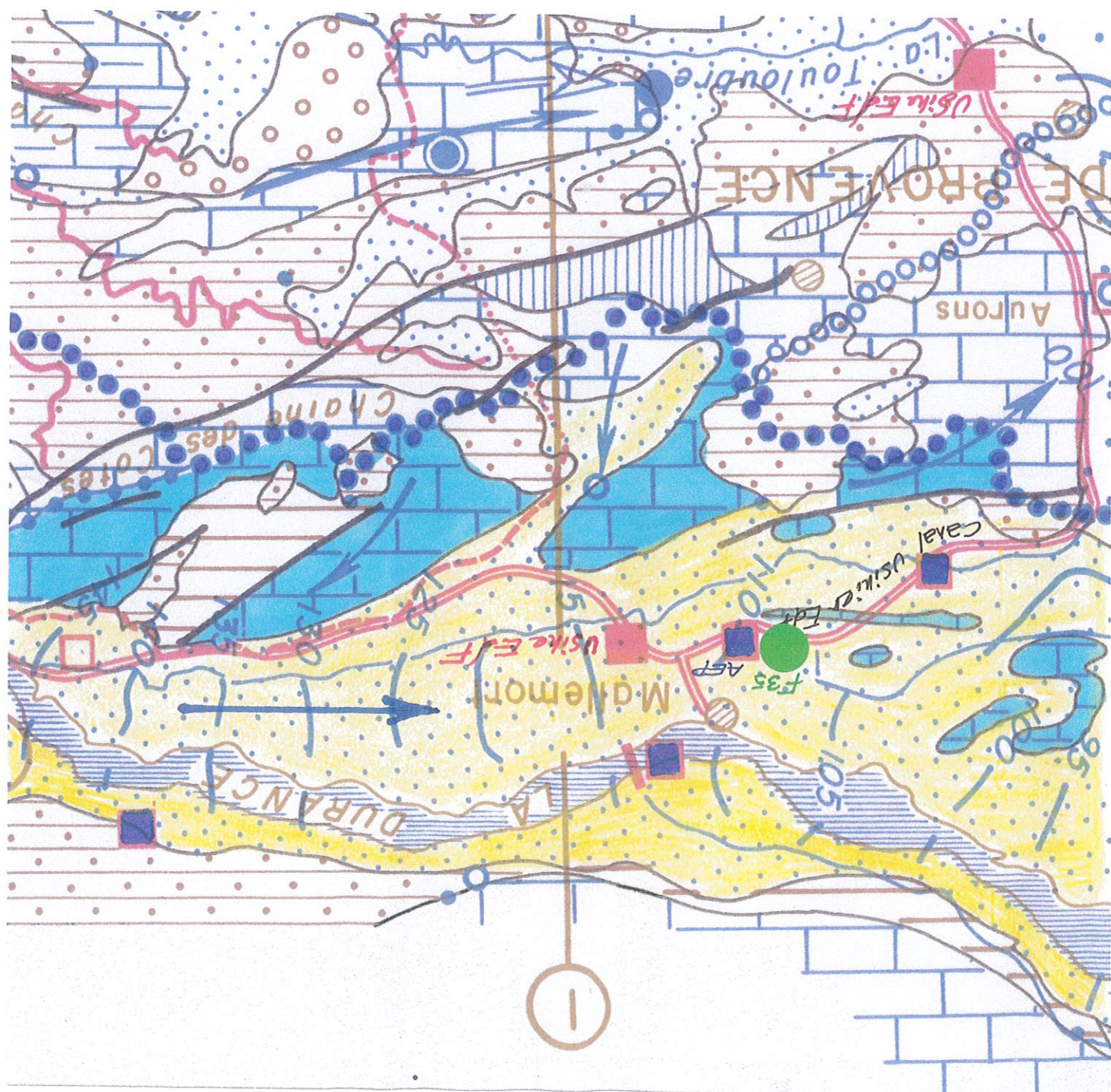


Fig. 1.- Les forages ABP de Mallemort, au Sud de l'agglomération sur la rive gauche de la Durance. Les formations alluviales constituent un réservoir qui est alimenté d'Est en Ouest par l'écoulement de la nappe de la Durançe et sur la rive gauche par le piémont d'Alleins. Extrait de la carte au 100 000° de Salon-de-Provence. Sur ce document, le canal usinier EdF est souligné en bleu ; ce canal passe juste au Sud des forages ABP de Mallemort.



Fig.2.- Les captages par forages de Mallemort et de Salon-de-Provence. La Edf qui dessert les centrales hydro-électriques de Mallemort et de Salon-de-Provence. La carte hydrogéologique au 200 000° indique le sens des écoulements alluviaux et l'apport du piémont dans le bassin hydrogéologique placé entre la Chaîne des Costes et la plaine de la Durance. Un piézomètre F 35 (pastille verte) enregistre le niveau de la nappe alluviale qui subit de fortes fluctuations marquées par une tendance au tarissement (voir fig.8).



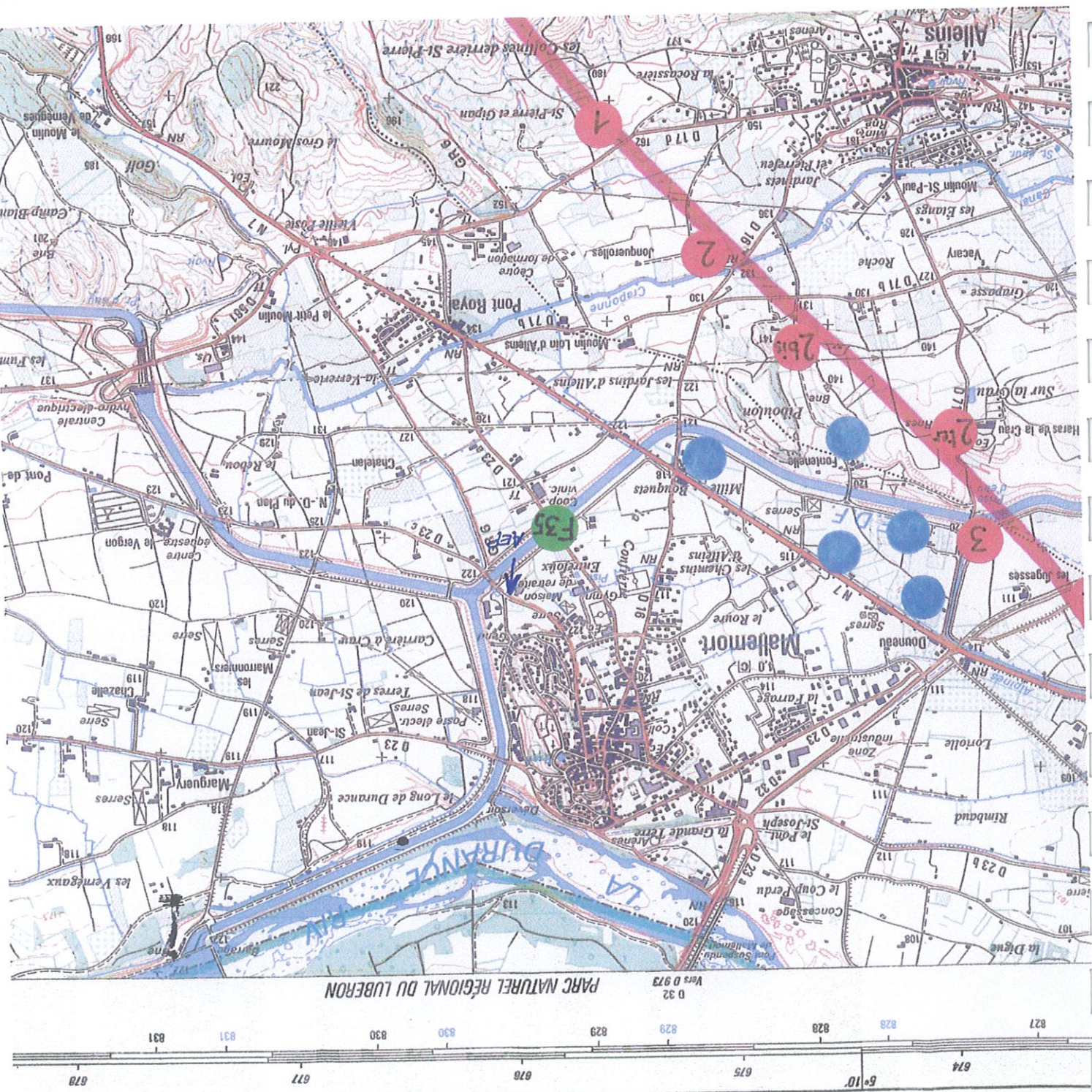


Fig.4.- La carte topographique Izn de Salon-de-Provence avec les principaux aménagements ; la ligne TGV, la route N 7, le canal usinier EDF et la centrale hydro-électrique de Mallemort. Le piézomètre F 35 et les forages AEF de Mallemort (signales par une flèche bleue) sont placés vers le Nord sur la rive gauche de la Durance. La branche nord du canal usinier barre partiellement la circulation est-ouest de la nappe alluviale de la Durance. L'alimentation de cette nappe se fait également par les apports du piémont d'Alleins.

Fig.5.- La carte Ign au 25 000° de Salon-de-Provence agrandie au 10 000°. Ce document date de 1985 et il montre qu' autour des captages AEP de Mallemort l'urbanisation est quasi absente à l'origine des forages, alors que sur la fig.4 on remarque la maison de retraite à côté des captages. On constate également que la branche nord du Canal usinier et la branche sud-ouest ne sont pas ou peu urbanisées et que la partie escarpée de l'agglomération présente une densité d'habitations moindre. Cette figure est à comparer aux fig. 4 et 10 pour apprécier les avancées de l'urbanisation.



FORAGE MALLEMORT ESCO 1

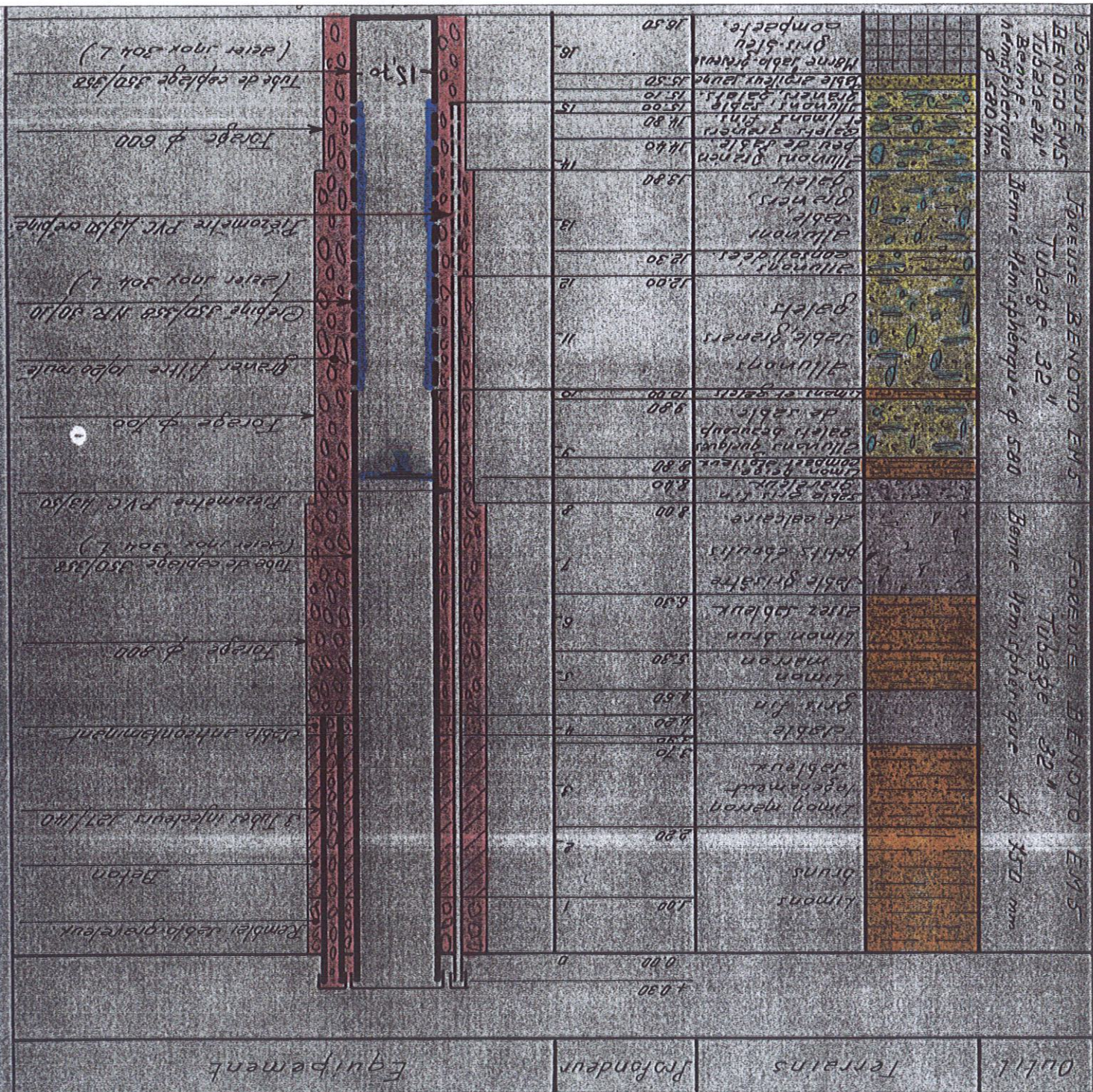


Fig.6.- Les coupes géologique et technique du forage AEP n°1 de Mallemort qui est un ouvrage superficiel exploitant la nappe alluviale de la Durance. On voit sur la coupe lithologique que la partie supérieure de 5 à 6 m d'épaisseur est de nature limonneuse, ce qui protège le réservoir aquifère sous-jacent. L'ouvrage réalisé en 1980 est tubé en acier inoxydable et les crépines inox sont placées entre -10 m et -15 m, ce qui correspond à la position des alluvions sablo-graveleuses. L'équipement de l'ouvrage foré en grand diamètre est soigné ; la cimentation est faite sur environ 4 m de profondeur. La coupe a été dressée du 11 au 19 septembre 1980 et l'ouvrage n°2 est identique.

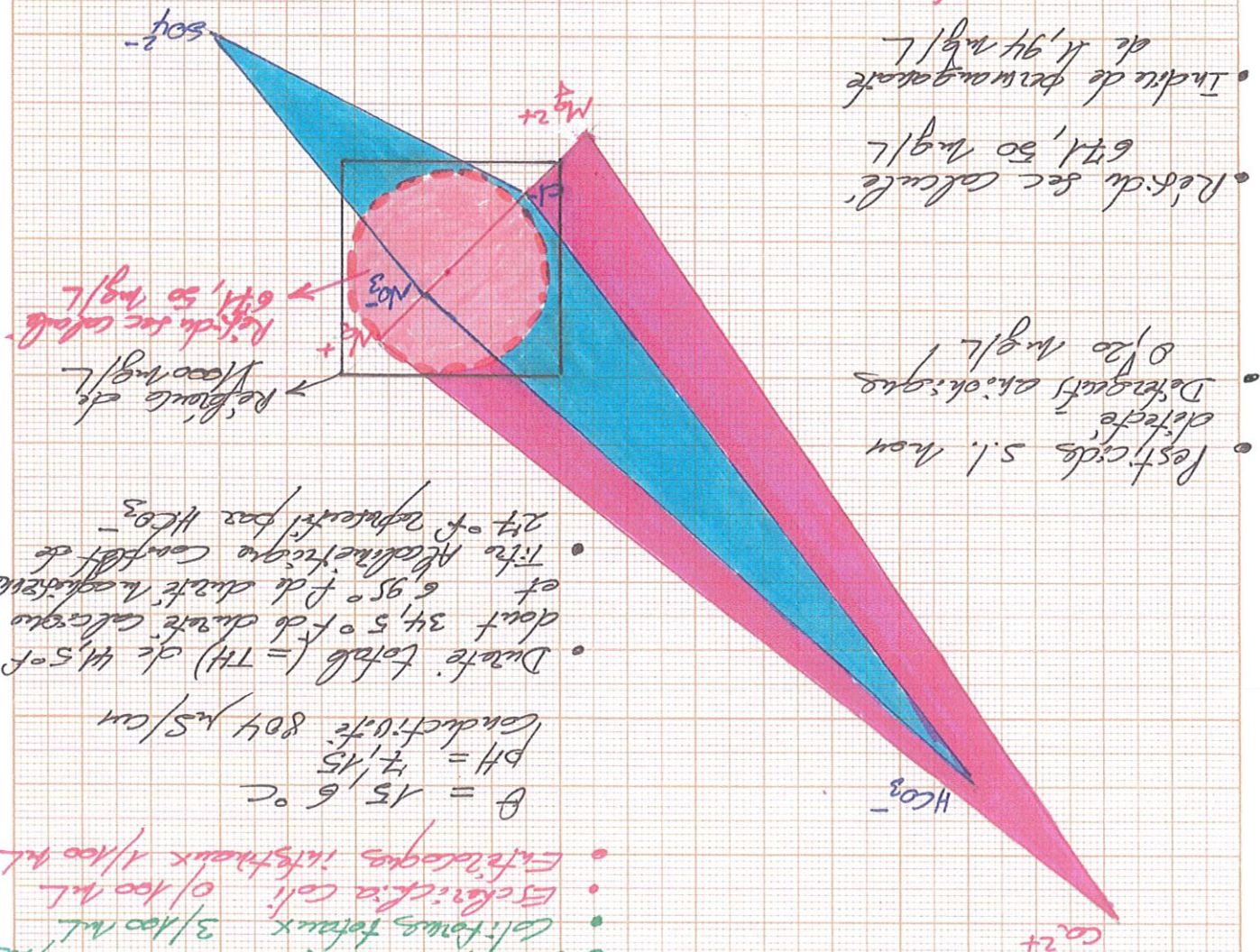
Forage ACP de Mallemort
Analyse du 21 juillet 2005

BACTERIOLOGIE

- Germes coliformes totaux à 22°C 3/mL
- Germes coliformes totaux à 36°C 3/mL
- *Escherichia coli* 0/100 mL
- Entérocoques intestinaux 1/100 mL

$\theta = 15,6^\circ \text{C}$
 $\text{pH} = 7,15$
conductivité 804 $\mu\text{S/cm}$

- Dureté totale (= TH) de 41,5 °F
- Dureté 34,5 °F de dureté calcique
- et 6,95 °F de dureté magnésique
- Titre alcalimétrique complet de 21 °F
- 21 °F de neutralité par HCO_3^-



- Pesticides s.l. non détectés
- Densité 1,020 g/L
- Résidu sec calcé 67,1, 50 mg/L
- Indice de perméabilité de 4,94 mg/L

Cations

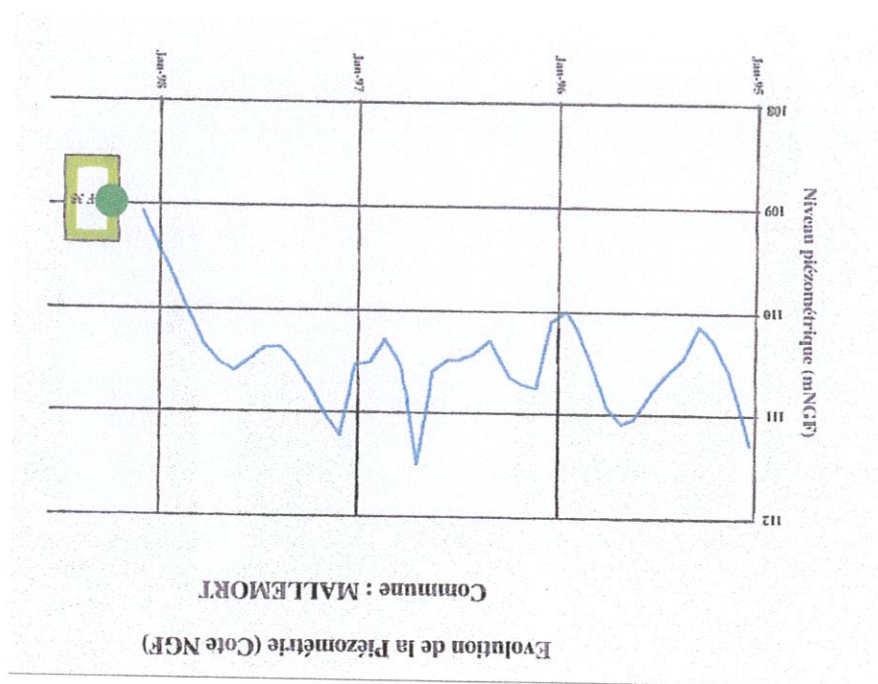
Ca^{2+} 138 mg/L
 Mg^{2+} 19 mg/L
 Na^+ 19 mg/L
 K^+ 2,5 mg/L
 HCO_3^- 6,90 mg/L
 SO_4^{2-} 1,39 mg/L
 Cl^- 0,74 mg/L
 NO_3^- 0,06 mg/L

Anions
 HCO_3^- 330 mg/L
 SO_4^{2-} 123 mg/L
 Cl^- 28 mg/L
 NO_3^- 16 mg/L
 Ca^{2+} 5,41 mg/L
 Mg^{2+} 2,56 mg/L
 Na^+ 0,79 mg/L
 K^+ 0,26 mg/L

Face bicarbonate calcique et bicarbonate sulfuré et chlorure sodique : $\text{Ca} \gg \text{Mg} > \text{Na} \text{ et } \text{HCO}_3^- \gg \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$

Fig.7.- Les caractéristiques de l'eau souterraine pompée dans les deux forages AEP de Mallemort. La minéralisation est bien marquée avec une dureté marquée surtout calcique. Les données tirées des cultures microbiologiques faites sur l'eau brute apportent des arguments pour imposer un traitement de désinfection avant distribution. Le faciès de l'eau est à dominante bicarbonatée calcique.

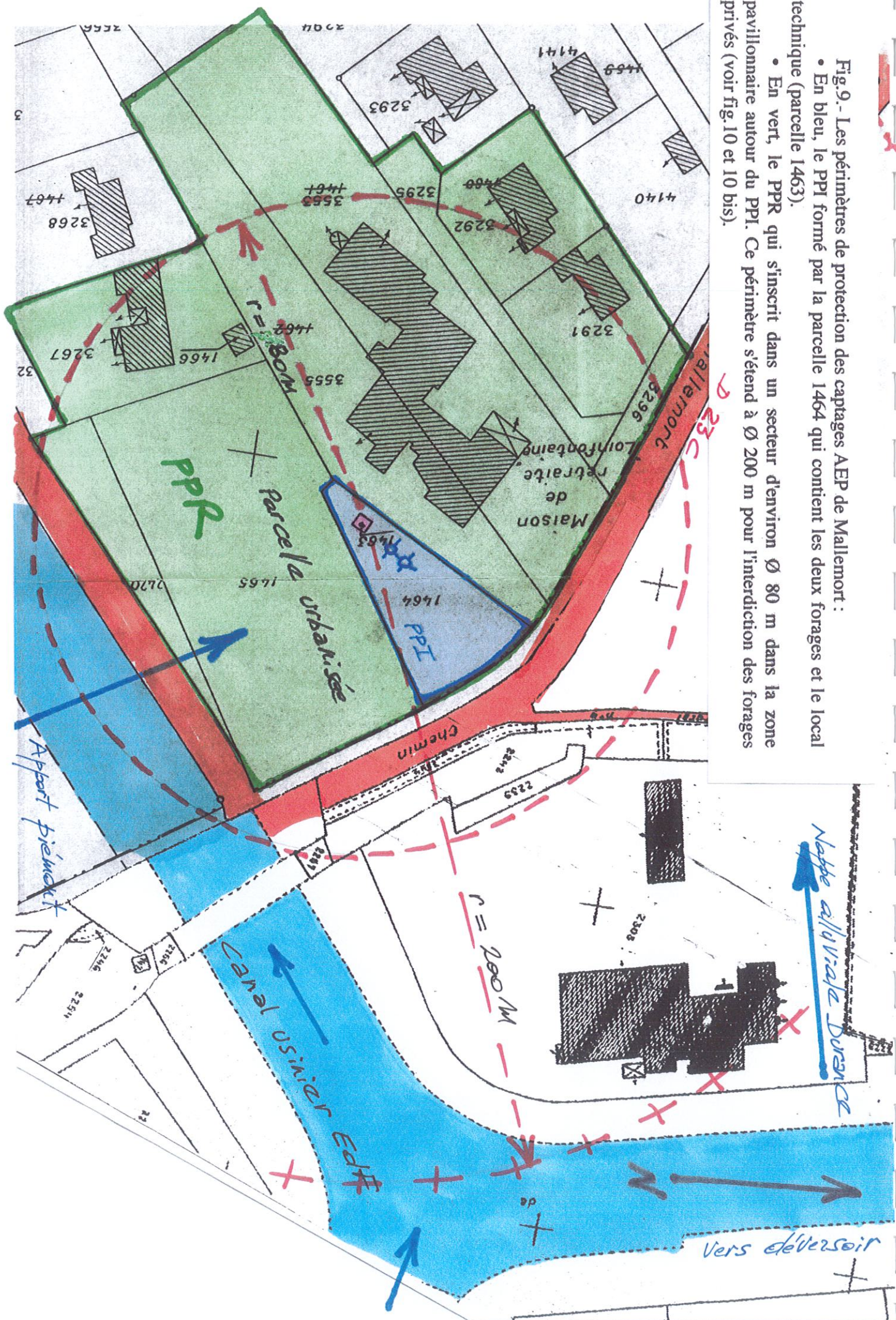
Fig.8.- Deux vues du bâtiment de captage avec sur la photo de gauche, la position des deux forages AEP. Le périmètre de protection immédiate est déjà clôturé, mais la clôture qui ferme la parcelle 1464 doit être refaite, car son état est dégradé.



En bas, on observe les fluctuations annuelles du niveau de la nappe alluviale, enregistrées sur le piézomètre F 35 de la Diren. Les fluctuations sont importantes et la tendance est une baisse de la piézométrie.

Fig.9.- Les périmètres de protection des captages AEP de Mallemort :

- En bleu, le PPI formé par la parcelle 1464 qui contient les deux forages et le local technique (parcelle 1463).
- En vert, le PPR qui s'inscrit dans un secteur d'environ $\varnothing$ 80 m dans la zone pavillonnaire autour du PPI. Ce périmètre s'étend à $\varnothing$ 200 m pour l'interdiction des forages privés (voir fig. 10 et 10 bis).



nouvelle clôture grillagée de 2 m de hauteur devrait être installée sur un mur d'environ 0,40 m qui ceinturerait la parcelle 1464.

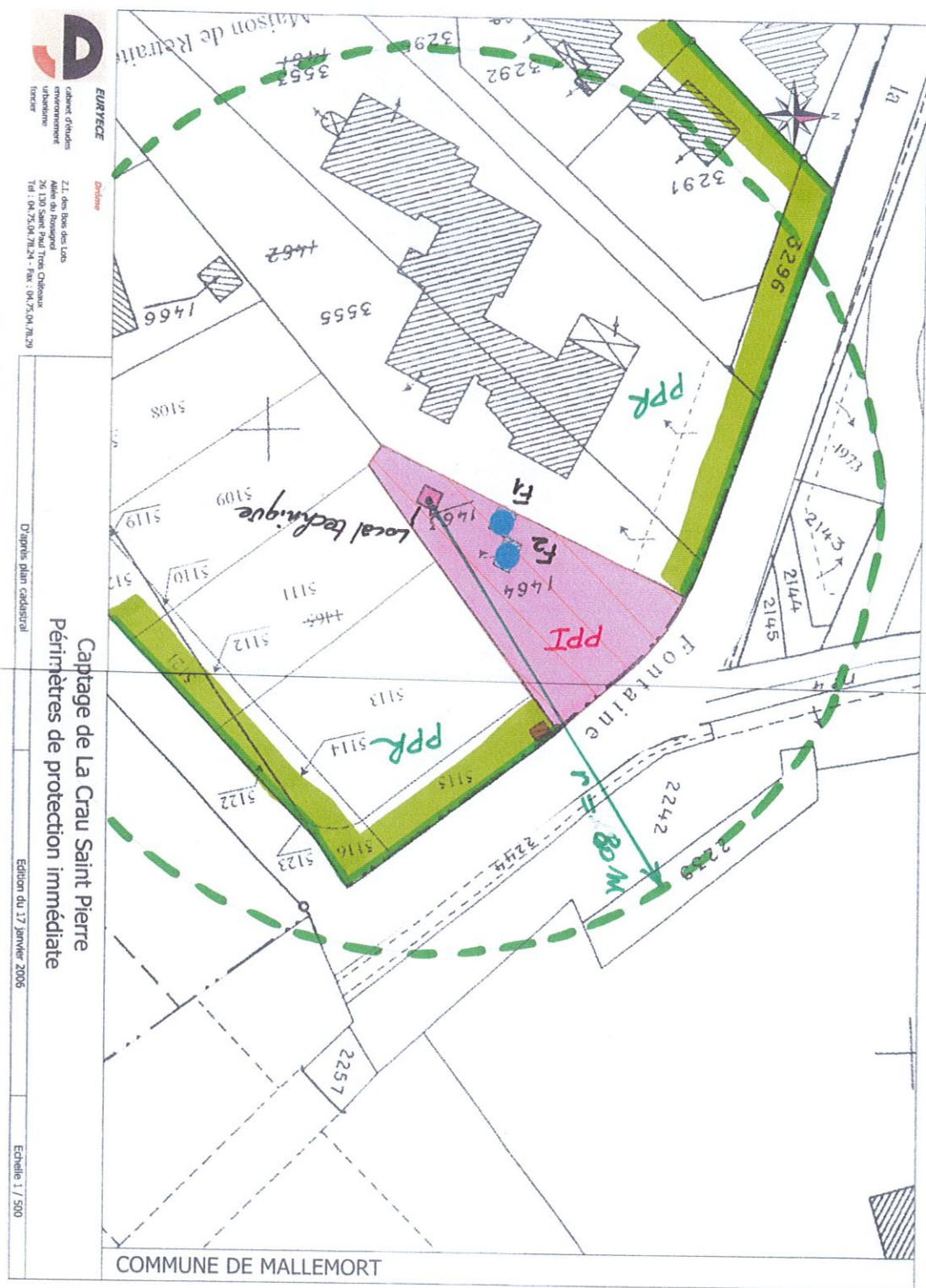


Fig.10.- Le cercle de $\varnothing 200$ m, centré sur les forages (qui sont inclus dans la parcelle 1464 = PPI), correspond au PPR élargi dans lequel les forages privés seront interdits pour éviter les interférences avec les forages publics AEP de Mallemort. Sur ce document Ign au 10 000^e qui date de 1999, on observe l'extension récente du bâti qui se poursuit en 2007 très près des forages AEP.

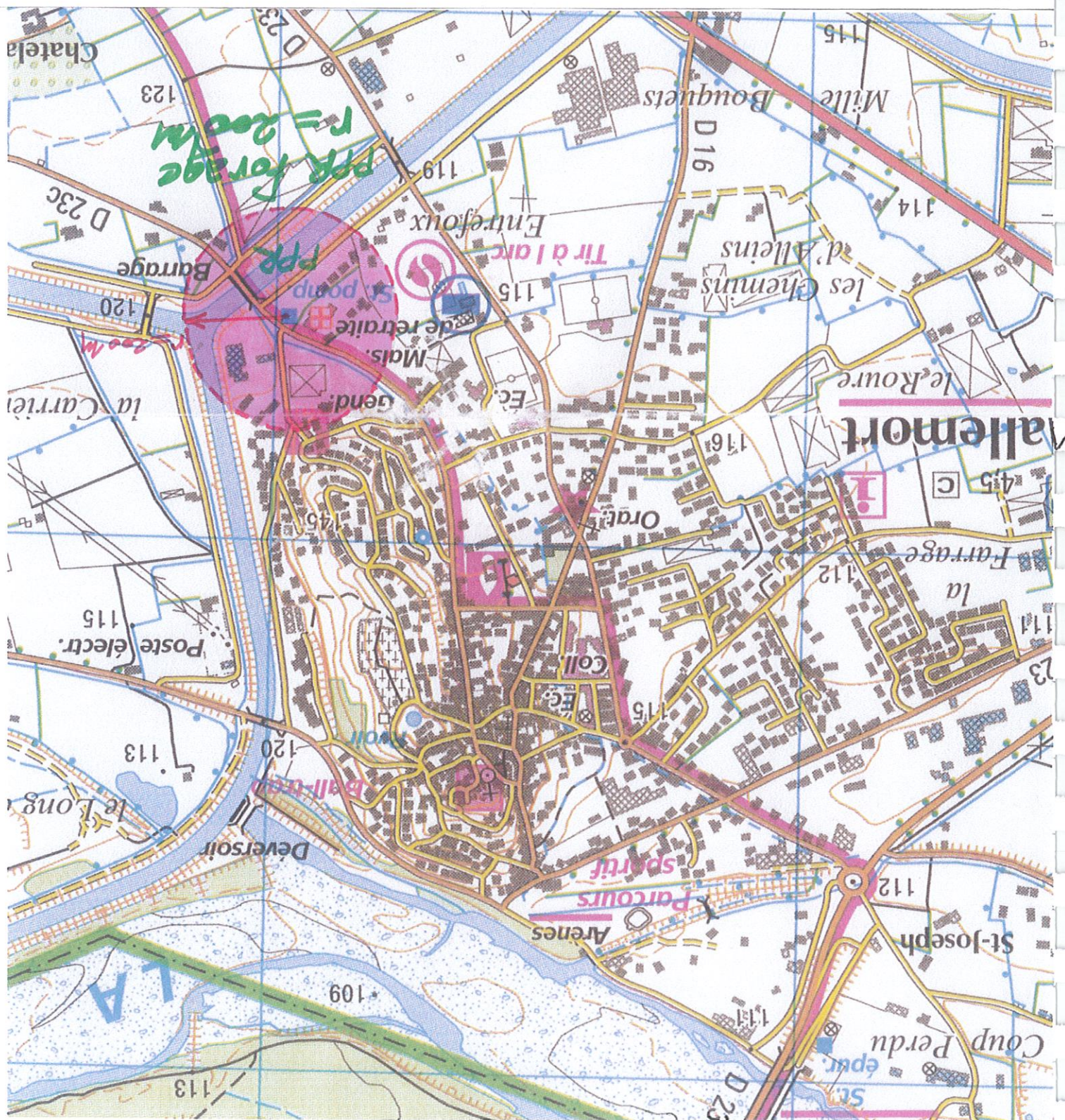


Fig.10 bis.- Les périmètres de protection autour des captages de la Crau Saint Pierre, AEP de Mallemort. Ce document réduit à 1/4000 a été préparé par Euryèce et il permet de préciser, sur un plan cadastral mis à jour, l'étendue de la protection rapprochée autour du PPI :

- Un secteur qui s'inscrit dans un cercle d'environ 80 m entre les routes et de part et d'autre du PPI, où les travaux de terrassement de plus de 2 m de profondeur sont interdits et où tous les stockages à hydrocarbures seront vérifiés et mis aux normes réglementaires.
- Un cercle de Ø 200 m où les forages privés seront interdits.

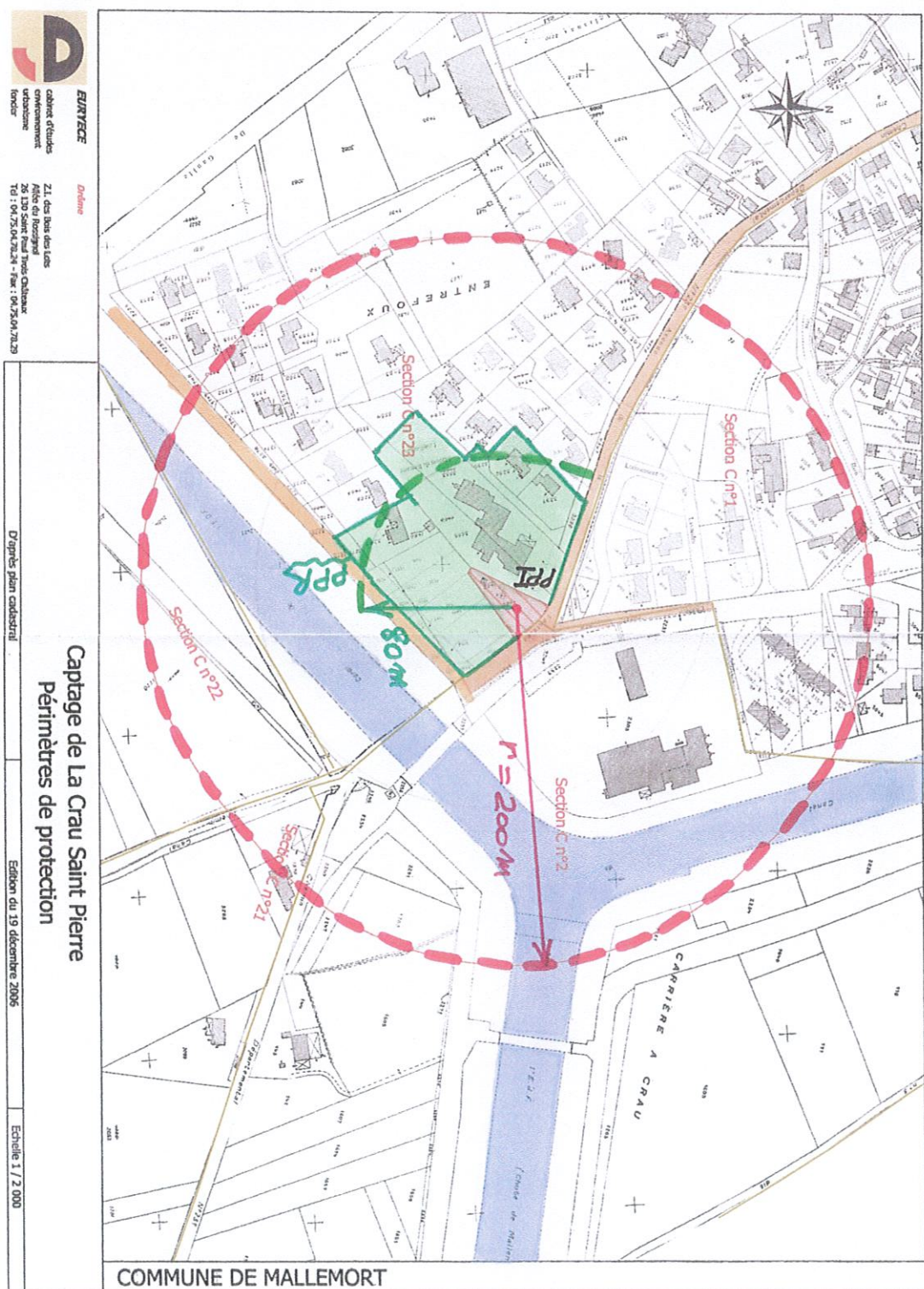


Fig.11.- Quelques vues actuelles (juin 2007) du PPI des captages de la Crau Saint Pierre, AEP de Mallemort. Une maison de retraite puis un lotissement encadrent désormais la parcelle contenant les captages. Sur ces documents, on observe l'état d'entretien médiocre de ce périmètre.

