





# Evaluation de la ressource en eau des aquifères de socle des roches granitiques de Corse

Synthèse des données obtenues sur 7 forages  
expérimentaux - Rapport de fin de la convention  
d'application 2003

**BRGM/RP-54000-FR**  
Septembre 2005

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 03EAUC29

**Y. Caballero, J.-M. Albertini et P. Lachassagne**  
Avec la collaboration de  
**G. Bodéré et E. Palvadeau**

**Vérificateur :**

Nom : J.-C. Maréchal

Date :

Signature :

**Approbateur :**

Nom : E. Palvadeau

Date :

Signature :

Mots clés : ressource en eau, aquifère, socle granitique, forages, piézométrie, synthèse hydrogéologique, Corse.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Caballero Y., Albertini J.-M., Lachassagne P., (2005) - Evaluation de la ressource en eau des aquifères de socle des roches granitiques de Corse. Rapport de fin de la convention d'application 2003 : synthèse des données obtenues sur les forages expérimentaux. BRGM/RP-54000-FR. 53 p., 29 fig.

## Synthèse

Lorsque l'on s'intéresse aux ressources en eau de la Corse, on pense d'abord à leur composante superficielle, largement suffisante pour alimenter les zones proches des aménagements hydrauliques qui permettent de la capter. Pour les parties du territoire qui ne bénéficient pas de cette source d'alimentation, notamment en montagne, la composante souterraine (captage de sources et forages d'eau) devient prépondérante en termes de ressource en eau. Cette étude, financée avec l'aide de l'Office de l'Environnement de la Corse, vise à apporter une meilleure compréhension du fonctionnement des aquifères en contexte granitique, qui couvre une grande partie du territoire corse. À partir du suivi de 5 forages exploités dans des contextes géologiques différents, deux types d'aquifères différents sont identifiés : les aquifères dont l'origine est liée à la fracturation tectonique et les aquifères dont l'origine est liée à l'altération de la roche. Ce rapport présente les résultats de l'analyse des chroniques de niveau piézométriques obtenues au niveau des forages.

Pour chaque forage suivi, les fluctuations des niveaux piézométriques et l'impact des pompages d'exploitation sont étudiés ; les débits de pompage et les débits moyens journaliers d'exploitation sont calculés et la stratégie de pompage (durée et fréquence des pompages) est analysée. La sensibilité des aquifères aux précipitations, moindre dans le cas des aquifères d'altération que dans le cas des aquifères de fracture, ainsi que le fonctionnement naturel des aquifères est présenté. Les productivités des forages, supérieures dans le cas des aquifères d'altération, sont analysées et l'impact des stratégies de pompage, qui limitent l'impact des pompages sur la réserve d'eau disponible, est discutée. Ces premiers résultats montrent que la plupart des aquifères exploités par ces forages ne sont pratiquement pas affectés par les pompages du fait de la stratégie d'exploitation adoptée.



## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>9</b>
1.1. PRESENTATION GENERALE DE L'ETUDE .....	9
1.2. METHODE DE TRAVAIL .....	9
1.2.1. Forages retenus .....	9
1.2.2. Données obtenues .....	11
<b>2. Analyse des chroniques piézométriques</b> .....	<b>15</b>
2.1. LE FORAGE DE PIOGGIOLA .....	15
2.1.1. Caractéristiques générales.....	15
2.1.2. Comportement hydrogéologique .....	16
2.2. LE FORAGE D'AZILONE.....	25
2.2.1. Caractéristiques générales.....	25
2.2.2. Comportement hydrogéologique .....	26
2.3. LE FORAGE D'AMPAZA .....	32
2.3.1. Caractéristiques générales.....	32
2.3.2. Comportement hydrogéologique .....	33
2.4. LE FORAGE D'URBALACONE 4 .....	39
2.4.1. Caractéristiques générales.....	39
2.4.2. Comportement hydrogéologique .....	40
2.5. LE FORAGE DE TALLONE (QUENZA 1).....	43
2.5.1. Caractéristiques générales.....	43

2.5.2. Comportement hydrogéologique .....	44
<b>3. Synthèse des observations .....</b>	<b>47</b>
3.1. PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS SUR LES FORAGES .....	47
3.2. COMPARAISON ENTRE LES FORAGES .....	49
3.3. PERSPECTIVES D'ETUDE .....	50
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>53</b>
<b>5. Références .....</b>	<b>55</b>

## Liste des illustrations

Figure 1 : Précipitations mensuelles moyennes sur 30 ans mesurées aux stations météorologiques les plus proches des différents forages suivis. ....	12
Figure 2 : Précipitations mensuelles mesurées, entre mars 2004 et février 2005, aux stations météorologiques les plus proches des différents forages suivis.....	12
Figure 3 : Précipitations mensuelles cumulées mesurées, entre mars 2004 et février 2005, aux stations météorologiques les plus proches des différents forages suivis.....	13
Figure 4 : Comparaison des précipitations mensuelles cumulées entre mars 2004 et février 2005 et des moyennes mensuelles cumulées sur la période 1971 – 2000 mesurées à Pietralba.....	14
Figure 5 : Localisation du forage de Pioggiola (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu). ....	15
Figure 6 : Niveaux piézométrique minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage de Pioggiola en fonction des précipitations. ....	17
Figure 7 : Variation du niveau de l'eau dans le forage de Pioggiola, au pas de temps de 3 minutes sur l'ensemble de la période de pompage (les valeurs en ordonnées correspondent à la hauteur de la colonne d'eau mesurée au dessus du capteur). ....	17
Figure 8 : Exemple de variation du niveau de l'eau dans le forage de Pioggiola, enregistrée au pas de temps de 3 minutes (les valeurs en ordonnées correspondent à la hauteur de la colonne d'eau mesurée au dessus du capteur). ....	19
Figure 9 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 810 m NGF) mesuré dans le forage de Pioggiola en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique -	

★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression). .....	20
Figure 10: Estimation des temps de pompage (plusieurs par jour) à partir de l'analyse des chroniques de niveau de l'eau au pas de temps de 3 minutes pour la période comprise entre le 25 août 2004 et le 7 octobre 2004. ....	21
Figure 11 : Temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage en fonction de la durée de pompage sur le forage de Pioggiola pour la période allant du 25 août au 7 octobre 2004. ....	22
Figure 12 : Débits moyens journaliers au forage de Pioggiola (calculés à partir du débit et du temps de pompage journalier, puis ramenés à un pompage équivalent de 24 h), comparés aux variations de niveau piézométrique maximal (présenté en distance négative par rapport à la tête du forage), aux fréquences de pompage et aux précipitations journalières. Zoom sur la période d'exploitation (29 juillet – 18 octobre 2004). ....	23
Figure 13 : Localisation du forage d'Azilone (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu). ....	25
Figure 14 : Niveaux piézométrique minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage d'Azilone en fonction des précipitations. ....	27
Figure 15 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 500 m) mesuré dans le forage d'Azilone en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression). ....	28
Figure 16: Estimation des temps de pompage à partir de l'analyse des chroniques de niveau de l'eau au pas de temps de 3 minutes pour la période comprise entre le 1er mars 2004 et le 28 février 2005. ....	29
Figure 17: Temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage en fonction du temps de pompage, avec mise en évidence des périodes de fonctionnement homogène, pour le forage d'Azilone. ....	30
Figure 18 : Débits moyens journaliers au forage d'Azilone (calculés à partir du débit et du temps de pompage journalier, puis ramenés à un pompage équivalent de 24 h), comparés aux variations de niveau piézométrique maximal (calculé en distance négative par rapport à la tête du forage), aux fréquences de pompage et aux précipitations journalières. ....	31
Figure 19 : Localisation du forage d'Ampaza (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu). ....	32
Figure 20 : Niveaux piézométrique minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage d'Ampaza en fonction des précipitations. ....	33
Figure 21 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 515 m) mesuré dans le forage d'Ampaza en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression). ....	35
Figure 22 : Estimation des temps de pompage à partir de l'analyse des chroniques de niveau de l'eau au pas de temps de 3 minutes pour la période comprise entre le 1er mars 2004 et le 28 février 2005. ....	36

Figure 23 : Temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage en fonction du temps de pompage, avec mise en évidence des périodes de fonctionnement homogène pour le forage d'Ampaza. ....	37
Figure 24 : Débits moyens journaliers au forage d'Ampaza (calculés à partir du débit de pompage et du temps de pompage journalier, puis rammené à un pompage équivalent de 24 h), comparés aux variations de niveau piézométrique maximal(calculé en distance négative par rapport à la tête du forage), aux fréquences de pompage et aux précipitations journalières. ....	38
Figure 25 : Localisation du forage d'Urba 4 (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu). ....	39
Figure 26 : Niveaux piézométrique minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage d'Urba 4 en fonction des précipitations. ....	40
Figure 27 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 382 m) mesuré dans le forage d'Urba 4 en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression). ....	41
Figure 28 : Localisation du forage de Tallone (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu). ....	43
Figure 29 : Niveau piézométrique journalier (en m NGF, tête du forage à 945 m) mesuré dans le forage de Tallone en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression). ....	45

# 1. Introduction

## 1.1. PRESENTATION GENERALE DE L'ETUDE

La Corse est majoritairement composée de roches de socle qui contiennent des aquifères aux propriétés hydrodynamiques (perméabilité, porosité) en général plus modestes que d'autres types d'aquifères (littoraux ou sédimentaires). Ils sont cependant de plus en plus sollicités par de nombreuses communes rurales, pour lesquelles ils représentent une importante ressource d'appoint aux rivières et sources. En effet, le potentiel de ces dernières ne suffit souvent pas, en particulier pour faire face à l'augmentation de la demande estivale, qui correspond en général à la période d'étiage des eaux de surface. Dans certaines communes, ils constituent la seule source de l'alimentation en eau potable. Par ailleurs, de nombreux particuliers font réaliser des forages à usage « privé ».

La double nécessité d'estimer la ressource en eau souterraine et d'en proposer une stratégie d'exploitation et de gestion durable et respectueuse de l'environnement, a conduit l'Office de l'Environnement à confier au BRGM la réalisation d'une étude visant à caractériser ce type d'aquifères. Cette étude concerne les roches de type plutonique (granites s.l.), qui occupent environ les deux tiers de la surface de l'île, principalement à l'Ouest et au Sud. Elle se fixe comme objectif de proposer d'une part, une description la plus précise possible de la géométrie et du fonctionnement des aquifères granitiques sur le territoire Corse et, d'autre part, d'estimer la ressource en eau qu'ils représentent dans le cadre d'une exploitation optimisée.

## 1.2. METHODE DE TRAVAIL

Suite à l'analyse des données disponibles et à un travail de repérage de l'état des forages implantés dans les roches granitiques en Corse (Caballero et Lachassagne, 2003), 7 forages ont été sélectionnés pour être équipés en vue d'un suivi de la piézométrie, sur une période d'au moins une année hydrologique. Les variations des niveaux piézométriques horaires et journaliers ainsi obtenues ont été analysées pour étudier le fonctionnement des aquifères exploités et leurs réactions aux pompages. Les données de précipitation mesurées par les stations de Météo-France les plus proches des forages ont été comparées aux chroniques piézométriques pour tenter de comprendre le mode d'alimentation des aquifères. Les débits et les temps de pompage et de remontée du niveau de l'eau dans les forages ont été estimés pour mettre en évidence les stratégies de pompage adoptées par les exploitants sur chaque forage.

### 1.2.1. Forages retenus

Le Tableau 1 présente les principales caractéristiques de chacun des forages retenus. Les 6 premiers se situent en Corse-du-Sud (est d'Ajaccio et sud de Bavella) et le

dernier en Haute-Corse (vallée de la Tartagine). Les caractéristiques détaillées de chacun de ces forages sont présentées dans le rapport (Caballero et Lachassagne, 2003).

Code BSS	Forages	Exploité	Compteur	Relevés et suivi	Fréquence et intensité d'exploitation du forage (AEP assurée par forages, sources, prises d'eau..)		Population desservie		Contexte hydrogéologique	
					Annuelle et forage + sources	Saisonnier et forage + sources	Hiver	Ete (aout)	Type d'aquifère	Morphologie
11211X001	Ampaza	oui	oui	oui (employé communal)	X		20-40	60-80	altérites	plateau
11211X002	Azione	oui	non	oui (employé communal)	X		60-80	100-120	fracture > altérite	flanc de relief modéré
11208X0028	Urbalacone 4	oui	non	oui (employé communal)	X		45	150	fractures	flanc de relief fort
11208X0002	Urbalacone 3	oui	oui	oui (employé communal)	X (avec U4)				fractures	flanc de relief fort
11216X0111	Quenza 1 (T)	non	oui	oui (employé communal)	X (futur avec Q2)		200	500	fractures	flanc de relief faible
11216X0112	Quenza 2 (C)	non	oui	oui (employé communal)	X (futur avec Q1)				altérites > fractures (?)	plateau
11065X0036	Pioggiola	oui	oui	oui (maire)		X	65	300	fractures	flanc de relief modéré

Tableau 1 : Tableau des principales caractéristiques des 7 forages retenus dans le cadre de l'étude.

Sur les 7 forages retenus, 2 ne sont pas encore exploités, 4 sont exploités toute l'année et 1 seulement pendant l'été. Il est important de noter que cette situation n'est pas représentative de la stratégie d'exploitation généralement observée sur l'île, où les forages sont majoritairement exploités en été pour couvrir l'accroissement de la demande estivale. Ainsi par exemple, les 2 forages de Quenza, qui ne sont pas encore exploités à l'heure actuelle, devraient être mis en marche dans le courant de cette année ou de l'année prochaine, suivant un mode d'exploitation saisonnier.

Aucun des forages retenus n'est utilisé comme unique source d'alimentation en eau pour les communes. Ils viennent plutôt en complément de sources captées aux alentours. Cette situation est représentative de celle de l'ensemble des forages exploités dans le granite en Corse. Ceci s'explique par le fait qu'historiquement, les communes ont d'abord capté les sources proches des villages et ont dirigé les eaux vers des réservoirs situés en amont des habitations. La réalisation de forages n'est intervenue qu'ultérieurement, lorsque les sources n'ont plus suffi à alimenter le village.

L'analyse des documents de réalisation des forages retenus montre qu'ils sont majoritairement implantés dans des zones où le granite est sain et fracturé et parfois dans des zones où le granite sain fracturé est surmonté par des arènes granitiques. Les forages ne présentant pas de recouvrement d'arènes se situent sur des versants,

alors que ceux qui sont implantés dans des arènes sont logiquement situés sur des plateaux, où les arènes ont été préservées des effets de l'érosion.

## **1.2.2. Données obtenues**

### **• Piézométrie**

Sur les 7 forages retenus, 5 ont pu être équipés de capteurs de pression pour la mesure du niveau d'eau, que nous avons reliés à des stations d'acquisition permettant d'enregistrer les données mesurées au pas de temps de 3 minutes. Il s'agit des forages de Pioggiola, Azilone, Ampaza, Urbalacone 4 (que nous appellerons Urba 4 dans ce qui suit) et Quenza 1 (que nous appellerons Tallone dans ce qui suit).

Les forages de Urbalacone 3 et de Quenza 2 n'ont pu être équipés du fait d'un encombrement trop important à l'intérieur du tube du forage, qui a empêché le passage du capteur. Des capteurs moins volumineux ont donc été acquis et seront installés dans le courant de l'été sur ces deux sites.

Nous disposons donc de données de piézométrie au pas de temps de 3 minutes à partir du mois de mars 2004, pour les 5 forages équipés. Ces chroniques piézométriques comprennent des lacunes d'acquisition sur des périodes plus ou moins importantes (les capteurs ayant été essentiellement endommagés par la foudre ou victimes de pannes de batterie) et ce sur pratiquement tous les forages équipés. Des chroniques exploitables des variations du niveau de l'eau ont néanmoins pu être obtenues pour tous les forages, en dehors de celui d'Urbalacone 4. Sur ce forage, les chroniques sont difficilement utilisables dans la mesure où des dysfonctionnements de la centrale d'acquisition se sont couplés à une panne de la pompe, provoquant des variations de niveau difficiles à interpréter. La centrale ayant été contrôlée et la pompe devant être changée dans les prochaines semaines, le suivi devrait être poursuivi dans de meilleures conditions.

### **• Précipitations**

Les données de précipitation mesurées au niveau des stations de Météo-France les plus proches de chacun des forages ont été acquises pour analyser leur relation avec le comportement des nappes suivies.

3 stations météorologiques ont ainsi été retenues en Corse-du-Sud : Pila-Canale (380 m), Santa-Maria-Siché (450 m), Levie (652 m) et une en Haute-Corse : Pietralba (510 m). La Figure 1 présente les cumuls mensuels moyens des précipitations sur une période de 30 ans (1971-2000) pour chacune des 4 stations choisies.

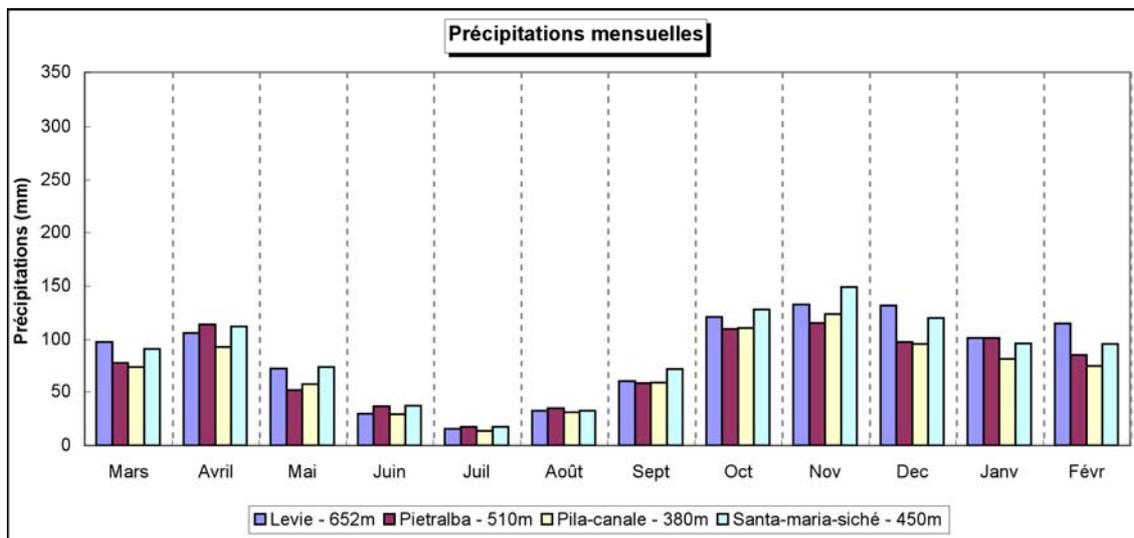


Figure 1 : Précipitations mensuelles moyennes sur 30 ans mesurées aux stations météorologiques les plus proches des différents forages suivis.

Cette figure traduit l’alternance d’une saison « sèche », d’une durée moyenne de 3 mois (juin à août), et d’une saison des pluies assez longue (octobre à avril), avec une phase maximale en novembre et une deuxième phase de reprise de précipitations en avril. Cette dynamique semble être homogène sur l’ensemble de l’île puisque l’on n’observe pas de différence notable entre les stations. Les précipitations augmentent de manière très importante en saison des pluies pour dépasser des valeurs de 100 mm/mois, donnant lieu à des cumuls annuels supérieurs à 1000 mm/an sur certaines stations.

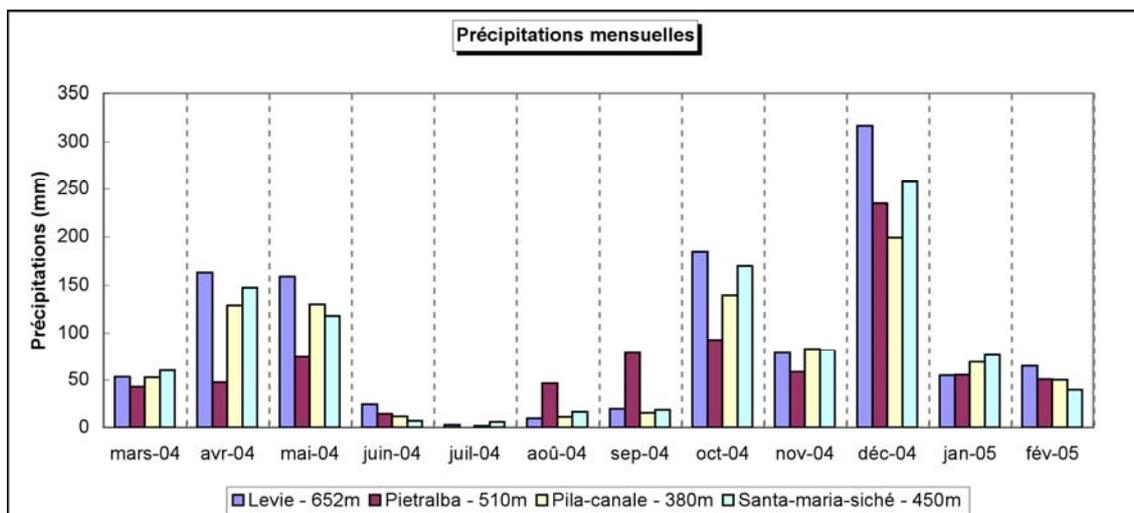


Figure 2 : Précipitations mensuelles mesurées, entre mars 2004 et février 2005, aux stations météorologiques les plus proches des différents forages suivis.

Pendant la période d'étude (mars 2004 - février 2005), les précipitations suivent relativement bien cette tendance générale. A l'exception de la station de Pietralba, significativement arrosée en août, la saison sèche est bien marquée. Les deux pics principaux de la saison des pluies (octobre - décembre et mars - avril) sont eux aussi bien apparents.

La station de Pietralba (Haute-Corse) montre des cumuls mensuels plus faibles en saison des pluies et plus forts en saison sèche que le reste des stations (Figure 2). Le cumul des précipitations sur l'année est de 796 mm pour Pietralba, 892 mm pour Pila-Canale, 997 mm pour Santa-Maria-Siché (toutes deux situées à des altitudes inférieures) et 1131 mm pour Levie. La Figure 3 montre que Pietralba a accusé un déficit pluviométrique en avril – mai 2004, qu'elle n'a pu récupérer ensuite malgré des précipitations de fin de saison sèche plus importantes. Elle montre aussi l'influence de l'altitude sur les précipitations, puisque les cumuls mensuels augmentent avec l'altitude pour les stations de Corse-du-Sud, situées relativement près les unes des autres.

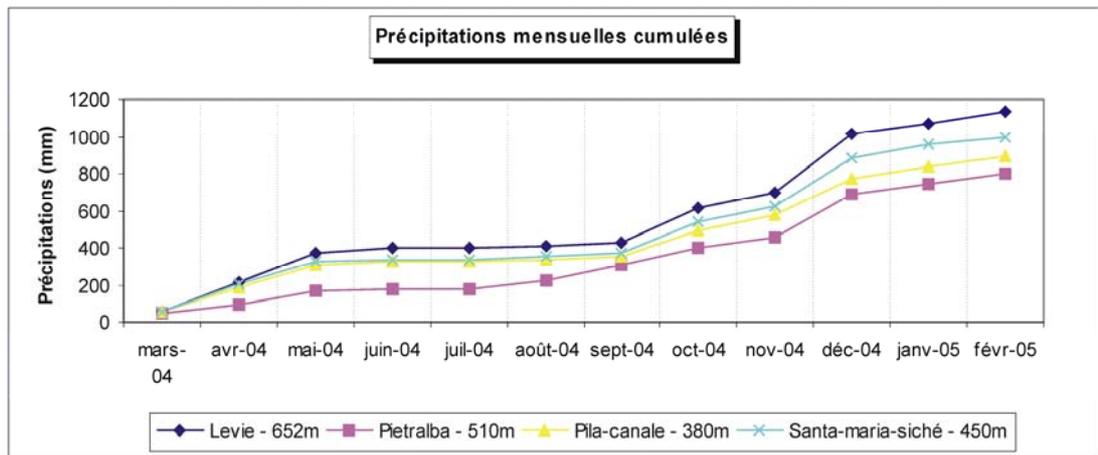


Figure 3 : Précipitations mensuelles cumulées mesurées, entre mars 2004 et février 2005, aux stations météorologiques les plus proches des différents forages suivis.

La Figure 4 montre qu'à Pietralba en dehors du mois de décembre, l'année 2004-2005 est déficitaire en pluviométrie par rapport aux valeurs moyennes sur 30 ans. Ceci n'est pas le cas des autres stations utilisées, qui ont enregistré une dynamique pluviométrique proche de la normale en 2004-2005.

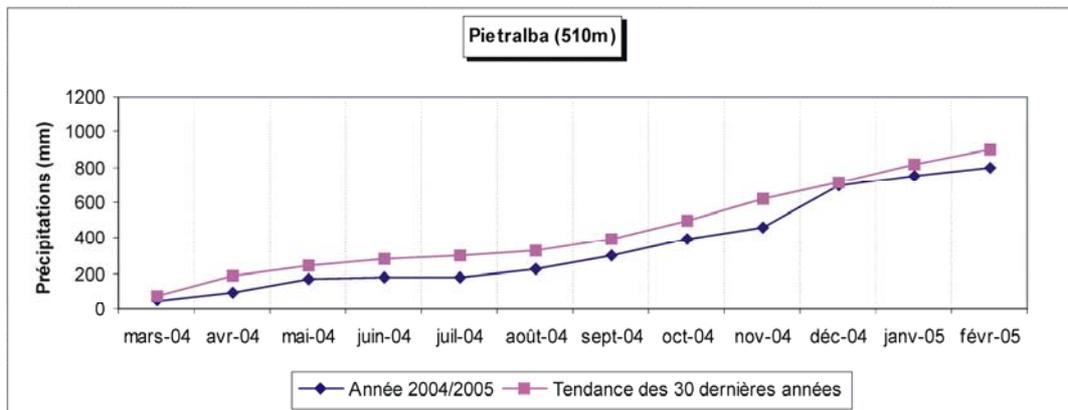


Figure 4 : Comparaison des précipitations mensuelles cumulées entre mars 2004 et février 2005 et des moyennes mensuelles cumulées sur la période 1971 – 2000 mesurées à Pietralba.

## 2. Analyse des chroniques piézométriques

### 2.1. LE FORAGE DE PIOGGIOLA

#### 2.1.1. Caractéristiques générales

Ce forage, réalisé en 2001 et d'une profondeur de 75 m, se situe dans la partie basse du village de Pioggiola, dans la vallée de la Tartagine à l'est de la Balagne, à une altitude de 810 m (Figure 5). Il est exploité uniquement en été pour couvrir la demande de la population de la commune qui est multipliée par 5 pendant cette période. Le forage alimente un réservoir de 100 m<sup>3</sup>, rempli en priorité par deux sources. Le pompage est contrôlé par des flotteurs installés dans le réservoir, qui le déclenchent lorsque le niveau d'eau dans le réservoir est faible et qui l'arrêtent quand le réservoir est rempli.

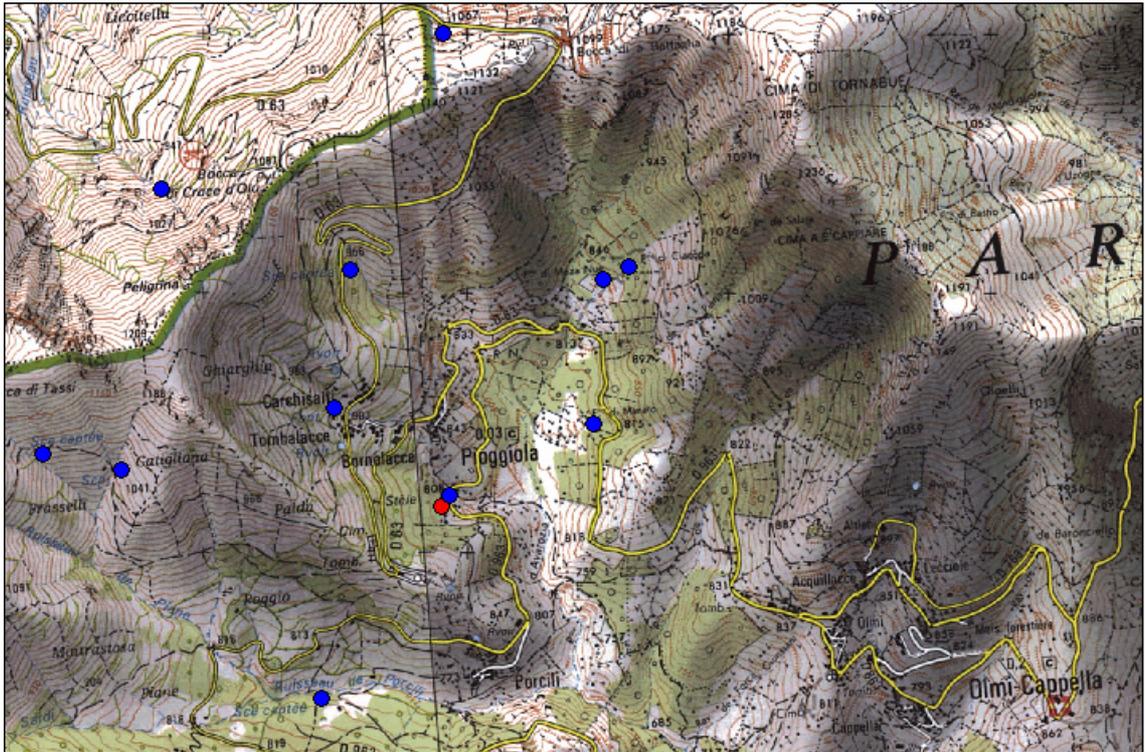


Figure 5 : Localisation du forage de Pioggiola (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu).

Sur le plan géologique, le forage se situe dans du monzogranite à grain moyen et à proportion moyenne en ferromagnésiens. La coupe géologique du forage montre que ce granite présente une fissuration peu intense remplie par de l'argile grise. Les

principales venues d'eau se situent en fond de forage, dans une zone fissurée comprise entre 60 et 72 mètres de profondeur. Le forage a été implanté sur la base de l'observation d'une fracturation SW-NE observée sur le site, probablement à l'origine de la source située à proximité.

Sur le plan topographique, le forage est situé au pied d'un versant orienté vers l'est, à proximité d'une petite source et du ruisseau d'Avorozia, qu'alimentent plusieurs sources situées au nord-ouest du forage (Figure 5). Les sources recensées dans le secteur se situent à des altitudes comprises entre 800 m et 950 m, certaines pouvant atteindre plus de 1000 m d'altitude, comme celles qui sont situées sur le versant nord-ouest du relief surplombant le village. La disposition des sources traduit l'existence de nappes d'eau souterraine organisées de manière hétérogène. En effet, le relief assez fort de la zone traduit une structure massive du monzogranite, ne présentant que peu de zones favorables à la préservation d'horizons d'altération, qui pourraient permettre la mise en place d'aquifère sur de grandes superficies.

Un pompage d'essai réalisé avant la mise en exploitation du forage avait fourni des valeurs de transmissivité de l'ordre de  $1,4$  à  $2,6 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s, un débit spécifique de 0,37 m<sup>3</sup>/h/m et proposait un débit d'exploitation de 5 m<sup>3</sup>/h pendant 12h/jour pour obtenir 60 m<sup>3</sup> journaliers (DIREN-SEMA, 2001).

## 2.1.2. Comportement hydrogéologique

### *Description des mesures*

Les niveaux d'eau dans le forage de Pioggiola sont enregistrés au pas de temps de 3 minutes. La Figure 6 présente les hauteurs d'eau minimales, moyennes et maximales dans le forage au pas de temps journalier. Cette figure montre que ce forage n'est exploité que l'été, puisque c'est la seule période pendant laquelle on observe des différences notables entre les valeurs minimales, moyennes et maximales. Entre le 10 Juin et le 29 Juillet 2004, une panne de la station d'acquisition a occasionné une lacune, qui ne nous permet pas de dater précisément le début des pompages. Le Maire du village, qui se charge personnellement du suivi du forage, nous a cependant indiqué que le pompage a débuté au mois de juillet. Le réglage de la pompe (vannage) n'a, à priori, pas été modifié au cours de la période d'observation.

La Figure 7 permet de visualiser les données enregistrées sur l'ensemble de la période de pompage. Les pompages provoquent des rabattements du niveau de l'eau de l'ordre de 61 m en moyenne. Un dysfonctionnement des flotteurs au niveau du réservoir a provoqué des pompages plus courts et plus nombreux sur la période comprise entre le 4 et le 12 août, qui donnent lieu à des rabattements plus modérés.

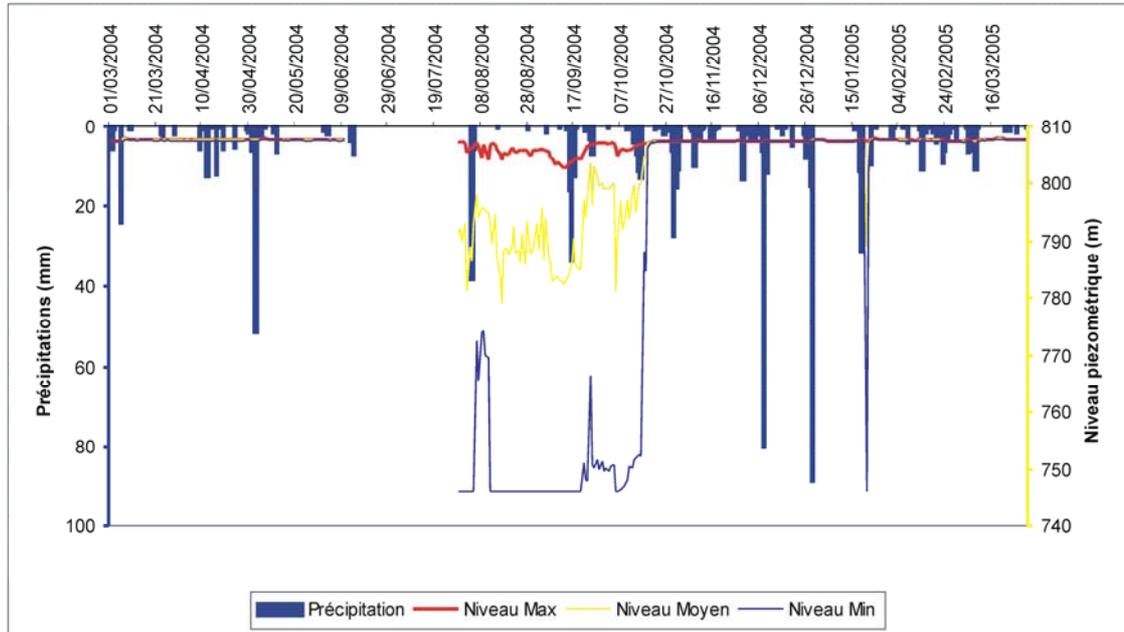


Figure 6 : Niveaux piézométrique minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage de Pioggiola en fonction des précipitations.

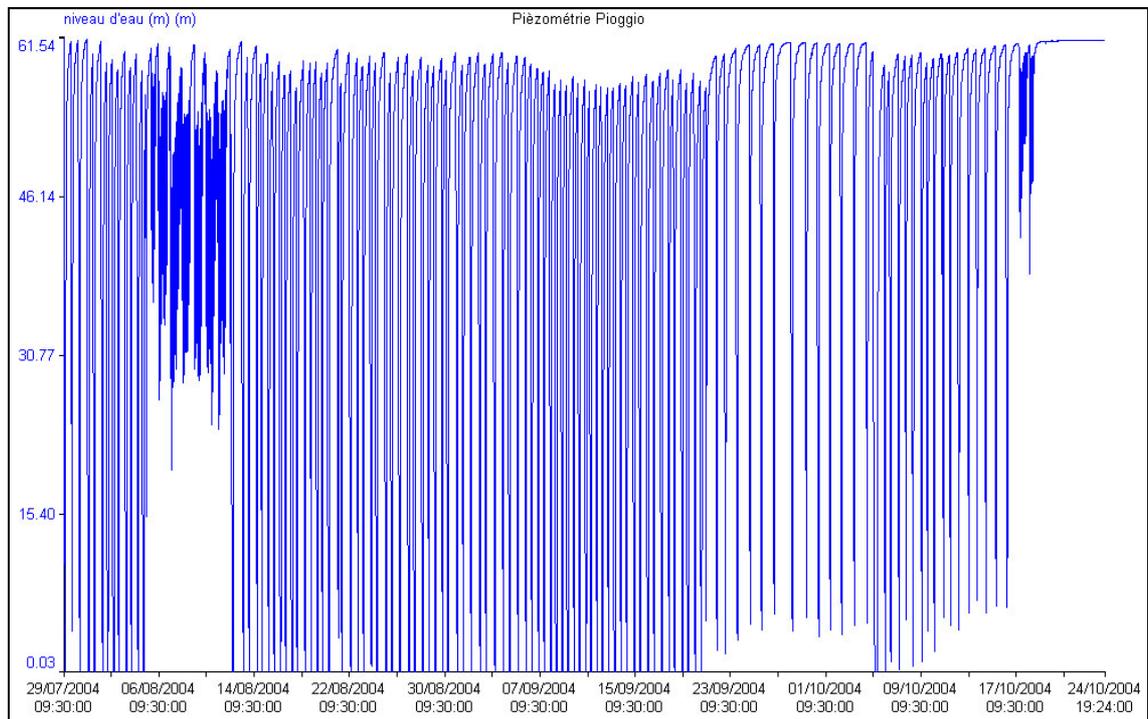


Figure 7 : Variation du niveau de l'eau dans le forage de Pioggiola, au pas de temps de 3 minutes sur l'ensemble de la période de pompage (les valeurs en ordonnées correspondent à la hauteur de la colonne d'eau mesurée au dessus du capteur).

Le capteur de mesure de niveau n'ayant pu être placé tout au fond du forage du fait de l'encombrement dans le tube, il a été systématiquement mis hors d'eau au cours des phases de pompage les plus intenses (cf. données du 20 septembre sur la Figure 8). Ceci explique le fait que, sur la Figure 6, les valeurs minimales soient constantes entre le 13 août et le 29 septembre. L'extrapolation de la courbe avant de passer sous le niveau du capteur indique cependant que la baisse de niveau non mesurée ne doit pas excéder une dizaine de mètres (d'autant que le fond du forage doit se trouver à peu près à cette distance du capteur et que la pente de la courbe a tendance à diminuer avec le temps de pompage).

La Figure 8 montre un extrait d'enregistrement où l'on peut voir en détail la variation du niveau d'eau en phase de pompage. La variation observée le 22 septembre entre 3h et 6h du matin présente l'allure caractéristique d'un événement de pompage, qui se traduit par une baisse d'abord rapide puis ralentie du niveau d'eau. La baisse rapide est liée aux écoulements turbulents provoqués par le pompage au sein de la partie captante du forage et de son environnement proche (cet écoulement turbulent pouvant se propager au sein des fractures captées). Le ralentissement est lié d'une part aux paramètres hydrodynamiques de l'aquifère et du forage et, d'autre part, à la diminution du débit de pompage du fait de l'augmentation de la hauteur manométrique (différence entre niveau de l'eau dans le forage et altitude à laquelle la pompe doit faire monter l'eau), qui réduit le rendement de la pompe. La durée de pompage (de l'ordre de 3 heures dans l'exemple présenté sur la Figure 8) est susceptible de varier en fonction du débit des sources captées pour remplir le réservoir et des besoins en eau.

A l'arrêt du pompage, le niveau de l'eau dans le forage remonte très rapidement (principalement suite à la disparition des pertes de charges liées aux écoulements turbulents lors du pompage), puis de plus en plus lentement jusqu'à revenir à un niveau piézométrique proche de l'initial avant le pompage.

Les venues d'eau ayant été repérées entre 60 et 72 m de profondeur lors de la réalisation du forage, il est normal qu'en pompage prolongé, le niveau d'eau atteigne de telles profondeurs. Cette baisse importante du niveau de l'eau ne semble cependant pas se propager à l'ensemble de la nappe. Une grande partie de cette baisse semble plutôt liée aux pertes de charge inhérentes au pompage, puisqu'à la fin de celui-ci, le niveau de l'eau remonte relativement rapidement jusqu'à la valeur qu'il avait avant le début du pompage. Les débits de pompage n'étant pas connus, la relation entre débit et rabattement n'a pu être établie, par conséquent l'estimation des pertes de charge quadratiques n'a pu être réalisée à ce stade (ce travail sera réalisé par la suite). C'est donc l'analyse de la variation des niveaux maximaux journaliers dans le forage qui permettra de traduire la réponse de la nappe aux pompages.

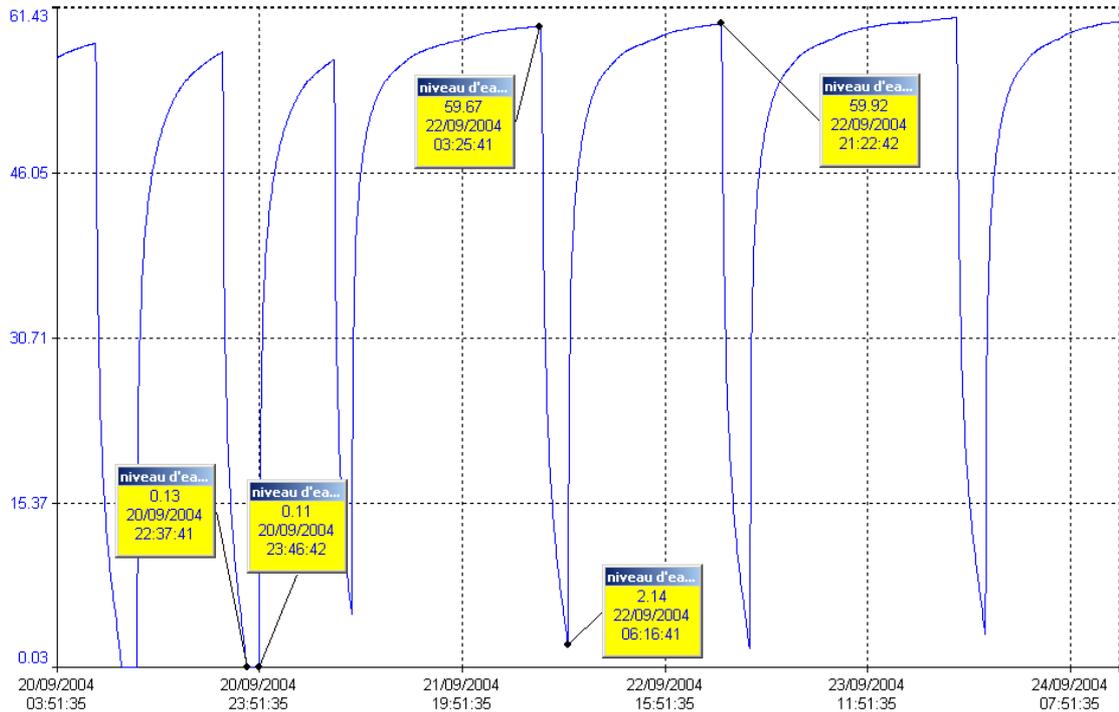


Figure 8 : Exemple de variation du niveau de l'eau dans le forage de Pioggiola, enregistrée au pas de temps de 3 minutes (les valeurs en ordonnées correspondent à la hauteur de la colonne d'eau mesurée au dessus du capteur).

### Fluctuations naturelles

La Figure 9 présente plus en détail les variations du niveau piézométrique maximal journalier (exprimé en altitude), dans le forage de Pioggiola, au regard des précipitations et de la température mesurées à la station de Pietralba. L'amplitude maximale de variation du niveau est de 5 m, ce qui tend à indiquer que les pompages ont un impact relativement limité sur la nappe. Les mesures piézométriques effectuées à la sonde électrique lors des visites sur le terrain ont permis de vérifier la fiabilité du capteur de pression, sachant que la mesure n'a pas forcément été faite au moment où le niveau piézométrique dans le forage était à son maximum.

En dehors des périodes de pompage et en période de faibles précipitations (inférieures à 5 mm/jour) n'influençant pas la nappe, les niveaux piézométriques semblent atteindre un niveau quasi stabilisé voisin de 807,5 m qui est cohérent avec l'altitude du ruisseau d'Avorozia, proche de 807 m dans ce secteur.

La température, qui passe de 5° à 20 C, n'a, logiquement, aucune influence sur les niveaux piézométriques. Par contre, elle en a sur les précipitations, puisque l'on a pu observer des chutes de neige sur les sommets du bassin versant. Ceci pourrait expliquer le fait que l'impact des précipitations ne semble pas être uniforme. On voit par exemple que 50 mm de précipitation tombant le 3 mai 2004 ont un impact plus important sur le niveau d'eau que les 80 mm du 8 décembre 2004. L'impact réel des

précipitations sur les niveaux piézométriques ne devant s'analyser que sur la base des infiltrations efficaces (part de la pluie qui ne participe ni à l'évapotranspiration, ni au ruissellement), nous ne pouvons pousser l'analyse plus loin à ce stade de l'étude (ce travail sera effectué par la suite). De plus, il faut rappeler la grande distance séparant le forage du point de mesure des précipitations, qui peuvent être très différentes au droit du forage. En effet, la station météorologique de Pietralba se situe à 510 m d'altitude et à 15,5 Km du forage, dans un bassin versant d'orientation et de morphologie différentes de celui dans lequel se trouve le forage étudié. Les données de précipitation mesurées (correspondant à une année plutôt sèche par rapport à la normale, cf. paragraphe 1.2.2) ne sont donc vraisemblablement que moyennement représentatives du contexte météorologique de la zone dans laquelle se situe le forage.

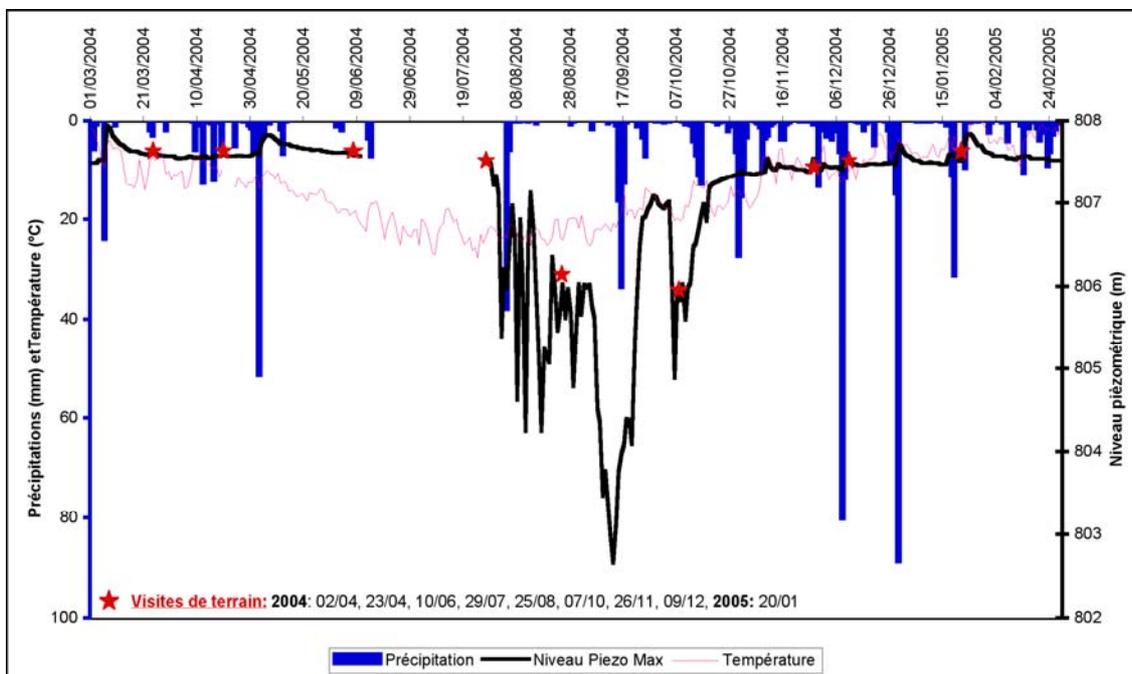


Figure 9 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 810 m NGF) mesuré dans le forage de Pioggiola en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression).

### Impact des pompages

La présence d'un compteur horaire sur le panneau électrique qui contrôle le fonctionnement de la pompe et d'un compteur volumétrique sur le tube d'exhaure du forage ont permis de calculer ponctuellement le débit moyen de la pompe. Cette valeur a été vérifiée lors d'un comptage des temps de pompage sur la chronique des données de la période comprise entre le 25 août et le 7 octobre, pour s'affranchir d'éventuels problèmes de dérive des compteurs (cf. Figure 10).

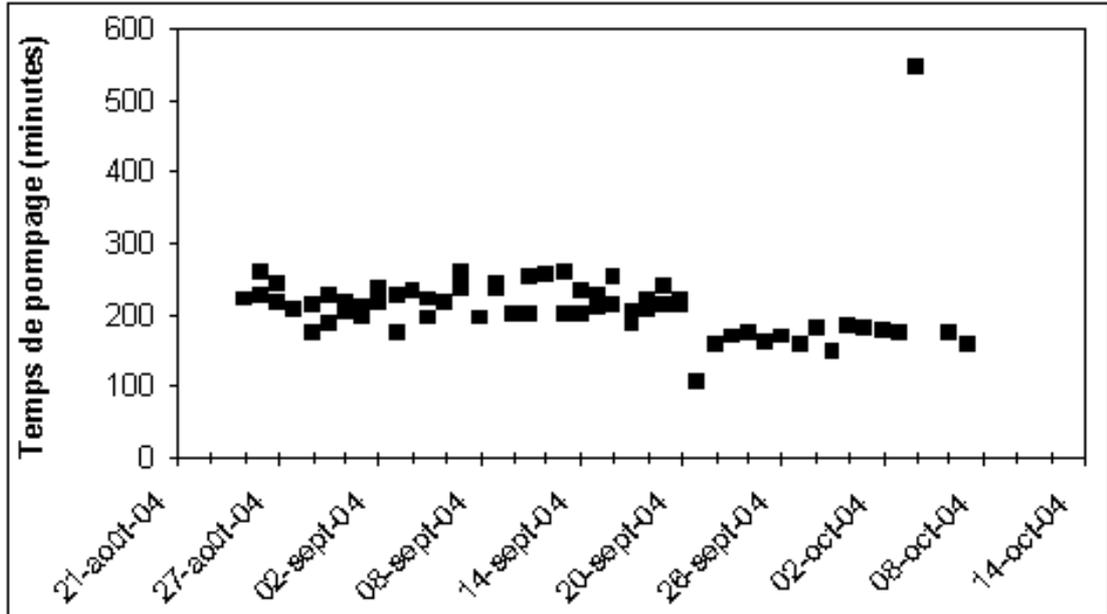


Figure 10: Estimation des temps de pompage (plusieurs par jour) à partir de l'analyse des chroniques de niveau de l'eau au pas de temps de 3 minutes pour la période comprise entre le 25 août 2004 et le 7 octobre 2004.

Le débit moyen résultant calculé sur l'ensemble de la période (volume pompé : 1393 m<sup>3</sup>, pour 63 pompages d'une durée moyenne de 3,5 h) est égal à 6,3 ± 0,2 m<sup>3</sup>/h (marge d'erreur calculée sur la base d'une incertitude sur le temps de pompage égale au pas de temps de mesure : 3 minutes).

Le comptage a aussi permis de calculer le temps moyen de retour au niveau piézométrique d'avant le pompage, qui est de l'ordre de 3 fois la durée du pompage. Ce rapport est susceptible de varier en fonction de la période à laquelle les pompages ont lieu. La Figure 11 présente les rapports entre les temps de pompage et les temps de retour à l'équilibre, calculés pour la période comprise entre le 25 août et le 7 octobre.

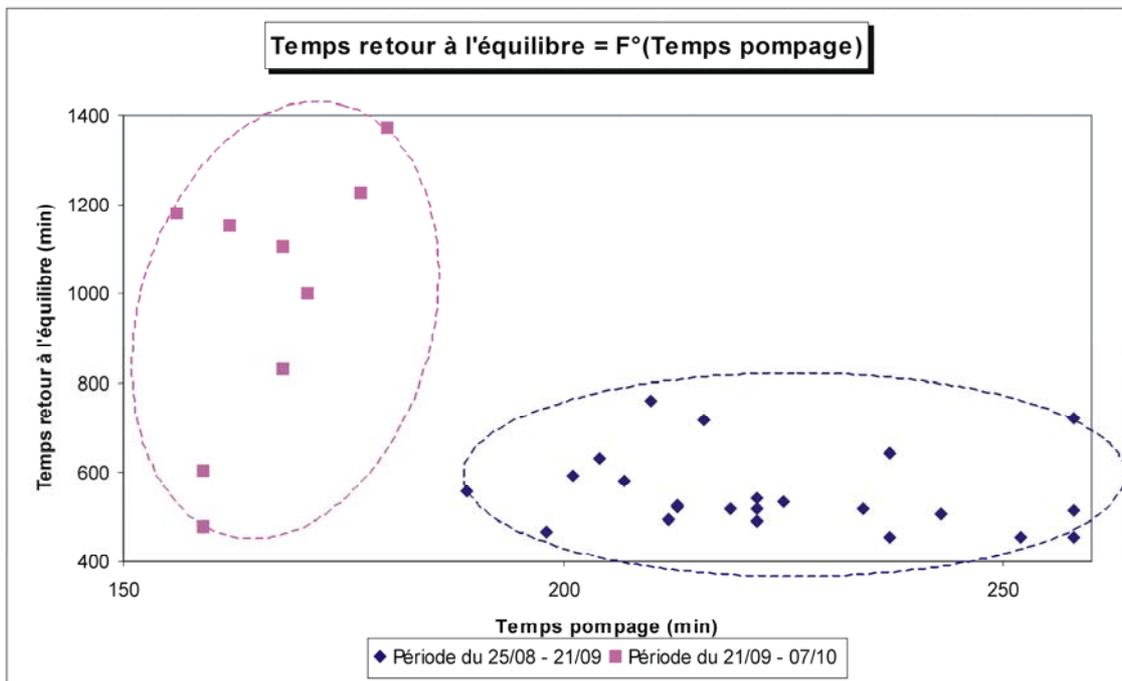


Figure 11 : Temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage en fonction de la durée de pompage sur le forage de Pioggiola pour la période allant du 25 août au 7 octobre 2004.

Cette figure montre que le rapport entre durée de pompage et temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage varie au cours du temps. Ce temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage traduit principalement la compensation des pertes de charge dues au pompage, et, suivant la hauteur du niveau piézométrique avant de démarrer le pompage, la capacité de la nappe à retrouver son niveau piézométrique d'équilibre.

On peut par exemple distinguer deux périodes :

- une première allant du 25/08 au 21/09 correspondant à la période de plein été où l'on n'observe que peu de précipitations (cf. Figure 9), qui se traduit par des pompages relativement longs (180 à 280 min) et un retour au niveau piézométrique d'avant pompage relativement rapide (entre 400 et 800 minutes).
- Une seconde allant du 21/09 au 07/10 correspondant à la fin de la période d'été et à l'occurrence des premières précipitations importantes (cf. Figure 9), qui se traduit par des pompages plus courts (150 à 180 min) et un retour à l'équilibre plus long (entre 500 et 1400 min).

La période de plein été impliquant un débit minimal au niveau des sources captées pour remplir le réservoir, il est logique que le forage soit sollicité au maximum, ce qui se traduit par une augmentation de la fréquence et de la durée des pompages (cf. Figure 7). L'arrivée des premières pluies alimentant les sources captées, le forage est logiquement moins sollicité et les pompages sont moins longs et moins fréquents.

Le pompage intensif en plein étiage a un impact notable sur le niveau de la nappe pendant cette période (sur la Figure 9, on observe une diminution du niveau de l'ordre de 5 m par rapport au niveau de l'eau en hiver). De ce fait, le temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage y est plus court qu'en saison des pluies car le niveau auquel l'eau doit remonter à la fin d'un pompage est plus bas. Si l'on fait l'hypothèse que le pompage se fait toute l'année à débit constant, on peut considérer que la résorption des pertes de charge qu'il provoque est aussi constante sur l'année. La part de la remontée du niveau de l'eau dans le forage liée à cette résorption peut alors être considérée constante. Ainsi, le temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage varie en fonction de la hauteur entre le niveau piézométrique avant pompage et le niveau qu'atteint l'eau après résorption des pertes de charge. En saison sèche, cette hauteur est moindre car les pompages sont plus fréquents et rabattent la nappe. En saison des pluies, cette hauteur est plus grande car les pompages sont moins fréquents, ce qui, conjointement avec l'apport des précipitations, contribue à remonter le niveau piézométrique. Les variations du rapport entre ces deux durées estimées sont donc fortement dépendantes de la stratégie de pompage.

La Figure 12 présente le débit moyen journalier calculé sur la période de pompage. Cette variable correspond au débit dont le calcul a été présenté plus haut, ramené à un pompage continu sur 24 heures pondéré par la durée et la fréquence quotidiennes du pompage. Pour faciliter l'analyse de l'impact du pompage sur le niveau piézométrique, les fréquences journalières de pompage ont été intégrées.

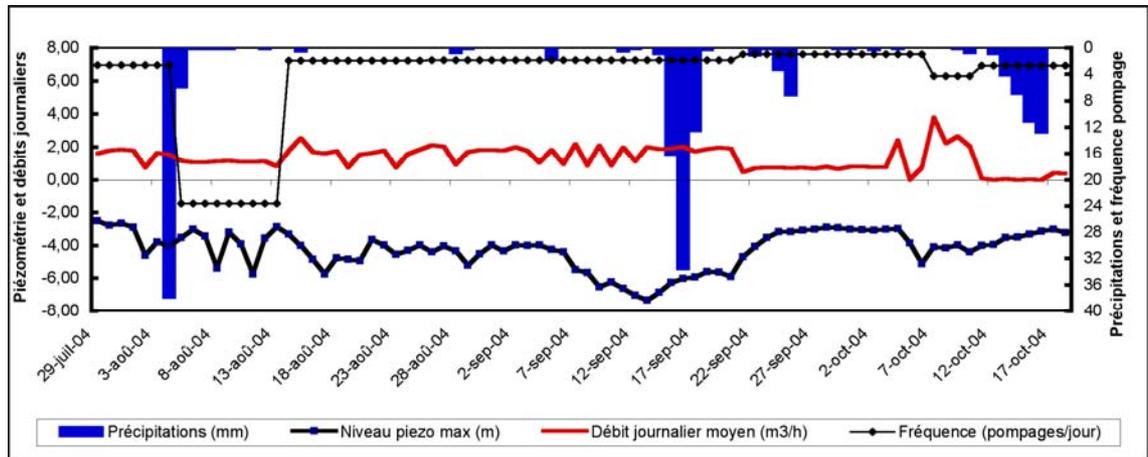


Figure 12 : Débits moyens journaliers au forage de Pioggiola (calculés à partir du débit et du temps de pompage journalier, puis ramenés à un pompage équivalent de 24 h), comparés aux variations de niveau piézométrique maximal (présenté en distance négative par rapport à la tête du forage), aux fréquences de pompage et aux précipitations journalières. Zoom sur la période d'exploitation (29 juillet – 18 octobre 2004).

On observe sur cette figure l'effet des premières grosses précipitations de septembre 2004 décrit plus haut, qui se traduit par une diminution sensible du débit moyen de pompage, provoquant une remontée du niveau piézométrique dans le forage. La réponse piézométrique au débit de pompage et à l'apport des précipitations n'est cependant pas toujours aussi claire. Après l'événement pluvieux de début août par

exemple, on observe des variations significatives du niveau piézométrique (de l'ordre de 1 m) malgré la constance du débit et de la fréquence de pompage. Il faut cependant noter ici que pendant cette période, l'exploitation a été perturbée par un dysfonctionnement des capteurs de niveau dans le réservoir, qui ont provoqué une succession de pompages courts et rapprochés (de l'ordre de 24 pompages journaliers).

Entre fin août et mi-septembre, le niveau piézométrique d'abord constant, diminue en fin de période alors que le débit reste proche des 2 m<sup>3</sup>/h, ce qui est paradoxal. Tout se passe comme si la nappe réagissait avec un peu de retard à un pompage important, ce qui pourrait être assimilé à un « effet de capacité » (qui qualifie le fait qu'en début de pompage, l'eau pompée correspond à la vidange de l'ouvrage et non pas à la réaction réelle de la nappe), déjà observé au cours de l'essai de pompage. Malheureusement, d'une part, le fait de suivre les niveaux piézométriques sur le forage lui-même et non pas sur un piézomètre proche plus représentatif du comportement de l'ensemble de la nappe et, d'autre part, la représentativité très relative des mesures de précipitation de la station de Pietralba, ne nous permettent de pas pousser plus loin l'analyse à ce stade.

## 2.2. LE FORAGE D'AZILONE

### 2.2.1. Caractéristiques générales

Ce forage, réalisé en 1988 et d'une profondeur de 63 m, se situe à l'entrée du village d'Azilone, dans la moyenne vallée du Taravo à l'est d'Ajaccio, à une altitude de 500 m (Figure 13). Il est exploité toute l'année pour remplir un réservoir de 50 m<sup>3</sup>, en complément de deux sources. Le pompage est contrôlé par des flotteurs installés dans le réservoir qui le déclenchent lorsque le niveau d'eau dans le réservoir est faible et qui l'arrêtent quand le réservoir est rempli.

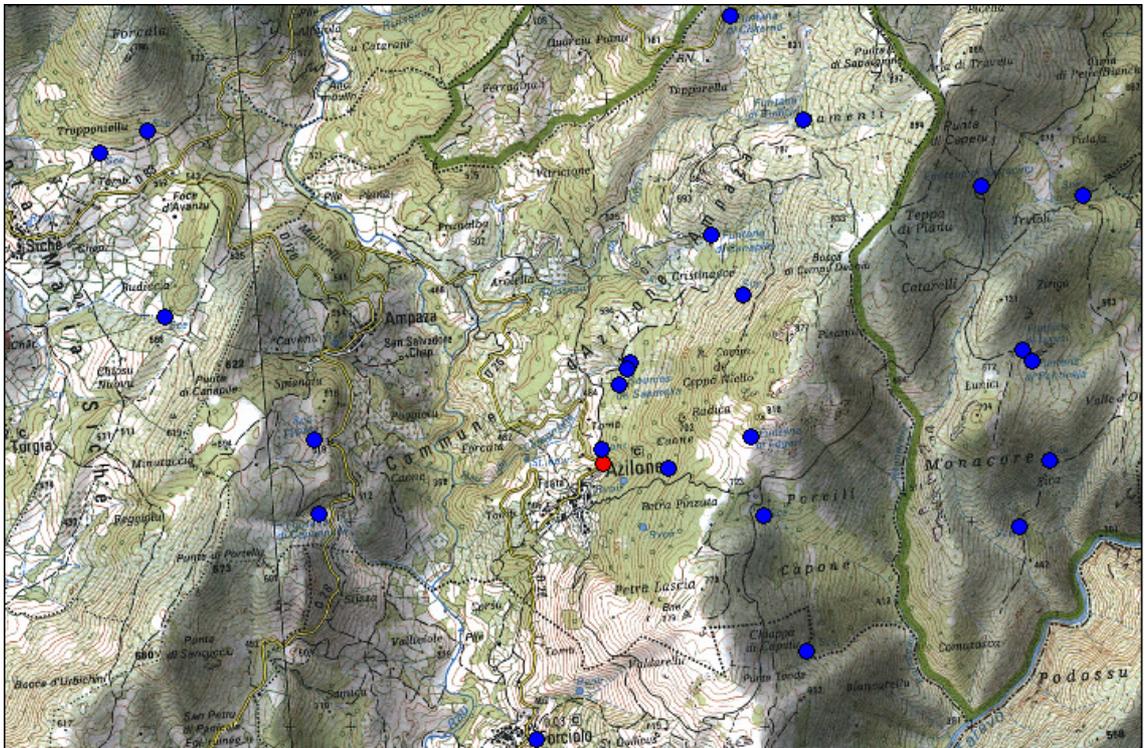


Figure 13 : Localisation du forage d'Azilone (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu).

Sur le plan géologique, le forage se situe dans des granodiorites à grain moyen et à amphibole, recoupés par des filons de dolérite fracturée et altérée. Ces granodiorites sont intensément arénisées, ce qui les rend susceptibles de contenir des ressources en eau intéressantes comme en témoignent les nombreuses sources répertoriées dans le secteur. Les filons de dolérite, présentant une altération et une fissuration importante, pourraient constituer des zones de circulation d'eau privilégiées. En effet, les venues d'eau bien que diffuses sur la moitié haute du forage, semblent préférentiellement concentrées près des zones de filons au sein de sa partie basse (informations tirées du rapport de réalisation du forage - SRAE, 1988).

Sur le plan topographique, le forage est situé sur un versant orienté vers l'ouest, en rive gauche du ruisseau Fiumicellu et en aval d'un secteur présentant un grand nombre de sources à des altitudes comprises entre 500 et 900 m (Figure 13). Il a été implanté sur proposition de la commune, qui s'est basé sur des critères topographiques uniquement, dans un petit talweg proche d'une fontaine située en amont. Le forage est assez productif. Lors de la réalisation du forage, le niveau d'eau a débordé (forage artésien).

Un pompage d'essai réalisé avant la mise en exploitation du forage avait conduit à préconiser un débit d'exploitation de 6,5 m<sup>3</sup>/h pendant 20 h/jour pour obtenir 130 m<sup>3</sup> journaliers (SRAE, 1988).

## **2.2.2. Comportement hydrogéologique**

### ***Description des mesures***

Les niveaux d'eau dans le forage d'Azilone sont enregistrés au pas de temps de 3 minutes. La Figure 14 présente les hauteurs d'eau minimales, moyennes et maximales dans le forage au pas de temps journalier et l'on peut voir que ce forage est exploité toute l'année. Un dysfonctionnement de la centrale d'acquisition a provoqué à plusieurs reprises la perte de données en période d'étiage.

La différence de niveau entre les valeurs maximales et minimales traduit l'effet des pompages, qui provoquent des rabattements du niveau de l'eau dans le forage d'une amplitude maximale de l'ordre de 33 m en été (sur la période d'observations disponibles et hors le pompage intensif accidentel de début août). Pendant l'hiver, le pompage est très régulier avec un rabattement constant de l'ordre de 22 m et de fréquence modérée (2 à 3 pompages par jour). Le niveau piézométrique maximal varie très peu pendant tout l'hiver, ce qui traduit le faible impact des pompages tels qu'ils sont pratiqués pendant cette période. En été, le tarissement des sources qui alimentent le réservoir de la commune, couplé à une augmentation de la demande en eau, provoquent des pompages plus intenses (baisse sensible du niveau piézométrique moyen provoquée par un passage à des fréquences de pompage de l'ordre de 3 à 4 par jour) et des rabattements variables compris entre 24 et 33 m. Un pompage de longue durée (plus de 50 heures) observé au cours du mois d'août et dû à un dysfonctionnement du capteur de niveau dans le réservoir, a provoqué un rabattement atteignant 50 m.

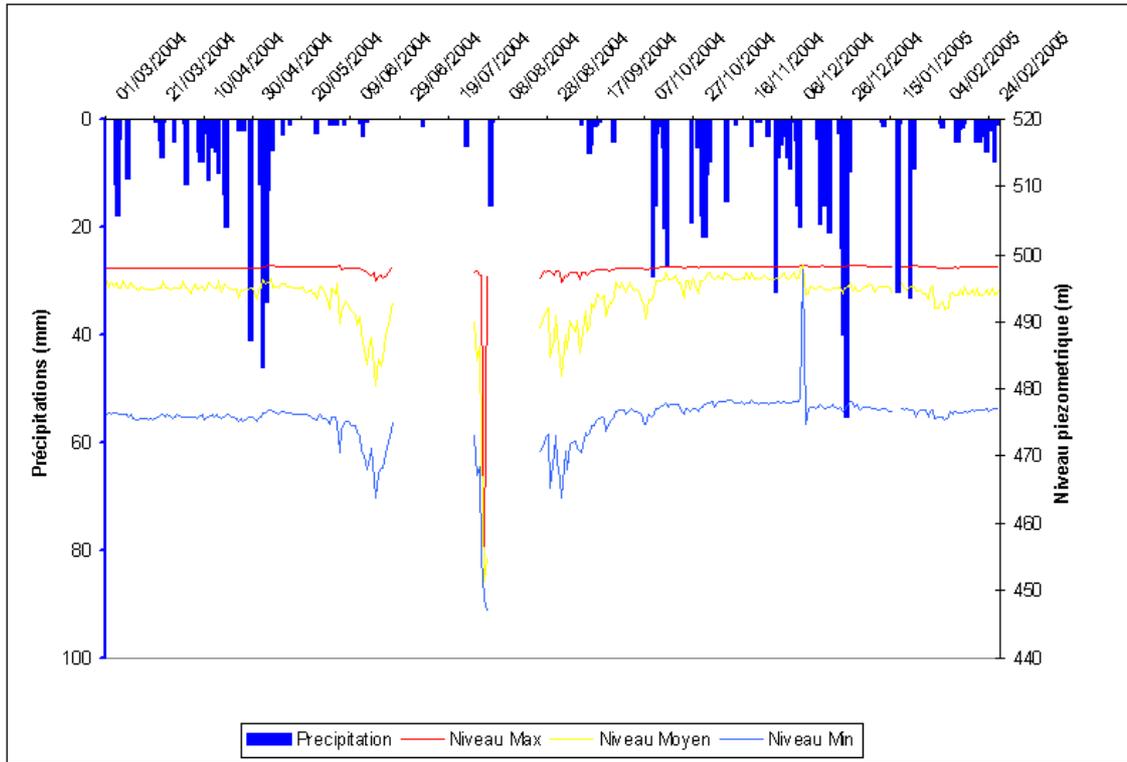


Figure 14 : Niveaux piézométrique minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage d'Azilone en fonction des précipitations.

### Fluctuations naturelles

Cette nappe étant sollicitée toute l'année, l'analyse des niveaux maximaux journaliers ne peut que donner des indications sommaires sur ses fluctuations naturelles.

La Figure 15 présente leur évolution plus en détail et l'on observe que malgré que les variations du niveau soient très faibles (inférieures à 2 m entre l'hiver et l'été), l'apport des précipitations dont l'intensité dépasse 10 mm par jour provoque l'augmentation du niveau piézométrique. La nappe réagit cependant toujours avec un retard de 3 ou 4 jours, même dans le cas des événements les plus intenses (début mai, début octobre ou fin décembre). Ces observations doivent cependant être nuancées par la nécessité de travailler avec les pluies efficaces, ce qu'il est prévu de réaliser par la suite.

Les mesures piézométriques effectuées lors des visites sur le terrain ont permis de vérifier la fiabilité du capteur, sachant que, comme pour le forage précédent, la mesure n'a pas forcément été faite au moment où le niveau piézométrique dans le forage était à son maximum.

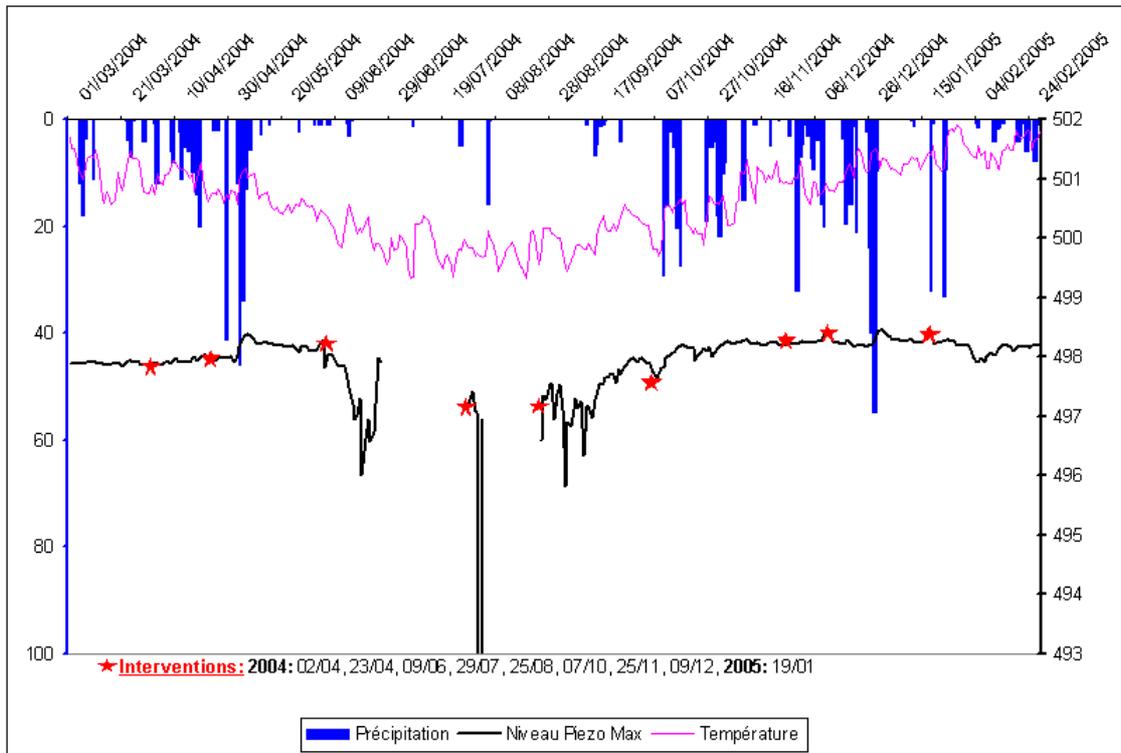


Figure 15 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 500 m) mesuré dans le forage d'Azilone en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression).

### Impact des pompages

Malgré la présence d'un compteur horaire sur le panneau électrique qui contrôle le fonctionnement de la pompe, nous n'avons pu connaître les volumes pompés par le forage car le compteur volumétrique placé sur son tube d'exhaure ne fonctionne pas.

Un compteur placé à l'arrivée du tube du forage dans le réservoir nous a tout de même permis de suivre les volumes pompés au cours d'un événement de pompage. Un débit moyen de 7,5 m<sup>3</sup>/h ainsi été calculé pour ce forage.

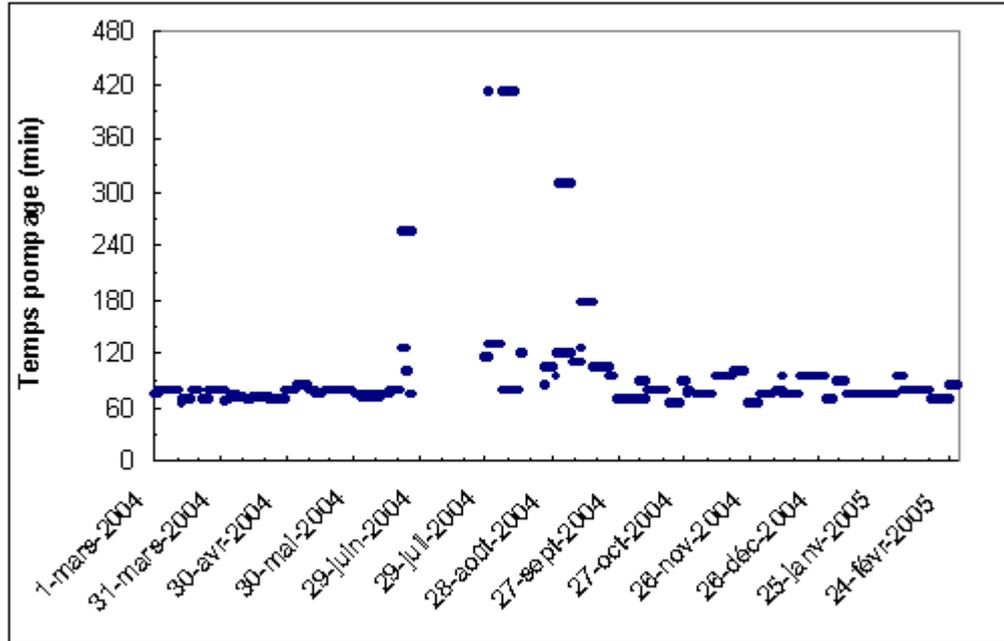


Figure 16: Estimation des temps de pompage à partir de l'analyse des chroniques de niveau de l'eau au pas de temps de 3 minutes pour la période comprise entre le 1er mars 2004 et le 28 février 2005.

Un comptage des temps de pompage sur la chronique des niveaux d'eau disponible entre mars 2004 et février 2005 a de plus permis d'estimer un temps de pompage moyen de l'ordre de 1h30' (cf. Figure 16) et un temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage de l'ordre de 5h. Ces valeurs moyennes ne sont cependant que peu représentatives du comportement du forage au cours de l'année comme le montre la Figure 17. Cette figure permet de traduire grossièrement la relation entre les temps de pompage et de retour au niveau piézométrique d'avant pompage avec la stratégie de pompage et les conditions météorologiques.

On peut observer, en fin de saison des pluies 2004 (période 1), des temps de pompage et de retour à l'équilibre relativement courts (inférieurs à 1h30 et 7h30 respectivement) du fait de la faible demande en eau et de l'état de remplissage maximal de l'aquifère. Lorsque l'on avance dans la saison sèche (périodes 3 et 4), le niveau piézométrique est plus bas, le temps de pompage augmente jusqu'à un maximum de 2h et le temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage diminue. L'augmentation de la demande en eau pendant l'été provoque certainement une vidange plus rapide du réservoir de la commune, qui se traduit par une fréquence journalière de pompage plus importante, tout en ne nécessitant pas de pomper beaucoup plus longtemps à chaque pompage. Ceci explique la relativement faible augmentation du temps de pompage entre la saison des pluies et la saison sèche. Avec l'arrivée des premières pluies (périodes 5, 6 et 7) et la diminution de la demande en eau qui en découle, le temps de pompage diminue et le niveau piézométrique remonte, ce qui provoque une augmentation du temps de retour au niveau piézométrique avant pompage. Enfin, ce dernier diminue avec l'avancement de la

saison des pluies (période 8), du fait de la stabilisation des fréquences de pompage. Cette analyse grossière demande à être vérifiée, en particulier du fait de l'influence que peuvent avoir sur les explications proposées, les erreurs d'estimation des temps et le type de représentation choisie.

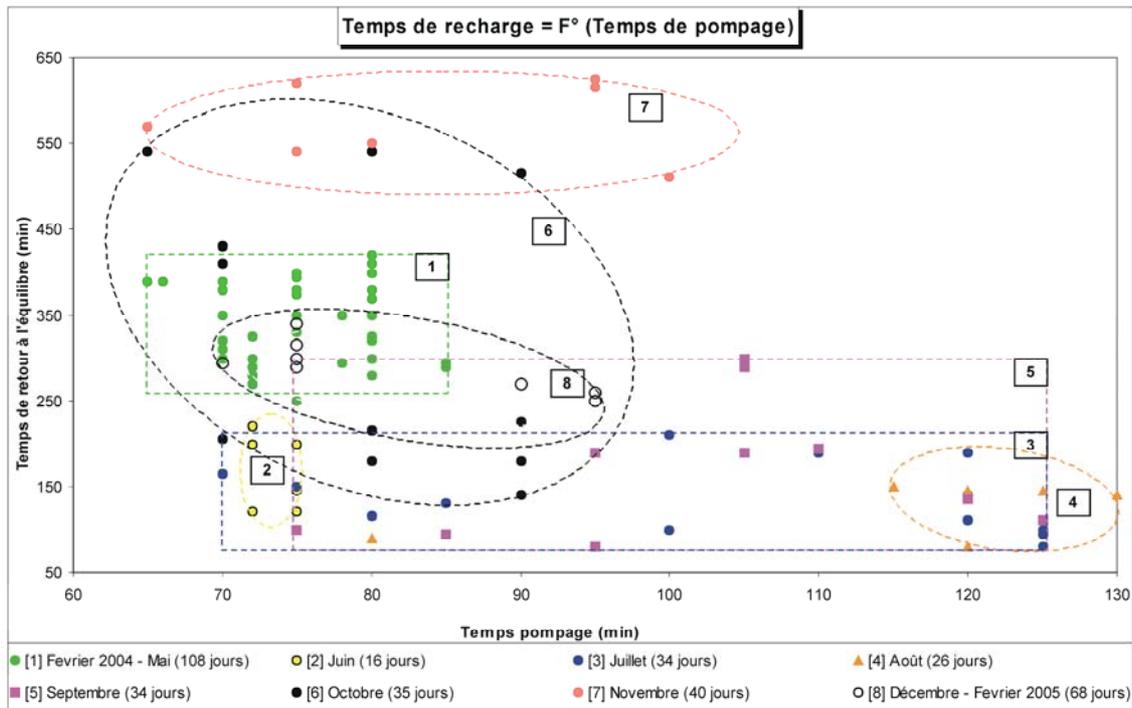


Figure 17: Temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage en fonction du temps de pompage, avec mise en évidence des périodes de fonctionnement homogène, pour le forage d'Azilone.

La Figure 18 présente le débit moyen journalier calculé sur toute la période d'étude. Cette variable correspond au débit moyen de pompage ramené à un pompage continu sur 24 heures et intègre à la fois le débit de pompage, la durée et la fréquence du pompage. Pour faciliter l'analyse de l'impact du pompage sur le niveau piézométrique, les fréquences journalières de pompage ont été estimées.

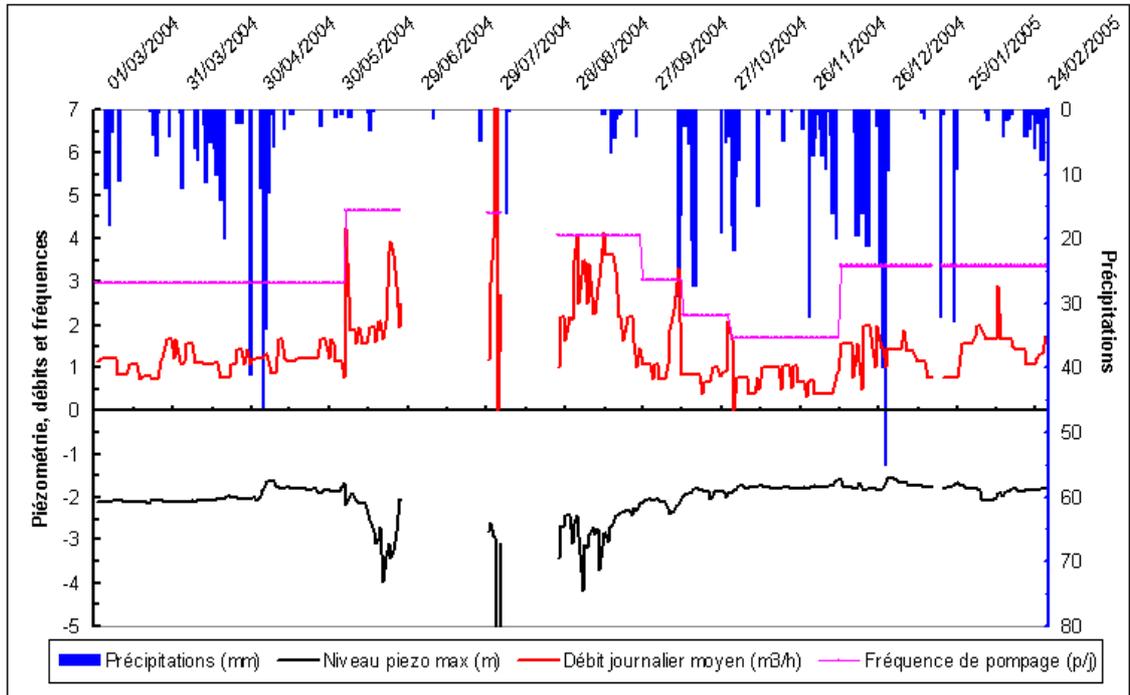


Figure 18 : Débits moyens journaliers au forage d'Azilone (calculés à partir du débit et du temps de pompage journalier, puis ramenés à un pompage équivalent de 24 h), comparés aux variations de niveau piézométrique maximal (calculé en distance négative par rapport à la tête du forage), aux fréquences de pompage et aux précipitations journalières.

On observe sur cette figure que le débit moyen journalier calculé prend parfois des valeurs extrêmement fortes comme lors du pic de début août dû au pompage de longue durée, où il atteint  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ . En dehors de ces valeurs extrêmes, les débits oscillent entre  $0,4$  et  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ , ces derniers étant logiquement observés en été, pendant la période de plus forte demande en eau. La fréquence de pompage varie elle aussi entre  $1,5$  et  $4,5$  pompages par jour. Elle est relativement constante en hiver (de l'ordre de  $3$  pompages par jour), puis augmente à partir du mois de juin pour atteindre  $4,5$  pompages par jour. La fréquence d'exploitation diminue ensuite régulièrement avec l'arrivée des fortes pluies, jusqu'à passer sous la barre des  $2$  pompages par jour au mois de novembre, avant de reprendre son rythme d'hiver à  $3$  pompages par jour.

En hiver, le débit moyen journalier d'exploitation qui reste constant autour de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ , n'a que peu d'influence sur le niveau de l'eau dans le forage, qui se maintient à environ  $2 \text{ m}$  sous la tête de l'ouvrage. Au début de l'été, le passage à des débits de l'ordre de  $3 \text{ m}^3/\text{h}$ , provoque une baisse d'au maximum  $2 \text{ m}$  du niveau de l'eau dans le forage.

## 2.3. LE FORAGE D'AMPAZA

### 2.3.1. Caractéristiques générales

Ce forage, réalisé en 1986 et d'une profondeur de 50 m, se situe à la sortie du hameau d'Ampaza dans la commune d'Azilone, sur la route de Zigliara, à une altitude de 515 m (Figure 19). Il est exploité toute l'année pour remplir un réservoir dont le volume serait de 50 m<sup>3</sup>. Le pompage est contrôlé par des flotteurs installés dans le réservoir qui le déclenchent lorsque le niveau d'eau dans le réservoir est faible et qui l'arrêtent quand le réservoir est rempli.

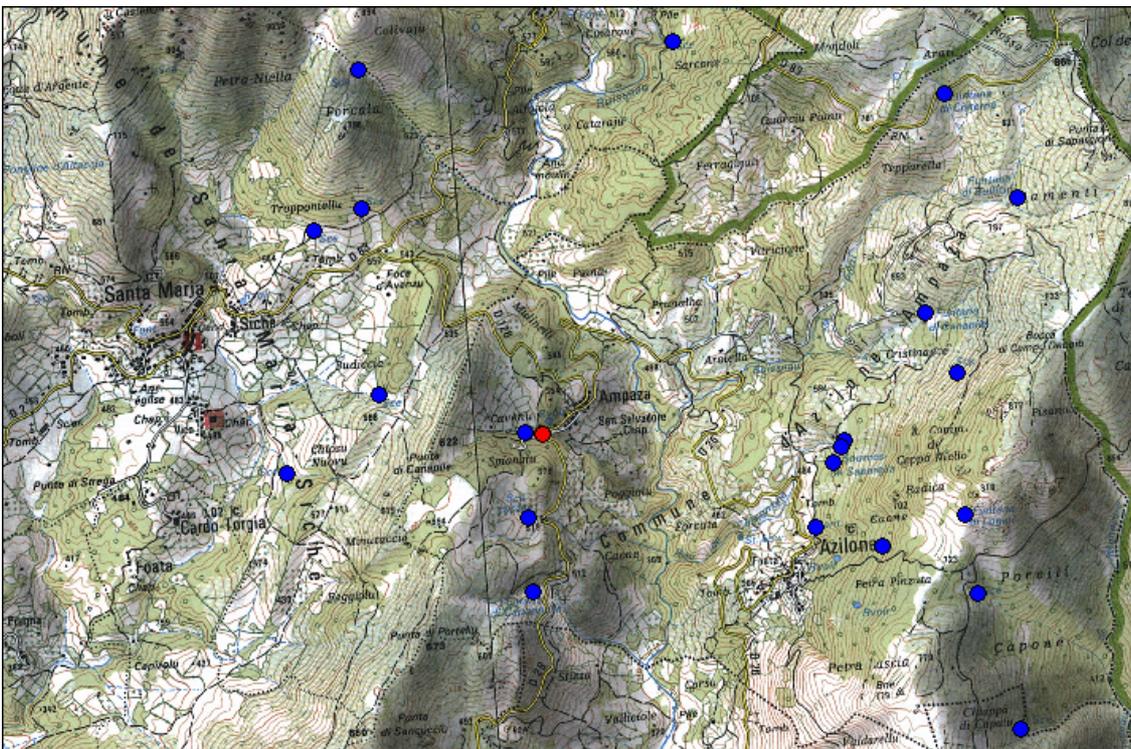


Figure 19 : Localisation du forage d'Ampaza (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu).

Sur le plan géologique, le forage se situe, comme celui d'Azilone, dans des granodiorites à grain moyen et à amphibole, recoupés par des filons de dolérite fracturée et altérée (SRAE, 1986). Le secteur montre une forte arénisation et comporte une quantité moindre de sources que dans les environs d'Azilone. Le forage semble exploiter de l'eau qui se trouverait dans la partie inférieure de l'horizon granitique altéré (venues d'eau sur les 30 premiers mètres du forage et affleurements d'arènes granitiques sur des épaisseurs de 5 m lardés de filons de dolérite aux épontes rouillées, observées le long de la route à proximité du forage) et il se situe dans l'axe du talweg.

Sur le plan topographique, le forage est situé sur un versant orienté vers l'est, en rive droite du ruisseau Fiumicellu et à proximité d'une petite source proche de l'axe du talweg. (Figure 19). Il est intéressant de noter que cette source, ainsi que les deux autres repérées plus au sud, sont situées à des altitudes similaires (de l'ordre de 520 m) et en contrebas d'un plateau (sud-est de la Punta di Canapile), où l'on a probablement des épaisseurs intéressantes d'arènes granitiques. Il est donc possible que ces sources appartiennent au même aquifère que le forage.

### 2.3.2. Comportement hydrogéologique

#### *Description des mesures*

Les niveaux d'eau dans le forage d'Ampaza sont enregistrés au pas de temps de 3 minutes. La Figure 20 présente les hauteurs d'eau minimales, moyennes et maximales dans le forage au pas de temps journalier, où l'on peut voir qu'il est exploité toute l'année. Plusieurs lacunes dues à un dysfonctionnement de la centrale d'acquisition et à des pannes de batterie sont observables. Le fonctionnement du forage a été affecté de nombreuses pannes et difficultés, qui ont obligé l'arrêt des pompages à plusieurs reprises en juin, en août et en septembre (niveaux minimaux, moyens et maximaux égaux).

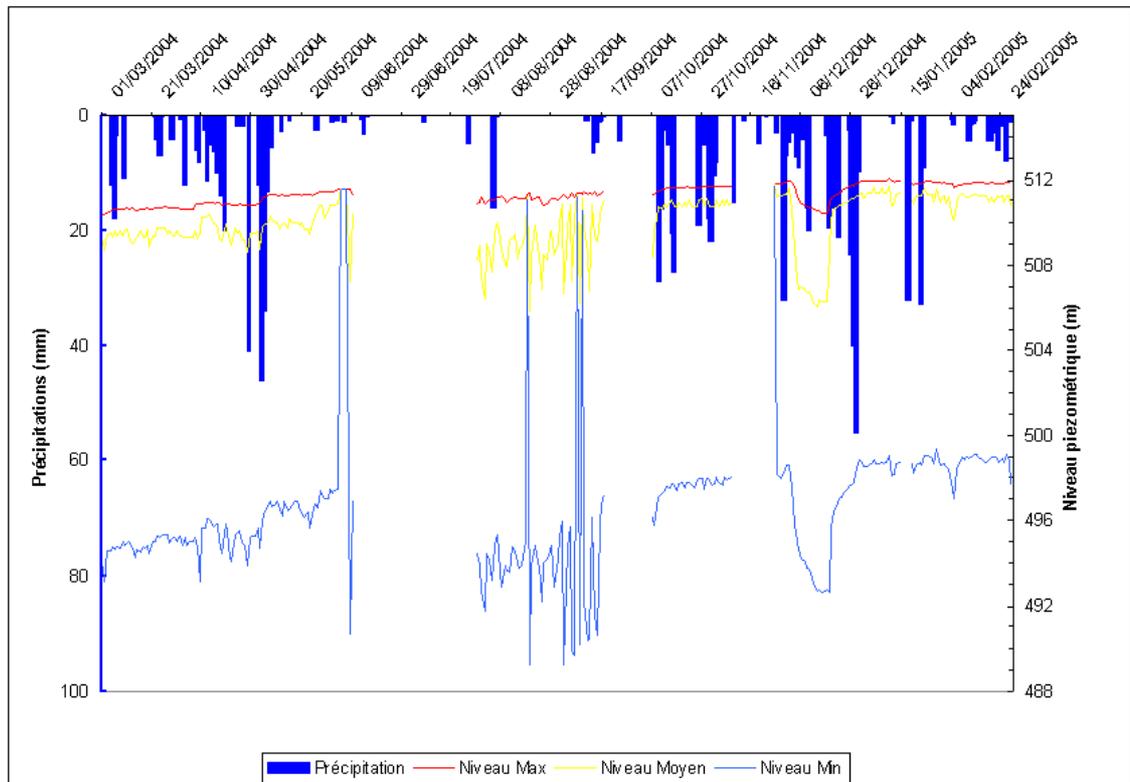


Figure 20 : Niveaux piézométrique minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage d'Ampaza en fonction des précipitations.

La différence de niveau entre les valeurs maximales et minimales traduit l'effet des pompages, qui provoquent des rabattements irréguliers du niveau de l'eau dans le forage d'une amplitude maximale de l'ordre de 23 m en été. Pendant l'hiver, le pompage semble plus régulier avec un rabattement quasi-constant de l'ordre de 14 m, pour une fréquence calculée sur les chroniques de l'ordre de 2 à 3 pompages par jour.

Les valeurs de rabattement relativement faibles observées pour ce forage, peuvent traduire une productivité forte de l'aquifère capté, qu'il ne semble pas nécessaire de solliciter plus pour remplir le réservoir du hameau (la pompe se trouve à une dizaine de mètres de profondeur en dessous du niveau minimal de rabattement : 477 m).

Le niveau piézométrique maximal varie ici encore moins qu'à Azilone et ce, même l'été, ce qui renforce encore l'idée que les pompages pratiqués ne sollicitent que peu l'aquifère. La période sèche, où l'on a une lacune, ne semble pas avoir déprimé la nappe de plus d'un mètre. On observe même une légère remontée du niveau de l'eau au mois d'août et de septembre, qui se prolonge ensuite logiquement à l'approche de l'hiver. Un disfonctionnement du flotteur ayant provoqué des pompages intensifs de courte durée entre le 2 et le 17 décembre, a donné lieu à un rabattement plus marqué de la nappe, dont le niveau maximum n'a malgré tout pas diminué de plus de 1,5 m.

### ***Fluctuations naturelles***

Cette nappe étant sollicitée toute l'année, l'analyse des niveaux maximaux journaliers ne peut que nous donner des indications sommaires sur ses fluctuations naturelles.

Les mesures piézométriques effectuées lors des visites sur le terrain ont permis de vérifier la fiabilité du capteur, sachant que la mesure n'a pas forcément été faite au moment où le niveau piézométrique dans le forage était à son maximum.

La Figure 21 présente l'évolution du niveau piézométrique maximal dans le forage plus en détail et l'on observe qu'il ne varie jamais de plus de 50 cm (en dehors de l'épisode de pompages intensifs de décembre 2004), même pour des précipitations d'intensité supérieure à 40 mm. De plus, la remontée du niveau de l'eau a presque toujours lieu avec un peu d'avance sur l'événement de précipitation repéré à la station météorologique de Santa-Maria-Siché, ce qui peut traduire un décalage par rapport aux précipitations ayant lieu dans la zone d'alimentation de l'aquifère. Enfin, le niveau d'eau dans le forage semble être en constante augmentation surtout en hiver. Ce phénomène ne s'explique pas par une éventuelle dérive du capteur, car la différence avec les niveaux piézométriques mesurés lors des tournées d'inspection reste relativement constante.

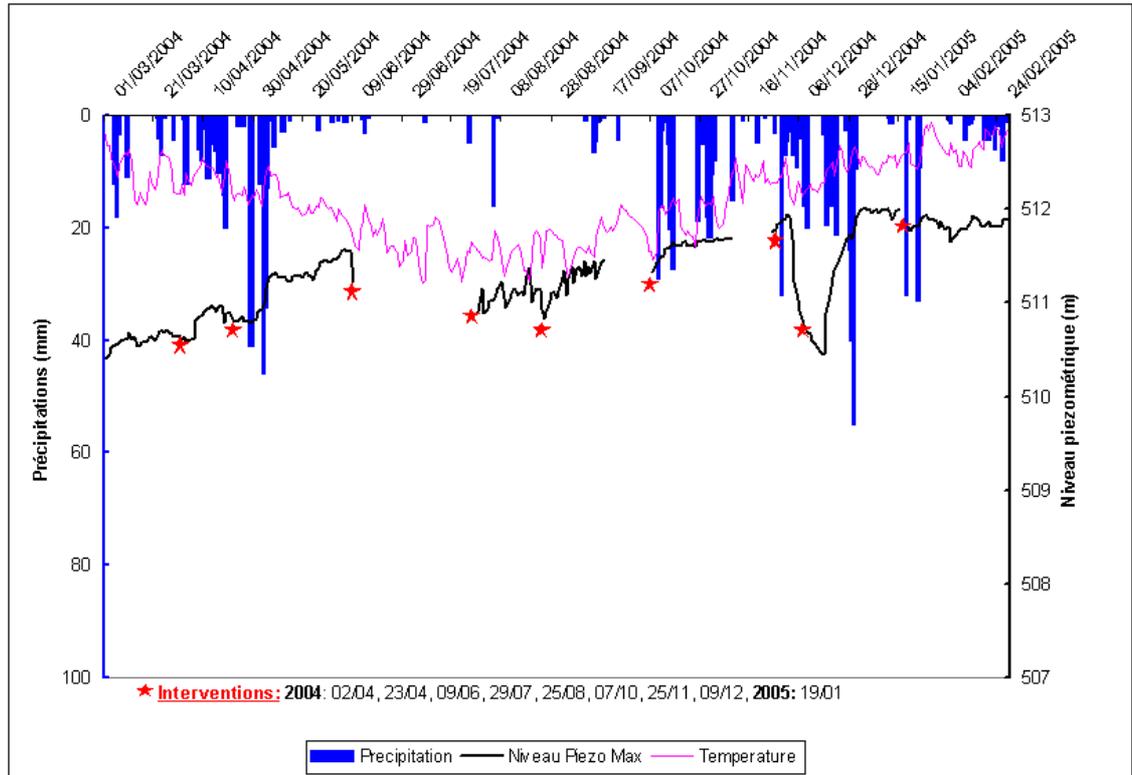


Figure 21 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 515 m) mesuré dans le forage d'Ampaza en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression).

### Impact des pompages

La présence d'un compteur horaire sur le panneau électrique qui contrôle le fonctionnement de la pompe et d'un compteur volumétrique sur le tube d'exhaure du forage, ont permis de calculer le débit moyen de la pompe.

Cette valeur a été vérifiée par un comptage des temps de pompage sur la chronique des niveaux d'eau disponible entre mars 2004 et février 2005, pour s'affranchir d'éventuels problèmes de dérive des compteurs (cf. Figure 22). Le débit moyen résultant est égal à  $7,8 \pm 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$  (volume pompé :  $5687 \text{ m}^3$ , pour 1044 pompages d'une durée moyenne de 41 minutes - marge d'erreur calculée sur la base d'une incertitude sur le temps de pompage égale au pas de temps de mesure : 3 minutes). Ce comptage a aussi permis de calculer le temps moyen de retour au niveau piézométrique d'avant pompage, qui est de l'ordre de 7 fois la durée du pompage.



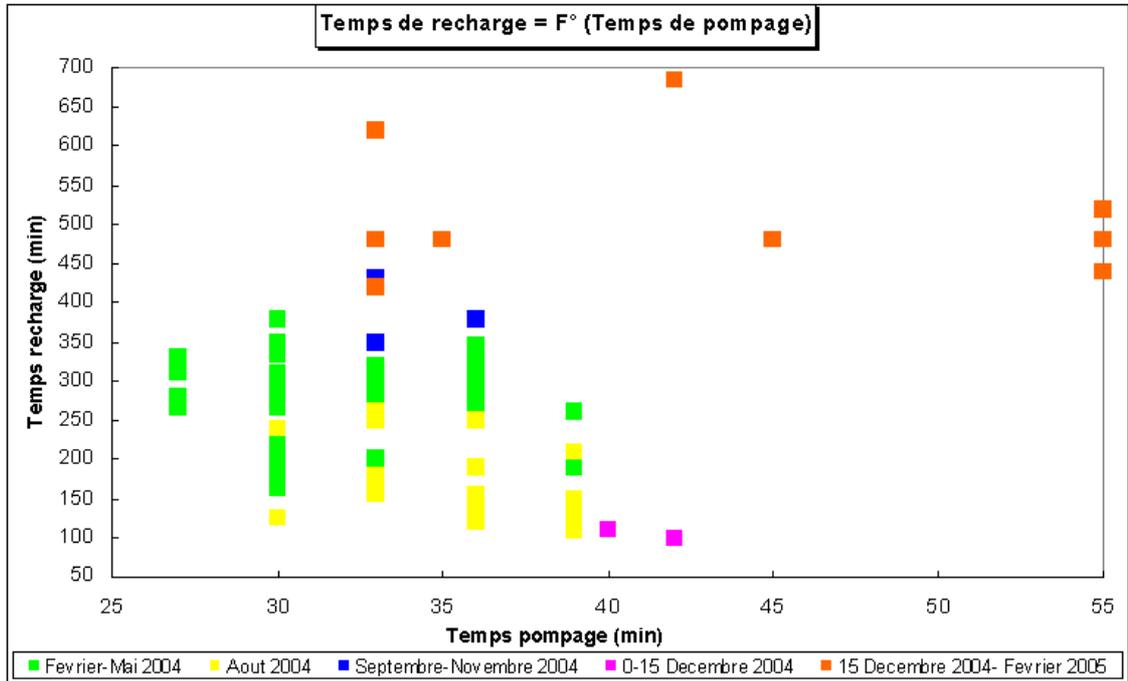


Figure 23 : Temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage en fonction du temps de pompage, avec mise en évidence des périodes de fonctionnement homogène pour le forage d'Ampaza.

La Figure 24 présente le débit moyen journalier calculé sur la période de pompage. Cette variable correspond au débit de pompage ramené à un pompage continu sur 24 heures et intègre à la fois le débit de pompage, la durée et la fréquence du pompage. Ces débits n'ont pu être calculés pour le mois de mars 2004, car les volumes pompés ne sont pas connus. Pour faciliter l'analyse de l'impact du pompage sur le niveau piézométrique, les fréquences de pompage journalier ont été estimées.

On observe sur cette figure que le débit moyen journalier est de maximum 2 m<sup>3</sup>/h, valeur qu'il atteint en août et plusieurs fois en septembre, pour des fréquences de 5 pompages par jour, traduisant ainsi l'augmentation de la demande en eau en été. En hiver, le débit varie très peu autour de 0,35 m<sup>3</sup>/h, sauf pour la période de disfonctionnement des capteurs du réservoir et les fréquences de pompage varient entre 2 et 4 pompages par jour.

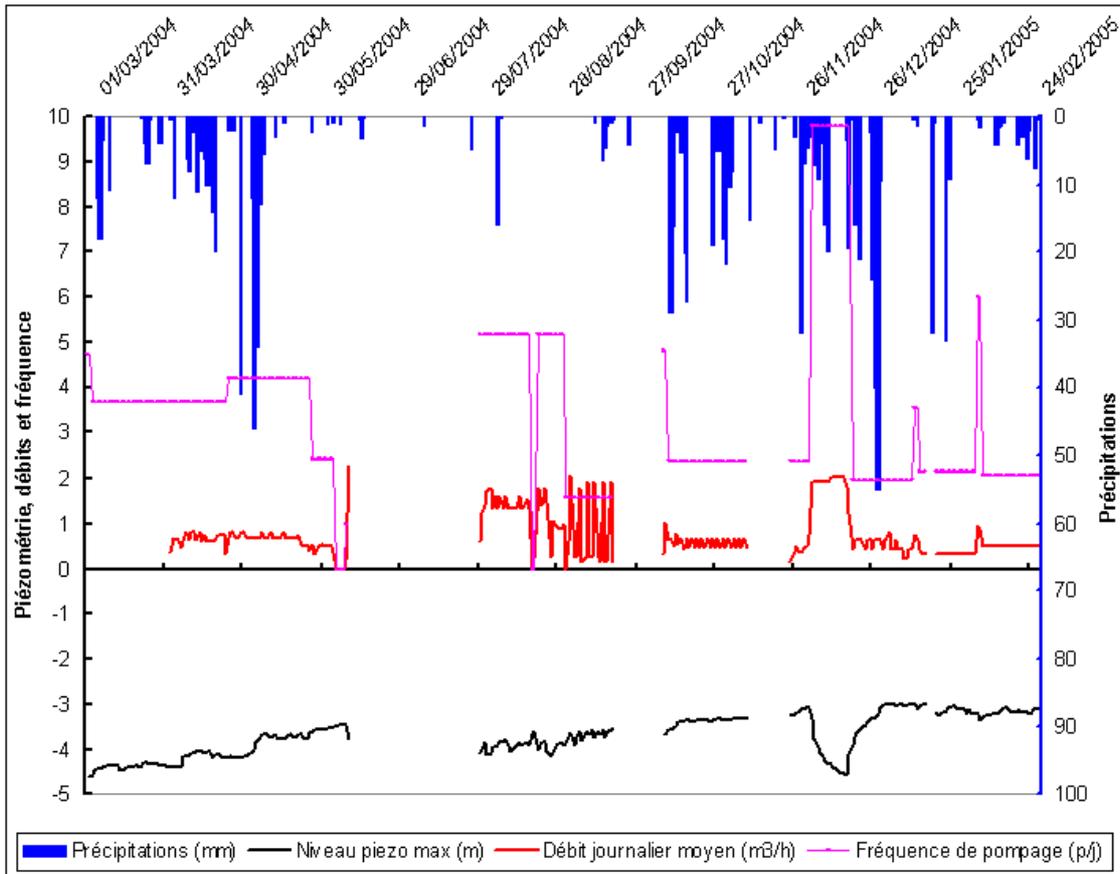


Figure 24 : Débits moyens journaliers au forage d'Ampaza (calculés à partir du débit de pompage et du temps de pompage journalier, puis rammené à un pompage équivalent de 24 h), comparés aux variations de niveau piézométrique maximal (calculé en distance négative par rapport à la tête du forage), aux fréquences de pompage et aux précipitations journalières.

Il n'est pas aisé, dans le cas de ce forage, de quantifier la ressource disponible en se basant sur l'impact du pompage. En effet, la seule période pendant laquelle on observe un impact clair du pompage sur le niveau piézométrique, se situe lors de l'épisode de pompage intensif provoqué par le dysfonctionnement du capteur du réservoir. Or cet événement a lieu en pleine période de précipitations, dont l'apport à la nappe limite certainement la diminution du niveau piézométrique provoqué par les pompes.

## 2.4. LE FORAGE D'URBALACONE 4

### 2.4.1. Caractéristiques générales

Ce forage, réalisé en 1981 et d'une profondeur de 80 m, se situe à la sortie du village d'Urbalacone, sur la route de Guarguale, à une altitude de 382 m (Figure 25). Il est, en principe exploité en appoint du forage d'Urbalacone 3 (qui n'a malheureusement pas pu être équipé), pour remplir un réservoir dont le volume est de 40 m<sup>3</sup>. Le pompage sur ce forage est contrôlé par une minuterie et un capteur de flux placé à l'entrée de la zone d'aspiration de la pompe. Une panne sur la pompe l'a cependant empêché de fonctionner normalement et a donné lieu à un pompage erratique et épisodique. De plus, l'équipement installé pour le suivi a subi aussi de nombreux dysfonctionnements qui ont introduit des lacunes dans la chronique piézométrique et des difficultés de calage du capteur.

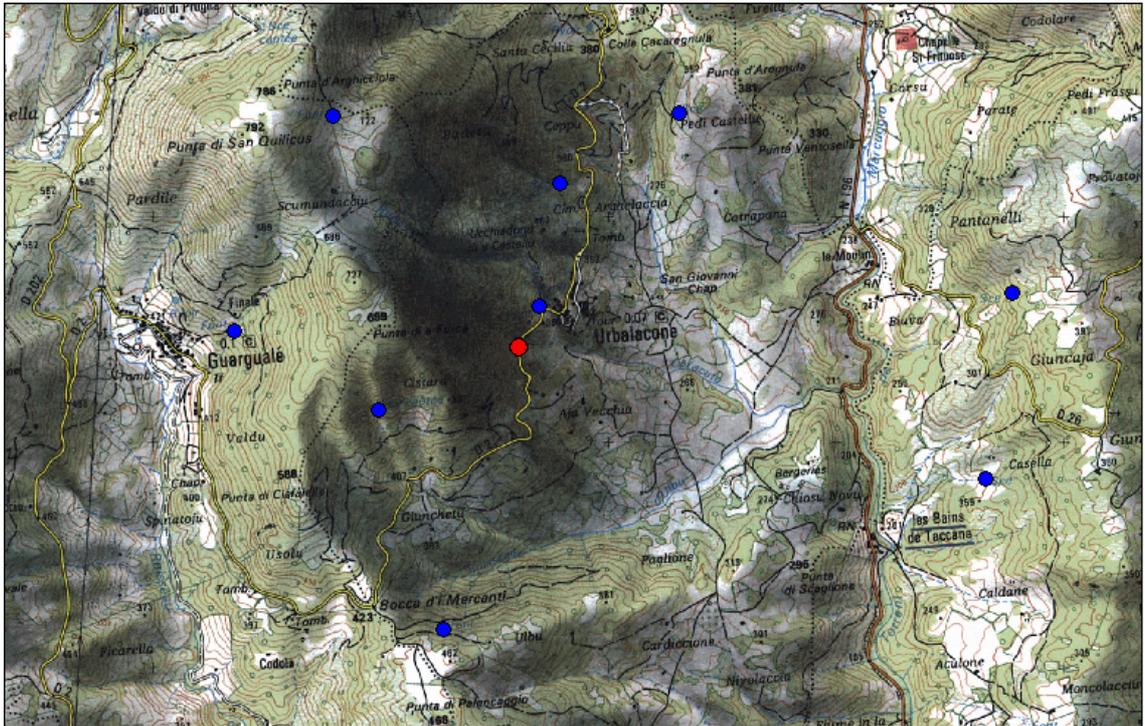


Figure 25 : Localisation du forage d'Urba 4 (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu).

Sur le plan géologique, le forage se situe dans des granodiorites porphyroïdes à amphiboles et à enclaves et l'on y observe une altération modérée donnant lieu à des horizons d'arènes superficiels. Ces roches semblent être moins intéressantes que le secteur d'Ampaza-Azilone situé plus au nord-est, du point de vue des ressources en eau souterraine. Quelques sources ont néanmoins été repérées dans le secteur et

notamment au nord-est du forage, à des altitudes comprises entre 330 et 380 m. Les seules venues d'eau observées lors de la réalisation du forage, l'ont été dans les 30 premiers mètres, qui correspondent à un horizon d'arènes granitiques (SRAE, 1981). Etant donné que le niveau piézométrique à l'équilibre se trouve à plus de 20 m sous la surface du sol, on peut considérer que l'on est en présence d'une hauteur d'eau exploitable inférieure à  $30 - 20 = 10$  m dans les arènes, ce qui indique une ressource limitée. Le débit d'exploitation annoncé étant proche de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ , on peut douter que le forage capte un aquifère en connexion hydraulique avec les sources environnantes. Il est plus probablement alimenté par un niveau d'arènes et de granite altéré où se concentrent les écoulements venant de l'amont, puisqu'il est situé dans l'axe d'un talweg connecté avec le ruisseau de Caracuto.

## 2.4.2. Comportement hydrogéologique

### Description des mesures

Les niveaux d'eau dans le forage d'Urba 4 sont enregistrés au pas de temps de 3 minutes. La Figure 26 présente les hauteurs d'eau minimales, moyennes et maximales dans le forage au pas de temps journalier, où l'on peut voir que très peu de pompages ont été réalisés sur ce forage. Ces pompages, dont on ne sait pas s'ils ont été volontaires ou accidentels (la période d'étude correspond à une période de transition municipale, pendant laquelle il a été très difficile d'obtenir des informations), n'ont de toute façon jamais duré très longtemps. De plus, le fonctionnement des capteurs a été affecté de nombreuses pannes et difficultés, qui ont provoqué les lacunes observables sur la figure. La qualité des données restantes présentées dans la figure est discutable, notamment en ce qui concerne le calage entre les différentes périodes séparées par les lacunes.

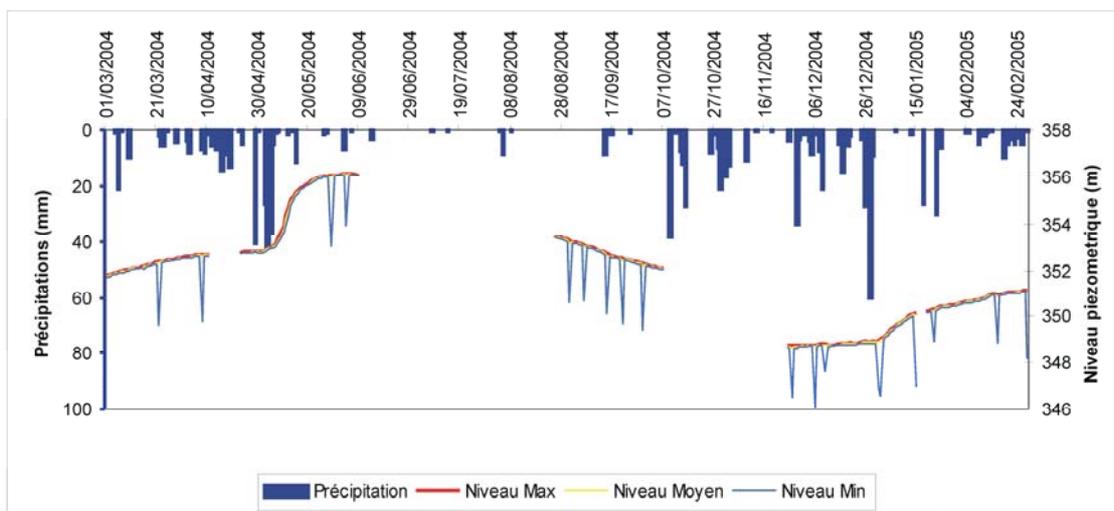


Figure 26 : Niveaux piézométriques minimaux, moyens et maximaux journaliers mesurés dans le forage d'Urba 4 en fonction des précipitations.

### Fluctuations naturelles

Les mesures piézométriques effectuées lors des visites sur le terrain ont permis de vérifier la fiabilité du capteur, sachant que la mesure n'a pas forcément été faite au moment où le niveau piézométrique dans le forage était à son maximum. Le niveau piézométrique maximal varie de manière importante au cours de l'année (près de 8 m entre le mois de juin et le mois de décembre) et l'impact des grosses pluies sur le niveau d'eau est assez net, comme début mai ou fin décembre par exemple (Figure 27). Ceci indique une relativement forte sensibilité de l'aquifère aux apports météoriques et donc par conséquent renforce l'idée que sa capacité est réduite. Par ailleurs, le niveau piézométrique diminue de près de 4 m entre le début et la fin de la saison sèche, alors que les pompages observés ne semblent pas très intenses (rabattements de l'ordre de 3 m – cf. Figure 26). Cet aquifère est, soit très peu productif et rapidement mis à mal par des pompages (autres que celui du forage observé, comme par exemple ceux du forage proche d'Urbalacone 3), soit soumis à un drainage important.

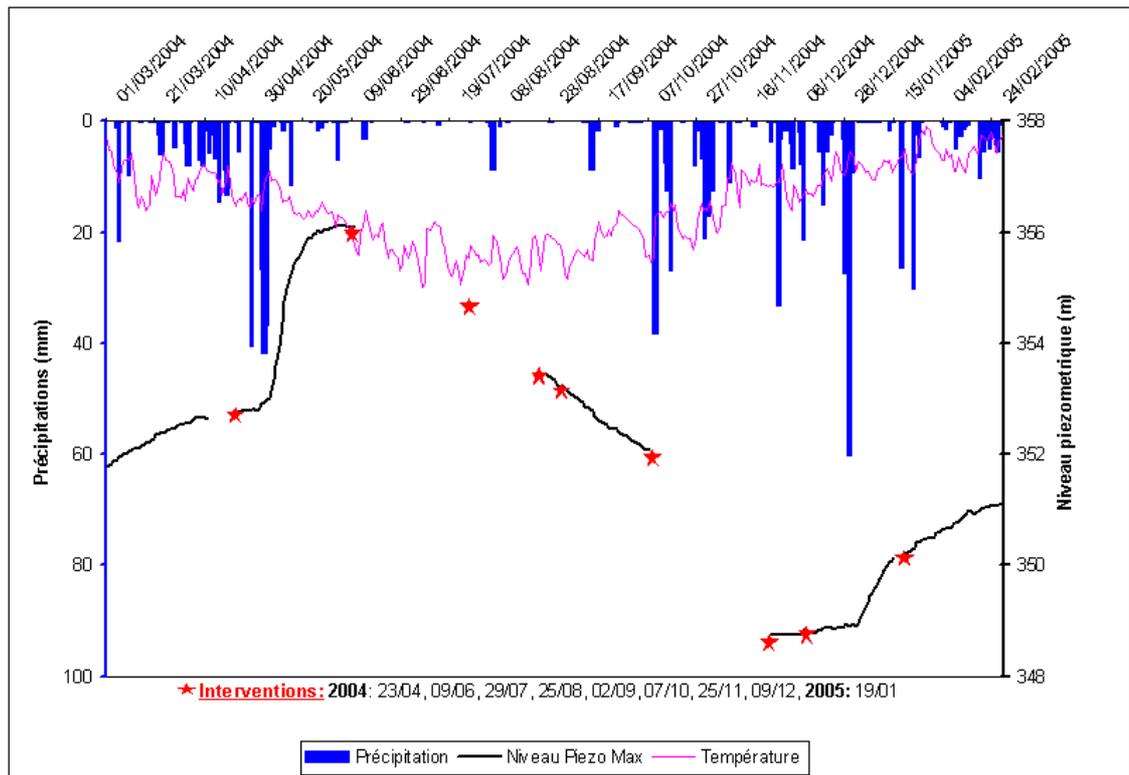


Figure 27 : Niveau piézométrique maximal journalier (en m NGF, tête du forage à 382 m) mesuré dans le forage d'Urba 4 en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression).

### ***Impact des pompages***

Un compteur volumétrique est installé sur le forage d'Urba 4 mais il ne fonctionne pas. Nous sommes donc dans l'impossibilité d'en estimer le débit d'exploitation et, par conséquent, d'analyser l'impact du pompage sur le niveau piézométrique.

Après avoir pris contact avec M. le Maire, nous avons appris que ce forage allait être réparé prochainement. Nous serons donc sur place pendant les travaux de façon à installer le capteur de niveau dans les meilleures conditions pour obtenir des données de meilleure qualité sur ce forage. Par ailleurs, comme il a été indiqué en début de premier chapitre, le forage appelé Urbalacone 3 et situé à environ 50 m, doit être prochainement équipé d'un capteur adéquat en diamètre et proportionnera ainsi des données qu'il sera certainement intéressant de comparer à celles d'Urba 4.

## 2.5. LE FORAGE DE TALLONE (QUENZA 1)

### 2.5.1. Caractéristiques générales

Ce forage, réalisé en 1998 et d'une profondeur de 126 m, se situe au nord du village de Quenza, au bout d'un chemin qui gravit le massif qui surplombe le village, à une altitude de 945 m (Figure 28). Il n'est pas exploité à l'heure actuelle, mais il risque d'être mis en service dès cet été. La mise en route de ce forage prévue pour l'année dernière, avait en partie motivé le choix de l'équiper avec un capteur de mesure du niveau piézométrique. L'absence d'exploitation en fait un point de suivi des fluctuations naturelles d'une nappe libre en milieu granitique.

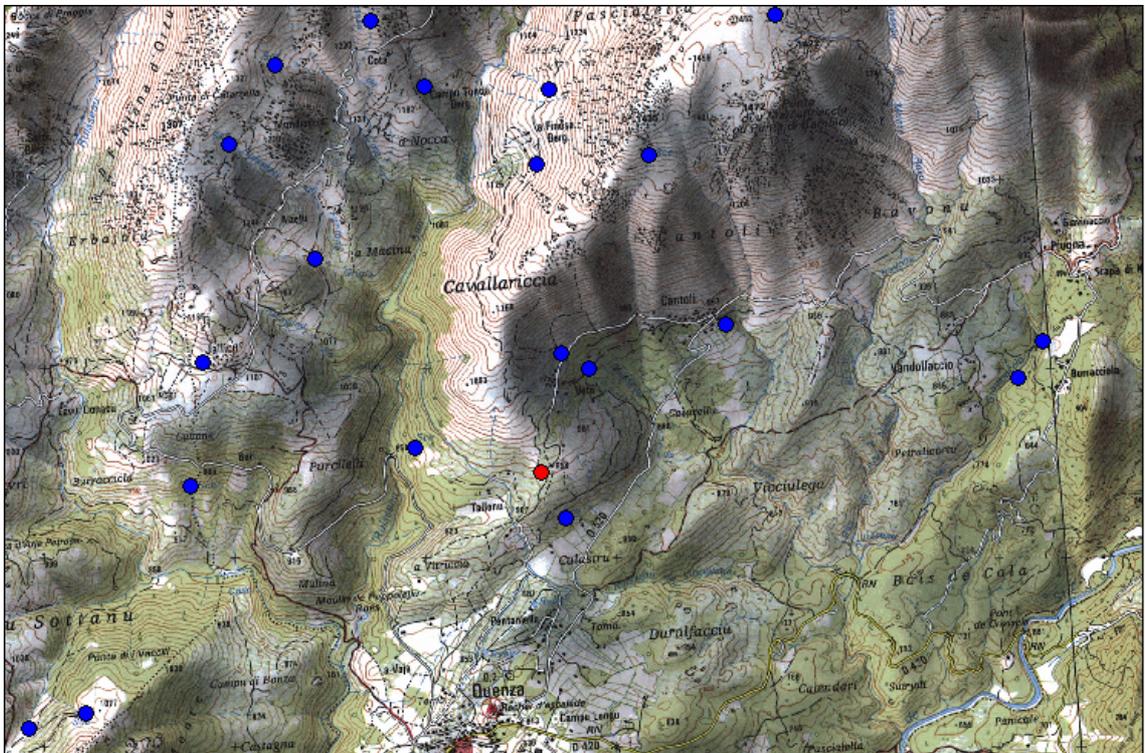


Figure 28 : Localisation du forage de Tallone (en rouge) et des principales sources connues dans le secteur (en bleu).

Sur le plan géologique, le forage se situe dans des granodiorites à biotite et à amphibole de teinte grise, avec des passages riches en orthose donnant à la roche une teinte rose. Ces roches semblent être relativement massives bien que pouvant présenter une fissuration intense localement et l'on y observe une altération superficielle limitée. Le forage est placé sur une fracture d'orientation ENE-OSO, repérée par photo-interprétation et dans un contexte géologique qui semble sensible aux phénomènes de tassement, limitant la productivité de l'ouvrage pour les forts débits (DIREN-SEMA, 1998). La zone dans laquelle se trouve le forage se situe au

sud-est en aval du plateau du Coscione, dans lequel on trouve des horizons d'arènes granitiques importants, produits de l'altération d'une granodiorite dont la composition est légèrement différente (elle présente en particulier une quantité plus élevée en biotite et moindre en amphibole). Un grand nombre de sources apparaissent sur les flancs du plateau à des altitudes généralement égales ou supérieures à celles du forage (959 à 1100 m). Il est donc possible que la fracture que recoupe le forage en profondeur, se connecte et draine les horizons arénisés du plateau du Coscione ou les écoulements d'un des ruisseaux qui y prennent leur source. Le fait que le forage soit situé sur un versant de pente modérée avec une morphologie légèrement convexe (et pas à proximité d'un axe de drainage topographique) rend ces hypothèses vraisemblables.

Un pompage d'essai réalisé à l'issue de la réalisation du forage a permis d'estimer des valeurs de transmissivité de l'ordre de 0,9 à  $2,2 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s et de proposer un débit d'exploitation de 3,4 m<sup>3</sup>/h.

## **2.5.2. Comportement hydrogéologique**

### ***Description des mesures***

Les niveaux d'eau dans le forage de Tallone sont enregistrés au pas de temps de 6 minutes. La Figure 29 présente les niveaux d'eau dans le forage au regard des précipitations et des températures. Un dysfonctionnement du capteur de pression a provoqué une lacune entre juin et septembre, qu'il est heureusement relativement aisé de combler par extrapolation étant donné que le forage n'est pas exploité.

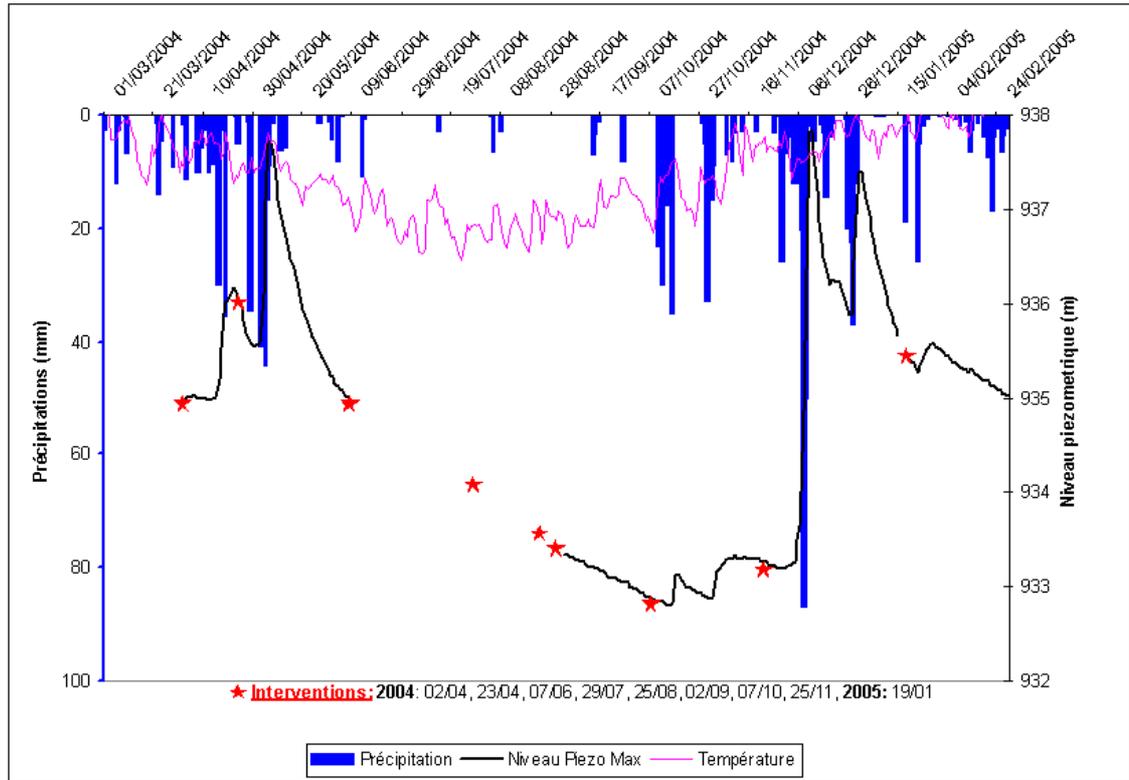


Figure 29 : Niveau piézométrique journalier (en m NGF, tête du forage à 945 m) mesuré dans le forage de Tallone en fonction des précipitations et de la température journalières. Les niveaux piézométriques mesurés à la sonde électrique - ★ - lors des tournées de terrain sont aussi reportés pour montrer la validité des mesures du capteur de pression).

### Fluctuations naturelles

De la même manière qu'à Urbalacone, le niveau piézométrique varie relativement fortement au cours de l'année (près de 5 m entre le mois d'octobre et le mois de décembre) et l'impact des grosses pluies sur le niveau d'eau est assez net, comme en mai ou en décembre par exemple. Ceci indique une relativement forte sensibilité de l'aquifère aux apports météoriques. Les réactions aux pluies ne sont cependant pas toujours du même type puisque l'on observe que les pluies d'octobre ne se traduisent pas par une augmentation flagrante du niveau comme on peut le voir en décembre. Il faut noter ici que cela peut être tout simplement dû au fait que les mesures de précipitation de la station de Levie ne sont pas totalement représentatives des précipitations dans la zone d'alimentation de l'aquifère que capte le forage. Cependant, l'impact réel des précipitations sur les niveaux piézométriques ne devant s'analyser que sur la base des infiltrations efficaces (part de la pluie qui ne participe ni à l'évapotranspiration, ni au ruissellement), nous ne pouvons pousser l'analyse plus loin à ce stade.

On observera aussi que cet aquifère semble subir un drainage relativement fort qui provoque une diminution du niveau piézométrique de l'ordre de 30 mm/jour pendant la

période sans précipitations de juin à septembre. Ce drainage important n'empêche pourtant pas d'observer des remontées du niveau assez fortes (1m/jour) lors des fortes pluies. Cela indique des vitesses de circulation importantes au sein de l'aquifère ainsi qu'un temps d'infiltration et un bassin d'alimentation également importants. L'hypothèse d'une connexion hydraulique avec le plateau du Coscione ou un des ruisseaux qui le drainent est donc probable.

### 3. Synthèse des observations

Des chroniques piézométriques ont pu être établies sur la période mars 2004 à février 2005, pour 5 forages implantés dans des contextes granitiques divers. Ces chroniques ont été obtenues à l'aide de capteurs de pression reliés à des centrales d'acquisition, préférées à d'autres types de moyens de suivi du niveau piézométrique (bulle-à-bulle, flotteur,...) du fait du faible diamètre des forages ainsi que de la nécessité de suivre des variations du niveau piézométrique d'amplitude pluri-métrique. L'ensemble des données acquises ont été intégrées dans une base de données, en même temps que les données de précipitation et température des stations météorologiques les plus proches.

Un certain nombre d'entre ces capteurs et des centrales ont souffert des effets de la foudre, qui dans les régions de montagne où sont implantés les forages, peut être très violente. Cela a parfois provoqué des lacunes, sur des périodes comprises entre deux tournées de récupération de données (1 mois et demi), qui ont rendu difficile l'interprétation des chroniques. L'analyse de ces chroniques détaillée dans ce qui précède a cependant permis d'obtenir les résultats que nous allons maintenant synthétiser.

#### 3.1. PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS SUR LES FORAGES

**Le forage de Pioggiola** capte de l'eau qui circule dans une zone fissurée située à plus de 60 m de profondeur. La configuration topographique de la zone laisse présager que le ou les aquifères captés se mettent majoritairement en place dans des réseaux de fissures plus ou moins denses. La nappe semble avoir un niveau d'équilibre qui se situe aux alentours de 3 m sous la surface, en deçà duquel elle n'est plus drainée et elle répond relativement clairement aux précipitations (il faut cependant garder à l'esprit leur faible représentativité vu l'éloignement de la station de mesure). Ce forage est exploité uniquement en été, avec un débit moyen de la pompe qui a été estimé à environ 6,3 m<sup>3</sup>/h, qui provoque un rabattement de l'ordre de 60 m. Le rapport entre le temps de pompage et le temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage est de l'ordre de 3 à 6 suivant la période. Le débit moyen journalier résultant (équivalent au débit de pompage ramené à un pompage de 24 heures) varie entre 0,5 et 3 m<sup>3</sup>/h suivant la période, avec un maximum de 3,8 m<sup>3</sup>/h et la fréquence d'exploitation varie de 1 à 4 pompages par jour. La stratégie de pompage adoptée, contrôlée par le remplissage du réservoir en complément de l'apport des sources, semble très peu affecter la ressource disponible.

**Le forage d'Azilone** capte de l'eau qui circule dans des filons fissurés, vraisemblablement alimentés par de l'eau accumulée en amont dans des zones d'arènes granitiques, que l'on trouve en quantité dans le secteur. Ce forage étant artésien, son niveau piézométrique est très proche des altitudes des sources situées au nord. La réponse de la nappe aux précipitations est modérée et semble même

présenter un temps de retard par rapport à l'événement pluvieux. Cela peut traduire une recharge tamponnée par les horizons superficiels d'arènes granitiques plus ou moins étendus, ou bien un décalage entre la date à laquelle les précipitations sont observées à la station météorologique et la date à laquelle elles ont lieu dans la zone de recharge de la nappe. Ce forage est exploité toute l'année avec un débit moyen de la pompe qui a été estimé à environ  $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , qui provoque des rabattements variant de 22 à 33 m entre l'hiver et l'été. Le rapport entre le temps de pompage et le temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage est de l'ordre de 2 à 5 suivant la période. Le débit moyen journalier résultant (équivalent au débit de pompage ramené à un pompage de 24 heures) varie en moyenne entre  $1,3 \text{ m}^3/\text{h}$  en hiver et  $3 \text{ m}^3/\text{h}$  en été, avec un maximum de  $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$  et la fréquence d'exploitation varie de 1,5 à 4,5 pompages par jour. La stratégie de pompage adoptée, contrôlée par le remplissage du réservoir en complément de l'apport des sources, semble très peu affecter la ressource disponible.

**Le forage d'Ampaza** capte de l'eau qui s'accumule dans un horizon d'arènes granitiques et de granite altéré sur une épaisseur d'environ 30 m. Situé dans l'axe d'un thalweg et à proximité d'une source et du ruisseau Fiumicellu, il draine à la fois les eaux du cours d'eau et celles d'un aquifère qui s'étend vraisemblablement vers le sud dans l'horizon d'arènes et de granite altéré. En effet, cet horizon qui forme un plateau topographique situé au sud du forage, présente à son pied quelques sources alignées à des altitudes similaires. La réponse de la nappe aux précipitations est très modérée même pour des précipitations intenses. Ceci s'explique certainement du fait du haut niveau de l'eau dans le forage, qui se trouve alors au sein des arènes dont la porosité élevée permet d'absorber une grande quantité d'eau sans que cela se traduise par une augmentation importante du niveau piézométrique. La réponse de la nappe aux précipitations semble même avoir un temps d'avance par rapport aux événements pluvieux, traduisant un décalage entre les précipitations mesurées au droit de la station météorologique et celles ayant lieu dans la zone de recharge de la nappe. Ce forage est exploité toute l'année avec un débit moyen de la pompe qui a été estimé à environ  $7,8 \text{ m}^3/\text{h}$ , qui provoque des rabattements variant de 14 à 23 m entre l'hiver et l'été. Le rapport entre le temps de pompage et le temps de retour au niveau piézométrique d'avant pompage est de l'ordre de 4 à 11 suivant la période. Le débit moyen journalier résultant (équivalent au débit de pompage ramené à un pompage de 24 heures) varie en moyenne entre  $0,35 \text{ m}^3/\text{h}$  en hiver et  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$  en été, avec un maximum de  $2 \text{ m}^3/\text{h}$  et la fréquence d'exploitation varie de 2 à 5 pompages par jour. La stratégie de pompage adoptée, contrôlée par le remplissage du réservoir basé uniquement sur les apports du forage, semble très peu affecter la ressource disponible.

**Le forage d'Urbalacone 4** capte de l'eau qui s'accumule dans un horizon d'arènes et de granite altéré sur une épaisseur d'environ 30 m. Situé dans l'axe d'un thalweg, il draine les eaux d'un aquifère probablement peu productif puisque le niveau piézométrique à l'étiage semble se situer aux alentours de 25 m de profondeur. Le secteur semble relativement moins intéressant en termes de ressources en eau que les précédents et l'on y observe peu de sources. Le niveau de la nappe varie naturellement de manière importante au cours de l'année, à cause de sa réponse claire aux précipitations et d'un drainage important. Cependant, une influence du pompage voisin d'Urbalacone 3 sur le niveau de l'eau dans le forage d'Urbalacone 4

n'est pas exclue. Cette incertitude devrait être levée dans le futur car les deux forages sont maintenant équipés de capteurs. Ce forage n'a pas été exploité pendant la période de suivi pour cause de panne de la pompe, mais le débit moyen de celle-ci est annoncé à environ 1 m<sup>3</sup>/h, ce qui conforte l'idée que la ressource de la nappe est très limitée.

**Le forage de Tallone** capte de l'eau qui circule dans une zone de fracturation située à plus de 100 m de profondeur. Il est possible que ces fractures soient reliées au plateau du Coscione situé au nord du forage et constitué de matériel granitique altéré, siège d'écoulements souterrains abondants, qui donneraient à ce forage un potentiel en ressources en eau intéressant. L'essai de pompage a cependant mis en évidence que l'aquifère capté peut être sensible au tassement lorsque l'eau est pompée, ce qui limiterait sa productivité pour les forts débits. Le niveau piézométrique se situe aux alentours de 10 m de profondeur à l'étiage et varie naturellement de manière importante au cours de l'année, avec, en particulier un fort drainage et des réponses de la nappe aux précipitations assez nettes, bien que variables suivant la saison. Cette forte variabilité traduit une importante conductivité hydraulique au sein de la nappe, certainement liée au fait que les écoulements captés semblent se faire principalement dans des fissures. Ce forage n'a pas encore été exploité, mais le débit maximal préconisé est de 3,4 m<sup>3</sup>/h et sa mise en route est intervenue cet été.

### **3.2. COMPARAISON ENTRE LES FORAGES**

Les forages de Pioggiola, Urbalacone et Tallone, semblent capter des aquifères qui se mettent en place dans des réseaux de fractures. Ces aquifères ont en commun des réponses fortes aux précipitations, peut-être liées à la forte conductivité hydraulique des fractures. Les aquifères captés par les forages d'Urbalacone et de Tallone sont de plus soumis à un drainage important (le drainage sur Urbalacone est a priori le plus intense), ce qui n'est pas le cas de celui de Pioggiola (dont le maintien de la piézométrie est peut-être relié à la proximité d'un cours d'eau). Le forage de Pioggiola présente le débit d'exploitation le plus élevé, à priori suivi par Tallone, le débit d'exploitation du forage d'Urbalacone semblant être le plus mauvais. La productivité des forages est donc inversement proportionnelle à l'intensité du drainage que les aquifères captés subissent. Les transmissivités estimées par essai de pompage pour Pioggiola et Tallone sont similaires et dans les deux cas, des phénomènes de diminution de la productivité du fait du tassement pour les pompages importants ont été relevés lors de l'essai de pompage. Le fait que les forages d'Urbalacone et de Tallone ne soient pas exploités ne nous permet pas de comparer les débits, les rabattements et les temps de pompage et de retour au niveau piézométrique d'avant pompage entre ces trois forages.

Les forages d'Azilone et d'Ampaza semblent capter des aquifères essentiellement contenus dans des horizons d'arènes et de granite altéré. Ils ont en commun des réponses modérées aux apports par précipitation, qui s'étalent sur plusieurs jours. Les débits des pompes sont de l'ordre de 7,5 m<sup>3</sup>/h et provoquent des rabattements comparables compris entre 15 et 35 m. Les rapports entre les temps de pompage et de retour au niveau piézométrique d'avant pompage sont assez nettement différents

(supérieurs dans le cas d'Ampaza), mais le relation entre ces grandeurs, les pertes de charge provoqués par le pompage, l'intensité de la demande en eau (qui se traduit par un besoin plus ou moins fréquent de remplir le réservoir) et l'état de remplissage de l'aquifère rend les comparaisons hasardeuses. Le débit moyen journalier exploité sur Azilone est supérieur à celui d'Ampaza pour une fréquence de pompage similaire.

Lorsqu'on compare les forages d'Azilone et d'Ampaza avec celui de Pioggiola, on voit que ce dernier présente un débit de pompage légèrement inférieur à ceux des deux autres et subit un rabattement deux fois plus important. Les débits moyens journaliers et les rapports entre temps de pompage et de retour au niveau piézométrique d'avant pompage sont du même ordre de grandeur, mais les fréquences de pompage semblent légèrement inférieures dans le cas de Pioggiola.

Dans tous les cas et pour tous les forages exploités que nous avons suivi, nous pouvons conclure que les stratégies de pompage adoptées ne sollicitent que très peu l'ensemble de la réserve disponible.

### **3.3. PERSPECTIVES D'ETUDE**

La poursuite des travaux se fera de la manière suivante :

- Equipement des 2 forages manquants (Urbalacone 3 et Culastru à Quenza), dont l'exploitation devrait rapidement reprendre pour le premier et démarrer pour le second.
- Calcul des « pluies efficaces » (part de la pluie participant effectivement aux écoulements et à l'infiltration) pour chaque forage à partir des données de précipitation et d'évapotranspiration potentielle de Météo-France. Il sera ainsi possible de quantifier plus précisément la recharge des aquifères par les précipitations et de mettre en évidence l'existence éventuelle de connexions hydrauliques avec des cours d'eau, plans d'eau, ou d'autres aquifères.
- Analyse détaillée des événements de pompage pour déterminer dans la mesure du possible pour chaque forage, la part du rabattement liée aux écoulements turbulents dans le forage et la part liée à la réponse de l'aquifère au pompage. Tentative de caractérisation de la relation entre les débits de pompage et les niveaux piézométrique (prise en compte de la hauteur manométrique). Ce calcul permettra de mieux comprendre la relation entre le temps de remontée du niveau piézométrique dans le forage et les propriétés hydrauliques de l'aquifère.
- Estimation de la réserve d'eau disponible dans l'aquifère à partir de la relation entre le rabattement de la nappe provoqué par le pompage à long terme et le volume d'eau extrait. Cette estimation se fera en faisant l'hypothèse que le comportement de l'aquifère reste stable à long terme et similaire à celui qui a été observé sur les périodes étudiées. L'extrapolation de cette relation sur la totalité de la hauteur exploitable sur le forage (grossièrement comprise entre le

niveau piézométrique moyen à l'équilibre et le niveau de la pompe) permettra d'estimer la quantité d'eau stockée dans le sol, susceptible d'être pompée.

- Estimation de la superficie de l'aquifère sur la base du volume estimé de la réserve d'eau contenue dans l'aquifère et à l'aide d'hypothèses sur sa porosité et sur son contexte géologique. Ceci permettra d'estimer des rayons d'influence d'un pompage qui viserait à consommer la totalité de la réserve disponible.
- Réflexion sur les stratégies de pompage à adopter pour une exploitation optimisée de la ressource estimée, prenant en compte les limitations dues aux faibles débits de pompage que supportent ces aquifères. Des stratégies de pompage visant à assurer l'alimentation en eau du village, sans être totalement contrôlées par le remplissage des réservoirs et permettant d'extraire des quantités plus conséquentes d'eau (modification des débits d'exploitation, aménagement des durées de pompage, réalisation de plusieurs forages sur un même aquifère, ...) seront notamment explorées. La ressource supplémentaire ainsi extraite pourrait être utilisée à des fins d'appui aux communes voisines éventuellement moins bien loties en ressources en eau.
- Décomposition des chroniques de débits en étiage au niveau des exutoires des grands bassins granitiques contrôlés, pour estimer les réserves participant au soutien des débits d'étiage des rivières. Ces estimations « en grand » pourront être comparées aux réserves estimées au droit d'un forage à des fins d'extrapolation à l'ensemble du territoire granitique.



## 4. Conclusion

Suite à l'analyse des données disponibles et à un travail de repérage de l'état des forages implantés dans les roches granitiques en Corse, 7 forages ont été sélectionnés pour être équipés en vue d'un suivi de la piézométrie, sur une période d'au moins une année hydrologique. A ce jour, 5 d'entre eux ont été équipés de capteurs de mesure du niveau d'eau dans le forage et des chroniques piézométriques ont pu être établies sur la période mars 2004 à février 2005. L'analyse du contexte géologique et physique des forages et des chroniques obtenues a permis de mettre en évidence deux types de contextes aux comportements hydrogéologiques différents.

Sur ces 5 sites étudiés, deux types d'aquifères différents ont été identifiés : les aquifères qui se mettent en place dans des réseaux de fractures plus ou moins denses (aquifères de fractures) et des aquifères essentiellement contenus dans des horizons d'arènes et de granite altéré (aquifères d'altération).

Les aquifères de fractures semblent être plus sensibles aux précipitations que ceux d'altération. Ils peuvent aussi être soumis à un drainage important s'ils ne se trouvent pas à proximité d'un cours d'eau. La productivité des forages qui les captent est légèrement inférieure à celle des forages captant des aquifères d'altération, ce qui se traduit par des rabattements plus importants pour des débits de pompage du même ordre de grandeur. De plus, les aquifères de fractures semblent présenter des phénomènes de tassement en pompage à fort débit qui limitent la productivité des forages qui les captent.

Les différences de productivité des forages ne se traduisent pas par des différences en terme de réserves d'eau stockées dans les aquifères. Cette réserve, que l'on cherchera à estimer plus précisément dans la suite des travaux, est manifestement sous-exploitée pour pratiquement tous les forages étudiés. La raison principale de cette sous-exploitation est liée au fait que les stratégies de pompage sont en général contrôlées par la nécessité de remplir le réservoir alimentant la commune en eau. Des stratégies de gestion alternatives, permettant une exploitation et une gestion optimisée de la réserve estimée peuvent être proposées.



## 5. Références

Caballero Y., Lachassagne P., (2003) - Evaluation de la ressource en eau des aquifères de socle des roches granitiques de Corse. Rapport de fin des phases 1 et 2 du projet : synthèse documentaire, choix des forages expérimentaux.

DIREN-SEMA (1998), Commune de Quenza (Corse-du-Sud) Exécution de forages d'eau au socle cristallin. Forage Zicavo 39.Q et 40.Q, Compte-rendu des travaux.

DIREN-SEMA (2001), Commune de Pioggiola (Haute-Corse) Exécution de forages d'eau au socle cristallin. Forage Calvi 94.O ; Forage Santo Pietro di Tenda W 51.Q, Compte-rendu des travaux.

SRAE (1981), Commune d'Urbalaccone, Recherche d'eau en Corse-du-Sud.

SRAE (1986), Commune d'Azilone-Ampaza (Corse du Sud), Recherche d'eau par forage au hameau d'Ampaza.

SRAE (1988), Commune d'Azilone-Ampaza (Corse du Sud), Recherche d'eau par forage.







**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 6009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional "Corse"**  
Immeuble Agostini  
ZI Furiani  
20600 – Bastia – France  
Tél. : 04 95 58 04 33