



**Avis sur la demande de LAFARGE  
GRANULATS, de renouvellement et  
d'extension sur l'exploitation de la  
sablière de Lillion – Les Bougrières  
(Rennes, Saint-Jacques-de-la-  
Lande, 35)**

Rapport final

**BRGM/RP-59492-FR**  
Janvier 2011



# Avis sur la demande de LAFARGE GRANULATS, de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablère de Lillion – Les Bougrières (Rennes, Saint-Jacques-de-la-Lande, 35)

Rapport final

**BRGM/RP- 59492-FR**

Janvier 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2011 PIR A09

**JM SCHROËTTER**

<b>Vérificateur :</b>
Nom : Bruno MOUGIN
Date : 29/01/2011

Signature :

<b>Approbateur :</b>
Nom :
Date :
Signature :

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

**Mots clés** : carrière, sables, excavations, piézométrie, Rennes, Saint-Jacques-de-la-Lande, Ille-et-Vilaine, captage AEP de Lillion

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : Avis sur la demande de LAFARGE GRANULATS, de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion – Les Bougrières (Rennes, Saint-Jacques-de-la-Lande, 35) - Rapport BRGM/RP-59492-FR, Janvier 2011, JM SCHROËTTER, 32 pages, 11 illustrations, 1 Annexe

**Document à accès différé :**

Le tirage initial de ce rapport, en nombre fixé par convention, est diffusé à son commanditaire. Sa communicabilité ultérieure à des tiers est liée à la prise d'une décision administrative formelle à laquelle il concourt, conformément à la loi n° 78-753 du 17 Juillet 1978. *Passé ce délai (28/08/2011), ce rapport devient communicable à tout tiers extérieur qui en ferait la demande ; le BRGM ne peut plus être tenu comme responsable de l'usage qui pourrait en être fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.*



## Synthèse

La D.R.E.A.L (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) de Bretagne, Unité Territoriale de Rennes, a sollicité le BRGM en janvier 2011, dans le cadre de son appui technique auprès de l'administration, pour apporter un Avis sur la demande de LAFARGE GRANULATS, de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion - Les Bougrières (Communes de Rennes et de Saint-Jacques-de-la-Lande, 35).

Au regard essentiellement des deux rapports cités ci-dessous, envoyés par la DREAL Bretagne le 13/01/2011, et analysés par le BRGM à partir du 19/01/2011 :

- ✓ Le fascicule 2 (ou Rapport 1 : R1), est intitulé : Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 2 - Etude d'impact sur l'environnement - Annexe 9, Géoarmor, GL/R515b Sept 2009, repris en juin et août 2010, 313 p.
- ✓ Le fascicule 5 (ou Rapport 2 : R2) est intitulé : Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 5 - Etude hydrogéologique - Annexe 12 et Modélisation hydrogéologique complémentaire – Annexe 12bis, Géoarmor, GL/R515b Sept 2009, repris en juin 2010, 144 p.
- ✓ Et de l'avis de hydrogéologue Agréé (Yves Quété), récupéré par le BRGM le 26/01/2011, sur les Sites de Lillion et des Bougrières Captages : Mise en place des Périmètres de protection.

Le BRGM a proposé les trois conclusions qui suivent :

**Conclusion 1** : La société LAFARGE GRANULATS exploite le gisement de sables pliocènes de l'étang de Lillion (Lillion Nord et Sud), en concomitance avec l'exploitation de l'aquifère de cette même formation géologique pour l'alimentation en eau potable, par le Syndicat Intercommunal des Eaux de Lillion (Captage souterrain de Lillion, situé entre les étangs de Lillion et des Bougrières).

Cette double activité sur ce même site, n'a pas, à notre connaissance, rencontrée de problèmes particuliers.

Les modélisations hydrogéologiques (évoquées dans les rapports consultés), ont montré que lorsque les étangs de Lillion (Nord et Sud) étaient en eaux, ils participaient à l'alimentation en eau souterraine du captage (grâce à la bonne perméabilité des sables pliocènes). Ainsi l'exploitation des sables par la société LAFARGE de l'étang Lillion Nord (Lillion Sud étant déjà en eau mais sera progressivement comblé) entraînera sa remise en eau et n'induit vraisemblablement pas une perte importante

de sa capacité de production. Le fait que le captage de Lillion est un ouvrage souterrain (le puits principal PIII à 30 m de profondeur, pour 130 m<sup>3</sup>/h de débit d'exploitation), et que les eaux des étangs sont attirés par ce captage et qu'elles sont filtrées par les sables pliocènes, font que le risque d'altération de la qualité de l'eau souterraine au niveau de PIII est faible.

Cependant le BRGM, en accord avec l'avis de l'hydrogéologue agréé (Yves Quété), soutient le fait que le Syndicat Intercommunal des Eaux de Lillion, devrait faire approfondir le second puits en exploitation PII (actuellement à 14 m de profondeur pour environ 38 m<sup>3</sup>/h), ce qui aurait pour effet de le pérenniser en terme de qualité et de quantité des eaux exploitées, par rapport à l'extraction et à l'exploitation de l'eau de Bougrières (en projet).

Ainsi l'avis pour le renouvellement de l'exploitation des sables sur l'étang de Lillion (Nord et Sud) est donc favorable.

**Conclusion 2 :** La société LAFARGE GRANULATS a exploité le gisement de sables pliocènes de l'étang des Bougrières qui en est la conséquence. Cet étang fait aussi l'objet d'une exploitation temporaire pour l'eau potable par le Syndicat Mixte de Production d'eau potable du Bassin Rennais (SMPBR) qui a fait une demande pour qu'il soit permanent et que des périmètres de protection soient mis en place (cf. avis de l'hydrogéologue agréé cité ci-dessus).

La Société LAFARGE demande une extension de l'exploitation de Lillion vers les Bougrières. Or le captage des Bougrières est un captage d'eaux superficielles.

Les analyses d'eau de l'étang des Bougrières montrent une eau de qualité médiocre et une ressource à l'heure actuelle, vulnérable comme par exemple lors des crues de la Vilaine en 2001.

L'exploitation des sables se ferait ainsi dans le périmètre de protection rapproché sensible qui a été proposé par l'hydrogéologue agréé. Or comme ce captage est superficiel, un périmètre de protection immédiat à l'ensemble de l'étang pourrait aussi bien être proposé. Dans ce cas, l'exploitation des sables par la société LAFARGE serait impossible. Comme il n'existe pas d'historique pour mesurer l'impact de l'extraction des sables sur ce captage superficiel, il est difficile de prononcer un avis.

Il pourrait être judicieux que LAFARGE GRANULATS produise quelques tests adaptés (échantillonnage d'eau à différentes distances et profondeurs par exemple de la drague-suceuse, couplé à de l'observation vidéo pour apprécier les mouvements de sédiments). Ceci permettrait d'évaluer l'impact de l'exploitation des sables sur l'eau de l'étang des Bougrières.

L'autre proposition serait à faire au SMPBR, pour la pérennisation de sa prise d'eau en lui conférant un dispositif filtrant autour duquel se situerait le périmètre de protection immédiat ou encore et plus classiquement que cette prise d'eau soit transformée en exploitation souterraine (en forage par exemple, sous couvert de l'avis de l'hydrogéologue agréé).

Ainsi l'avis de demande d'extension pour l'exploitation des sables de l'étang des Bougrières semble être difficile à prononcer favorablement tant qu'une solution technique quantifiable n'est pas proposée.

**Conclusion 3 :** Le plan de phasage de l'exploitation de LAFARGE GRANULATS pour la demande de renouvellement et d'extension sur la sablière de Lillion - Les Bougrières, prévoit 11 années d'exploitation. Ces années sont réparties comme telles : 8 années d'exploitation sur l'étang des Bougrières et 3 années d'exploitation sur l'étang de Lillion.

Ce plan d'exploitation semble être basé sur la qualité du primaire, tenue par la granulométrie des sables dont ceux des Bougrières semblent convenir. Or les sables actuels en place dans l'étang de Lillion, correspondent à des sables remaniés en provenance de l'étang des Bougrières. Les contraintes de qualité, sur le produit marchand, devraient être ainsi respectées pour LAFARGE.

Le BRGM conseille d'inverser le plan de phasage en commençant par l'exploitation de l'étang de Lillion pendant 3 années ce qui permettrait de mieux s'adapter aux contraintes présentes et en cours d'instruction sur l'étang des Bougrières. Par ailleurs, la transformation en ouvrage souterrain du captage superficiel de Bougrières réduirait (1) de façon importante, la vulnérabilité de sa ressource en eau (qualité et quantité) et (2) les contraintes sur la présence d'une exploitation de sables des Bougrières.



## Sommaire

<b>1. Présentation .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Contexte géologique et hydrogéologie .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Les captages AEP de Lillion-Les Bougrières .....</b>	<b>16</b>
<b>4. Projet de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion- Les Bougrières.....</b>	<b>21</b>
<b>5. Résultats de modélisations hydrogéologiques pour examiner la compatibilité entre le renouvellement et l'extension de l'exploitation de la sablière de Lillion- Les Bougrières et l'utilisation des captages AEP.....</b>	<b>24</b>
<b>6. Conseils, préconisations et conclusions .....</b>	<b>26</b>
<b>7. Bibliographie.....</b>	<b>29</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Extrait d'InfoTerre (infoterre.brgm.fr), avec localisation du secteur concerné (fond IGN au 1/25 000) .....	11
Illustration 2 : Synthèse géologique et coupes sériées du secteur (R3-41 ; R1-28/30) .....	14
Illustration 3 : Extrait de la carte géologique au 1 : 50 000, Feuille Rennes n°317, BRGM éditions .....	15
Illustration 4 : Coupe géologique du gisement de sables pliocènes et relation géométrique entre les différents étangs impliqués et les captages d'AEP (R1-30 et R2-9) .....	16
Illustration 5 : Périmètres de protection autour des captages d'AEP (R1-60 et R2-40) .....	17
Illustration 6 : Zone d'alimentation des captages d'AEP d'après R1-44 et R1-60 et R2-40, synthétisée ici (en bleu : eaux sup. et en noir : eaux sout. ).....	20
Illustration 7: Projet d'extraction sur le site de Lillion-Les Bougrières R1-140.....	23
Illustration 8 : Tableau résumant le projet d'extraction sur le site de Lillion-Les Bougrières R1-140 .....	24
Illustration 9 : Résultats de la simulation numérique (R1-163bis).....	25
Illustration 10 : Conséquences des pompages sur les puits PII et PIII (R2-20) .....	25
Illustration 11 - Localisation des puits PI, PII, PIII et PIV (R3-1).....	26

**Annexe :** Coupes techniques des ouvrages du captage de Lillion.

# 1. Présentation

La D.R.E.A.L de Bretagne, Unité Territoriale de l'Ille-et-Vilaine, a sollicité le BRGM, au cours du mois de janvier 2011, dans le cadre de son appui technique auprès de l'administration, pour donner un avis sur la demande de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion - Les Bougrières (Communes de Rennes et de Saint-Jacques-de-la-Lande, 35) », faite par la société Lafarge Granulats.

La sablière de Lillion – Les Bougrières se situe à cheval sur les communes de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande, dans le département de l'Ille-et-Vilaine (35). Elle est composée de deux étangs principaux, situés sur la rive est de la Vilaine, au sud-ouest de l'agglomération rennaise (Illustration 1). Entre les deux étangs (Lillion au sud et Les Bougrières au nord), le Syndicat Intercommunal des Eaux de Lillion (SIEL) exploite un captage pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) et Syndicat Mixte de production d'eau Potable du Bassin Rennais (SMPBR) envisage la réutilisation d'un captage d'AEP, situé sur un radeau au milieu de l'étang des Bougrières.

Les documents mis à disposition sont les suivants :

Les fascicules 2 et 5 du Dossier de la demande de renouvellement et d'extension, de la société Lafarge Granulats, sur la sablière de Lillion – Les Bougrières, ont été fournis au BRGM par les services de la DREAL Bretagne, par l'intermédiaire d'un courrier reçu au Service Géologique Régional de Bretagne, le 13 janvier 2011.

- Le fascicule 2 (ou Rapport 1 : R1), est intitulé : Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 2 - Etude d'impact sur l'environnement - Annexe 9, Géoarmor, GL/R515b Sept 2009, repris en juin et août 2010, 313 p.
- Le fascicule 5 (ou Rapport 2 : R2) est intitulé : Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 5 - Etude hydrogéologique - Annexe 12 et Modélisation hydrogéologique complémentaire – Annexe 12bis, Géoarmor, GL/R515b Sept 2009, repris en juin 2010, 144 p.

Le plan de phasage de l'exploitation de la sablière de Lillion - Les Bougrières, de Lafarge Granulats, se ferait en deux étapes, réparties sur 11 années.

Une première étape de 8 années dans laquelle l'extraction se fera sur l'étang des Bougrières à l'aide d'une drague, puis une seconde étape de 3 années, toujours à l'aide d'une drague, mais cette fois-ci sur l'étang de Lillion.

Le BRGM répond dans ce rapport aux questions portant sur les aspects hydrogéologiques, c'est-à-dire, sur l'influence potentielle de l'extraction des sables

dans les étangs de Lillion et des Bougrières sur le captage AEP de Lillion et sur celui-ci des Bougrières.

Outre les deux rapports cités ci-dessus, le BRGM a consulté le 26/01/2011, un rapport supplémentaire (ou Rapport 3 : R3) : l'avis de hydrogéologue Agréé (Yves Quété), intitulé :

- ✓ Sites de Lillion et des Bougrières Captages : Mise en place des Périmètres de protection.

Afin de ne pas surcharger le texte, les références au rapport se feront comme suit numéro du rapport suivi du numéro de la page concernée.

Par exemple, la page 5 du rapport R3 sera citée par R3-5.

Avis sur la demande de LAFARGE GRANULATS, de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion - Les Bougrières (Communes de Rennes et de Saint-Jacques-de-la-Lande, 35)

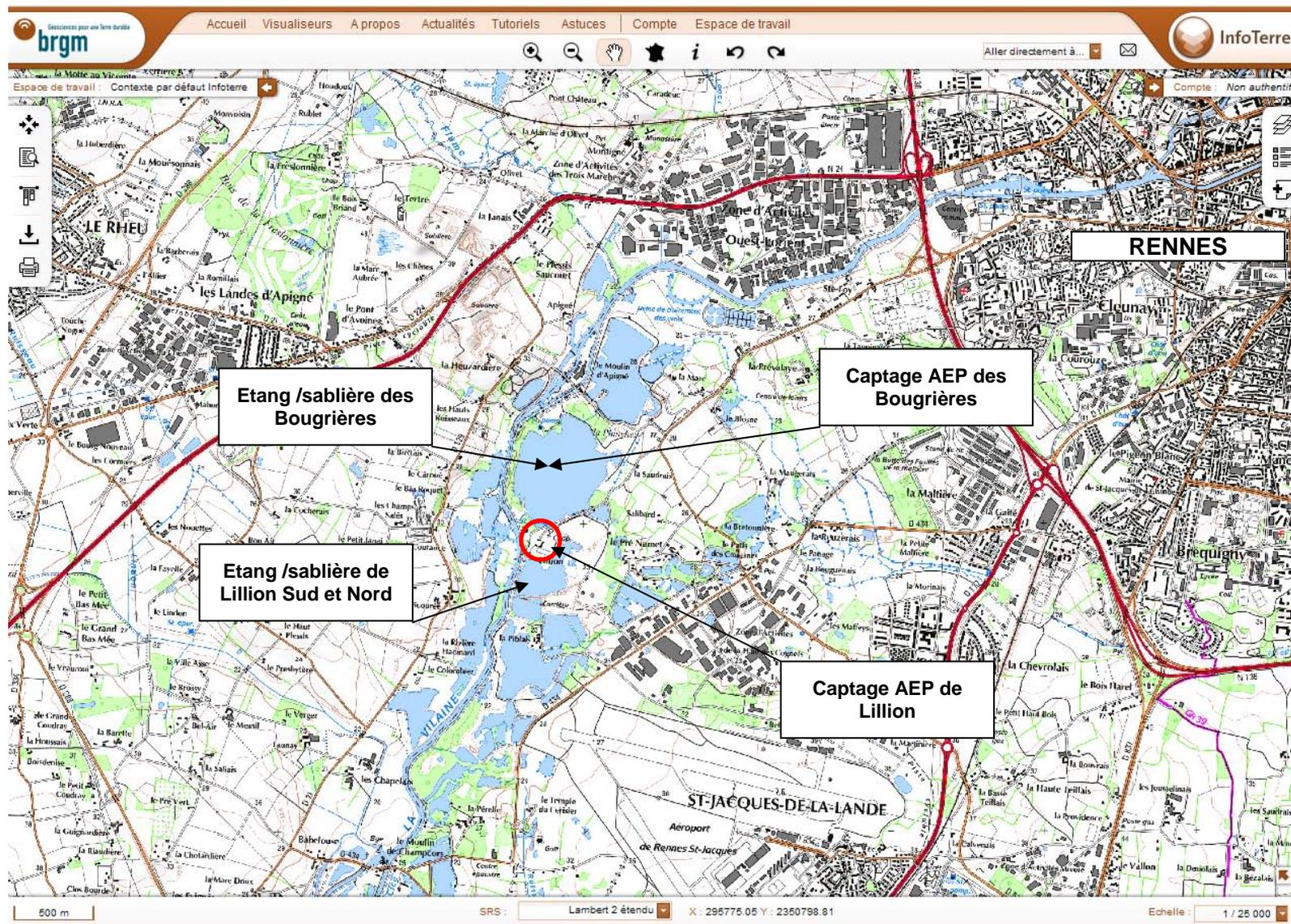


Illustration 1 : Extrait d'InfoTerre (infoterre.brgm.fr), avec localisation du secteur concerné (fond IGN au 1/25 000)

## 2. Contexte géologique et hydrogéologie

### **Géologie :**

Le secteur concerné se situe en bordure ouest de la Vilaine, à la confluence de la Flume et du Blossé, secteur particulièrement riche en anciennes terrasses alluviales du Quaternaire. Ces terrasses alluviales anciennes sont le plus souvent argilo-graveleuses (cf. Notice de la carte géologique – Feuille Rennes, n°317). Elles reposent sur des sables du Pliocène.

Les dépôts de sables pliocènes correspondent à des remplissages sédimentaires d'anciens lits de rivières (ou rias) sous influence marine (Guillocheau et al., 1998). Les secteurs dans lesquels on les retrouve le plus souvent sur le Massif Armoricain, constituent souvent des dépressions, correspondant à des bassins d'effondrement (ou graben) du socle rocheux schisto-gréseux briovérien, plus ou moins altéré.

Ces bassins d'effondrement sont bordés par des failles dites « normales » (d'effondrement) dont les principales directions sont N140 - N150 mais dont il existe des failles de direction secondaire, méridienne (Illustrations 2 et 3).

Généralement, ces bassins sont de faible extension (quelques kilomètres de long et quelques centaines de mètres de largeur) et peuvent être indépendants les uns des autres. Ces dépôts de part la nature de leur remplissage, constituent de bons aquifères, largement exploités pour l'AEP en Ille-et-Vilaine.

### **Hydrogéologie :**

Trois aquifères sont en interaction dans le secteur concerné.

La nappe alluviale des cours d'eau actuels (Vilaine, Flume et Blossé), contenue dans leurs alluvions respectives et qui constitue une nappe dite « libre » (en équilibre avec la pression atmosphérique, et en contact direct avec le sol). Cette nappe communique avec celles qui suivent la topographie des versants alentours (nappe du Pliocène et nappe de socle) et dont elle en constitue un des exutoires naturels.

La nappe des sédiments pliocènes qui peut être considérée dans le secteur étudié comme une nappe dite « semi-captive », puisque celle-ci est située sous les alluvions récentes et contenue dans une structure tectonique souvent complexe (déformation post-hercynienne souvent diffuse).

Enfin une nappe de type « aquifère de socle », contenue dans trois horizons principaux superposés, plus ou moins fracturés et altérés des roches du socle sous jacent (du plus profond au moins profond : Zone saine fracturée, Zone altérée fissurée et les altérites au sens large). Cette nappe a le mode de fonctionnement d'une nappe libre.

Les relations entre ces trois aquifères sont complexes et il est probable qu'il existe des relations et communications entre chacun d'entre-eux. Les lits majeurs des cours d'eau actuels (rivières, rus et zones humides du secteur) peuvent correspondre à des zones d'émergence de la nappe alluviale mais aussi de la nappe du Pliocène (Illustration 1).

L'illustration 2 (tirée de R1-28/30), montre clairement la complexité géologique et hydrogéologique du secteur et la coupe géologique « DE » illustre parfaitement en profondeur les interactions possibles dont les trois types d'aquifères peuvent être le siège.

L'illustration 3 est un extrait de la carte géologique au 1 : 50 000, Feuille Rennes, sur laquelle on peut observer les terrasses alluviales anciennes (notées Fx et Fy), les lits des cours d'eau (notés Fz), au dessus des formations géologiques pliocènes (notées p1-2).

On peut aussi observer les failles bordant les bassins tertiaires (trait noir épais) sur les illustrations 2 et 3.

Avis sur la demande de LAFARGE GRANULATS, de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion - Les Bougrières (Communes de Rennes et de Saint-Jacques-de-la-Lande, 35)

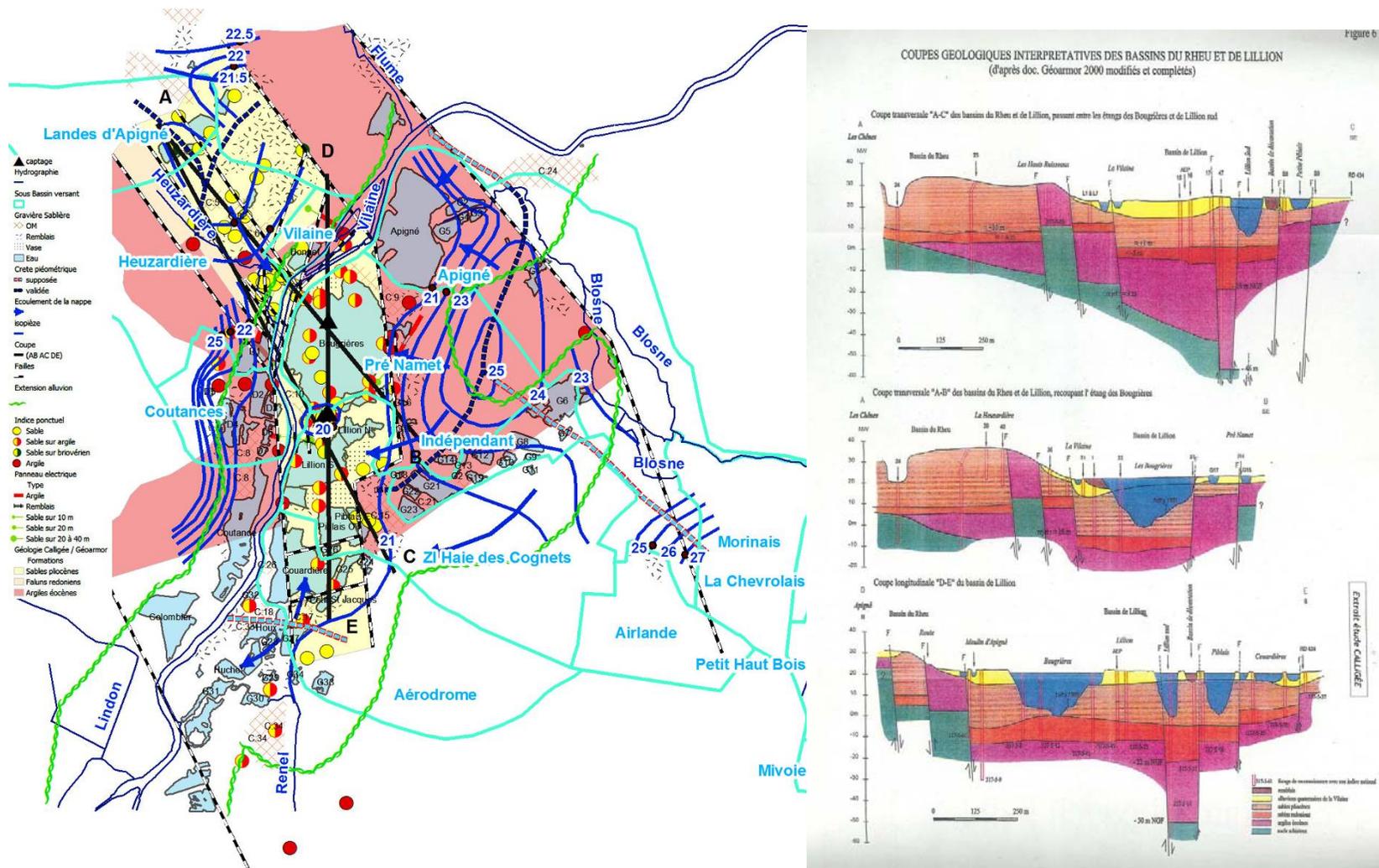


Illustration 2 : Synthèse géologique et coupes sérieées du secteur (R3-41 ; R1-28/30)

Avis sur la demande de LAFARGE GRANULATS, de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion - Les Bougrières (Communes de Rennes et de Saint-Jacques-de-la-Lande, 35)

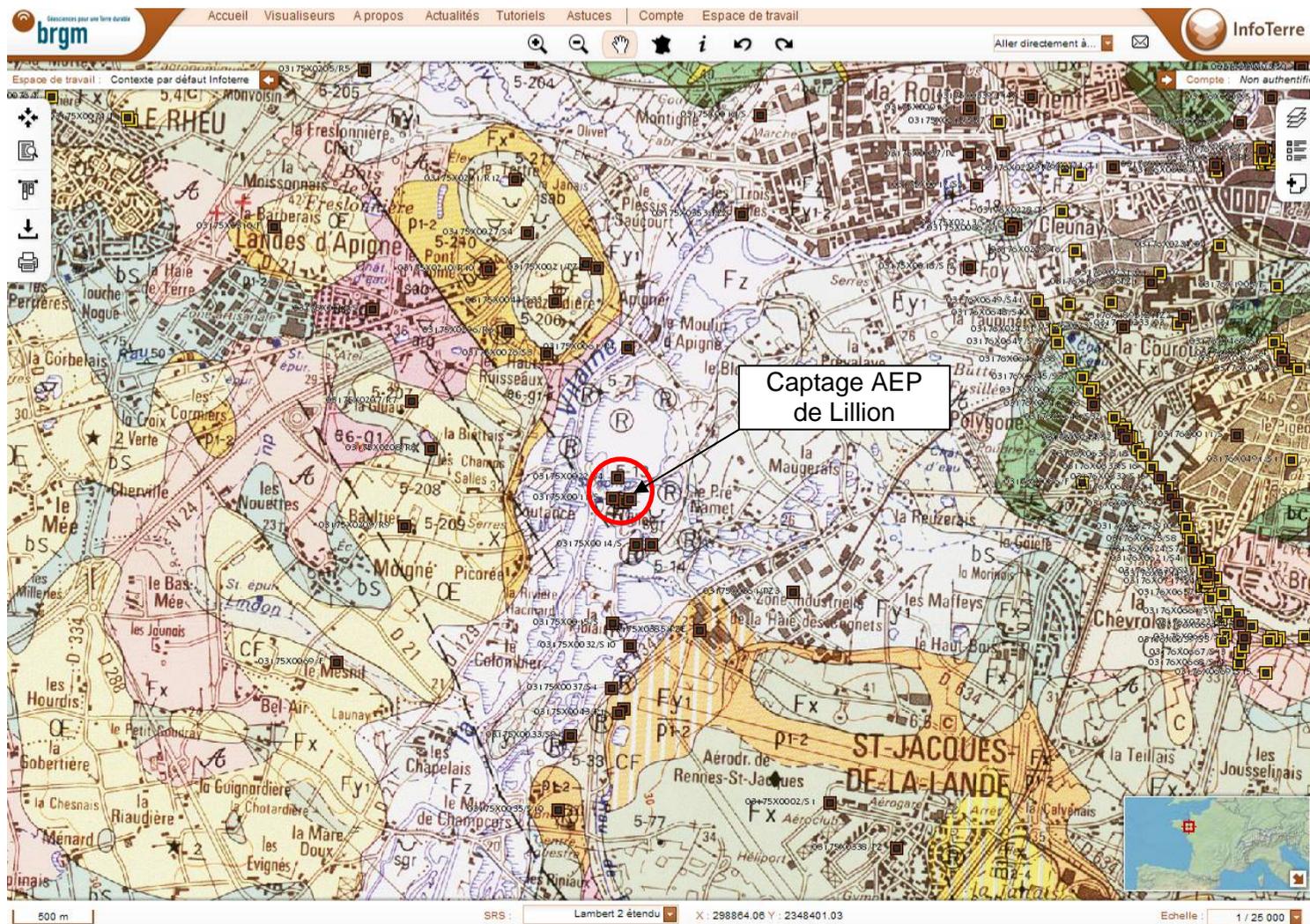


Illustration 3 : Extrait de la carte géologique au 1 : 50 000, Feuille Rennes n°317, BRGM éditions

### 3. Les captages AEP de Lillion-Les Bougrières

#### Description :

Au niveau du captage de Lillion-Les Bougrières, il existe deux sites d'AEP.

Le premier site du captage de Lillion (site 1), est une exploitation souterraine, permanente, du Syndicat des Eaux de Lillion, et composée de quatre forages PI à PIV réalisés entre 1961 et 1979 et atteignant des profondeurs de 14 à 30 m (Illustrations 4 et 5).

PI (14.20 m de prof.) et PIV (30 m de prof.) ne sont plus utilisés, seuls les forages PII (14.15 m de prof.) et PIII (28.80 m de prof.) sont en exploitation avec respectivement des débits de 38 m<sup>3</sup>/h et 130 m<sup>3</sup>/h (R1-55).

Les prélèvements sont de 100 000 à 110 000 m<sup>3</sup>/mois en moyenne, et la production a été de 2002 à 2007, de 1 276 650 m<sup>3</sup> pour sa valeur la plus basse en 2007 et de 1 412 780 m<sup>3</sup> pour sa valeur la plus haute en 2003 (qui constitue une année exceptionnelle sur le plan « sécheresse »). Les prélèvements par an, peuvent être considérés égaux à 1 300 000 de m<sup>3</sup>.

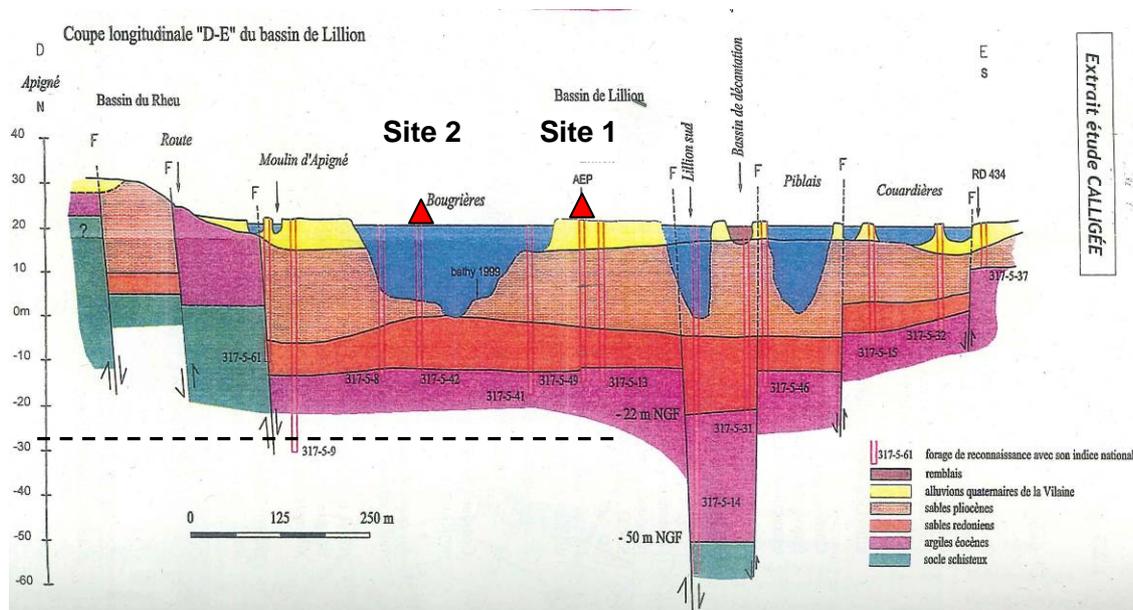


Illustration 4 : Coupe géologique du gisement de sables pliocènes et relation géométrique entre les différents étangs impliqués et les captages d'AEP (R1-30 et R2-9)

Le second site (site 2) est une exploitation de surface, temporaire (Illustration 4), de la ville de Rennes, dans l'étang des Bougrières, composé d'un radeau situé à environ 140 m des berges de l'étang et relié par une conduite acier puis polyéthylène posé sur le fond.

Les prélèvements pour des années dites « normales », ont été de 300 000 m<sup>3</sup>/an, avec un débit instantané de 100 m<sup>3</sup>/h, autorisant 150 jours de pompage de 20 heures/jour, mais avec une cote de l'étang maintenue à 18 m NGF. Pour les années dites « exceptionnelles », les prélèvements ont été de 1 750 000 m<sup>3</sup>/h avec un débit instantané d'environ 700 m<sup>3</sup>/h, autorisant un pompage continu de 3.5 mois, avec une cote de l'étang maintenue à 15 m NGF (R1-57).

Dans le passé, deux prélèvements exceptionnels d'eau, entre mars 1990 et février 1994, puis entre novembre 2005 à avril 2006, de 3 500 000m<sup>3</sup> et de 500 000m<sup>3</sup>, respectivement ont été faits (R3-3).

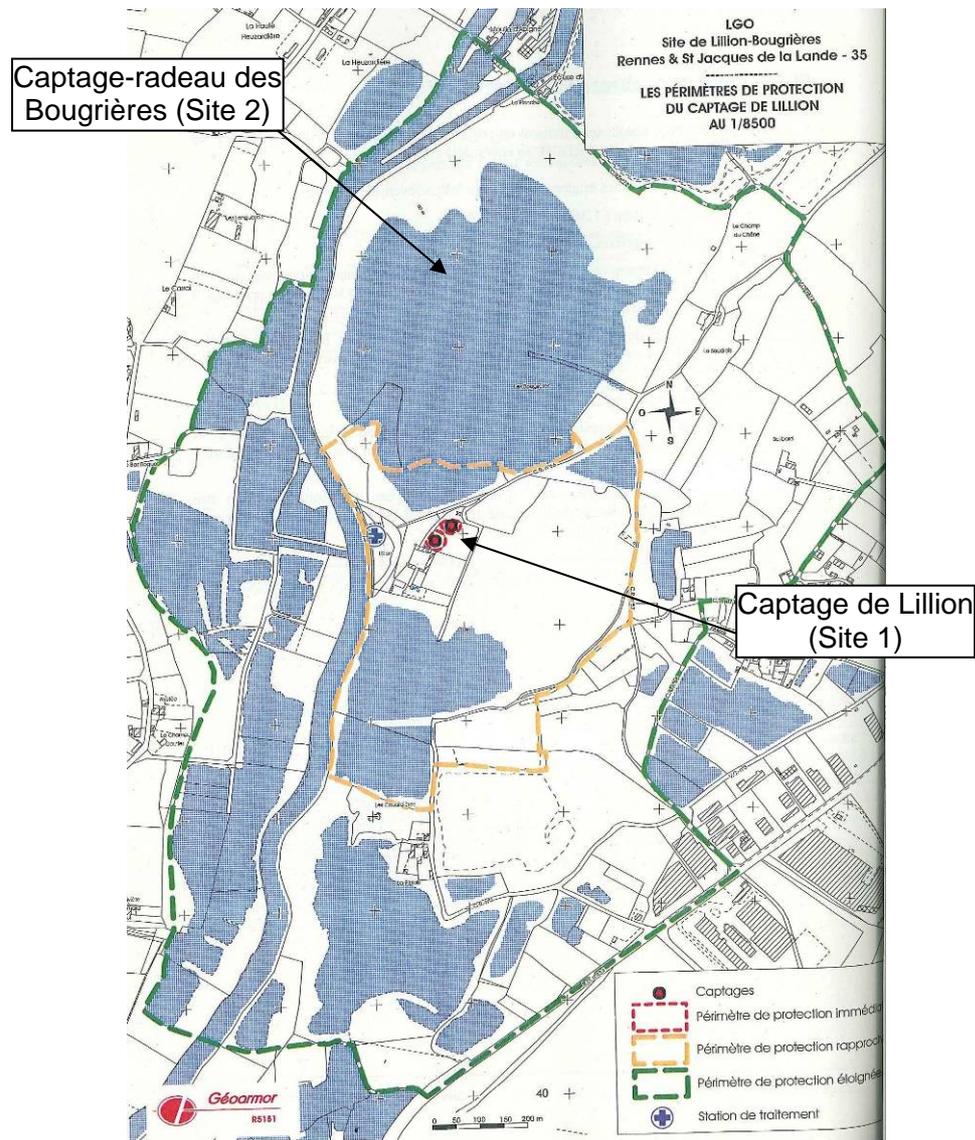


Illustration 5 : Périmètres de protection autour des captages d'AEP (R1-60 et R2-40)

### **Projet :**

Le Syndicat Intercommunal des Eaux de Lillion a pour objectif d'augmenter les possibilités de prélèvements sur les captages de Lillion (projet à l'étude).

En revanche, le SMPBR souhaite transformer le radeau de pompage temporaire en radeau de pompage permanent d'AEP. Les modalités de prélèvements seraient celles-ci :

*Pour une cote de l'étang maintenue à 19 m NGF, Prélèvement maximal instantané de 750 m<sup>3</sup>/h, autorisant 10 jours de pompage/an de 20 heures/jour, soit un volume maximum de 150 000m<sup>3</sup> et*

*Pour une cote de l'étang maintenue à 15 m NGF, Prélèvement maximal instantané de 750 m<sup>3</sup>/h (18 00m<sup>3</sup>/j), autorisant un pompage continu de 3.5 mois environ, soit un volume maximum de 1 750 000 m<sup>3</sup>.*

### **Périmètres de protection :**

Le site 1 (captage de Lillion) bénéficie de périmètres de protection, établis par un hydrogéologue agréé (Yves Quété), et qui ont fait l'objet d'une DUP datée du 19/09/1985 et complétée par l'arrêté de DUP du 12/12/1989 (Illustration 5).

Le site 2 (captage radeau des Bougrières) n'a pas actuellement de périmètres de protection, ceux-ci sont en cours de définition (R2).

### **Quantité et Alimentation des captages (des étangs) :**

D'après les études réalisées par Géoarmor (1994) puis repris par Calligée (2008), les étangs de Lillion et des Bougrières ne sont pas alimentés en ce qui concerne les eaux superficielles, par les mêmes secteurs. L'étang des Bougrières est alimenté par les eaux superficielles en provenance du Blosné, situé au NE de celui-ci, en passant par l'étang d'Apigné. L'étang du Lillion est lui alimenté en eaux superficielles (flèches bleues) par le sud du secteur (Illustration 6).

Le schéma des relations hydrauliques des eaux souterraines entre ces deux étangs et le captage, malgré la complexité du site, montre que l'ensemble est hydrauliquement lié. Les cartes piézométriques dressées lors de diverses études (BRGM, 72, 73, Géoarmor, 1994, 1997 dans avis de l'hydrogéologue et R1-48) montrent toutes à quelques petites différences, deux lignes de crêtes de l'aquifère souterrain à l'Est du secteur étudié (bordure Est de la vallée de la Vilaine) qui partagent autant les eaux superficielles que celles souterraines (ligne en noir, et flèches en noir, Illustration 6) et une alimentation de la bordure Ouest de la Vilaine. Pour les aquifères des alluvions et des sables pliocènes, les cartes piézométriques semblent découper deux sous bassins souterrains : un bassin au sud celui de Lillion et un bassin au nord, celui des Heuzardières.

Au niveau du captage lui-même de Lillion, la piézométrie en 1994 montrait un cône étiré selon un axe SO-NE, en basses eaux et en hautes eaux, et une grande participation de l'étang des Bougrières et de Lillion Nord (qui était en eau). En 1995, la

participation des étangs à l'alimentation en eau souterraine du captage AEP de Lillion avait été estimée à 40% en provenance de l'étang de Bougrières, 40% en provenance de l'étang de Lillion Nord et 20% en provenance de l'étang de Lillion Sud.

La reprise des calculs par Calligée avec le fait que Lillion Nord est comblé actuellement, a montré une participation de 50% de l'étang de Bougrières et 50% de l'étang de Lillion Sud (R1-57).

Dans le Rapport 2 (R2-26), le bureau d'étude Calligée a réalisé des profils piézométriques longitudinaux, à partir des données de 1994, du Nord vers le Sud dans le sens des écoulements hydrauliques des différents étangs et de la nappe des sables.

Ces profils montrent que le niveau de l'étang des Bougrières semble suivre le niveau de la nappe des sables mais son niveau est en règle générale, plus bas que celui des étangs situés en aval hydraulique. Cette caractéristique avait été remarquée par Calligée, qui soulignait le fait que cet effet pouvait être considéré comme l'impact exercé par les prélèvements de l'AEP de Lillion sur la nappe des sables et sur l'étang des Bougrières.

Situé en amont hydraulique, l'étang des Bougrières plus bas lors de l'exploitation du captage de Lillion, pourrait donc avoir une participation à l'alimentation du captage souterrain plus élevée que ce qui est estimée ci-dessus (60 % contre 40% pour Lillion Sud ?).

Une précision peut être aussi apportée sur la relation entre la Vilaine et les étangs. Un essai de pompage a été effectué en 2008 par Calligée, sur deux nouveaux piézomètres PZ1 et PZ2 (situés au nord de l'étang des Bougrières), sur un profil perpendiculaire à la Vilaine (19 m<sup>3</sup>/h du 30/09 au 14/10), et alors que le rabattement sous la Vilaine avait atteint les - 4m, le niveau de celle-ci n'avait quasiment pas varié et s'était comportée comme un « canal perché » (citation de l'hydrogéologue agréé, R3-17).

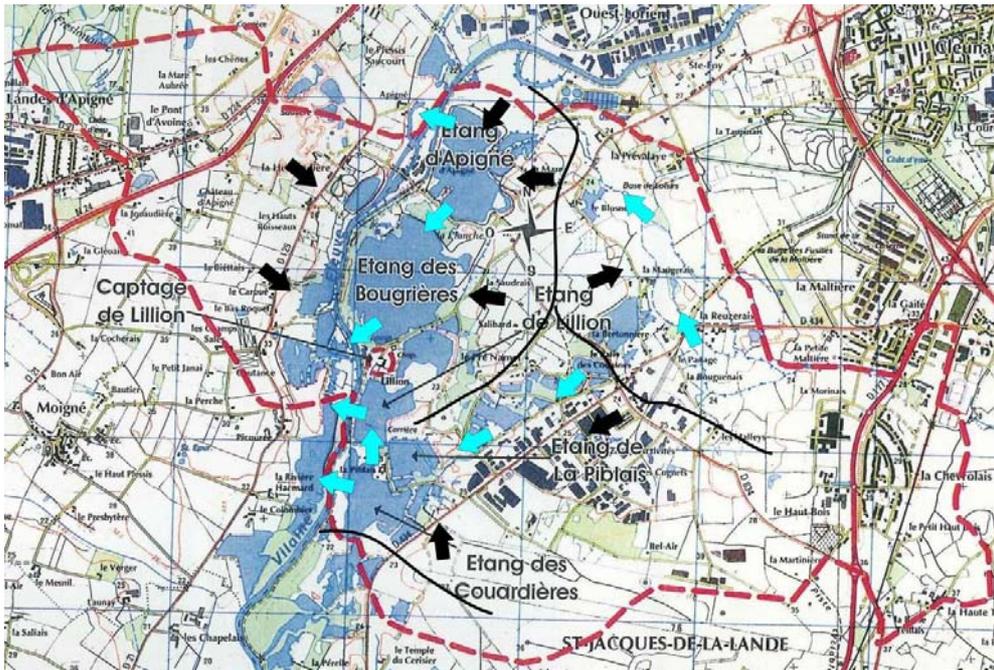


Illustration 6 : Zone d'alimentation des captages d'AEP d'après R1-44 et R1-60 et R2-40, synthétisée ici (en bleu : eaux sup. et en noir : eaux sout. )

L'ensemble des éléments rappelés ci-dessus et contenu dans les rapports R1, R2 et R3 fournis, montrent que la zone d'alimentation du secteur fait une superficie de 1080 ha, composée en trois sous bassins : en rive droite un sous bassin de 237 ha, en rive gauche, le sous bassin des Gravières de 446 ha (dont 96 d'étangs) et enfin toujours en rive gauche, le sous bassin du Blossné de 397 ha (Illustration 6 : R1-44 et R1-60 et R2-55).

A partir de cette aire et pour une année à pluviométrie moyenne, les estimations réalisées sur l'alimentation en eau du secteur de Lillion – Les Bougrières, est de 1 500 000 m<sup>3</sup>/an (R1-63, estimation de Calligée). En prenant une valeur des pluies efficaces de 200mm environ, couplée aux estimations de la lame d'eau écoulée par la Flume et des zones imperméabilisées (Géoarmor), le volume de recharge annuelle peut arriver à la valeur de 1 750 000m<sup>3</sup>/an.

On peut remarquer que l'aire d'alimentation est orientée Nord-Ouest / Sud-Est, ce qui pourrait être l'image de l'influence de l'histoire tectonique post-hercynienne et des failles N140-N150.

D'un point de vue qualité, les eaux du captage de Lillion correspondent à une eau souterraine minéralisée (conductivité proche de 600  $\mu$ S/cm), un pH légèrement basique et la présence de calcium et magnésium. Les teneurs en nitrates sont très faibles (R3-20).

Les éléments toxiques sont en dessous des normes des limites de qualité. Les teneurs en excès de manganèse et d'ammonium, seraient imputables à la géochimie naturelle de l'aquifère (niveaux argileux et milieu réducteur).

Les eaux de l'étang des Bougrières ont les caractéristiques d'une eau de surface, de bonne qualité bactériologique avec aussi des teneurs en nitrates et nitrites très faibles, mais des teneurs en matière organique deux fois supérieure à la norme de qualité (4,9 à 5,2 mg/l pour 2 mg/l).

Les éléments indésirables et/ou toxiques détectés sont l'ammonium (0,24 à 0,31 mg/l), l'Atrazine et un de ses métabolites (en dose supérieure à la norme) (R3-21).

Suite à la reprise de l'extraction du sable dans l'étang des Bougrières, en 1986 puis de 2000 à 2003, la conductivité de l'eau de l'étang a chuté de 500 à 250  $\mu$ S/cm alors que l'effet contraire était attendu (exploitation de l'aquifère des sables). L'interprétation donnée, serait d'importantes intrusions d'eau de la Vilaine en 2001 (Lors de crues ?) (R3-22).

## **4. Projet de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion- Les Bougrières**

### ***Historique des exploitations des sablières :***

Les extractions de sables ont commencée dans le début des années soixante. A partir de 1980, l'exploitation de l'étang des Bougrières a migré vers celui de Lillion. En 1986, l'exploitation s'est ensuite arrêtée sur l'étang des Bougrières alors qu'elle s'est poursuivie dans l'étang de Lillion. De 1996 à 2003, les extractions de sables ont repris dans l'étang des Bougrières. Tout au long de cette période, les sables exploités à la drague suceuse ont été stockés dans le Nord de l'étang de Lillion, afin de raccourcir le temps de dragage des Bougrières car les flux de sable trop importants ne pouvaient pas être assumés par l'installation en place. Fin 2004 à novembre 2008, les extractions se sont faites sur l'étang de La Piblais au sud de Lillion et parallèlement, au Nord-Ouest sur le Bassin du Rheu.

### ***La ressource (en sable) de la sablière de Lillion – Les Bougrières :***

L'extraction des réserves exploitables respecte les contraintes environnementales, techniques et géotechniques qui suivent :

- ✓ Conservation de marges de recul par rapport aux rives des étangs et à la Vilaine ;
- ✓ Respect des herbiers mis en évidence ;
- ✓ Et conservation d'une pente de talus sous eau stable à long terme.

Les réserves exploitables sont localisées pour l'étang des Bougrières au Nord, à l'Ouest et au Sud de celui-ci. Au Nord, le toit du gisement est à la cote altimétrique de 15 à 20m NGF, et le mur à 0 et 5 m. A l'Ouest, le toit se situe à 10 et 14 m NGF et le mur à 0 et 5 m et enfin au Sud, le toit se situe à 10 et 15 m et le mur à 0 m NGF.

En respectant une bande de 20 m en bordure des rives de l'étang et de 50 m de celles de la Vilaine mais aussi un mur minimal de l'exploitation à 0 m NGF, les réserves du gisement de l'étang des Bougrières sont estimées à : 830 000m<sup>3</sup> (soit 1 580 000 t de produit marchand).

Les réserves exploitables pour l'étang de Lillion, sont réparties sur deux secteurs. Lillion Sud et Lillion Nord. Sur Lillion Sud, les extractions avaient atteints la cote de 5 m NGF au plus profond et le toit se situe entre 10 et 17 m NGF. Sur Lillion Nord, les sables sont sub affleurants et correspondent à ceux refoulés de l'étang des Bougrières.

Avec les mêmes contraintes d'exploitation que celles présentées précédemment, mais avec ici un mur minimal de 9 m NGF, les réserves du gisement de Lillion sont estimées à 620 000m<sup>3</sup> (soit 550 000 t de produit marchand). Le rapport de proportionnalité entre volume-produit marchand, qui peut exister entre les réserves de Bougrières et de Lillion n'est pas identique car pour Lillion, le volume intègre aussi des fines non commercialisables (R1-31).

### **Renouvellement et extension proposés par la société Lafarge Granulats Ouest :**

La société Lafarge Granulats Ouest porte un projet **(1)** de **renouvellement** (de **prolongation**) de l'autorisation en cours (Arrêté préfectoral du 25/02/1980) permettant de reprendre les sables stockés sur la zone de Lillion Nord et d'extraire les matériaux sous-jacents et **(2)** une **demande d'autorisation** d'extraire le sable composant le gisement de l'étang des Bougrières sans extension du plan d'eau (R1-126).

Les extractions sur la sablière de Lillion avaient été autorisées sur une durée de 30 ans jusqu'au 25/02/2010. Les extractions de la sablière sur l'étang des Bougrières ont été autorisées en dernier lieu par l'Arrêté Préfectoral du 22/07/1996, modifié par celui du 22/11/2000, jusqu'au 22/12/2003.

L'installation de traitement des sables est sans limite de durée et fonctionne en vertu de l'Arrêté Préfectoral du 22/07/1996.

La production de sable, prévue, porte sur un volume de 120 000 m<sup>3</sup>/an (complété avec un apport de la sablière de Cicé) et le volume des fines de décantation variera de 30 000 à 50 000 m<sup>3</sup>/an. Le plan de phasage prévoit une durée d'exploitation de **11ans**.

### **Techniques d'extraction :**

L'extraction se fera comme c'est encore le cas de figure actuellement, par une drague suceuse sur ponton flottant. La méthode utilisée est celle du « jet flow » avec effet Vanturi (jet d'eau sous pression), la pulpe (sable + eau + particules fines) est immédiatement aspirée par une élinde afin d'éviter un maximum de particules en suspension.

La pulpe est ensuite refoulée vers la zone de traitement de l'étang de Lillion, avec une composition moyenne de 80% d'eau et 20% de matériaux (sables + fines), pour un débit de 600m<sup>3</sup>/h.

La drague fonctionne uniquement à l'électricité (pas d'hydrocarbures stockés à bord) et son déplacement se fait à l'aide de câbles et de treuils depuis les berges des étangs.

**Précautions lors de la future extraction :**

La pente des talus immergés respectera un angle de 22° afin d'assurer sa stabilité à long terme.

Pour minimiser un rabattement important du plan d'eau lorsque les extractions se dérouleront dans l'étang des Bougrières, un retour d'eau claire sera mis en place depuis l'étang de Lillion (R1-131).

**Traitement :**

Les eaux chargées en fines, ayant servi au lavage des sables, seront décantées dans la partie Sud de l'étang de Lillion, puis elles rejoindront l'étang (cf. Illustration 7). Aucun floculant ne sera utilisé (R1-133).

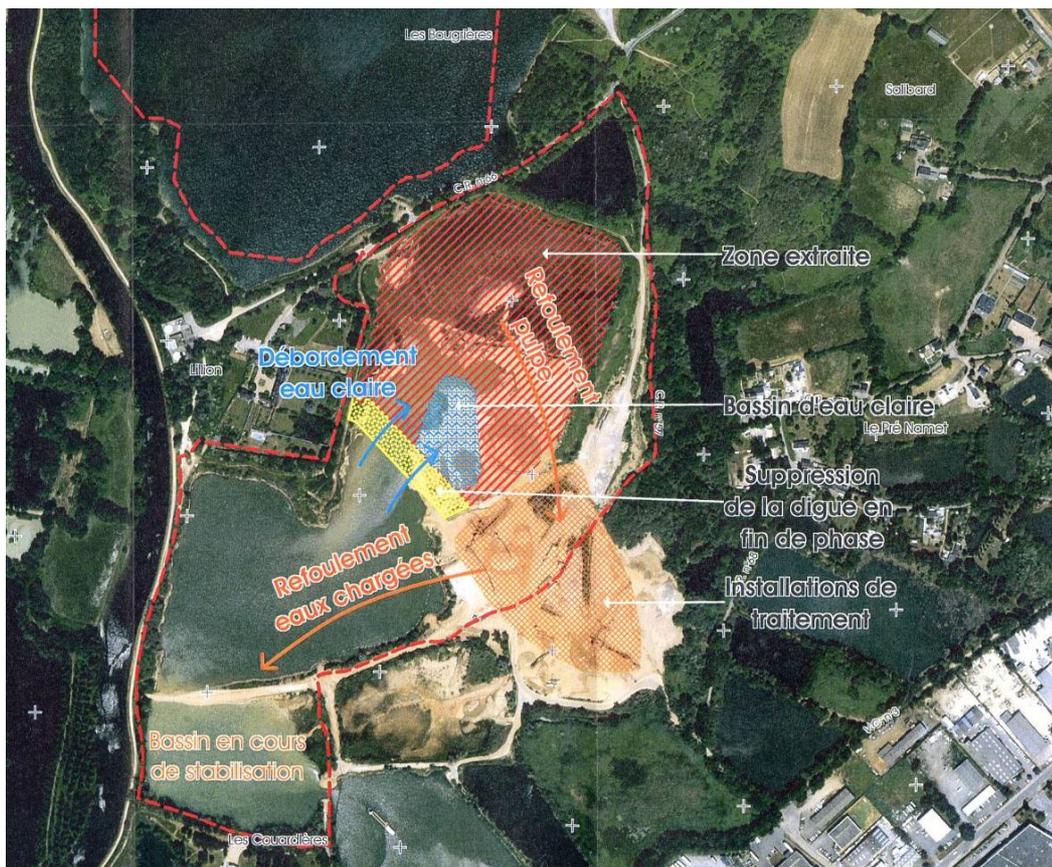


Illustration 7: Projet d'extraction sur le site de Lillion-Les Bougrières R1-140

**Plan de phasage :**

Le Tableau ci-dessous résume le plan de phasage proposé par la société Lafarge Granulats Ouest, sur les 11 prochaines années à partir de février 2011.

Les sables seront extraits jusqu'à cette date sur l'étang de Lillion Nord afin de créer un chenal d'approche pour la drague vers l'étang des Bougrières. La drague sera ensuite grutée dans l'étang des Bougrières (sous couvert de la délivrance de l'Arrêté Préfectoral).

Année	Lieu d'extraction	Extraction (tonnes)	Production marchande (tonnes)	Fines de décantation (m <sup>3</sup> )
1	Bougrières	170 000	250 000	30 000
2	Bougrières	200 000	250 000	40 000
3	Bougrières	200 000	250 000	40 000
4	Bougrières	200 000	250 000	40 000
5	Bougrières	200 000	250 000	40 000
6	Bougrières	200 000	250 000	50 000
7	Bougrières	200 000	250 000	50 000
8	Bougrières	200 000	250 000	50 000
9	Lillion	200 000	250 000	50 000
10	Lillion	180 000	250 000	50 000
11	Lillion	180 000	250 000	50 000
Total		2 130 000		490 000

Illustration 8 : Tableau résumant le projet d'extraction sur le site de Lillion-Les Bougrières R1-140

## **5. Résultats de modélisations hydrogéologiques pour examiner la compatibilité entre le renouvellement et l'extension de l'exploitation de la sablière de Lillion- Les Bougrières et l'utilisation des captages AEP**

L'hydrogéologue agréé avait demandé des simulations numériques en complément des études hydrogéologiques déjà produites, afin de mesurer quels pourraient être les impacts sur les captages AEP.

A la fin de la future exploitation, l'étang de Lillion Sud sera en partie remblayé par les matériaux peu perméables sur une tranche d'eau, du Sud vers le Nord, de 0 à 3 m et les étangs des Bougrières et de Lillion Nord, se trouveront approfondis.

La modélisation hydrogéologique complémentaire réalisée par Hydriad et Calligée, tenant compte des niveaux d'eau de l'étang des Bougrières (Années normale et exceptionnelle : respectivement 19 et 15 m NGF) et de Lillion Nord (Années normale et exceptionnelle : respectivement 20.3 et entre 18 et 20.3 m NGF) montre que l'eau pompée par les captages de Lillion proviendra exclusivement de l'étang de Lillion Nord (cf. Illustration 9).

	Cotes (m NGF)		Cotes simulées (m NGF)			
	Bougrières	Lillion	Autour de P2 et P3		Autour de P4	
Comblement			sans	avec	sans	avec
Année normale	19	20.3	18.89	18.84	19.15	19.05
Année exceptionnelle	15	20.3	17.45	17.27	17.61	17.27
		19	16.62	16.50	16.81	16.60
		18	15.98	15.90	16.20	16.08

Illustration 9 : Résultats de la simulation numérique (R1-163bis)

Dans le cas du comblement de Lillion Sud, les cotes piézométriques calculées à proximité des ouvrages de captage de Lillion (Illustration 9), ne montrent un rabattement supplémentaire que d'une vingtaine de centimètres. Ceci ne constitue donc pas un impact très important, dans la mesure où le niveau de Lillion Nord ne descend pas en dessous de 18 m NGF en année exceptionnelle.

De nouvelles simulations (Illustration 10 et 11) ont été réalisées en tenant compte des pertes de charges des forages en exploitation et estimées à partir des enregistrements de niveau d'eau sur PII et PIII.

	Cotes appliquées (m NGF)		Cotes simulées en P2 (m NGF)		
	Bougrières	Lillion	Modèle	Niveau dynamique	Hauteur d'eau au dessus crépines (m)
Année normale	19	20.3	18.84	10.35	- 0.15 (dénoyage)
Année exceptionnelle	15	20.3	17.27	8.75	- 1.75 (dénoyage)
		19	16.50	8.0	- 2.5 (dénoyage)
		18	15.90	7.4	- 3.1 (dénoyage)
	Cotes appliquées (m NGF)		Cotes simulées en P3 (m NGF)		
	Bougrières	Lillion	Modèle	Niveau dynamique	Hauteur d'eau au dessus crépines (m)
Année normale	19	20.3	18.84	2.35	3.35
Année exceptionnelle	15	20.3	17.27	0.75	1.75
		19	16.50	0.0	1.0
		18	15.90	- 0.6	0.4

Illustration 10 : Conséquences des pompages sur les puits PII et PIII (R2-20)

Ces nouvelles simulations montrent en revanche que le puits PII est systématiquement dénoyé quelque soit l'utilisation des étangs et que l'exploitation de PIII est compromise en année exceptionnelle d'utilisation de l'étang des Bougrières (cote de l'eau souterraine au dessus des crépines  $\leq 1$  m). Cette modélisation ne prenant pas en compte de colmatage des bords des plans d'eau, il conviendra d'éviter toute migration des fines déposées sur Lillion Sud vers Lillion Nord.

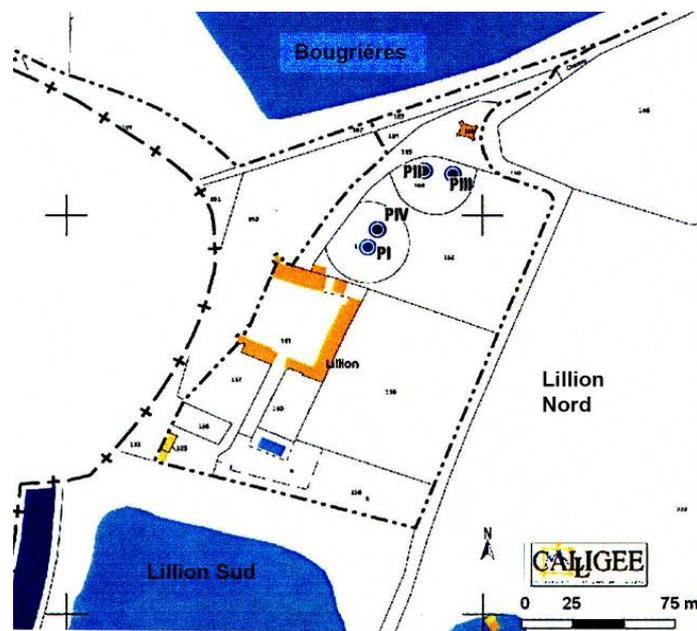


Illustration 11 - Localisation des puits PI, PII, PIII et PIV (R3-1)

Donc en cas de baisse du niveau de l'étang de Lillion Nord en dessous de la cote de 18 m NGF alors que l'étang des Bougrières est à la cote de 15 m NGF, cela entrainera la compromission de l'exploitation optimale des ouvrages PIII et PII (R2-20).

Dans de telles conditions, nous nous situerons aux limites d'exploitations des ouvrages et il conviendra de surveiller impérativement les niveaux piézométriques dans les ouvrages afin de vérifier l'absence de dénoyage des crépines des pompes (R2-20).

## 6. Conseils, préconisations et conclusions

Au regard essentiellement des deux rapports cités ci-dessous par le BRGM, et reçus par la DREAL Bretagne le 13/01/2011, et analysés à partir du 19/01/2011 :

- ✓ Le fascicule 2 (ou Rapport 1 : R1), est intitulé : Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 2 - Etude d'impact sur

l'environnement - Annexe 9, Géoarmor, GL/R515b Sept 2009, repris en juin et août 2010, 313 p.

- ✓ Le fascicule 5 (ou Rapport 2 : R2) est intitulé : Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 5 - Etude hydrogéologique - Annexe 12 et Modélisation hydrogéologique complémentaire – Annexe 12bis, Géoarmor, GL/R515b Sept 2009, repris en juin 2010, 144 p.
- ✓ Et de l'avis de hydrogéologue Agréé (Yves Quété), récupéré par le BRGM le 26/01/2011, sur les Sites de Lillion et des Bougrières Captages : Mise en place des Périmètres de protection.

Le BRGM a plusieurs conclusions à proposer :

**Conclusion 1 :**

La société LAFARGE GRANULATS exploite le gisement de sables pliocènes de l'étang de Lillion (Lillion Nord et Sud), en concomitance avec l'exploitation de l'aquifère de cette même formation géologique, pour l'alimentation en eau potable, par le Syndicat Intercommunal des Eaux de Lillion (Captage souterrain de Lillion, situé entre les étangs de Lillion et des Bougrières).

Cette double activité sur ce même site, n'a pas, à notre connaissance jusqu'à aujourd'hui, rencontrée de problèmes particuliers.

Les modélisations hydrogéologiques (évoquées dans les rapports consultés), ont montré que lorsque les étangs de Lillion (Nord et Sud) étaient en eaux, ils participaient à l'alimentation en eau souterraine du captage (grâce à la bonne perméabilité des sables pliocènes). Ainsi l'exploitation des sables par la société LAFARGE, de l'étang Lillion Nord (Lillion Sud étant déjà en eau mais sera progressivement comblé), entrainera sa remise en eau et n'entrainera vraisemblablement pas une perte importante de sa capacité de production. Le fait que le captage de Lillion est un ouvrage souterrain (le puits principal PIII à 30 m de profondeur, pour 130m<sup>3</sup>/h de débit d'exploitation), et que les eaux des étangs sont attirés par ce captage et qu'elles sont filtrées par les sables pliocènes, font que le risque d'altération de la qualité de l'eau au niveau de PIII est faible.

Cependant le BRGM, en accord avec l'avis de l'hydrogéologue agréé (Yves Quété), soutient le fait que le Syndicat Intercommunal des Eaux de Lillion, devrait faire approfondir le second puits en exploitation PII (actuellement à 14 m de profondeur pour 38m<sup>3</sup>/h), ce qui aurait pour effet de le pérenniser en terme de qualité et de quantité des eaux exploitées, par rapport à l'extraction et à l'exploitation de l'eau de Bougrières (en projet).

Ainsi l'avis pour le renouvellement de l'exploitation des sables sur l'étang de Lillion (Nord et Sud) est donc favorable.

### **Conclusion 2 :**

La société LAFARGE GRANULATS a exploité le gisement de sables pliocènes de l'étang des Bougrières qui en est la conséquence. Cet étang fait aussi l'objet d'une exploitation temporaire pour l'eau potable par le Syndicat Mixte de Production d'eau potable du Bassin Rennais (SMPBR) qui a fait une demande pour qu'il soit permanent et que des périmètres de protection soient mis en place (cf. avis de l'hydrogéologue agréé cité ci-dessus).

La Société LAFARGE demande une extension de l'exploitation de Lillion vers les Bougrières. Or le captage des Bougrières est un captage d'eaux superficielles.

Les analyses d'eau de l'étang des Bougrières montrent une eau de qualité médiocre et une ressource à l'heure actuelle, vulnérable comme par exemple lors des crues de la Vilaine en 2001.

L'exploitation des sables se ferait ainsi dans le périmètre de protection rapproché sensible qui a été proposé par l'hydrogéologue agréé. Or comme ce captage est superficiel, un périmètre de protection immédiat à l'ensemble de l'étang pourrait aussi bien être proposé. Dans ce cas, l'exploitation des sables par la société LAFARGE serait impossible. Comme il n'existe pas d'historique pour mesurer l'impact de l'extraction des sables sur le captage superficiel, il est difficile de prononcer un avis.

Il pourrait être judicieux que LAFARGE produise quelques tests adaptés (échantillonnage d'eau à différentes distances et profondeurs par exemple de la drague-suceuse, couplé à de l'observation vidéo pour apprécier les mouvements de sédiments). Ceci permettrait d'évaluer l'impact de l'exploitation des sables sur l'eau de l'étang des Bougrières.

L'autre proposition serait à faire au SMPBR, pour la pérennisation de sa prise d'eau en lui conférant un dispositif filtrant autour duquel se situerait le périmètre de protection immédiat ou encore et plus classiquement que cette prise d'eau soit transformée en exploitation souterraine (en forage par exemple, sous couvert de l'avis de l'hydrogéologue agréé).

Ainsi l'avis de demande d'extension pour l'exploitation des sables de l'étang des Bougrières semble être difficile à prononcer favorablement tant qu'une solution technique quantifiable n'est pas proposée.

### **Conclusion 3:**

Le plan de phasage de l'exploitation de LAFARGE GRANULATS pour la demande de renouvellement et d'extension sur la sablière de Lillion - Les Bougrières, prévoit 11 années d'exploitation. Ces années sont réparties comme telles : 8 années d'exploitation sur l'étang des Bougrières et 3 années d'exploitation sur l'étang de Lillion.

Ce plan d'exploitation semble être basé sur la qualité du primaire, tenue par la granulométrie des sables dont ceux des Bougrières semblent convenir. Or les sables actuels en place dans l'étang de Lillion, correspondent à des sables remaniés en

provenance de l'étang des Bougrières. Les contraintes de qualité, sur le produit marchand, devraient être ainsi respectées pour LAFARGE.

Le BRGM conseille d'inverser le plan de phasage en commençant par l'exploitation de l'étang de Lillion pendant 3 années ce qui permettrait de mieux s'adapter aux contraintes présentes et en cours d'instruction sur l'étang des Bougrières. Par ailleurs, la transformation en ouvrage souterrain du captage superficiel de Bougrières réduirait (1) de façon importante, la vulnérabilité de sa ressource en eau (qualité et quantité) et (2) les contraintes sur la présence d'une exploitation de sables des Bougrières.

## 7. Bibliographie

Brunel L., Depagne J., 1972, Etude de plans d'eau du sud de Rennes, première campagne, Rapport BRGM 72 SGN 043 BPL, 36 p., 3 cartes ht.

Brunel L., Depagne J., 1973, Etude de plans d'eau du sud de Rennes, seconde campagne, Rapport BRGM 73 SGN 119 BPL, 36 p., 2 cartes ht, 2 ann..

Géoarmor Environnement, 2009, Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 2 - Etude d'impact sur l'environnement - Annexe 9, GL/R515b Sept 2009, repris en juin et août 2010, 313 p.

Géoarmor Environnement, 2009 Sablière de Lillion – Les Bougrières (Commune de Rennes et Saint-Jacques-de-la-Lande), Dossier de demande de Renouvellement et d'extension : Fascicule 5 - Etude hydrogéologique - Annexe 12 et Modélisation hydrogéologique complémentaire – Annexe 12bis, GL/R515b, Sept 2009, repris en juin 2010, 144 p.

Guillocheau F., Bonnet S., Bourquin S., Dabard M.-P., Outin J.-M., Thomas É. (1998) – Mise en évidence d'un réseau de paléovallées ennoyées (paléorias) dans le Massif armoricain : une nouvelle interprétation des sables pliocènes armoricains. C.R. Acad. Sci., Paris, Sciences de la terre et des planètes, 327, p. 237-243.

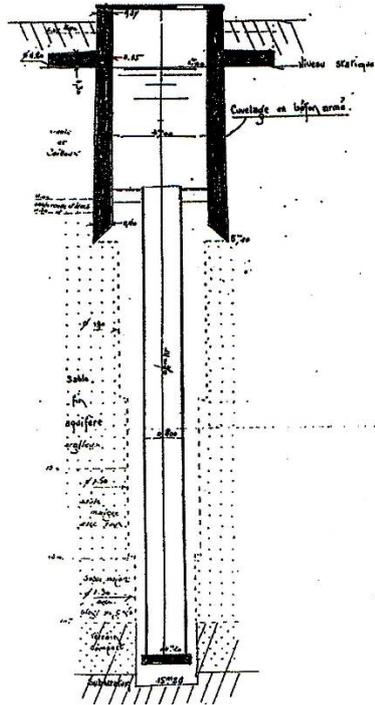
Quété Yves, juillet 2010, Sites de Lillion et des Bougrières Captages : Mise en place des Périmètres de protection. Avis de l'hydrogéologue agréé.

Trautmann F., Paris F. (2000) – Carte géol. France (1/50 000), feuille Rennes (317). Orléans : BRGM. Notice explicative par Trautmann F., Paris F., Carn A. (2000), 85 p.

Avis sur la demande de LAFARGE GRANULATS, de renouvellement et d'extension sur l'exploitation de la sablière de Lillion - Les Bougrières (Communes de Rennes et de Saint-Jacques-de-la-Lande, 35)

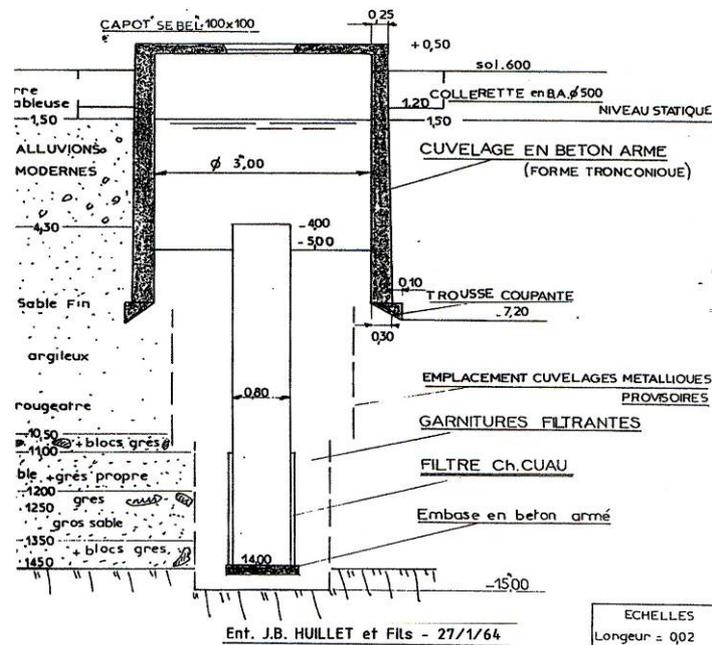
Trautmann F., Paris F., Carn A. (1999) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Rennes (317). Orléans : BRGM, 85 p. Carte géologique par Trautmann F., Paris F. (2000).

## **8. Annexe : Coupes techniques des puits du captage de Lillion**

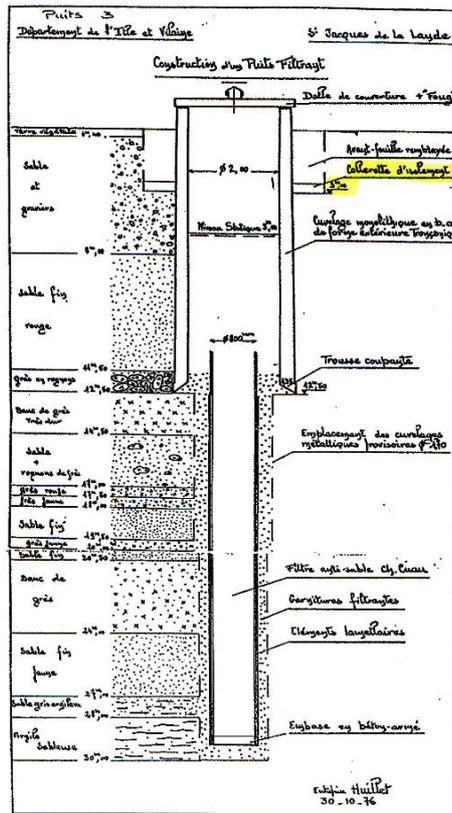


PI

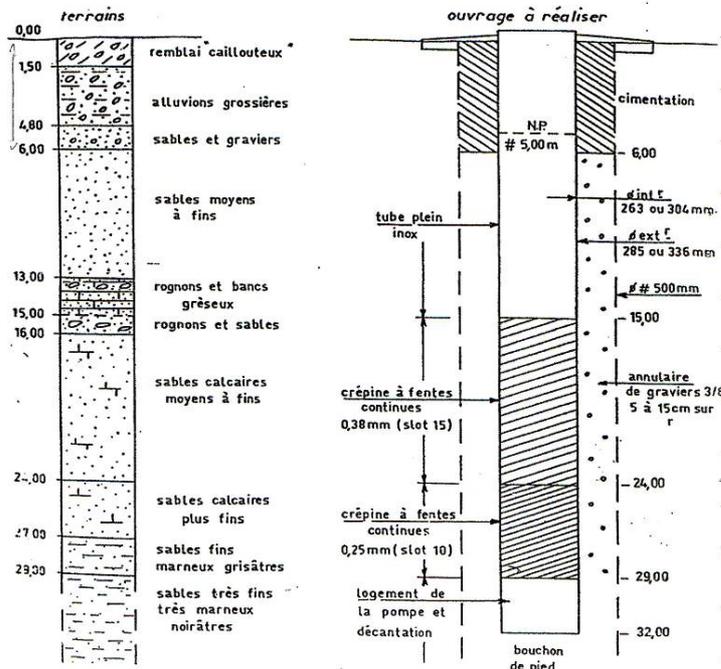
Syndicat de Lillion  
 Puits N°2  
 - Puits Filtrant - St Jacques de la Lande



PII



**PIII**



**PIV**



**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional Bretagne**  
Rennes Atalante Beaulieu  
2 rue de Jouanet  
35 700 Rennes  
Tél. : 02 99 84 26 70