



**MAIRIE DE MONOBLET (30)**

---

## **CAPTAGE AEP DU PALAIS A MONOBLET**

# **ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU NOUVEAU FORAGE**

**- Rapport final -**

**Décembre 2010**

**Rapport R- 1019**



**ARTÉSIE** - 8, Impasse de l'Aiguilleur - 13310 Saint-Martin-de-Crau

Tel : 09.62.02.03.89 / 06.67.89.44.52 – Fax : 04.90.47.11.31

Email : [contact@artesie.com](mailto:contact@artesie.com) - Société à responsabilité limitée au capital de 2 000 €

SIREN : 501 233 308 RCS ARLES - n°TVA FR19501233308


---

# SOMMAIRE

---

I. Contexte et objectifs de l'intervention.....	4
I.1. Cadre de l'intervention.....	4
I.2. Emplacement du captage.....	4
I.3. Liste des études précédentes.....	5
I.4. Contexte géologique et hydrogéologique .....	6
I.5. Données initiales sur la source et le forage .....	8
II. Diagnostic du forage par inspection caméra et diagraphies.....	12
II.1. Inspection caméra .....	12
II.2. Diagraphies par gamma-ray, log physico-chimique et micromoulinet.....	14
II.3. Reconstitution de la coupe technique du forage .....	18
III. Compte-rendu du pompage d'essai sur le forage du Palais d'août-septembre 2010 .....	19
III.1. Principes .....	19
III.2. Conditions de mise en œuvre de l'essai - Artésie Août-Sept. 2010.....	20
III.3. Résultats .....	21
IV. Conclusions et perspectives .....	30
<u>Liste des Annexes</u> .....	33
Annexe 1 : Compte-rendu détaillé de l'inspection caméra.....	34
Annexe 2 : Courbes d'ajustement de Theis .....	35

Ce dossier a été réalisé pour le compte de la Mairie de Monoblet par :

	<p><b>ARTÉSIE</b> - 8, Impasse de l'Aiguilleur – 13310 Saint-Martin-de-Crau 06.67.89.44.52 – Email : <a href="mailto:contact@artesie.com">contact@artesie.com</a></p>
--	---

Date d'émission	Numéro rapport	indice	Rédaction	Validation
7 décembre 2010	R-1019	-	Y. ARGOUARC'H L. LE BIDEAU	L. LE BIDEAU

# I. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'INTERVENTION

## I.1. CADRE DE L'INTERVENTION

La mairie de Monoblet exploite la source AEP du Palais au Sud-Ouest de l'agglomération, dans le vallon du ruisseau du Crespenou dont l'écoulement prend naissance au droit de la source. Une pompe immergée installée au fond de la chambre de captage alimente le réservoir à raison de 12 à 14 h de fonctionnement par jour d'utilisation de la source.

En Août 2005, la source a subi un étiage sévère qui a conduit la commune à réaliser en urgence un forage à 5 mètres de distance. Ce forage ayant été réalisé en urgence, aucun document technique (coupe, équipement) n'a été produit.

La commune a engagé une procédure de régularisation de ce captage vis-à-vis des Codes de la Santé Publique et de l'Environnement. Le captage a fait l'objet d'un premier courrier de l'hydrogéologue agréé du 27 juin 2007 demandant notamment des informations techniques complémentaires sur le captage (plan et coupe de la source, coupes géologique et technique du forage...) et proposant en première approche des principes de travaux de protection des deux ouvrages.

L'exploitation du captage soulève également des interrogations quant à l'impact éventuel sur le débit d'étiage du ruisseau du Crespenou, localement soutenu par la résurgence du Palais en période d'étiage.

Dans le cadre de la régularisation du forage et afin d'optimiser les modalités de son exploitation, la commune a confié à ARTESIE la réalisation d'une étude hydrogéologique comprenant les prestations suivantes :

- exploration de l'ouvrage pour en préciser les caractéristiques au moyen d'une inspection caméra,
- reconstitution de la coupe géologique et hydrogéologique du forage à l'aide de 3 diagraphies complémentaires : log chimique conductivité / température au repos, micromoulinet et gamma ray en pompage.
- réalisation en basses eaux d'un pompage d'essai par paliers puis de longue durée avec suivi du niveau dans le forage et du débit dans la source. L'objectif est de mesurer la productivité du forage, la disponibilité de la ressource dans le temps et l'incidence du pompage sur la source et le ruisseau.

Le présent rapport rend compte de ces investigations et des conclusions qui en découlent.

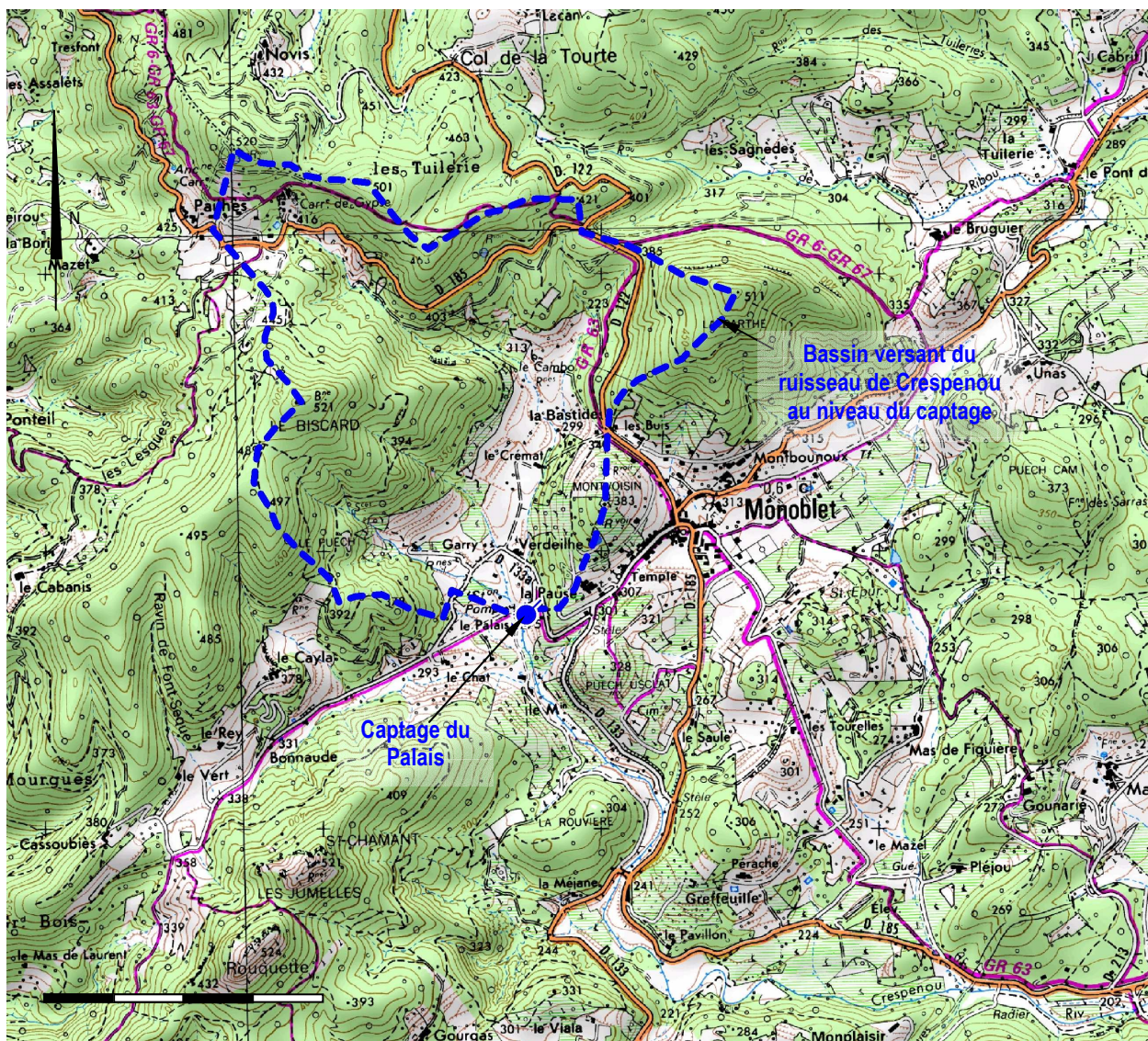
## I.2. EMPLACEMENT DU CAPTAGE

Le captage du Palais est localisé sur fond de plan IGN sur la carte suivante et sur fond de carte géologique sur la page suivante.

**Emplacement du captage**

Forage	Forage du Palais	Source du Palais
N° BSS	-	937-8-137
X Lambert III	723 718 m	723 721 m
Y Lambert III	3 189 754 m	3 189 758 m
Z sol m NGF	≈ 275 m NGF	≈ 275 m NGF

Carte n°1 - Localisation du site au 1 / 12 500



### I.3. LISTE DES ETUDES PRECEDENTES

La liste (non exhaustive) des études liées à notre connaissance au captage étudié est reportée dans le tableau suivant.

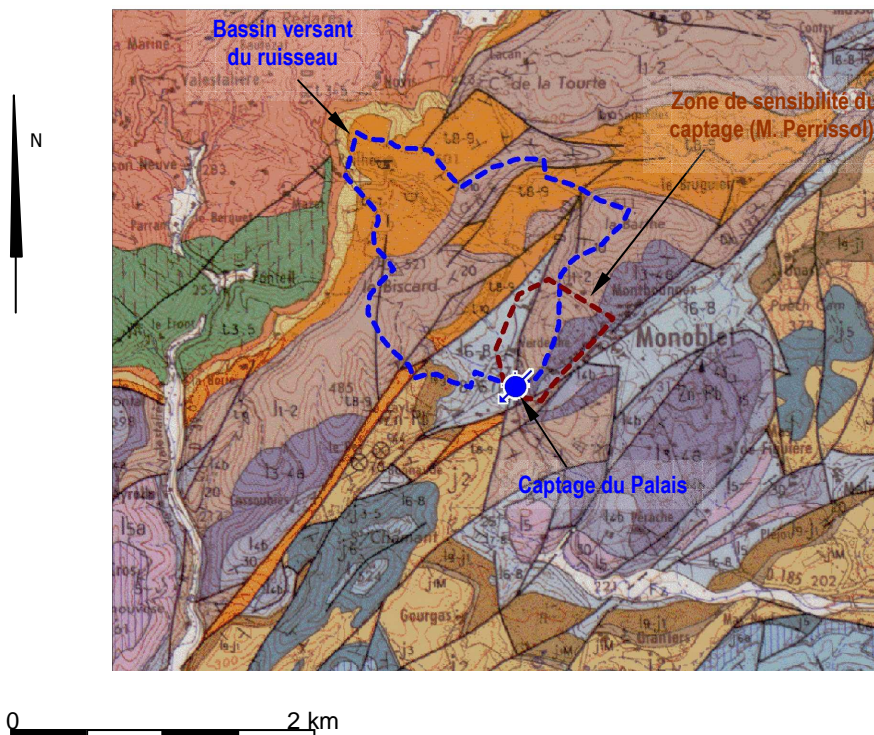
Liste (non exhaustive) des documents et études connus sur le captage du Palais

	Organisme détenant un exemplaire de l'étude	Transmis
Avis sanitaire hydrogéologique – R. Plécat, 29 mars 1989	-	Non
Source et forage du Palais – Avis sanitaire hydrogéologique préliminaire du 27 juin 2007	Mairie de Monoblet	Oui
Plans et coupe de la source du Palais	Infoterre	Oui
Facture d'exécution du forage le 24 juillet 2005 par la SARL BAISE	Conseil Général 34	Oui

## I.4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

La carte suivante consigne la géologie locale du captage étudié.

Carte n° 2 - Extrait de la carte géologique au 1/50000<sup>ème</sup>

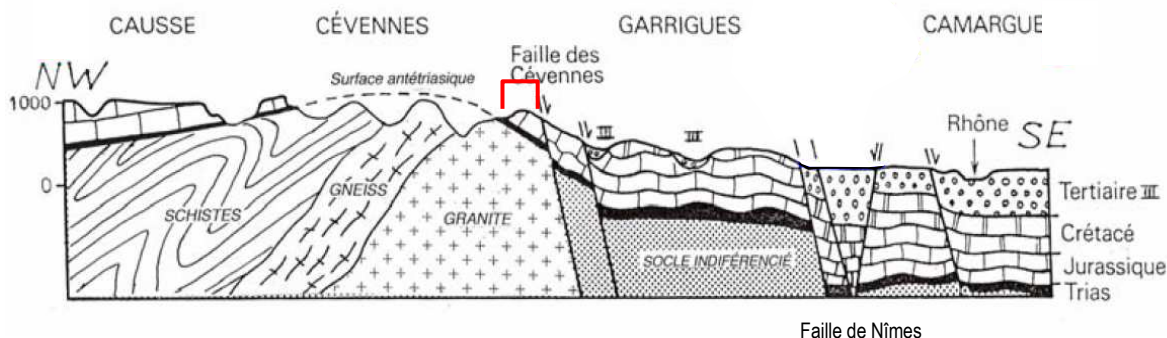


### Légende :

Fz : Alluvions récentes	Quaternaire
J6 : Marnes et calcaires marneux	Oxfordien supérieur
J5 : Marnes et calcaires marneux grumeleux et glauconieux	Oxfordien moyen
J3 : Marnes et calcaires marneux ou rouille	Callovien
J2 : Dolomie massive	Bathonien
J1M : Horizon marneux supérieur	Bajocien
I9-J1 : Calcaires roux à Cancellophycus et calcaires à chailles	Aalénien – Bajocien
I7-8 : Marnes grises à ammonites pyriteuses et schistes carton	Domérien-Toarcién
I6-8 : Lias marneux indifférencié	Lias indifférencié
I5 : Calcaires à débit feuilleté	Carixien
I5a : Calcaires à débit feuilleté	Carixien inférieur
<b>I4b : Calcaire à chailles</b>	<b>Lotharingien supérieur</b>
I3-5 : Calcaire indifférencié	Lias indifférencié
<b>I3-4a : Dolomies arénitiques</b>	<b>Sinemurien – Lotharingien inférieur</b>
<b>I1-2 : Dolomies cubiques</b>	<b>Hettangien</b>
t10 : Argiles et marnes	Keuper supérieur
t8-9 : Argiles supérieures	Keuper
t6-7 : Formations argilo carbonatée médiane	Muschelkalk
t3-5 : Grès et conglomérats de base	Trias moyen

Le captage est implanté au sein d'un ensemble sédimentaire tectonisé d'âge jurassique, près de ses limites avec le massif ancien des Cévennes.

### Coupe géologique régionale (Faillat 2006)



L'ensemble forme une structure en Horst découpée par une série d'accidents de directions différentes :

- Failles N45° : la faille bordière Nord-Ouest du horst de Pallières qui passe à un peu plus d'une centaine de mètres au Sud du captage. Cette faille principale est accompagnée d'une série de failles secondaires de même direction (NE-SO) localisées de part et d'autres de son tracé. La plus proche de ces failles d'accompagnement passe à 500 m au NO du captage et constitue la limite Nord-Ouest de la portion de terrains aquifères (calcaires et dolomies) par remontée d'une bande de terrains argileux du Keuper,
- Failles N10-20° : une série de failles secondaires et locales affecte les sédiments et forme une structure en écailles.

La tectonique isole un petit aquifère localement formé par des terrains karstiques formant le compartiment Est de la faille considérée :

- I4b : Calcaire à chailles (Lotharingien supérieur),
- I3-4a : Dolomies arénitiques (Sinémurien à Lotharingien inférieur),
- I1-2 : Dolomies cubiques (Hettangien).

La source du Palais est implanté sur le tracé d'une faille secondaire (faille Ouest) qui met au contact un compartiment peu perméable de marnes indifférenciées (I6-8) à l'Ouest et la formation aquifère des dolomies cubiques (I1-2) à l'Est. Le captage exploite directement cette dernière formation.

Ce petit bassin karstique est limité par la mise en contact de ces formations avec des niveaux marneux ou argileux insérés dans la stratigraphie (localement I6-8 à l'Ouest et à l'Est et t8-9 au Nord).

Les dolomies et les calcaires purs sont des roches particulièrement favorables au phénomène de karstification. Ce phénomène est caractérisé par une dissolution progressive de la roche à la faveur des zones de faiblesses particulières (zones de fractures, de fissures voire de zones particulièrement pures de la roche) qui aboutit à la formation d'un réseau de drains souterrains plus ou moins capacitifs et plus ou moins étendus contrôlé par la distribution des fractures, la lithologie des terrains traversés et l'érosion progressive des massifs. En général, c'est sur le tracé d'une zone préalablement fracturée ou faillée qui détermine préférentiellement le creusement des vallées et le tracé des ruisseaux. Ce semble être le cas du ruisseau du Crespenou dont le bras principal avoisine le tracé de la faille Ouest.

Compte-tenu de la topographie très marquée du secteur, les directions d'écoulement sont en général conditionnées par les axes de drainage constitués par les vallées et ruisseaux. Les failles et fractures, lorsqu'elles ne sont pas colmatées, peuvent également constituer des axes de drainage d'importances diverses dépendant de l'intensité de la fracturation et du degré d'ouverture des fractures.

Le ruisseau du Crespenou, plus ou moins confondu avec la faille Ouest, constitue l'axe de drainage principal du secteur. De plus, la source, implantée sur cet axe de drainage est probablement la résultante du croisement de cet axe de drainage avec un ou plusieurs conduits karstiques ou fractures locales.

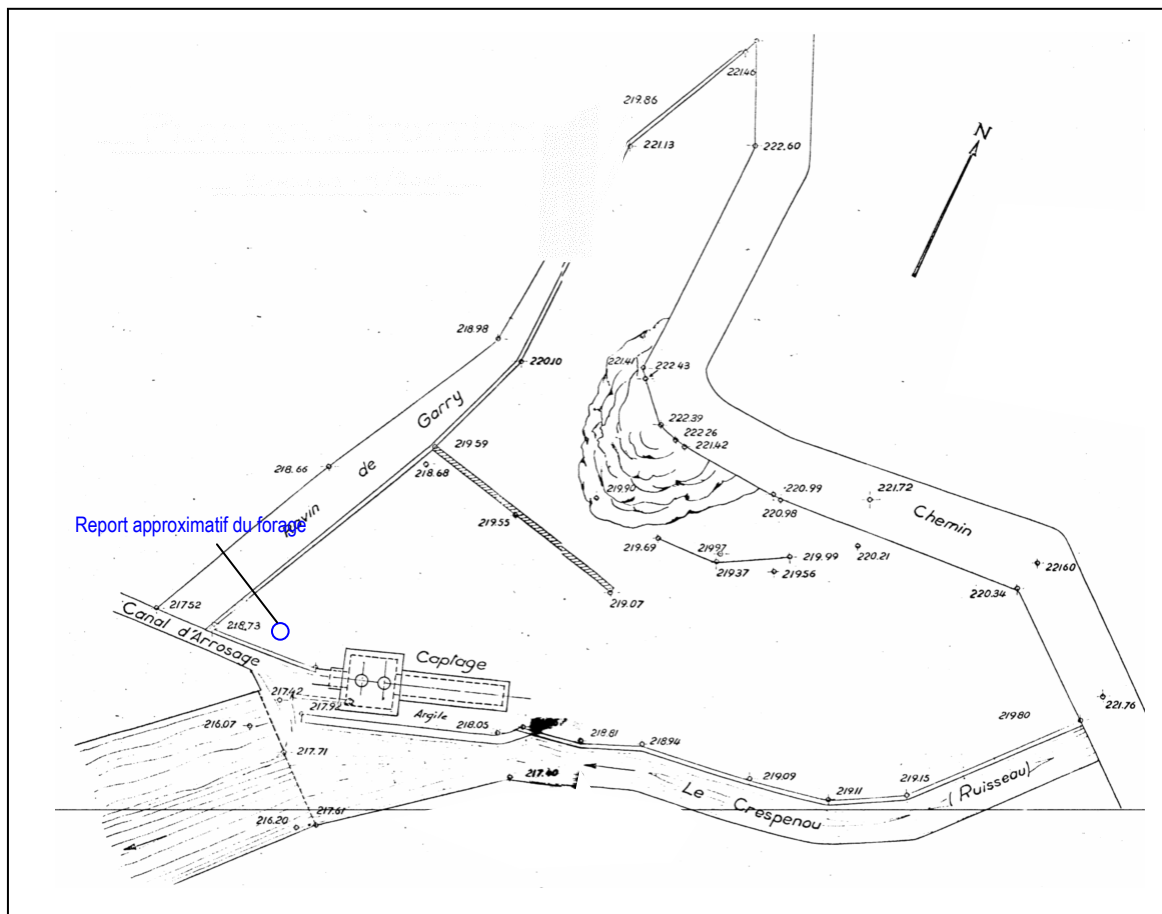
Sur la base de la carte géologique et de l'analyse de la topographie, l'hydrogéologue agréé nommé sur ce captage a dans son pré-avis du 27 juin 2007, a proposé une délimitation du bassin versant souterrain du captage compris entre la faille Ouest et la faille bordière du horst de Pallières qui convergent à environ 170 m en aval du captage (cf. carte n°2).

## I.5. DONNEES INITIALES SUR LA SOURCE ET LE FORAGE

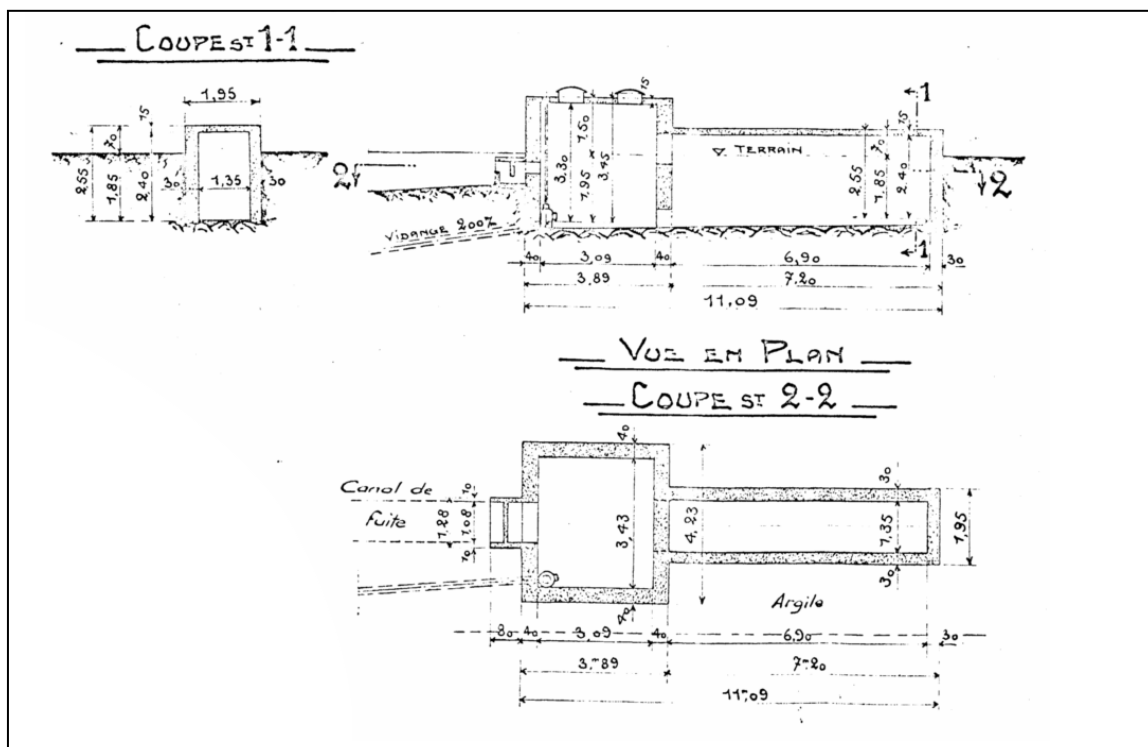
### I.5.1. DONNEES INITIALES SUR SOURCE DU PALAIS

La base de données infoterre du BRGM fournit le plan et la coupe de l'ouvrage de captage de la source (documents datés du 7 juin 1962).

Carte n° 3 - Plan de la source au 1 / 400 - 1962



### Coupes de l'ouvrage au 1 / 200 - 1962



L'ouvrage en béton est constitué d'une chambre de captage de 7,8 m x 1,35 m puis d'une chambre de pompage de 3,43 x 3,09 m encastrées au sommet du rocher.

La source est munie (cf. photographies de la page suivante):

- d'un trop plein de 1,08 m de large sur 0,30 m de haut, fonctionnant la plupart du temps hors des périodes d'utilisation de la source et du forage,
- d'une vanne de vidange de fond pour l'entretien de l'ouvrage (en état très incertain, la vanne étant d'apparence très corrodée et n'ayant pas été actionnée depuis longtemps).

Les deux dispositifs rejettent vers le ruisseau du Crespenou passant immédiatement à l'Est de l'ouvrage.

On note la présence d'une ancienne prise d'eau pour l'irrigation en aval direct du trop plein de la source (« canal d'arrosage » sur la carte n°3). Son canal se trouve en assez mauvais état et ne drainait en période d'étiage qu'un mince filet d'eau négligeable par rapport au débit du ruisseau en aval.

Le dossier infoterre recense 3 jaugeages historiques de la source :

- 6 juillet 1959 : 5,5 l/s,
- 14 septembre 1960 : 5,6 l/s,
- (date illisible) : 10 l/s.

En juillet 2005, la source a subi un étiage sévère. Selon M. Morin, agent communal, elle ne permettait d'assurer que quelques heures de pompage par jour par intermittence, soit une quantité inférieure aux besoins de la commune. Le niveau de la source approchait du fond de l'ouvrage (« présence de flaques » réparties au fond de la source après un cycle de pompage de courte durée).

The top-left photograph shows a close-up of a submerged pump assembly. A red arrow points to the pump body, labeled "Pompe immergée couchée". A blue arrow points to a concrete structure, labeled "Chambre de captage".

The top-right photograph shows a larger view of the treatment tank. A red arrow points to a circular valve, labeled "Vanne de vidange". A red arrow points to a float valve, labeled "Trop-plein". A blue arrow points to a concrete structure, labeled "Chambre de captage".

The bottom photograph shows the outlet of the overflow tank. A red arrow points to the concrete structure, labeled "Sortie du trop-plein". A blue arrow points to the water flow, labeled "Ecoulement".

### I.5.2. DONNÉES INITIALES SUR LE FORAGE DU PALAIS

Le forage a été réalisé le 24 juillet 2005 en urgence afin de palier au manque d'eau dû au tarissement de la source. Il a été implanté à 5 m à l'Ouest de la source.

Aucune coupe technique n'a été relevée lors des travaux et aucun compte-rendu de travaux n'a été rédigé. Seules la facture et l'interrogation orale du foreur amènent des informations techniques partielles.

Selon la facture, sa coupe technique simplifiée est la suivante :

- de 0 à 6 m : forage en diamètre 220 mm avec tubage acier 193,7 mm intérieur d'épaisseur 4 mm. L'espace annulaire, très réduit (environ 1 cm), a été comblé par des billes d'orégonite.
- de 6 à 79 m : forage en diamètre 165 mm.

Les terrains traversés ne sont pas précisés, on ne trouve que sur les notes du foreur la mention « calcaires : 80%, marnes : 20% ».

Le forage a été équipé d'un tubage PVC 115x125 mm sur toute sa hauteur, dont 48 m de tube crépiné selon la facture.

Selon les notes de terrain du foreur, des venues d'eau régulières ont été rencontrées entre 25 et 70 m de profondeur. Le débit au soufflage le jour de la réalisation du forage a été estimé à 15 m<sup>3</sup>/h.

Le forage a été équipé d'une pompe immergée Grunfos SP14A13 TRI 4 kw de 14 m<sup>3</sup>/h placée vers 60 m de profondeur. Aucun suivi du niveau dynamique n'ayant été noté pendant le test de fonctionnement de la pompe, on ne connaît pas le rabattement induit par le pompage pendant cette période d'étiage sévère. Une tête de forage provisoire a été aménagée. Elle est constituée d'une dalle béton de surface voisine de 1 m<sup>2</sup> délimitée par un muret de parpaings et surmontée par une plaque métallique non cadénassée. A ce jour, la tête de forage n'est pas étanche et non sécurisée vis-à-vis du public (aucun grillage ni cadenas).

#### Photographies de la tête de forage



Niveau légèrement  
artésien le 18 août  
2010

## **II. DIAGNOSTIC DU FORAGE PAR INSPECTION CAMERA ET DIAGRAPHIES**

Ces opérations ont été confiées à la société Idées Eaux et se sont déroulées en notre présence le 17 août 2010. Les paragraphes suivants résultent d'une synthèse du rapport fourni par Idées Eaux, du DVD de l'inspection vidéo et de nos propres observations.

### **II.1. INSPECTION CAMERA**

#### **II.1.1. MATERIEL UTILISÉ**

La caméra analogique DTR 65F MPX est une caméra couleur, à tête orientable télécommandée avec bascule (120°) et rotation (360°) de l'optique sous le globe. Elle est munie d'un éclairage haute luminosité, solidaire du mouvement de rotation du globe, composé de 18 leds permettant un éclairage de 20 Lux à 1 mètre. Le fût arrière permet de l'équiper avec un éclairage supplémentaire monté sur bague d'éclairage BVSE60 composée de 6 lampes halogènes de 15 W (3 en lumière directe et 3 en lumière diffusante).

D'un diamètre de 90 mm, pour 1,20 m de longueur, elle peut permettre d'inspecter des forages jusqu'à 1 500 mètres de profondeur. La caméra est munie d'un centreur réglé sur le plus petit diamètre rencontré dans l'ouvrage.

Dans les forages, la caméra descend au bout d'un câble coaxial déroulé depuis un treuil électrique TR350 et renvoyé par une poulie au droit du forage.

La caméra est pilotée depuis la régie de contrôle VSR 35 M-R3U en place dans le fourgon équipé. L'inspection est télévisée sur un écran LCD avec enregistrement sur disque dur HDD. Depuis ce disque dur, l'enregistrement est gravé sur DVD. À partir de ce dernier, des photos peuvent ensuite être extraites lors du traitement. En incrustation sur les photos et les enregistrements DVD sont indiquées les indications de profondeur, ou de progression.

#### **II.1.2. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'INSPECTION**

Le compte-rendu détaillé de l'inspection rédigé par Idées Eaux est fourni en annexe 1.

On retiendra en particulier les points suivants :

- Le tubage PVC est en bon état général sans dépôts ni déformations particulières,
- Les éléments PVC ont une longueur unitaire de 4 m et les raccords sont de type emboîté collé. Des bavures de colle sont visibles sous la plupart des raccords. À 10 cm au-dessus de chaque raccord, un rivet a été mis en place. Celui-ci a probablement été utilisé pour assurer l'emboîtement et limiter le temps d'attente nécessaire au séchage de la colle. Ce rivet dépassant du tubage peut occasionner des accrochages lors des opérations de démontage / remontage de la pompe ou de diagnostic du forage (comme cela a été le cas lors du micromoulinet vers 40 m de profondeur).

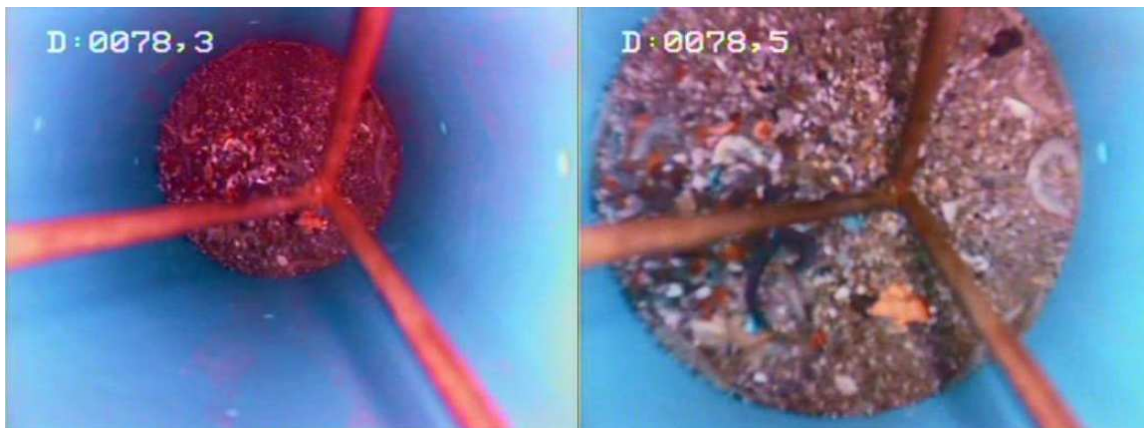
- Le tubage est crépiné entre 23,9 et 70,9 m de profondeur puis entre 74,9 et 78,9 m, soit une hauteur crépinée totale voisine de 51 m. Le tube plein entre 70,9 et 74,9 m peut signifier la présence d'un niveau sans arrivées d'eau (passage marneux ou calcaire massif non fissuré). Les crépines sont constituées de trous forés artisanalement à la perceuse répartis longitudinalement selon environ 5 génératrices. Leur diamètre doit être voisin de 5 à 7 mm si l'on se base sur le périmètre total du tubage. Ces ouvertures sont propres et non colmatées mais représentent une surface d'échange très faible. Si l'on considère un diamètre de 6 mm par trou, à raison d'un trou tous les 5 cm répartis sur 5 génératrices, la surface cumulée des ouvertures du tube crépiné est estimée à 0,027 m<sup>2</sup>. Sur 51 m de tubage, cette surface correspond à un taux d'ouvertures voisin de 0,15 %, ce qui est très faible par rapport aux tubes pré-perçés habituels,

#### Vue de la partie captante du tubage



- La profondeur actuelle du forage est de 78,7 m. Le fond est constitué de dépôts divers (probablement des résidus de cuttings de la foration) mais la profondeur mesurée étant proche de la profondeur annoncée, aucun phénomène de dépôt dans le temps n'a modifié la hauteur captée,

#### Vue du fond du forage



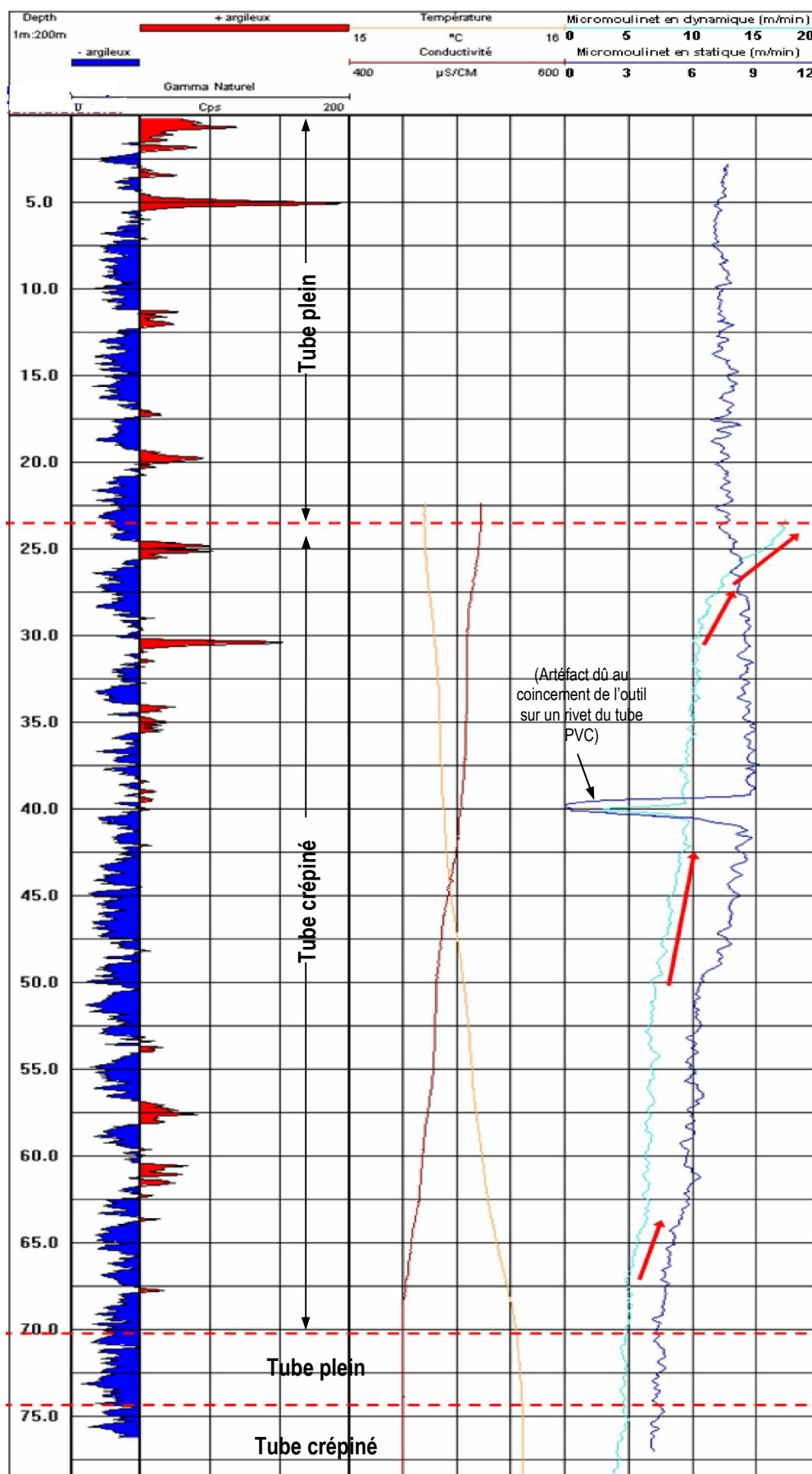
## II.2. DIAGRAPHIES PAR GAMMA-RAY, LOG PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROMOULINET

Afin de préciser l'origine des venues d'eau dans le forage AEP de la commune de MONOBLÉ, une diagraphe a été réalisée à l'aide d'une sonde combinée GFTC (gamma-ray, multiparamètres chimiques et micromoulinet), selon le protocole suivant :

- **mesure gamma ray, température, conductivité, micro-moulinet en mode statique (hors pompage)** de la surface jusqu'au fond,
- pose d'une pompe immergée 3" temporaire, fournissant un débit de 8,4 m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de 60 cm au bout de 10 minutes de pompage. Elle a été placée à -20 m de profondeur par rapport au sommet du tubage dans la partie pleine du tube PVC,
- **mesure température, conductivité, micro-moulinet en régime dynamique (en pompage)** depuis la base de la pompe (soit -20 m/sommet du tubage) jusqu'au fond de l'ouvrage (soit -78,5 m/sol compte-tenu de la présence de dépôts en fond d'ouvrage).

Les résultats des diagraphies menées sur le forage sont présentés sur la figure suivante.

### Synthèse des diagraphies obtenues (Idées Eaux)



### II.2.1. GAMMA-RAY

Cette diagraphie permet de préciser la coupe géologique du forage. La réponse Gamma-ray localise les zones argileuses de celles qui le sont moins et/ou les zones naturellement radioactives.

C'est un enregistrement de radioactivité gamma naturelle des formations. Les seuls éléments radioactifs ayant une concentration notable dans les matériaux naturels sont le potassium, l'uranium et le thorium.

Pour les formations sédimentaires on enregistre une radioactivité importante dans :

- les formations argileuses : certains minéraux argileux renferment du potassium (illite spécialement),
- les sels de potassium,
- les formations riches en matière organique qui peuvent concentrer l'uranium,
- les formations détritiques contenant des feldspaths (potassium) ou enrichies en minéraux lourds.

La sonde qui descend dans l'ouvrage est équipée d'un cristal à scintillation et d'un photomultiplicateur qui capte et amplifie le rayonnement naturel de certains minéraux radioactifs et renvoie sous forme de pulsations l'information en surface vers le système d'acquisition.

La diagraphie Gamma-ray obtenue sur le forage amène les informations suivantes :

- d'une manière générale, les valeurs de gamma-ray sont assez monotones et oscillent entre 40 et 80 CPS. Il s'agit d'un calcaire plutôt marneux.
- quelques pics plus forts sont observés vers - 5 m ; de -11,5 à -12,5 m ; -17 m ; -20 m ; -25 m ; - 31 m ; de -34 à -35,5 m ; -54 m ; de -57 à -58 m et de -60,5 à -62,5 m. Ces pics indiquent des niveaux plus argileux, correspondant probablement à des passages marneux dans la série calcaire,
- de 0 à -2,5 m, on observe des valeurs comprises entre 50 et 120 CPS qui indiquent des terrains argileux en surface. Il s'agit probablement des terrains d'altération, en général plus riches en particules argileuses (décalcification),
- les mesures confirment que la profondeur probable de la zone altérée superficielle avoisine 6 m. Le pré-tubage acier et le bouchon d'argiles installés par le foreur couvrent bien cette profondeur.

Cette diagraphie identifie donc une formation calcaire à passées marneuses relativement peu épaisses (de 0,5 à 2 m par intercalation).

La proportion de 80% de calcaires et 20% de marnes annoncée par le foreur à la foration se vérifie donc globalement à la lumière de cette diagraphie.

### II.2.2. LOG PHYSICO-CHIMIQUE

Du point de vue physico-chimique, hors pompage (après un arrêt du forage depuis plus de 24 h), on observe une légère progression entre 20 et 70 m de profondeur avec :

- une très légère hausse de la température avec la profondeur (de 15,3°C à 20 m et 15,6 °C à partir de 70 m),

- une baisse notable de la conductivité avec (de 525  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 20 m jusqu'à 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à partir de 70 m).

Ces paramètres ne varient plus sur les 10 derniers mètres. Cette progressivité traduit la présence entre 20 et 70 m de profondeur d'une zone de mélange d'eaux légèrement différentes entre des apports de faible profondeur et des eaux plus profondes.

### II.2.3. MICROMOULINET

Le micromoulinet est un appareil muni d'une hélice à axe vertical qui mesure le profil des vitesses ascendantes de l'eau (en direction de la pompe placée au-dessus de la sonde) en fonction de la profondeur. Les impulsions électriques détectées par le capteur mesurant la rotation de l'hélice sont transmises au compteur-récepteur par l'intermédiaire du câble conducteur qui supporte l'appareillage.

La sonde micro-moulinet se déplace avec une certaine vitesse dans le forage à contre courant du flux du fluide provoqué par le pompage. Les deux premières composantes de la rotation de l'hélice sont donc la rotation induite par le déplacement de la sonde dans le fluide ajouté à la rotation induite par le pompage.

Après soustraction de la vitesse peut ainsi établir le profil des venues d'eau dans le forage en fonction de la profondeur (graphe de la figure 3, page 15)

L'allure de cette diagraphie permet d'identifier, en conditions de pompage de 8,4  $\text{m}^3/\text{h}$ , quatre zones productives principales qui fournissent 87% du débit :

- 39% du débit sont fournis au dessus de 27 m de profondeur. Une partie non négligeable correspond probablement au passage des 25-26 m (premières venues d'eau conséquentes à la foration en étiage 2005) mais il est également possible compte tenu de l'absence de cimentation de l'espace compris entre le tube PVC plein et le trou nu au-dessous de 6 m, qu'une autre partie du débit provienne de venues d'eau moins profondes en face du tube PVC plein en le contournant par le bas. En l'état actuel de l'équipement, il n'est pas possible de dissocier ces deux origines,
- 18% du débit sont fournis entre 30 et 27,5 m de profondeur, sur environ 2,5 m d'aquifère,
- 15% du débit sont fournis entre 50 et 42,5 m de profondeur, sur environ 7,5 m d'aquifère,
- 15% du débit sont fournis entre 67 et 63 m de profondeur, sur 4 m d'aquifère.

Les 13% résiduels sont donnés par le reste de la zone captante produisant plus faiblement et de manière plus diffuse et régulière.

On constate que les changements de vitesses précèdent les passages repérés au gammay-ray comme plus marqués. Les niveaux marqués semblent donc participer à une certaine stratification verticale de l'aquifère, en tant qu'écrans peu perméables séparant les horizons transmissifs. Ce point peut également expliquer la légère stratification chimique observée, les courbes de température et conductivité étant fortement corrélées à la courbe des vitesses.

En résumé, environ 60% du débit de pompage de 8,4  $\text{m}^3/\text{h}$  en août 2010 provient d'horizons profonds situés au-dessous de 25 m.

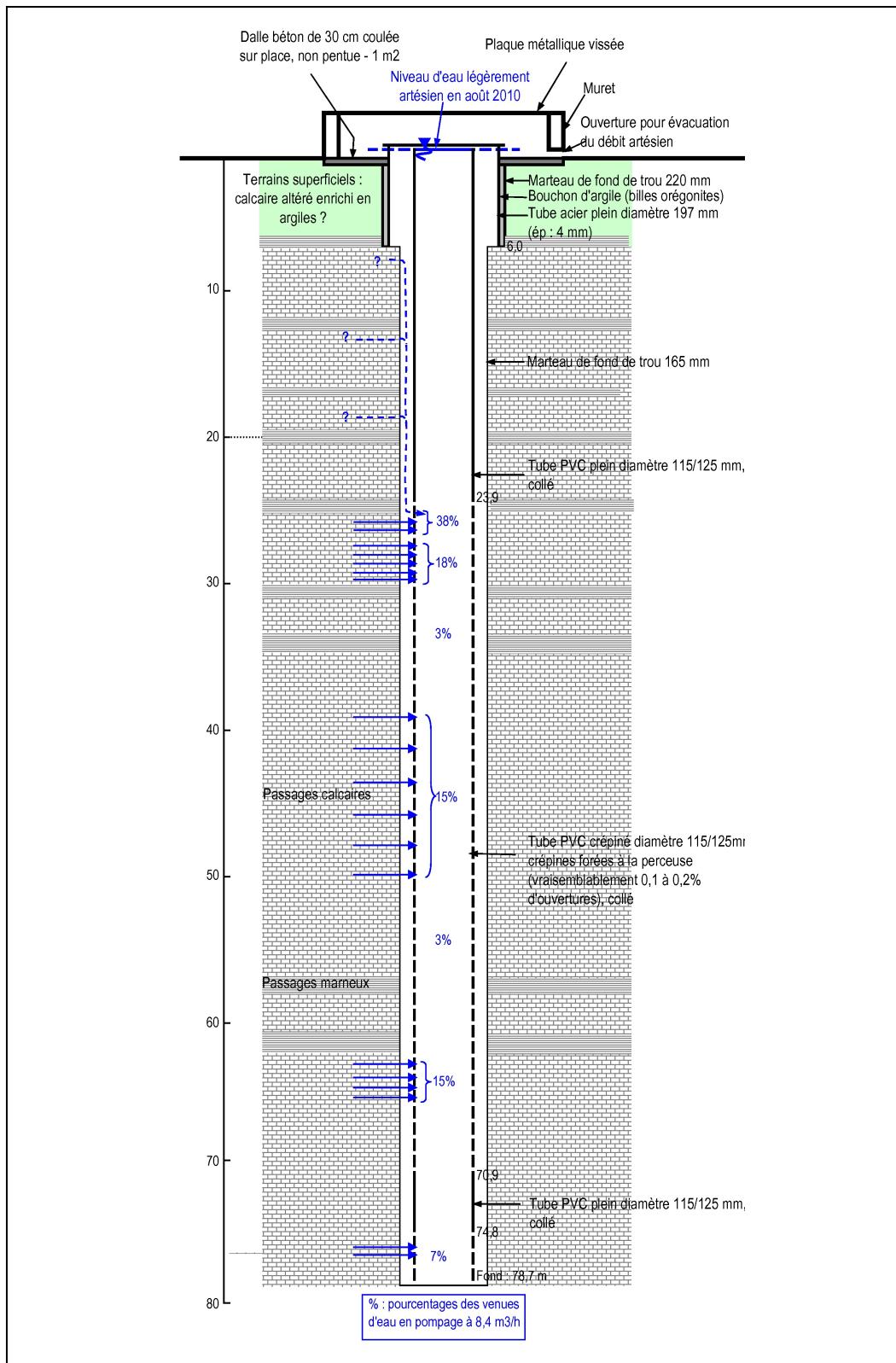
NB : ces proportions peuvent varier sensiblement avec :

- le débit testé (notamment selon la capacité hydraulique maximale des zones productives traversées)
- la période de l'essai (il n'est pas exclu qu'en étiage sévère, les horizons les plus superficiels puissent se tarir).

## II.3. RECONSTITUTION DE LA COUPE TECHNIQUE DU FORAGE

La coupe technique synthétique du forage construite a posteriori à l'aide des informations recueillies est la suivante :

**Coupe technique actuelle reconstituée du forage du Palais –  
Date d'exécution : 25 juillet 2010 – Société de forage : Baise Sarl**



### III. COMPTE-RENDU DU POMPAGE D'ESSAI SUR LE FORAGE DU PALAIS D'AOUT-SEPTEMBRE 2010

#### III.1. PRINCIPES

##### III.1.1. PRINCIPES DU POMPAGE PAR PALIERS

Les dimensions d'un forage et les phénomènes qui ont lieu à son voisinage introduisent des effets parasites qui déforment les courbes de rabattement lors des essais de pompage. Ces déformations se manifestent plus fortement au début du pompage, à l'inverse de celles inhérentes à l'aquifère (limites hydrogéologiques, changement de faciès,...) qui se manifestent de préférence après un certain temps de pompage. Ainsi, les pertes de charges singulières (ou effet de puits ou effet pariétal) dues au puits viennent s'ajouter aux pertes de charges théoriques dues à l'aquifère.

Les pompages d'essai par paliers de courte durée ont pour but de quantifier ces effets parasites, dus au puits et à son voisinage immédiat (crépine, massif filtrant) et ce faisant, de déterminer le débit d'exploitation optimal du forage. Les équations utilisées pour la détermination des pertes de charge ci-après sont celles de Jacob (1947) :

$$s = B.Q + C.Q^P$$

-> B désigne le coefficient de pertes de charge linéaires dans l'aquifère, C désigne le coefficient de pertes de charges non-linéaires dues aux turbulences au sein du forage.

-> P désigne l'ordre des pertes de charge non linéaires, ce coefficient varie de 1,5 à 3,5, mais dans un ouvrage en bon état il est souvent proche de 2.

Le rendement à un débit donné est le rapport dans l'ouvrage des pertes de charges linéaires (dues à l'aquifère) sur les pertes de charges totales.

##### III.1.2. PRINCIPES DU POMPAGE DE LONGUE DURÉE

Le pompage d'essai de longue durée, pratiqué de préférence à débit constant, a pour objectifs principaux la détermination des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère (transmissivité, coefficient d'emménagement), l'étude des caractéristiques géométriques de l'aquifère (limite d'alimentation, limite de drainance, imperméabilité, anisotropie...), l'évaluation en vraie grandeur des conditions d'exploitation de l'ouvrage et des impacts sur le milieu.

De nombreuses méthodes d'interprétation des essais de pompage longue durée existent, elles sont applicables aux diverses configurations hydrogéologiques.

Le calage des courbes de rabattement observées sur les ouvrages a été testé selon les formules « classiques » de Theis.

Formule de Theis en milieu confiné:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty \frac{e^{-y}}{y} dy \quad \text{avec} \quad u = \frac{r^2 \cdot S}{4 \cdot t \cdot T}$$

L'application de la formule de Theis en nappe libre nécessite l'emploi d'un rabattement corrigé :

$$s' = s - (s^2/2b)$$

s : rabattement (m)      Q : débit de pompage (m³/s)      T : transmissivité (m²/s)  
r : rayon d'action entre pompage et piézomètre (m)      S : coefficient d'emmagasinement  
b : épaisseur de l'aquifère libre      t : temps de pompage      t' : temps de remontée après arrêt

Les interprétations ont été effectuées à l'aide du logiciel AQTESOLV.

## III.2. CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DE L'ESSAI - ARTESIE AOUT-SEPT. 2010

### Conditions de mise en œuvre de l'essai

Pompage par paliers	3 paliers non enchaînés d'1h le 19 août 2010
Pompage longue durée	1 mois à 13,7 m³/h du 20 août 2010 à 12 h 00 au 20 septembre 2010 à 14 h 03
Dates suivi post essai	Du 20 septembre 2010 au 1 <sup>er</sup> octobre
Pompe	Pompe en place installée à 60 m de profondeur
Rejet de l'eau pompée	Refolement vers le réservoir. Point de débordement par ouverture d'une vanne au point bas du réseau de distribution au niveau de la station d'épuration (deux vallées plus loin, à 1,3 km à l'Est du captage) : aucun recyclage possible des eaux pompées
Suivi du débit	Débitmètre de la station avec comptage automatique des volumes
Suivis des niveaux d'eau	Sondes automatiques STS sur un pas de temps d'une à deux minutes (et contrôles manuels périodiques de l'absence de dérive) dans F1 et la source à 5 m du forage
Suivi du débit de la source	En raison de l'impossibilité de suivre le débit au droit de la source (non fonctionnement du trop-plein et venues d'eau assez diffuses autour de la source), un seuil déversoir triangulaire a été aménagé dans le lit rocheux du ruisseau du Crespenou à environ 20 m en aval de la source en un point de convergence des écoulements. Le niveau d'eau en amont direct de ce seuil a été suivi en continu à l'aide d'une sonde de niveau automatique Druck 0,3 bar reliée à un enregistreur Octopus et le calage du coefficient de débit a été effectué par deux jaugeages au bac à deux moments différents. La courbe des niveaux enregistrés a ainsi été convertie en courbe de débits.

Les deux repères de la source et du forage ont fait l'objet par nos soins d'un nivellement relatif au niveau de chantier.

L'essai correspondait à une période de basses eaux, le niveau d'eau dans le forage avant pompage correspondait à la cote relative :

- 97,95 m NGF au début du pompage par paliers (3 cm au-dessous du haut du tubage),
- 97,98 m NGF au début du pompage de longue durée, soit au niveau de la cote du haut du tubage (forage faiblement artésien, probablement de l'ordre de 5 à 10 cm par rapport au bord du tubage si l'on en croit les courbes de suivi des niveaux de la source voisine).

Avant l'essai de longue durée, le forage a été stoppé pendant 2 h 15, durée suffisante pour observer un retour à l'équilibre naturel dans le forage et dans la source.

L'essai de longue durée a été interrompu après 16,5 jours d'étiage par un orage important survenu dans la nuit du 6 au 7 septembre 2010. Cet orage a provoqué une coupure d'électricité à 21 h 37 induisant l'arrêt de la pompe et la remontée du niveau. La pompe a été remise en marche le lendemain matin à 8 h 05, soit une durée d'arrêt de 10 h 23. Entre temps, l'orage a occasionné de très importantes précipitations (260 mm entre le 6 septembre à 21 h 45 et le 7 septembre à 6 h à la station météo de Durfort à 6 km) provoquant une « crue » de la nappe et du ruisseau et perturbant la descente dans le forage.

L'essai a néanmoins été prolongé jusqu'au 20 septembre (seconde période sans recharge par la pluie).

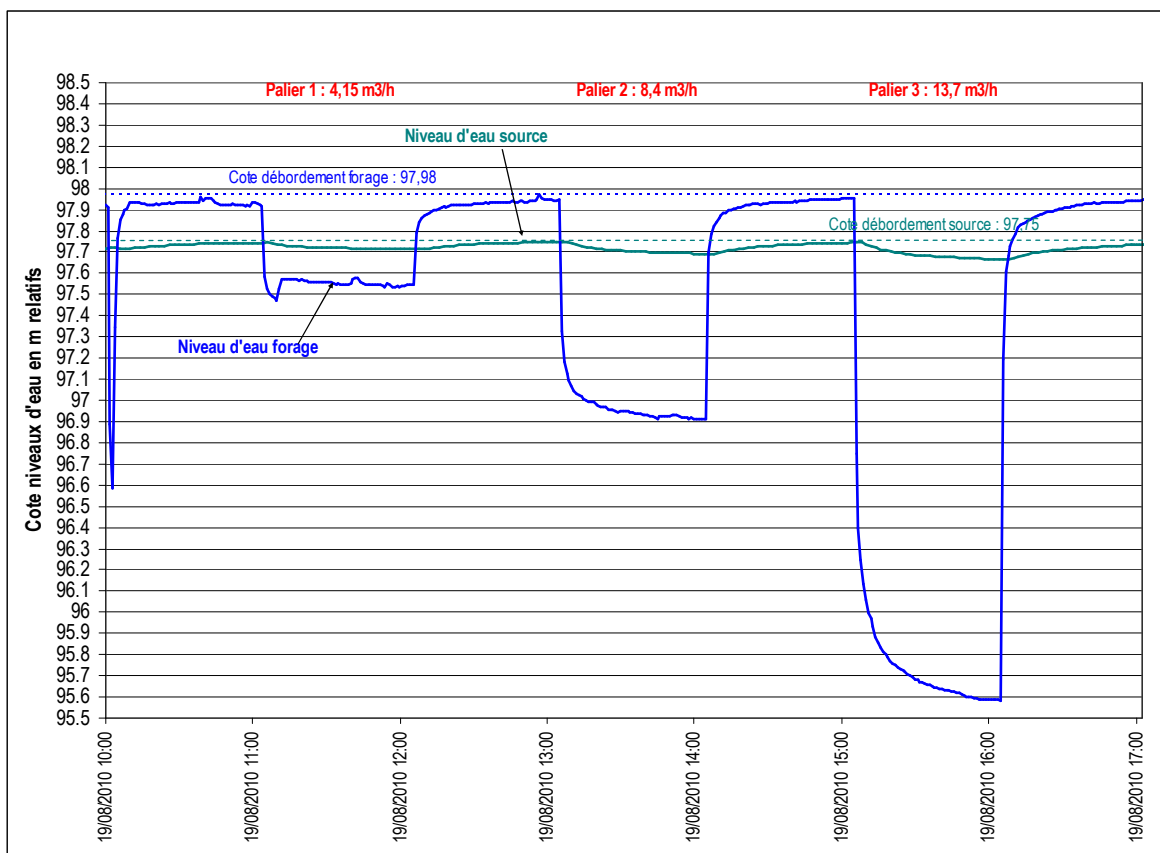
L'essai se trouve donc décomposé en une première descente en période d'étiage et une seconde descente après une recharge conséquente de la nappe (niveau naturel remonté d'environ 1 m dans le forage).

### III.3. RESULTATS

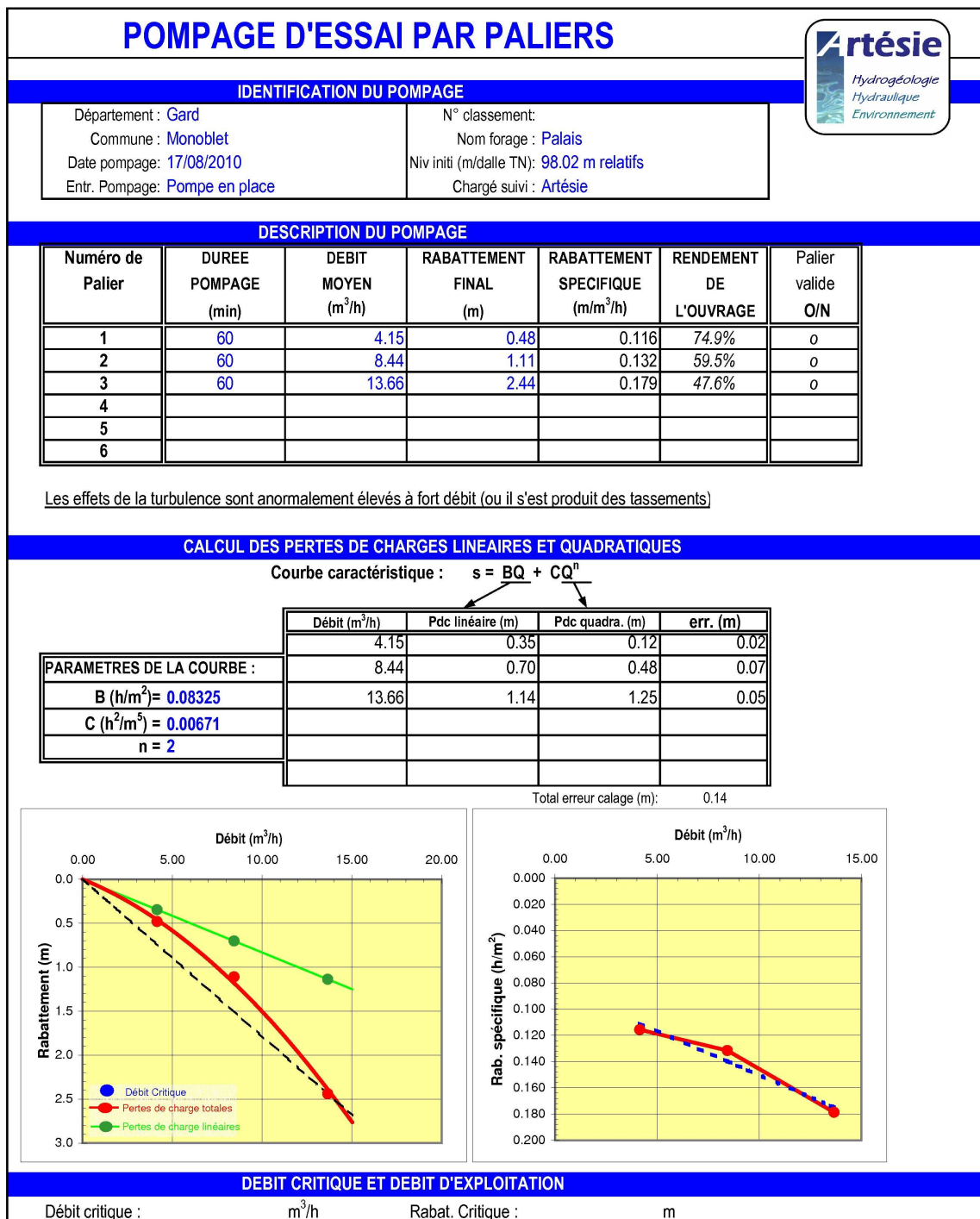
#### III.3.1. RESULTATS DU POMPAGE PAR PALIERS

3 paliers non enchaînés d'1h, chacun suivis par 1 h de remontée ont été réalisés aux débits suivants : 4,15 ; 8,4 et 13,7 m<sup>3</sup>/h par manipulation de la vanne 'quart de tour' présente en tête du forage. Les courbes de fluctuations des niveaux d'eau sont reportées sur le graphique suivant.

**Résultats bruts du pompage par palier dans le forage du Palais à Monoblet**



## Interprétations du pompage d'essai par paliers – forage du Palais à Monoblet



La courbe de rabattement spécifique en fonction du débit est quasi linéaire, tous les paliers peuvent donc être considérés. Dans la plage de débits testés, le rendement de l'ouvrage est moyen à faible, entre 75% (à faible débit) et 48% (à fort débit).

Les pertes de charges quadratiques, faibles à 4 m³/h, dépassent les 50% du rabattement observé au débit d'exploitation du forage. Ces pertes peuvent être imputées au moins en partie à l'équipement du forage dont les crépines du tubage PVC présentent un taux d'ouvertures très faible (de l'ordre de 0,15%). En se basant sur le taux d'ouvertures estimé à l'aide de l'inspection caméra (méthode approximative), on aboutit à 0,027 m² d'ouvertures cumulées sur les 51 m crépinés, ce qui correspond à une vitesse moyenne de l'eau à

travers ces ouvertures voisine au débit d'exploitation de 14 cm/s. Cette valeur représente environ 5 fois la valeur recommandée (3 cm/s) pour éviter la prépondérance des turbulences autour des crépines.

D'éventuels écoulements turbulents dans l'aquifère, au voisinage des fractures productrices (ou conduits karstiques) ne sont en outre pas à exclure.

On ne décèle pas de point d'inflexion net de la courbe du débit en fonction du rabattement. Compte-tenu du faible rabattement engendré au débit d'exploitation (environ 2,5 m) par rapport à la colonne d'eau disponible au-dessus de la pompe (60 m), l'exploitation du forage à un débit de 15 m<sup>3</sup>/h peut donc s'envisager sans risques particuliers.

Il est tout de même recommandé pour une meilleure gestion dans le temps de remplacer le tube PVC par un tube crépiné à ouvertures minimales de 5%.

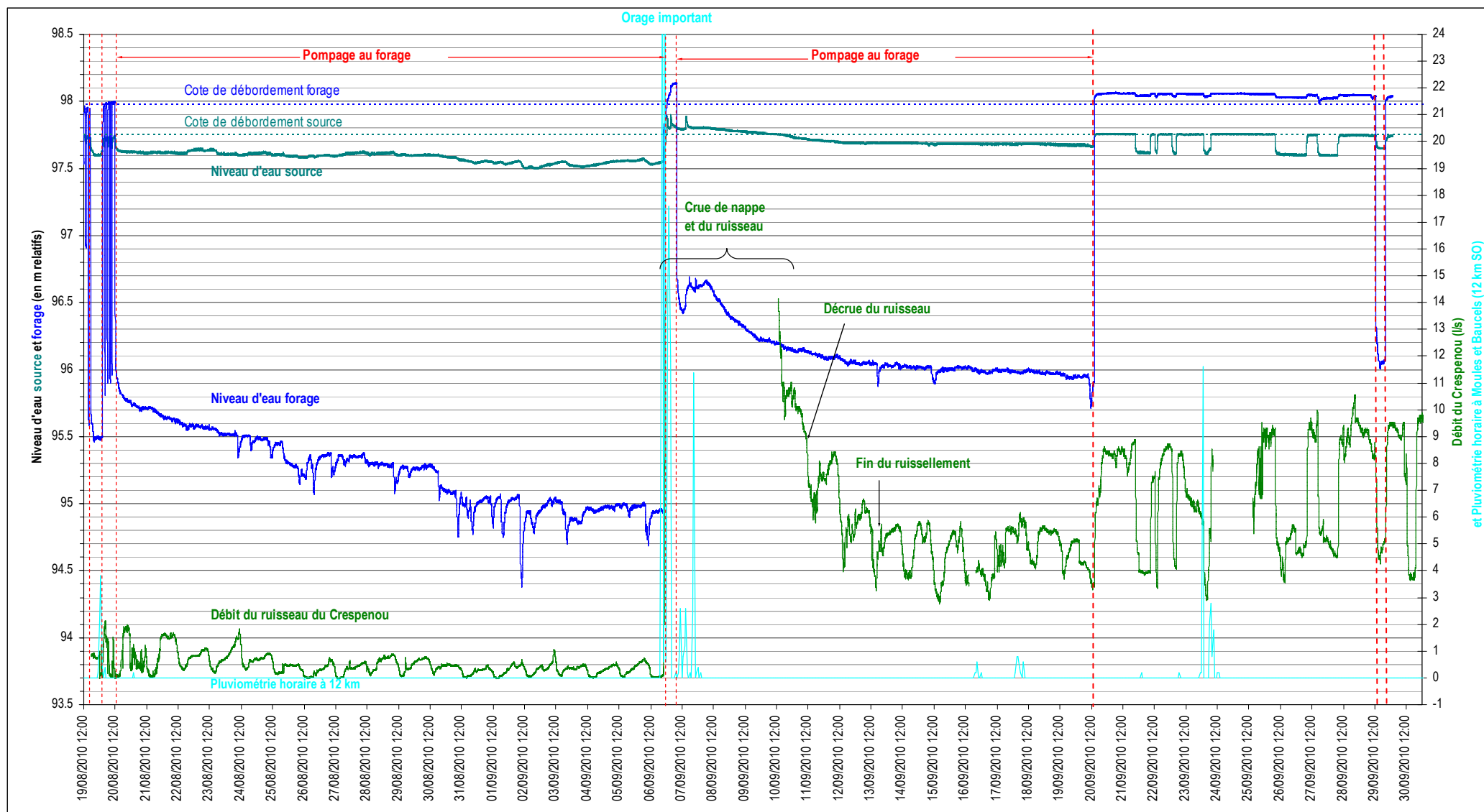
### **III.3.2. RESULTATS DU POMPAGE D'ESSAI DE LONGUE DUREE**

Le graphe suivant récapitule le suivi simultané :

- du niveau d'eau dans le forage,
- du niveau d'eau dans la source débutant à 5 m du forage,
- du débit instantané du ruisseau à 20 m en aval (hors épisode orageux, le débit de ce ruisseau en amont de la source était nul, c'est donc le débit global de la source du Palais que l'on mesure en temps sec).

Il intègre également la pluviométrie horaire à la station météorologique de Moules et Baucels, station la plus proche disposant d'un suivi horaire, à 12 km au Sud-Ouest du site. Compte-tenu du relief et de la distance, il peut exister un décalage dans le temps et une différence d'intensité entre les enregistrements de cette station et la réalité du site testé.

# Données brutes du suivi lors du pompage d'essai du 16 au 20 novembre 2010

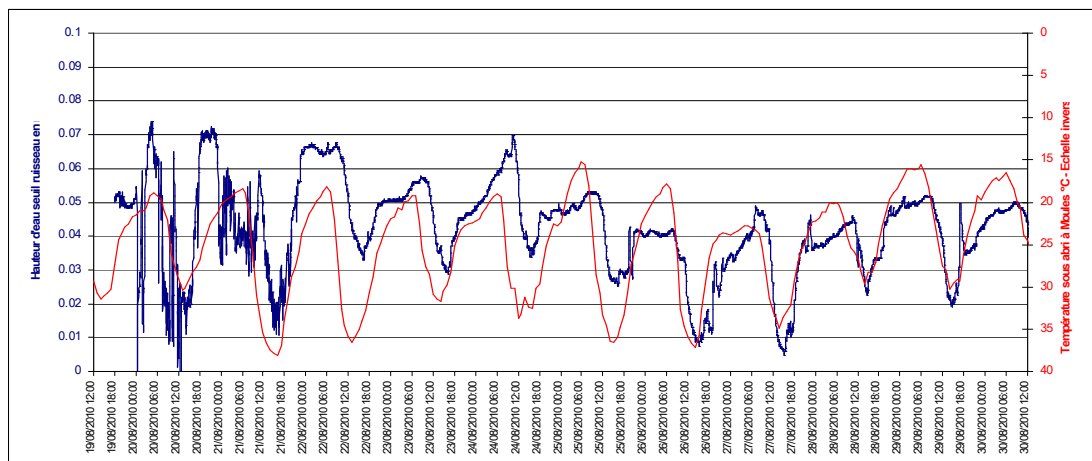


### III.3.3. OBSERVATIONS

Les résultats bruts amènent les observations suivantes :

- Le pompage d'essai s'est déroulé en condition de basses eaux en fin d'été 2010. Au vu des données pluviométriques de 2010, l'été n'est en revanche pas très marqué et n'est pas comparable à l'été sévère de 2005 ;
- L'aquifère est très réactif aux pluies, ce qui témoigne d'une connexion avec la surface (affleurements directs des calcaires sur le bassin étudié et fracturation sub-v verticale favorisant les percolations profondes) et vraisemblablement d'une porosité utile globale limitée à l'échelle de l'impluvium. Ceci montre également l'importance de la période considérée, le niveau dans le forage semblant sujet à d'importantes variations durant le cycle hydrologique. Le même essai effectué dans des conditions équivalentes à l'été 2005 pourrait donner des résultats sensiblement différents ;
- On décèle dans la première descente sur le forage et dans une moindre mesure au niveau de la source des sautes de niveaux plus ou moins brutales sans cyclicité particulière. Ces variations ne peuvent être qu'attribuées en l'état des connaissances :
  - soit au fonctionnement de la pompe du forage (variations brutales de la puissance d'alimentation ?), mais ces variations ne se retrouvent pas dans l'enregistrement du débit horaire,
  - soit à un second pompage domestique à proximité. Selon la mairie, il existe plusieurs autres forages dans le hameau du Palais à partir d'une cinquantaine de mètres du site. Dans cette hypothèse, ce ou ces forages exploiteraient donc les mêmes niveaux aquifères que le forage du Palais, la source exploitant des horizons plus superficiels, avec une perte de charge témoignant d'échanges atténués entre les deux horizons ;
- Dans le ruisseau, les niveaux d'eau au droit du seuil sont affectés de fluctuations cycliques de période 24 h et d'amplitude assez régulière comprise entre 2 à 4 cm (hors période de crue, où elles sont plus difficiles à déceler. La corrélation très forte avec le cycle journalier des températures montre que ce phénomène peut être attribué à l'évapotranspiration des végétaux (un chevelu racinaire important puise dans le ruisseau recouvert par les arbres). Ce phénomène est connu et a été caractérisé par plusieurs auteurs (Callede 1977). Ces fluctuations ne se retrouvant ni dans la nappe, ni dans la source, on en déduit que la végétation locale a un effet moindre sur la nappe.

#### Corrélation entre les fluctuations journalières de niveau du Crespenou en aval de la source et le cycle des températures (échelle inversée)



- Le débit du ruisseau est représentatif du débit de la zone de source du Palais en dehors des événements pluvieux. Les périodes où ce débit est influencé ont été déterminées par observation de l'existence ou non d'un écoulement en amont de la source au niveau du pont du Palais (à environ 40 m en amont) et de l'allure de la courbe du ruisseau. Il s'agit des périodes suivantes : du 6/09/2010 au soir au 14/09/2010 (orage très intense avec débordements du seuil et une décrue répartie sur quelques jours) et la journée du 24/09/2010 (petit orage localisé). Les autres pluies n'ont pas provoqué de ruissellement durable vers le cours d'eau. La pluie du 19 août au soir, avant lancement du pompage de longue durée, a eu un effet décelable sur la nappe (recharge d'une dizaine de cm) et également sur les pics de la courbe de fluctuation du ruisseau mais pas sur ses valeurs minimales. Elle a probablement induit un ruissellement vers le Crespenou pendant quelques heures ;
- Le pompage dans le forage n'a pas conduit à une réelle stabilisation du niveau mais la pente de descente reste très faible. Le rabattement maximum a été voisin de 3 m en fin de première descente en étiage (après 16,5 jours de pompage) ;
- Le prélèvement au forage a eu un effet sur le niveau d'eau dans la source. Le rabattement induit dans la source à 5 m de distance se trouve relativement atténué, de l'ordre de 15 cm. Le niveau d'eau naturel dans le forage étant toujours supérieur à celui de la source d'au moins 40 cm, on en déduit que la source est alimentée per ascensum depuis les horizons aquifères sous-jacents exploités par le forage.

### III.3.4. CALCUL DES PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES

Un essai d'ajustement des paramètres hydrodynamiques a été effectué selon la méthode de Theis en nappe libre pour chacune des deux descentes. Les courbes d'ajustement sont consignées en annexe 2.

Cependant, la théorie de Theis s'applique aux milieux homogènes avec écoulements laminaires, ce qui n'est pas le cas ici, où l'hétérogénéité du milieu karstique et/ou fissuré est très forte et où des écoulements turbulents peuvent se manifester notamment le long de certains conduits karstiques. Ce point doit conduire à considérer l'estimation de ces paramètres avec prudence.

En outre :

- les événements pluvieux ont rendu impossible l'interprétation de la première remontée et de la première partie de la seconde descente,
- les décrochements observés dans la courbe de la première descente perturbent son interprétation, notamment au niveau de la source, où le rabattement mesuré est faible,
- l'ajustement sur la source doit être considéré avec prudence, celle-ci ne correspondant pas directement au niveau aquifère sollicité par le forage,
- enfin, l'essai de longue durée sur un tel aquifère dont les fluctuations naturelles sont très sensibles est probablement affecté par une baisse lente des niveaux entre deux périodes de recharge (tarissement naturel de la nappe). La notion de niveau statique n'a pas ici de réalité propre. Les courbes de descente mesurées sont la somme de la baisse naturelle des niveaux et du rabattement induit par le pompage. En l'absence des premières dans une zone représentative et non soumises aux influences du pompage (garanties très difficiles à réunir dans un tel aquifère), il est incertain de tenter de dissocier les deux effets de la courbe finale. La transmissivité calculée à partir des descentes est donc probablement sous-estimée.

Les paramètres obtenus sont listés dans le tableau suivant :

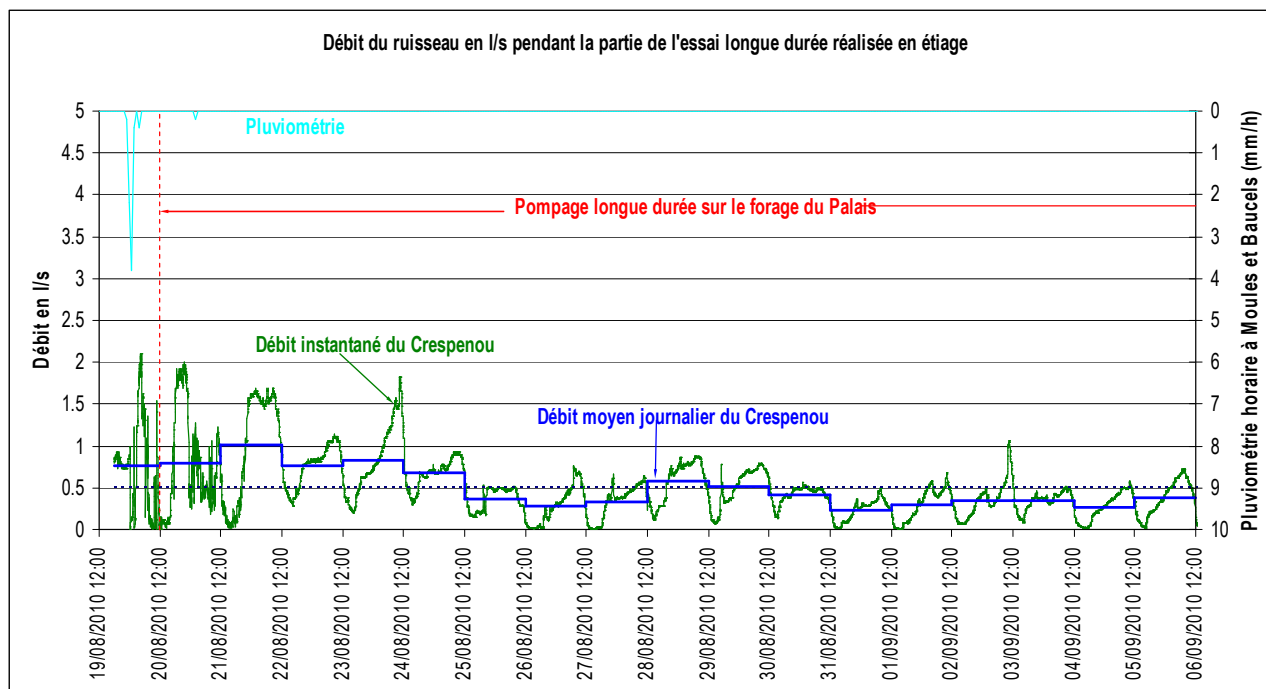
### Paramètres hydrodynamiques issus de l'ajustement de Theis

		Transmissivité apparente en m <sup>2</sup> /s	Coefficient d'emmagasinement apparent
Forage	1 <sup>ère</sup> descente	$> 1,3 \cdot 10^{-3}$	-
	2 <sup>ème</sup> descente	$> 2,7 \cdot 10^{-3}$	-
	2 <sup>ème</sup> remontée	$1,3 \cdot 10^{-2}$	-
Source (pas directement les mêmes horizons aquifères)	1 <sup>ère</sup> descente	Inexploitable	0,13
	2 <sup>ème</sup> descente	$1,6 \cdot 10^{-2}$	-
	2 <sup>ème</sup> remontée	$8,9 \cdot 10^{-3}$	-

> : valeur probablement sous-estimée du fait de la décrue naturelle de la nappe (cf. page précédente)

### III.3.5. IMPACT DE L'EXPLOITATION DU FORAGE SUR LE RÉGIME DU RUISSEAU

Afin de s'affranchir de l'effet journalier de l'évapotranspiration, on trace sur le graphe suivant la courbe des moyennes journalières.



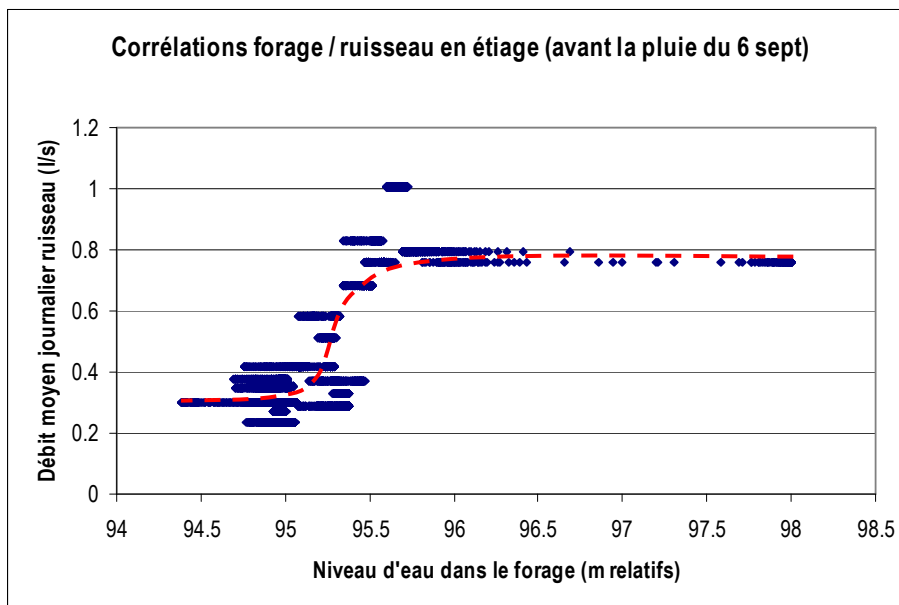
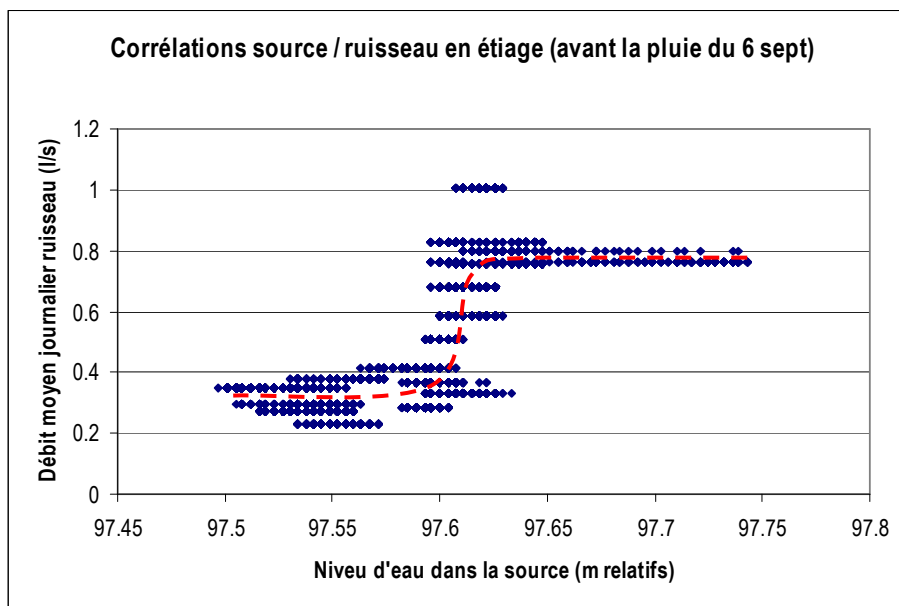
Durant le pompage de longue durée, le ruisseau est passé par trois phases :

- une première phase d'étiage (19 août au 6 septembre) avec un faible débit variant en moyenne journalière entre 0,25 et 1 l/s. Ce débit est entièrement produit par la résurgence du Palais,

- une deuxième phase de crue puis de décrue (6 au 14 septembre), où l'écoulement est influencé par le ruissellement,
- une troisième phase de « moyennes » eaux (après le 14 septembre) avec un soutien par la nappe accru du fait de la recharge de l'épisode orageux.

Durant la première phase d'étiage et la première partie de l'essai longue durée, on ne décèle pas d'influence claire du début du pompage sur le débit du ruisseau. On observe, certes, une tendance à la baisse du débit moyen (0,8 l/s à 0,3 l/s) mais celle-ci semble régulière.

On trace sur les graphes suivants les corrélations entre les niveaux enregistrés dans la source et le forage et le débit journalier du Crespenou en aval.



Ces deux courbes suggèrent l'existence pour le niveau de la nappe d'un « effet de seuil » en période d'étiage au-dessous duquel le débit moyen journalier du ruisseau est en baisse sensible. Cet effet de seuil est compatible avec le fonctionnement d'une source karstique de débordement où, lorsque le niveau de la nappe passe au-dessous de ce seuil, une ou plusieurs fractures ou conduits karstiques parmi les plus élevés de la zone de résurgence ne participent plus au débordement et cessent donc toute alimentation du cours d'eau.

Sur la période d'étiage étudiée, les seuils au-dessous desquels le débit du ruisseau baisse sensiblement correspondraient aux niveaux d'eau suivants :

- source  $\approx 97,6$  m relatifs, soit une profondeur de 2,40 m par rapport au bord métallique du regard Est,
- forage  $\approx 95,4$  m relatifs, soit une profondeur de 2,58 m par rapport au bord du tubage métallique.

Si l'on se réfère aux chroniques de niveaux mesurées, l'exploitation de la source est plus impactante que le forage sur le débit du ruisseau en période d'étiage puisque le pompage dans la source provoque un rabattement plus fréquemment au-dessous de son « seuil » considéré que ce n'est le cas pour le forage.

Lors de la troisième phase (moyennes eaux après une recharge de la nappe), le ruisseau atteint un débit plus important (cf. graphe de la p.24). En outre, ce débit passe de 4,5 l/s en pompage à 8,5 l/s quasi immédiatement après l'arrêt du pompage. Ce surplus de 4 l/s s'explique par le débordement quasi instantané après la fin de l'essai de la source et du forage, devenu nettement artésien après recharge de la nappe.

En résumé, l'impact de l'exploitation en continu du forage du Palais à 13,7 m<sup>3</sup>/h sur le débit du ruisseau est limité. Il semblerait se manifester en conditions d'étiage annuel 2010, lorsque le pompage fait passer le niveau d'eau dans le forage au-dessous de 2,6 m de profondeur, par un déficit de débit dans le ruisseau évalué au maximum à 0,5 l/s (1,8 m<sup>3</sup>/h). Cependant, l'exploitation du forage est légèrement moins impactante en terme de durée sur le régime du cours d'eau en étiage que lorsque la source était exploitée seule comme c'était le cas avant 2005.

## IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

### IV.1. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

La présente étude a permis :

- D'établir à l'aide des diagraphies la coupe hydrogéologique du forage qui exploite sur 79 m d'épaisseur une formation calcaire entrecoupée de quelques bancs métriques de niveaux marneux avec 4 à 5 zones de venues d'eau réparties sur la coupe du forage, dont au moins 60 % sont produites au-dessous de 25 m de profondeur (dans les conditions de l'essai au micromoulinet d'août 2010). Il est possible que cette proportion augmente en conditions d'étiage plus sévère puisque selon le foreur, la première venue d'eau conséquente lors de la foration en 2005 a été rencontrée vers 25 m ;
- De préciser, par l'examen de la facture des travaux, l'inspection caméra et une enquête auprès du foreur, l'équipement actuel du forage. Celui-ci se caractérise notamment par une protection de surface insuffisante et une cimentation limitée à la dalle du caniveau technique protégeant la tête du forage ;
- De montrer que la productivité de la nappe en étiage annuel 2010 est bonne au regard des besoins, le rabattement dans le forage après 16 jours de pompage étant limité à 3 m pour une colonne d'eau au-dessus de la pompe de 60 m ;
- De calculer le rendement propre au forage, plutôt faible, probablement en raison du taux d'ouvertures insuffisant des crépines du tube PVC inséré dans le trou nu. Mais ce rendement est compensé par les bonnes caractéristiques productives de la nappe ;
- De proposer une estimation des paramètres hydrodynamiques caractéristiques du forage, dans les limites de validité de la méthode ;
- De préciser le mécanisme d'alimentation de la source du Palais qui donne naissance au ruisseau du Crespenou. Cette source est soutenue au moins en partie par une alimentation per ascensum depuis les horizons artésiens sous-jacents que le forage exploite, avec une perte de charge minimale de 40 cm. Cependant, l'effet du pompage dans le forage sur la source est limité, probablement du fait de la présence de plusieurs niveaux marneux entre les deux unités : le rabattement induit dans la source par le pompage au forage est d'environ 15 cm ;
- De mettre en évidence le caractère relativement plus fluctuant du niveau d'eau dans le forage qu'au niveau de la source ;
- De montrer que l'impact de l'exploitation en continu du forage du Palais à 13,7 m<sup>3</sup>/h sur le débit du ruisseau en août 2010 est limité. Un impact semblerait cependant se manifester dans les conditions d'étiage de 2010 lorsque le pompage fait passer le niveau d'eau dans le forage au-dessous de 2,6 m de profondeur, par un déficit de débit dans le ruisseau évalué au maximum à 0,5 l/s (1,8 m<sup>3</sup>/h, soit 13% du débit prélevé au forage). Cependant, l'exploitation du forage est légèrement moins impactante en terme de nombre de jours sur le régime du cours d'eau en étiage que lorsque la source était exploitée seule comme c'était le cas avant 2005.

## IV.2. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Il est recommandé de remplacer le tubage PVC par un tubage crépiné aux mêmes profondeurs mais avec un taux d'ouvertures minimum de 5% afin d'augmenter le rendement de l'ouvrage et réduire les turbulences autour des crépines.

Afin d'améliorer la protection du forage et dans le cadre de sa régularisation administrative, il apparaît nécessaire de procéder à l'ensemble des travaux demandés par l'hydrogéologue agréé dans sa lettre du 27 juin 2007, à savoir entre autres :

- profiter du remplacement du tubage PVC pour cimenter l'espace annulaire compris entre le tubage et le pré-tubage entre 0 et 10 m de profondeur (ne pas cimenter sur une trop grande profondeur au risque éventuel de couper certaines arrivées d'eau superficielles),
- surélever la tête du forage de façon qu'elle contienne l'artésianisme, la fermer par une plaque étanche sur bride, munie d'un évier avec crosse et grillage par insectes et de passe-câbles étanches,
- mettre en place une dalle béton de 2 m de rayon (ou de 4 m de côté si elle est carrée) autour du forage avec une pente centrifuge de sa face supérieure, permettant l'écoulement de l'eau vers l'extérieur. Cette dalle devra en outre être déconnectée des ruissellements,
- protection de la tête de forage par un édifice avec accès fermant à clé et empêchant la pénétration des petits animaux, salissures, de l'eau de pluie et du ruissellement. Cet édifice devra inclure un orifice d'évacuation des eaux parasites, lui aussi protégé au même titre que l'édifice,
- mettre en place un contrôle de turbidité en raison de la nature karstique de l'aquifère.

En l'état, l'effet du pompage dans le forage sur le débit du ruisseau en conditions d'exploitation actuelles (successions fréquentes de cycles de pompage et d'arrêt) est limité, voire légèrement positif par rapport à la période où seule la source était exploitée. La source se trouve en effet plus directement connectée au ruisseau que le forage. En revanche, l'ensemble a probablement conduit à une réduction des débits naturels du ruisseau par rapport à une période passée où la source n'était pas exploitée ou l'était moins intensément. Une valeur possible pour ce déficit a été estimée en conditions d'étiage 2010 à un maximum de 0,5 l/s soit 1,8 m<sup>3</sup>/h.

Ce déficit paraît très faible à l'échelle du bassin versant du ruisseau, celui-ci étant probablement soutenu en aval par d'autres sources ou résurgences plus ou moins diffuses et non impactées par le pompage.

*Si une compensation de cet effet lors des périodes de pompage estivales sur le ruisseau est tout de même demandée comme mesure compensatoire par l'administration, trois pistes peuvent s'envisager du point de vue hydrogéologique :*

1. *Restituer une petite partie du débit de pompage dans le forage au ruisseau. Pour ce faire, la capacité de la pompe du forage pourrait être portée à 15 m<sup>3</sup>/h et une conduite de rejet vers le ruisseau serait aménagée avec une vanne réglée à 1,8 m<sup>3</sup>/h. L'ouverture de cette vanne sera alors conditionnée au niveau d'eau dans la source avec un déclenchement dès que celui-ci tombe au-dessous de 2,40 m de profondeur par rapport au rebord métallique du regard Est.*

*Ce débit est issu de l'interprétation de mesures réalisées dans le contexte de la fin de l'étiage 2010. Toute extrapolation, notamment à une période d'étiage plus sévère comme celle de 2005 est incertaine puisque le niveau d'eau dans le forage semble assez fluctuant selon les conditions hydrologiques. Cependant, la productivité du forage ayant permis de subvenir aux besoins de la commune durant cette période de pointe (débit du forage estimé à 15 m<sup>3</sup>/h au soufflage lors de sa foration), le surplus de débit éventuellement affecté au soutien d'étiage (+13% par rapport au débit actuel) ne devrait pas poser de problème de besoins en eau à la commune. La courbe caractéristique du forage montre que le rabattement supplémentaire dans le forage lié à l'augmentation du débit de la pompe devrait être de l'ordre de 0,3 à 0,4 m. Ce rabattement supplémentaire devrait être réduit voir compensé par la mise en place d'un tube crépiné à 5% d'ouvertures.*

2. *Rabaisser le seuil du trop-plein de la source afin d'augmenter le soutien au cours d'eau (ou percer un orifice calibré plus bas que l'actuel seuil). La cote du nouveau seuil pourrait par exemple être calée 30 à 40 cm au-dessous du seuil actuel (10 à 20 cm plus bas que le plus bas niveau rabattu observé dans la source pendant le pompage en 2010). Avec cet aménagement, en conditions d'étiage 2010, le déversement aurait été continu vers le ruisseau et le petit déficit de débit observé aurait été compensé. La lame d'eau dans la source serait toujours suffisante pour assurer les besoins de la commune (environ 70-60 cm pour un rabattement lorsque l'on pompe dans la source de l'ordre de 25 cm d'après l'examen des chroniques de niveau disponibles). Cette solution présenterait l'avantage de la simplicité mais son effet serait probablement insuffisant en cas d'étiage marqué de type été 2005 (source quasi-tarie),.*
3. *Les deux solutions à la fois. Le niveau seuil dans la source à partir duquel la vanne de rejet en sortie de la pompe du forage se déclenche serait dans ce cas réglé à la même cote que celle du nouveau trop-plein de la source. Cette solution allierait les avantages des deux solutions et permettrait :*
  - *de limiter les périodes de fonctionnement de la vanne de rejet aux étiages sévères (économie d'énergie et optimisation du volume prélevé au forage),*
  - *de permettre le maintien quoi qu'il arrive d'un débit minimum de 0,5 l/s dans le ruisseau.*

## **LISTE DES ANNEXES**

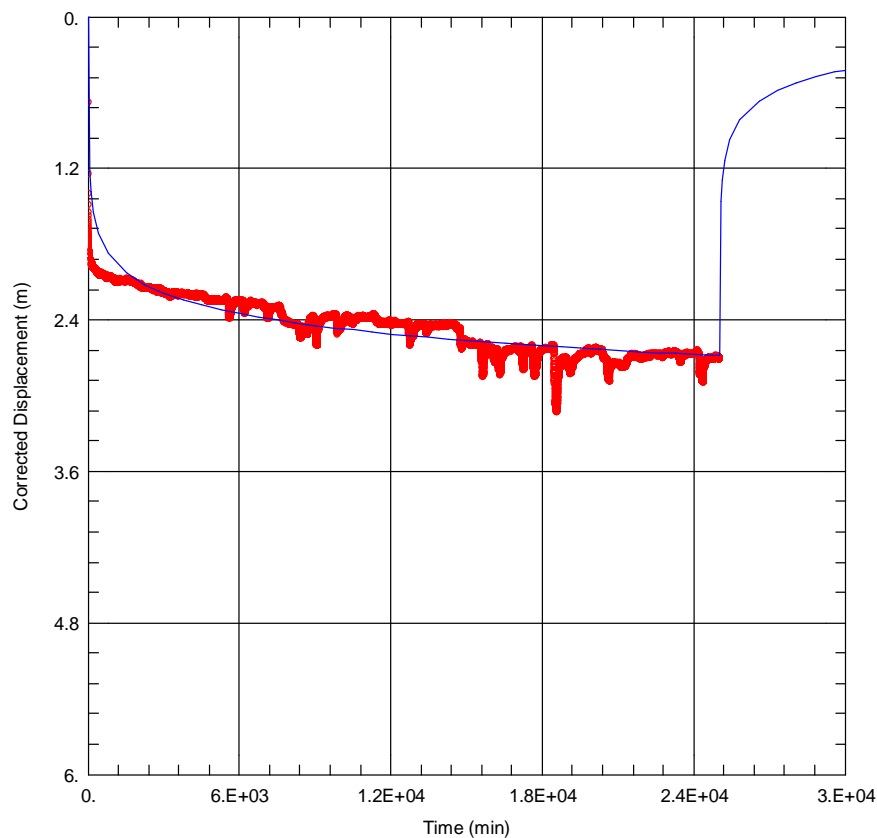
**ANNEXE 1 : COMPTE-RENDU DÉTAILLÉ DE L'INSPECTION CAMERA**

**ANNEXE 2 : COURBES D'AJUSTEMENT DE THEIS**

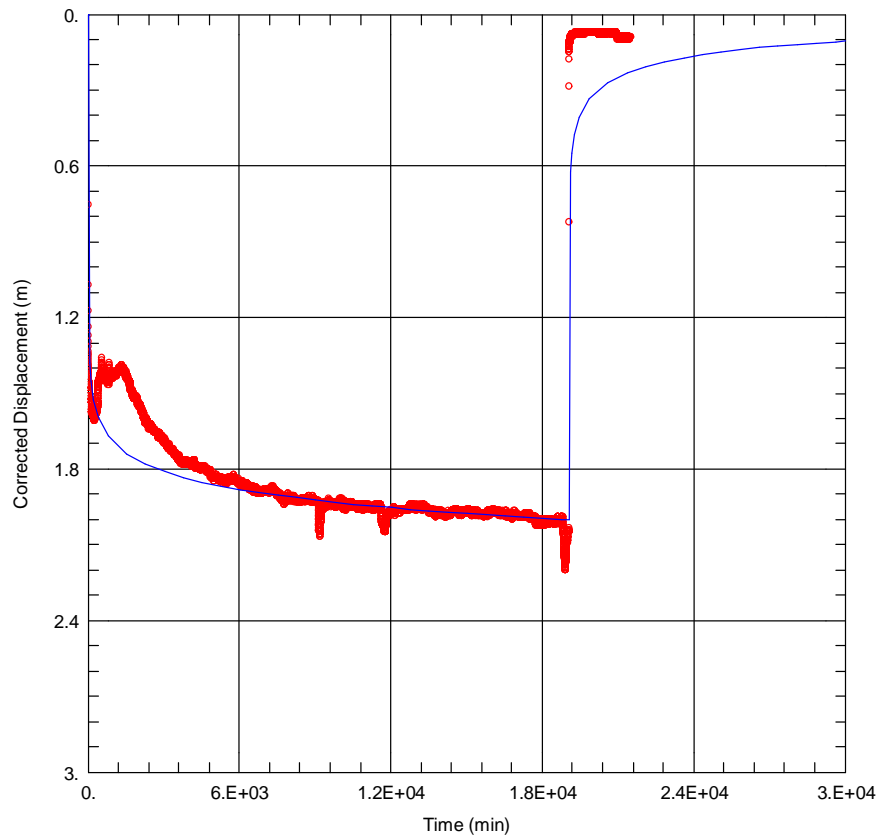
## ANNEXE 1 : COMPTE-RENDU DÉTAILLÉ DE L'INSPECTION CAMERA

## ANNEXE 2 : COURBES D'AJUSTEMENT DE THEIS

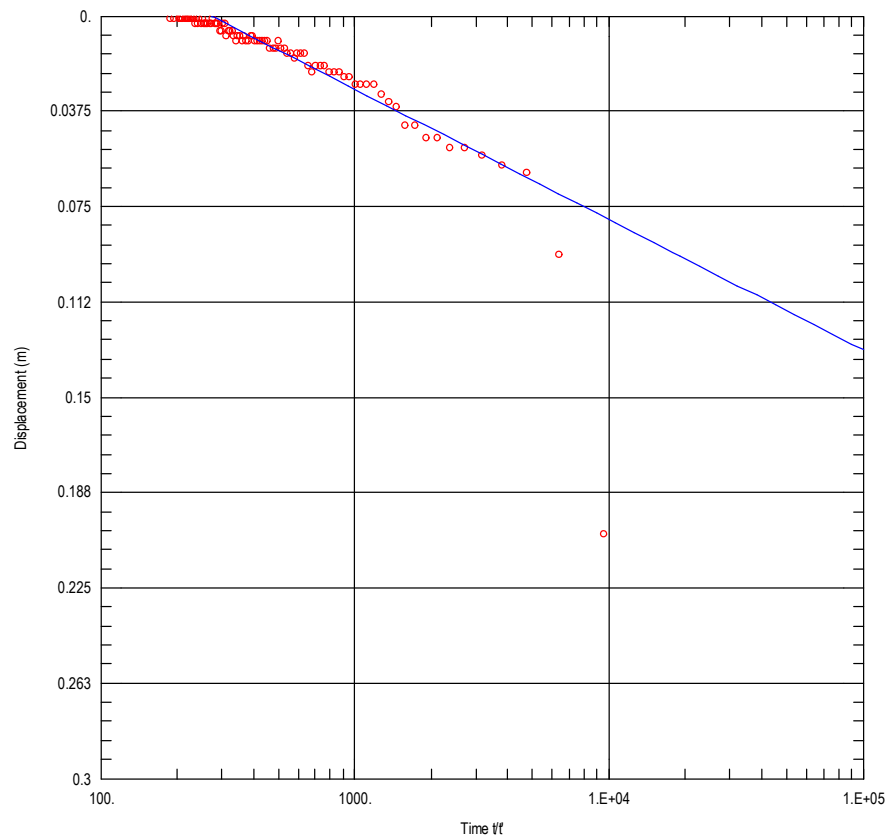
**Forage - Première descente entre le 20 août et le 6 septembre 2010 –  $T = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$**



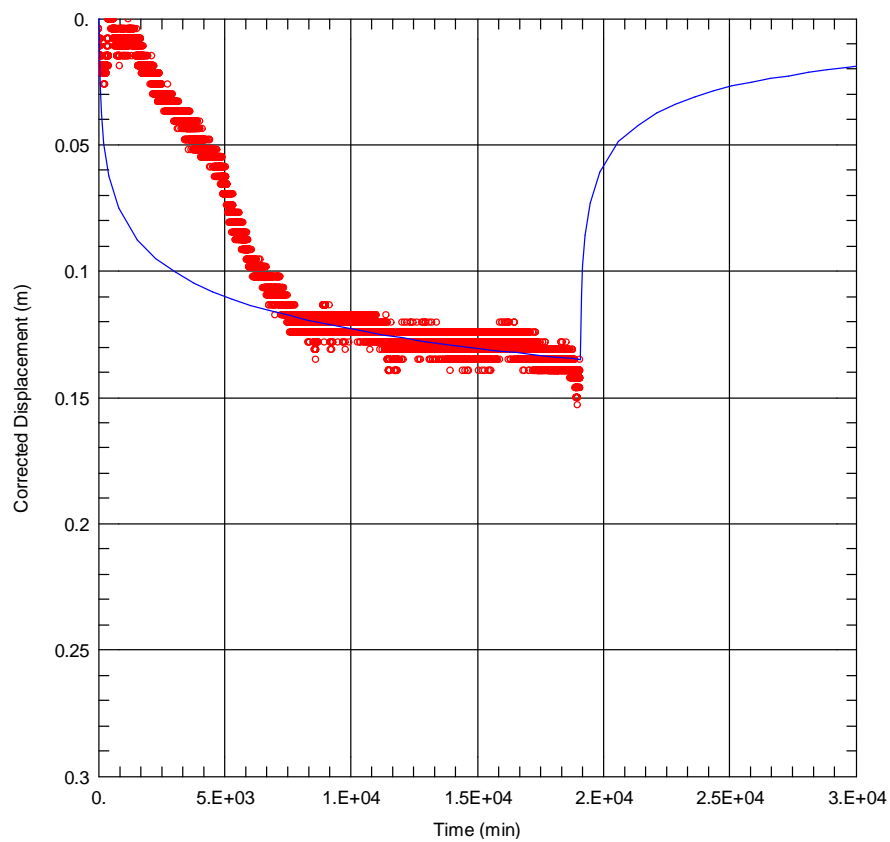
**Forage - Seconde descente entre le 7 et le 20 septembre 2010 –  $T = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$**



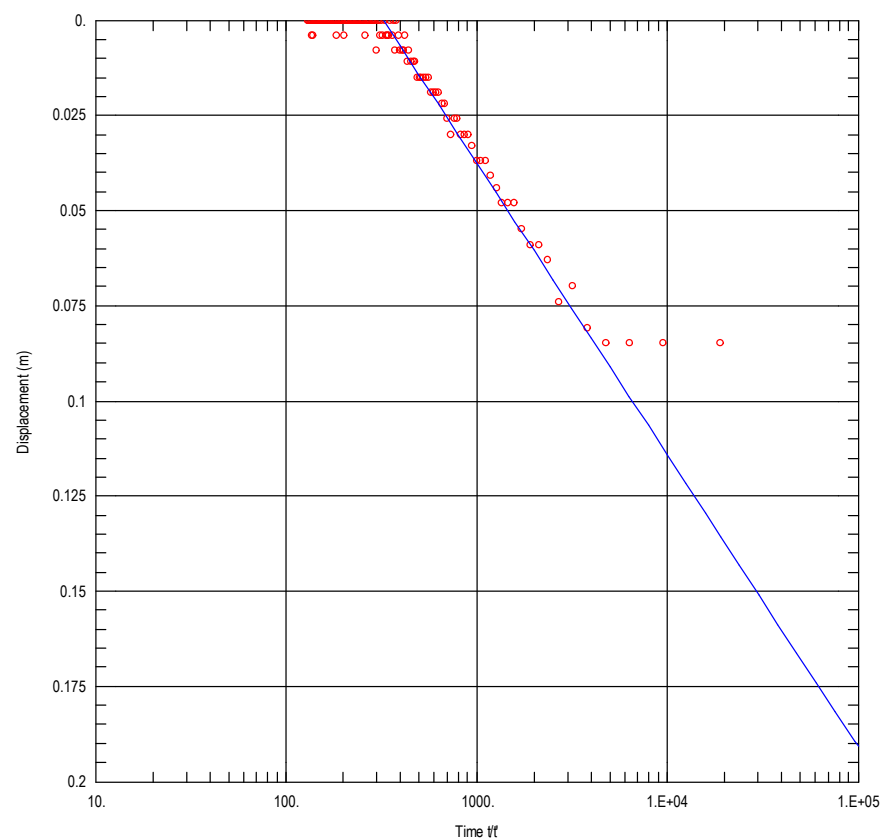
**Forage - Seconde remontée entre le 20 et le 21 septembre 2010 –  $T = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$**



**Source - Seconde descente entre le 7 et le 20 septembre 2010 –  $T = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$**



Source – seconde remontée entre le 20 et le 21 septembre 2010 –  $T = 9.10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$





**MAIRIE DE MONOBLET (30)**

---

## **CAPTAGE AEP DU PALAIS A MONOBLET**

### **ETUDE DES BESOINS EN EAU ET D'ENVIRONNEMENT PREALABLE A L'AVIS DE L'HYDROGEOLOGUE AGREE**

**- Rapport final -**

**Février 2012**

**Rapport R- 1120a**



**ARTÉSIE** - 8, Impasse de l'Aiguilleur - 13310 Saint-Martin-de-Crau  
Tel : 09.62.02.03.89 / 06.67.89.44.52 – Fax : 04.90.47.11.31  
Email : [contact@artésie.com](mailto:contact@artésie.com) - Société à responsabilité limitée au capital de 2 000 €  
SIREN : 501 233 308 RCS ARLES - n°TVA FR19501233308

---

# SOMMAIRE

---

I. Contexte et objectifs de l'étude.....	4
I.1. Cadre de l'étude .....	4
I.2. Emplacement du captage .....	5
I.3. Liste des études précédentes.....	5
I.4. Rappel du contexte géologique et hydrogéologique.....	6
II. Etude des besoins en eau .....	8
II.1. Présentation de la commune et du réseau AEP desservi par le captage.....	8
II.2. Besoins en eau actuels et futurs .....	9
III. Recensement des sources potentielles de pollution .....	19
III.1. Vulnérabilité intrinsèque de la ressource .....	19
III.2. Vulnérabilité liée à l'occupation des sols .....	19
Liste des figures .....	31
Figure 1 : Zone de sensibilité du captage – Fond IGN au 1 / 10 000 .....	31
Figure 2 : Occupation des sols dans la zone de sensibilité du captage – fond cadastral - 1 / 5 000 .....	31
Figure 3 : Occupation des sols dans la zone de sensibilité du captage – fond aérien - 1 / 5 000.....	31
Figure 4 : Surfaces agricoles dans la zone de sensibilité du captage – fond aérien - 1 / 5 000 .....	31

Ce dossier a été réalisé pour le compte de la Mairie de Monoblet par :

	<p><b>ARTÉSIE</b> - 8, Impasse de l'Aiguilleur – 13310 Saint-Martin-de-Crau 06.67.89.44.52 – Email : <a href="mailto:contact@artesie.com">contact@artesie.com</a></p>
--	---

Date d'émission	Numéro rapport	indice	Rédaction	Validation
5 février 2012	R-1120	-	Y. ARGOUARC'H	
23 mars 2012		a : augmentation population 2%/an		

# I. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

## I.1. CADRE DE L'ETUDE

La mairie de Monoblet exploite la source AEP du Palais au Sud-Ouest de l'agglomération, dans le vallon du ruisseau du Crespenou dont l'écoulement prend naissance au droit de la source. Une pompe immergée installée au fond de la chambre de captage alimente le réservoir à raison de 12 à 14 h de fonctionnement par jour d'utilisation de la source.

En Août 2005, la source a subi un étiage sévère qui a conduit la commune à réaliser en urgence un forage à 5 mètres de distance.

La commune a engagé une procédure de régularisation de ce captage vis-à-vis des Codes de la Santé Publique et de l'Environnement.

Dans le cadre de son préavis sanitaire, l'hydrogéologue agréé a demandé à disposer d'éléments complémentaires, dont les suivants, objets de la présente étude :

- Définition précise des besoins en eau (débits horaires, volumes quotidiens...) en tenant compte des variations saisonnières (population estivale),
- Assemblage cadastral au 1 / 5 000 couvrant la zone de sensibilité pressentie par l'hydrogéologue agréé pour le périmètre de protection rapprochée du captage,
- Inventaire sur cette même zone ces causes potentielles de pollution (pratiques agricoles et forestières, décharges sauvages, habitations et dispositifs d'assainissement collectifs ou individuels...),
- *Assemblage de tous les documents concernant les ouvrages de captage (plan et coupe de la source, coupes géologiques et techniques du forage...). Les documents concernant le forage et la source ont déjà été établis lors de notre étude diagnostique de 2010 (rapport ARTESIE n°R-1019 de décembre 2010).*

## I.2. EMPLACEMENT DU CAPTAGE

Le captage du Palais est localisé sur fond de plan IGN en figure 1 et sur fond de carte géologique sur la page suivante.

### Emplacement du captage

Forage	Forage du Palais	Source du Palais
N° BSS	-	937-8-137
X Lambert III	723 718 m	723 721 m
Y Lambert III	3 189 754 m	3 189 758 m
Z sol m NGF	≈ 275 m NGF	≈ 275 m NGF

## I.3. LISTE DES ETUDES PRECEDENTES

La liste (non exhaustive) des études liées à notre connaissance au captage étudié est reportée dans le tableau suivant.

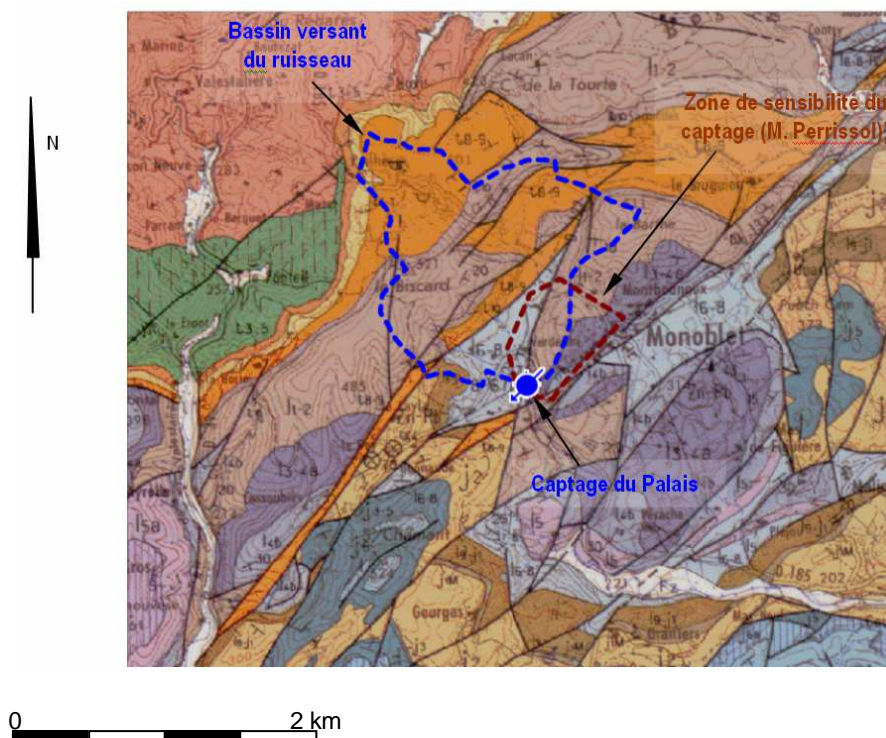
### Liste (non exhaustive) des documents et études connus sur le captage du Palais

	Organisme détenant un exemplaire de l'étude	Transmis
Avis sanitaire hydrogéologique – R. Plégat, 29 mars 1989	-	Non
Source et forage du Palais – Avis sanitaire hydrogéologique préliminaire du 27 juin 2007	Mairie de Monoblet	Oui
Plans et coupe de la source du Palais	Infoterre	Oui
Facture d'exécution du forage le 24 juillet 2005 par la SARL BAISE	Mairie de Monoblet	Oui
Etude hydrogéologique des caractéristiques techniques du captage AEP du Palais	Mairie de Monoblet	-

## I.4. RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

La carte suivante consigne la géologie locale du captage étudié.

Extrait de la carte géologique au 1/50000<sup>ème</sup>

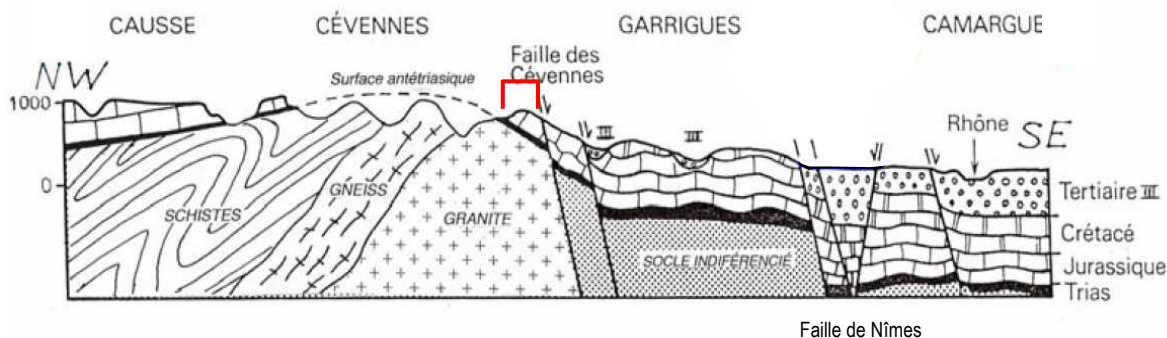


### Légende :

Fz : Alluvions récentes	Quaternaire
J6 : Marnes et calcaires marneux	Oxfordien supérieur
J5 : Marnes et calcaires marneux grumeleux et glauconieux	Oxfordien moyen
J3 : Marnes et calcaires marneux ou rouille	Callovien
J2 : Dolomie massive	Bathonien
J1M : Horizon marneux supérieur	Bajocien
I9-J1 : Calcaires roux à Cancellophycus et calcaires à chailles	Aalénien – Bajocien
I7-8 : Marnes grises à ammonites pyriteuses et schistes carton	Domérien-Toarcien
I6-8 : Lias marneux indifférencié	Lias indifférencié
I5 : Calcaires à débit feuilleté	Carixien
I5a : Calcaires à débit feuilleté	Carixien inférieur
<b>I4b : Calcaire à chailles</b>	<b>Lotharingien supérieur</b>
I3-5 : Calcaire indifférencié	Lias indifférencié
<b>I3-4a : Dolomies arénitiques</b>	<b>Sinemurien – Lotharingien inférieur</b>
<b>I1-2 : Dolomies cubiques</b>	<b>Hettangien</b>
t10 : Argiles et marnes	Keuper supérieur
t8-9 : Argiles supérieures	Keuper
t6-7 : Formations argilo carbonatée médiane	Muschelkalk
t3-5 : Grès et conglomérats de base	Trias moyen

Le captage est implanté au sein d'un ensemble sédimentaire tectonisé d'âge jurassique, près de ses limites avec le massif ancien des Cévennes.

### Coupe géologique régionale (Faillat 2006)



L'ensemble forme une structure en Horst découpée par une série d'accidents de directions différentes :

- Failles N45° : la faille bordière Nord-Ouest du horst de Pallières qui passe à un peu plus d'une centaine de mètres au Sud du captage. Cette faille principale est accompagnée d'une série de failles secondaires de même direction (NE-SO) localisées de part et d'autres de son tracé. La plus proche de ces failles d'accompagnement passe à 500 m au NO du captage et constitue la limite Nord-Ouest de la portion de terrains aquifères (calcaires et dolomies) par remontée d'une bande de terrains argileux du Keuper,
- Failles N10-20° : une série de failles secondaires et locales affecte les sédiments et forme une structure en écaillés.

La tectonique isole un petit aquifère localement formé par des terrains karstiques formant le compartiment Est de la faille considérée :

- I4b : Calcaire à chailles (Lotharingien supérieur),
- I3-4a : Dolomies arénitiques (Sinéumrien à Lotharingien inférieur),
- I1-2 : Dolomies cubiques (Hettangien).

La source du Palais est implanté sur le tracé d'une faille secondaire (faille Ouest) qui met au contact un compartiment peu perméable de marnes indifférenciées (I6-8) à l'Ouest et la formation aquifère des dolomies cubiques (I1-2) à l'Est. Le captage exploite directement cette dernière formation.

Ce petit bassin karstique est limité par la mise en contact de ces formations avec des niveaux marneux ou argileux insérés dans la stratigraphie (localement I6-8 à l'Ouest et à l'Est et t8-9 au Nord).

Les dolomies et les calcaires purs sont des roches particulièrement favorables au phénomène de karstification. Ce phénomène est caractérisé par une dissolution progressive de la roche à la faveur des zones de faiblesses particulières (zones de fractures, de fissures voire de zones particulièrement pures de la roche) qui aboutit à la formation d'un réseau de drains souterrains plus ou moins capacitifs et plus ou moins étendus contrôlé par la distribution des fractures, la lithologie des terrains traversés et l'érosion progressive des massifs. En général, c'est sur le tracé d'une zone préalablement fracturée ou faillée qui détermine préférentiellement le creusement des vallées et le tracé des ruisseaux. Ce semble être le cas du ruisseau du Crespenou dont le bras principal avoisine le tracé de la faille Ouest.

Compte-tenu de la topographie très marquée du secteur, les directions d'écoulement sont en général conditionnées par les axes de drainage constitués par les vallées et ruisseaux. Les failles et fractures, lorsqu'elles ne sont pas colmatées, peuvent également constituer des axes de drainage d'importances diverses dépendant de l'intensité de la fracturation et du degré d'ouverture des fractures.

Le ruisseau du Crespenou, plus ou moins confondu avec la faille Ouest, constitue l'axe de drainage principal du secteur. De plus, la source, implantée sur cet axe de drainage est probablement la résultante du croisement de cet axe de drainage avec un ou plusieurs conduits karstiques ou fractures locales.

Sur la base de la carte géologique et de l'analyse de la topographie, l'hydrogéologue agréé nommé sur ce captage a dans son pré-avis du 27 juin 2007, a proposé une délimitation du bassin versant souterrain du captage compris entre la faille Ouest et la faille bordière du horst de Pallières qui convergent à environ 170 m en aval du captage (cf. carte n°2).

## II. ETUDE DES BESOINS EN EAU

Cette partie est basée sur les données suivantes :

- Schéma Directeur d'Alimentation Eau Potable, SIEE, Oct. 2001,
- Mise à jour des données de production / consommation de la commune,
- Rapport du PLU.

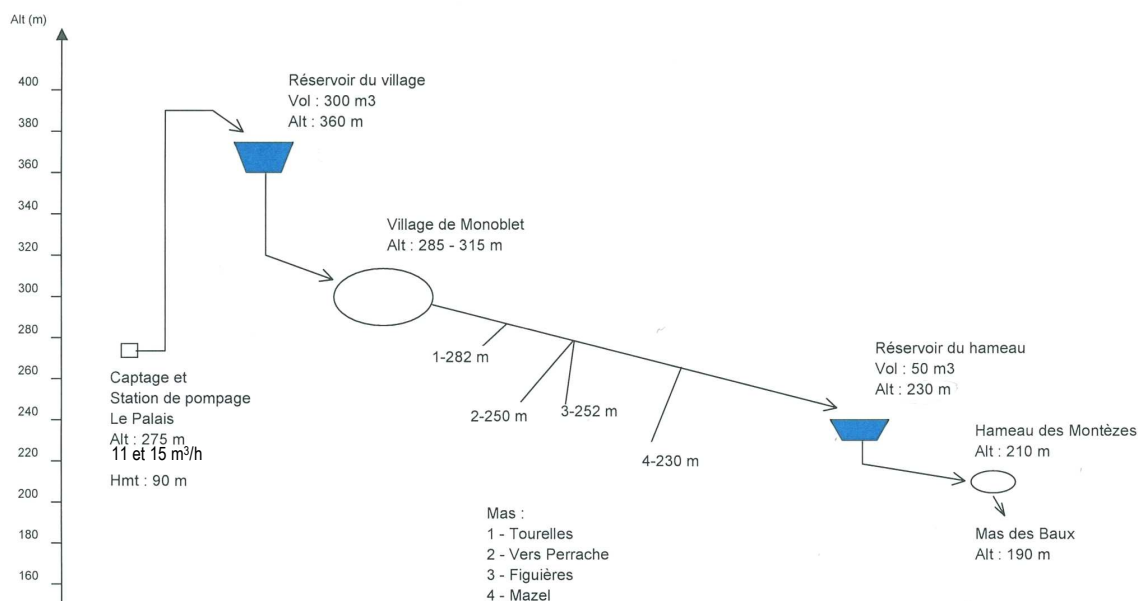
### II.1. PRESENTATION DE LA COMMUNE ET DU RESEAU AEP DESSERVI PAR LE CAPTAGE

La commune de Monoblet est située dans le département du Gard (30) à environ 7 km au Nord de Saint-Hippolyte-du-Fort, sur la RD133. La superficie de la commune est d'environ 21,3 km². La commune présente un fort caractère naturel et forestier (limite Sud-Est du Parc National des Cévennes).

La gestion de l'eau potable est en régie communale.

Aujourd'hui, le captage du Palais constitue la principale source d'alimentation de la commune et la seule de l'agglomération. Il dessert le village et le lieu-dit Les Montèzes. Il représentait 89% des abonnés de la commune pour 82% de la production en 2000.

**Schéma synoptique du réseau desservi par le captage du Palais**



Le captage du Palais remplit par pompage le réservoir du village qui alimente gravitairement le village puis le réservoir du hameau des Montèzes affecté à la distribution du hameau du même nom.

Rappelons que le captage est composé :

- du forage, jusque là équipé d'une pompe de capacité installée 13,7 m<sup>3</sup>/h (mesuré lors du pompage d'essai de l'été 2010 en conditions de pompage vers le réservoir), pompe remplacée depuis par une pompe de 15 m<sup>3</sup>/h,
- de la source, équipée d'une pompe d'une capacité voisine de 12 m<sup>3</sup>/h à 130 m de HMT (différence d'altitude source – réservoir voisine de 90 m pour environ 450 ml de conduite de refoulement).

Le réservoir du village a pour capacité utile 300 m<sup>3</sup>. Sa capacité, initialement de 150 m<sup>3</sup>, a été étendue au début des années 2000 suite aux recommandations du schéma directeur de 2001. La capacité du réservoir de 300 m<sup>3</sup> est décomposée comme suit :

- réserve incendie : 120 m<sup>3</sup>,
- réserve de service : 180 m<sup>3</sup>.

## II.2. BESOINS EN EAU ACTUELS ET FUTURS

### II.2.1. EVOLUTION DE LA POPULATION

#### Population permanente :

Le tableau suivant résume l'évolution de la population à partir des résultats des recensements nationaux (source INSEE).

#### **Evolution de la population de Monoblet : recensements 1968-1999, estimation commune 2008 et 2011**

Date du recensement	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2011
Population	484	444	495	542	539	645	673 (700 selon M. le Maire)
Densité moyenne (hab/km <sup>2</sup> )	22.7	20.8	23.2	25.4	25.3	30.3	31.6
Taux d'évolution annuel	-	-1.2%	1.6%	1.2%	-0.1%	2.2%	1.4%
Nombre d'habitants supplémentaires / an	-	-5.7	7.3	5.9	-0.3	11.8	9

La population de Monoblet augmente avec un taux de croissance moyen voisin de 2% par an sur la période de 1999 à 2011. L'essentiel de l'évolution récente de la population est liée au développement du secteur de Montèzes, alimentée par le présent captage.

### Nombre de logements en 2008 (INSEE)

Nombre total de logements en 2008	390
Part des résidences principales en 2008	67.9%
Part des résidences secondaires en 2008	27.4%
Part des logements vacants	4.6%
Nombre moyen d'occupant par logement principal	2,3

On estime la population raccordée au réseau AEP du village (captage du Palais) à 552 habitants (82 % des abonnés de la commune en moyenne sur 2010-2011).

#### **Population estivale :**

La commune de Monoblet connaît une augmentation significative de population en période estivale, notamment offerte par les 107 habitations secondaires recensées sur le territoire communal en 2008 (environ 115 en 2011 selon la commune) et les 50 emplacements du camping de Monoblet (INSEE 2011), ce dernier n'étant pas raccordé au captage du Palais mais au captage de Solliès.

Le solde migratoire estival sur la commune est donc largement positif en été.

L'augmentation saisonnière de population est estimée à 300 habitants dans le document de présentation du PLU, ce qui équivaut à une augmentation de 45% par rapport à la population permanente.

## **II.2.2. PRODUCTION ET CONSOMMATION**

### ***II.2.2.1. PRODUCTION AU CAPTAGE DU PALAIS***

Le compteur installé dans la station de pompage permet un suivi de l'historique des productions au Palais.

#### **Production mensuelle et annuelle :**

L'exploitant suit l'évolution mensuelle des volumes produits au moyen du compteur / débitmètre implanté en sortie de captage, ainsi qu'au moyen d'un enregistrement du temps de marche des pompes.

Sur la base de l'estimation des volumes produits depuis 2006, et indiqués par l'exploitant dans ses rapports annuels, on récapitule la production annuelle dans le tableau suivant :

### Production annuelle et mensuelle récente au captage du Palais

	2008	2009	2010	2011
JANVIER	4 198	4 382	4 428	2 538
FEVRIER	3 881	3 982	3 557	2 475
MARS	4 419	4 534	2 335	2 327
AVRIL	4 700	4 608	2 586	2 801
MAI	5 173	5 170	3 076	3 581
JUIN	3 895	5 273	3 234	4 102
JUILLET	4 304	5 948	5 505	5 336
AOUT	4 497	5 448	7 208	5 031
SEPTEMBRE	3 584	3 956	7 052	3 350
OCTOBRE	3 526	3 171	2 402	3 030
NOVEMBRE	4 322	3 099	1 935	1 848
DECEMBRE	5 031	3 714	2 174	2 200
TOTAL	<b>51 530</b>	<b>53 286</b>	<b>45 492</b>	<b>38 619</b>

*En italique : résultats surestimés par le pompage d'essai effectué pendant 1 mois*

L'analyse de la production permet de mettre en évidence :

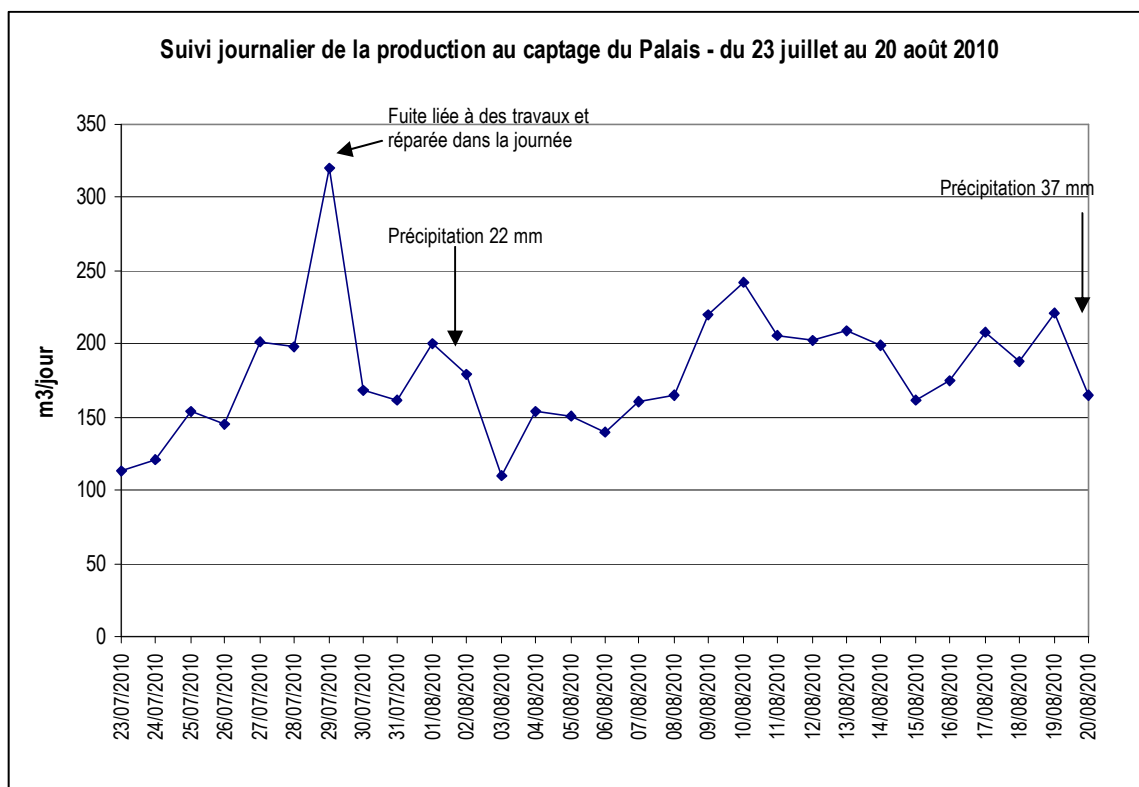
- une variation interannuelle assez marquée, influencée par le contexte pluviométrique et climatique pouvant varier entre chaque année, et également influencée par la gestion et l'entretien du réseau (apparition de fuites, réparations, augmentation du nombre d'abonnés...). La baisse importante de sollicitation de la ressource à partir d'avril 2010 est liée à la découverte puis la réparation immédiate d'une fuite majeure sur le réseau. L'année 2011 s'avère donc être la première année non influencée par cette fuite et doit donc être retenue comme unique référence pour les calculs futurs,
- une variation saisonnière importante avec un écart relatif de 300% entre la plus forte production mensuelle (juillet 2010 : 5 505 m<sup>3</sup>) et la plus faible production mensuelle (novembre 2011 : 1 848 m<sup>3</sup>).

La production totale annuelle de référence (2011, après réparation de la fuite majeure) correspond à 38 619 m<sup>3</sup>/an, soit une moyenne de 106 m<sup>3</sup>/jour, soit **192 l/jour/habitant**.

Le volume mensuel maximum produit est de 5 505 m<sup>3</sup> en juillet 2010, soit une moyenne du mois de pointe à 184 m<sup>3</sup>/jour.

#### **Production journalière en pointe (juillet-août 2010, avant pompage d'essai sur le forage) :**

Les données de production journalières sur le captage du Palais depuis dispositif de télégestion ne sont ni stockées ni archivées au-delà d'un mois. A titre d'information, nous avons procédé à leur extraction juste avant de réaliser les pompages d'essai sur le forage. Ces données sont présentées dans le graphe ci-après.



Hormis le pic du 29 juillet 2010 lié à l'endommagement d'une conduite lors de travaux, cet historique montre un maximum de production à 242 m³/jour et un minimum à 110 m³/jour, soit une variation de plus de 210% au sein d'un même mois d'été.

On peut imputer le minimum observé à la pluviométrie du 1<sup>er</sup> août. La pluie a généralement un effet mécanique de diminution de la consommation d'eau (baisse de la demande d'arrosage).

Selon la commune, les pointes observées sont essentiellement liées à la demande touristique et aux besoins d'arrosage des jardins et espaces verts en période estivale.

En considérant la capacité de tamponnement du réservoir (300 m³) et en escomptant une gestion plus fine du pompage en fonction de la réserve, on peut considérer les besoins de pointe en production actuels au maximum à 220 m³/jour (lissage en prenant la moyenne des 3 jours de pointe du 9 au 11 août 2010), soit 398 l/jour/habitant permanent (**274 l/jour/habitant** en comptabilisant une augmentation de 45% de la population en période estivale).

Le coefficient de pointe entre la moyenne annuelle et la moyenne du mois de pointe est donc de 2,07, ce qui n'est pas négligeable.

Le volume journalier de **220 m³/jour** constituera la base de calcul des besoins futurs en eau de la commune de Monoblet.

## II.2.2.2. CONSOMMATION

### Consommation annuelle :

La consommation est étudiée à partir des compteurs individuels situés sur chacun des branchements particuliers et autres points de consommation comptabilisés. Les valeurs fournies par les relèves des compteurs de la commune de 2010 à 2011 permettent les observations suivantes :

#### **Synthèse de la consommation annuelle sur le réseau alimenté par le captage du Palais**

	2010	2011
Nombre de compteurs Village	221	242
Volume annuel facturé Village (m3)	14 664	22 673
Volume annuel facturé par compteur Village (m3 /abonné)	66	94
Nombre de compteurs Montèze	47	56
Volume annuel facturé Montèze (m3)	3 598	3 611
Volume annuel facturé par compteur Montèze (m3 /abonné)	77	64
Nombre de compteurs desservis par le captage	268	298
Volume annuel facturé desservi par le captage (m3)	18 262	26 284
Volume annuel facturé par compteur desservi par le captage (m3 /abonné)	68	88

Globalement le nombre de compteurs a augmenté entre 2010 et 2011 de 30 abonnés, soit une augmentation de 11% en un an.

Sur la même période, le volume facturé a augmenté de façon significative, en passant de 18 262 m<sup>3</sup> en 2010 à 26 284 m<sup>3</sup> en 2011, soit une augmentation de 44% du volume facturé, avec une augmentation du ratio brut de consommation par compteur de 29%, principale variable explicative de l'augmentation de consommation.

Cette augmentation importante des consommations facturées est liée à deux causes distinctes :

- d'une part, la non comptabilisation de certains compteurs qui en 2010 n'ont pas consommé assez d'eau pour donner lieu à facturation (résidences secondaires peu fréquentées),
- d'autre part (principale explication) le nombre important de résidences secondaires converties entre 2010 et 2011 en résidences principales.

On peut également invoquer un contexte climatique différent (l'année 2010 a été globalement plus humide que l'année 2011 et donc moins consommatrice pour l'arrosage des jardins).

### Répartition des consommations sur une année :

La commune ne dispose pas d'un historique mensuel des consommations. Cependant, on peut supposer que la variation mensuelle des consommations se traduit dans celle de la production qui elle est bien suivie.

### Gros consommateurs :

Parmi ses abonnés, la commune ne recense aucun gros consommateur (>500 m<sup>3</sup>/an).

### Estimation des volumes non facturés :

Les volumes non facturés sur le réseau du village estimés par la mairie sont récapitulés dans le tableau suivant.

### Consommations non facturées (données mairie)

Etablissement	Description	Consommation estimée en 1999 (m³)	Consommation estimée en 2011 (m³)
Temple	1 robinet (arrosage)	90	100
Mairie	2 WC 2 robinets	10	15
Atelier	2 robinets 1 robinet d'arrosage	20	25
WC publics	2 WC 1 urinoir	175	190
Stade	9 douches 10 robinets	135	160
Cantine	-	690 (60 repas)	1 050 (90 repas)
Ecole	-	1 000	1 200 (en comptant la future école)
Station(s) d'épuration(s)	-	40	60 (1 nouvelle STEP aux Montèzes)
Poste de relevage	-	20	40 (1 nouveau poste)
Maison médicale	2 WC, 3 lavabos depuis 2008	0	30
Total		<b>2 450 m³</b>	<b>2 870 m³</b>

L'établissement principal consommateur d'eau est l'école, (101 élèves inscrits l'année dernière). Un projet de déplacement et d'agrandissement est en cours. Le futur établissement proposera 110 places.

Le volume actuel de consommations non facturées est donc estimé à **2 870 m³/an**, soit une augmentation de 17% depuis 1999.

#### Les pertes de services :

Le système de traitement ne consomme pas d'eau brute, les pertes liées au fonctionnement du système sont négligeables sur la commune de Monoblet.

Il n'existe pas d'autres possibilités de pertes de services hormis l'entretien des installations et du réseau. Seule une vidange annuelle du réservoir peut être comptabilisée pour son entretien.

Quelques pertes d'eau peuvent intervenir lors de la pose de nouveaux branchements, lors de réparations ponctuelles de fuites ou lors des essais pompiers sur poteaux incendies.

Les pertes de service sont ainsi estimées à **500 m³/an**.

### II.2.3. RENDEMENTS

Le rendement du réseau correspond au rapport entre les volumes produits et les volumes distribués comptabilisés par l'exploitant.

La moyenne annuelle du rendement peut être déduite des données de facturation et de production. Le tableau ci-dessous synthétise les principaux paramètres permettant de caractériser l'état des réseaux vis-à-vis des pertes (fuites, volumes non comptabilisés...).

### Estimation du rendement du réseau

	2010	2011
Production (m3)	45 492	38 619
Surplus de production pompage d'essai	-5 900	--
<b>Production nette (m3)</b>	<b>39 592</b>	<b>38 619</b>
Consommations facturées (m3)	18 262	26 284
Consommations non facturées (m3)	2 870	2 870
Pertes de service (m3)	500	500
<b>Consommation totale (m3)</b>	<b>21 632</b>	<b>29 654</b>
<b>Rendement théorique</b>	<b>55%</b>	<b>77%</b>
Pertes du réseau	17 960	8 965
Linéaire de conduites hors branchements	9 100	9 100
Idice de pertes (m3/jour/kml)	5.4	2.7

Le rendement théorique du réseau de Monoblet présente une amélioration importante depuis 2010, puisqu'en 1 an il est passé de 54% à 77%. Cette augmentation s'explique :

- par une meilleure comptabilisation des consommations réelles liée à la conversion d'un certain nombre de résidences secondaires et résidences principales (moins de compteurs peu sollicités, exclus de la comptabilisation des volumes consommés),
- et par la découverte puis la suppression d'une fuite majeure sur le réseau de distribution en avril 2010 (fuite estimée entre 13 et 15 000 m<sup>3</sup>/an par comparaison des historiques des productions 2008/2009 avec 2011). Cette réparation, survenue en début d'année, a surtout impliqué une forte baisse des volumes produits en 2011 par rapport aux années 2008 et 2009.

Pour un réseau de type semi-urbain, l'indice linéaire de perte en 2011, estimé à 2,7 m<sup>3</sup>/jour/kml, est plutôt faible (valeurs usuelles dans ce contexte : 3 à 6-8 m<sup>3</sup>/jour/kml), traduisant un fonctionnement de réseau conforme aux objectifs d'économies d'eau et d'optimisation des prélèvements dans le milieu naturel dans le cadre des objectifs du SDAGE RMC.

## **II.2.4. EVALUATION DES BESOINS FUTURS DANS L'OPTIQUE DE LA DUP DU CAPTAGE DU PALAIS**

L'année 2011 a été proche de la normale d'un point de vue pluviométrie (1 090 mm à Durfort sur toute l'année 2011, pour une moyenne interannuelle voisine de 1 060 mm/an). En outre, le rendement atteint par le réseau a été satisfaisant, témoignant d'une bonne maîtrise actuelle par la commune des dysfonctionnements et pertes diverses du réseau. En outre la consommation estivale (mois de juillet) a été peu différente de celle de 2010, année plutôt humide.

L'année 2011 peut donc être retenue comme point de départ représentatif pour l'extrapolation des besoins futurs.

L'établissement d'une DUP pour la captage du Palais nécessite de raisonner à échéance 15 à 20 ans. Nous proposons donc pour cette analyse de retenir l'horizon 2030.

### **II.2.4.1. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DE LA COMMUNE**

#### **Zones urbanisables :**

L'agglomération connaît depuis 3 ans un développement important, notamment lié au développement du hameau des Montèzes et à la mise en place d'une PVR (Participation Voiries et Réseaux) sur le sommet du village. Ce développement concerne en majorité des secteurs desservis par le présent captage, à raison d'une trentaine de permis de construire déposés entre 2009 et 2011 inclus.

Extraits du rapport de présentation du PLU :

« Malgré sa densité faible, Monoblet connaît un contexte de pression importante sur le foncier de l'espace rural. Pression des agglomérations voisines, obstacles naturels liés au relief et zones de protections réglementées sont autant de facteurs explicatifs. »

« Compte tenu de l'évolution constatée ces dernières années : reprise de la croissance démographique dans un contexte de déprise agricole, le taux de croissance souhaité des surfaces en zones urbanisées est à mettre en rapport avec les objectifs communaux tels que fixés par le PADD visant à maintenir et développer le tissu social et économique en place par :

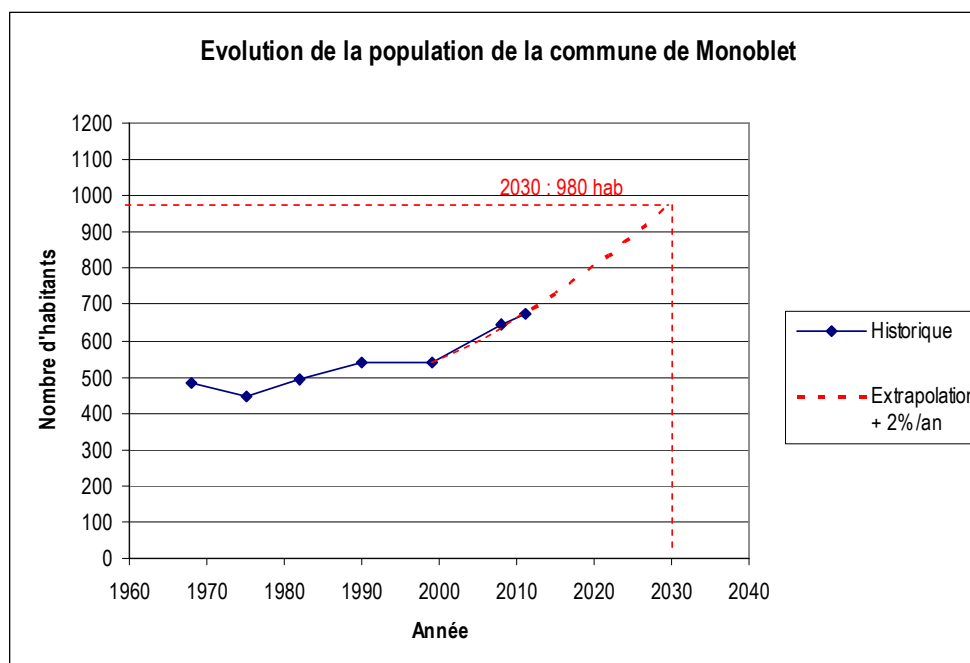
- la création d'une zone susceptible d'accueillir des activités (Ue) : (environ 1 ha),
- la poursuite de la mise en place de programmes locatifs permettant de fixer de jeunes ménages, garants d'un renouvellement de la population saisonnière,
- le développement qualitatif de l'accueil touristique. »

Le PLU définit au total 28 ha urbanisables. D'après la cartographie du PLU, 75% de ces surfaces urbanisables (21 ha) seront desservis par le réseau principal alimenté par le captage du Palais, soit à titre totalement indicatif, si l'on se base sur des parcelles de 1 000 m<sup>2</sup>, un potentiel de 210 lots. Si cette surface constructible représente un potentiel maximal de développement, elle ne permet pas à elle seule de prévoir le nombre de constructions supplémentaires qui seront créées d'ici à 2030, celui-ci dépendant aussi du marché foncier (taille moyenne des parcelles à l'achat), du marché de la construction et de la demande de logements.

Si l'on considère le potentiel maximal du PLU, le nombre d'habitations supplémentaires par rapport à l'état actuel peut être estimé à 210. Si la proportion de résidences secondaires se maintient dans le futur (33%), le nombre de résidences principales qui seront construites peut être évalué à 140. A raison d'une moyenne de 2,3 habitants par construction (ratio actuel), on peut estimer à 320 habitants permanents supplémentaires desservis par le captage du Palais. Cette valeur représente le potentiel maximal autorisé dans des conditions réalistes par le PLU.

### Extrapolations démographiques :

Sur la base de l'évolution de la population de Monoblet (+ 2%/an depuis 1999), on estime que la population totale de la commune à l'horizon 2030 sera de 980 habitants.



Compte-tenu de la répartition des surfaces urbanisables au PLU, on peut considérer que l'augmentation de population desservie par le captage du Palais (village + Montèzes) s'effectuera selon la même évolution que celle de la commune entière.

Selon le même calcul (+2% / an), la population desservie par le captage du Palais à **l'horizon 2030** est estimée à **805 habitants permanents**, soit + 253 habitants permanents par rapport à 2011. Cette évaluation, basée sur une extrapolation statistique simple, donne un ordre de grandeur inférieur au résultat de l'évaluation effectuée à partir des espaces constructibles définis au PLU. Cette valeur de 805 habitants est jugée plus réaliste que celle permise par le PLU qui ne sera pas forcément atteinte dès 2030.

#### **II.2.4.2. CALCUL DES BESOINS FUTURS**

L'estimation des besoins moyens et en pointe à l'horizon 2030 est établie sur la base des ratios de consommation issus des campagnes de mesure et du suivi mensuel de production réalisé par l'exploitant.

Dans une optique d'optimisation de la gestion de l'AEP de la commune, on fixe pour objectif un rendement moyen futur égal au bon rendement estimé en 2011 (77%).

Le tableau suivant synthétise l'estimation des besoins futurs réalisée à partir des ratios de production actuels ramenés au nombre d'habitants permanents et saisonniers en situation moyenne et en période de pointe et des ratios définis précédemment :

### Besoins en production à l'horizon 2030

	Situation actuelle (2011)	Horizon 2030
<b>Situation moyenne :</b>	Sans population estivale	Sans population estivale
Population totale permanente (habitants)	673	980
Population desservie permanente	552	805
Ratio de production en moyenne annuelle (l/habitant/jour) pour un rendement de 77%	192	192
Volume journalier à produire en moyenne annuelle (m <sup>3</sup> /j)	106	<b>155</b>
<b>Période de pointe :</b>	Avec population estivale	Avec population estivale
Population desservie en pointe (habitants)	800	1 167
Ratio de pointe production (l/habitant/jour) pour un rendement de 77%	274	274
Volume journalier à produire en pointe (m <sup>3</sup> /j)	220	<b>321</b>

Le volume annuel maximal à l'horizon 2030 est calculé à partir de la valeur enregistrée en 2011 (38 619 m<sup>3</sup>) sur la base d'une augmentation des besoins en consommation tenant compte de l'augmentation escomptée de la population (+46%) à rendement égal.

On retient à l'issue de ce calcul la valeur de 57 000 m<sup>3</sup>/an.

Sur cette base, on résume les besoins en production à l'horizon 2030 aux valeurs suivantes :

- **Production moyenne : 155 m<sup>3</sup>/jour,**
- **Pointe journalière : 320 m<sup>3</sup>/jour,**
- **Volume annuel : 57 000 m<sup>3</sup>/an.**

A raison d'une pompe de 15 m<sup>3</sup>/h, le potentiel de fonctionnement futur du forage maximum sera de 21 h en jour de pointe à l'horizon 2030.

### III. RECENSEMENT DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

#### III.1. VULNERABILITE INTRINSEQUE DE LA RESSOURCE

Compte-tenu de la nature fissurée du réservoir exploité et de son niveau d'eau localement affleurant, la protection verticale théorique de l'aquifère vis-à-vis des pollutions bactériologiques et organiques dégradables est faible (vitesses d'infiltration et de transport pouvant être rapides à très rapides en milieu fissuré).

En revanche, localement, la nature artésienne du forage montre une légère captivité des horizons productifs de l'aquifère, probablement sous les colluvions argileuses de surface (le log de gamma-ray réalisé dans le forage en 2010 indique environ 2 m de matériaux argileux en surface).

En outre, la faible vulnérabilité liée à l'occupation des sols dans le périmètre de protection immédiat du forage (cf. paragraphe III.7.2.) permet de réduire notablement les risques de pollutions directe du captage.

Enfin, on note que le compartiment Ouest de la faille du Palais (limite Ouest de la zone de sensibilité du captage) est constitué des marnes indifférenciées du I6-8 (cf. figures 2 et 3). Ces terrains marneux sont peu perméables, ce qui limite localement les apports d'eaux souterraines depuis ce secteur vers le captage étudié et réduit quantitativement les risques de pollution de l'aquifère depuis cette zone. Malgré cela, ces marnes peuvent receler en surface une porosité de fissures liée à la présence de diaclases d'altération des marnes, qui n'annulent pas totalement les risques de migration souterraine d'une éventuelle pollution. En outre, ce secteur appartient au bassin versant du ruisseau du Crespenou (ravin de Garry) qui concentre les ruissellements vers voisinage du captage étudié.

#### III.2. VULNERABILITE LIEE A L'OCCUPATION DES SOLS

La vulnérabilité potentielle liée à l'occupation des sols est illustrée aux figures 2, 3 et 4.

##### III.2.1. VULNERABILITE IMMEDIATE

###### A. Abords immédiats du captage du Palais

Le forage et la source du Palais sont implantés sur la parcelle B 471 (1 320 m<sup>2</sup>).

Cette parcelle et l'ensemble des installations ont fait l'objet d'un levé par le cabinet de géomètre expert Gazan.

Aucune clôture n'entoure les deux ouvrages ni la parcelle concernée.

La parcelle est enherbée et entourée de zones arborées, notamment à l'Est.

La voie communale n°2 longe la parcelle au Nord et monte vers le village via un passage en lacet très étroit, pentu et ne permettant pas le passage vers l'Est d'un véhicule sans une manœuvre complexe. Ce point en limite très fortement la circulation mais augmente potentiellement le risque d'un accident (véhicule dans le ravin).

Le point de vulnérabilité principal des environs du captage est le ruisseau du Crespenou passant à 4 m de la source et du forage. L'écoulement de ce ruisseau en période d'étiage (hors événements pluvieux) prend naissance à environ 40 m en amont de la source, au niveau du pont de la voie communale. Le ruisseau est alimenté par la nappe, dont le niveau est légèrement perché par rapport au cours d'eau : en étiage 2010, le niveau dans le forage était situé à environ 269,35 m NGF, dans la source à 269,0 m NGF et dans le ruisseau en face de la chambre de captage, le niveau était maintenu proche de 268,5 m NGF par le seuil de l'ouvrage de dérivation, soit un forage et une source respectivement perchés de 85 et 50 cm au-dessus du plan d'eau du ruisseau.

En revanche, si l'on considère le ruisseau dans l'ensemble de son tracé, on ne peut exclure qu'il ne se trouve ponctuellement (et notamment en cas de crue) dans le temps et l'espace en position d'alimentation de la nappe. Pour cette raison et de par la proximité du captage au ruisseau (phénomènes de diffusion possibles), une éventuelle pollution de ce dernier pourrait n'être pas sans effet sur la qualité de la source.

## **B. Risques liés aux inondations et aux eaux de ruissellements.**

### **Protection contre les eaux de ruissellement**

Le forage et la source sont situés en partie basse de la parcelle, dans un secteur de convergence des ruissellements.

Les écoulements superficiels latéraux peuvent provoquer des infiltrations ponctuelles dans le regard du forage, qui contient actuellement des ouvertures au niveau du sol pour l'évacuation du débit d'artésianisme. En outre, le haut du tubage métallique du forage est situé à moins de 5 cm de la dalle béton et correspond approximativement au niveau du sol, ce qui l'expose dans son état actuel à la moindre mise en charge locale.

La source est relativement mieux protégée des infiltrations directes du fait de la structure de l'ouvrage (la seule ouverture basse est le seuil d'évacuation du trop-plein de la source, calé à environ 40 cm plus haut que le fond du chenal d'évacuation aval).

### **Photographies de la tête de forage**



Niveau légèrement artésien le 18 août 2010

### Photographies de la source du Palais (Mai 2010)

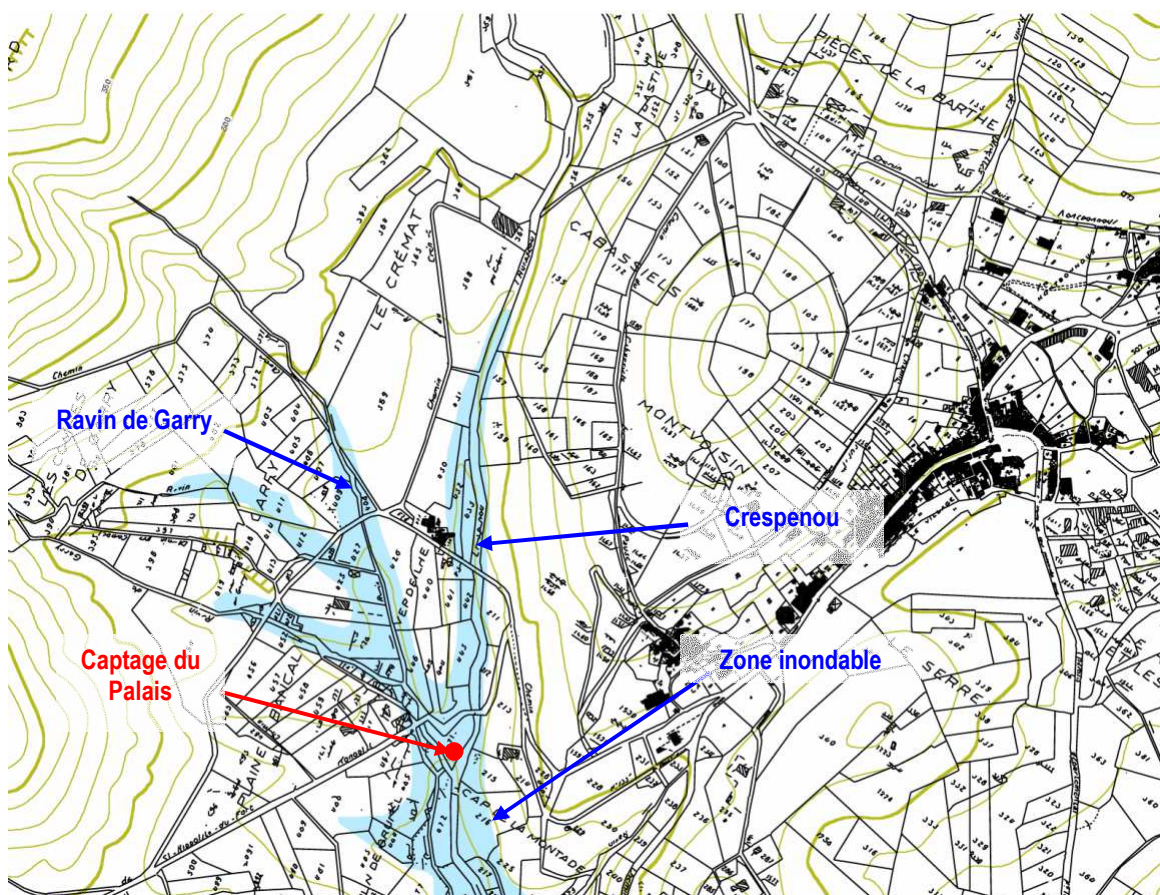


#### Protection contre les inondations

Le forage et la source sont situés en zone inondable du ruisseau du Crespenou et du ravin de Garry.

Leur position en rive gauche du lit mineur ne suffisent pas à les protéger des crues.

#### Extrait de l'Atlas des zones inondables du bassin versant du PLU (approche hydrogéomorphologique non précise)



0

500 m

Actuellement, l'unique protection de la qualité de la distribution est la possibilité d'arrêt des pompes par les services techniques municipaux lors du passage d'une crue. Mais l'action par anticipation est rendue très difficile du fait de l'extrême rapidité des crues dans ce ruisseau de tête de bassin versant aux pentes très fortes et aux vitesses d'écoulements importantes.

La cartographie ci-dessus est issue d'une analyse hydrogéomorphologique menée par Carex Environnement en 2004 sur l'ensemble du bassin versant du Vidourle. Cette approche, correspondant à une enveloppe au sein de laquelle est susceptible de se trouver la zone inondable, est probablement maximaliste et n'a fait l'objet d'aucun calcul hydraulique précis.

L'orage du 6 septembre 2010, survenu alors que nous avons instrumenté la source, le forage et le ruisseau, a correspondu sur une durée de 24 h à une pluie décennale à Durfort (260 mm) et sur une durée de 1 h, plus compatible avec la dynamique du bassin versant local, à une pluie de récurrence voisine de 2-3 ans (30 mm). Lors de cette crue, aucun débordement généralisé vers le forage n'a eu lieu, l'enregistreur de la sonde de niveau automatique qui y était installée à même le sol n'ayant pas été interrompu.

En revanche, le plan topographique de la parcelle montre que l'altitude du sol au droit du captage correspond à seulement 30-40 cm de plus que celle du radier du seuil de dérivation du ruisseau. Pour des crues plus intenses, la source et le forage sont donc potentiellement exposés aux débordements du Crespenou :

- pour la source, via son ouvrage de trop-plein,
- pour le forage via son tubage au niveau du sol et son regard en parpaings non étanche.

### **Mesures de mise en sécurité**

Afin d'améliorer la protection du forage et dans le cadre de sa régularisation administrative, il apparaît nécessaire de procéder à l'ensemble des travaux demandé par l'hydrogéologue agréé dans sa lettre du 27 juin 2007, à savoir entre autres :

- profiter du remplacement du tubage PVC pour cimenter l'espace annulaire compris entre le tubage et le pré-tubage entre 0 et 10 m de profondeur (ne pas cimenter sur une trop grande profondeur au risque éventuel de couper certaines arrivées d'eau superficielles),
- surélever la tête du forage de façon qu'elle contienne l'artésianisme, la fermer par une plaque étanche sur bride, munie d'un évent avec crosse et grillage par insectes et de passe-câbles étanches,
- mettre en place une dalle béton de 2 m de rayon (ou de 4 m de côté si elle est carrée) autour du forage avec une pente centrifuge de sa face supérieure, permettant l'écoulement de l'eau vers l'extérieur. Cette dalle devra en outre être déconnectée des ruissellements,
- protection de la tête de forage par un édifice avec accès fermant à clé et empêchant la pénétration des petits animaux, salissures, de l'eau de pluie et du ruissellement. Cet édifice devra inclure un orifice d'évacuation des eaux parasites, lui aussi protégé au même titre que l'édifice,
- mettre en place un contrôle de turbidité en raison de la nature karstique de l'aquifère.

Si la source est conservée, il est également important de se conformer aux prescriptions la concernant :

- mise en place d'un remblai argileux protégé par un enrochement contre la galerie captante côté ruisseau,
- débroussaillage des rives du ruisseau afin d'éviter les embâcles et donc réduire les risques de débordements (débroussaillage effectué en 2011),
- rebouchage de l'orifice percé dans la dalle de couverture de la source,
- démontage des équipements inutilisés dans la source et remise en état du reste des équipements,

- décapage et repeinte de la passerelle. Masquage de la claire voie par des tôles inoxydables munies d'un rebord remontant pour éviter que des saletés tombent directement dans l'eau lorsqu'on pénètre dans le captage,
- remplacement de la pompe immergée couchée par une pompe de surface.

En raison du caractère inondable du site, les regards d'accès doivent être entièrement étanches et faire l'objet d'un contrôle régulier de l'état des joints avec remplacement lorsque c'est nécessaire.

Enfin, il est conseillé après chaque crue de procéder au contrôle de la turbidité de l'eau captée et de conditionner la reprise du pompage au retour à la normale pour ce paramètre, bon indicateur de l'état de pollution général de l'eau dans le contexte du captage.

### **III.2.1.2. ZONE DE SENSIBILITE DU CAPTAGE (BASSIN VERSANT SOUTERRAIN)**

Sur la base de la carte géologique et de l'analyse de la topographie, l'hydrogéologue agréé nommé sur ce captage a dans son pré-avis du 27 juin 2007, a proposé une délimitation de la zone de sensibilité (bassin versant souterrain) du captage compris entre la faille Ouest et la faille bordière du horst de Pallières qui convergent à environ 170 m en aval du captage (cf. figure 1).

Le présent paragraphe recense les activités humaines présentes ou passées dans cette zone de sensibilité et pouvant donner lieu à un risque potentiel de pollution. Il s'appuie sur :

- nos échanges avec M. Castanon, Maire et M. Lin, Conseiller Municipal de Monoblet,
- les documents fournis par la commune,
- les inventaires d'assainissement autonome effectués par la Communauté de Communes Cévennes Garrigues,
- la consultation des inventaires et bases de données usuelles : Basias, Infoterre, Basol, Dreal, atlas des zones inondables,...
- nos visites de terrain.

#### **III.2.1.2.1. ACTIVITES INDUSTRIELLES.**

##### Anciens sites industriels :

Dans cette zone, aucun site industriel n'est recensé dans la base de donnée Basias du BRGM ni par la commune.

M. le Maire nous signale la présence passée d'un ancien garage automobile démantelé avant la mise en place récente d'un bâtiment public, en limite Est de la zone de sensibilité du captage, à environ 750 m au Nord Est de celui-ci (cf. figure 2).

##### ICPE soumise à déclaration ou autorisation :

Aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement n'est recensée sur la zone investiguée.

#### **III.2.1.2.2. DEPOT, STOCKAGE OU CANALISATIONS DE PRODUITS DANGEREUX.**

Dans le cadre des visites du site et après entretiens avec la mairie, aucun dépôt, stockage ou canalisation de produits dangereux, actuel ou passé, n'est recensé sur la zone.

### **III.2.1.2.3. CAVITES.**

Aucune cavité naturelle liée à l'existence d'une éventuelle forte karstification n'est recensée sur le secteur dans le cadre du site infoterre ni de l'inventaire départemental des cavités souterraines du BRGM, ce qui relativise le degré de karstification de l'aquifère exploité. L'inventaire départemental des mouvements de terrains recense plusieurs de ces mouvements de terrain sur la commune mais il s'agit uniquement de glissements, coulées, érosion, chutes de blocs, non attribuables à une cavitation particulière des calcaires et dolomies du bassin versant.

De même, le BRGM ne recense aucune ancienne mine ni aucun forage pétrolier sur le secteur.

### **III.2.1.2.4. CIMETIERES**

La commune de Monoblet possède un cimetière communal situé en dehors de la zone d'alimentation du captage et en aval hydraulique et topographique (à 550 m au Sud-Est). Il est implanté sur la parcelle C 302 et représente une surface de 3 634 m<sup>2</sup>.

Il peut exister également et ponctuellement des tombes dans quelques propriétés privées de familles protestantes, mais celles-ci sont très peu nombreuses. Selon la mairie, « aucun ensevelissement n'a été réalisé depuis fort longtemps ».

### **III.2.1.2.5. HISTORIQUE DES POLLUTIONS ACCIDENTELLES**

Aucune pollution accidentelle historique n'a été recensée sur la commune de Monoblet. Les voies de circulation du secteur étudié sont en outre très peu fréquentées (quasi-exclusivement par les riverains), ce qui limite les risques d'accidents de la circulation.

### **III.2.1.2.6. DECHETS**

#### **A. Décharges anciennes et existantes**

Aucune décharge ancienne ou actuelle n'est recensée sur le secteur d'étude.

#### **B. Centre de transfert et déchetterie**

La commune ne possède aucune déchetterie ni centre de transfert sur son sol. Les deux déchèteries utilisées par la population de la communauté de communes sont celles de Saint-Hippolyte-du-Fort et de Lasalle.

#### **C. Ramassage des déchets et containers**

Le point de collecte des déchets se situe au Sud-Ouest de l'agglomération à environ 330 m à l'Est du captage. Il consiste en un regroupement de containers fermés permettant la séparation des déchets (OM, verres, cartons...) et recouverts permettant d'éviter tout contact avec les eaux de ruissellement.

#### **D. Plan d'épandage des boues et autres déchets**

La commune n'est pas concernée par des plans d'épandage d'installations de traitement.

#### **E. Epandage d'effluents vinicoles**

La commune n'est pas concernée par le plan d'épandages vinicoles.

### III.2.1.2.7. DEPOTS DE MATERIAUX

On recense une zone de dépôt de matériaux principalement constitué de matériaux de terrassement (déblais) à 160 m au Nord-Ouest du captage, en dehors de sa zone de sensibilité. Ce dépôt privé n'étant pas présent sur les photos aériennes de 2006, il est probablement temporaire.

### III.2.1.2.8. SITES ET SOLS POLLUES

Aucun site ou sol pollué n'est recensé sur la commune dans le cadre de la base de donnée Basol.

### III.2.1.2.9. SURFACES NATURELLES ET AGRICOLES

La répartition des surfaces agricoles à la date de l'étude est cartographiée en figure 4.

#### A. Bois, forêts et zones enherbées

La zone de sensibilité du captage est très majoritairement boisée (colline de Montvoisin). Il s'agit de parcelles en grande majorité privées non soumises à une exploitation particulière du bois.

La principale activité liée à ces boisements est la chasse (sanglier et petit gibier) pratiquée notamment dans le cadre de la société de chasse « Les Chasseurs Monobletois ».

Quelques friches agricoles et parcelles enherbées sont présentes en amont direct du captage (quartier de Verdeilh), en fond de vallon.

#### B. Zones cultivées

On recense quelques parcelles cultivées du secteur regroupées à l'Ouest de la zone de sensibilité du captage. Il s'agit essentiellement de cultures de céréales en petites parcelles (1000 m<sup>2</sup> à 1,5 ha), pentues et non irriguées et de quelques vignes.

Il existe également des jardins extensifs de particuliers situés à l'Ouest de la zone de sensibilité du captage.

### III.2.1.2.10. ELEVAGES

On note la présence au hameau de Verdeilh (parcelle n°438) d'un petit élevage de chèvres (de l'ordre d'une dizaine de têtes) avec entreposage de fumier à environ 20 m en rive droite du Crespenou, à 220 m en amont du captage du Palais. Le fumier s'accumule dans la cour à l'air libre est susceptible d'être lessivé par les pluies vers le ruisseau du Crespenou, vecteur potentiellement sensible vers le captage du Palais. En outre, la carte géologique signale la présence d'une faille au voisinage de ce hameau pouvant constituer une zone d'alimentation préférentielle de la nappe (zone probablement fracturée favorisant les infiltrations). Le lessivage du fumier peut être à l'origine d'une pollution bactériologique (voire virale) de la ressource en eau, risque aggravé par la nature fissurée et peu filtrante de l'aquifère exploité.

*Il est important pour la protection du captage de mettre aux normes cet élevage. Si celui-ci doit perdurer, le fumier devra être déconnecté par rapport aux eaux de pluie (couverture étanche) et entreposé sur une dalle étanche avec recueil des éventuelles égouttures et traitement par une filière adaptée ou évacuation hors de la zone de sensibilité du captage.*

On recense également dans le hameau deux petits poulaillers domestiques grillagés :

- à 90 m en amont, à une dizaine de mètres en rive gauche du ravin du Barry,
- à 70 m à l'Ouest.

### **III.2.1.2.11. INFRASTRUCTURES LINEAIRES (ROUTES)**

La zone d'étude est concernée par plusieurs infrastructures linéaires :

- La route départementale D185, passe en limite Nord de la zone d'étude suivant un axe Sud-Est Nord-Ouest, et passe à 700 m du captage,
- la route départementale D33, passe en limite Est de la zone d'étude suivant un axe Nord-Est Sud-Ouest, et passe à 200 m du captage,
- des voies de communication communales traversent la zone d'étude. Il s'agit de chemins goudronnés à la fréquentation très limitée. La plus proche (VC n°2) passe à 40 m en amont du captage, mais il s'agit aussi de la moins fréquentée en raison d'un lacet difficile à franchir,
- la route départementale D 133a passe à environ 200 m en amont. Sa fréquentation est également très réduite et limitée essentiellement à la desserte des riverains et aux passages d'engins agricoles.

Si aucune de ces infrastructures (en dehors du centre du village) n'est dotée d'un réel dispositif d'assainissement pluvial, leur très faible trafic (essentiellement des véhicules légers et engins agricoles) représente un risque de pollution chronique négligeable. Par ailleurs, le risque de pollution accidentelle reste limité mais non nul du fait de la faible largeur des voies et de leur caractère sinueux (déversement du contenu d'un réservoir, incendie d'un véhicule ...).

### **III.2.1.2.12. POINTS D'EAU**

Aucun point d'eau n'est recensé sur le secteur à la Banque du Sous-Sol (site infoterre), exceptée la source du Palais.

Aucun forage privé (domestique, agricole ou autre) n'a fait l'objet d'une déclaration en mairie. Quelques habitations non desservies par le réseau d'eau potable sont recensées sur le secteur et notamment une maison en partie Nord du hameau du Palais. D'autres habitations étaient présentes avant raccordement au réseau AEP. Ces habitations possèdent donc nécessairement un puits ou un forage individuel, en service ou abandonné.

Par ailleurs, les suivis du niveau de la nappe en continu effectués pendant le pompage d'essai de l'été 2010 au captage du Palais confirment la présence de plusieurs pompages irréguliers proches et distincts du forage étudié.

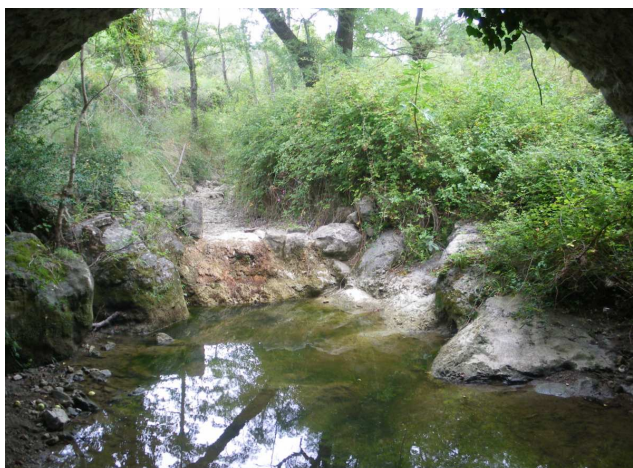
Les enquêtes du SPANC ont permis de localiser 6 forages dans le hameau du Palais entre 80 et 350 m de distance (cf. figures 2 et 3). Leur nombre n'est pas nécessairement exhaustif et leurs caractéristiques techniques ne sont pas connues précisément.

Chaque forage ou puits, s'il n'est pas isolé des ruissellements ou des risques de déversements par une étanchéité et une tête de forage adéquates, représente un risque de pollution potentielle de la ressource.

### III.2.1.2.13. RUISSEAUX

Le principal ruisseau est le Crespenou, prenant naissance à environ 1,7 km au Nord-Ouest, en contrebas du hameau de Pailhès, aux alentours de l'altitude 400 m NGF et passant à environ 4 m du captage, à l'altitude 269 m NGF. Il s'agit d'un ruisseau temporaire devenant permanent à environ 40 m en amont de la source du palais (même zone de résurgence diffuse que celle de la source).

#### Photographie du Crespenou à 40 m en amont du captage – Août 2010



Le ravin de Garry, passant à environ 10 m à l'Ouest du forage est également un ruisseau temporaire prenant naissance à environ 1 km en amont, à l'altitude 370 m NGF (source temporaire indiquée sur la carte IGN).

#### Photographies du ravin de Garry - Février 2012

à 250 m en amont



à 60 m en amont



Ces deux ruisseaux drainent à hauteur du captage un bassin versant voisin d'1,9 km<sup>2</sup>, très majoritairement constitué de boisements (cf. figure 1). Ils reçoivent dans leur tronçon aval également les eaux de ruissellement des parcelles agricoles du secteur et des hameaux du Palais et de Verdeihlhe. Sur l'ensemble de leur bassin versant, on comptabilise 12 habitations, dont 9 regroupées dans les 300 m du captage.

Comme indiqué au paragraphe III.2.1., ces ruisseaux sont alimentés par la nappe dans le secteur du captage mais il n'est pas exclu que les échanges ne s'inversent très exceptionnellement en période de crues et moins exceptionnellement à mesure que l'on se dirige vers l'amont, du fait du caractère perché des deux ruisseaux.

L'agglomération de Monoblet (à l'Est) rejette ses eaux pluviales vers deux très petits affluents du Crespenou qui le rejoignent tous deux en aval du captage :

- le ravin de Montbonnoux passant à 700 m à l'Est, de l'autre côté de l'agglomération, en limite de la zone de sensibilité du captage. Il s'agit d'un ruisseau alimenté par un bassin versant réduit (environ 20 ha) et suffisamment éloigné du captage et qui draine l'extrémité Est de l'agglomération du village,
- le ravin de la Montade, également secondaire, passant en limite Est de la zone de sensibilité et rejoignant le Crespenou à 230 m en aval du captage. Ce ravin reçoit la majeure partie des eaux de ruissellement de l'agglomération du village.

#### III.2.1.2.14. ASSAINISSEMENT

Dans la zone urbanisée de forte à moyenne densité constituant le noyau du village, l'assainissement est collectif et de type séparatif et mène à la station d'épuration de la commune située à 1,3 km à l'Est du captage, hors de sa zone de sensibilité. Cette station rejette dans un affluent du Crespenou le rejoignant à 3 km en aval du captage étudié.

Dans le secteur (hameaux du Palais, de Verdeihle et La Bastide), on recense 11 installations d'assainissement autonome, dont la plus proche se situe à environ 50 m à l'Est du captage. 10 d'entre elles sont localisées dans un rayon de 250 m du captage. La dixième se situe à environ 650 m au Nord (construction située en contrebas du réseau d'assainissement).

La communauté de communes Cévennes Garrigues (qui a la compétence SPANC) a procédé à un contrôle des 10 installations proches.

#### Inventaire des installations d'assainissement autonomes voisines d'après le SPANC et la commune

N° installation	Parcelle	Date du contrôle	Nombre d'occupants	Forage AEP	Forage non AEP	Pré-traitement	Dispositif traitement	Rejet direct vers le sous sol	Rejet direct vers le milieu superficiel	Dimensions	Date du dispositif	Commentaire	Priorité de réhabilitation
1	B2 424	févr-08	2		X	FTE 4 m3	Drains patte d'araignée			120 m de drains	1977 et 2000	Filière inaccessible	Pas indispensable
2	B2 438	févr-08	3			FTE 1 m3	Aucun	Eaux pré-traitées vers un puits perdu	Eaux vannes sur le terrain		1970		Urgente
3	C2 214	févr-08	0 (très peu occupé)			Aucune	Aucun		Deux rejets d'effluents bruts		?	Aucune filière	Urgente
4	B2 841	févr-08	6	X		FTE 3 m3	Lit d'épandage			40 m2	1992	Curage fosse à prévoir	Pas indispensable
5	B2 448	févr-08	2	X		FTE 3 m3				45 ml de drains	1995	Filière inaccessible	Pas indispensable
6	?	févr-08	1	X		FTE	Tranchées			?	1998	Filière inaccessible	Pas indispensable
7	B2 428	févr-08	3		X	FTE 3 m3	Tranchées ? Puits perdu ?				1998		Pas indispensable
8	B2 467	févr-08	6	X		FTE 2 m3	Tranchées				1980		Pas indispensable
9	B2 487	févr-08											Pas indispensable
10	B2 418	aucun	0 (très peu occupé)					?	?			Aucune filière	Urgente

Il ressort de ces enquêtes que (cf. localisation de chaque installation en figures 2 et 3) :

- 7 installations sont conformes à la réglementation (existence d'un dispositif de pré-traitement et d'un dispositif de traitement par le sol). Pour ces installations, on peut s'attendre à un impact limité sur la ressource en eau.
- 3 installations ne sont pas conformes, dont 2 dans la zone de sensibilité du captage et à proximité du Crespenou :
  - les deux installations du hameau de Verdeihle, à 220 m en amont du captage,
  - celle de la parcelle n°214, située à 50 m à l'Est du captage.

La 3<sup>ème</sup> est située un peu plus haut (secteur du Garry, à 300 m au Nord-Ouest) et en dehors de la zone de sensibilité du captage définie par l'hydrogéologue agréé.

*Ces 3 installations non conformes devront être mises aux normes sous le contrôle et dans le cadre des missions du SPANC.*

La zone n'étant pas classée en zone urbaine ou urbanisable, aucune habitation supplémentaire n'est autorisée par le PLU.

On recense également 4 caravanes, a priori inoccupées, sur la parcelle B02 440 à 190-200 m en amont du captage. L'éventuel rejet d'assainissement de ces caravanes n'est pas connu.

### III.2.1.2.15. ZONES URBAINES ET URBANISABLES

La zone urbaine de Monoblet débute à environ 200 m à l'Est du captage. Elle est constituée d'un regroupement assez dense des constructions autour de la rue principale du village. Récemment, quelques constructions se sont installées sur la colline de Montvoisin au-dessus du village historique.

L'ensemble est connecté au réseau d'assainissement collectif du village qui transporte les eaux usées vers l'extérieur de la zone d'appel du captage du Palais.

Le PLU prévoit l'extension de l'urbanisation sur la colline de Montvoisin autour de l'actuel chemin communal en partie sous la forme d'un Plan d'Aménagement d'Ensemble et d'une Participation aux Voiries et réseaux. Le Coefficient d'Occupation des Sols autorisé est compris entre 30 et 40 % selon les zones. L'urbanisation sera peu dense, s'agissant de lots individuels. La limite de cette zone urbanisable passe à 95 m à l'Est du captage, à une trentaine de mètres au-dessus de l'altitude du captage. Elle représentera environ 10 ha sur les 36 ha de la zone de sensibilité du captage, ce qui n'est pas négligeable. La conception de cette nouvelle zone urbaine doit au minimum tenir compte des risques de pollution, notamment accidentelle, de la ressource en eau potable.

L'ensemble de cette zone prochainement ouverte à l'urbanisation sera raccordée au réseau d'assainissement collectif. Le tracé de la future conduite suivra l'actuel chemin communal et sera connectée au réseau existant à l'Est.

La gestion des eaux pluviales de cette zone n'est pas encore arrêtée. *Afin de limiter tous risques de pollutions accidentelles pour la ressource, il est recommandé d'étancher tout le futur dispositif de collecte des eaux pluviales et de prévoir un branchement sur chaque lot situé en amont de ce réseau. Il est en outre conseillé de prévoir sur ce réseau une capacité de rétention accidentelle étanche. Le rejet du réseau pluvial s'effectuera de préférence vers le Nord (bassin versant du ravin de Montbounoux).*

### III.2.1.2.16. QUALITE DE L'EAU

L'analyse complète de type karstique effectuée sur l'eau brute du forage du Palais le 25/01/2011 montre :

- une teneur en nitrates très faible (2 mg/l) montrant la faiblesse de la pression agricole sur le captage,
- une qualité bactériologique satisfaisante (pas de germes indésirables ni de cryptosporidium),
- une turbidité non détectée (<0,1 NTU),
- l'absence de micropolluants anthropiques (COHV, Hydrocarbures, HAP, matières actives de produits phytosanitaires, PCB...),
- on ne détecte pas d'activité radioactive naturelle.

Cette eau brute :

- respecte les limites de qualité réglementaires définies dans l'arrêté du 11 janvier 2007 pour les eaux brutes,
- s'avère de bonne qualité générale, et ne contenant aucune trace des indicateurs usuels de pression polluante à laquelle serait soumis l'aquifère sollicité, notamment d'origine humaine.

## **LISTE DES FIGURES**

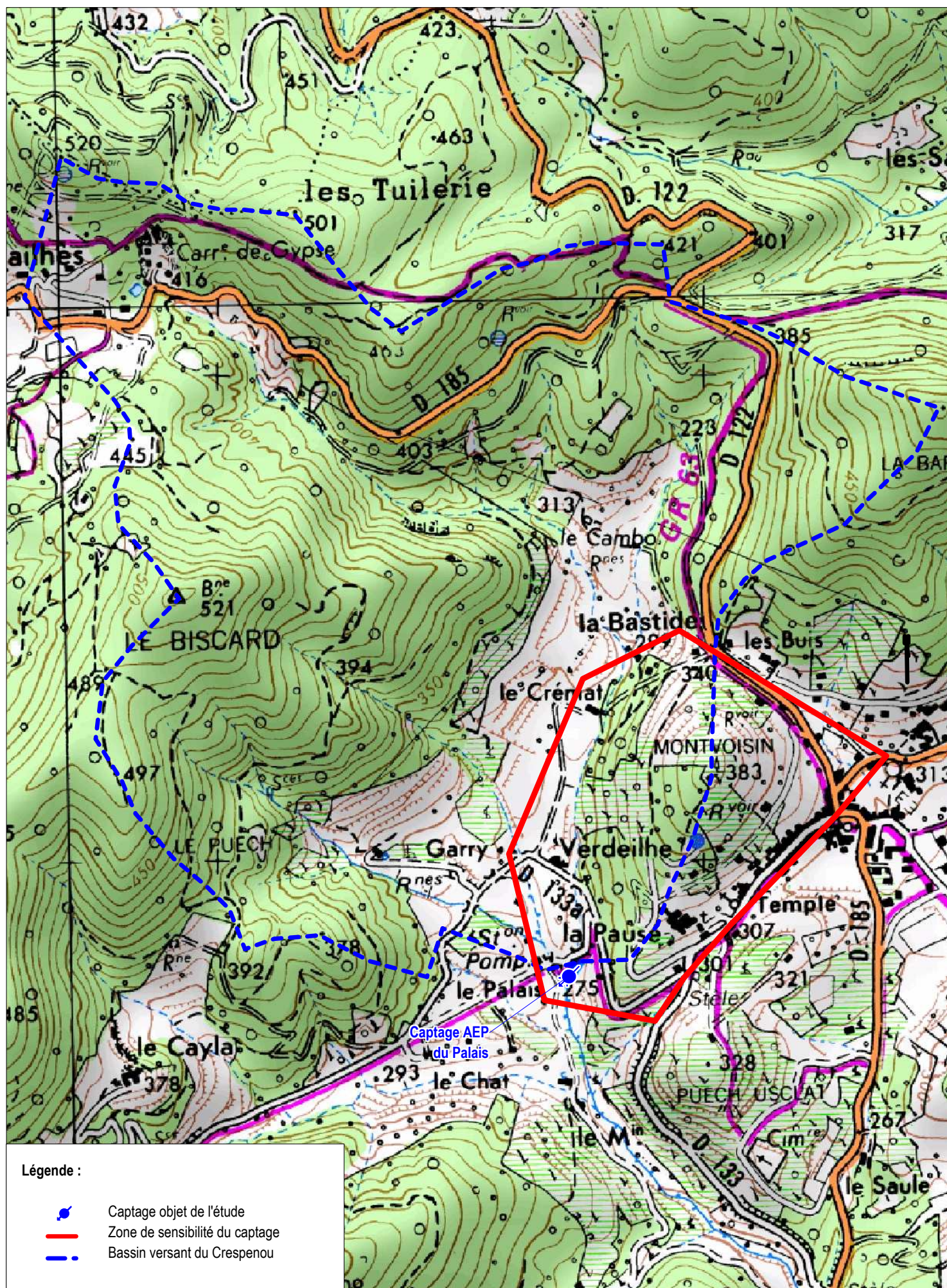
**FIGURE 1 : ZONE DE SENSIBILITE DU CAPTAGE – FOND IGN AU 1 / 10 000**

**FIGURE 2 : OCCUPATION DES SOLS DANS LA ZONE DE SENSIBILITE DU CAPTAGE – FOND CADASTRAL - 1 / 5 000**

**FIGURE 3 : OCCUPATION DES SOLS DANS LA ZONE DE SENSIBILITE DU CAPTAGE – FOND AERIEN - 1 / 5 000**

**FIGURE 4 : SURFACES AGRICOLES DANS LA ZONE DE SENSIBILITE DU CAPTAGE – FOND AERIEN - 1 / 5 000**

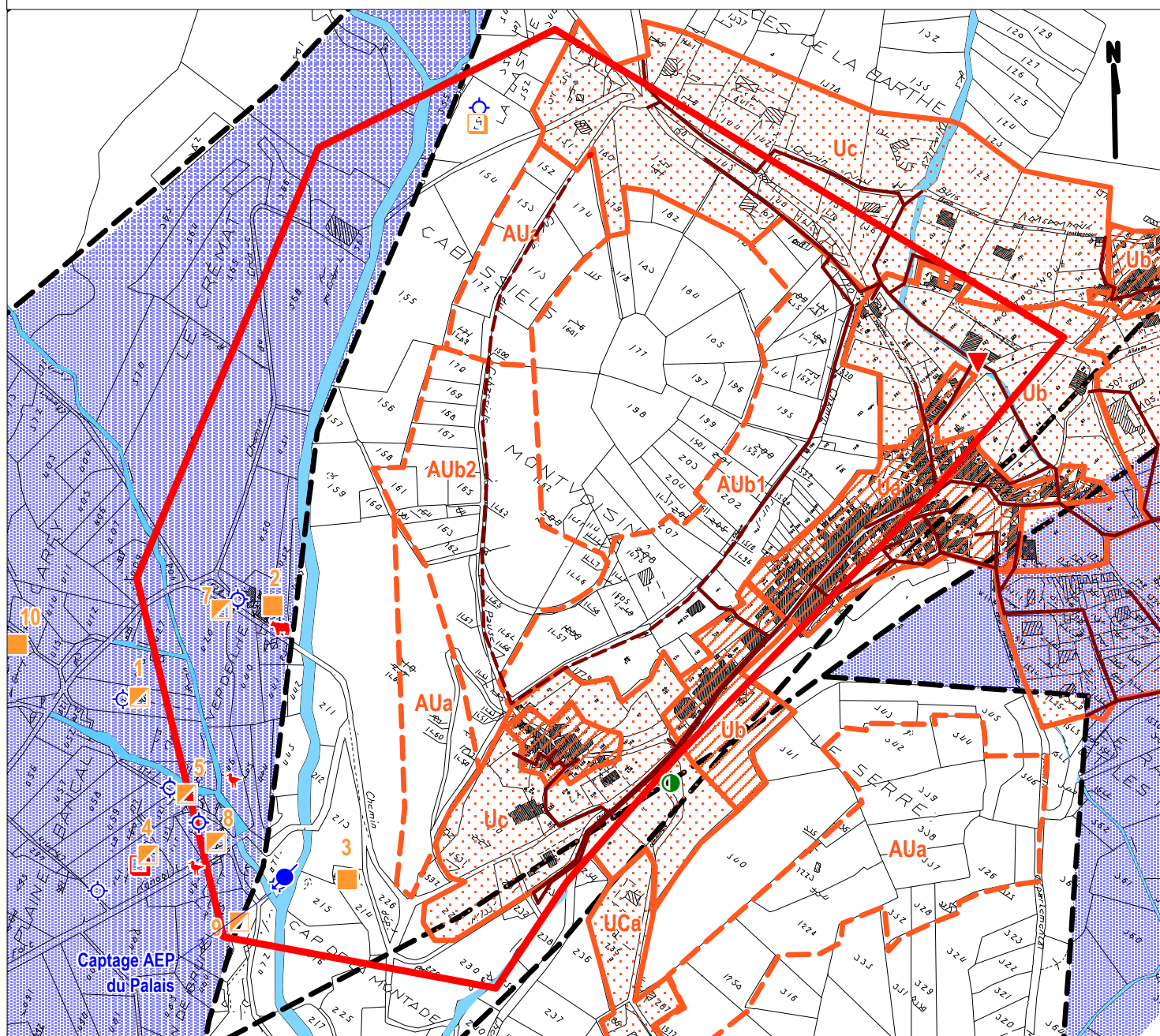




## Zones urbaines et urbanisables au PLU :

- Ua** Zone urbaine, dense, ancienne
- Ub** Zone urbaine moins dense
- Uc** Zone urbaine moyenne densité
- Uca** Zone urbaine moyenne densité avec assainissement autonome

- AUa** Zone naturelle, insuffisamment équipée, réservée à un développement ultérieur à court terme, destiné à recevoir de l'habitat et des activités sans nuisance
- AUb1** Idem avec Programme d'Aménagement d'Ensemble établi
- AUb2** Idem soumis à un P.V.R (Participation Voiries et Réseaux)



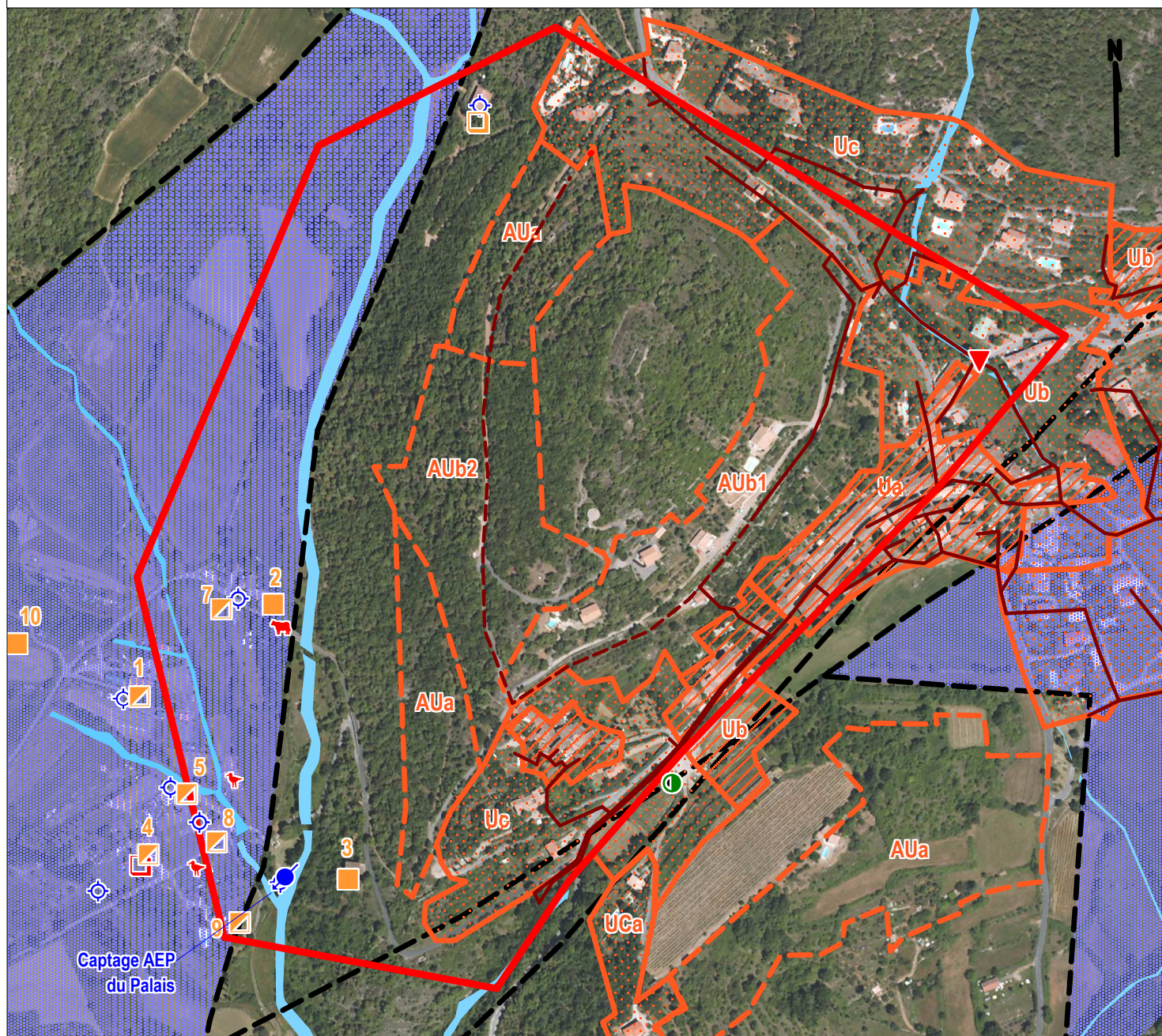
## Légende :

- |   |   |
|---|---|
| Captage objet de l'étude                              | Elevage de caprins (entreposage du fumier à l'air libre)    |
| Zone de sensibilité du captage                        | Point de collecte des déchets                               |
| Puits privé (emplacement imprécis)                    | Réseau d'eaux usées : tracé actuel                          |
| Ancien garage automobile démantelé                    | Réseau d'eaux usées : tracé futur                           |
| Installation d'assainissement autonome non conforme   | Zone urbaine dense  |
| Installation d'assainissement autonome conforme       | Zone résidentielle peu dense                                |
| Installation d'assainissement autonome non identifiée | Limites des zones urbanisable au PLU                        |
| Cuve à fuel enterrée (chauffage)                      | Tracé des failles selon la carte géologique au 1 / 50 000   |
| Petit poulailler domestique                           | Terrains marneux selon la carte géologique (peu perméables) |

# Zones urbaines et urbanisables au PLU :

- Ua** Zone urbaine, dense, ancienne
- Ub** Zone urbaine moins dense
- Uc** Zone urbaine moyenne densité
- Uca** Zone urbaine moyenne densité avec assainissement autonome

- AUa** Zone naturelle, insuffisamment équipée, réservée à un développement ultérieur à court terme, destiné à recevoir de l'habitat et des activités sans nuisance
- AUb1** Idem avec Programme d'Aménagement d'Ensemble établi
- AUb2** Idem soumis à un P.V.R (Participation Voiries et Réseaux)



## Légende :

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | Captage objet de l'étude                              |  | Elevage de caprins (entreposage du fumier à l'air libre)    |
|  | Zone de sensibilité du captage                        |  | Point de collecte des déchets                               |
|  | Puits privé (emplacement imprécis)                    |  | Réseau d'eaux usées : tracé actuel                          |
|  | Ancien garage automobile démantelé                    |  | Réseau d'eaux usées : tracé futur                           |
|  | Installation d'assainissement autonome non conforme   |  | Zone urbaine dense  |
|  | Installation d'assainissement autonome conforme       |  | Zone résidentielle peu dense                                |
|  | Installation d'assainissement autonome non identifiée |  | Limites des zones urbanisable au PLU                        |
|  | Cuve à fuel enterrée (chauffage)                      |  | Tracé des failles selon la carte géologique au 1 / 50 000   |
|  | Petit poulailler domestique                           |  | Terrains marneux selon la carte géologique (peu perméables) |

