

# Investigations réalisées pour la mise en exploitation d'un aquifère de socle à la Guitonnière – Beaufou

Hydrogeological investigations for the exploitation of a hard rock aquifer (la Guitonnière – Beaufou, France)



Aurélien RICAUD et al.  
Bureau d'études CALLIGEE  
(a.ricaud@calligee.fr)

Le Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable (SIAEP) de la Haute Vallée de la Vie est actuellement alimenté dans son intégralité par des ressources superficielles (barrage). Souhaitant diversifier sa ressource, le SIAEP a engagé une campagne de recherche en eau souterraine donnant lieu à l'implantation d'un forage sur la commune de Beaufou, au lieu-dit la Guitonnière. En vue de sa mise en exploitation et de sa protection, de nombreuses investigations ont été menées sur le captage, depuis l'analyse des photographies aériennes, aux inventaires faune flore alimentant l'étude d'impact imposée par la nouvelle réglementation.

## 1 - Historique des études réalisées et objectifs

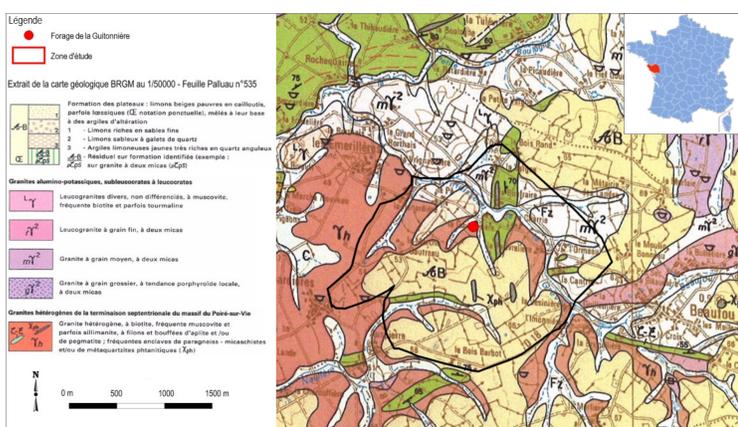
2003	2004 - 2005	2007 - 2009	2009-2010	2009 - 2010	2014 - 2015
<b>Recherche en eau</b>	<b>Approche des potentialités du site</b>	<b>Caractérisation des potentialités du forage</b>	<b>Compléments pour la caractérisation de l'aire d'alimentation</b>	<b>Etudes environnementales</b>	<b>Réalisation de l'étude d'impact</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse de photos aériennes</li> <li>Prospection géophysique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisation du forage d'essai</li> <li>Tests de pompage associés</li> <li>Réalisation du forage définitif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisation de 3 piézomètres</li> <li>Essais de pompage</li> <li>Piezométries</li> <li>Suivi qualité forage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réalisation de 5 piézomètres</li> <li>Essai de pompage</li> <li>Suivi débit/hauteur ruisseau</li> <li>Suivi qualité forage et ruisseau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etude pédologique</li> <li>Etude de vulnérabilité</li> <li>Recensement des activités</li> <li>Hiérarchisation des risques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caractérisation de l'impact sur les zones humides</li> <li>Inventaires faune/flore</li> </ul>

## 2 - Contexte géologique et prospection géophysique

Le site de la Guitonnière se trouve sur la commune de Beaufou, à environ 25 km au Nord-Nord-Ouest de la ville de La Roche-sur-Yon en Vendée (France).

D'après la carte géologique au 1/50000 de Palluau, la région se situe dans le massif granitique de la Roche-sur-Yon.

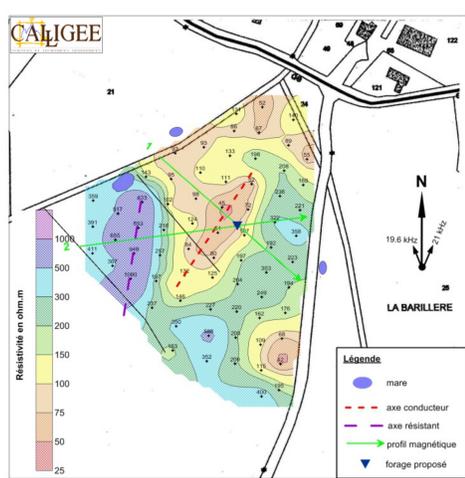
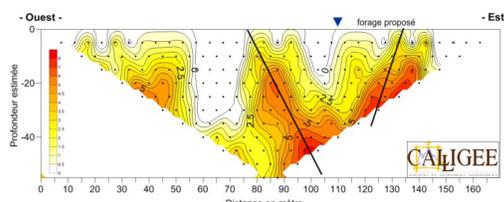
Le captage de la Guitonnière se trouve au droit d'un granite hétérogène à biotite, muscovite et sillimanite, à proximité immédiate d'une grande enclave de micaschiste.



Une campagne de prospection géophysique de type VLF a été mise en œuvre préalablement à l'implantation du forage. Cette technique qui utilise les ondes électromagnétiques transmises par des émetteurs lointains, est basée sur l'étude des hétérogénéités verticales du sous-sol.

Les résistivités apparentes mesurées ont permis de mettre en évidence l'existence d'une zone conductrice très bien marquée. Les mesures en mode magnétique signalent des anomalies assez pentées de part et d'autre de cet axe (pseudo section). Cette structure est à mettre en relation avec un linéament révélé par l'analyse des photographies aériennes, le filon signalé par la carte géologique, et des quartz trouvés sur le site.

Le forage est donc implanté en bordure de l'axe conducteur N30° et au croisement des anomalies magnétiques.



## 3 - Contexte hydrogéologique

Le forage a été réalisé jusqu'à 124 m de profondeur. Sous environ 15 m d'altérites, le granite fracturé est recoupé à partir de 29 m.

Le débit cumulé au soufflage est de 76 m³/h. Après équipement et isolation des altérites, le forage présente un léger débit d'artésianisme.

Le forage recoupe ainsi deux horizons aquifères :

- une première nappe potentielle contenue dans les altérites isolée par cimentation,
- une nappe profonde captive contenue dans le socle fissuré profond.



Forage de reconnaissance avec débit d'artésianisme  
Research borehole with artesian flow rate



Date de réalisation: novembre 2004	Numéro indice BSS: 0535 / 7X / 0016																																																																										
Profondeur: 124 m	Commune / Lieu-dit: La Guitonnière - BEAUFOU (85)																																																																										
Cote NGF: 51 m																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Profondeur (en m)</th> <th>Description lithologique</th> <th>Arrivée d'eau</th> <th>Débit cumulé (m³/h)</th> <th>Coupe technique (foration, équipement)</th> </tr> </thead> <tr> <td>0.00</td> <td>Terre végétale</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00 - 10.00</td> <td>Altérite granitique avec argile marneuse à graptolites de quartz et mica.</td> <td></td> <td></td> <td>HPT Ø 300 mm</td> </tr> <tr> <td>10.00 - 20.00</td> <td>Altérite granitique core blanche à gris, sables argileux avec nombreux mica.</td> <td></td> <td></td> <td>PVC Ø 200 mm</td> </tr> <tr> <td>20.00 - 30.00</td> <td>Granite à grain fin gris avec nombreux mica et quartz.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30.00 - 40.00</td> <td>Granite plus gros, gris.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40.00 - 50.00</td> <td>Leucogranite à grain plus grossier, nombreux quartz et muscovite.</td> <td></td> <td></td> <td>HPT Ø 240 mm</td> </tr> <tr> <td>50.00 - 60.00</td> <td>Granitoides noir, plus ou moins grossier avec nombreuses biotites.</td> <td></td> <td></td> <td>PVC Ø 200 mm</td> </tr> <tr> <td>60.00 - 70.00</td> <td>Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>70.00 - 80.00</td> <td>Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80.00 - 90.00</td> <td>Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>90.00 - 100.00</td> <td>Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100.00 - 110.00</td> <td>Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>110.00 - 120.00</td> <td>Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>120.00 - 124.00</td> <td>Leucogranite très fin et dur.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Profondeur (en m)	Description lithologique	Arrivée d'eau	Débit cumulé (m³/h)	Coupe technique (foration, équipement)	0.00	Terre végétale				0.00 - 10.00	Altérite granitique avec argile marneuse à graptolites de quartz et mica.			HPT Ø 300 mm	10.00 - 20.00	Altérite granitique core blanche à gris, sables argileux avec nombreux mica.			PVC Ø 200 mm	20.00 - 30.00	Granite à grain fin gris avec nombreux mica et quartz.				30.00 - 40.00	Granite plus gros, gris.				40.00 - 50.00	Leucogranite à grain plus grossier, nombreux quartz et muscovite.			HPT Ø 240 mm	50.00 - 60.00	Granitoides noir, plus ou moins grossier avec nombreuses biotites.			PVC Ø 200 mm	60.00 - 70.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.				70.00 - 80.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.				80.00 - 90.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.				90.00 - 100.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.				100.00 - 110.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.				110.00 - 120.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.				120.00 - 124.00	Leucogranite très fin et dur.			
Profondeur (en m)	Description lithologique	Arrivée d'eau	Débit cumulé (m³/h)	Coupe technique (foration, équipement)																																																																							
0.00	Terre végétale																																																																										
0.00 - 10.00	Altérite granitique avec argile marneuse à graptolites de quartz et mica.			HPT Ø 300 mm																																																																							
10.00 - 20.00	Altérite granitique core blanche à gris, sables argileux avec nombreux mica.			PVC Ø 200 mm																																																																							
20.00 - 30.00	Granite à grain fin gris avec nombreux mica et quartz.																																																																										
30.00 - 40.00	Granite plus gros, gris.																																																																										
40.00 - 50.00	Leucogranite à grain plus grossier, nombreux quartz et muscovite.			HPT Ø 240 mm																																																																							
50.00 - 60.00	Granitoides noir, plus ou moins grossier avec nombreuses biotites.			PVC Ø 200 mm																																																																							
60.00 - 70.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.																																																																										
70.00 - 80.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.																																																																										
80.00 - 90.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.																																																																										
90.00 - 100.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.																																																																										
100.00 - 110.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.																																																																										
110.00 - 120.00	Leucogranite à grain moyen avec nombreux quartz et muscovite, à enclave de biotite.																																																																										
120.00 - 124.00	Leucogranite très fin et dur.																																																																										

 MAITRE D'OUVRAGE: Vendée Eau NIVEAU STATIQUE: artésianisme de 1,75 m³/h MAITRE D'OUVRAGE: Aquassys - Dol Forage (35) NIVEAU DYNAMIQUE: 8,06 m le 08/07/2004 USAGE: Sondage de reconnaissance hydrogéologique 0,42 m le 08/11/2004 |

Coupe géologique et technique du forage définitif  
Final borehole data

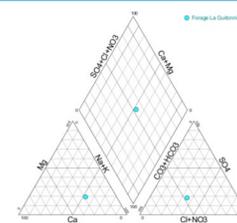
## 4 - Qualité de l'eau captée

Paramètres physiques :

- faciès cationique sodique et potassique, anionique carbonaté
- turbidité conforme (< 2 NFU)
- eau faiblement minéralisée (330 µS/cm)
- eau agressive

Substances indésirables :

- nitrates < 5 mg/l
- fer et manganèse systématiquement au dessus de la norme de potabilité
- absence de contamination bactériologique et de substances toxiques



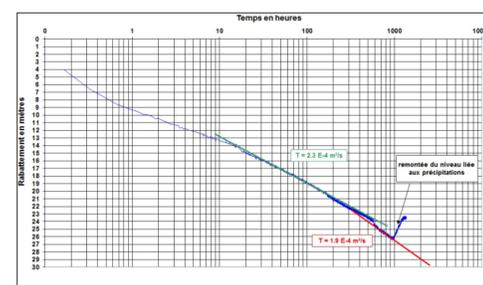
## 5 - Aire d'influence et aire d'alimentation du captage

Les essais de pompage par paliers de débit ont permis de caractériser un débit critique de l'ouvrage définitif d'environ 55 m³/h.

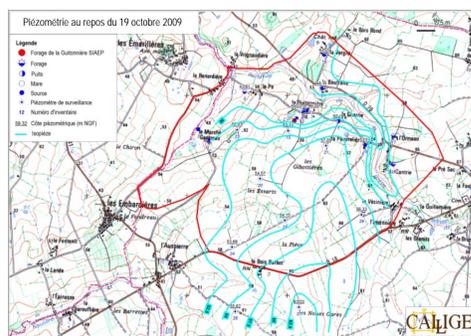
Plusieurs campagnes d'essais de pompage ont été menées pour diverses conditions hydrodologiques. Les paramètres hydrodynamiques moyens obtenus via les divers essais de pompage sont bien caractéristiques des milieux fissurés ( $T = 6.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $S = 8.5 \cdot 10^{-4}$ ).

Le dernier essai de pompage a été réalisé avec le suivi de près de 30 points d'eau, dont :

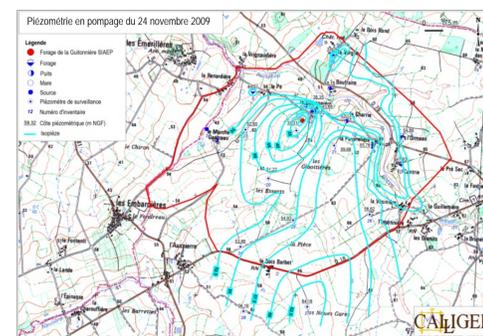
- de nouveaux piézomètres de surveillance localisés plus au Sud,
- un suivi de la hauteur d'eau et du débit du ruisseau de la Grève situé à 300 au Nord,
- un suivi de la qualité de l'eau du forage et du ruisseau.



Essai de pompage longue durée - Courbe de descente  
Pumping test - Drawdown curve



Carte piézométrique au repos  
Non influenced water level contour map



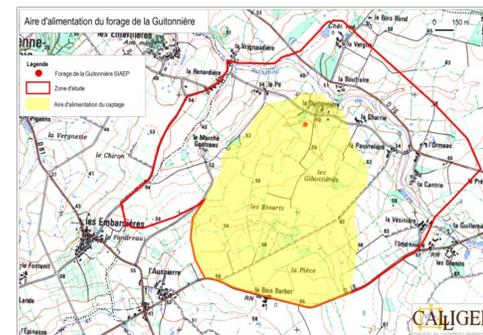
Carte piézométrique au bout de 37 jours de pompage  
Water level contour map after pumping 37 days

Les résultats du suivi quantitatif, mais aussi qualitatif tendent à exclure une alimentation du forage par le ruisseau. Le forage capte surtout des arrivées d'eau profondes, et indirectement l'horizon des altérites. Cette étroite connexion hydraulique est notamment mise en évidence en fin de pompage d'essai avec :

- un assèchement relatif des mares situées à proximité immédiate du forage,
- une remontée du niveau d'eau dans le forage suite à d'importantes précipitations.

Les rabattements en fin de pompage indiquent clairement une zone d'influence orientée le long de la fracturation mise en évidence avec la prospection VLF.

Une aire d'alimentation est ainsi proposée sur la base des données piézométriques ; elle correspond au bassin versant topographique étendu à la zone de fracturation, soit une surface de 1.9 km². Compte tenu de la recharge, le forage peut produire un volume annuel compris entre 154 000 et 180 000 m³. Toutefois, étant donné le contexte d'aquifère fissuré profond, des alimentations à plus grande échelle (extension des fractures en profondeur, voire interconnexions avec des réseaux secondaires) sont probablement à considérer.



Aire d'alimentation du forage  
Borehole recharge area

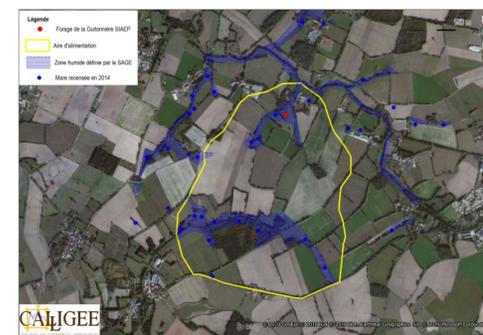
## 6 - Contexte environnemental

L'aire d'alimentation du futur captage a fait l'objet d'une étude environnementale comprenant :

- une cartographie pédologique,
- une évaluation de la vulnérabilité intrinsèque,
- le recensement des activités humaines,
- une hiérarchisation des risques de pollution.

Il en ressort que le site est peu vulnérable et que les risques de pollutions sont peu élevés. L'hydrogéologue agréé par les services de l'état a ainsi proposé des périmètres de protection et des prescriptions associées en 2010. Le périmètre de protection rapproché retenu correspond à l'aire d'alimentation délimitée dans le cadre de l'étude.

Suite à la mise en application de la réforme des études d'impacts en 2012, des compléments d'études ont été demandés pour évaluer l'incidence de l'assèchement de mares et de zones humides sur la faune et la flore. Des inventaires de terrain ont été réalisés en 2014 et 2015. Des mesures compensatoires sont actuellement à l'étude.



Localisation des mares et des zones humides  
Location of ponds and wetland areas

L'étude de ce site est remarquable dans le sens où elle traduit un enchaînement complet et adapté d'investigations concernant à la fois les domaines de la géologie / géophysique, de l'hydrogéologie et de l'environnement. L'ensemble des moyens mis en oeuvre a permis une bonne évaluation du fonctionnement de l'aquifère capté, des potentialités du forage et de son incidence sur le milieu. Ce travail sera vraisemblablement concrétisé fin 2015 par le dépôt des dossiers réglementaires permettant l'autorisation du prélèvement pour l'AEP et l'instauration des périmètres de protection du captage.

