

**ENQUETE HYDROGEOLOGIQUE REGLEMENTAIRE**

**AVIS SANITAIRE**

**Commune de PRADINES (LOT)**

**Puits de l'Ile – Captage AEP de PRADINES**

Dossier établi à la demande de l'ARS du Lot pour le compte de la :

**Commune de PRADINES, 46090 PRADINES**

Dans le cadre réglementaire de la mise en conformité des périmètres de protection autour des captages d'Adduction d'Eau Potable (A.E.P) conformément à l'article L1321-2 de Code de la Santé publique.

par **Philippe MUET**, Hydrogéologue Agréé en Matière d'Hygiène Publique pour le département du Lot

## **AVIS SANITAIRE**

**Avis favorable** pour le captage et la distribution pour l'alimentation en eau publique des eaux du puits de l'Ile, commune de PRADINES.

L'interprétation des divers pompages d'essai réalisés montrent que le puits de l'Ile peut être exploité à 45 m<sup>3</sup>/h sans affecter la pérennité de la ressource et de sa qualité.

L'environnement sanitaire composé de terrains de sports et de loisirs, de jardins et de bois, est peu contraignant. Le Lot borde la zone de captage et alimente la nappe captée. Une pollution du Lot pourra produire un impact plus ou moins important suivant le type de polluant sur la qualité des eaux du captage.

Dans ces conditions les périmètres et mesures de protection auront pour principal objet de préserver l'environnement actuel en l'état.

Le périmètre de protection immédiate reprend globalement les limites du périmètre actuel en les agrandissant vers le Lot et vers le nord. Ce périmètre sera efficacement clôturé et maintenu fermé.

Le périmètre de protection rapprochée est en partie calé sur l'isochrone 30 jours. Les principales mesures de protection proposées concernent l'étanchéité du collecteur d'eaux usées et la circulation et le stationnement des véhicules sur, ou à proximité, des infrastructures sportives. Le camping et/ou l'établissement de tout campement y seront interdits.

Il n'est pas proposé de périmètre de protection éloignée. Toutefois, la commune de PRADINES devra être intégrée à un plan d'alerte efficace en cas de pollution des eaux du Lot.

Le présent dossier rend compte des éléments qui ont motivé cet avis.

## SOMMAIRE

<b>1. RAPPEL REGLEMENTAIRE.....</b>	<b>5</b>
<b>2. LE DOSSIER .....</b>	<b>6</b>
2.1 PIECES DU DOSSIER .....	6
2.2 PRESENTATION .....	7
2.3 SITUATION .....	8
<b>3. ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE .....</b>	<b>9</b>
3.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	9
3.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE .....	10
<b>4. CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE .....</b>	<b>11</b>
4.1 GENERALITES .....	11
4.2 .CARACTERISTIQUES ET ETAT DES OUVRAGES DE CAPTAGE.....	11
4.3 PROTECTIONS REGLEMENTAIRES .....	12
4.4 ORIGINE DE L'EAU.....	12
4.5 DEBITS D'EXPLOITATION .....	15
4.6 QUALITE DES EAUX.....	16
4.7 VULNERABILITE.....	17
4.8 ENVIRONNEMENT SANITAIRE ET RISQUES DE CONTAMINATIONS.....	21
<b>5. PERIMETRES DE PROTECTION.....</b>	<b>22</b>
5.1 PERIMETRES DE PROTECTION IMMEDIATE .....	22
5.2 PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE .....	23
5.2.1 Généralités .....	23
5.2.2 Limites du périmètre de protection rapprochée .....	23
5.3 PERIMETRE DE PROTECTION ELOIGNEE - ZONE DE VIGILANCE .....	25
<b>6. DIAGNOSTIC SANITAIRE .....</b>	<b>26</b>

## **FIGURES**

Figure 1 : Situation captage de Pradines – fond IGN – source www. MiPyGéo.fr .....	8
Figure 2 : Situation captage de Pradines – Photos aériennes – source www. MiPyGéo.fr.....	8
Figure 3 : Contexte géologique – source www.infoterre.fr .....	9
Figure 4 : vue générale du puits de captage de Pradines .....	10
Figure 5 : Puits de Pradines ou puits de l’Ile .....	11
Figure 6 : Accès au puits par la porte basse .....	11
Figure 7 : piézométrie de basses eaux sans pompage .....	13
Figure 8 : piézométrie basses eaux après 72 h de pompage.....	14
Figure 9 : proposition des limites externes de l’aire d’alimentation du captage coté nappe .....	15

## **TABLEAU**

Tableau 1 : Caractéristiques administratives du puits de l’île .....	7
Tableau 2 : Caractéristiques géographiques du puits de l’île.....	7
Tableau 3 : Valeur des isochrones déduites de TRAC.....	19
Tableau 4 : Valeur des isochrones déduites de Wyssling .....	19
Tableau 5 : caractéristiques théorique de la zone d’appel d’après la méthode de Wyssling .....	19

## **1.RAPPEL REGLEMENTAIRE**

Les hydrogéologues agréés en matière hygiène publique, interviennent exclusivement à la demande des ARS et sont chargés d'émettre des avis dans le cadre des procédures administratives définies par les réglementations en vigueur.

En particulier pour la protection des ressources utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, l'hydrogéologue agréé a pour mission prioritaire de donner un avis sanitaire sur (R. 1321-6 du Code de la santé publique) :

- la disponibilité en eau de bonne qualité,
- la délimitation des périmètres de protection des captages d'eau potable,

Ils ont également pour mission de proposer les servitudes et actions d'accompagnement pour assurer la pérennité de la ressource.

L'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique, n'a pas à réaliser de prestations techniques et doit baser son avis sur les études préalables mises à sa disposition par la collectivité.

Son avis doit être motivé et argumenté par des critères hydrogéologiques.

## **2. LE DOSSIER**

### **2.1 Pièces du dossier**

Le dossier qui m'a été confié comprend :

- un rapport de la société CALLIGEE (réf T13-46016) de mars 2014,
- une note complémentaire au rapport T13-46016 de juillet 2014,
- Un plan cadastral au format .DWG,
- Un plan cadastral papier remis le jour de la visite de terrain.

Le rapport de la société CALLIGEE a pour titre : « Etudes préalables à la définition des périmètres de protection – Puits AEP de Pradines – Pradines (Lot) – Diagnostic et synthèse de données existantes ».

Il est chapitré de la manière suivante :

1. INTRODUCTION,
2. PRESENTATION DE LA COLLECTIVITE,
3. CARACTERISTIQUES DES CAPTAGES ET DES INSTALLATIONS,
4. QUALITE DES EAUX CAPTEES,
5. GEOLOGIE, HYDROLOGIE et HYDROGEOLOGIE,
6. CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DE LA NAPPE,
7. ORIGINE DE L'EAU CAPTEE,
8. DETERMINATION DE LA VULNERABILITE,
9. ENVIRONNEMENT et RISQUES DE POLLUTION,
10. PROPOSITIONS DE PERIMETRES DE PROTECTION.

Ce rapport comprend en annexe 24 cartes au format A3 et 14 annexes.

Ce dossier m'a été envoyé par la poste et ne m'a pas été présenté par le bureau d'études lors d'une réunion.

J'ai complété ce dossier par une visite du site le 12 septembre 2014 en compagnie de M. Michel GRIVAULT, responsable des services techniques de la ville de Pradines accompagné de Cyril DELPORTE, hydrogéologue au Conseil Général du Lot.

## **2.2 Présentation**

Le captage AEP de PRADINES, aussi appelé « puits de l'Ile » constitue l'unique point de production de la commune. En plus de ce point de production, la commune de PRADINES a signé une convention d'interconnexion avec le SIAEP d'ESPERE-MERCUES pour un volume journalier maximum de 1 200 m<sup>3</sup>.

Les tableaux suivants rappellent les caractéristiques géographiques et administratives du puits de l'Ile à PRADINES :

Indice BSS	Commune	Situation cadastrale	
		Section	Parcelles
08568X0041/F	PRADINES	AP	11

**Tableau 1 : Caractéristiques administratives du puits de l'Ile**

Coordonnées Lambert II (m)		Altitude (NGF – m)
X	Y	Z
525 930 m	1 942 719 m	112,83 m

**Tableau 2 : Caractéristiques géographiques du puits de l'Ile**

L'unité de distribution de PRADINES est composée :

- Du puits de PRADINES,
- D'une station de traitement par chloration avec une bache de reprise,
- De trois réservoirs d'une capacité totale de 1285 m<sup>3</sup>,
- De plus de 1600 abonnés pour une population de plus de 3 600 hab,
- De 41 km de canalisations.

La consommation moyenne est actuellement de 560 m<sup>3</sup>/j avec une consommation de pointe de plus de 820 m<sup>3</sup>/j.

En fonction des rendements du réseau estimé, les besoins à l'horizon 2040 seront compris entre 685 et 730 m<sup>3</sup>/j en moyenne et compris entre 1010 et 1070 m<sup>3</sup>/j en pointe.

Ces éléments sont les principaux éléments nécessaires pour mon avis réglementaire.

Pour plus de détail voir le rapport T13-46016 de CALLIGEE.

## 2.3 Situation

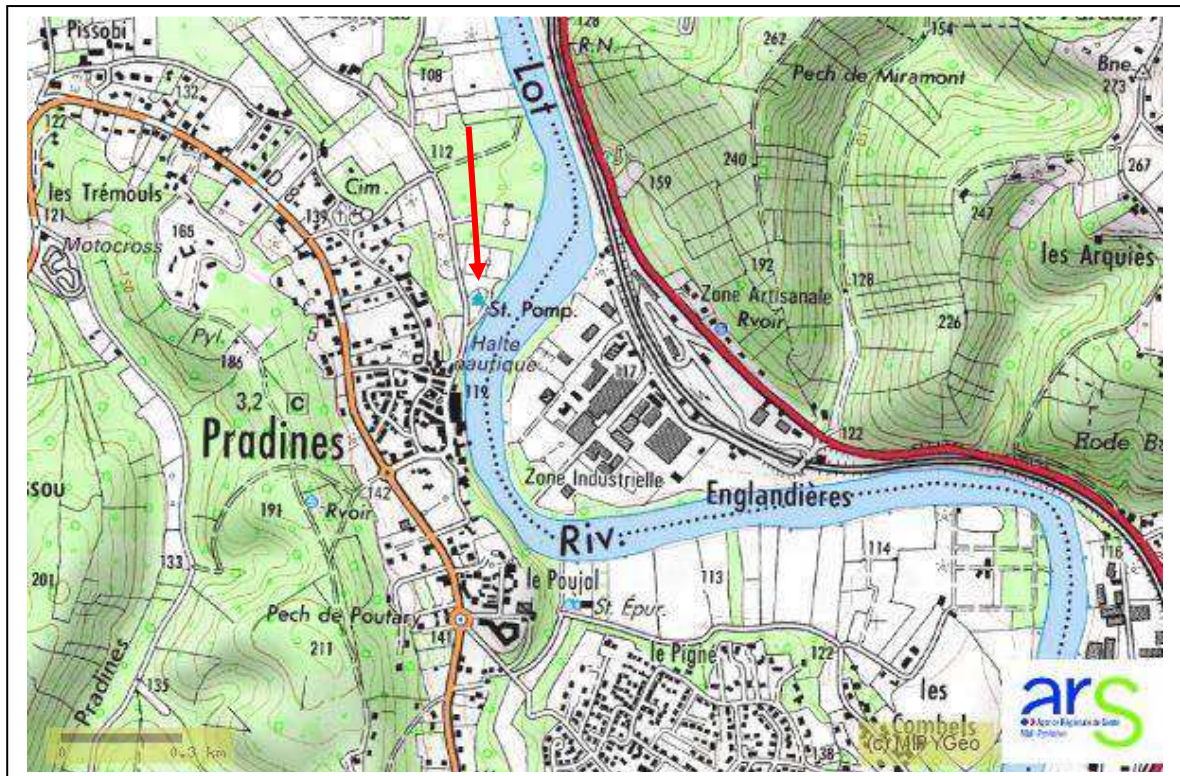


Figure 1 : Situation captage de Pradines – fond IGN – source www. MiPyGéo.fr



Figure 2 : Situation captage de Pradines – Photos aériennes – source www. MiPyGéo.fr



### **3. ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE**

#### **3.1 Contexte géologique**

Le puits de Pradines traverse les alluvions récentes du Lot sur une dizaine de mètres de profondeur. Ces alluvions sont assez hétérogènes mais montrent généralement la coupe suivante :

- Entre 0 et 2 m de profondeur, des limons argileux ou des argiles sableuses sombres,
- Entre 2 et 9 m de profondeur, une alternance de niveaux sableux fins à grossiers, de graviers et de galets roulés
- Au-delà de 9 m de profondeur le substratum calcaire du Kimméridgien.

Les calcaires du Kimméridgien supérieur (formation de Francoulès) sont constitués d'une alternance marno-calcaire sur une épaisseur de 150 m environ.

Ces calcaires affleurent en bordure de plaine alluviale. Localement des alluvions plus anciennes de haute terrasse constituées de galets argileux masquent ces formations. Le bourg de Pradines est construit sur ce substratum calcaire.

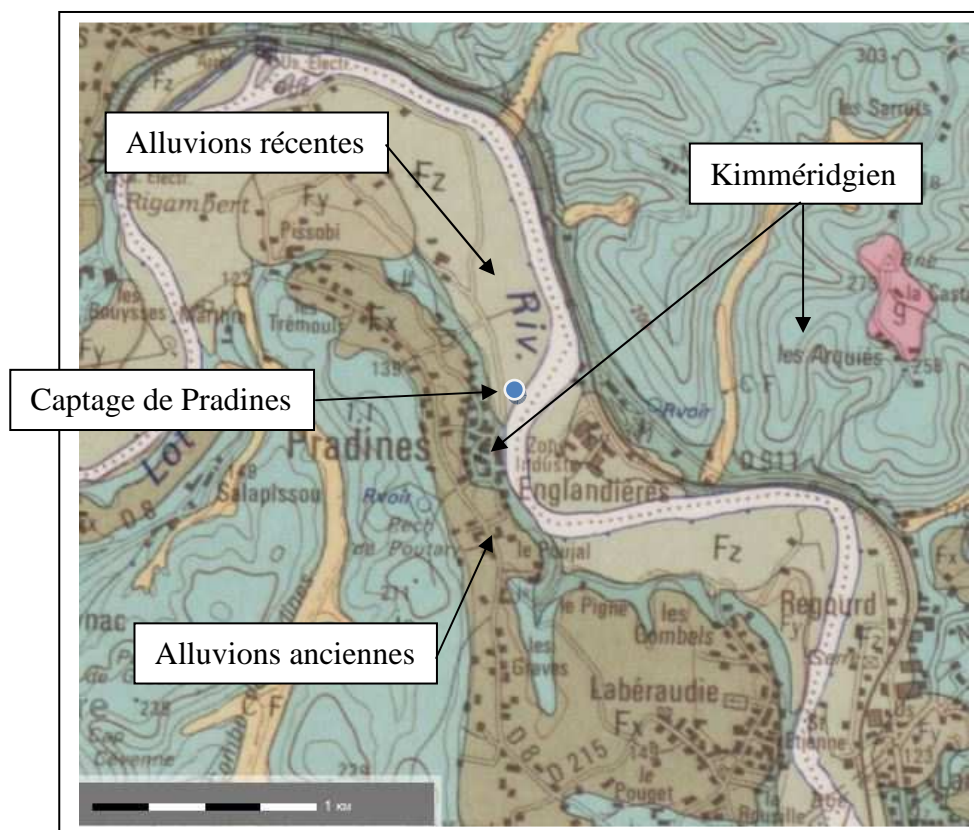


Figure 3 : Contexte géologique – source [www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr)

### **3.2 Contexte hydrogéologique**

Les alluvions récentes du Lot sont saturées d'eau et constituent une nappe d'eau souterraine continue le long de la rivière, dont le niveau est contrôlé par les niveaux du Lot.

Ainsi en hautes eaux la hauteur saturée sera maximale, en revanche en basses eaux l'épaisseur saturée sera faible.

Le puits de Pradines capte cette nappe des alluvions récentes par un ouvrage de 7 m de profondeur.

En hautes eaux la hauteur d'alluvions saturées d'eau est d'environ 6 m, voire plus en crue. En basses eaux, l'épaisseur de la nappe est proche de 4 m.

Le puits est situé en début de méandre du Lot, à une quarantaine de mètres de la berge du Lot et à une centaine de mètres de la limite de la plaine alluviale marquée par les calcaires du Kimméridgien. Dans les plaines alluviales, beaucoup de captages AEP sont ainsi placés car ils bénéficient souvent d'une alimentation importante par le Lot et donc d'une meilleure qualité des eaux souterraines.

Généralement la perméabilité de cette nappe est bonne, de l'ordre de  $10^{-3}$  m/s, ce qui permet, malgré une faible épaisseur saturée, d'obtenir de bons débits d'exploitation.



**Figure 4 : vue générale du puits de captage de Pradines**

## **4. CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE**

### **4.1 Généralités**

Le captage de Pradines est situé dans une prairie, à moins de 100 mètres en amont d'un complexe sportif et à environ 200 m en aval du bourg de Pradines. On y accède par une voie communale appelé Chemin de l'Ile (VC n°3).

Les caractéristiques présentées dans les paragraphes suivants constituent une synthèse du document de CALLIGEE. Seuls les éléments importants ont été repris. Pour plus de détails on se reportera au dossier réalisé par CALLIGEE

### **4.2. Caractéristiques et état des ouvrages de captage**

Le puits de Pradines est un puits à barbacanes de 2 m de diamètre et de 7 m de profondeur. La margelle du puits se trouve à environ 1 m au-dessus du terrain naturel. Il n'est pas possible de savoir si l'espace annulaire est cimenté, mais le puits est à l'abri des intempéries dans un bâtiment en forme de pigeonnier à deux étages.



**Figure 5 : Puits de Pradines ou puits de l'Ile**

On accède au puits en descendant quelques marches. La partie haute est réservée aux moteurs des pompes, aux boîtiers électriques et système anti-bélier. On y accède par un escalier métallique extérieur.

L'ensemble paraît en bon état général.



**Figure 6 : Accès au puits par la porte basse**

### **4.3 Protections réglementaires**

Il n'existe pas de périmètre de protection réglementaire, même si M. Rey, hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique, a rédigé un avis réglementaire avec proposition de périmètres et mesures de protection en février 1990. Cet avis n'a pas été suivi d'une DUP. Dans ces conditions aucun périmètre réglementaire ne protège ce captage.

Sur le terrain un périmètre de protection immédiate est matérialisé par une haie discontinue. Ce périmètre n'est pas clôturé. Dans cette enceinte il y a plusieurs arbres.

### **4.4 Origine de l'eau**

L'eau captée est celle de la nappe des alluvions du Lot.

Plusieurs résultats de l'étude de CALLIGEE montrent que l'alimentation naturelle de cette nappe est double : Le Lot et le coteau calcaire.

Ce dispositif est assez classique et répond au modèle suivant :

- Les crues hivernales successives de la rivière provoquent un gradient naturel entre la rivière et la nappe. Ainsi en crue l'alimentation principale de la nappe est la rivière,
- En dehors des périodes de crue, le niveau de la rivière est plus bas que le niveau de la nappe. La rivière est alors alimentée par la nappe qui s'est rechargée en hautes eaux. Lorsque le coteau est proche, des arrivées du coteau se mélangent aux eaux contenues dans la nappe.

Dans le cas de la nappe alluviale du Lot, ce modèle est compliqué par les variations permanentes du niveau du Lot dues au fonctionnement des usines hydro-électriques et aux éclusés. Dans ces conditions, l'alimentation par le Lot est permanente durant toute l'année avec une plus forte proportion en hautes eaux.

Les pompages accentuent le phénomène en créant une dépression de la surface piézométrique qui « attire » des eaux vers le captage qui n'y seraient pas venues naturellement.

L'étude de CALLIGEE montre qu'en basses eaux, lors des pompages d'essais par paliers, 60% de l'eau provient du Lot ou de la nappe (conductivités faibles) et 40% de l'eau provient du coteau calcaire (conductivité forte).

A ces deux alimentations principales, il faut ajouter la pluie qui s'infiltre à la surface de l'aire d'alimentation du captage.

Cette aire d'alimentation varie fortement suivant les conditions de charges relatives entre le Lot et la nappe.

Les cartes piézométriques présentées par CALLIGEE doivent être prises comme des vues instantanées des niveaux de la nappe en fonction des altitudes relatives des eaux souterraines et du Lot. Par exemple, la carte piézométrique de hautes eaux réalisée hors pompage montre que l'eau souterraine se déplace perpendiculairement au Lot avec une pente de gradient de 2 ‰ dirigée vers le Lot. Elle représente une configuration particulière où l'altitude de la nappe est supérieure à celle du Lot.



De même, la carte piézométrique de basses eaux, hors pompage, ne représente pas un écoulement naturel. Cette carte représente la phase de remontée de la nappe après pompage.

Par ailleurs, je ne suis pas convaincu que l'interprétation donnée au chapitre 7.2 (rapport CALLIGEE) des cartes piézométriques (cartes 7, 8 et 9 – Rapport CALLIGEE) soit pertinente pour les raisons suivantes :

1. Dans le rapport, les altitudes de la nappe sont données avec une précision du millimètre. Sachant qu'une sonde de niveau donne une précision de l'ordre du centimètre et que les altitudes des repères des têtes des piézomètres sont données dans le rapport avec une précision de 10 cm (DGPS de terrain), il faut rester très prudent quant à l'interprétation de ces cartes piézométriques présentées. A cause de ces problèmes de précision, on peut remarquer que l'altitude du Lot à l'aval du puits est supérieure à l'altitude du Lot en amont du puits, ce qui voudrait dire que le Lot coule localement du Nord vers le Sud, ce qui serait pour le moins étonnant,
2. On remarque que l'axe de drainage décrit sur la carte n'existe que par la mesure faite sur le « puits jardins ». Or, lors de ma visite sur le terrain, j'ai pu observer que ce puits servait parfois à l'irrigation des jardins proches. Là aussi, il faut rester prudent quant à l'interprétation de la carte piézométrique de basses eaux.

Il est probable que la précision du nivellement ne soit pas suffisante pour faire une interprétation aussi fine que celle présentée au chapitre 7.2 (rapport CALLIGEE).

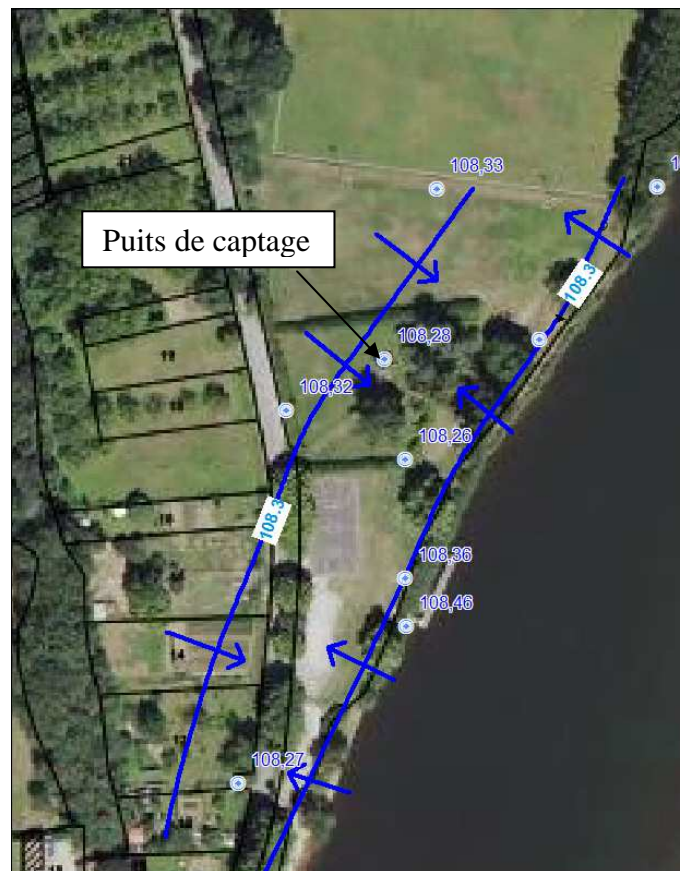


Figure 7 : piézométrie de basses eaux sans pompage

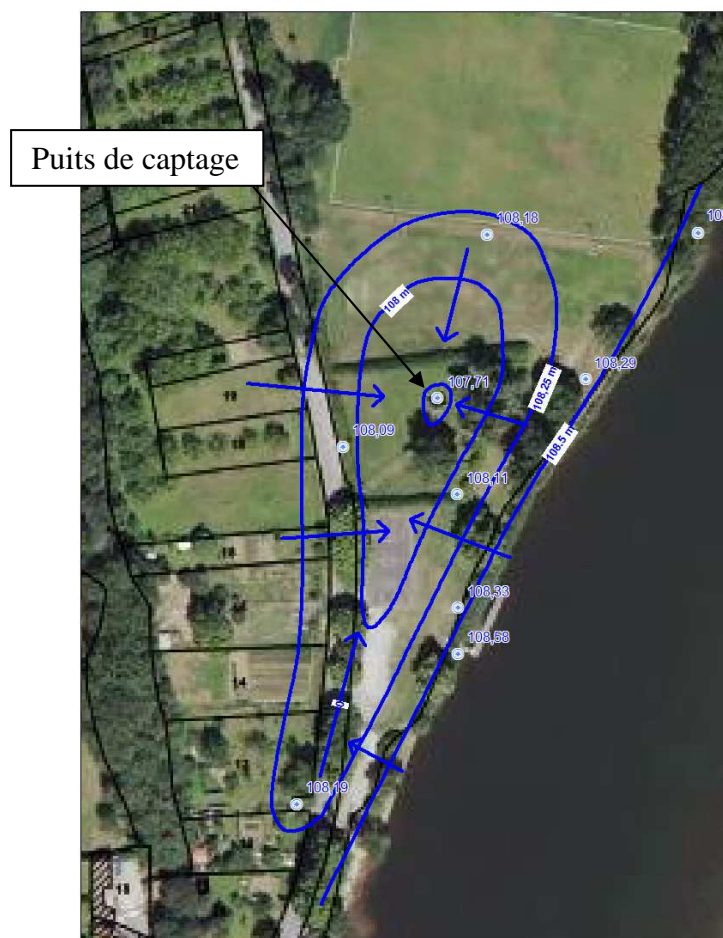


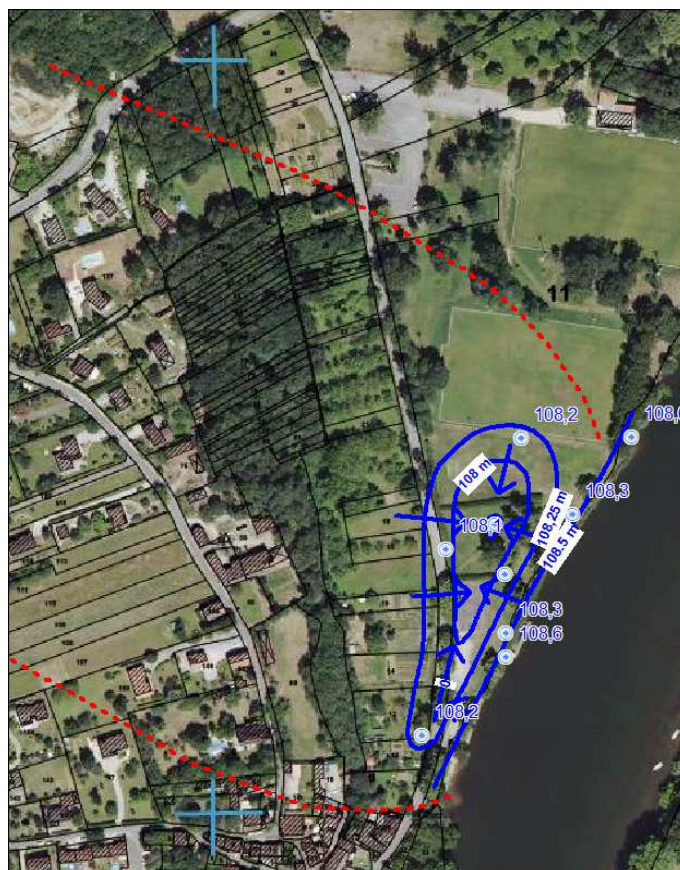
Figure 8 : piézométrie basses eaux après 72 h de pompage

Des cartes piézométriques que j'ai retracées en tenant compte de la précision des mesures, je retiendrai les points suivants :

- La carte réalisée hors pompage montre que la pente de la nappe est très faible,
- Le Lot contribue à reconstituer le volume d'eau extrait par le pompage,
- Il est probable que les berges du Lot soient légèrement colmatées,
- La carte réalisée en pompage montre que la dépression de la nappe attire de l'eau du Lot mais également de la nappe autour du puits,
- La présence d'un drain parallèle au Lot ne s'explique que par le « puits jardins » dont on sait qu'il est utilisé pour l'arrosage,
- Même si ces mesures ne permettent pas de le montrer, la limite de la zone d'influence à la cote 108.3 m NGF se trouve environ au milieu du stade de football au Nord du captage,
- Au sud la limite se trouve immédiatement au sud du « puits jardins »,
- A l'ouest, la limite de la zone d'influence ne va pas jusqu'au calcaires du Kimméridgien.

Si on se réfère à la carte piézométrique de hautes eaux, la direction d'écoulement de la nappe est Nord-ouest Sud-ouest lorsque la nappe présente une altitude supérieure à celle du Lot. Couplé avec la carte piézométrique de pompage en basses eaux, on peut donc en déduire que la zone d'appel du captage et par extension son aire d'alimentation s'étendent vers le nord-ouest.

Je propose de retenir grossièrement les limites de la figure 9.



**Figure 9 : proposition des limites externes de l'aire d'alimentation du captage coté nappe**

A cette aire d'alimentation dans la nappe, il faut ajouter une partie du bassin versant du Lot, puisque les eaux du Lot alimentent la nappe et le captage.

#### **4.5 Débits d'exploitation**

Les divers essais de puits réalisés (1984, 2008 et 2013) montrent des courbes caractéristiques similaires.

En revanche, le débit critique, débit à ne théoriquement pas dépasser en exploitation varie de 44 m<sup>3</sup>/h en 1984 à 28 ou 29 m<sup>3</sup>/h respectivement en 2013 et 2008.

On estime que le débit critique est atteint lorsque les pertes de charges quadratiques deviennent dominantes par rapport aux pertes de charges linéaires.

Les valeurs de 28 et 29 m<sup>3</sup>/h ont été retenues à partir de cette règle.

Les pertes de charges quadratiques sont des pertes de charges singulières qui dépendent de l'état de colmatage des crépines et du complexe massif de graviers-crépines.

Cette notion est difficilement applicable au puits de Pradines puisqu'il s'agit d'un puits à barbacanes sans massif de graviers. Ce type d'ouvrage génère des pertes de charges quadratiques par sa conception même.

Il est donc normal que très rapidement les pertes de charges quadratiques deviennent importantes par rapport aux pertes de charges linéaires.

Lorsque l'on dépasse le débit critique dans un forage classique, on risque de colmater ou d'endommager les crépines ou pomper de grandes quantités de sable.

Dans le cas d'un puits à barbacanes, on utilise la notion « d'auto-développement » qui consiste à dire que la granulométrie du terrain est suffisamment hétérogène pour que les fines entrent dans le puits et que les matériaux grossiers constituent une sorte de « massif de graviers naturel » permettant de retenir les matériaux plus grossiers.

Ainsi, par principe un puits à barbacanes s'ensable au début de l'exploitation. Dans les barbacanes les circulations sont automatiquement turbulentes. Pour autant, la dégradation des barbacanes est peu probable compte-tenu de leur diamètre.

Ainsi, dans ce type d'ouvrage on retient plutôt le débit critique comme étant :

- Le débit qui permet de ne pas dénoyer les pompes trop rapidement,
- Le débit qui permet de ne pas dégrader la qualité de l'eau par entrée de fines trop importantes (turbidité) ou appel d'eau de mauvaise qualité.

Ainsi, comme il est constaté dans les conclusions du rapport de CALLIGEE, un pompage à 45 m<sup>3</sup>/h est tout à fait acceptable puisque depuis des années il ne génère, ni le dénoyage des pompes, ni la dégradation de la qualité de l'eau.

On peut donc considérer que le débit actuel des pompes de 45 m<sup>3</sup>/h est le débit d'exploitation à retenir.

#### **4.6 Qualité des eaux**

Les eaux captées présentent une bonne qualité physico-chimique avec une absence de pesticides et des teneurs en nitrates le plus souvent inférieures à 10 mg/L. Toutefois, la turbidité peut parfois être excessive avec des valeurs supérieures à 1 NTU avec une valeur moyenne autour de 0,76 NTU

La qualité bactériologique est généralement bonne. Aucune contamination grave n'a été constatée sauf lors d'épisodes exceptionnels comme les inondations de la plaine alluviale.

Enfin, le type d'eau capté varie en fonction du débit de pompage et des conditions de niveaux relatifs entre la nappe et le Lot. En particulier, la conductivité peut varier de 330 à 460 µS/cm et le manganèse 1 à 29 µg/L (Référence de qualité 50 µg/L). Les eaux du Lot sont peu minéralisées et plutôt agressives. Les eaux du kimméridgien sont minéralisées et incrustantes.

Les eaux captées sont le plus souvent incrustantes avec des épisodes agressifs en fonction de la proportion d'alimentation de la nappe par les eaux du Lot.



## **4.7 Vulnérabilité**

La vulnérabilité d'un captage correspond à la facilité avec laquelle un polluant peut atteindre un captage et y rester durablement.

Dans la pratique le principal critère pris en compte est la vitesse de déplacement du polluant depuis le point de déversement jusqu'au point de captage. On distingue généralement :

1. Le déplacement vertical du polluant dans la zone non-saturée de l'aquifère entre la surface du sol et la surface de la nappe,
2. Le déplacement horizontal du polluant dans la partie saturée de la nappe.

Dans le cas particulier du captage de Pradines, il faut aussi tenir compte du déplacement du polluant le long de la rivière le Lot.

Pour qualifier la vulnérabilité, la société CALLIGEE a utilisé :

- Les traçages,
- Les calculs des isochrones par diverses méthodes,
- L'étude pédologique et des essais de percolation pour quantifier la capacité des terrains de couverture à retarder une pollution.

### **✓ Les traçages**

Deux traçages ont été réalisés :

1. Traçage depuis le Pz4 en conditions « radial convergentes »,
2. Traçage depuis le rejet de la STEP de Pradines dans le Lot.

Des résultats des traçages présentés dans le rapport de CALLIGEE, je retiendrai les éléments suivants :

- Le traçage réalisé à partir du Pz4 fournit les caractéristiques hydro-dispersives de la nappe captée,
- La porosité cinématique est faible de l'ordre de 1%. Ce paramètre est trop faible pour ce type de milieu. Sans avoir pu déterminer s'il existait une erreur dans les calculs de CALLIGEE, il semble plus probable que cette valeur soit comprise entre 10 et 20 %,
- La dispersivité longitudinale est forte, de l'ordre de 6 m,
- Les vitesses obtenues sont des vitesses caractéristiques du déplacement des eaux sous l'influence du pompage. Plus on approche du puits, plus les vitesses seront grandes. Dans ces conditions, les vitesses caractéristiques fournies dans le rapport ne sont valables que pour la distance entre Pz 4 et le puits (système traçage Pz4-Puits),
- Le traçage depuis le Lot montre des vitesses de transit importantes dans la rivière de l'ordre de 150 m/h,
- Le maximum de la restitution unitaire de l'ordre de  $4 \cdot 10^{-9} \text{ L}^{-1}$  montre que la dispersion-dilution du traceur est importante dans le Lot.
- Le fort taux de restitution du point de suivi en bordure du Lot (123 %) montre que les débits du Lot sont mal maîtrisés,
- Le taux de restitution très faible au puits (0,004 %) confirme que l'alimentation du puits par le Lot est très faible par rapport aux débits de Lot,
- En comparant les pics de traceur dans le Lot et dans le puits, il apparaît un abattement de plus de 95 % de la concentration.

A partir de ces résultats de traçages on peut faire une simulation simple de pollution au captage.

On suppose un déversement ponctuel dans le Lot, au droit de la station d'épuration de Pradines, de 100 kg d'un produit polluant entièrement miscible dans l'eau. Dans les conditions du traçage, la concentration dans le Lot au droit du captage de l'Ile sera au maximum de 0,4 mg/L. En tenant compte de l'abattement de 95% montré par les résultats du traçage, la concentration au captage du puits de l'Ile sera de 0,0148 mg/L soit 14,8 µg/L.

On voit par conséquent qu'une pollution du Lot aura certes un impact sur la qualité du puits, mais que celle-ci restera limitée en concentration.

Dans les conditions du traçage, un déversement ponctuel dans le Lot aura un impact assez rapide sur la qualité des eaux du puits : environ 5h30 pour les premières apparitions et 9 h pour le pic de concentration. Toutefois compte-tenu des fortes dilutions, le temps de contamination imposant l'arrêt du captage serait de moins de 12h.

On peut donc en conclure que si la vulnérabilité due à la proximité du Lot est réelle, elle reste faible grâce à de fortes dilutions à la fois dans le Lot et dans la nappe.

#### ✓ **Les isochrones**

Les isochrones définissent les courbes reliant les points se trouvant à un même temps d'arrivée au captage.

Deux méthodes ont été utilisées par CALLIGEE :

1. Méthode par le calcul avec la formule de Wyssling,
2. Méthode à partir des résultats du traçage avec le logiciel TRAC développé par le BRGM.

Compte-tenu de la complexité des conditions aux limites de la nappe captée (alimentation par le Lot, alimentation par les calcaires), ces 2 méthodes ne peuvent que donner des valeurs entachées d'une grande imprécision.

De plus, je pense qu'il y a une erreur dans l'utilisation de ces méthodes par CALLIGEE. En effet, les isochrones sont basés sur le temps moyen de séjour du nuage de polluant qui correspond à sa vitesse apparente et non au temps et vitesse de première apparition. Ainsi toutes les valeurs d'isochrones présentées dans le rapport de CALLIGEE donnent des distances beaucoup trop importantes.

Les isochrones pour un débit de pompage de 40 m<sup>3</sup>/h calculés avec TRAC sur la base du traçage réalisé depuis le Pz4 (annexe 10) et en estimant que la nappe est homogène et sans gradient sont rassemblées dans le tableau suivant :

<b>Temps en jours</b>	1	5	10	20	30	50	100
<b>Distance en mètres</b>	54	123	182	261	323	419	580

**Tableau 3 : Valeur des isochrones déduites de TRAC**

Le tableau n°4 présente les isochrones calculés employant la méthode de Wyssling avec les paramètres suivants :

Débit Q = 40 m<sup>3</sup>/h,

Perméabilité K = 5,7 10<sup>-3</sup> m/s (essai de pompage),

Pente du gradient i = 0,002 (gradient déduit de la carte piézométrique de hautes eaux),

Porosité cinématique ω = 0,15 (valeur la plus probable dans ce type de formations)

Epaisseur saturée b = 4.5 m (moyenne des épaisseurs saturées dans les piézomètres)

<b>Temps en jours</b>	1	5	10	20	30	50	100
<b>Distance en mètres en amont</b>	26	69	111	186	256	393	726
<b>Distance en mètres en aval</b>	10	18	23	27	30	32	35

**Tableau 4 : Valeur des isochrones déduites de Wyssling**

Le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques de la zone d'appel théorique :

<b>Largeur de la zone d'appel = B</b>	<b>244 m</b>
<b>Largeur au droit du puits = B'</b>	<b>122 m</b>
<b>limite d'influence en aval = x0</b>	<b>38,8 m</b>

**Tableau 5 : caractéristiques théorique de la zone d'appel d'après la méthode de Wyssling**

**Remarque :**

La formule présentée page 99 du rapport de CALLIGEE, n'est pas la formule de Wyssling. La formule de Wyssling est plus élaborée. Elle tient compte du rayon de la zone d'appel en l'absence de gradient x<sub>0</sub>, et donne les distances en amont et en aval du puits en fonction de la pente du gradient de la nappe hors pompage ainsi que la largeur de la zone d'appel au droit du puits et en amont du captage.

On remarque que ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles obtenues à l'aide de la modélisation du traçage depuis Pz4. Elles diffèrent car la formule de Wyssling tient compte d'un gradient ce qui a pour conséquence d'allonger les distance isochrones à l'amont du captage et les raccourcir en aval.

Toutefois, il faut se rappeler que ces calculs sont théoriques et ne tiennent pas compte des conditions aux limites comme l'alimentation par le Lot. L'alimentation par le Lot a pour conséquence de diminuer les distances isochrones en amont du captage.

### ✓ Etude pédologique et essais de percolation

Des études pédologiques menées par CALLIGEE je retiens les éléments suivants :

- La nature des sols est assez homogène,
- Sous une faible épaisseur de terre végétale, on rencontre sur plus d'un mètre des argiles ou des limons caillouteux,
- Le caractère sableux augmente avec la profondeur,
- Les berges et les stades présentent des sols remaniés,
- Les sols naturels sont peu perméables ( $< 5 \text{ mm/h}$  ou  $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ),
- Les sols remaniés présentent des perméabilités plus fortes sans que les sols soient très perméables ( $50$  à  $140 \text{ mm/h}$  ou  $1,4$  à  $3,8 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ).

En se référant aux méthodes habituelles de classification de la vulnérabilité, la capacité des sols à protéger l'aquifère sous-jacent peut-être qualifiée de moyenne à faible. Moyenne sur les terrains entourant le captage et faible le long du Lot et sur les parcelles transformées en stade.

L'épaisseur de la zone non-saturée est comprise entre 3 et 4 m. En prenant une porosité cinématique de l'ordre 15%, on obtient un temps de transit vertical d'environ 5 à 7 jours.

On peut estimer que la vulnérabilité du puits de l'Île à Pradines est **moyenne** pour les raisons suivantes :

1. En moyenne l'eau met plus de 30 jours pour parcourir 250 à 300 m depuis le nord-ouest jusqu'au captage (calcul théorique),
2. Même si les temps de transit depuis le Lot sont relativement courts pour les premières apparitions, une pollution du Lot arrive au captage avec un abattement de l'ordre de 95%,
3. En 12 h de pompage environ une éventuelle pollution ponctuelle du Lot disparaît au captage,
4. Il existe une couverture apportant un retard à l'infiltration assez important 5 à 7 jours,
5. La nature des sols permet de retarder voire d'épurer les pollutions superficielles,

### **Remarque :**

Mon appréciation de la vulnérabilité est différente de celle de CALLIGEE pour les raisons suivantes :

1. Je prends en considération pour les traçages les temps moyens de séjour, voire le temps modal (apparition du pic) et non les temps de première arrivée. Le temps de première arrivée ne rend pas compte du transit réel d'un éventuel polluant,
2. Les abattements d'une éventuelle pollution depuis le Lot sont importants. CALLIGEE ne prend pas en compte ce paramètre,
3. Les temps transits verticaux sont assez longs. Ce paramètre est important car c'est dans la zone non-saturée que les phénomènes de rétention et d'épuration sont les plus importants

#### **4.8 Environnement sanitaire et risques de contaminations**

L'environnement sanitaire du puits de l'Ile à Pradines est décrit en détail dans le rapport de CALLIGEE.

Je retiens que le captage est situé dans la plaine d'inondation du Lot. Cette plaine n'est pas constructible. Elle est occupée pour sa plus grande partie par des équipements sportifs, des jardins et des espaces boisés.

Par ordre décroissant d'importance les risques de pollution sont les suivants :

- Débordement du Lot et entrée directe des eaux du Lot dans le captage,
- Fuite du réseau d'assainissement qui traverse l'aire d'alimentation le long du chemin communal,
- Lessivage de déversement accidentel de produit polluant sur le chemin communal,
- Utilisation intensive de produits phytosanitaires sur les espaces sportifs situés au nord du captage.

Compte-tenu des abattements trouvés lors du traçage du Lot et de l'absence d'activité pouvant gravement polluer le Lot en amont immédiat du captage, aucun risque important de pollution n'a été retenu à partir du Lot.

Toutefois, toute pollution du Lot aura un impact sur la qualité des eaux du captage. En fonction de l'intensité de la pollution et du type de polluant cet impact pourra demander l'arrêt momentané du pompage.

## **5. PERIMETRES DE PROTECTION**

### **5.1 Périmètres de protection immédiate**

Le périmètre de protection immédiate reprendra le périmètre actuellement matérialisé par des haies et des morceaux de clôtures. Ce périmètre sera agrandi jusqu'à 8 m de la rive du Lot et de quelques mètres vers le stade.

La totalité de ce périmètre doit appartenir à la commune de Pradines. Les limites approximatives de ce périmètre sont reportées sur le plan cadastral annexé. Il comprend les parcelles suivantes :

**Commune de Pradines- Section AP:** 11 (en partie),

Ce périmètre doit être efficacement clôturé, régulièrement entretenu et maintenu fermé. Un système de fossé ou de cunette devra permettre d'éviter l'introduction d'eau de ruissellement de la voirie communale (VC n°3) dans le périmètre de protection immédiate.

**Toute activité autre que l'entretien normal des installations sera interdite sur ce périmètre.**

Le regard de captage (maisonnette à deux étages) doit être aménagé de façon à limiter les entrées d'eau du Lot en cas de crues. D'après l'étude de CALLIGEE, il paraît difficile de rendre totalement hors crue le puits de Pradines. Toutefois, il semble que l'on puisse rendre étanche les accès bas au puits, voire les supprimer et laisser un seul accès haut à l'ouvrage. On doit ainsi pouvoir éviter des intrusions d'eau pour des crues courantes.

La cote de crue maximale admissible devra être déterminée une fois réalisés ces travaux de limitation d'intrusion des eaux du Lot dans le puits de captage.

La commune de Pradines devra être informée des prévisions de crue du Lot dans un plan d'alerte spécifique. Lorsque les prévisions de crue feront apparaître que la cote maximale admissible sera atteinte, la commune de Pradines devra arrêter le pompage du puits de l'Ile et basculer sur une ressource de secours non impactée par les crues du Lot. La faisabilité technique de la mise en place d'un capteur placé à la cote maximale admissible devra être étudiée. Ce capteur aura pour fonction d'arrêter le pompage et de transmettre une alarme au service d'astreinte.

Les arbres présents à l'intérieur de l'enceinte du PPI seront coupés et dessouchés. En revanche, les arbres en bordure du périmètre du côté du Lot pourront être maintenus.

Les piézomètres situés dans ce périmètre seront conservés. Ils seront équipés d'une margelle réglementaire et munis d'une fermeture étanche permettant d'éviter l'introduction d'eau vers la nappe lors des crues du Lot

## **5.2 Périmètre de protection rapprochée**

### **5.2.1 Généralités**

Dans un milieu alluvial comme celui capté par le puits de Pradines, les limites des périmètres de protection rapprochée sont généralement basées sur les isochrones 30, 50 ou 100 jours suivant la vulnérabilité de l'aquifère.

En réalité, ces temps d'arrivée au captage correspondent au temps moyen de séjour qu'il faut généralement aux bactéries pour être adsorbées ou éliminées dans les eaux d'une nappe alluviale. Ainsi, ce dimensionnement du périmètre de protection rapprochée n'est pas calculé pour une pollution accidentelle chimique.

Toutefois, plus la pollution accidentelle chimique aura lieu loin du captage et plus le maximum de la contamination au captage sera faible. Dans ces conditions prendre une limite d'isochrones 30, 50 ou 100 jours a du sens également pour la pollution accidentelle et ponctuelle chronique d'origine chimique.

En revanche, pour la pollution diffuse, même si le fait de limiter les épandages sur une superficie non négligeable de l'aire d'alimentation pourra parfois limiter la hausse de la contamination, le périmètre ainsi défini aura un impact limité sur le bruit de fond de la pollution diffuse. Lorsqu'il existe une telle contamination diffuse, seules des actions à l'échelle de l'aire d'alimentation pourra faire diminuer ce type de pollution.

### **5.2.2 Limites du périmètre de protection rapprochée**

Le périmètre de protection rapprochée est tracé sur le plan annexé au rapport.

Il s'étend sur environ 230 m en amont du captage dans le sens du gradient naturel de la nappe. Il couvre en partie l'isochrone 30 jours calculée de façon théorique. Pour tenir compte de la forme allongée de l'aire d'influence du captage vers le sud ce périmètre est également placé dans cette direction.

Le choix de l'isochrone 30 jour est motivé par le fait que les calculs réalisés sont théoriques et qu'ils ne tiennent pas compte de l'alimentation par le Lot. Or l'alimentation par le Lot va avoir tendance à diminuer les distances isochrones. Ainsi, l'isochrone 30 jours correspond dans la réalité à un temps d'arrivée au captage bien plus long.

Ce périmètre de protection rapprochée est légèrement plus grand que celui proposé par CALLIGEE. Il prend en compte une partie des calcaires surplombant la plaine.

L'occupation actuelle des sols sur ce périmètre correspond à :

- Des espaces sportifs et de loisir en bordure du Lot,
- Des jardins à l'ouest du VC3,
- Des bois et taillis au-delà des jardins vers l'ouest.

Ce périmètre comprend les parcelles suivantes :

**Commune de Pradines - Section AP**

Parcelles : 11 (en partie), 12,13,14,15,16,17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84,

**Commune de Pradines - Section AO**

Parcelles : 28 a et 28 b

Le chemin communal VC3 est inclus dans ce PPR.

**Sur ces parcelles sont interdits toutes les activités et/ou rejets susceptibles d'altérer la qualité de l'eau souterraine ou superficielle.**

La principale mesure consistera à préserver l'environnement du captage en l'état.

En plus des interdictions générales visant à protéger les eaux souterraines et superficielles, et d'après la législation en vigueur, sont notamment interdits dans les périmètres de protection rapprochée :

- les dépôts d'ordures ménagères, immondices, détritiques et, de façon générale tous dépôts de matières usées ou dangereuses,
- la construction de porcheries,
- les rejets, déversements et épandages des matières de vidange, des lisiers, des eaux usées domestiques,
- l'installation d'ouvrages d'évacuation d'eaux usées, brutes ou après traitement (égouts), de canalisations, réservoirs ou dépôts (enterrés ou superficiels) d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés et gazeux, de produits chimiques...,
- les terrains de camping et les cimetières,
- la création de nouvelles voies de communication,
- interdiction d'utilisation des mâchefers d'incinération pour tous types de travaux publics.

Le collecteur d'eaux usées passant à proximité du captage sera conservé. Toutes les mesures seront prises pour assurer son étanchéité parfaite. Des diagnostics réguliers seront réalisés pour vérifier son étanchéité.

Les terrains de sports et de loisirs en bordure de Lot qui entourent le captage peuvent attirer des campeurs temporaires ou des camps de nomades. Une signalisation est déjà en place interdisant l'accès aux campeurs. Cette signalisation devra être maintenue et généralisée sur l'emprise du PPR. Des systèmes efficaces devront interdire l'accès aux équipements sportifs et de loisirs aux véhicules non autorisés. Seuls les engins liés à l'entretien et aux activités du site seront autorisés à accéder.



De plus, je propose que soient interdits :

- toute manifestation sportive ou culturelle, amenant un nombre important de personnes à stationner longuement sur le PPR,
- la construction de locaux (à usage d'habitation, industriel, de dépôts...),
- les fosses septiques et dispositifs épurateurs,
- l'épandage des boues d'épuration,
- la construction d'étables, bergeries ou de tout autre local habité par des animaux,
- le fonçage de puits ou de forages autres que ceux servant à l'AEP, l'exploitation de carrières, l'ouverture ou le remblaiement d'excavations à ciel ouvert,
- les dépôts de fumier et fosses à purins, les dépôts de matières fermentescibles (ensilage, refus de distillation...),

Sur ce périmètre, les parcelles boisées ne pourront pas être défrichées et leur vocation forestière devra être maintenue. En revanche, l'exploitation normale de la forêt est autorisée.

Les piézomètres situés dans ce périmètre seront conservés et pourront servir de piézomètre d'alerte ou de suivi d'une éventuelle pollution. Ils seront équipés d'une margelle réglementaire et munis d'une fermeture étanche permettant d'éviter l'introduction d'eau vers la nappe lors des crues du Lot.

### **5.3 Périmètre de protection éloignée - Zone de vigilance**

L'aire d'alimentation du captage de l'Ile comprend :

- L'aire d'alimentation dans la plaine alluviale qui s'étend dans les calcaires situés au nord-ouest,
- Le bassin versant du Lot en amont du captage.

Il ne semble pas nécessaire de mettre en place un périmètre de protection éloignée pour les raisons suivantes :

1. Les vitesses de déplacement des molécules dans la nappe alluviales sont suffisamment faibles pour éviter une pollution grave du captage si un accident de pollution se produisait en dehors du périmètre de protection rapprochée,
2. Une pollution du Lot aura des impacts sur le captage de l'Ile mais également sur d'autres captages AEP. Un périmètre spécifique au captage de l'Ile n'a donc pas de sens.

Il paraît plus judicieux, compte-tenu des enjeux d'usage sur le Lot, de mettre en place un système d'alerte efficace qui permette d'avertir les utilisateurs directs et indirects des eaux du Lot de l'arrivée et de l'évolution d'une pollution des eaux. La commune de PRADINES devra être intégrée à ce plan d'alerte.

Je rappelle qu'une fois la pollution dans le Lot passée, un pompage d'une douzaine d'heure permet d'éliminer la totalité de la pollution de la nappe.

Il est d'ailleurs possible qu'un tel plan d'alerte existe au niveau préfectoral. Dans ce cas, il faudra vérifier que la commune de PRADINES y est intégrée par rapport aux risques de pollution du captage de l'Ile.

## **6. DIAGNOSTIC SANITAIRE**

L'environnement hydrogéologique et sanitaire du captage est peu contraignant.

La tête du puits de captage et/ou le regard devront être modifiés pour maintenir le plus longtemps possible de captage hors crue. Une fois ces travaux réalisés une cote d'alerte devra être définie et un capteur pourra éventuellement être mis en place pour prévenir de l'atteinte de cette cote.

Avec un débit de l'ordre de 45 m<sup>3</sup>/h, la pérennité de la ressource est garantie aussi bien en quantité qu'en qualité.

Les périmètres et mesures de protection auront pour principal objectif de pérenniser les conditions de captage et de maintenir un environnement sanitaire en l'état.

Les limites du périmètre de protection immédiate reprendront les limites actuelles en allant jusqu'à 8 m des rives du Lot et avec un agrandissement de quelques mètres vers le nord. Ce périmètre sera efficacement clôturé et maintenu fermé.

Le périmètre de protection rapprochée est en partie calé sur l'isochrone 30 jours. Les principales mesures de protection concernent l'étanchéité du collecteur d'eaux usées et la circulation et le stationnement des véhicules sur, ou à proximité, des infrastructures sportives. Le camping et/ou l'établissement de tout campement y seront interdits.

Il n'est pas proposé de périmètre de protection éloignée. Toutefois, la commune de PRADINES devra être intégrée à un plan d'alerte efficace en cas de pollution des eaux du Lot.

Fait à PANAZOL le 6 avril 2015

**Philippe MUET**

Hydrogéologue Agréé  
en Matière d'Hygiène Publique  
pour le Département de la Lot

