

10528X0143/F

**AVIS HYDROGEOLOGIQUE SUR LA  
PROTECTION SANITAIRE DES FORAGES DU TYDOS  
(SPAC et F1 ter )  
A LOURDES (HAUTES PYRENEES)**



Forage SPAC ou F2 (?) 14 janvier 1952 - document Ville de Lourdes

**PAU, octobre 2011**

**Georges OLLER**

**Hydrogéologue agréé  
en matière d'hygiène publique**

A la demande de la commune de Lourdes, j'ai été désigné hydrogéologue agréé le 30 mars 2011 par la Délégation Territoriale des Hautes Pyrénées de l'Agence Régionale de Santé (ARS), afin d'émettre un avis hydrogéologique sur la protection des forages du Tydos alimentant saisonnièrement une partie de la ville de Lourdes.

Un premier avis provisoire avait été rédigé en mars 2008, dans lequel j'avais formulé la nécessité de divers compléments d'études avant la rédaction d'un avis définitif.

La visite a été effectuée le 24 mars 2011, en présence de Mme Artigues Delphine, ingénieur environnement à la ville de Lourdes, de Mme Maynadier Anne-Claire, responsable Eaux et Assainissement, de Mme Castérot Annie et M. Duran Yannick de l'ARS, M. Magnet Jean Luc du cabinet d'études Berre puis du bureau d'études CETRA, et de MM. Charonnat Michel et Sanchez Jean de la Lyonnaise des Eaux.

La documentation mise à ma disposition est contenue dans le dossier élaboré par le bureau d'études Berre et communiqué ultérieurement le 17 mai 2011. En absence de précision sur la zone d'alimentation des forages, deux visites complémentaires et réunions ont été conduites sur le terrain le 5 juillet et le 10 août afin de compléter le dossier par des éléments permettant de tracer une protection aux ouvrages de captage. Le rapport sur les mesures complémentaires destinées à délimiter les zones d'alimentation et les périmètres m'a été adressé par le bureau d'études Cetra le 4 octobre 2011. J'ai par ailleurs utilisé des documents et informations fournis ou collectés postérieurement et cités en annexe.

## 1 – Situation des ouvrages (fig.1)

Les ouvrages de captage sont situés à 1 km environ à l'est de la mairie de Lourdes, au quartier du Tydos, et à 800 m environ au nord du Petit Ger (fig.1). Depuis 2008 des travaux d'aménagement des têtes des ouvrages existants ainsi que 3 nouveaux forages ont été réalisés ainsi que l'obturation du forage F1.

Ils sont implantés aux points de coordonnées kilométriques Lambert II étendu et aux altitudes figurés dans le tableau suivant avec les parcelles concernées (propriété de la ville de Lourdes) et les observations sur l'usage des ouvrages :

Ouvrages	Date réalisation	X	Y	Z (sol approximatif et/ou repère mesure)	N° parcelle	N° BSS	observations
SPAC	1924 ou/et 1952 ?	406.781	1791.094	397,03/397,81	BV 81	10058X0041	Maintenu pour AEP
F1	1952	406.825	1791.091	398	BV 84	?	Obturé en 2010
F1bis	1975	406.824	1791.083	397/43/399,23	BV 84	10058X0064	Conservé en piézomètre
F1ter	2010	406.828	1791.086	397/40/397,96	BV 84	10528X0143	Créé pour AEP
PZ1	2008	406.842	1791.086	400,09/402,13	BV 84	10528X0142	Piézomètre
PZ2	2008	406.842	1791.090	400,13/400,69	BV 84	?	Piézomètre
F2	1953 ?	406.809	1791.180	399,37	BV 273	?	Conservé en piézomètre
F3	1924 ou/et 1952?	406.912	1791.317	399,86 /400,27	BS 111	10528X0043	Utilisé pour usage non AEP
F3bis	2010	406.904	1791.321	400,14/400,90	BS 111	10528X0043	
PZF3	2010	406.919	1791.307	400,25/400,85	BS 111		Piézomètre

Le forage F2, exécuté aux alentours de 1953, n'est plus exploité aujourd'hui. Les forages F3 ne seront plus utilisés pour des usages alimentaires. Seuls F1 ter et le Forage SPAC sont conservés pour l'alimentation en eau potable.



## 2- Alimentation en eau, besoins et offres

### 2-1 Population desservie

La ville de Lourdes a une population sédentaire de 15 200 habitants qui peut atteindre 50 000 habitants en période estivale (juillet et août). En plus de la ville, l'alimentation en eau concerne également les villages d'Aspin en Lavedan, Lézignan et Lugagnan, ainsi que des écarts du Syndicat des trois vallées, soit 784 habitants supplémentaires.

### 2-2 Besoins en eau

Pour une population maximale de 66 000 habitants les besoins, en pointe estivale, sont estimés à 370 000 m<sup>3</sup>/mois ou 12 300 m<sup>3</sup>/jour. Les comptages enregistrés, de 2004 à 2006, par la Lyonnaise des eaux indiquent des consommations estivales comprises entre 288 000 et 363 600 m<sup>3</sup>/mois. Les dernières valeurs de production recensées de 2008 à 2011 sont les suivantes :

année	Production totale en m <sup>3</sup> /an	Distribution totale en m <sup>3</sup> /an	Production maximum mensuelle	Production max journalière	Production Tydos annuelle	Production max mensuelle Tydos
2008	2 899 344	2 573 410	316 010 (juillet)	10 194	116 970	25 626 (mai) ou 827 m <sup>3</sup> /j
2009	2 668 890	2 389 423	344 248 (août)	11 104	56 495	12 299 (avril) ou 410 m <sup>3</sup> /j
2010	2 502 726	2 206 752	276 027 (juillet)	8 904	38 738	14158 (novembre) ou 472 m <sup>3</sup> /j
2011	-	-	272 992 (août)	8 806	-	-

Les minima sont essentiellement relevés en période hivernale (novembre à février) avec des productions de 149 000 à 157 000 m<sup>3</sup>/mois soit 5200 à 5300 m<sup>3</sup>/jour en moyenne. Avec une production théorique de 300 m<sup>3</sup>/h sur 20 heures (180 000 m<sup>3</sup>/mois) les puits de Tydos ne pourraient alimenter exclusivement la ville que durant 3 à 4 mois seulement.

Le rendement du réseau est compris entre 88 et 89 %. La production en pointe est de l'ordre de 14 500 m<sup>3</sup>/jour.

Il est à noter que les consommations, mensuelles ou journalières de pointe, diminuent depuis 3 ans.

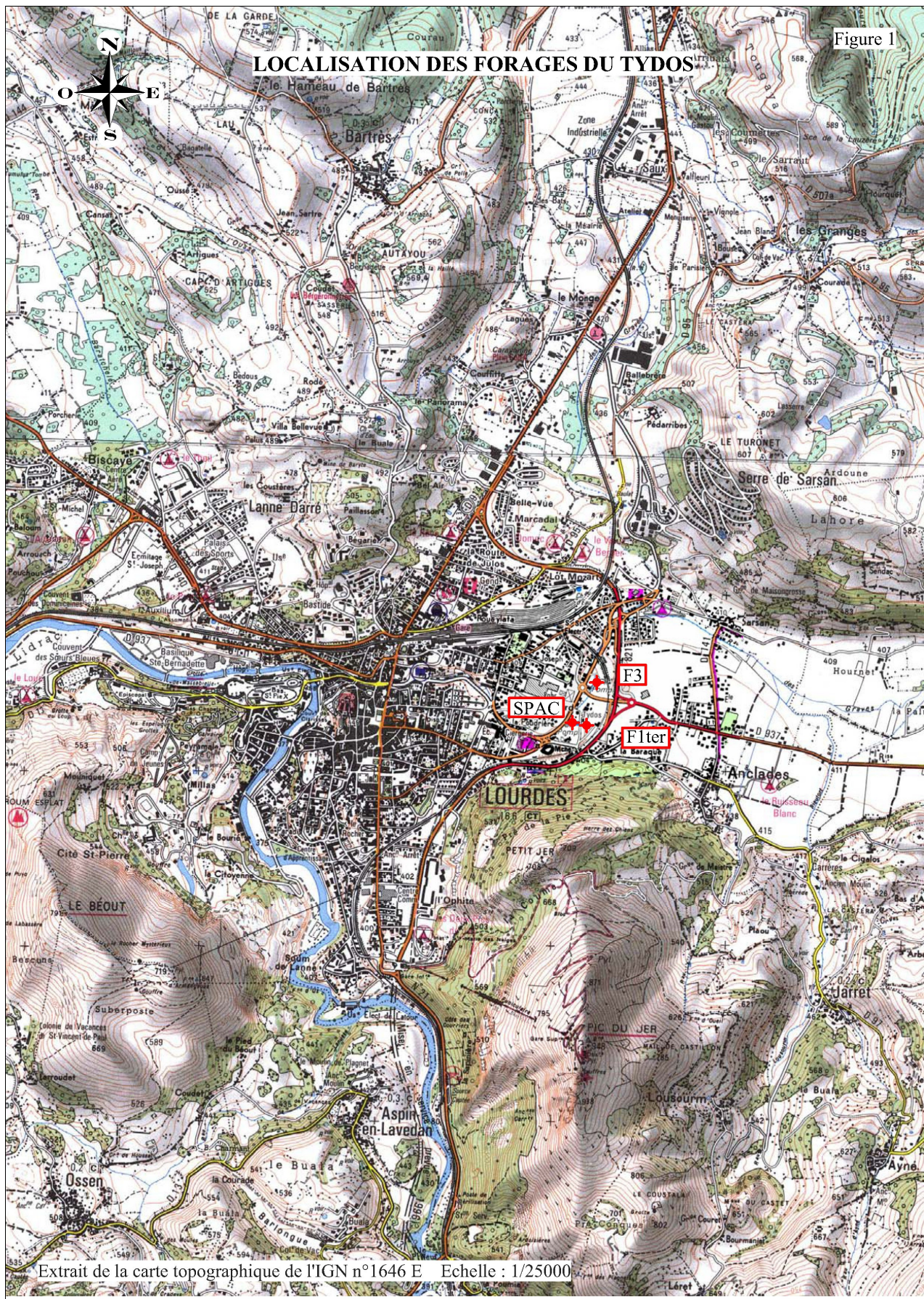
### 2-3 Ressources en eau

La ville de Lourdes capte les sources de Juncalas et de Gazost (220 m<sup>3</sup>/heure au maximum et 85 m<sup>3</sup>/heure en étiage), la prise d'eau du Néez (324 m<sup>3</sup>/heure) et saisonnièrement les puits du Tydos (150 à 310 m<sup>3</sup>/heure).

L'offre maximale est de 19080 m<sup>3</sup>/jour ou 572 400 m<sup>3</sup>/mois. L'offre minimale est de 11 180 m<sup>3</sup>/jour ou 335 400 m<sup>3</sup>/mois.

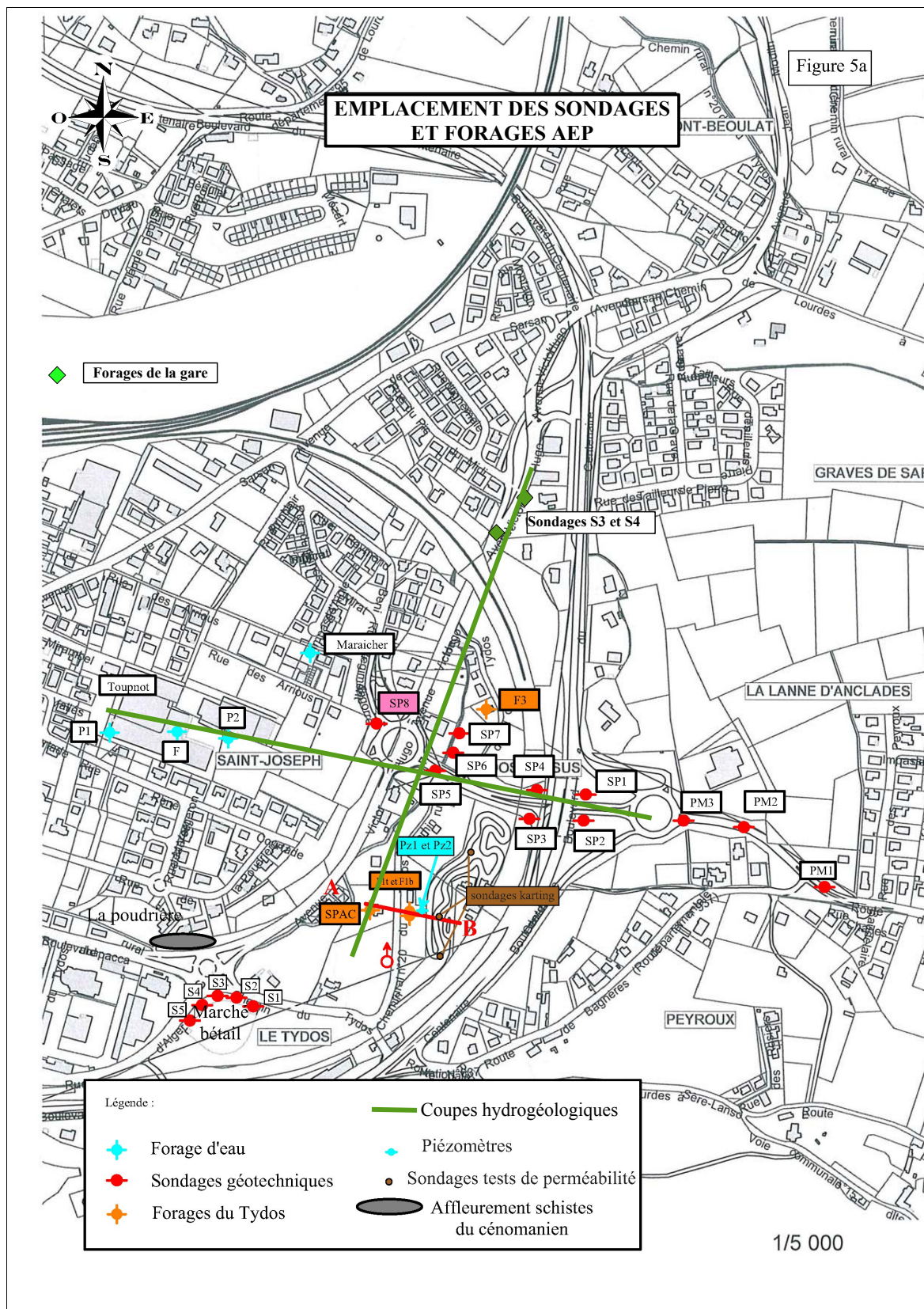
La rivière du Néez fournit 65 % à 69 % des besoins, les sources 30 à 35 % environ et les forages du Tydos seulement 1 à 4 %.





**Fig. 1 Plan de situation des forages du Tydos - Cabinet Berre-  
(E=1/25 000)**





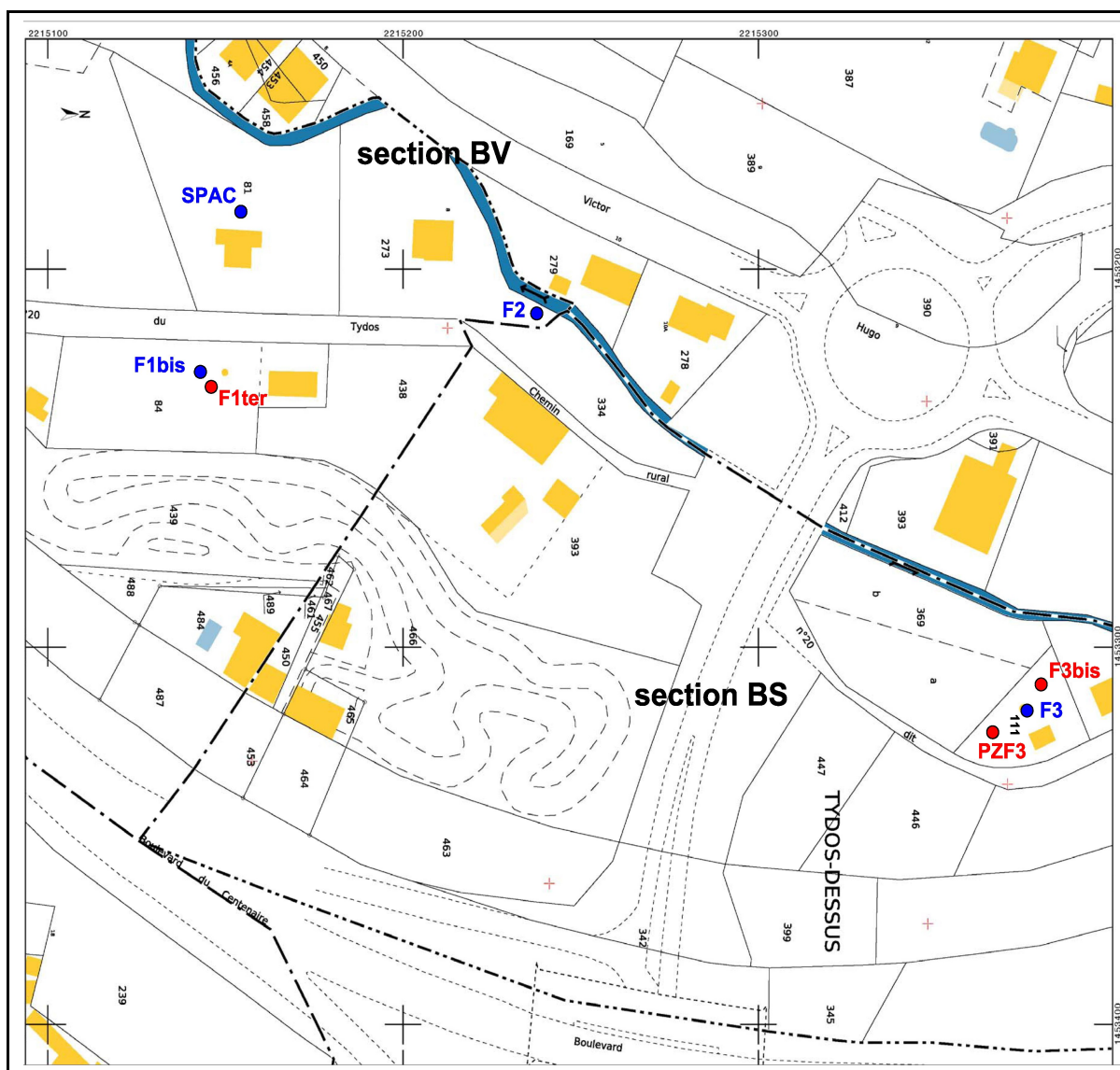
**Fig.2 Plan de situation des sondages et captages autour du Tydos (complété d'après document cabinet Berre)**





**Fig.3 Vue aérienne de l'environnement proche des captages (image Google)**





**Fig.4 Plan cadastral d'implantation des forages**



**Fig 5 Photographies des installations de Tydos (document Cabinet Berre)**



### 3- Description des captages

#### 3-1 Anciens ouvrages

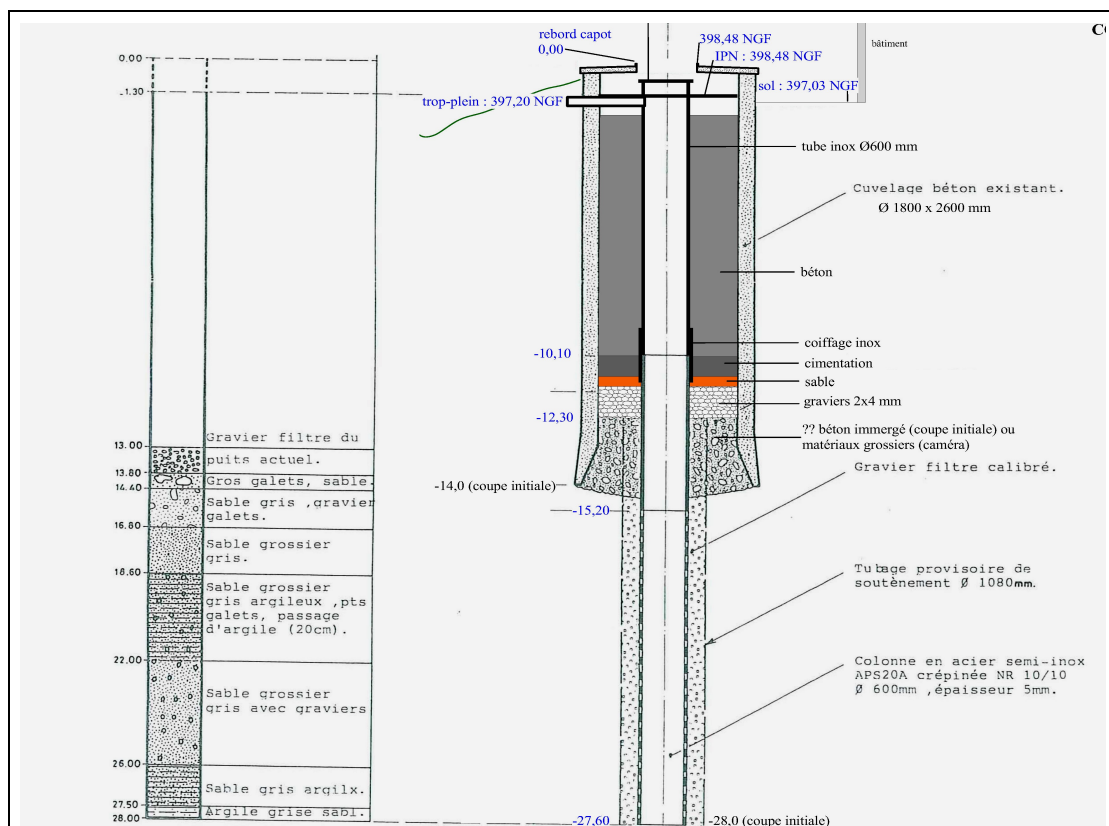
##### 3-1-1 Forage SPAC (fig.6)

Le forage SPAC était constitué à l'origine, en 1952 ou 1953, d'un puits étanche en béton sur 14 m de hauteur, 1,8 m de diamètre intérieur et dépassant le sol de 1,3 m. Le sommet de la margelle est fermé par un tampon métallique circulaire. Le puits a été postérieurement prolongé par un forage de 1080 mm de diamètre jusqu'à 28 m de profondeur et équipé d'une crépine acier semi-inox de 600 mm de diamètre entre 15 et 28 m de profondeur séparé de la paroi du terrain par un massif de sable calibré. La crépine est poursuivie vers le haut entre 15 et 10 m par un tubage plein de même diamètre. Entre 11.5 et 14.5 m le fond du puits est rempli de béton enserrant le tubage.

Avant réhabilitation



Après réhabilitation



**Fig.6 Coupe géologique et technique du forage SPAC (cabinet Berre)**

La réfection en 2010 a consisté à prolonger le tubage Inox en Ø 600 mm jusqu'à 0,8 m environ au dessus du sol et à équiper le trop plein d'une vanne. L'annulaire entre le cuvelage béton et le tube Inox a ensuite été rempli de béton.

Le forage est équipé d'une pompe de 150 m<sup>3</sup>/h. Avant ces travaux l'eau en charge dans le puits était évacuée, en permanence par le trop plein vers le ruisseau du Tydos proche.

### 3-1-2 Forage F1 (photos)

Le forage a été exécuté en décembre 1952 sur une profondeur de 17,9 m avec un tubage cimenté jusqu'à 11,2 m. La partie crépinée serait située entre 11,2 et 14,1 m sous le sol. L'équipement exact de cet ouvrage est inconnu.

En juin 2010, après extraction de la pompe et du tube d'exhaure, il a comblé avec du gravier (2,5 à 5 mm de granulométrie) depuis le fond jusqu'à 8 m de profondeur puis avec du ciment jusqu'au sommet. L'ancien abri de protection a été démoli et le sol est reconstitué par des matériaux inertes.

Avant réhabilitation



Après réhabilitation

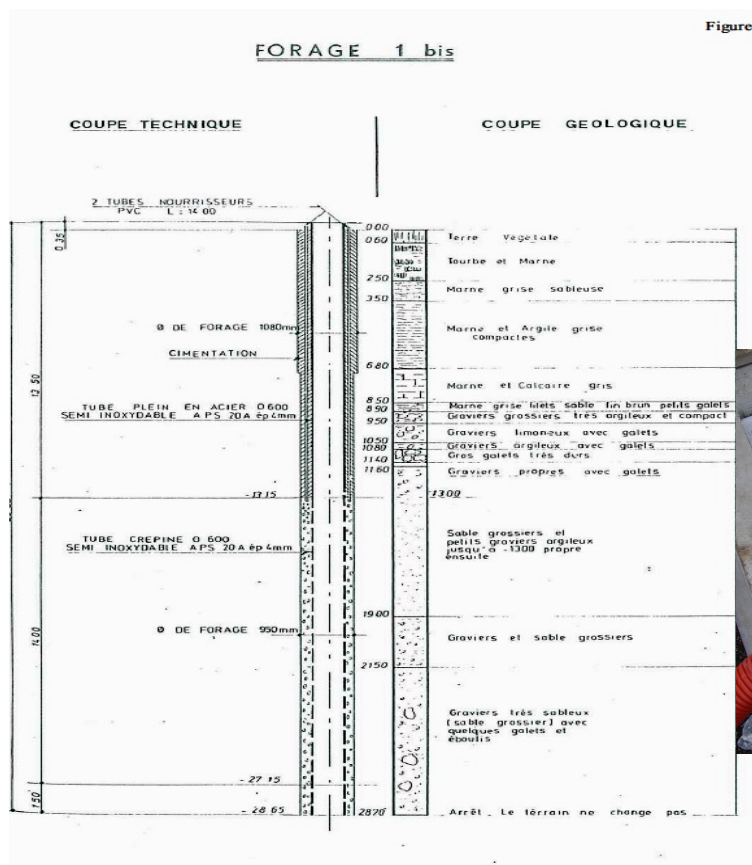


### 3-1-3 Forage 1 bis (fig.7)

Réalisé en mars 1975 il a une profondeur de 28,70 m. Le diamètre du forage est de 1080 mm jusqu'à 6,8 m et de 950 mm ensuite. Le forage est équipé d'un tube crépiné en acier semi-inox (diamètre de 600 mm) de 13,15 à 27 m et poursuivi jusqu'à 28,5 m par un tube plein obturé à la base. Un tube acier semi-inox de même diamètre est placé en continuité avec la crépine sur 13 m de longueur jusqu'au niveau du sol. L'annulaire est cimenté de 0 à 13,15 m de profondeur. Au droit de la crépine un massif de gravier calibré (5 à 15 mm) est mis en place. Deux tubes de recharge en gravier sont installés dans la partie tubée cimentée.

Cet ouvrage est transformé en piézomètre après extraction de la pompe immergée et de la colonne d'exhaure et après fermeture de la bride de tête ainsi que du tubage du trop plein. Une sonde de pression est installée dans le puits.





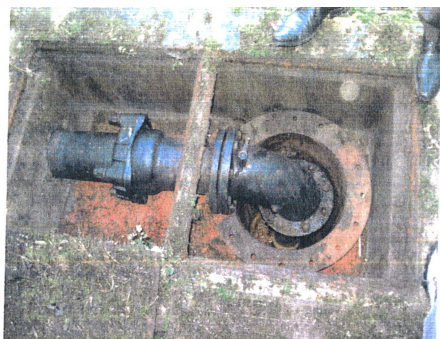
**Fig.7 Coupe géologique et technique du forage F1 bis (tête modifiée)**

### 3-1-4 Forage 2 (photos et fig.8))

Le forage F2 réalisé en 1953 était jaillissant lors de l'essai de puits sur le forage F1 bis en mars 1975. Il a été réaménagé en 2010 pour être transformé en piézomètre après extraction de la colonne et mise en place d'une sonde de pression.

Tête de l'ouvrage F2 avant réhabilitation

Ouvrage fini :



Avant 2010, les eaux de débordement étaient évacuées, comme pour F1, vers le regard d'eau pluviale ou usée proche.

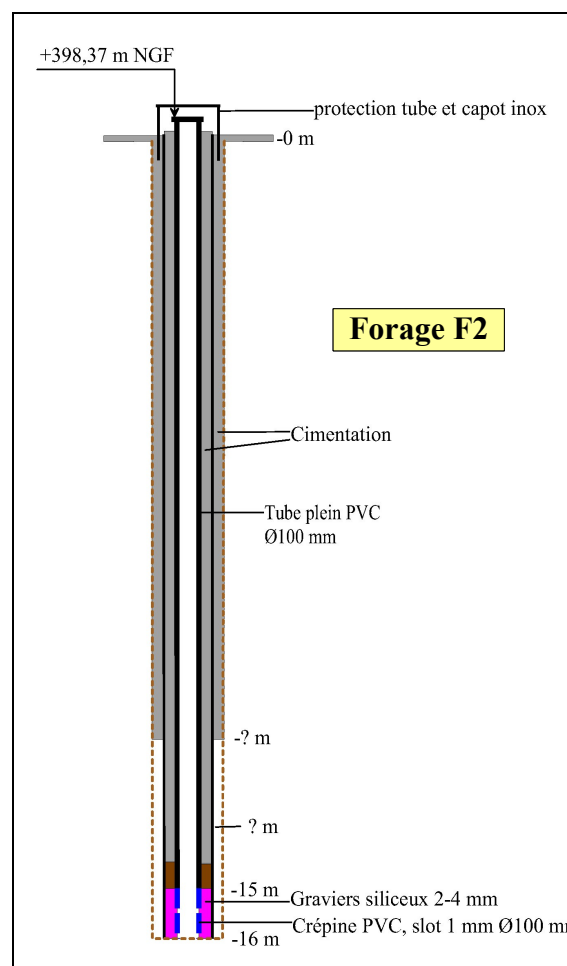
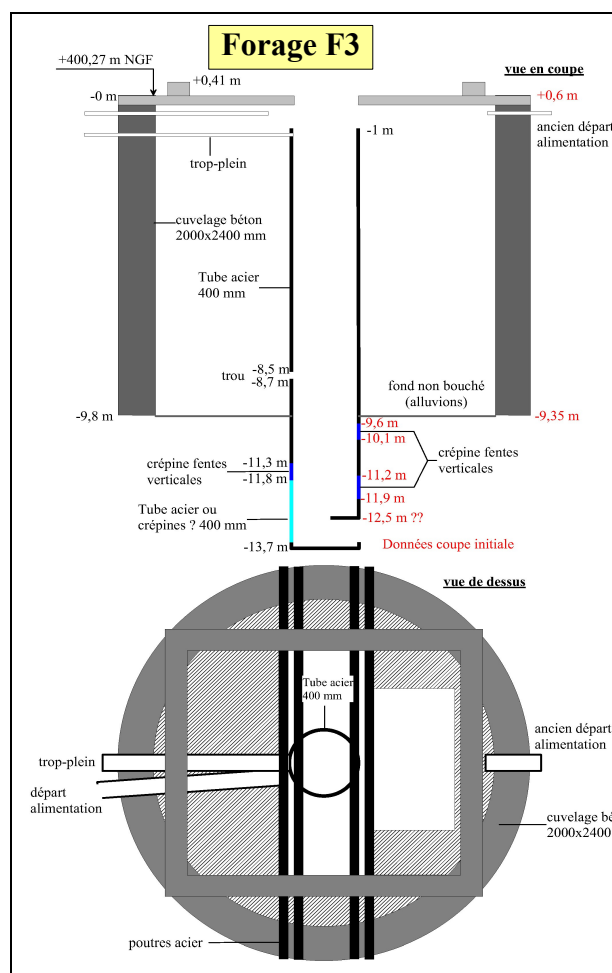
### 3-1-5 Forage 3 (photos et fig.8)

Il a été construit en août 1953 en approfondissant un ancien puits (1925?) de 9,35 m de profondeur par un tubage de Ø 400 mm de diamètre jusqu'à 12,5 m de profondeur sous le sol. Une pompe de 60 m<sup>3</sup>/h équipait ce forage inutilisé. La description de l'ouvrage, en particulier celle de la hauteur crépinée, est imprécise. Les eaux en charge se déversent vers le ruisseau du Tydos dans un regard non visible. Le puits est déséquipé, depuis 2010, de sa pompe et de son tube d'exhaure

F3 avant travaux



Après travaux



**Fig.8 Coupe géologique et technique des forages F3 et F2 (cabinet Berre)**

## 3-2-1 Forage F1ter (photo et fig.9)

Ce forage a été exécuté en juin et juillet 2010 par la technique BENOTO sur une profondeur de 31 m au diamètre de 1220 mm de 0 à 9 m et de 880 mm de 9 à 31 m sans atteindre un substratum franc.

Il est équipé d'un tubage de diamètre externe de 610 mm avec une partie crépinée de 12,3 à 28,3 m. La crépine Inox à nervure repoussée avec un slot (dimension des ouvertures) de 1,5 mm est renforcée au droit des passages de sables fins par un tissu Inox présentant un slot de 0,3mm.

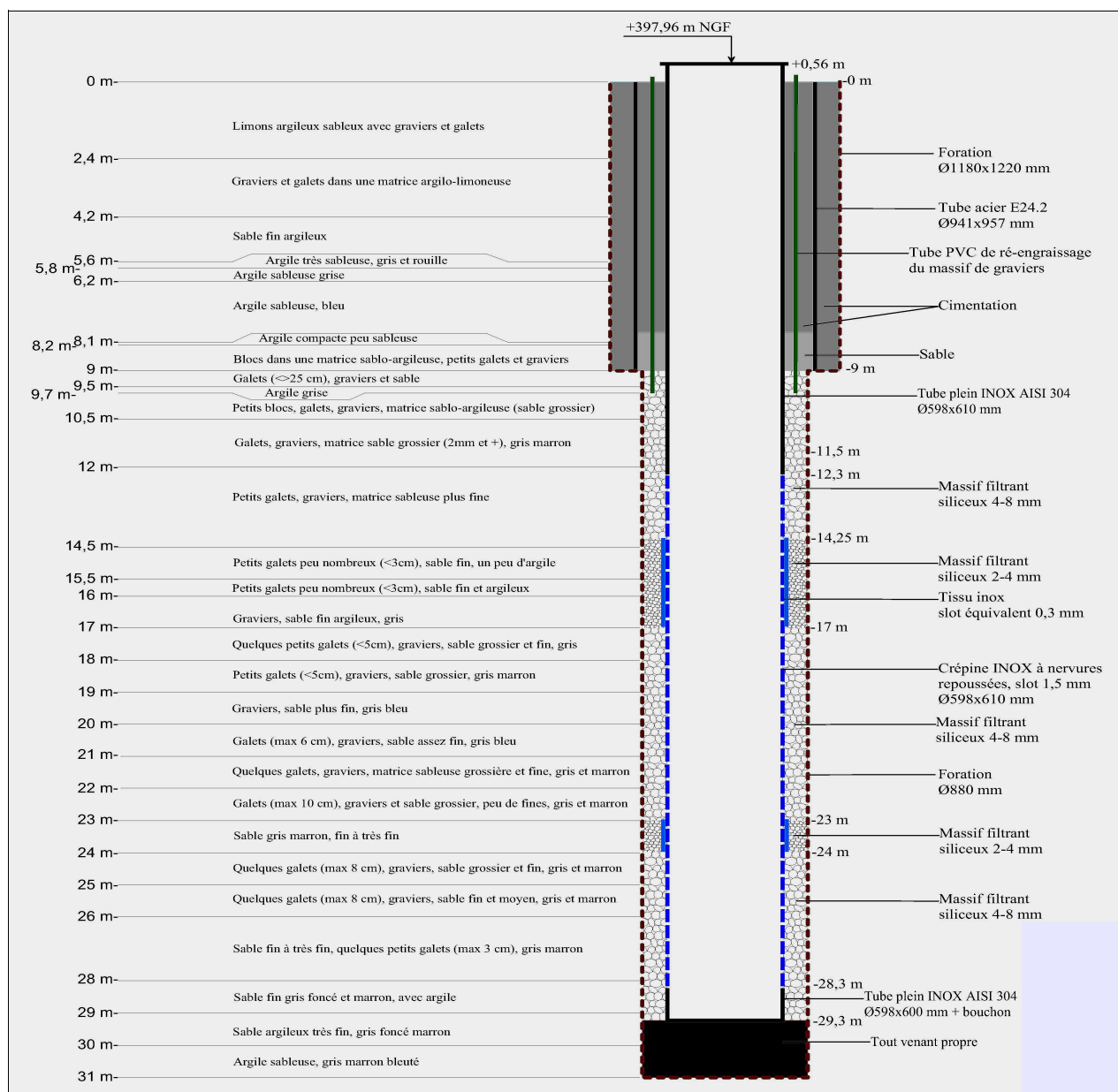


Fig.9 Coupe géologique et technique du forage F1 ter



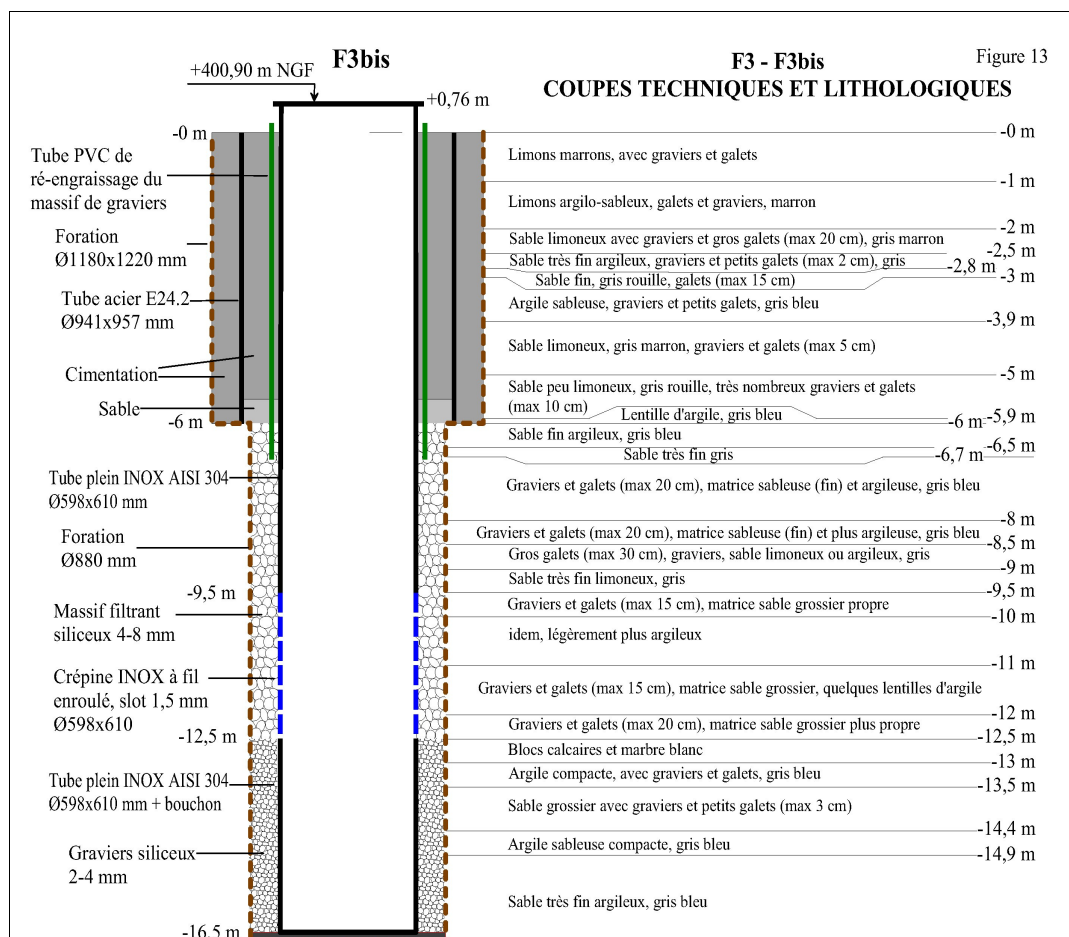


Tête du forage F1 ter

### 3-2-2 Forages PzF3 et F3 bis (fig. 10 et 11)

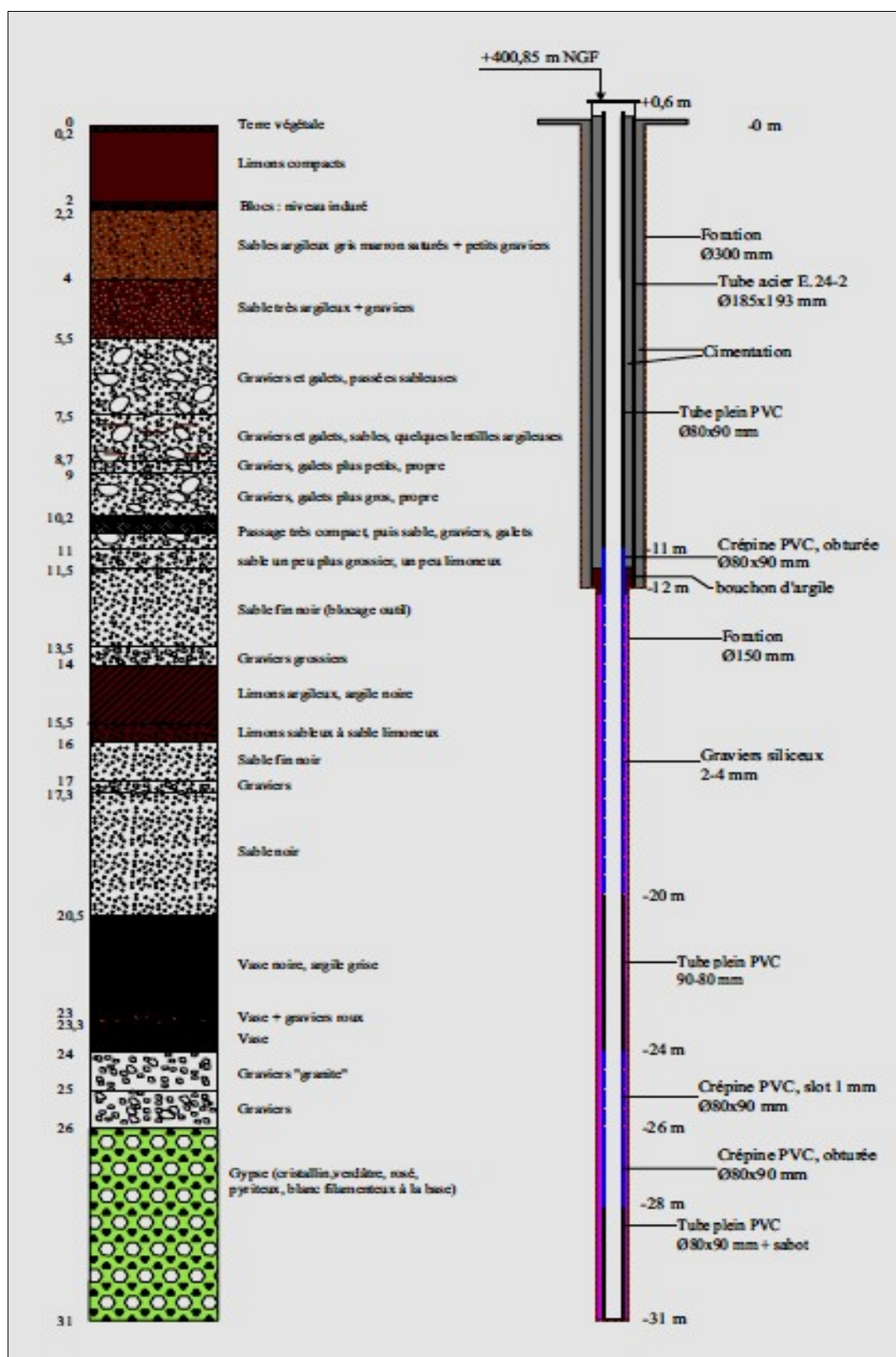
Ces deux ouvrages ont été creusés respectivement à 12,5 m au nord-est et à 8,7 m au sud-ouest de F3. Le PzF3 de reconnaissance a été réalisé au marteau fond de trou et tubage à l'avancement (ODEX) en mai 2010 et le F3bis à la méthode BENOTO en juillet et août 2010.

Le forage F3 bis est profond de 16,5 m et équipé d'un tubage de 610 mm de diamètre extérieur crépiné sur 3 m entre 9,5 et 12,5 m de profondeur.



**Fig. 10 Coupe géologique et technique du forage F3 bis**





**Fig.11 Coupe géologique et technique du forage Pzf3**

Le forage Pzf3 est profond de 31 m et a atteint le substratum constitué par du gypse (Trias), après avoir traversé 5,5 m de niveaux peu perméables (sables argiles, limons, argiles), puis

des graviers et des sables fins jusqu'à 26 m avec quelques lentilles d'argiles vasardes. Il a été équipé avec un tubage de 90 mm de diamètre et crépiné de 12 à 20 m et de 24 à 26 m.

## 4- Géologie

### 4-1 Aperçu géologique

Cet aperçu est établi à partir de la synthèse du cabinet Berre, la carte géologique au 1/50 000 de Lourdes et sa notice, les thèses d'Henriette Alimen (1962) et de Maria Mardones (1982), ainsi que d'autres publications et documents consultés sur le sujet.

Le contexte géologique est représenté par des terrains quaternaires mis en place au cours de glaciations successives. Le substratum de ces sédiments est constitué par des terrains du Crétacé (calcaires, schistes, flyschs...) et localement du Trias (ophites, gypse) affleurant sur les versants dominant Lourdes : Béout, Pic de Ger, Ophite, Sarsan, Lanne-Darré...) ou rencontrés en forage. Dans la ville même pointent les terrains crétacés sous formes de buttes : Château, Rocher, Poudrière. Une faille à fort pendage sud, s'étend de Bagnères à Lourdes et fait chevaucher les terrains du Crétacé inférieur (Pic du Ger) sur les flyschs du Crétacé supérieur. Les injections de Trias, ophite et gypse, accompagneraient cet accident.

Le glacier de la vallée du gave de Pau a atteint à plusieurs reprises la ville de Lourdes. Dans sa phase maximale, datée du Wurm (40 à 50 000 ans environ), le glacier a mis en place un système de plusieurs lobes avec des moraines terminales obturant les têtes des vallées d'Adé, de Lézignan, de Poueyferré. Les dépôts plus anciens sont visibles sur les sommets proches du Béout, du Petit Ger, de Sarsan, indiquant une hauteur de glacier de 200 à 300 m. Les vallées ont été alimentées par des alluvions fluviales en aval de ces moraines frontales, lors de la fonte cyclique du glacier. Aujourd'hui elles constituent les « vallées mortes » parcourues à l'aval de Lézignan par l'Echez, à l'aval d'Adé par la Geune jusqu'à Tarbes et à l'aval de Poueyferré par la vallée de l'Ousse jusqu'à Pau.

Dès le début de la régression du glacier (45 à 33 000 ans environ), les obturations par les moraines frontales ont maintenu les eaux de fonte en formant un lac rempli par des alluvions fines. Le bassin de Lourdes à l'amont des barrières morainiques se remplit ainsi sur une épaisseur pouvant atteindre 40 à 50 m. Entre 33 000 et 29 000 ans environ les alluvions fluvio-glaciaires édifient la terrasse de Lézignan.

A partir de 29 000 ans environ la langue glaciaire recule progressivement par saccades puis se retire définitivement dans la haute vallée montagnarde. C'est à cette époque que le Gave de Pau emprunte son cours actuel en traversant les gorges calcaires entre Lourdes et Saint Pé. Les eaux du lac disparaissent alors en laissant quelques zones limitées de stagnation continuant à se combler partiellement. Une inversion de la topographie apparaît après l'encaissement du gave actuel attirant les ruisseaux de vidange du lac proglaciaire ainsi que les eaux des terrasses aval. Les vallées mortes ne sont plus parcourues que par des ruisseaux à faible débit. Le vallon du Lapacca reste aujourd'hui un des témoins du tracé des exutoires de cette vidange.

Les différents sédiments déposés par ces actions fluvio-glaciaires, rencontrés en affleurement ou par sondage, sont constitués par :

- les alluvions fluviales des vallées à l'aval de Lourdes caractérisées par des sables et graviers transportés par les torrents proglaciaires à l'aval des moraines frontales du front du glacier,

- les moraines anciennes ou récentes présentant le même type d'éléments, mais plus anguleux et plus hétérogènes avec des gros blocs, dont des blocs plurimétriques de calcaires,

- les dépôts de lacs glaciaires plus homogènes avec des alternances de sables fins et d'argiles (varves) correspondant à des dépôts cycliques annuels. Quelques lits de sables et de

graviers, intercalés, témoignent épisodiquement de venues grossières au cours de crues localisées ou de chenaux de vidanges épisodiques.

Lors des phases de retrait par impulsions du glacier vers la montagne des cuvettes résiduelles se sont remplies de vases, d'argiles et de tourbe. L'ancien lac de You au sud de la ville et peut être la dépression à l'ouest d'Anclades (ou doline dans les calcaires proches?) en seraient les témoins. L'incision du Lapacca, sur 20 à 30 m de profondeur, est marquée par des sédiments essentiellement sableux et graveleux issus de la terrasse de Lézignan ou du vallon d'Adé. Après son alluvionnement le vallon de Lapacca a été vraisemblablement colmaté à l'amont du verrou de la Poudrière, par des argiles lacustres, des tourbes et des vases lors de dernières stagnations au cours de phases froides. Ailleurs, toujours dans le bassin lacustre, des chenaux de vidanges marquant la lithologie par des dépôts grossiers sont décrits en sondages sur plusieurs points. Il est vraisemblable que d'autres paléo-chenaux drainent le bassin lourdaise en se faufilant entre les môles de rochers calcaires ou schisteux.

#### 4-2 Description géologique au droit des forages

Les ouvrages réalisés dans le secteur du Tydos sont des forages ou puits destinés à l'eau potable, à l'irrigation ou à la reconnaissance géotechnique. Ils ont traversé des terrains lacustres et fluvio-glaciaires. Les sondages de Toupnot, de la Gare, du Palais des Congrès, du boulevard du Lapacca, du boulevard Victor Hugo, du marché de Tydos ... ont recoupé les sédiments du remplissage lacustre sur des épaisseurs parfois supérieures à 40 m. Au niveau de l'usine de Toupnot les forages ont mis en évidence un chenal graveleux encadré par des alluvions sablo-argileuses d'origine lacustre. Ces passées grossières sont également traversées par l'ancien forage d'eau de la Gare avec un niveau de gravier entre 14 et 16 m sous des vases ou des argiles et des sables en alternance (varves) alors que le piézomètre à 12 m de distance ne rencontre que des sables et des argiles. Les forages du secteur du Tydos, dans l'axe du vallon du Lapacca, ont traversé les alluvions grossières fluviales après avoir recoupé des tourbes sur plusieurs mètres puis des argiles sur 2 à 5 m d'épaisseur. Vers l'amont à plus de 1 km de distance, dans le quartier du Marcadau, des tourbes et argiles recouvrent directement le substratum du flysch schisteux. Les ruisseaux affluents de l'amont coulent de façon identique sur des sédiments organiques pauvres en alluvions grossières.

Le cours du Lapacca s'est localement établi en limite ouest des alluvions de la terrasse de Lézignan en surcreusant les dépôts lacustres adjacents pendant la phase de vidange du lac et d'érosion intense liée à la forte pente du nouveau cours d'eau affluent du gave. Les dépôts sont grossiers avec sables fins et graviers emballant des lentilles argileuses. Le ruisseau s'écoule aujourd'hui sur des dépôts de marécage, argile, vase et tourbe, attribuables à une obstruction temporaire juste à l'amont du verrou de la Poudrière. Cette lentille imperméable se limiterait vers l'amont à 500 m environ de distance. En effet, les sondages effectués dans ce secteur amont, à quelques mètres de distance du ruisseau, (sondages S3 et S4 pour le mur de soutènement du boulevard Victor Hugo) n'ont pas traversé de niveaux argileux ou tourbeux mais des graviers sur 10 m d'épaisseur environ.

Sur la rive droite de ce vallon, les terrains sont constitués par les sédiments lacustres avec des sables plus ou moins argileux, sous lesquels ni le niveau compact argileux, ni les vases, ne sont présents.

En rive gauche les argiles et dépôts vasards disparaissent latéralement, par contact plus ou moins net, avec les graviers et sables de la terrasse de Lézignan bien reconnus par les sondages de reconnaissance pour la nouvelle route de Bagnères ainsi que ceux réalisés pour la ZAC d'Anclades.

## 5- Hydrologie et réseaux d'assainissement

Les différents cours d'eau parcourant le secteur ont une histoire marquée par les événements géologiques du Quaternaire.

Les axes des anciennes vallées fluvio-glaciaires, distribuées en éventail de l'ouest vers l'est, étaient remplies par les alluvions transportées par les eaux de fonte du glacier. Depuis Saux et Lézignan ce sont les ruisseaux des Graves, de Saux, de Sarsan ... qui sont aujourd'hui établis sur ces terrasses avec des débits faibles mais des pointes de crue pouvant donner des inondations localisées sur les berges (témoignage recueilli à Sarsan).

Le vallon du Lapacca collectant ces ruisseaux est le principal cours d'eau traversant le bassin quaternaire de Lourdes. Large de 50 à 100 m environ, il présente un enfoncement sur 10 à 15 m de profondeur par rapport aux versants qui l'encadrent. Le cours d'eau a perdu aujourd'hui sa capacité érosive.

La plus grande partie du débit des ruisseaux des Graves du Monge et des Graves de Sarsan, formant le Lapacca (appelé ruisseau des Graves dans EauFrance), est recueillie depuis 1996 dans un collecteur en fonte de Ø 700 mm depuis Sarsan jusqu'au Gave. Ce collecteur reçoit les eaux pluviales issues de la nouvelle route de Bagnères, d'une partie du boulevard du Centenaire et de leur bassin d'orage. Au niveau des forages AEP le tronçon du ruisseau du quartier Tydos encore à ciel ouvert, qui recueille les eaux des zones sourcières et de trop plein des captages, est intercepté par deux ouvrages envoyant l'eau de surface dans le collecteur de Ø 700 mm. Ces avaloirs, séparés de 100 m, ont le fil de l'eau (FE) respectivement à 394,70 et 392,84 m. Le fond du collecteur récepteur est situé à 3,26 et à 3,94 m de profondeur sous l'avenue Victor Hugo. Cette canalisation d'eau pluviale est placée parallèlement au collecteur ne recevant normalement que les eaux usées (la section de 2050 sur 1350 mm) mais à une cote inférieure.

Au niveau du regard de visite n°10 (cote TA 396,58), à l'aval du SPAC sous l'avenue, le fil de l'eau dans le collecteur d'eaux usées (TN 396,58) est à 394,35 contre 392,64, soit 1,71 m au dessus du FE des eaux pluviales. Les deux collecteurs ont été creusés dans les alluvions saturées en eau par le ruisseau dont les altitudes à proximité sont comprises entre 396 et 395,5 environ. La base du collecteur des eaux pluviales est à une profondeur de 4 m environ sous la chaussée de l'avenue Victor Hugo.

Un collecteur unitaire, Ø 600 mm, traverse la zone de l'ancien karting et longe les parcelles des forages F1 ter et SPAC. Il collecte les eaux usées et pluviales d'une grande partie d'Anclades.

## 6- Hydrogéologie

### 6-1 Eaux souterraines (fig.12, 13 et 14)

Localement les événements géologiques du Quaternaire ont permis l'existence de deux nappes en continuité hydrogéologique: une nappe libre et une nappe captive.

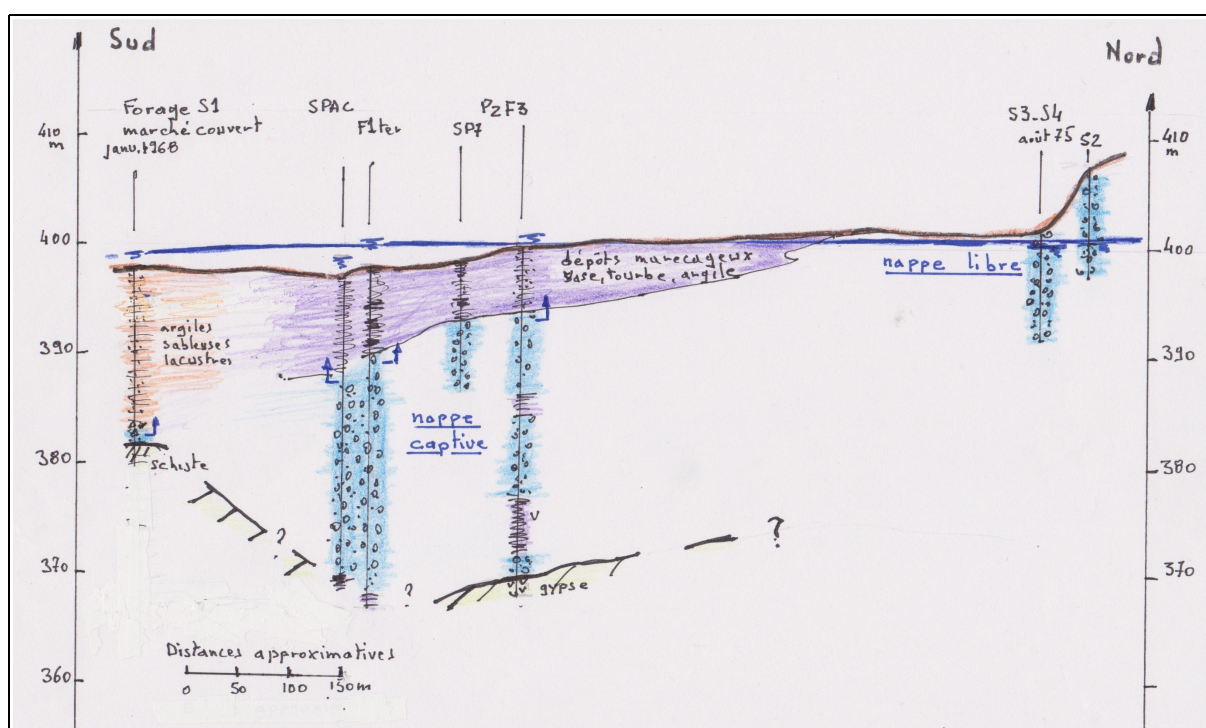
La **nappe captive**, dans laquelle est prélevée l'eau des forages du Tydos, est contenue dans la partie de l'aquifère constitué par les sables et graviers résultant de l'incision par le torrent fossile du Lapacca du remplissage lacustre du bassin de Lourdes. Les sédiments grossiers ont une épaisseur de 20 m environ et sont recouverts, sur 8 à 9 m d'épaisseur, par des argiles gris-bleu et des tourbes, correspondant au colmatage postglaciaire du talweg sur la largeur du vallon. Cette couverture imperméable semble se limiter le long du ruisseau jusqu'à 500 m environ du puits SPAC. La nappe de cette paléo-vallée est prisonnière sous les argiles et l'eau est naturellement jaillissante.



Latéralement la **nappe est libre** et s'étale dans les sables fins et argileux, à passées de graviers, occupant le versant ouest, rive droite, du ruisseau de Lapacca sur 30 à 40 m d'épaisseur et jouxtant latéralement les dépôts grossiers et argileux de la paléo-vallée. Les forages de l'usine agro-alimentaire de Toupnot et le puits proche d'irrigation prélèvent l'eau de cette nappe.

Sur la rive est, ce sont les graves sableuses de la terrasse de Lézignan qui constituent le siège de cette nappe avec peut être quelques alluvions lacustres interposées. Cette nappe se déverse en surface de chaque côté du vallon dans le ruisseau et se met en charge, en profondeur, sous les argiles. Des zones marécageuses ou des cressonnières ont occupé ce fond de vallée bordé par des zones sourcières toujours visibles en rive gauche.

En rive droite, même si les écoulements ne sont pas visibles, surtout depuis la construction des collecteurs d'eaux usées et pluviales du Lapacca, les venues souterraines sont mises en évidence par une végétation humide (prêles). Un réseau de drainage existait sur la rive droite et a été détruit depuis la construction de la rue Victor Hugo et du canal enterré. En rive gauche, au niveau des captages, les eaux de drainage sont localement interceptées par un système en arêtes de poisson, toujours en place, et envoyées dans le réseau d'eaux pluviales. Des fossés actuellement recouverts reçoivent ou recevaient les eaux issues du pied du versant ouest du Pic du Ger. Ces fossés confluent dans le ruisseau Lapacca au droit du marché à bestiaux.



**Fig.12 Coupe hydrogéologique schématique nord-sud suivant l'axe du ruisseau Tydos**

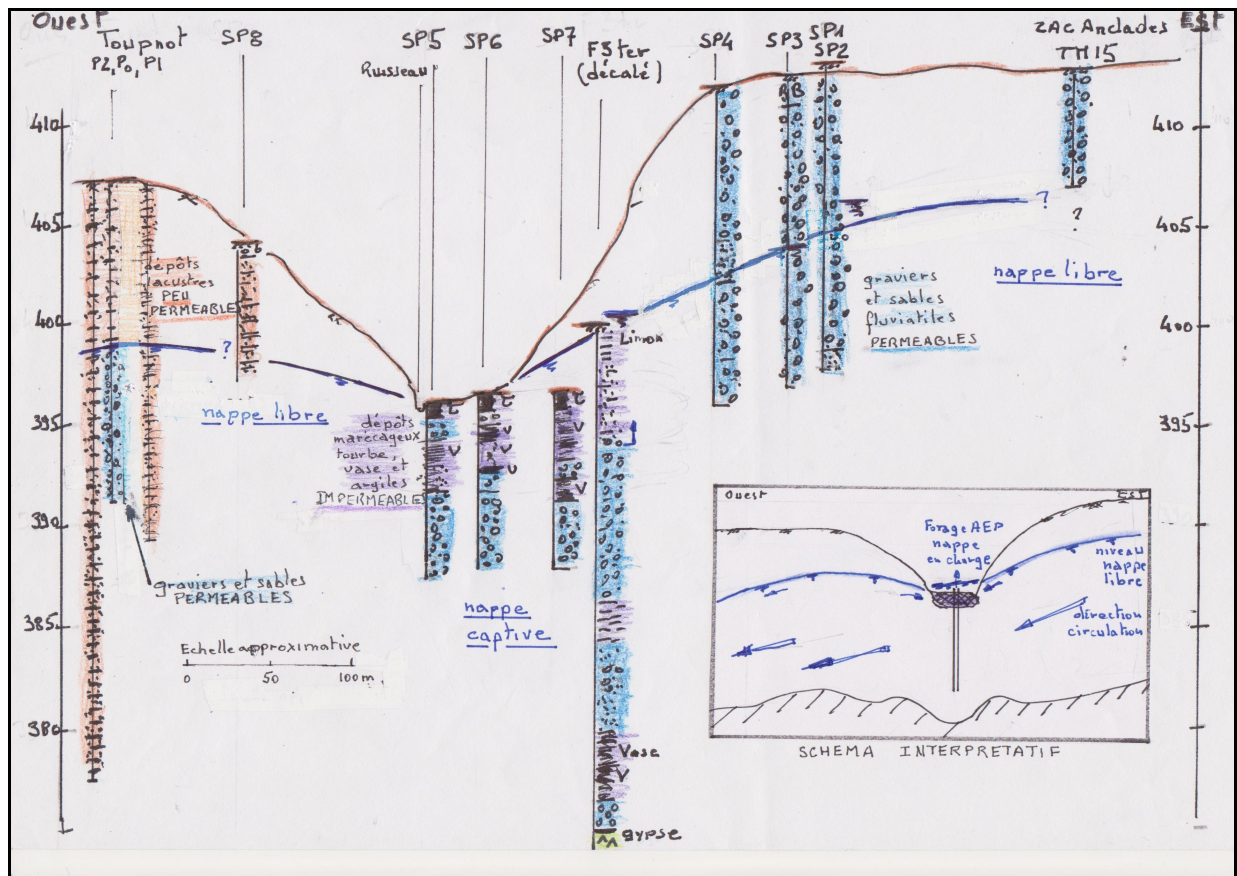


Fig.13 Coupe hydrogéologique schématique est-ouest

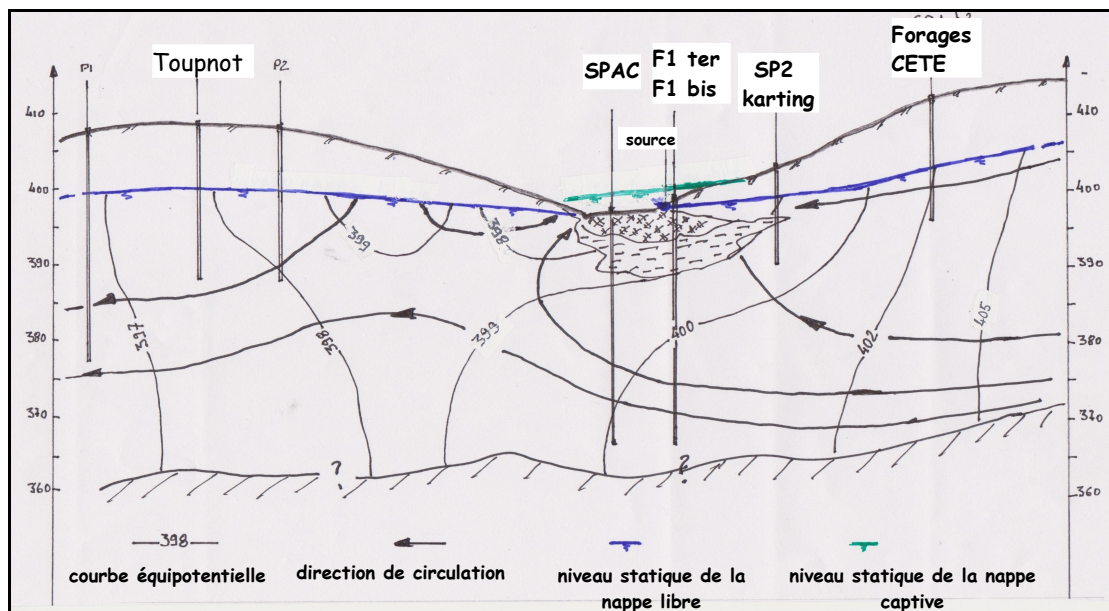


Fig.14 Coupe schématique indiquant les directions de circulation souterraine (sous l'imperméable du vallon du Tydos)



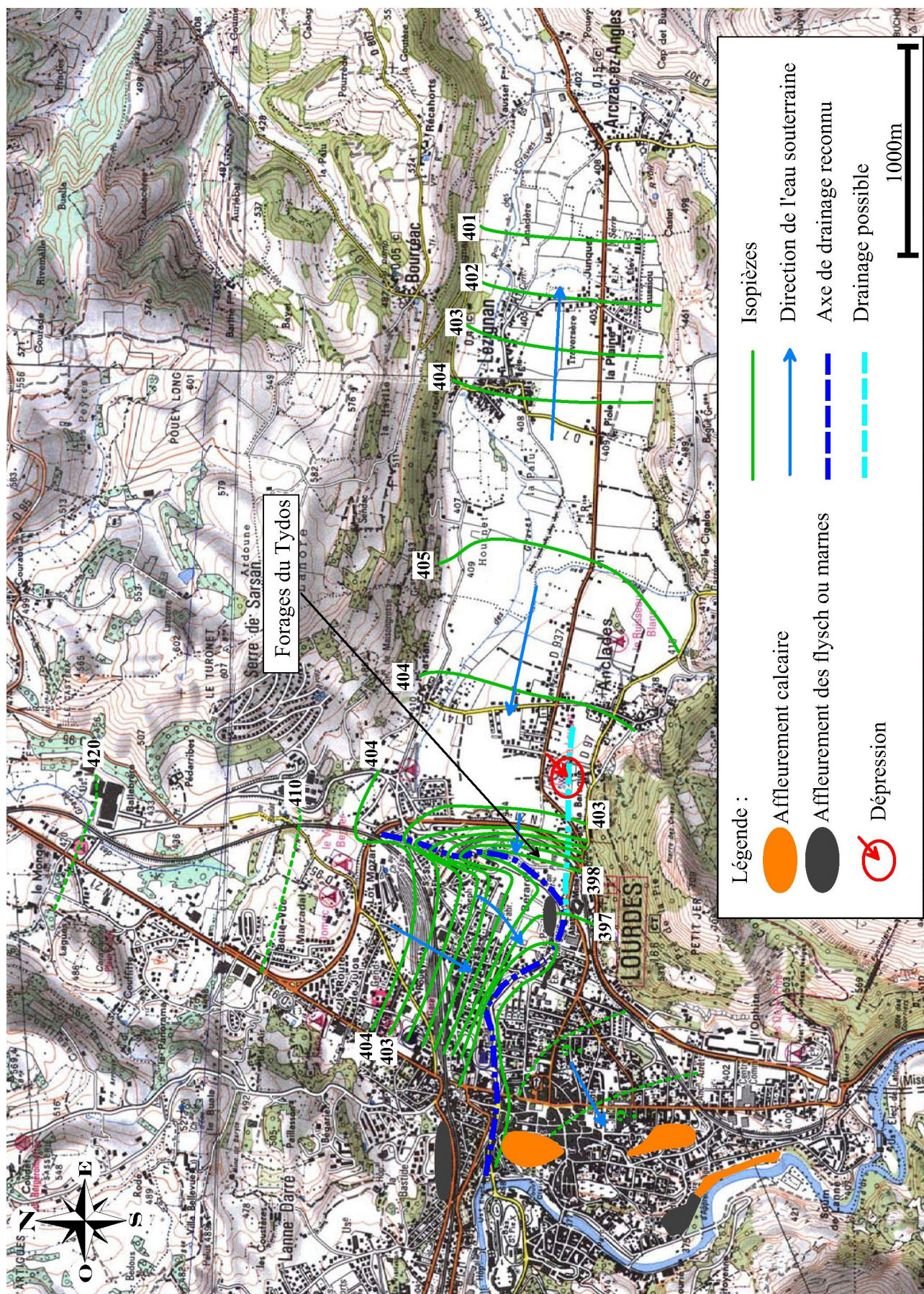


Fig. 15 Esquisse piézométrique en août 2011 (CETRA)



## 6-2 Bassin versant d'alimentation

Le bassin versant d'alimentation de la nappe libre, et indirectement de la nappe captive, est inclus, d'après les éléments calculés par le cabinet Berre, entre l'ouest de Lézignan et le sud d'Adé. L'axe du ruisseau Lapacca constitue une ligne naturelle de partage des eaux souterraines. Les vallées du ruisseau Rieutort, issu de Jarret, du ruisseau Blanc provenant du versant est du Pic de Ger à Anclades et celui de Saux participent, le long de leur trajet, à la recharge de la nappe en plus de la pluie efficace infiltrée directement dans ce bassin. De nombreuses pertes du ruisseau de Saux ont été constatées sur son parcours soit dans des niveaux grossiers très perméables à la sortie de terrains argileux, soit par infiltration plus profonde dans les passées calcaires du flysch.

Cependant la réunion dans un collecteur spécifique de ces cours d'eau, depuis 1996, a réduit en conséquence leur participation à l'alimentation de la nappe. La base du collecteur des eaux pluviales, le plus profond, à 4 m environ sous le terrain naturel, constitue un axe de drainage souterrain et donc de rabattement de la nappe superficielle. Par ailleurs l'imperméabilisation des sols avec le développement des zones urbanisées et des voies de communication, entraîne une diminution de cette recharge.

L'influence des rabattements induits par des pompages prolongés avec des débits élevés peut modifier également cette situation.

Avec une superficie de 13 km<sup>2</sup> environ et une pluie efficace de 500 mm/an (pour une pluviométrie de 1000 à 1100 mm/an), le bilan moyen journalier (18 à 20 000 m<sup>3</sup>) devrait pouvoir satisfaire les débits potentiels des pompages du secteur du Tydos estimés au total à 10 000 m<sup>3</sup>/j (forages AEP et forages industriel et agricole existants) ainsi que les débits d'écoulement moyen des cours d'eau estimés à 50 l/s environ ou 5000 m<sup>3</sup>/jour.

## 6-3 Piézométrie (fig. 15)

La carte piézométrique de la figure 15 représente la forme globale de la nappe libre superficielle et les directions d'écoulement de l'eau souterraine. L'eau s'écoule, ainsi que celles des ruisseaux qui la drainent, vers le sud et vers l'ouest en direction de l'axe du Lapacca formant une ligne courbe de drainage. La nappe libre se déverse dans le gave de Pau.

Les variations annuelles des niveaux sont de l'ordre du mètre entre la crue et l'étiage (piézomètre de la Gare en 1975).

Pour la nappe captive, considérée comme une mise en charge locale de la nappe superficielle, les directions de circulation sont grossièrement parallèles à celles de la nappe libre superficielle. Quelques données ponctuelles permettent cependant d'évaluer la cote altimétrique de cette nappe captive qui se situerait entre +401 m (Pz1 en novembre 2007 et août 2011) et +402 à +403 m (F1bis en 1975), +400,4 à +400,7 m pour les forages F3 bis et PzF3 en août 2011, soit 2 à 3 m au dessus de la nappe libre. Les charges piézométriques sont relativement élevées et sont plutôt influencées par les apports latéraux du versant est que par le ruisseau à 0,5 km plus en amont au point où la nappe devient captive. En effet la cote de la nappe captive au droit des captages F1 bis et F1 ter est à une cote supérieure à celle des sondages plus en amont S3 et S4 en 1975 (+400 m ; cf. fig.12).

Les niveaux de la nappe libre sont situés entre +398,4 (Pz2) et +397,9 m (source) avec le ruisseau du Tydos à +395,4 m. Son écoulement est influencé par le vallon du Lappaca qui assure, par son encaissement, une action de drainage. Sur le flanc est, dans les forages SP1 et SP3 de la route de Bagnères les niveaux statiques sont compris entre +403 et +405 m. Sur l'autre versant les forages Toupnot indiquent des cotes de nappe entre 399,1 et 399,8 m (fig.13).

Un profil longitudinal parallèle à l'axe du ruisseau (fig.12) depuis les sondages S3 et S4 (n° BSS 10528X0073 et 74), au nord, jusqu'aux sondages du marché couvert, en passant par le puits SPAC, montre que la nappe libre devient progressivement captive sous les argiles avec des pressions supérieures à celles du sol naturel. La pente de la nappe est de 1 à 2.10<sup>-3</sup> entre S3 et SPAC. La pente du ruisseau est plus forte avec 9.10<sup>-3</sup> et celle de la topographie est de l'ordre de 5.10<sup>-3</sup>.

Transversalement au vallon, et localement, les gradients diffèrent suivant les versants (fig.13). Depuis l'ouest, rive droite, le gradient entre les forages Toupnot et le fond du vallon est voisin de 7.10<sup>-3</sup> sur 250 m de distance. Il est influencé par l'incision du Lapacca, et la nappe apparaît sous forme de suintements. Depuis l'est la pente de la nappe est de 25.10<sup>-3</sup> sur 300 m de longueur.

Au niveau de la plaine la pente de la nappe est adoucie et est de l'ordre de 1,6 m/km entre les courbes piézométriques +403 et +405 m (2 m sur 1,25 km) de la carte de la figure 15.

**Les inégalités de pente de nappe entre les deux versants et les différences de charge, tendent à confirmer, que la zone principale d'apport d'eau est située à l'est.**

Le premier puits artésien a été exécuté en 1924 dans le quartier du Tydos à 398 m d'altitude. Profond de 9 m il a traversé une couche d'argile sèche de 1,5 m d'épaisseur, avant d'atteindre la nappe captive jaillissant à 1,5 m au dessus du sol avec un débit de 3 l/s. Il pourrait s'agir du puits F3 avant son approfondissement par forage en 1953. En août 1953 le niveau atteignait 1,6 m au dessus du sol pour F3 (+ 401,5 m environ). Lors des travaux des nouveaux forages les niveaux pouvaient atteindre plusieurs mètres au dessus du sol. En décembre 1952 le niveau statique du forage F1 s'établissait à 1,9 m au dessus du sol (+400 m). En 1975 le niveau statique calculé du F1 bis était à 4 m environ au dessus du sol (donnée extrapolée à partir de l'essai de puits) soit + 402 m. En cours de foration il débordait à 1,2 m au dessus du sol en 1975. Même le forage F2 était jaillissant en 1953 d'après les données des tests sur F1. Le forage F1ter avait un niveau statique de 2,2 m/sol en juillet 2010 (+ 400,2 m).

Il semblerait que le puits SPAC et le forage F3 ont été équipés depuis leur réalisation d'un trop plein et qu'aucun niveau statique n'ait pu ensuite être relevé. Le puits SPAC a été équipé en 2010 d'une vanne et d'un capteur de niveau.

Avant les aménagements récents des captages en 2010, les débits de débordement permanent des 4 ouvrages étaient de 65 m<sup>3</sup>/heure en mars 1994 (soit 1560 m<sup>3</sup>/jour ou 570 000 m<sup>3</sup>/an). En novembre 2007 les débits estimés sur deux ouvrages étaient supérieurs à 50 m<sup>3</sup>/heure (pas de mesures effectuées sur forage SPAC ni possibles sur F3). Ces volumes qui étaient rejetés au réseau d'eaux pluviales via le cours d'eau à l'air libre, étaient 6 fois supérieurs au volume prélevé annuellement par ces ouvrages. Depuis les travaux d'obturation des forages en 2010 et 2011, il n'y a plus de rejet permanent vers le collecteur du Lapacca, à l'exception de l'ancien forage F3.

#### 6-4 Productivité des ouvrages

Les **capacités de production ou productivité** de chaque ouvrage ont diminué dans le temps nécessitant des rabattements plus importants. Ainsi le forage SPAC qui avait une productivité de 130 m<sup>3</sup>/h pour un rabattement de 3,75 m en novembre 1987 et de 150 m<sup>3</sup>/h (rabattement de 2,9 m) en mars 1994, produisait 136 m<sup>3</sup>/h en novembre 2007 avec un rabattement quasiment doublé de 7,48 m. En novembre 2010 le rabattement était de 9,19 m pour 146 m<sup>3</sup>/h après 72 h de pompage.

Le forage F1 bis avait une productivité de 200 m<sup>3</sup>/h en mars 1975 (rabattement de 13,16 m), de 200 m<sup>3</sup>/h en mars 1994 (rabattement de 22 m). En novembre 2007 le rabattement était de 17,3 m pour un débit de 141 m<sup>3</sup>/h et de 9,73 m en janvier 2008 pour 97,6 m<sup>3</sup>/h.

Les **débits spécifiques** permettent de comparer ces pertes de productivité. Normalement établis par des essais par paliers de débit, ils sont présentés ici par les mesures effectuées sur des essais de longue durée. Ils passeraient ainsi de 51,7 m<sup>3</sup>/h par mètre de rabattement en 1994 à 18,2 m<sup>3</sup>/h/m



en 2007 et à 15,9 m<sup>3</sup>/m/h en 2010 sur le forage SPAC. Sur F1bis il était de 15,2 m<sup>3</sup>/h/m en 1975, de 9,1 en 1994 et de 8,1 m<sup>3</sup>/h/m en janvier 2008. Ces diminutions de capacité de production, 2 à 3 fois moindre, sont peut être en relation avec un ensablement progressif ou un colmatage lié au vieillissement de ces ouvrages.

Lors de l'essai de puits du forage F1ter, réalisé par palier de 2 heures non enchainés, le niveau artésien au repos était supérieur à 1,78 m au dessus du terrain naturel avec débordement. L'interprétation de la courbe d'essai de puits indique que les pertes de charge liées à l'équipement du forage sont comprises entre 25 et 35 %. Le débit spécifique est compris entre 33 et 38 m<sup>3</sup>/m/h. Le débit critique n'est pas atteint pour le palier de 2 heures à 246 m<sup>3</sup>/heure. En novembre 2010 le forage avait un débit spécifique de 25,9 m<sup>3</sup>/m/h avec un rabattement de 8,12 m après 72 heures de pompage à 210 m<sup>3</sup>/h.

Les forages F3 et F3bis ont été testés par des paliers enchainés d'une heure en janvier 2011. Sur le forage F3 la courbe d'essai indique que les pertes de charge dues à l'ouvrage évoluent suivant les débits de 5 à 17 %. Le débit critique est voisin de 60 m<sup>3</sup>/h. Les débits spécifiques sont compris entre 12,4 et 14,8 m<sup>3</sup>/m/h.

Sur le forage F3bis les pertes de charge vont de 21 à 50 % environ et les débits spécifiques sont compris entre 4,5 et 7,2 m<sup>3</sup>/m/h. Le débit critique est proche de 30 m<sup>3</sup>/h.

Les différences constatées entre ces deux ouvrages sont vraisemblablement liées à leur type de construction puits de 2 m de diamètre pour F3 avec fond producteur et forage crépiné en 600 mm. Même si comme l'indique le Cabinet Berre l'application des équations d'hydraulique souterraine n'est pas basée sur les mêmes conditions d'interprétation, il apparaît que le forage reste peu productif malgré son équipement. La présence de sables fins au sein de l'aquifère et la faible hauteur crépinée peuvent expliquer en partie ce moindre rendement.

## 6-5 Caractéristiques hydrodynamiques

Les résultats des calculs suite aux divers essais de nappe sur les anciens et les nouveaux ouvrages, les forages Toupnot et ceux de la Gare, sont reportés dans les tableaux figurant en annexe. Ils ont été acquis en novembre 2007 et en novembre 2010 sur SPAC, en novembre 2010 sur F1ter, en janvier 2011 sur F3, en septembre 1991 et en décembre 1996 sur les puits Toupnot, et en août et septembre 1975 sur le forage de la gare. Les suivis ont été effectués sur les piézomètres ou forages proches et interprétés par la méthode de Jacob.

De plus, lors des pompages de novembre 2010 sur F1 ter puis sur SPAC les rabattements mesurés en fonction des distances sur les autres ouvrages permettent d'appliquer la formule de Thiem en nappe captive. On obtient ainsi  $T = 0,5$  à  $0,8.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s et  $S = 8$  à  $12$  %. Le rayon d'action est de l'ordre de 200 m (rabattements cependant non stabilisés).

Les essais Lefranc effectués dans les sondages géotechniques, secteur de l'ancien karting, en zone saturée dans les argiles sableuses ont montré que la perméabilité varie de  $4.10^{-5}$  à  $2.10^{-6}$  m/s et de  $2$  à  $6.10^{-6}$  m/s dans la zone non saturée. Dans la ZAC d'Anclades les essais concluent à des valeurs de perméabilité de  $10^{-5}$  m/s dans les graves sableuses en zone non saturée.

En conclusion la moyenne des transmissivités calculées est de  $T = 4.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (18 valeurs) dans les **alluvions grossières** et de  $T = 4.10^{-3}$  à  $2.10^{-4}$  dans les **alluvions lacustres** de la rive droite. La **perméabilité dans les alluvions grossières est de  $K = 4,6. 10^{-3}$  m/s** (12 valeurs s'étalant de  $1$  à  $7,8.10^{-3}$  m/s) et  $K = 2,2. 10^{-4}$  m/s ( $4.10^{-4}$  et  $4.10^{-5}$  m/s) pour les alluvions lacustres sablo-argileuses et  $10^{-5}$  dans les graves sableuses non saturées de la terrasse d'Anclades. Les perméabilités des argiles et vases qui maintiennent en charge la nappe captive ne sont pas mesurées mais sont inférieures à  $10^{-8}$  m/s.

Les coefficients d'emmagasinement **S de la nappe captive varient de 3.10-4 à 5.10-3**. La **porosité efficace varie de 6 à 10% (8% en moyenne)**.

## 6-6 Influences latérales et interférences

Au cours des essais sur les forages SPAC et F1 ter la réaction des forages artésiens est rapide sur F1 bis, SPAC ou F1 ter, et Pz1 confirmant le caractère captif de la nappe. Le forage en nappe superficielle Pz2 réagit au bout de 200 secondes environ. Le F2 qui devrait normalement ne capter que la nappe en charge répond au bout de 60 à 150 s. Le F3 se manifeste au bout de 1000 à 1500 secondes environ.

Entre le 4 et le 5 août 2011, le suivi spécifique des puits Toupnot (distant de SPAC de 200 m) et du maraicher proche (250 m) à l'arrêt depuis plusieurs jours a montré qu'ils n'étaient pas influencés par les pompages du Tydos au bout de 24 h au débit de 340 m<sup>3</sup>/h (200 m<sup>3</sup>/h sur F1ter et 140 m<sup>3</sup>/h sur SAPC). Seuls les forages F1 bis, F2, F3, PzF3, F3bis, Pz1 et Pz2 ont réagi (cf. tableau suivant).

	SPAC	F1ter	F1bis	F2	PZ1	PZ2	F3	F3bis	PZF3	Toupnot Est	Toupnot centre	Maraicher
Avant pompage	pb sonde	-2,27	-2,28	0,51	0,93	2,22	0,56	0,46	0,09	8,21	8,64	6,80
Avant arrêt pompage	10,66	6,11	2,00	1,75	3,14	2,50	0,62	0,56	0,24	8,22	8,62	6,77
2 heures après arrêt	pb sonde	-1,69	-2,07	1,17	1,41	2,38	0,62	0,52	0,22	8,22	8,61	8,63*

\* : pompe du maraicher en marche !

Les interférences lors des pompages montrent que SPAC à 146 m<sup>3</sup>/h induit un rabattement de 9,19 m au puits et de 0,85 m sur F1ter et F1 bis. Inversement le forage F1 ter à 210 m<sup>3</sup>/h entraîne un rabattement de 8,12 m et de 1,38 m sur SPAC. Au cours du pompage cumulé de longue durée du 21 au 28 janvier 2011 avec 148 m<sup>3</sup>/h sur SPAC et 207 m<sup>3</sup>/h sur F1 ter les rabattements aux pompages étaient de 11,8 sur SPAC et de 8,6 m sur F1 ter et 4,97 sur F1 bis. Les interférences cumulées de SPAC sur F1 ter sont faibles ( 8,6 m-8,12 m = 0,48 m) alors que F1 ter sur SPAC est de 2,61 m ( 11,8-9,19). Ces différences indiquent que la zone alimentée est principalement située à l'est et que le forage SPAC présente une moins bonne productivité.

Le pompage de 7 jours indique également que pour un débit cumulé sur les deux ouvrages proches (355 m<sup>3</sup>/) un changement de la pente du rabattement apparaît entre 10 000 et 100 000 secondes (1 jour et 4 heures) sur l'ensemble des ouvrages dénotant soit l'apparition d'une zone non alimentée, soit l'augmentation des pertes de charge dans les ouvrages, ou les deux phénomènes conjugués. Le rabattement sur le diagramme semi-logarithmique n'est plus linéaire. Par extrapolation de la courbe de rabattement il dépasserait 12 m pour le puis SPAC avant 12 jours. **Le débit critique est vraisemblablement atteint pour le puits SPAC** dont les débits spécifiques ont été divisés quasiment par 3 depuis 1994. Un décrochement est possible sur des pompages de longue durée à des débits élevés (355 m<sup>3</sup>/h sur plus de 10 jours) avec risques d'apport de sables par accroissement des vitesses de l'eau. Cela ne ferait qu'accélérer le vieillissement des ouvrages et la diminution de leur productivité.

## 7 – Qualité de l'eau

### 7-1 Qualité bactériologique

Sur 44 analyses effectuées sur le mélange de l'eau brute des forages (SPAC ou F1bis) de 1991 à 2011, seul le prélèvement de juillet 1991 a mis en évidence une contamination d'origine fécale avec 3 entérocoques pour 100 ml.



Le puits de l'établissement Toupnot fourni depuis 1980 une eau brute de bonne qualité bactériologique avec seulement 3 mauvais résultats sur 56 prélèvements.

Un traitement de désinfection est effectué avant refoulement sur le réseau public du mélange SPAC-F1ter. La tête du forage F1ter est équipée d'une installation de désinfection aux rayonnements UV.

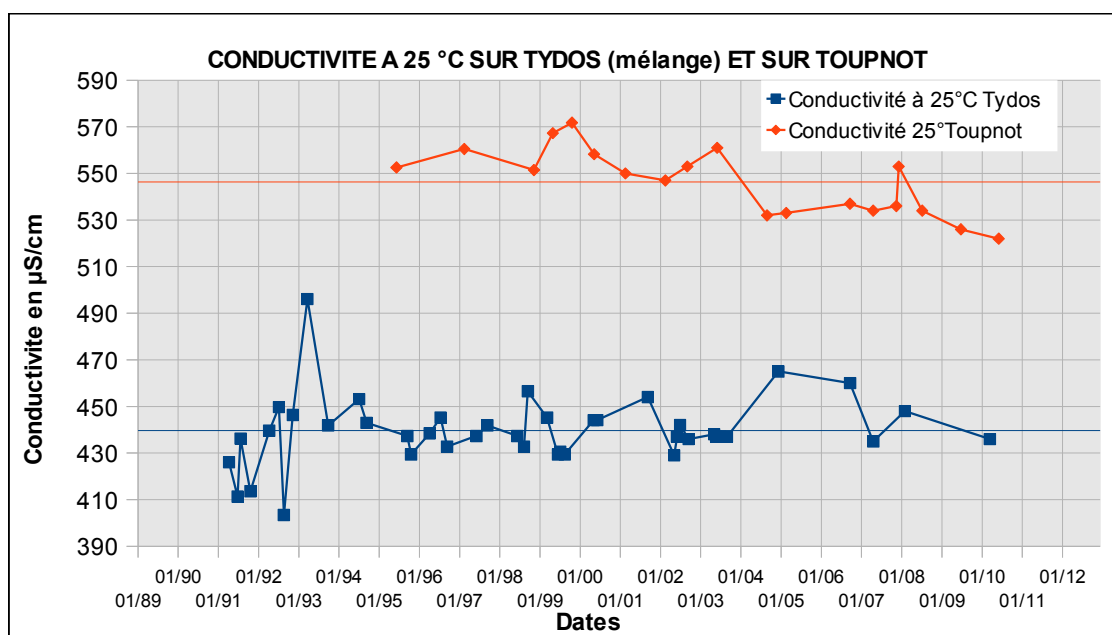
## 7-2 Qualité physicochimique

L'eau a une minéralisation moyenne caractérisée par un faciès bicarbonaté calcique, sulfate magnésien et chloruré sodique.

Le tableau suivant synthétise les résultats sur les ions majeurs du mélange Tydos et du forage Toupnot. Les faciès chimiques sont comparables mais la minéralisation totale est plus élevée sur Toupnot.

ions	TYDOS			TOUPNOT		
	moyenne	écart type	nombre	moyenne	écart type	nombre
Ca++	80,5	3,8	11	92,5	4,3	14
Mg++	4,8	1,2	11	6,9	0,4	14
Na+	3,3	0,4	11	10,6	2,6	14
HCO3-	226	7,7	18	252,6	6,3	14
SO4--	30,9	6,3	17	48,6	5,1	11
Cl-	6,2	1,1	11	9,8	1,7	14
NO3-	5	2	43	20,5	2,7	18

Les variations dans le temps de la minéralisation et la comparaison avec celles du forage proche de Toupnot sont figurées dans les diagrammes suivants pour la conductivité et certains ions majeurs.



Elle présente une **conductivité** à 25 °C sur 42 mesures de 1991 à 2011, en moyenne de 439 µS/cm ± 14 et de 546,3 µS/cm ± 15 sur Toupnot avec 19 valeurs.

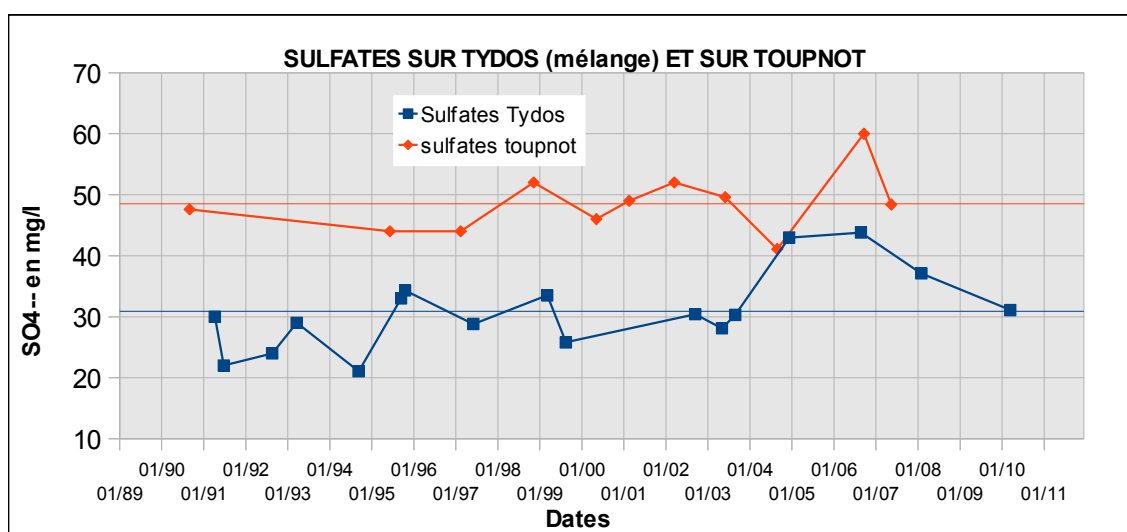
La conductivité enregistrée au cours du pompage de 72 heures, du 6 au 9 novembre 2007 est restée relativement stable sur SPAC allant de 430 à 440  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (435  $\mu\text{S}$  en 2010). Sur le forage F1 ter les valeurs sont plus faibles avec 421  $\mu\text{S}$  et 415 à 437 sur F1 bis. Par contre le forage F3 a des valeurs plus élevées entre 495 et 499  $\mu\text{S}$ .

La nappe superficielle présentait des valeurs de 400 à 430  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sur Pz2, 411 à 414 sur la source et ruisseau à 438  $\mu\text{S}$ . Le forage F2 et le puits du maraicher (moto-pompe) proche de F2 ont des conductivités comprises entre 509 et 507  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

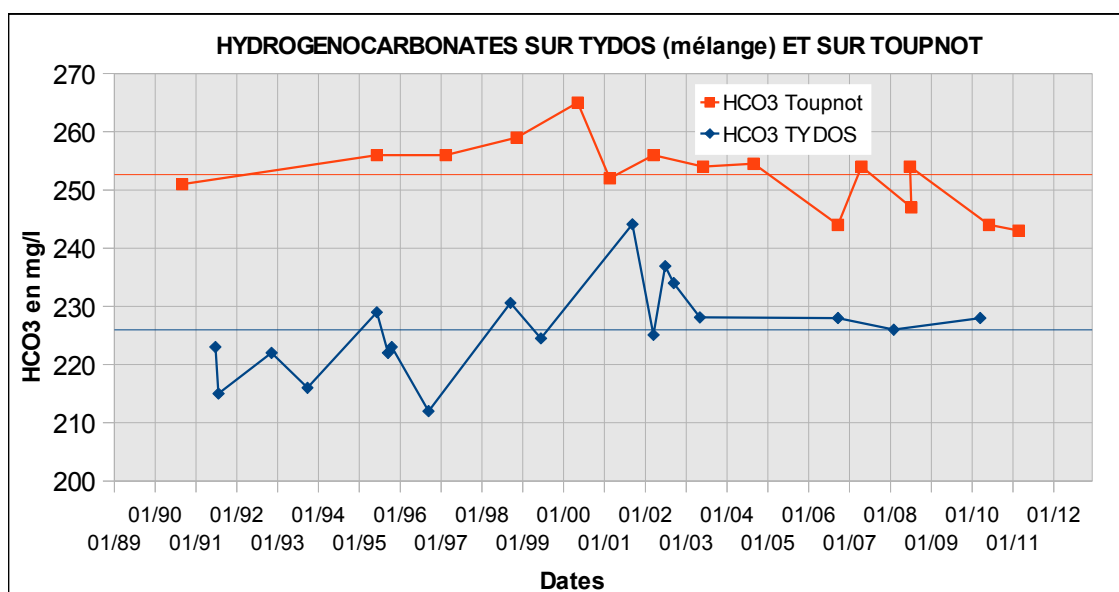
La **température** varie de 12,2 à 13,2  $^{\circ}\text{C}$  sur quelques mesures ponctuelles. Lors du pompage de 2007, la température enregistrée est restée constante sur le forage SPAC (12,2 à 12,3  $^{\circ}\text{C}$ ), sur le forage F1bis (12,1 à 12,4) et sur le forage F3 (12,5  $^{\circ}\text{C}$ ) alors que la nappe superficielle avait une température plus chaude de 13,4  $^{\circ}\text{C}$  en janvier 2008 (Pz2) et la source de 12 à 15  $^{\circ}\text{C}$ .

Le **pH** fluctue entre 7,0 et 7,8.

La teneur en **sulfates** varie irrégulièrement de 21 à 45 mg/l (moyenne 31 mg/l) sur 17 valeurs de 1991 à 2011 avec une légère tendance à l'augmentation. Sur Toupnot la moyenne est de 48,6 mg/l.



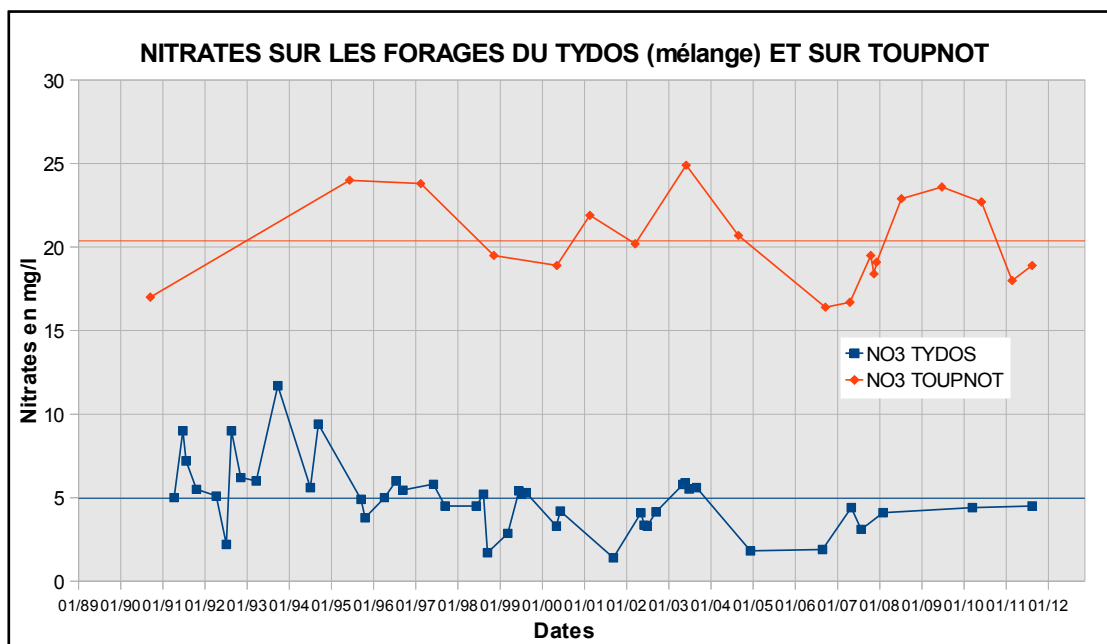
Le **titre alcalimétrique complet (TAC)**, représentant la teneur en hydrogénocarbonates, varie entre 18 et 19,6 $^{\circ}$  français avec une tendance à l'augmentation depuis 1991. Exprimé en hydrogénocarbonates,  $\text{HCO}_3^-$ , le TAC est représenté dans le diagramme suivant.



La dureté ou titre hydrotimétrique (TH), teneur en calcium et magnésium, est comprise, sur 31 valeurs, entre 19 et 23° français, avec une tendance à l'augmentation.

La teneur en potassium est faible sur les différents ouvrages et reste proche de 1 mg/l.

La teneur en **nitrates**, moyenne de 5 mg/l, varie depuis 1991 entre 12 et 2 mg/l environ. Une tendance à la diminution apparaît sur le diagramme. Cette diminution significative est en relation possible avec la suppression des cultures maraîchères à proximité des ouvrages. Sur le forage Toupnot il n'y a pas de tendance et la teneur moyenne est de 20,5 mg/l.



La nappe libre de la terrasse de Lézignan a montré, de 1992 à 1994, des valeurs de 20 à 50 mg/l de nitrates sur l'ancien forage Hournet distant de 1,6 km de Tydos. L'eau du puits du lieu dit Piole, toujours à Lézignan, en janvier 2008 avait 54,9 mg/l de nitrates (<2 mg/l en août 2011 !). A proximité des captages de Tydos, les valeurs de la nappe libre sont nettement plus faibles : le piézomètre Pz2 présente des valeurs de 10,4 à 12,8 et la source de 7,5 mg/l en mars 2011 et de 7,3 à 7,6 en août 2011.

Dans les forages de l'aquifère captif, les valeurs unitaires variaient entre janvier et mars 2011 de 4,4 (SPAC) à 9,2 mg/l (F1bis). En août 2011 le puits SPAC ne contenait que 1,5 mg/l et F1ter, 7,5 mg/l. Elles restent cependant proches, tout en restant inférieures, de celles de la nappe libre.

Il est à remarquer que le puits F3 avaient des valeurs comprises entre 13,2 et 16,5 mg/l dénotant vraisemblablement des pénétrations d'eau superficielle issue de la terrasse agricole. Le forage F2 et l'ancienne moto-pompe du maraîcher montrent en août 2011 des valeurs également élevées de 15,9 à 17,3 mg/l. Le ruisseau à proximité avait une teneur de 9,3 mg/l à la même date. Les valeurs mesurées, le 31 août 2011, sur les puits de la plaine de Lézignan sont très disparates et sont difficiles à commenter (valeurs s'étalant de moins de 2 à 30 mg/l).

Sur les 7 prélèvements pour analyses complètes de 1992 à 2011, il n'a pas été mis en évidence de contaminations dues à des pesticides, solvants chlorés, hydrocarbures, métaux lourds ou à la présence de radioactivité.

Cependant sur Toupnot la **présence de bromacil, herbicide sélectif**, a été quantifiée à trois reprises entre 2008 et 2010 et avec des teneurs successives de 0,028 µg/l (07/08), 0,102 (07/09), 0,062 (06/10) et <0,01 en mars 2011.



L'accroissement de la minéralisation bicarbonatée et sulfatée peut être en rapport avec la **diminution de l'alimentation naturelle de la nappe** suite aux imperméabilisations des sols (voies de circulation, remblaiement des zones humides...) et surtout canalisation des cours d'eau favorisant la concentration de certains ions. Les modifications chimiques pourraient provenir également des matériaux divers utilisés pour le comblement de la tranchée de la voie ferrée (remblais issus de la démolition du collège de Saint Pé de Bigorre), des anciennes cressonnières ou des plateformes servant de radier aux constructions récentes sur les vases.

Il est à noter par ailleurs que **le caractère captif ne se manifeste pas entièrement dans la physico-chimie de la nappe**. En effet les teneurs en sulfates ou en nitrates sont relativement élevées et ne montrent pas de phénomène important de réduction biochimique. L'absence de fer, de manganèse et d'ammoniaque à des quantités notables le confirme, bien que la teneur en nitrates sur SPAC soit la plus faible qui pourrait indiquer un début de dénitrification. Les teneurs mesurées en oxygène dissous, 5 à 13 mg/l ou 40 à 80 % de la saturation, indiquent sur plusieurs prélèvements que la nappe est relativement aérée.

En conclusion de ce chapitre il ressort que l'eau de la nappe captive ne semble pas dépendre de l'eau de la nappe libre superficielle de la rive droite : les classes de composition chimique sont similaires mais la nappe captive est moins minéralisée. Par contre en rive gauche, le piézomètre Pz2, qui capte la nappe superficielle, présente une composition semblable à celle des forages à l'exception d'une teneur en nitrates proche du double mais tout en restant inférieure à celle de Toupnot.

**Ces variations qualitatives semblent confirmer que la mise en charge se manifeste, depuis l'est, sur une distance d'une centaine de mètres seulement.**

Le **suivi qualitatif** sur plus de 20 ans n'a pas révélé de contaminations particulières bactériologiques ou chimiques, **confirmant la capacité protectrice des terrains naturels**. L'eau de la nappe profonde apparaît protégée des risques locaux de pollution grâce à la permanence de sa couverture imperméable.

## **8- Environnement et vulnérabilité**

### **8-1 Environnement (fig. 16, 17 et 18 et photos en annexe)**

Les ouvrages de captage sont situés en zone péri-urbaine de Lourdes sur laquelle les aménagements ont nettement modifié le milieu naturel. C'est le cas de la tranchée remblayée de la voie ferrée, du drainage et du comblement des cressonnières, la construction en décaissement de l'embranchement routier vers Bagnères (D937), des constructions sur remblais rapportés, le drainage des sources et la canalisation des eaux de surface, les réseaux d'eaux usées et pluviales construits sous nappe, le bassin de rétention des eaux de voirie, les puits transformés en puisards.

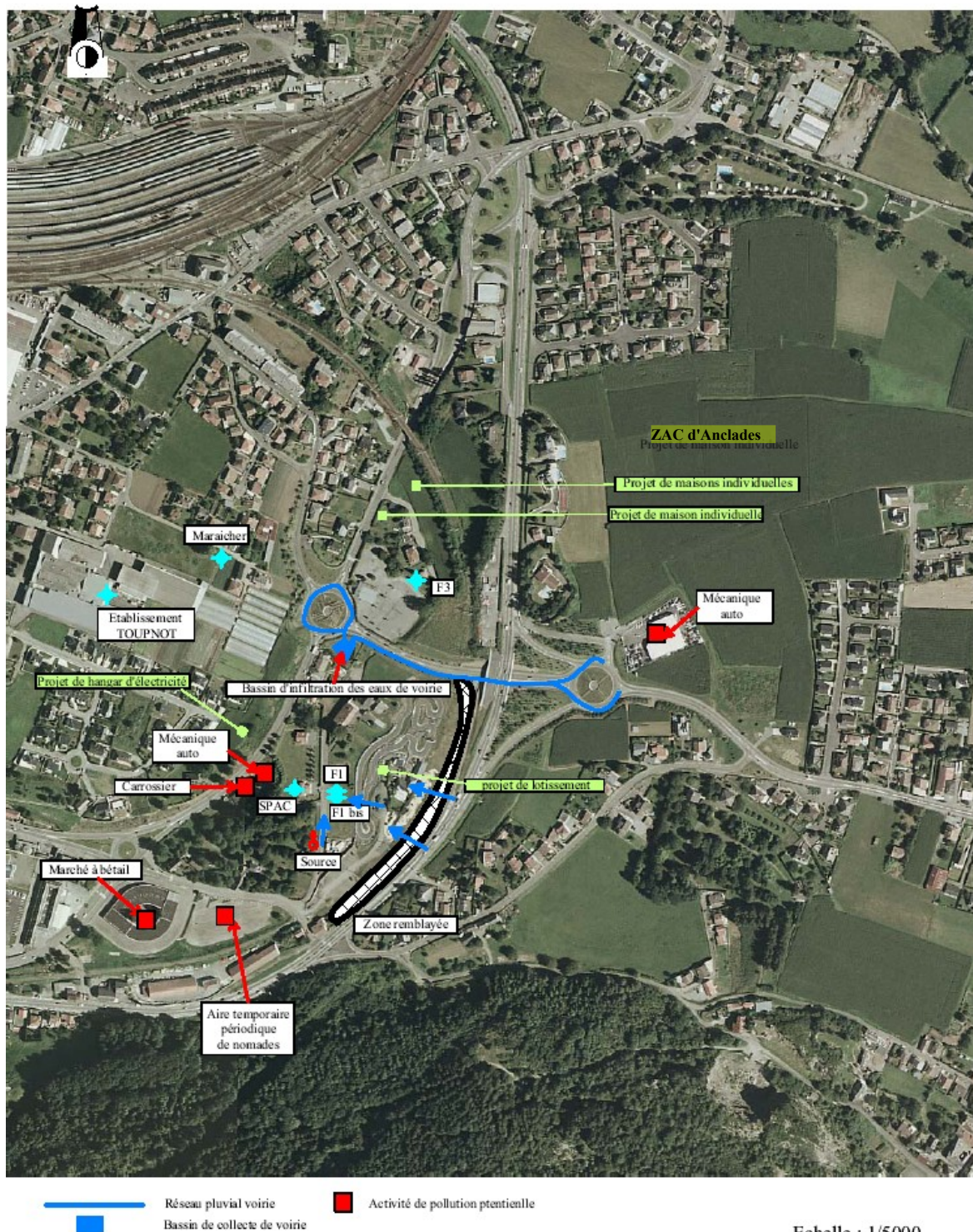
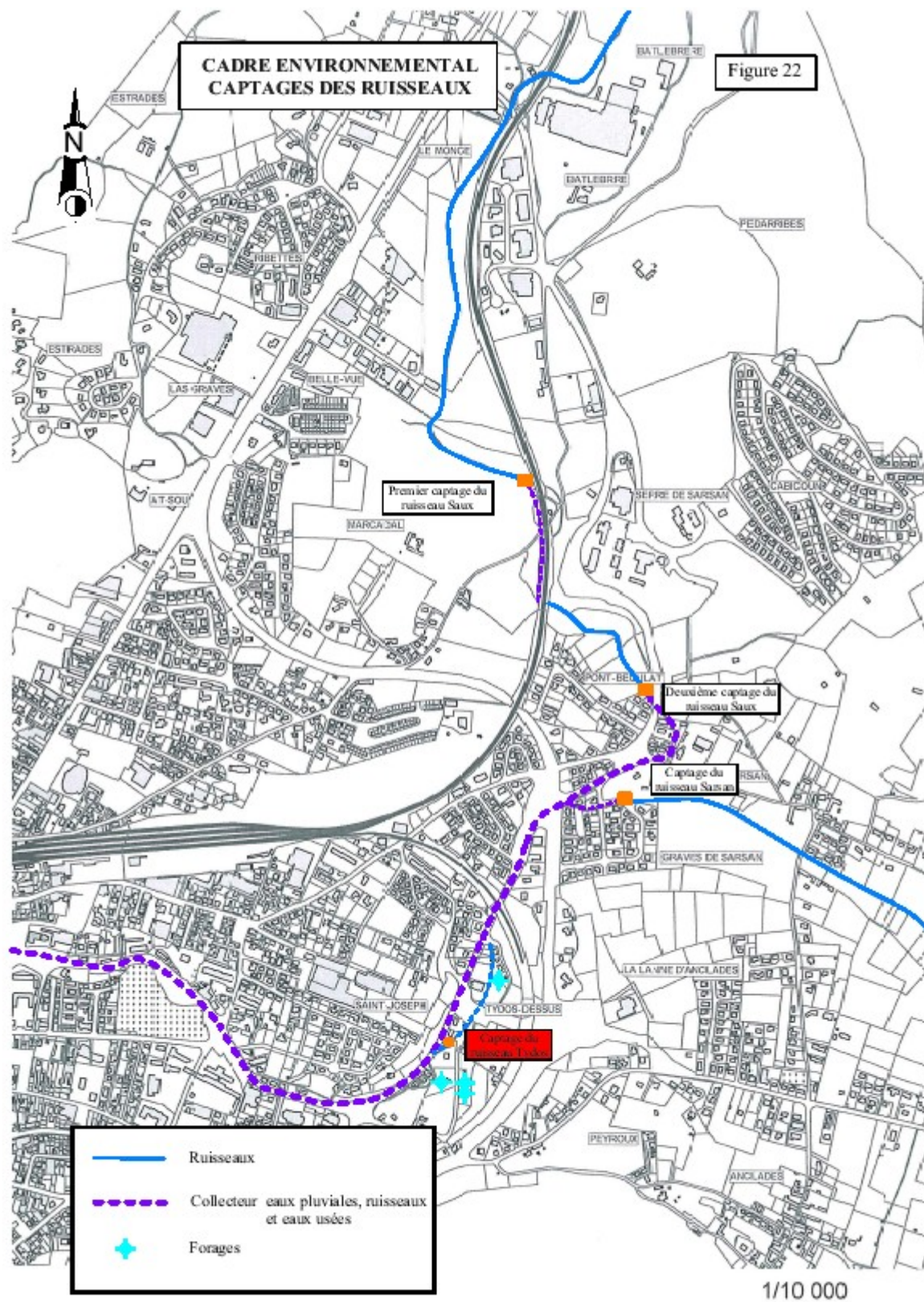


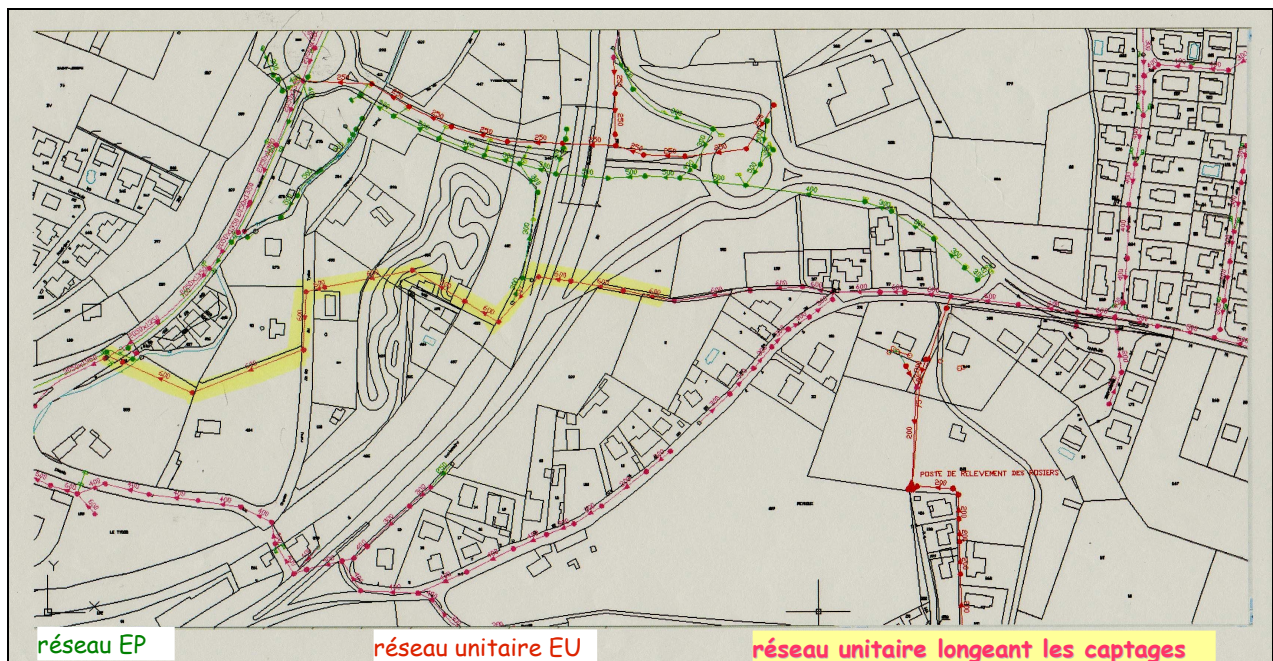
Fig 16. Environnement proche de la zone des captages (Cabinet BERRE)





**Fig.17 Réseau hydrographique et collecteur d'eaux usées (Cabinet BERRE)**





**Fig.18 Plan des réseaux d'assainissement à proximité des captages**

Les activités les plus proches, en plus d'un habitat relativement diffus, comprennent d'après le recensement du cabinet Berre et les informations de la Ville de Lourdes :

- un atelier de mécanique automobile et une carrosserie,
- un garage automobile,
- la conserverie de viandes Toupnot,
- un maraîchage,
- des voies de circulation,
- un ancien circuit de karting, lui-même postérieur à des serres agricoles, et sur lequel sont prévues des constructions, soit pour des logements soit pour un garage de cars,
- un projet de ZAC (ZAC de la Plaine d'Anclades) sur 16 ha, au nord du garage Renault avec 335 logements dont 150 en collectifs.

Au delà, dans la plaine vers l'est, le bourg d'Anclades, des lotissements, un camping sont entourées de parcelles cultivées en maïs ou en prairie.

## 8-2 Vulnérabilité

La nappe captive de l'aquifère profond des graviers et sables propres, avec des passages argileux, est relativement protégée des risques de contamination. En effet, au dessus, en plus d'une couche argileuse compacte, des alluvions superficielles, sables argileux, vases et tourbe, peuvent assurer une filtration relative ou une fixation des contaminants.

Inversement, en rive gauche, la nappe libre, contenue dans les alluvions grossières de la plaine de Lézignan, est peu profonde et plus vulnérable aux pollutions diverses. En rive droite l'aquifère constitué de sables fins et argileux présente une meilleure protection mais concerne peu les captages.

Le caractère jaillissant de l'eau captée garantit une protection immédiate en empêchant les eaux de la zone saturée supérieure, de pénétrer directement dans l'aquifère profond. De plus, le drainage par déversement naturel vers l'axe du vallon du Tydos, des eaux des nappes

superficielles riveraines, diminue les risques avoisinants. Toutefois un rabattement trop important entraînera une inversion des pressions et facilitera la pénétration d'eaux proches.

La diminution de la couche protectrice de sables proches en rive droite, ou des graviers (rive gauche de la plaine d'Anclades) non saturés au dessus de la nappe superficielle, par suppression artificielle (excavations, fondations, tranchées, routes, fossés, puisards ou puits transformés en puisards...) peut faciliter l'entrée rapide, ponctuelle ou diffuse, de polluant vers la nappe libre et par suite, vers la nappe captive alimentant les captages.

## 9- Dimensionnement de la protection des captages (fig. 19)

Le dimensionnement des zones à protéger est effectué à partir du calcul de la vitesse moyenne de circulation de l'eau souterraine dans la zone d'appel des captages. Les directions de ces circulations sont établies en se basant sur la forme des courbes de la carte piézométrique de la figure 15.

Le périmètre rapproché est calculé (méthode de Wyssling) pour un temps moyen de circulation de 50 jours et un débit moyen de 262 m<sup>3</sup>/j sur 50 jours, soit 350 m<sup>3</sup>/h pendant 10 jours et 300 m<sup>3</sup>/h sur 40 jours sur une durée journalière de 20 heures. Le bureau d'études CETRA propose de prendre deux valeurs de perméabilité  $4.10^{-3}$  et  $1,5.10^{-3}$  m/s, une pente de nappe de 2,4 m/km, et une porosité efficace de 6 %. Depuis la terrasse de Lézignan, l'isochrone 50 jours (longueur correspondant à la distance parcourue par la goutte d'eau en 50 jours) est de 900 m environ de longueur sur 400 m de large dans la première hypothèse de perméabilité et de 630 m de longueur et 930 m de large environ dans la deuxième hypothèse (fig. 19). Dans ces deux cas, la berge ouest en rive droite est peu concernée (150 m au maximum à l'ouest de SPAC).

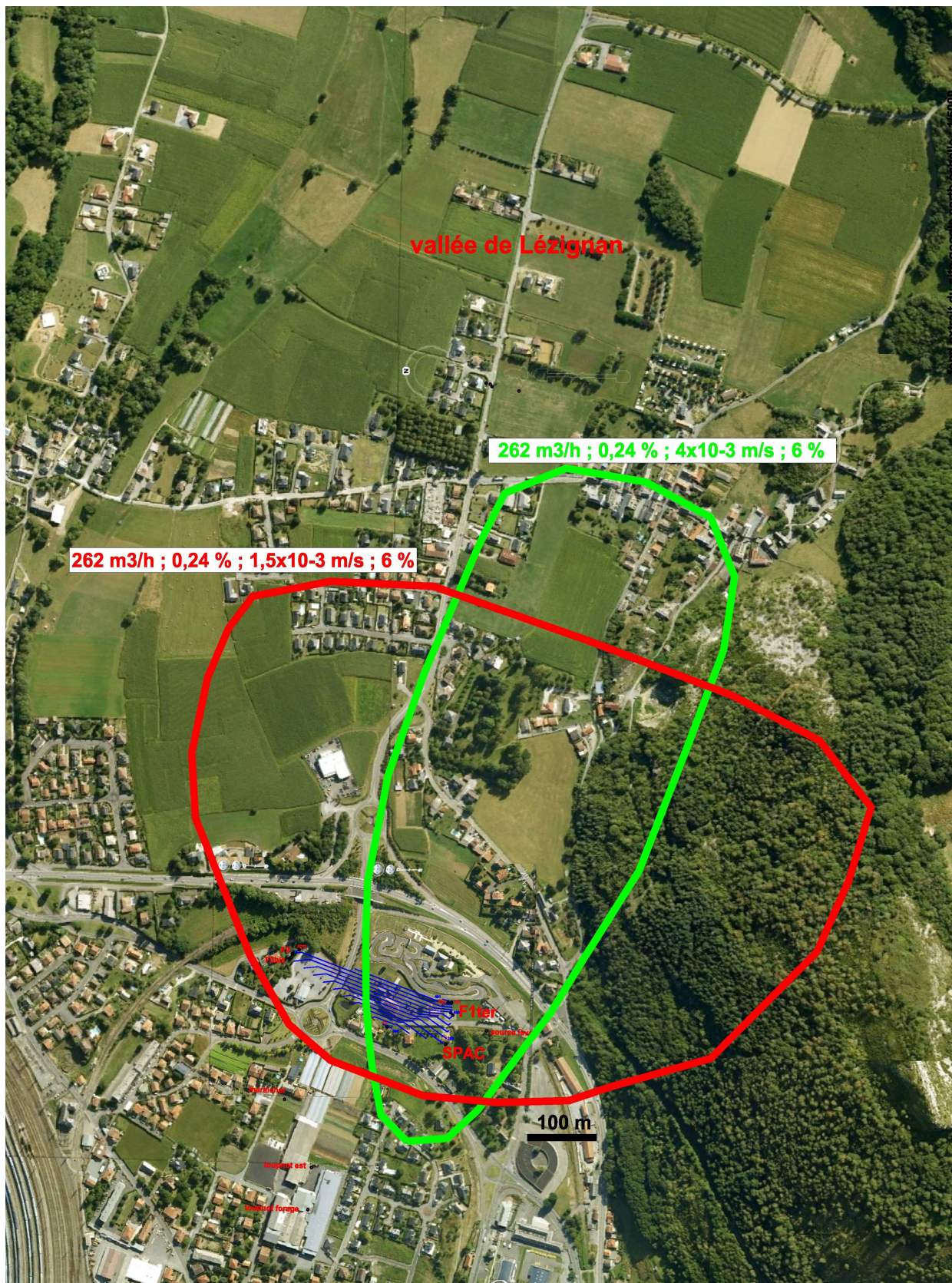
A partir des données des caractéristiques hydrodynamiques résumées dans ce rapport une proposition de synthèse est développée de façon à combiner les différentes solutions consécutives à un milieu hétérogène imparfaitement connu et dont la direction principale de circulation peut varier de plusieurs degrés suivant les saisons (méthode de Wyssling).

Avec une perméabilité de  $4,6.10^{-3}$  m/s, une porosité efficace de 8%, une pente de nappe de 1,6 m/km, la vitesse de circulation de l'eau souterraine est de 8 m/jour ou 400 m en 50 jours. Pour un pompage moyen de 262 m<sup>3</sup>/h on obtient une longueur de la zone à protéger de 520 m (650 m avec une porosité de 6%), une largeur du front d'alimentation de 500 m et de 250 m au niveau des pompes. L'axe du vallon du Tydos est également concerné sur 500 m environ. La partie ouest (aval) de la zone captée correspond à un cercle de 80 m environ de rayon.

Compte tenu de la différence des directions de circulation de l'eau souterraine sur les deux versants du Lapacca, des compositions chimiques distinctes, du drainage superficiel par les collecteurs enterrés et en supposant que les rabattements n'appellent pas ou peu les eaux souterraines des sables lacustres (perméabilité de  $10^{-5}$  à  $10^{-6}$  m/s), il est considéré dans cette estimation que la nappe de la rive droite ne participe pas ou peu à l'alimentation des pompes. La capacité de protection, ou la vulnérabilité, des terrains de couverture est également prise en compte dans la délimitation.

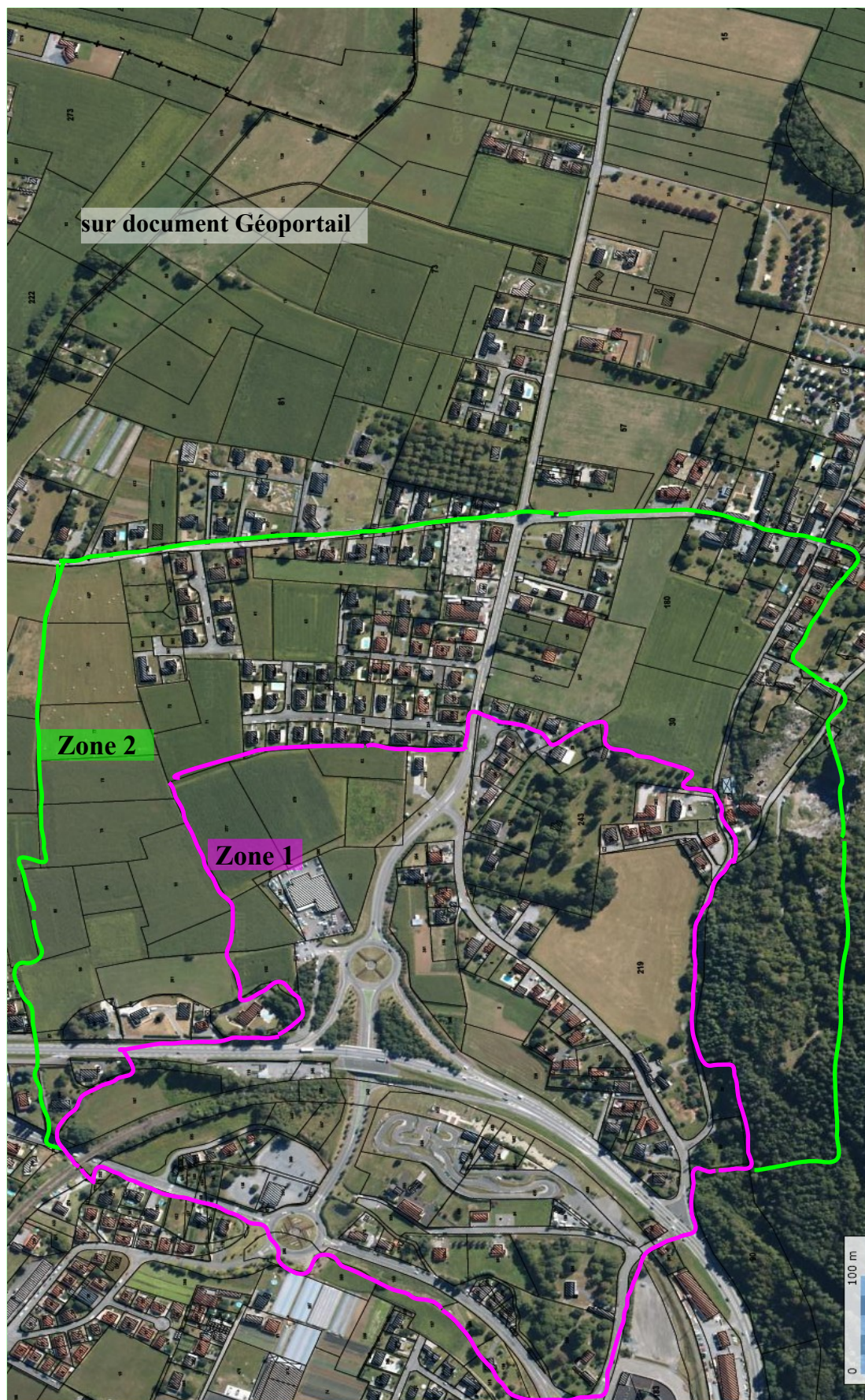
La carte de la figure 20 intègre les propositions de dimensionnement calculées en se guidant sur les limites parcellaires et les voies de circulation dans la mesure du possible.





**Fig. 19 Proposition de zonage des zones de protection des forages du Tydos (CETRA)**





**Fig. 20 Périmètres de protection rapprochée sur deux zones**

## 10- Conclusions et propositions

### 10-1 Conclusions

Les forages du Tydos captent l'eau de la nappe artésienne prisonnière dans les graviers et les sables, fins à très fins, parfois argileux, sur plus de 17 m d'épaisseur, remplissant un ancien chenal fossile. Une couverture constituée par des argiles compactes de 2 à 3 m d'épaisseur, des argiles sableuses et par des niveaux de tourbe assure une couverture localement protectrice sur 9 à 10 m d'épaisseur. Au dessus s'écoule le Lapacca canalisé, depuis 1996, dans un collecteur en fonte. L'extension latérale et verticale de cette couverture semble occuper un vallon fossile de 50 à 100 mètres de largeur et 500 m environ de longueur. Latéralement, en rive droite, une nappe libre est contenue dans des alluvions sablo-argileuses d'origine lacustre sur 20 à 30 m d'épaisseur ; elle ne participe pas, sauf sur une faible bande, à l'alimentation des forages. Sur la rive gauche, la nappe libre s'étend dans des alluvions plus grossières et moins argileuses de la plaine d'Anclades. L'aquifère captif est principalement en continuité avec ces alluvions grossières occupant une grande partie orientale du bassin quaternaire de Lourdes. Les niveaux statiques des forages sont jaillissants.

Ce système aquifère est singulier, dissymétrique avec un axe drainant en charge séparant deux zones perméables. Il est caractérisé par un équilibre hydrodynamique potentiellement instable dépendant des modifications des écoulements souterrains.

Le champ captant (F1 ter et SPAC) ne permet pas de satisfaire la totalité des besoins de la ville de Lourdes. Il ne peut venir qu'en complément des ressources actuelles.

A l'exception du forage F3, les forages du Tydos ont été réaménagés, dans les règles de l'art et conformément à l'arrêté du 13 septembre 2003 et à la norme AFNOR NF X 10-999 d'avril 2007 sur les ouvrages de captage d'eaux souterraines. Les tubages de chaque ouvrage sont prolongés jusqu'à 0,5 m minimum au dessus du sol et obturés par une bride étanche. Les tubages de trop plein sont fermés par une vanne accolée au tubage. Les tubes d'exhaure passent par la bride supérieure avant de rejoindre la tranchée sous le terrain naturel.

Le rejet permanent de l'eau de la nappe dans le collecteur d'eaux pluviales a donc été supprimé, sauf pour F3.

Le forage F1 a été comblé et cimenté. Le forage F1bis est transformé en piézomètre.

Au point de vue qualitatif, l'eau brute captée présente une bonne qualité physico-chimique et bactériologique sans indication d'anomalie pouvant révéler un début de dégradation qualitative. La diminution de l'alimentation naturelle des eaux souterraines par la pluie peut favoriser un phénomène de concentration notable pour certains ions ou polluants. L'imperméabilisation des sols et surtout la canalisation des ruisseaux pourraient en être la cause. Les lessivages des matériaux de comblement des zones humides, des fossés ou de la tranchée de la voie ferrée pourraient aussi participer à ces modifications qualitatives.

Il n'a pas été mesuré d'éléments témoins de pollution d'origine domestique, agricole ou industrielle. La présence d'herbicide sur le forage proche de Toupnot rappelle cependant qu'une vigilance permanente doit être exercée.

### 10-2 Propositions

#### 10-2-1 Aménagement et fonctionnement des ouvrages

Dans ce paragraphe sont précisés les travaux et aménagements à réaliser ainsi que les conditions d'exploitation à respecter.

Les eaux de drainage au pied du talus bordant les forages F1ter et F1 bis seront récupérées et rejetées au réseau d'eaux pluviales. Les regards de collecte seront accessibles. Le réseau de drainage sera reporté sur un plan précis. Les destructions de ce réseau par la réalisation des fouilles de tranchées nécessitera de le rétablir afin d'éviter les risques de submersion des terrains naturels. En cas de pression élevée de la nappe captive ce système de drainage doit pouvoir également s'opposer à des débordements de nappe.

Un dispositif de mesure des pressions de l'eau souterraine est installé sur chaque tête de forage et les mesures sont enregistrées. Un protocole d'enregistrement et de surveillance des niveaux sera précisé avec un étalonnage régulier afin d'éviter toute dérive des valeurs enregistrées. Ces données sont conservées avec synthèses annuelles et commentaires.

Les débits de pompage fixés ci-après sont limités de façon à réduire les rabattements et les risques de pénétration d'eau issue de l'aquifère superficiel.

Les débits potentiels maximum des deux forages conservés sont de 145 m<sup>3</sup>/h pour SPAC et de 210 m<sup>3</sup>/h pour F1ter. En pointe, il est recommandé de ne pas dépasser 350 m<sup>3</sup>/heure sur 20 heures (7000 m<sup>3</sup>/jour) pendant 10 jours et en fonctionnement normal de 300 m<sup>3</sup>/h sur 20 h le reste du temps en limitant le débit de SPAC à 100 m<sup>3</sup>/h. Le rabattement maximum est limité par des sondes de niveau, à 8 m environ sous le repère pour F1 ter, soit à la cote de 389,8 m NGF, et 11 m sous la bride Inox pour SPAC, soit à la cote 386,8 m. L'essai de puits par paliers non enchainés sur SPAC, ainsi que le suivi enregistré, permettra de revoir ces débits ou ces rabattements, et de mieux déterminer le régime d'exploitation. Les venues de sable seront surveillées.

Des essais de puits, avec estimation du débit critique, seront effectués tous les 5 ans ou plus souvent en cas d'anomalie et le plus rapidement possible pour SPAC dont le débit critique semble atteint en pompage cumulé avec F1 ter. Les deux ouvrages F3bis et PzF3 sont maintenus comme piézomètres et, F3, éventuellement comme point de pompage dont le **prélèvement non alimentaire** aura un débit limité à moins de 10 m<sup>3</sup>/h et 50 m<sup>3</sup>/jour et un rabattement inférieur à 0,5 m.

La cimentation du forage F1 ter sera finalisée. La base de la cave du forage SPAC sera modifiée pour permettre l'évacuation des eaux éventuellement stagnantes. Les têtes des piézomètres (Pz1 et 2, F2, F1bis, F3, PzF3, F3bis) et les capots des forages exploités seront cadennassés. Le puits F3 sera obturé ou remis en état en remontant le tubage jusqu'au dessus du sol et en supprimant le débordement permanent. L'installation de pompage dite « moto-pompe du maraicher » sera conservée en piézomètre après avoir remonté le tubage et assuré la protection de la tête par cimentation ;

Compte tenu de l'influence de la terrasse d'Anclades ou de Lézignan, un piézomètre atteignant le substratum sera exécuté à 150 à 200 m environ à l'est des forages. Le sondage prévu par le bureau d'études géotechniques INGESOL pour la ZAC de la Plaine d'Anclades sera prolongé jusqu'au substratum et transformé en piézomètre. Ces forages seront réalisées dans les règles de l'art par des entreprises respectant la charte des foreurs. Les têtes de ces ouvrages seront rigoureusement protégées.

Une piézométrie semestrielle est effectuée, en crue et en étiage, après arrêt de 12 heures minimum avec report des mesures sur tableau et éventuellement sur carte. Les points de mesures seront a minima ceux déjà sondés en 2007 et 2011.

Une analyse complète de type RP sera réalisée une fois par an, sur chaque ouvrage utilisé, SPAC et F1ter ainsi que sur le piézomètre Pz2, en décalant les prélèvements de 6 mois sur SPAC et F1 ter.

Toute anomalie confirmée sera enquêtée et, suivant les conclusions, l'exploitation pourra être arrêtée dans l'attente de solutions palliatives.



Un premier bilan intermédiaire portant sur la qualité des eaux et sur la piézométrie, après trois ans d'observation, permettra d'adapter ou modifier si nécessaire, la fréquence du suivi piézométrique.

#### 10-2-2 Périmètres de protection

Le **périmètre de protection immédiate** de chaque captage est basé sur les clôtures actuelles. La parcelle n°81 section BV constitue le périmètre immédiat du forage SPAC. La clôture sera continue au niveau de la rive droite du ruisseau et refermée jusqu'à l'avenue Victor Hugo en intégrant la partie boisée. Cette dernière sera accessible et dégagée des ronciers éventuels.

Le périmètre immédiat du forage F1ter est constitué par la parcelle n° 84 section BV ; il associera également le forage F1 bis et les piézomètres Pz1 et 2.

Le forage F2 dans l'angle nord de la parcelle n°273 (BV) seront protégés par une clôture carrée, au minimum de 2 m sur 2 m environ de côté. Les forages F3, F3 bis et PzF3 seront protégés par la clôture existante de la parcelle n°111, section BS.

Les clôtures autour de chaque ouvrage, et les systèmes de fermeture, seront entretenus sans usage de produits ou matériels susceptibles de contaminer les eaux. Toutes activités, autres que celles destinées à l'entretien et au contrôle des captages et de leur environnement sont interdites. Un système de détection d'intrusion et d'alarme dans les périmètres clôturés sera étudié et installé.

Le **périmètre de protection rapprochée** comprendra deux zones (fig. 20).

Une première zone de 500 m de longueur suivant l'axe du cours d'eau et de 500 m de longueur et de 400 m environ de largeur, comprendra également la zone en dépression des parcelles n° 249 et 250 du quartier Peyroux.

Une deuxième zone s'étendra au delà dans le quartier d'Anclades sur 750 m environ de longueur en suivant la rue Haut Mouna et le chemin d'Anclades à Sarsan.

Une bande de 50 m environ longera, en bordure sud des deux zones, le pied du versant du Petit Ger. Les limites longeant les routes ou chemins intégreront ces voies de circulation dans les zones de protection.

Des interdictions et aménagements spécifiques à chaque zone sont détaillés en suivant. Des interdictions et aménagements communs à ces deux zones sont également précisées .

#### **A l'intérieur de la première zone seront interdits pour de nouveaux projets :**

- les fouilles, autres que celles destinées à l'exploitation ou à la protection des points d'eau, les déblais ou fondations profondes (>1 m), les sous-sol, les piscines enterrées,
- les nouvelles constructions dans la dépression du lieu-dit Peyroux (parcelles n° 219 a et 243 b section BT)),
- les puits, les forages, les puisards ou drains ou tranchées d'infiltration,
- les nouveaux ateliers de mécaniques, d'artisanats , les grandes surfaces commerciales ou le regroupement de commerces ; les ateliers existants ne seront pas agrandis mais seulement sécurisés si nécessaire,
- le maraichage, les élevages,
- les nouveaux stockages de fioul ou d'hydrocarbures liquides ; seuls les stockages de gaz seront tolérés.

#### **A l'intérieur de la première zone les aménagements suivants sont proposés :**

- récupération de toutes les eaux de ruissellement et de toiture et évacuation dans des canalisations étanches jusqu'à l'aval des captages ; les eaux de la voirie, en particulier celles du boulevard du Centenaire et de la route de Bagnères seront canalisées dans des fossés imperméables et envoyées à l'aval des captages après passage éventuel dans des bassins d'orage étanches suffisamment dimensionnés,

- les parkings, couverts ou non couverts, seront imperméabilisés et pourvus de système approprié de récupération des eaux avec évacuation hors du périmètre,

- le bassin d'orage existant, réceptacle d'une partie des eaux de la route de Bagnères (D937) et d'une partie du boulevard du Centenaire, sera muni d'un dispositif de rétention de pollution et son imperméabilisation sera contrôlée,

- collecte de toutes les eaux usées dans des canalisations étanches dont la résistance et l'étanchéité seront vérifiées à la réalisation et tous les cinq ans,

- la canalisation d'eaux usées provenant d'Anclades sera également éprouvée ; le poste de relevage des Rosiers au quartier Peyroux sera sécurisé,

- un muret ou merlon imperméable continu sera construit en limite est de la parcelle n°84 contenant le forage F1ter et les piézomètres, avec évacuation des eaux contenues vers le sud,

- les espaces verts et les voiries seront entretenus sans usage de pesticides ; l'utilisation de sels ou produits de dégivrage sera à éviter ou réduite,

- les parcelles enherbées et boisées, les haies, le long du vallon seront conservées en état dans la mesure du possible en évitant leur suppression ou leur remblaiement,

- les stockages existants d'hydrocarbures liquides seront aériens, posés sur cuve de rétention de volume égal au volume stocké et protégé de la pluie, ou bien en cuve enterrée à double paroi avec détecteur de fuite,

- les dépôts à ciel ouvert, de batteries ou de matériel à risque de contamination, seront supprimés de la berge en rive droite du Tydos ; la cuve de récupération des huiles de vidange sera sécurisée et posée sur un bassin de rétention d'un volume égal, protégé de la pluie, et éloigné du ruisseau d'au moins 5 m.

#### A l'intérieur de la **deuxième zone les aménagements suivants sont proposés :**

-les eaux de toiture exclusivement pourront être infiltrées directement par des dispositifs de type puisard ou tranchée de profondeur inférieure à 2 m, dont le fond reste à plus de 3 m de la nappe en crue, ou sur des bassins enherbés (noues), et calculés de façon à éviter tout débordement,

-les eaux de ruissellement sur les voies et zones de stationnement pourront être infiltrées dans des dispositifs superficiels peu profonds (< 1 m/TN) et dont le fond reste à plus de 3 m de la nappe en crue après passage dans un bassin de rétention et de deshuilage, ou dans des dispositifs enherbés de type noues ; ils seront construits après étude et leur efficacité sera régulièrement contrôlée,

- les stockages domestiques de fioul seront contrôlés et modifiés si nécessaire.

#### A l'intérieur des deux zones seront interdits :

- la réalisation de puits ou forages non destinés à la consommation humaine des collectivités, à l'exception du piézomètre prévu en 10-2-1, et celui envisagé dans la ZAC d'Anclades,

- la transformation des puits fermiers en puisards réceptacles d'eau de ruissellement ou usées (recensement et contrôle à effectuer) ; l'infiltration d'eau de toiture reste tolérée,

- le creusement de carrières, de fossés, de fouilles profondes, ainsi que le surcreusement des fossés ou rigoles existantes, à l'exception des tranchées et fouilles nécessaires aux travaux autorisés et dans le respect des conditions de réalisation décrites pour les périmètres,

- les remblais constitués de gravats non triés, de matériaux souillés, ou à risque de dégradation des eaux,
- la réalisation de plans d'eau, de mares ou bassins de stockages de liquide ou de solides,
- la construction de dépôts d'hydrocarbures liquides en quantité supérieure à l'usage d'un logement, et d'oléoduc,
- la pose enterrée ou superficielle de canalisations de transport d'eaux agricoles ou industrielles,
- la réalisation de grande surface commerciale, de petits commerces dont les stockages ou l'activité présentent des risques de pollution, d'installation classée, d'établissements de santé, de locaux artisanaux,
- les parkings à ciel ouvert hors de ceux réservés à l'habitat ou aux petits commerces de proximité,
- le dépôt de déchets, déblais de matériaux de démolition, produits toxiques, matières fermentescibles, fumiers, engrais, pesticides...,
- la réalisation d'élevages, de stabulation d'animaux, d'abris pour animaux, d'affouragement, de parc de contention, d'abreuvoirs fixes,
- l'irrigation des parcelles agricoles,
- l'épandage de lisiers, de fumiers liquides, d'effluents liquides ou de boues d'origine domestique, industrielles ou agricole,
- le camping et le stationnement de caravane ou de camping-car,
- les compétitions d'engins à moteur,
- la construction en décaissement de nouvelles voies de communication.
- en cas de présence confirmée de pesticide dans l'eau captée, au dessus des normes, l'interdiction de la molécule analysée sera effective sur les parcelles agricoles de l'ensemble du périmètre ; en cas d'usage non agricole une sensibilisation des utilisateurs sera réalisée.

A l'intérieur de ces **deux zones du périmètre rapproché les activités suivantes sont réglementées** :

- la construction de nouveau bâtiment, d'habitat, ou de commerce de proximité à taille modérée sans stockage de produits à risque pour les eaux, est autorisée, sous réserve que les fondations, les remblaiements, avec exclusivement des matériaux propres, ou les drainages, s'ils sont nécessaires, restent inférieurs à 1 m de hauteur ou de profondeur,
- les dispositifs d'assainissement non collectif existants seront contrôlés et mis en conformité si nécessaire ou supprimés,
- le pâturage extensif sans apport d'aliment, ni de dispositif d'affouragement, avec des postes d'abreuvement régulièrement déplacés,
- l'épandage de fumier pailleux se fera hors des périodes hivernales ou de début du printemps (pendant la recharge des nappes), à plus de 100 m des points d'eau,
- les parcelles enherbées non destinées à l'urbanisation seront maintenues en prairie ; les parcelles à cultures annuelles ne restent pas nues après récolte mais sont recouvertes par une végétation adaptée ; un encouragement à leur transformation en prairie permanentes est à initier ; les zones boisées seront conservées sans défrichement,
- l'utilisation agricoles des engrais et pesticides se fera sous les conseils d'un spécialiste agronome et les apports (quantité, date, produits) seront reportés sur un carnet de suivi (guide des bonnes pratiques agricoles),
- les entreprises de construction ou de travaux publics seront informées sur la sensibilité du site ; tout dépôt provisoire, limité à la durée normale du chantier, de produits liquides ou susceptibles de contaminer les eaux, sera placé sur une aire de confinement étanche à l'abri de la pluie ; aucun déchet ne sera brûlé ou stocké sur place,
- des panneaux d'information sont placés en bordure des voies d'accès en limite du périmètre dans le but de sensibiliser le public ou les occupants du sol à la vulnérabilité du secteur.



### 10-2-3 Zone sensible (fig.21)

Une zone sensible ou de prévention est définie. Reportée sur la figure suivante, elle correspond au bassin versant potentiel des captages ou zone d'alimentation. Elle est destinée essentiellement à informer les différents intervenants, propriétaires, exploitants agricoles ou industriels, mairies de Jarret, Lézignan et Lourdes, (en particulier services ou responsables chargés de l'environnement et de l'urbanisme), services départementaux (État et Conseil Général) chargés de l'urbanisme et de l'environnement, des secours, de la sécurité, des conseils agricoles ... de sa vulnérabilité. Cette zone de vigilance implique que les dispositions des réglementations générales ou particulières au secteur sont scrupuleusement appliquées, respectées et contrôlées.

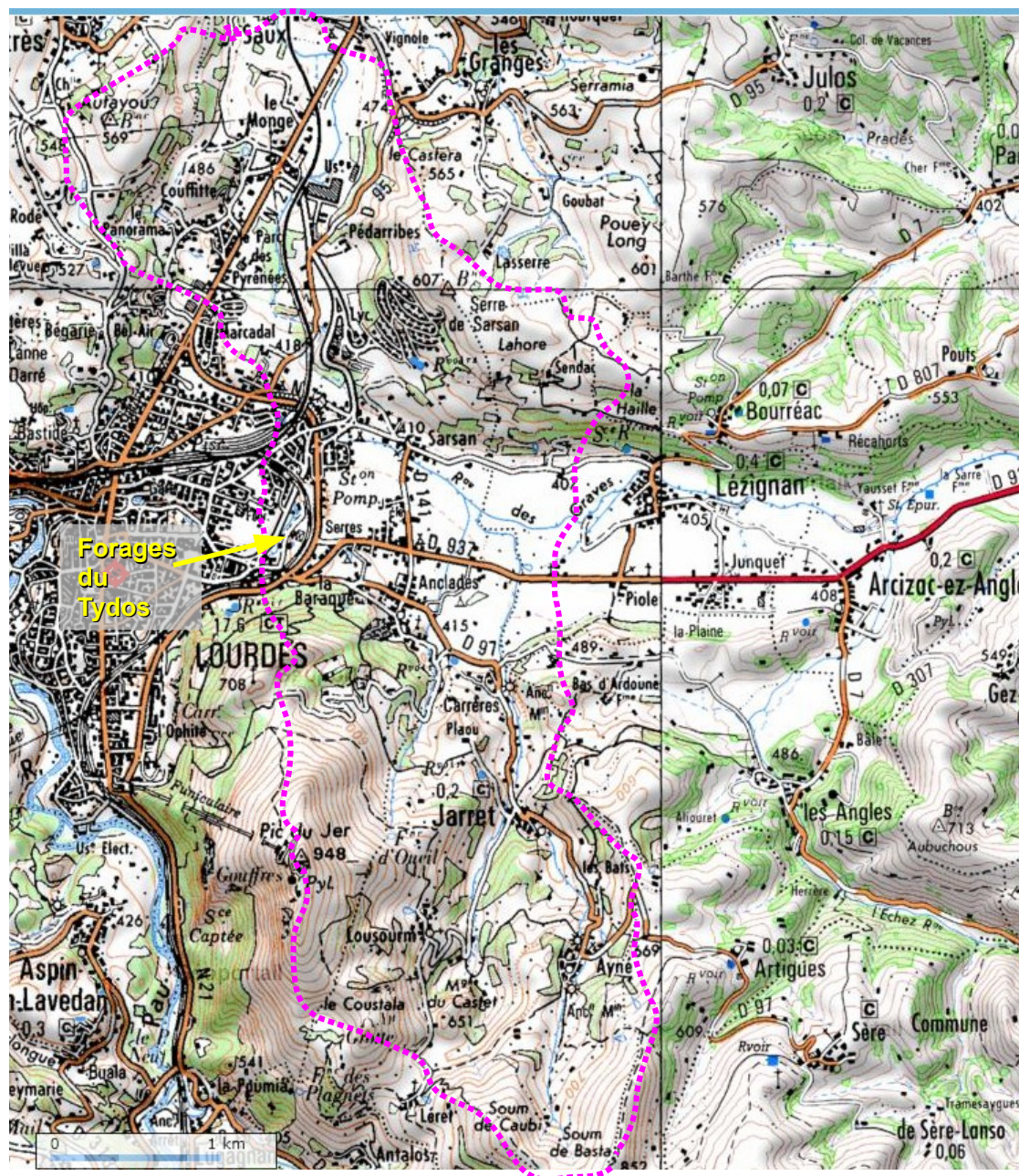


Fig. 21 Délimitation de la zone sensible des forages du Tydos

En conclusion, j'émet un avis favorable à l'utilisation des forages SPAC et F1ter pour l'alimentation en eau potable partielle de la ville de Lourdes, sous réserve de respecter et de mettre en place les propositions et préconisations ci-dessus.

A Pau, le 5 octobre 2011

Georges OLLER  
Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique

### Documents consultés

Alimen Henriette (1964) Le quaternaire des Pyrénées de la Bigorre - Mémoires de la Carte Géologique de la France

Cabinet BERRE (février 2008) Rapport préalable à la visite de l'hydrogéologue agréé pour la protection des puits du Tydos (+ documents annexes sur les études de sol réalisées à Lourdes)

Cabinet BERRE (mai 2011) Complément au rapport préalable à la visite de l'hydrogéologue agréé pour la protection des forages du Tydos

CETRA (septembre 2011) Forages du Tydos- Études complémentaires

Casteras M. – BRGM (1970) Carte géologique au 1/50 000 et notice de la feuille Lourdes

Donville Bernard (avril 1994) Expertise hydrogéologique sur les puits du Tydos

INGESOL (mai 2011) Étude de sols ZAC « Plaine d'Anclades » Dossier 11A664

Jalut G. et Mardones M. (1984) Évolution climatique et dynamique glaciaire en Ariège et sur le piémont de Lourdes depuis environ 50 000 BP jusqu'à 10 000 BP (in Colloque Montagnes et Piémonts – Toulouse 1984 – Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest)

Lallement-Barrès et J.C.Roux (1989) : Guide méthodologique d'établissement des périmètres de protection – BRGM

Mardones M. (1982) Le Pléistocène supérieur et l'Holocène du piémont de Lourdes : le gisement de Biscaye – Thèse 3ème cycle Toulouse Le Mirail

Mengaud L. (1924) Rapport d'expertise géologique concernant le projet de captage des sources de Tydos pour l'alimentation de la Ville de Lourdes

Oller G. (mars 2008) Avis hydrogéologique provisoire sur la protection sanitaire des forages du Tydos

Sites INTERNET : ADES, Eaufrance, Géoportail, Infoterre, Google Earth, BRGM

Forages	<u>Pompage sur SPAC du 6 au 9/11/2007 à 140 m3/s</u>	Points d'observation F1 bis
Rabatement en m	7,48	0,59
Distances aux points d'observation en m		45
<b>Transmissivité T en m2/s</b>		2,1.10-2
Coefficient d'emménagement S		2,3.10-3 captif 7 % libre
Hauteur crépinée en m	12,4	14
<b>Perméabilité K en m/s</b>		4,7.10-3

Forages	<u>Pompage sur SPAC du 12 au 15/11/2010 à 146 m3/s</u>	F1 ter	Points d'observation F1 bis	F2	Pz1
Rabatement en m	8,6	0,85	0,85	1,1	0,5
Distances aux points d'observation en m		44	45	90	60
<b>Transmissivité T en m2/s</b>	7,3.10-2	6,6.10-2	6,6.10-2	3,3.10-2	10.10-2
Coefficient d'emménagement S				2,9.10-4	3.10-4
Hauteur crépinée en m	12,4	16	14	10	10
<b>Perméabilité K en m/s</b>	5,9.10-3	4,1.10-3	4,7.10-3	3.10-3	1.10-3

Forages	<u>Pompage sur F1ter du 5 au 8/11/2010 à 210 m3/s</u>	SPAC	Points d'observation F1 bis	F2	Pz1
Rabatement en m	8,2	1,4	3,9	0,6	2
Distances aux points d'observation en m		45	5	96	14
<b>Transmissivité T en m2/s</b>	11.10-2	7.10-2	11.10-2	7.10-2	7.10-2
Coefficient d'emménagement S				1,5.10-3	
Hauteur crépinée en m	16	12,4	14	10	10
<b>Perméabilité K en m/s</b>	6,8.10-3	5,6.10-3	7,8.10-3	7.10-3	7.10-3

Forages	<u>Pompage sur F3* du 17 au 20/01/2011</u>	F3 bis	Points d'observation PzF3
Débit en m3/s	37,4 puis 47,3		25,8
Rabatement en m	4,8	6,8	2,4
Distances aux points d'observation en m		8,7	12,5
<b>Transmissivité T en m2/s</b>	1.10-2	1.10-2	1.10-2
Coefficient d'emménagement S			5 à 8.10-3
Hauteur crépinée en m		3	10
<b>Perméabilité K en m/s</b>		3,3.10-3	1.10-3

\* Interprétation et calculs basés sur les pentes des droites (méthode de Jacob-Cooper)

Forages	<u>Pompage sur puits P0 Toupnot en déc. 1996 sur 72 h</u>	<u>Pompage sur puits P2 Toupnot en sept. 1991 sur 72 h*</u>	<u>Pompage sur forage de la gare en sept. 1975 *</u>
Débit en m3/s	55	6,3	20
Rabatement en m	1 à 2	1 à 2	0,59 (piézo)
Distances aux points d'observation en m	60 et 75		12
<b>Transmissivité T en m2/s</b>	1.10-2	2,3.10-4	0,4.10-2
Coefficient d'emménagement S	6 à 10 %		9 % libre
Hauteur crépinée en m	4	6	9
<b>Perméabilité K en m/s</b>	2,5.10-3	4.10-5	4.10-4

\* Forages dans des alluvions lacustres très sableuses (varves)





Bassin d'eau pluviale de la RD 347



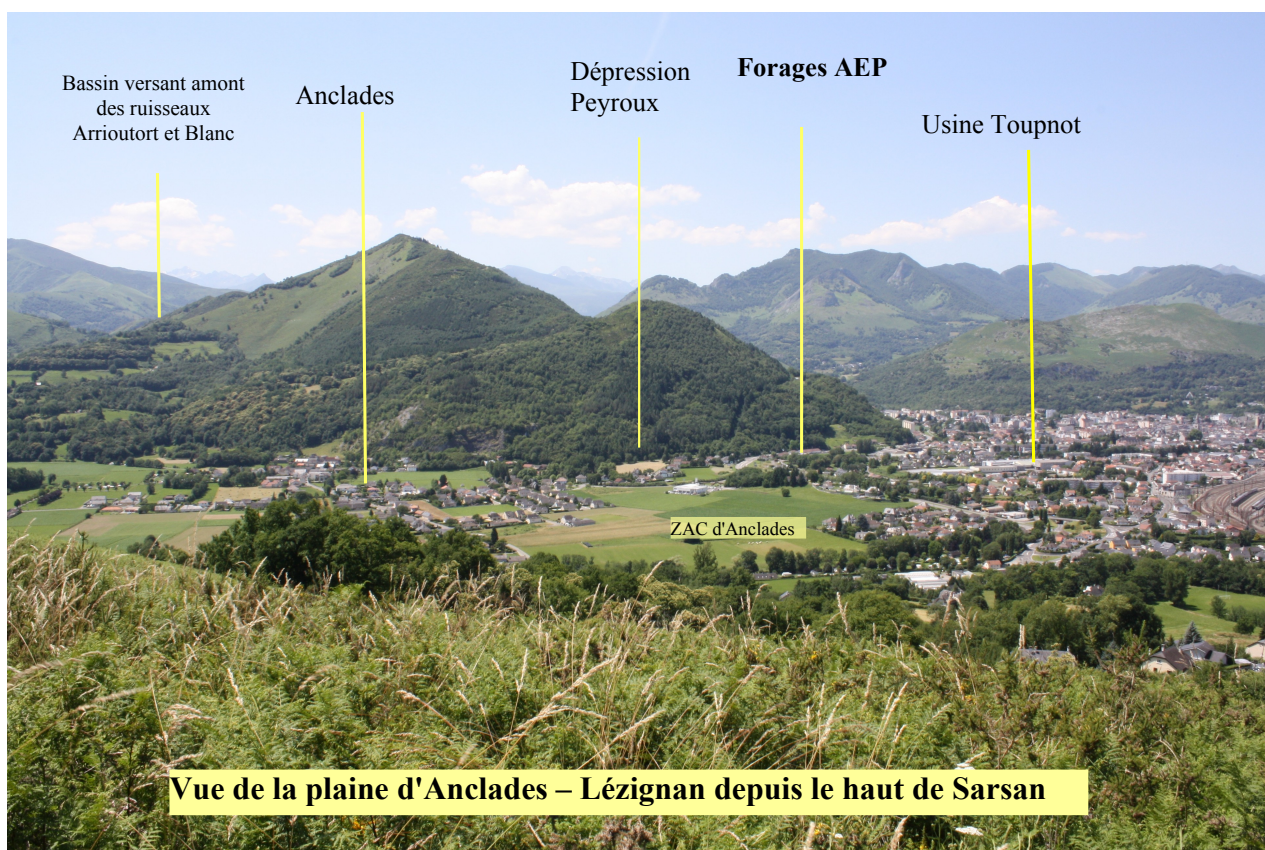
Pompe du maraicher (parcelle BS 334)



Source de la parcelle BV 434



Bas coté du bd du Centenaire à équiper de fossés étanches



Vue de la plaine d'Anclades – Lézignan depuis le haut de Sarsan