



Bassin versant de Grand-Lieu Synthèse des études Brgm et bilan volumique

Rapport final

BRGM/RP- 55463 -FR
Mars 2007

Bassin versant de Grand-Lieu Synthèse des études Brgm et bilan volumique

Rapport final

BRGM/RP- 55463 -FR
Mars 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2007EAUG16

J.C. Martin, E. Rouxel
Avec la collaboration de
A. Lereculey

Vérificateur :

Nom : JC MARTIN

Date : mars 2007

Approbateur :

Nom : P. CONIL

Date : Avril 2007

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Loire-Atlantique, Grand-Lieu, Hydrogéologie, Piézométrie, Bassin d'effondrement tertiaire

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

MARTIN JC, ROUXEL E. avec la collaboration de LERECULEY A. (2007) – Bassin versant de Grand-Lieu, Synthèse des études Brgm et bilan volumique – Rapport final - Rapport BRGM/RP-55463-FR, 42 p, 25 illustrations et 3 annexes.

Synthèse

Dans le cadre d'une réflexion engagée sur la gestion volumique des eaux souterraines dans le bassin de Grand-Lieu, le Brgm a été sollicité en 2004 par la Direction départementale de l'Agriculture et des Forêts (DDAF) de Loire-Atlantique et la DIREN Pays de la Loire dans le cadre de la fiche de Service Public « Appui aux services Chargés de la Police des eaux souterraines » pour réaliser une première étude de synthèse (Rapport BRGM/RP-53680-FR de mars 2005).

A l'issue de ce travail, il est notamment apparu que la réalisation de campagnes piézométriques menées en Basses et Hautes Eaux serait nécessaire pour établir les sens d'écoulement des eaux souterraines et permettre de mieux caractériser les relations entre les eaux souterraines et les eaux superficielles (rivière, lac de Grand-Lieu). Ces cartes piézométriques en situation de Basses et Hautes Eaux ont été réalisées dans le cadre d'une convention de partenariat Brgm-DIREN Pays de la Loire (Rapport BRGM/RP-54732-FR de novembre 2006).

La cartographie piézométrique a permis d'établir pour l'ensemble de la zone la direction d'écoulement des eaux souterraines. Etant donné l'échelle de travail initial, la piézométrie dans les formations sédimentaires en bordure Est du lac devait être précisée. Cette frange d'environ 3 km présente en effet un enjeu majeur dans la compréhension des échanges nappe-lac. Une carte piézométrique a été dressée au cours du mois de juillet 2006 dans ce secteur (Rapport BRGM/RP-55134-FR de décembre 2006).

A la demande de la DDAF de Loire-Atlantique, le Brgm a réalisé la synthèse des éléments issus des 3 précédentes études et le bilan hydrologique du Lac de Grand-Lieu en période d'étiage. Ces travaux sont réalisés dans le cadre de la fiche de Service Public « Appui aux services Chargés de la Police des eaux souterraines » 2007.

De ce travail, ressortent les éléments suivants :

- les données disponibles (niveaux piézométriques, débits des rivières, précipitations, prélèvements) permettent une description assez précise des mécanismes de recharge et de tarissement ;
- les cartes piézométriques établies en 2006 indiquent que le sens d'écoulement de la nappe est toujours en direction du lac ;
- les prélèvements ne soutirent pas l'eau du lac, ils réduisent les apports à la nappe dans une proportion variable selon les années. Les prélèvements actuels ne créent pas de rabattement important de la piézométrie ou d'inversion du sens d'écoulement de la nappe ;

- Le bilan hydraulique du Lac de Grand-Lieu permet d'établir un schéma des écoulements en étiage avec un ordre de grandeur des flux, où l'évaporation joue un rôle majeur (ordre de grandeur 20 fois supérieur à celui des prélèvements) ;
- Afin de suivre les fluctuations piézométriques des nappes présentes dans le bassin de Grand-lieu (sables tertiaires et socle), 2 piézomètres pourraient être ajoutés au réseau départemental de suivi piézométrique de Loire-Atlantique.

Sommaire

1. Introduction	9
2. Contexte hydrogéologique de l'étude	11
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	11
2.2. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	13
3. Evaluation des apports par la pluie efficace	15
3.1. LES DONNEES METEO FRANCE	15
3.2. LES DEBITS DES RIVIERES	17
4. Relations entre les précipitations et les niveaux du lac et de la nappe, entre les débits des rivières et les niveaux du lac	19
4.1. DONNEES PIEZOMETRIQUES	19
4.2. RELATION PLUIE-NIVEAU NAPPE	20
4.3. RELATION PLUIE-NIVEAU DU LAC	21
4.4. RELATION DEBIT RIVIERE-NIVEAU DU LAC	22
5. Les prélèvements souterrains	23
5.1. DONNEES AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE (AELB)	23
5.2. LES DONNEES DE LA DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DES FORETS (DDAF)	25
6. Réalisations des cartes piézométriques en situation Basses Eaux et de Hautes Eaux - Tracé d'un profil hydrogéologique	27
7. Bilan volumique – Lac de Grand-Lieu	33
7.1. BILAN VOLUMIQUE DE LA RESSOURCE EN EAU DU LAC DE GRAND-LIEU POUR LA PERIODE JUIN A SEPTEMBRE	33
7.2. DETAIL DE CALCUL DES TERMES DU BILAN	36
8. Conclusions	41

Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte de situation du Lac de Grand-Lieu.....	11
Illustration 2 - Modèle Numérique de Terrain du bassin versant du lac de Grand-Lieu.....	12
Illustration 3 - Carte géologique simplifiée.....	14
Illustration 4 - Données Météo France de 1976 à 2006 sur la station de Bouguenais	15
Illustration 5 - Graphique de pluie, pluie efficace et pluie de fin d'année hydrologique sur la station de Bouguenais de 1976 à 2006	16
Illustration 6 - Débits spécifiques mensuels moyens (en l/s/km ²) des rivières de la Logne à Saint-Colomban et de l'Ognon aux Sorinières	17
Illustration 7 - Courbe du piézomètre de la Révellerie au Maupas (05086X0065)	19
Illustration 8 - Relation entre la pluie efficace et la courbe du piézomètre.....	20
Illustration 9 - Relation entre la pluie et le niveau du lac à Passay	21
Illustration 10 - Relation entre le débit de Logne et le niveau du lac à Passay.....	22
Illustration 11 - Cartographie des prélèvements sur les communes (données AELB 2002).....	23
Illustration 12 - Carte des prélèvements agricoles en 2002 en lame d'eau	24
Illustration 13 - Cartographie des points de prélèvements DDAF sur les communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	25
Illustration 14 - Volumes annuels et en étiage pour l'irrigation sur les communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	26
Illustration 15 - Points mesurés pour les campagnes piézométriques	27
Illustration 16 - Carte piézométrique Basses Eaux 2005	28
Illustration 17 - Carte piézométrique Hautes Eaux 2006.....	29
Illustration 18 - Carte piézométrique à proximité du lac sur les communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	30
Illustration 19 - Profil Est-NordOuest dans le bassin du lac	31
Illustration 20 - Profil Est-NordOuest dans la zone proche du lac (communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu).....	32
Illustration 21 - Schéma de principe des écoulements et bilan volumique de la ressource en eau sur la période de juin à septembre pour une recharge hivernale moyenne et une pluie d'été moyenne.....	34
Illustration 22 - Schéma de principe des écoulements et bilan volumique de la ressource en eau sur la période de juin à septembre pour une recharge hivernale faible et une pluie d'été moyenne	35
Illustration 23 - Bilans des volumes en jeu pour le fonctionnement hydrologique du lac.....	36
Illustration 24 - Débits spécifiques moyens	37
Illustration 25 – Masses d'eau souterraines (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)	41

Liste des annexes (document séparé)

Annexe 1 Etude du bassin versant de Grand-Lieu (44) en vue d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage - rapport BRGM/RP-53680-FR de mars 2005

Annexe 2 Cartographie de la piézométrie Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44) - Rapport BRGM/RP-54732-FR de novembre 2006

Annexe 3 Campagne piézométrique complémentaire dans le bassin de Grand-Lieu (44) - Rapport BRGM/RP-55134-FR de décembre 2006

1. Introduction

Dans le cadre d'une réflexion engagée sur la gestion volumique des eaux souterraines dans le bassin de Grand-Lieu, le Brgm a été sollicité en 2004 par la Direction départementale de l'Agriculture et des Forêts (DDAF) de Loire-Atlantique et la DIREN Pays de la Loire dans le cadre de la fiche de Service Public « Appui aux services Chargés de la Police des eaux souterraines » pour réaliser une première étude de synthèse (Rapport BRGM/RP-53680-FR de mars 2005 - annexe 1).

A l'issue de ce travail, il est notamment apparu que la réalisation de campagnes piézométriques menées en Basses et Hautes Eaux serait nécessaire pour établir les sens d'écoulement des eaux souterraines et permettre de mieux caractériser les relations entre les eaux souterraines et les eaux superficielles (rivière, lac de Grand-Lieu). Ces cartes piézométriques en situation de Basses et Hautes Eaux ont été réalisées dans le cadre d'une convention de partenariat Brgm-DIREN Pays de la Loire (Rapport BRGM/RP-54732-FR de novembre 2006 - annexe 2).

La cartographie piézométrique a permis d'établir pour l'ensemble de la zone la direction d'écoulement des eaux souterraines. Etant donné l'échelle de travail initial, la piézométrie dans les formations sédimentaires en bordure Est du lac devait être précisée. Cette frange d'environ 3km présente en effet un enjeu majeur dans la compréhension des échanges nappe-lac. Une carte piézométrique a été dressée au cours du mois de juillet 2006 dans ce secteur (Rapport BRGM/RP-55134-FR de décembre 2006 – annexe 3).

A la demande de la DDAF de Loire-Atlantique, ce rapport présente la synthèse des éléments issus des 3 précédentes études et le bilan hydraulique du Lac de Grand-Lieu en période d'étiage. Ces travaux sont réalisés dans le cadre de la fiche de Service Public « Appui aux services Chargés de la Police des eaux souterraines » 2007.

2. Contexte hydrogéologique de l'étude

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le lac de Grand-Lieu se situe en région Pays de la Loire au sud de l'agglomération nantaise. Le bassin versant du lac se situe sur deux départements : la Vendée (partie amont) et la Loire-Atlantique (partie aval) et couvre un secteur de 840 km² que l'on peut subdiviser en 6 sous-bassins :

- bassin aval de l'Acheneau (98 km²) ;
- bassin aval de la Boulogne (123 km²) ;
- bassin amont de la Boulogne (266 km²) ;
- bassin de l'Issoire (73 km²) ;
- bassin de la Logne (134 km²) ;
- bassin amont de l'Ognon. (146 km²).

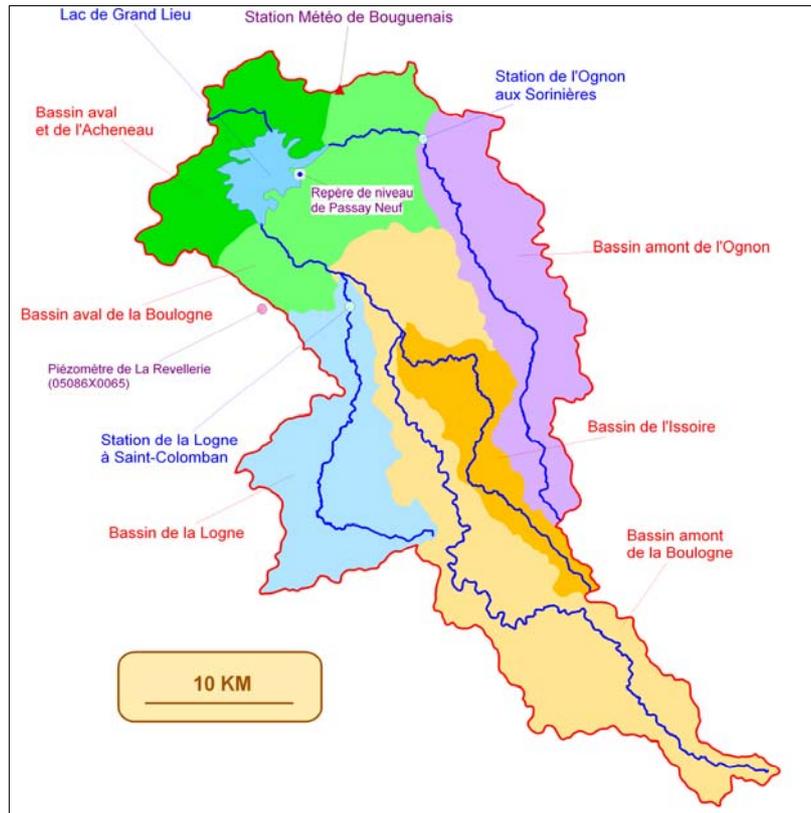


Illustration 1 - Carte de situation du Lac de Grand-Lieu

Les différents points de mesures utilisés sur le secteur d'étude sont la station de Météo France à Bouguenais au Nord du lac, la station de débit de l'Ognon aux Sorinières, la station de débit de la Logne à Saint-Colomban et le piézomètre de la Revellerie au Maupas (05086X0065) (*Illustration 1*).

Le réseau hydrographique de ce secteur est constitué de deux rivières principales qui s'écoulent en direction du lac : la Boulogne et ses affluents (l'Issoire et la Logne) et l'Ognon. Au Nord, l'Acheneau constitue l'exutoire du lac. Cette rivière, de très faible dénivellation (40 cm pour 40 km de long), a la particularité de pouvoir s'écouler dans les deux sens.

La superficie du lac varie presque du simple au double au cours d'une année. En été, elle atteint environ 3 500 hectares pour une profondeur de 0,65 m alors qu'en hiver sa superficie peut dépasser les 6 300 hectares et sa profondeur atteindre plus de 2 m lors de crue.

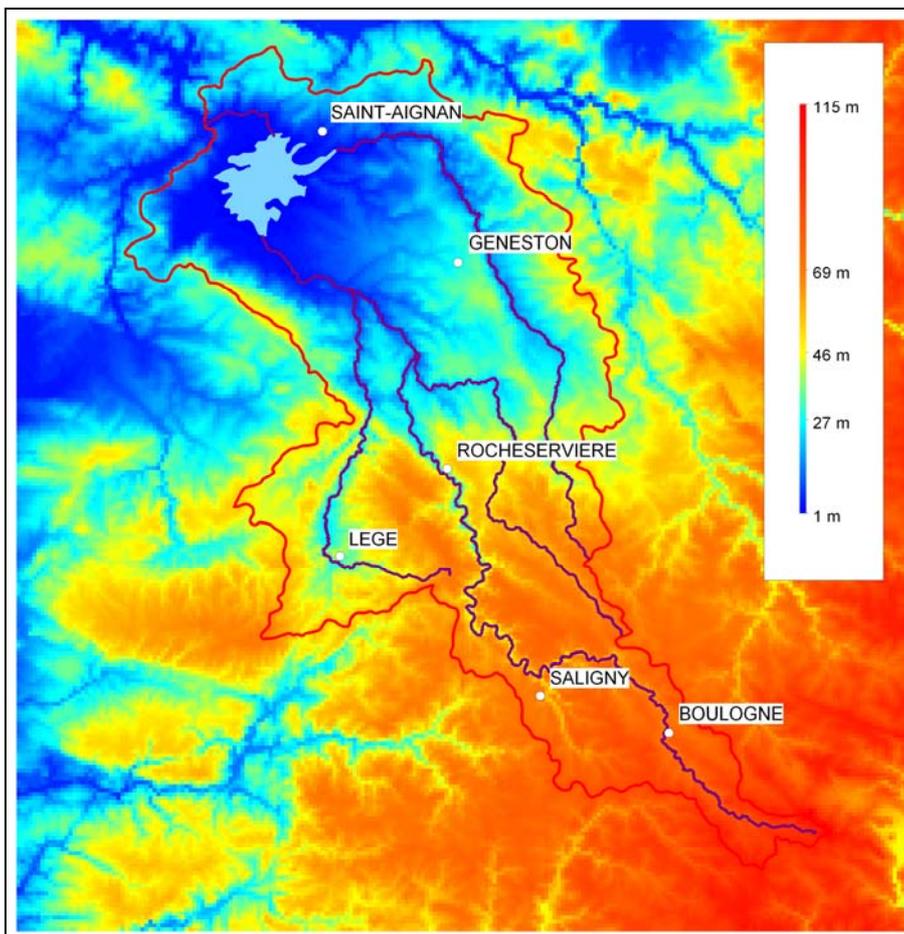


Illustration 2 - Modèle Numérique de Terrain du bassin versant du lac de Grand-Lieu

Le bassin versant du lac est orienté Sud-Est / Nord-Ouest. Le réseau hydrographique et l'écoulement des principales rivières suivent cette orientation. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) du secteur d'étude indique une topographie relativement constante, partant d'une centaine de mètre à l'amont à Boulogne pour arriver aux environs du lac à 1 m NGF environ (*Illustration 2*).

2.2. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

Le substratum est ici constitué par le socle cristallin c'est-à-dire des schistes (au Nord-Ouest et au Nord-Est), du granite (de Legé, de la Roche-sur-Yon) et des micaschistes (partie Sud-Ouest du bassin) (*Illustration 3*).

La dépression de Grand-Lieu est de forme triangulaire (9 km sur 7 km). Elle est délimitée par trois accidents majeurs (Chevalier, 1987) : l'accident de Sainte Pazanne – Les Essarts (N30°) ; l'accident de Bourgneuf – Sablé (N50°) ; l'accident de la Rousselière – l'Ognon (N150°).

La zone effondrée de Grand-Lieu est comblée par des formations sédimentaires d'âge tertiaire (Cénozoïque). Ce sont principalement des sables déposés au cours de l'Eocène, du Miocène et du Pliocène. L'épaisseur de ces formations est très variable, allant du placage peu épais au bassin proprement dit.

La dépression de Grand-Lieu constitue une ressource hydrogéologique intéressante sur le plan quantitatif. Les caractéristiques hydrodynamiques sont toutefois fortement variables. Elles sont conditionnées par l'épaisseur des formations et la présence potentielle de niveaux argileux.

La distinction entre les sables et les cailloutis pliocènes en place, les colluvions de fond de versants, les alluvions périglaciaires et les alluvions fluviales est le plus souvent très délicate à faire. Ainsi, en hydrogéologie, ces formations sont le plus souvent prises en compte avec les formations tertiaires dans un même ensemble.

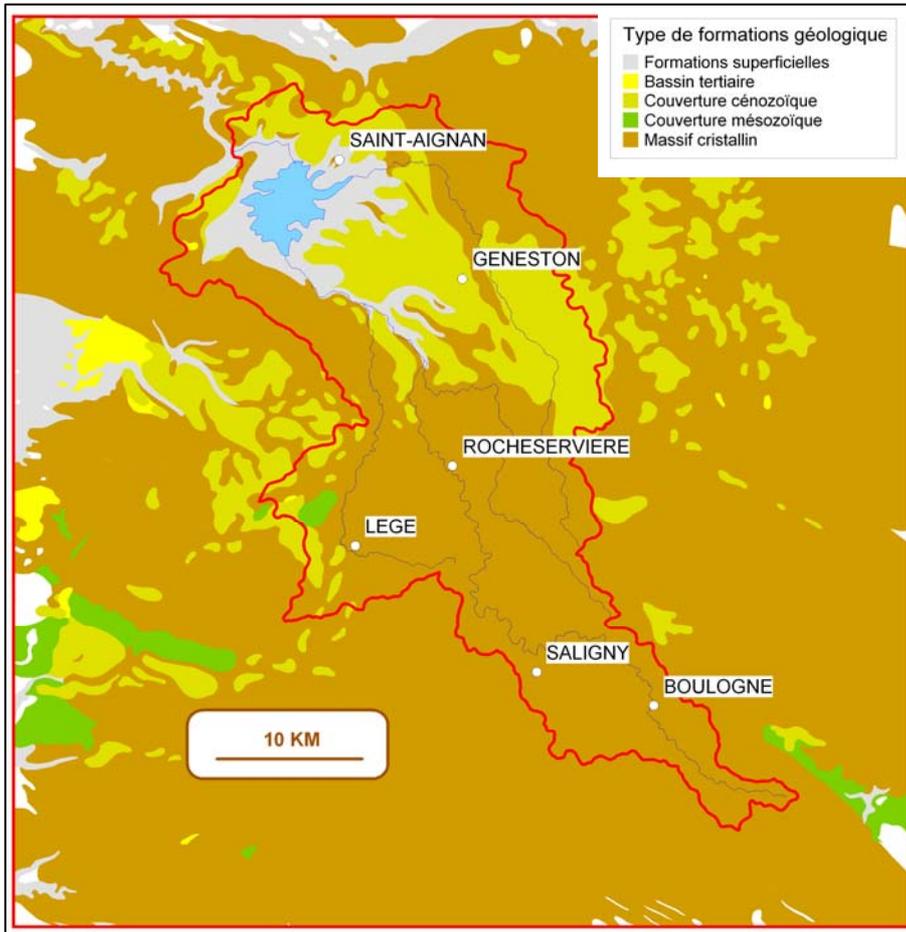


Illustration 3 - Carte géologique simplifiée

3. Evaluation des apports par la pluie efficace

3.1. LES DONNEES METEO FRANCE

Afin d'estimer les apports de la pluie efficace et leurs contributions à l'alimentation sur le bassin versant, les données pluviométriques sur la station de Bouguenais située au Nord du bassin versant ont été collectées auprès de Météo France.

N°	Année hydrologique (*)	Pluie année hydrologique (mm/an)	Pluie efficace année hydrologique (mm/an)	Pluie juin-juillet-août (mm/période) (**)
1	76-77			286.5
2	77-78	783.5	348.1	122.2
3	78-79	787.6	313.2	84.7
4	79-80	865.0	403.5	189.2
5	80-81	837.3	306.5	118.9
6	81-82	876.6	364.5	206.2
7	82-83	1 015.8	464.0	145.6
8	83-84	797.5	207.7	110.0
9	84-85	891.2	366.9	156.1
10	85-86	644.1	207.7	81.9
11	86-87	728.8	243.0	180.0
12	87-88	1 077.6	550.3	132.2
13	88-89	593.4	149.4	90.2
14	89-90	705.1	369.6	83.4
15	90-91	708.0	296.1	143.9
16	91-92	655.2	168.2	159.6
17	92-93	667.8	244.1	94.0
18	93-94	898.4	381.9	104.4
19	94-95	1 062.1	571.0	109.6
20	95-96	652.0	177.2	68.6
21	96-97	653.5	196.3	173.8
22	97-98	757.4	321.7	100.8
23	98-99	963.9	382.3	150.2
24	99-00	958.2	432.1	125.2
25	00-01	1 274.6	679.8	202.8
26	01-02	659.8	175.2	129.2
27	02-03	876.4	407.6	136.4
28	03-04	781.6	284.8	122.2
29	04-05	529.4	91.9	93.0
30	05-06	706.4	198.0	139.8
	Moyenne	807.2	320.8	134.7
	Minimum	529.4	91.9	68.6
	Maximum	1 274.6	679.8	286.5

(*) année hydrologique: de septembre à août

(**) en fin d'année hydrologique

Illustration 4 - Données Météo France de 1976 à 2006 sur la station de Bouguenais

Ces données de pluies brutes et de pluies efficaces ont été collectées par année hydrologique (de septembre à août). Les trente années de mesures disponibles ont permis de calculer des statistiques (de 1976 à 2006).

On observe ainsi, qu'en moyenne, une année compte 802.7mm de pluies brutes, que les variations interannuelles peuvent être importantes : 529.4 mm en 2004-2005 et 1274.6 mm en 2000-2001. Les pluies efficaces représentent environ 35 % des précipitations brutes sur le bassin versant (*Illustration 4*) soit environ 321 mm. Les apports liés à la pluie peuvent être alors différents d'une année à l'autre.

En fin d'année hydrologique, durant les mois d'été de juin à août (période d'étiage), il tombe en moyenne 135 mm d'eau.

Ces données pluviométriques sont reportées sous forme graphique afin de mieux visualiser les quantités d'eau arrivées au bassin sous forme de pluie durant les trente dernières années. (*Illustration 5*)

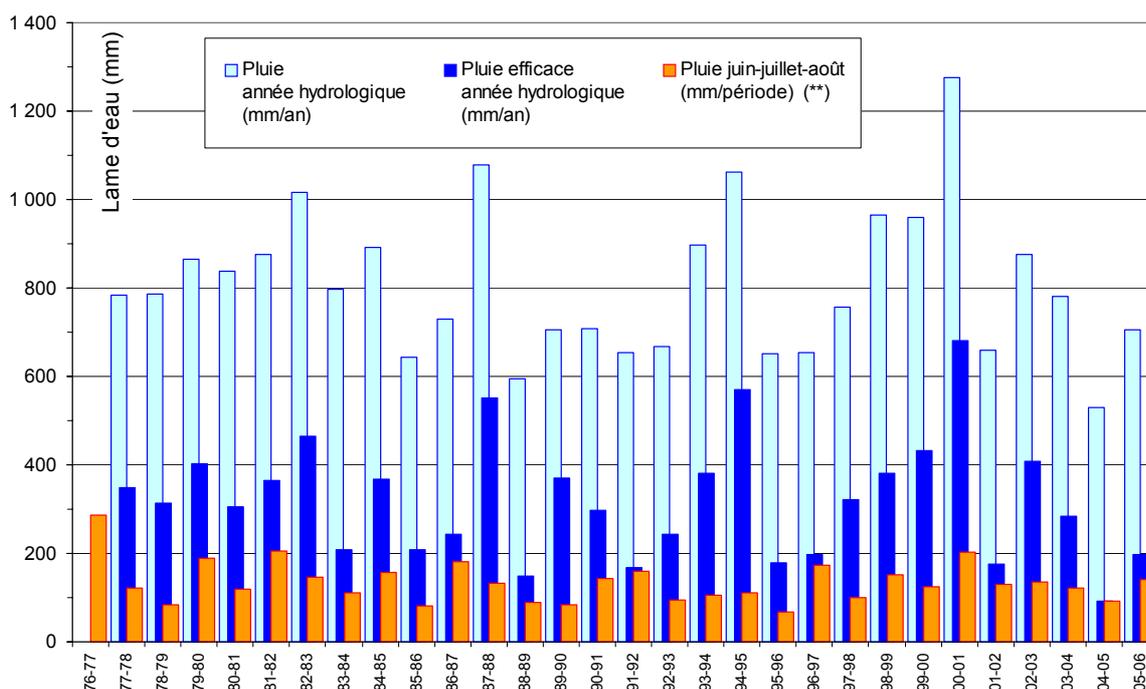


Illustration 5 - Graphique de pluie, pluie efficace et pluie de fin d'année hydrologique sur la station de Bouguenais de 1976 à 2006

3.2. LES DEBITS DES RIVIERES

Sur le plan hydrologique, le réseau hydrométrique de la DIREN Pays de la Loire comprend trois stations de mesures dans le bassin de Grand-Lieu :

- la Logne à Saint-Colomban (M8144010) suivie depuis 1981,
- la Logne à Legé (MM8144020) suivie depuis 1994,
- l'Ognon aux Sorinières (M8205020) suivie depuis 1964.

Les stations de Saint Colomban (Logne) et des Sorinières (Ognon) ont été utilisées. L'illustration 6 indique pour chaque station la superficie du bassin d'alimentation et l'ancienneté du suivi.

Les débits spécifiques mensuels moyens ont été calculés pour chaque station. Cette valeur représente la lame d'eau moyenne écoulée par unité de surface pour le mois considéré.

L'analyse de l'illustration 6 montre que **les deux rivières ont un comportement similaire**. En période hivernale, les débits spécifiques sont légèrement inférieurs pour la station de l'Ognon à Saint Colomban. **Les débits spécifiques de juin à septembre ne représentent en tout que 2 % des débits spécifiques annuels.**

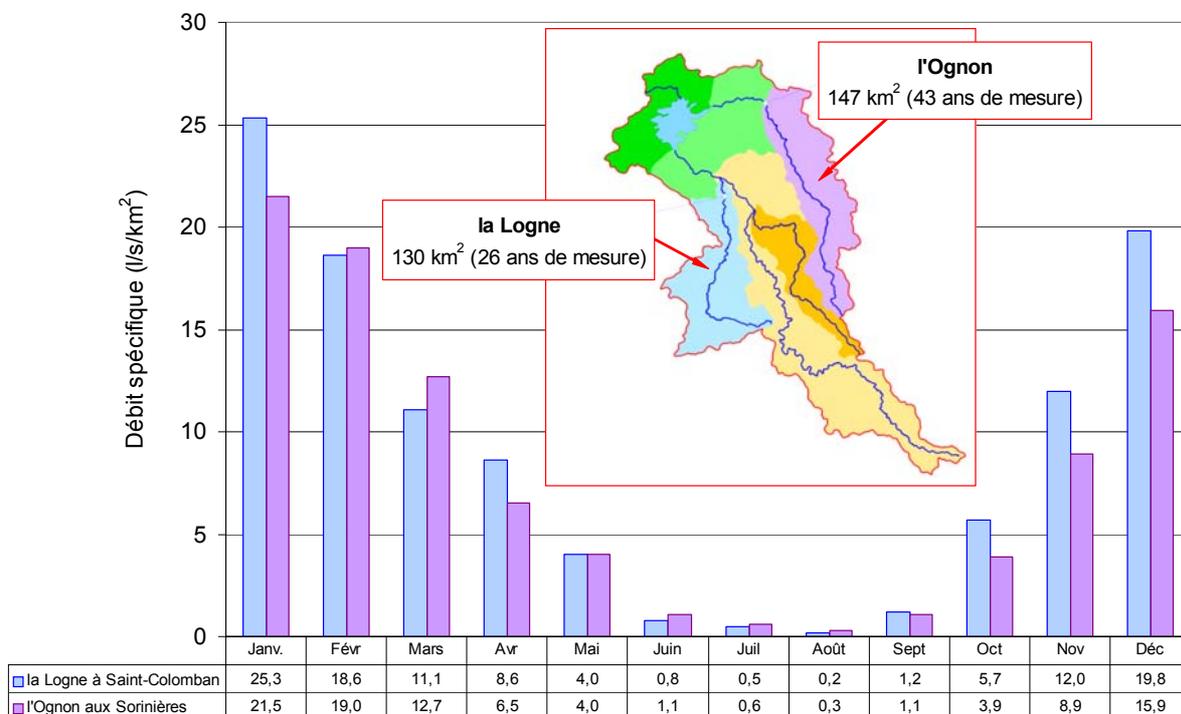


Illustration 6 - Débits spécifiques mensuels moyens (en l/s/km²) des rivières de la Logne à Saint-Colomban et de l'Ognon aux Sorinières

4. Relations entre les précipitations et les niveaux du lac et de la nappe, entre les débits des rivières et les niveaux du lac

4.1. DONNEES PIEZOMETRIQUES

Pour l'étude et le suivi des nappes, à défaut de piézomètre dans le bassin versant étudié, le piézomètre du Maupas (la Revellerie) a été utilisé.

Ce piézomètre (05086X0065) se situe sur la commune du Maupas (la Révellerie) à l'Ouest, en bordure du bassin versant (*cf. Illustration 1*) dans un contexte géologique et hydrogéologique similaire (bassin tertiaire du Maupas). Bien que non représentatif du bassin de Grand-Lieu, ce piézomètre représente donc les fluctuations d'une nappe tertiaire dans un contexte similaire et située à proximité.

Le Conseil Général de Loire-Atlantique, qui gère ce piézomètre, dispose d'une chronique de dix ans sur cet ouvrage (1996-2006). Sur l'illustration 7, on observe les variations annuelles et interannuelles du niveau de la nappe. Le battement moyen de la nappe varie de 33 m NGF à 35 m NGF.

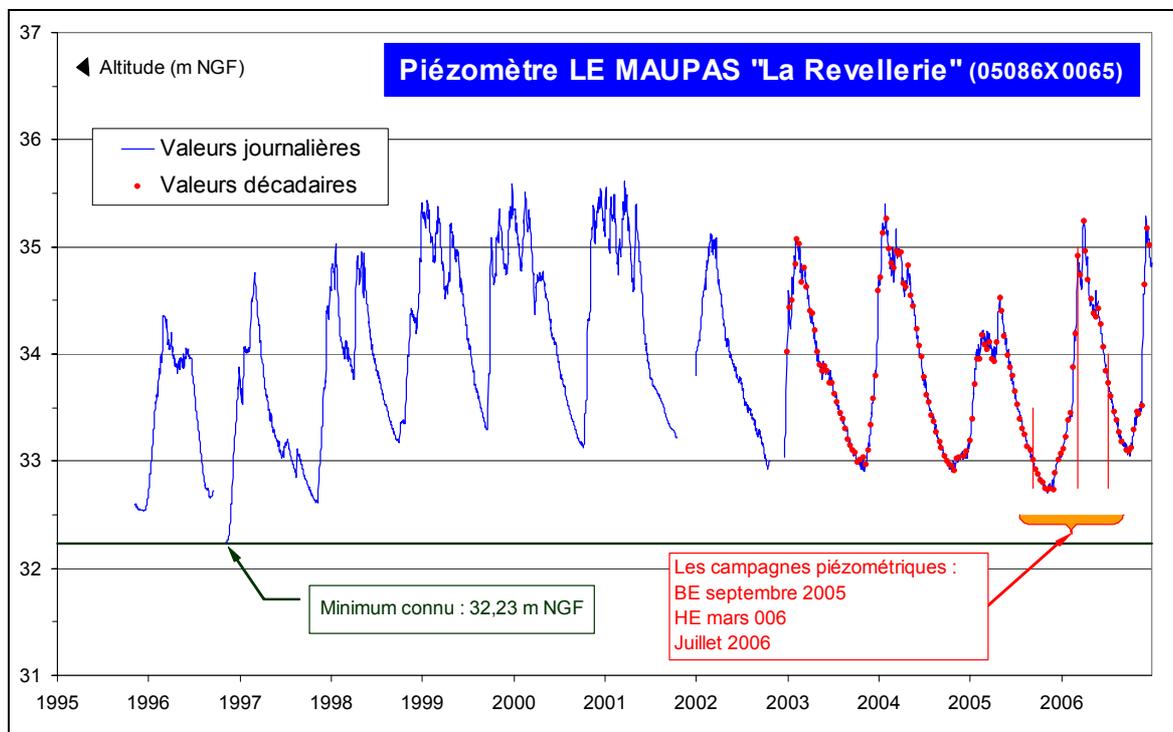


Illustration 7 - Courbe du piézomètre de la Révellerie au Maupas (05086X0065)

En année humide (1999-2000-2001), le niveau de la nappe «plafonne» à la cote de 35 m NGF. Le terrain naturel est à 36 m NGF et de nombreux affleurements d'eau sont indiqués à environ 35 m NGF à proximité de l'ouvrage (300 m) sur la carte IGN (1/25.000).

Sur cette même chronique, les campagnes piézométriques Basses Eaux 2005, Hautes Eaux 2006 et juillet 2006 ont été positionnées.

4.2. RELATION PLUIE-NIVEAU NAPPE

La relation entre la nappe et les pluies est mise en évidence en illustration 8.

La recharge de la nappe est liée aux pluies efficaces (environ 1 mois de décalage). A chaque période de pluie efficace (des mois d'octobre à mars en générale), la nappe se recharge et le niveau piézométrique remonte. La vidange de la nappe s'amorce naturellement en mai (pluies efficaces nulles) et se poursuit jusqu'au début de l'automne suivant (reprise de la recharge alimentée par les pluies efficaces).

En 2005, année déficitaire en pluie (équivalente au minimum de pluie observée durant les trente dernières années), le niveau de la nappe n'a jamais atteint la cote + 35 m NGF.

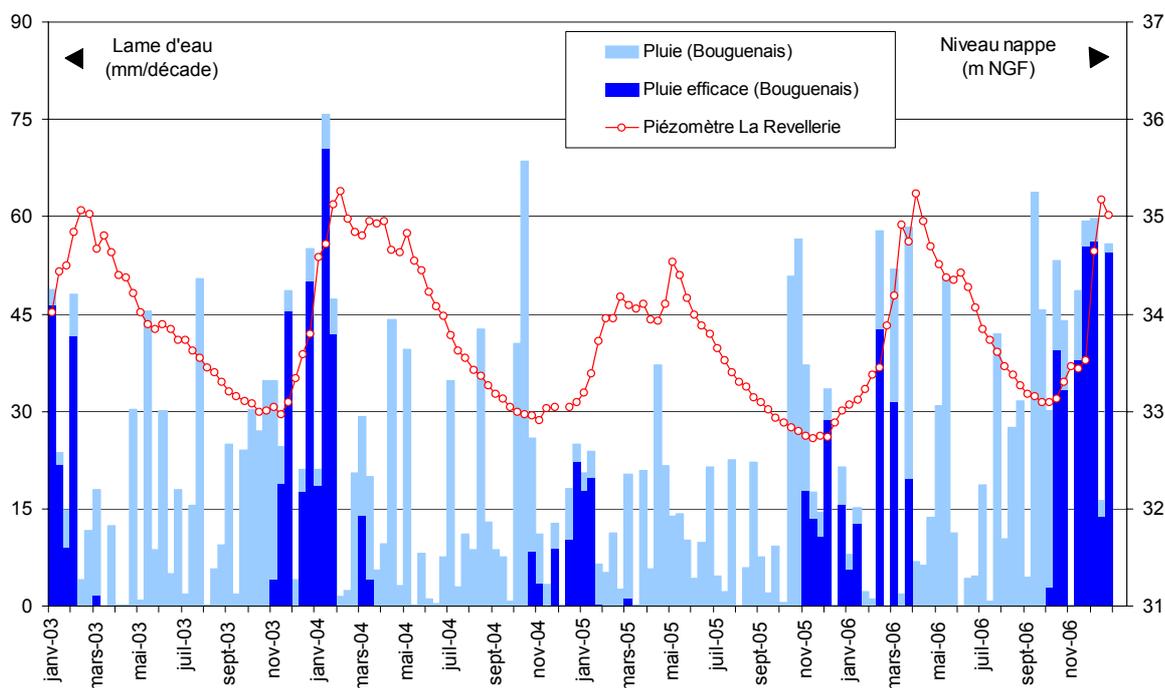


Illustration 8 - Relation entre la pluie efficace et la courbe du piézomètre

4.3. RELATION PLUIE-NIVEAU DU LAC

Le niveau du lac est représenté sur un graphique superposé à celui de la pluie (*Illustration 9*).

Le niveau du plan d'eau mesuré à Passay suit les courbes de la pluie efficace. La hausse du niveau du lac s'effectue sans décalage après des pluies efficaces.

En 2005 le niveau du lac n'a pas atteint la cote «habituelle» de 2.00 m NGF en hiver.

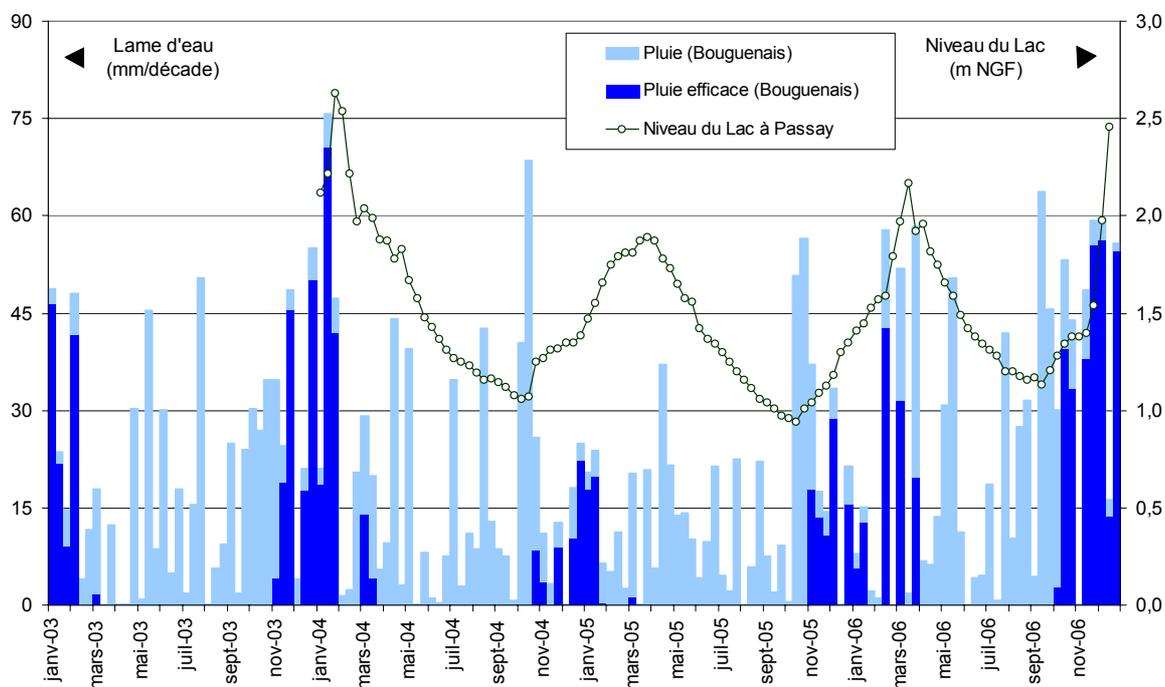


Illustration 9 - Relation entre la pluie et le niveau du lac à Passay

4.4. RELATION DEBIT RIVIERE-NIVEAU DU LAC

Le niveau du lac et le débit de la Logne se corrèlent.

En hiver 2003-2004, en période de forts débits de la Logne, le niveau du lac monte instantanément et est très réactif. Durant l'hiver 2004-2005 plutôt sec, les débits de la Logne étaient relativement faibles et ceux-ci ont induit une montée modérée du niveau du lac (environ 1,9 m NGF).

Les cours d'eau et le lac sont en relation directe. Le niveau du lac réagit presque immédiatement.

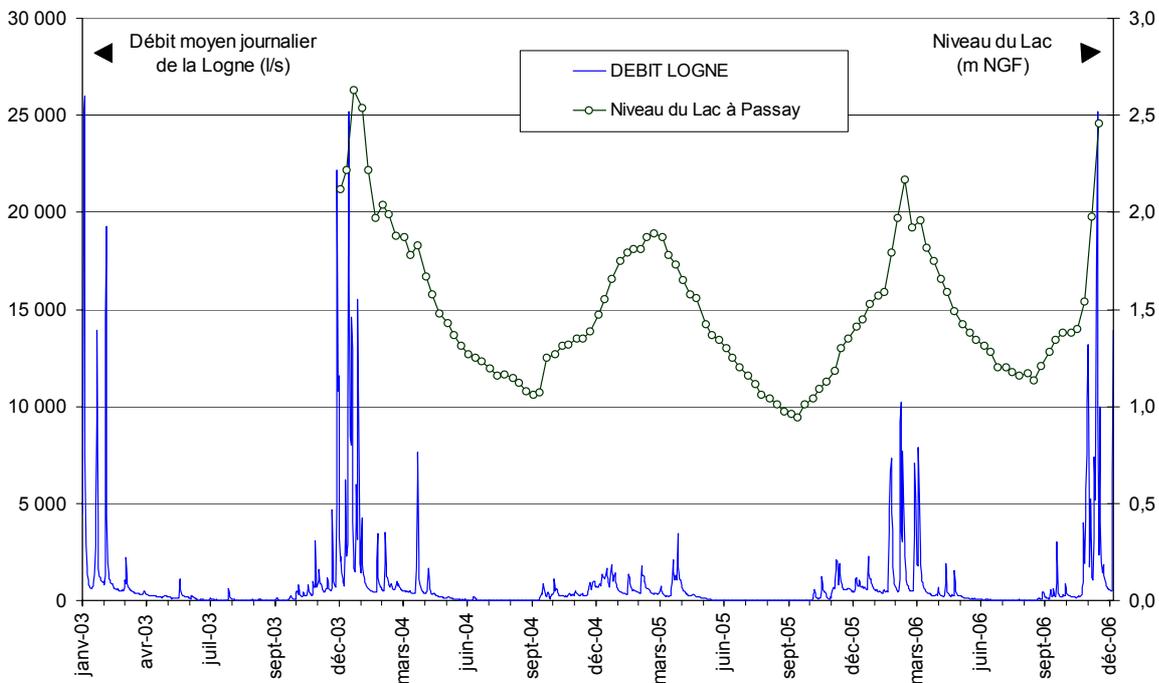


Illustration 10 - Relation entre le débit de Logne et le niveau du lac à Passay

5. Les prélèvements souterrains

5.1. DONNEES AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE (AELB)

Après les apports d'eau sur le bassin versant à travers la pluviométrie et les débits des rivières, il faut prendre en compte les prélèvements dans le bilan hydrologique du lac.

A cette fin, l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) nous a fourni des données de prélèvements sur les 50 communes à l'intérieur du bassin versant du lac de Grand-Lieu. Ces données nous donnent les résultats et les volumes prélevés pour l'irrigation, l'industrie et l'alimentation en eau potable en 2002 par commune (*Illustration 11*).

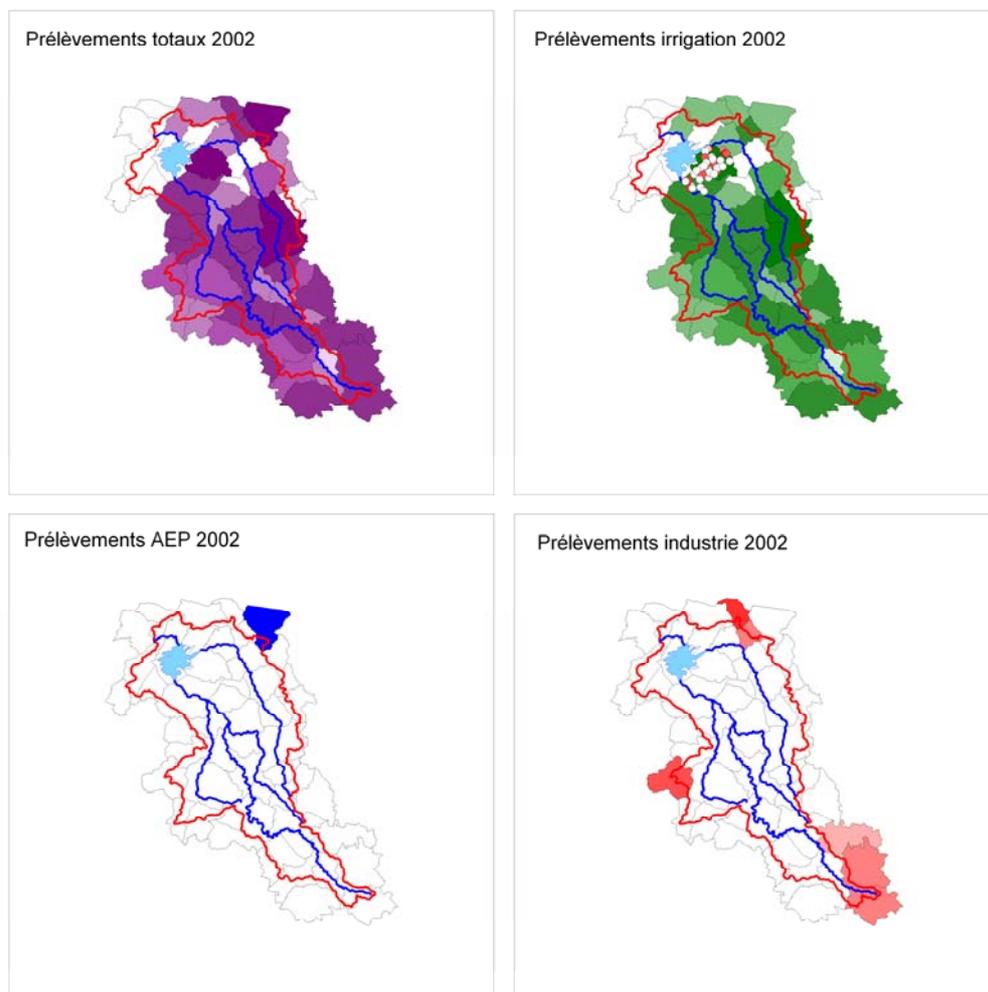


Illustration 11 - Cartographie des prélèvements sur les communes (données AELB 2002)

Il en ressort que, pour 2002, sur les 50 communes du bassin versant :

- les prélèvements AEP concernent une seule commune ;
- les prélèvements industriels concernent 6 communes ;
- les prélèvements agricoles concernent tout le secteur d'étude.

Les volumes prélevés pour l'irrigation ont été plus particulièrement suivis et notamment sur les deux communes situées à proximité du lac : la Chevrolière et Saint-Philbert-de-Grand-Lieu.

Les volumes totalisés sur l'ensemble du bassin versant s'élèvent à 6.2 millions de m³ pour l'année 2002, avec 400 000 m³ pour la commune de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu et 700 000 m³ pour la Chevrolière.

Ces prélèvements agricoles ont été calculés en lame d'eau pour chaque commune. La commune de La Planche possède la plus forte valeur avec 30 mm, La Chevrolière 22 mm et Saint-Philbert de Grand-Lieu 7 mm. Les prélèvements représentent en moyenne 5 à 10 mm sur les autres communes.

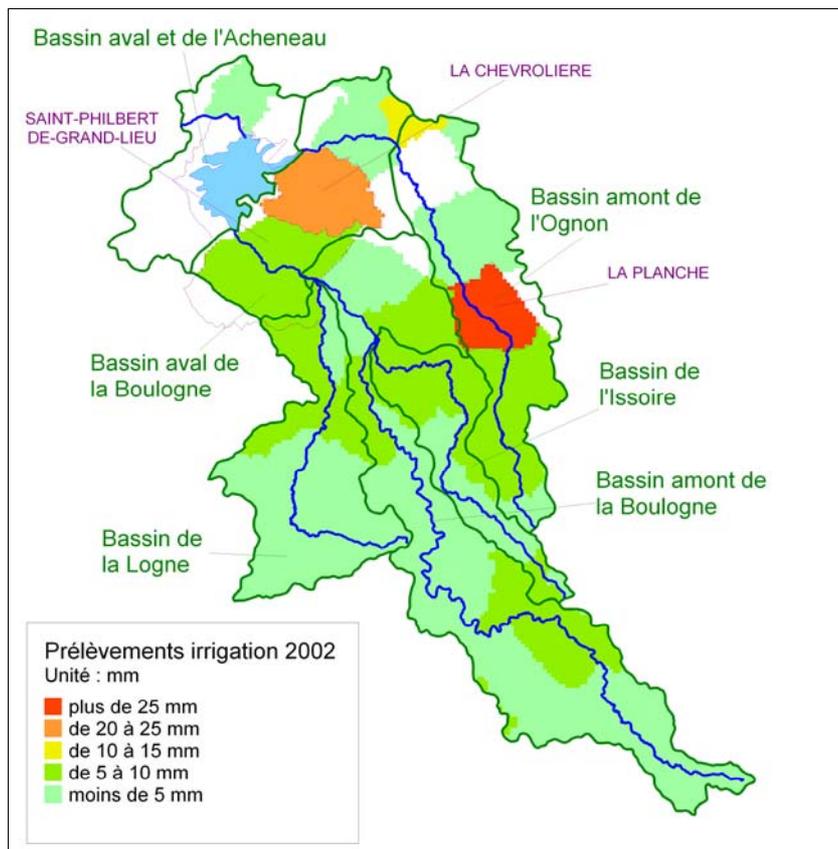


Illustration 12 - Carte des prélèvements agricoles en 2002 en lame d'eau

5.2. LES DONNEES DE LA DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DES FORETS (DDAF)

La Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts (DDAF) de Loire-Atlantique a également transmis les données de prélèvements sur les deux communes proches du lac : La Chevrolière et Saint-Philbert-de-Grand-Lieu. Ces données de prélèvements sont semblables aux données fournies par l'Agence de l'Eau mais elles précisent la localisation de 59 points d'eau utilisés pour l'irrigation (*Illustration 13*).

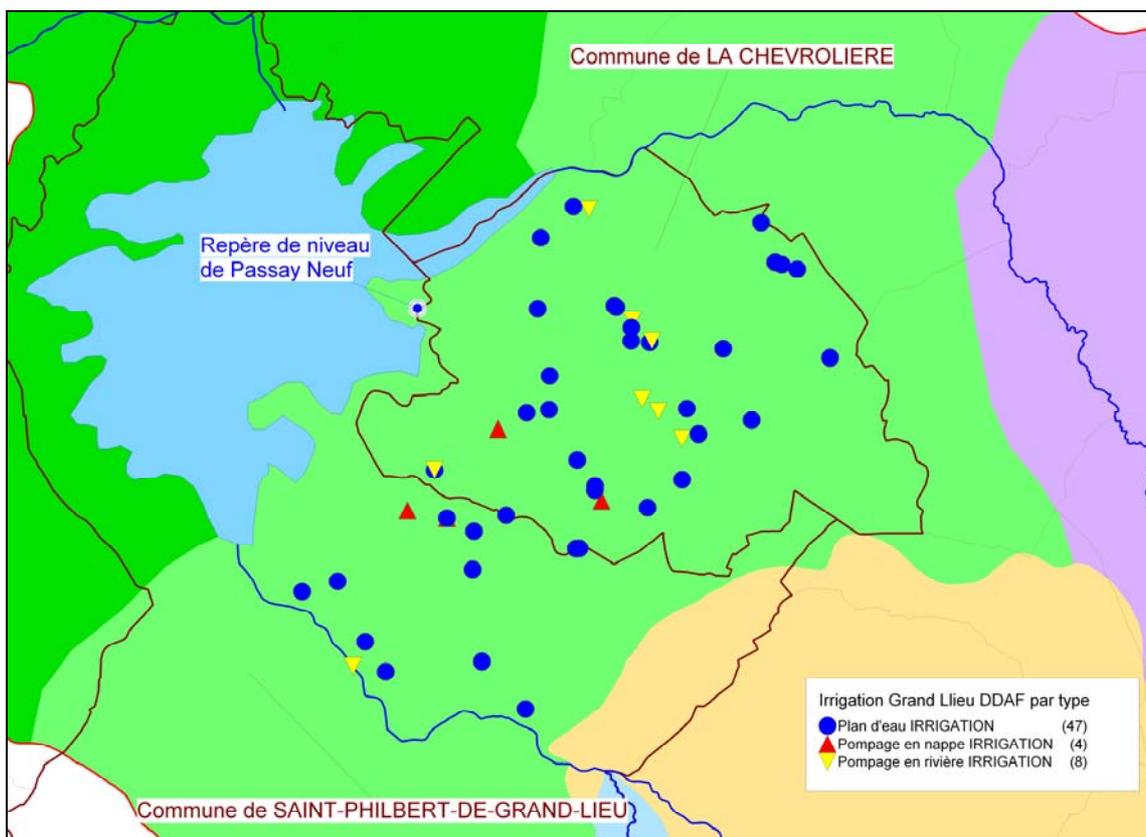


Illustration 13 - Cartographie des points de prélèvements DDAF sur les communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu

Sur le graphique suivant (*Illustration 14*), les données de la DDAF 44 ont été regroupées en commune et en année (de 1996 à 2004). Sur cette même période, les prélèvements annuels représentent entre 300 000 et 400 000 m³ par an pour une surface irriguée moyenne de 250 ha. En année humide (1999-2000-2001), les prélèvements étaient inférieurs à 300 000 m³.

En moyenne sur la période 1996-2004, 95 % des prélèvements annuels s'opèrent en période d'été.

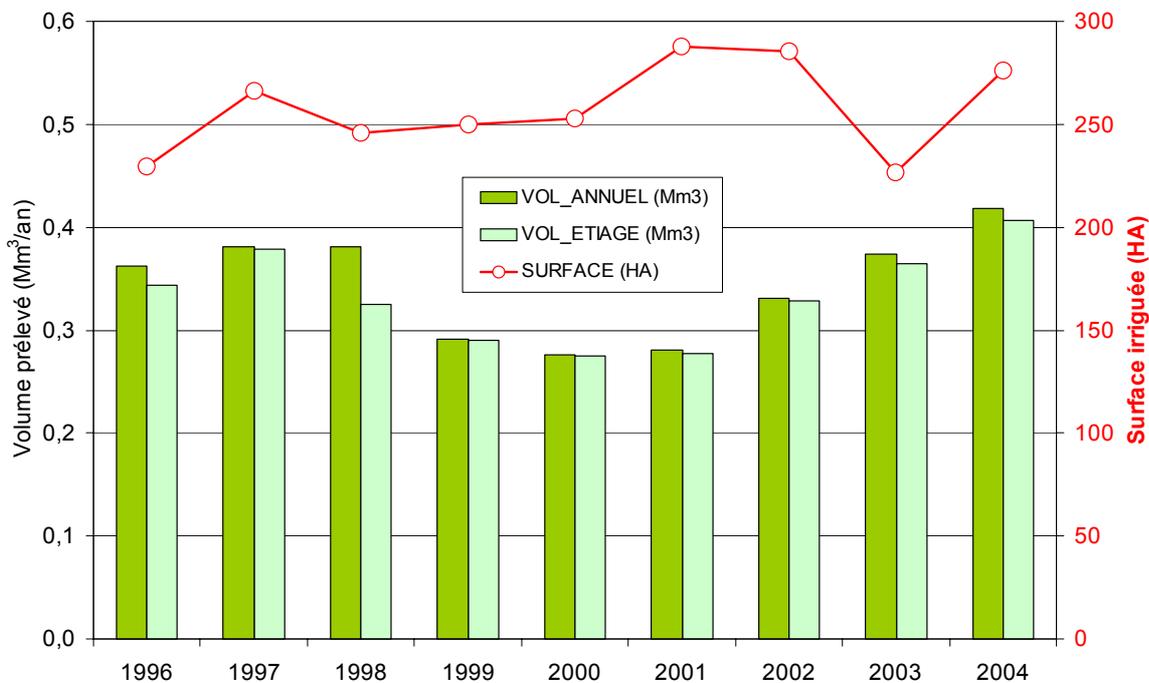


Illustration 14 - Volumes annuels et en été pour l'irrigation sur les communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu

6. Réalisations des cartes piézométriques en situation Basses Eaux et de Hautes Eaux - Tracé d'un profil hydrogéologique

Sur cette carte (*Illustration 15*), l'ensemble des points recensés et utilisés pour la piézométrie a été cartographié. Les campagnes Hautes Eaux et Basses Eaux ont été réalisées sur l'ensemble du bassin versant tandis que la campagne piézométrique complémentaire de juillet 2006 a servi à détailler le secteur de la Chevrolière et de Saint-Philbert de Grand-Lieu aux abords du lac. En totalité, ce sont 337 points d'eau qui ont été mesurés.

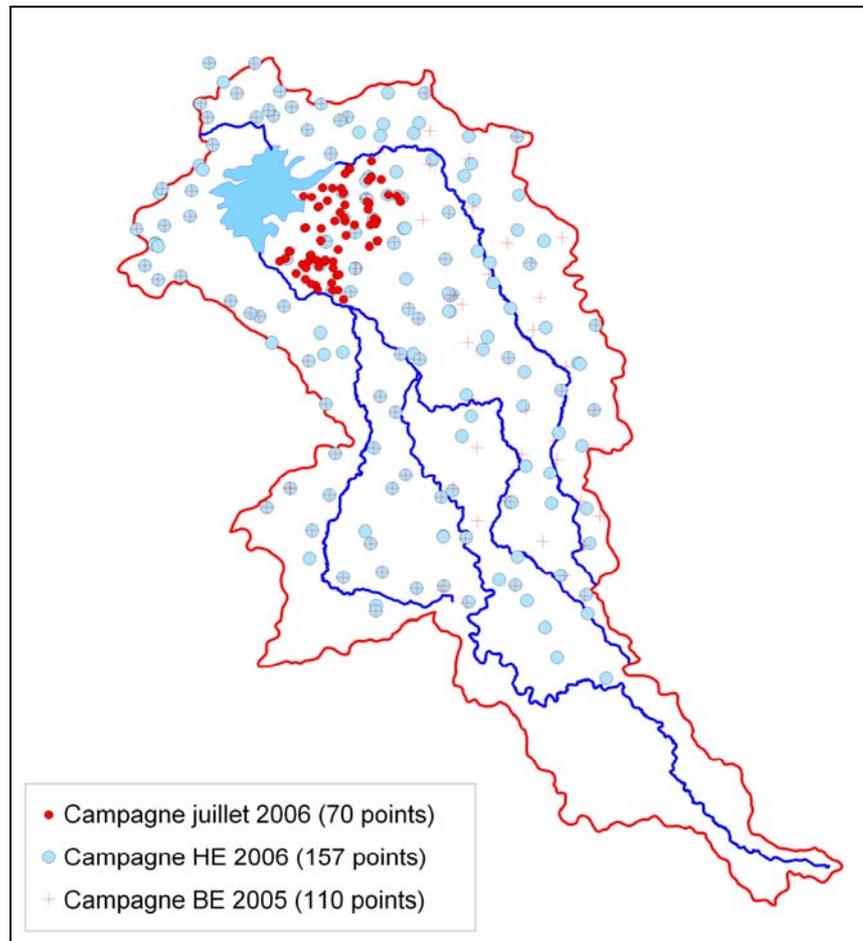


Illustration 15 - Points mesurés pour les campagnes piézométriques

Les cartes piézométriques Basses Eaux 2005 et Hautes Eaux 2006 (*Illustrations 16 et 17*) montrent les fluctuations de la nappe dans le bassin versant. Les contours des isopièzes suivent la topographie du terrain tout en l'atténuant sur les deux cartes.

Néanmoins la zone proche du lac reste peu détaillée. C'est pourquoi une campagne supplémentaire a été réalisée en juillet 2006 pour préciser ce secteur. Il est à noter qu'aucun cône de rabattement n'est observé (à l'échelle de travail)

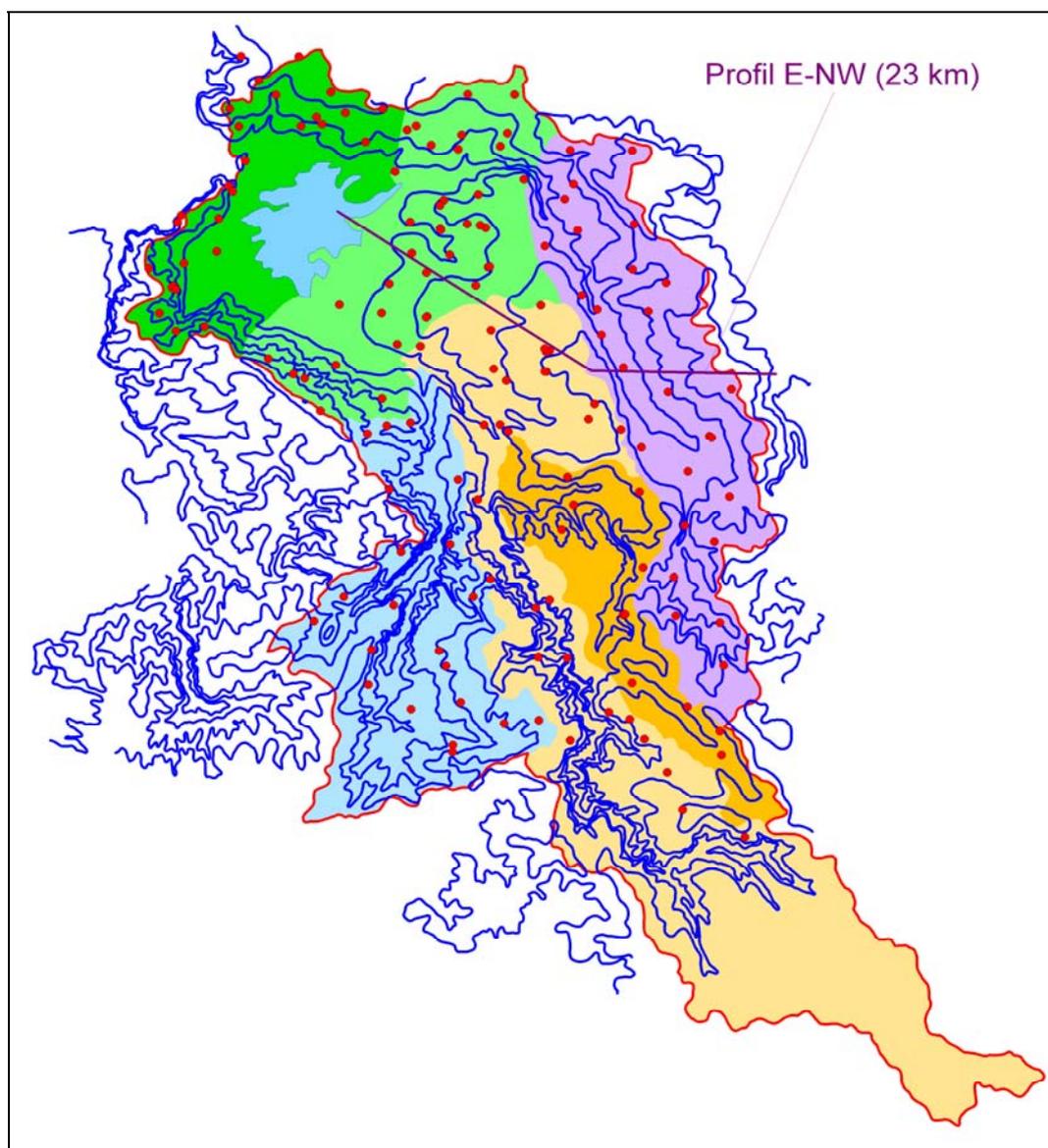


Illustration 16 - Carte piézométrique Basses Eaux 2005

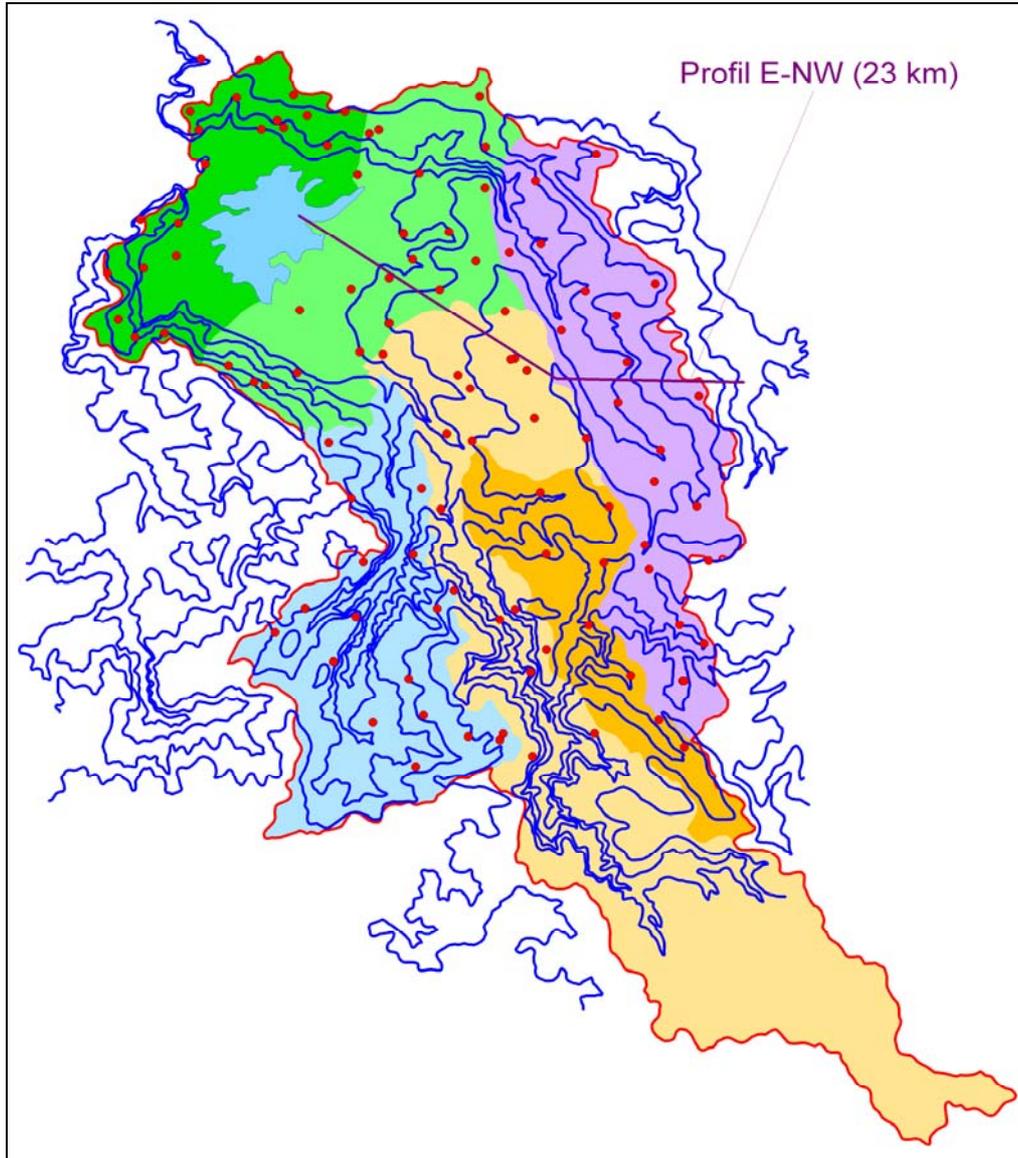


Illustration 17 - Carte piézométrique Hautes Eaux 2006

La campagne piézométrique du mois de juillet précise les contours des isopièzes aux abords du lac, à une période où les prélèvements agricoles sont en cours. Ce niveau piézométrique, en période d'irrigation, est dit dynamique.

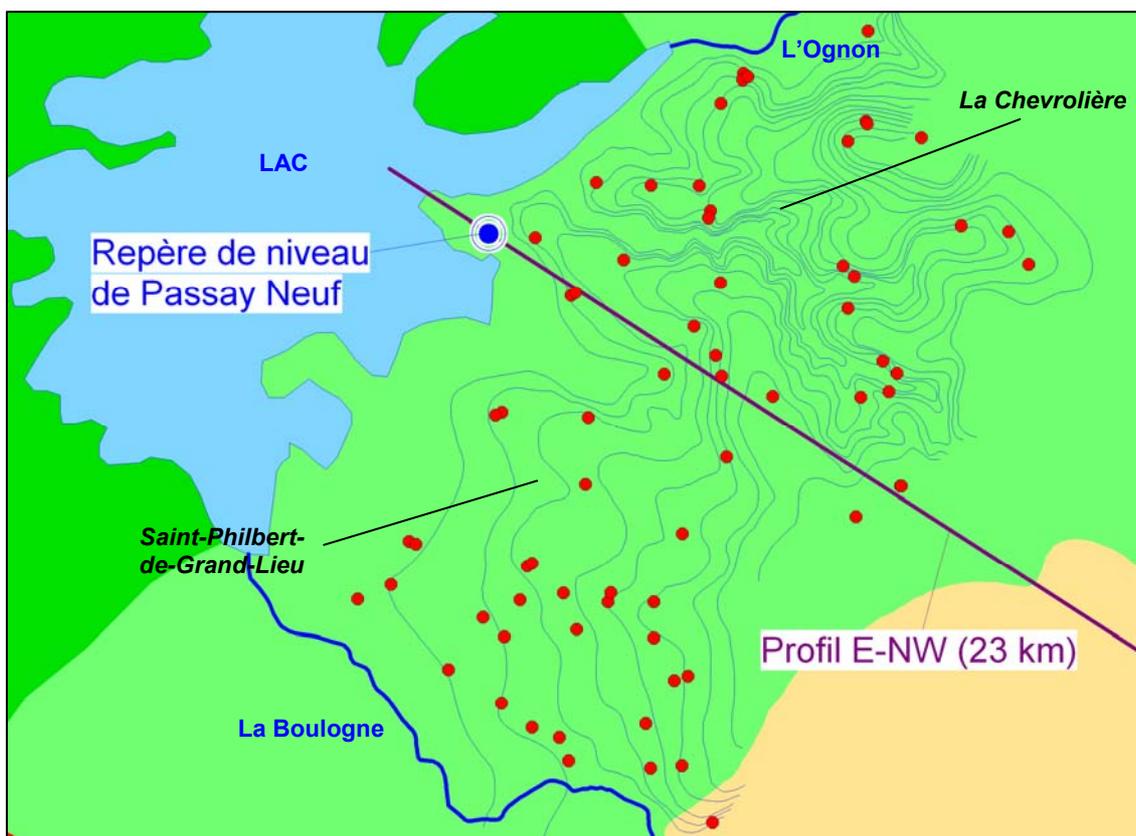


Illustration 18 - Carte piézométrique à proximité du lac sur les communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu

Une coupe verticale (*Illustration 19*), représentée sur les cartes piézométriques par un trait de 23 km de long, détaille les niveaux selon un profil Est-NordOuest. Pour des raisons de lisibilité, l'échelle verticale est dilatée.

La coupe comprend la topographie des terrains, les niveaux Hautes Eaux (HE) et Basses Eaux (BE), le niveau du lac à Passay et la campagne complémentaire de juillet 2006.

Sur le profil, à l'Est se situe le bassin de la Sèvre nantaise, séparé du bassin de la Boulogne par une ligne de partage des eaux (trait rouge). La topographie décroît de façon constante depuis cette limite du bassin versant jusqu'aux abords du lac de Grand-Lieu. La vallée de l'Ognon est nettement marquée et incise le relief.

Les niveaux piézométriques HE et BE suivent le relief tout en l'atténuant et l'écoulement de la nappe se fait toujours en direction du lac. Dans la vallée de l'Ognon, les écoulements convergent vers la rivière.

Sur les cartes piézométriques plusieurs lignes de partage des eaux souterraines apparaissent. La nappe se comporte en nappe libre, elle se raccorde au réseau hydrographique qui la draine. Les isopièzes mettent clairement en évidence l'alimentation des cours d'eau par les eaux souterraines dans ce secteur.

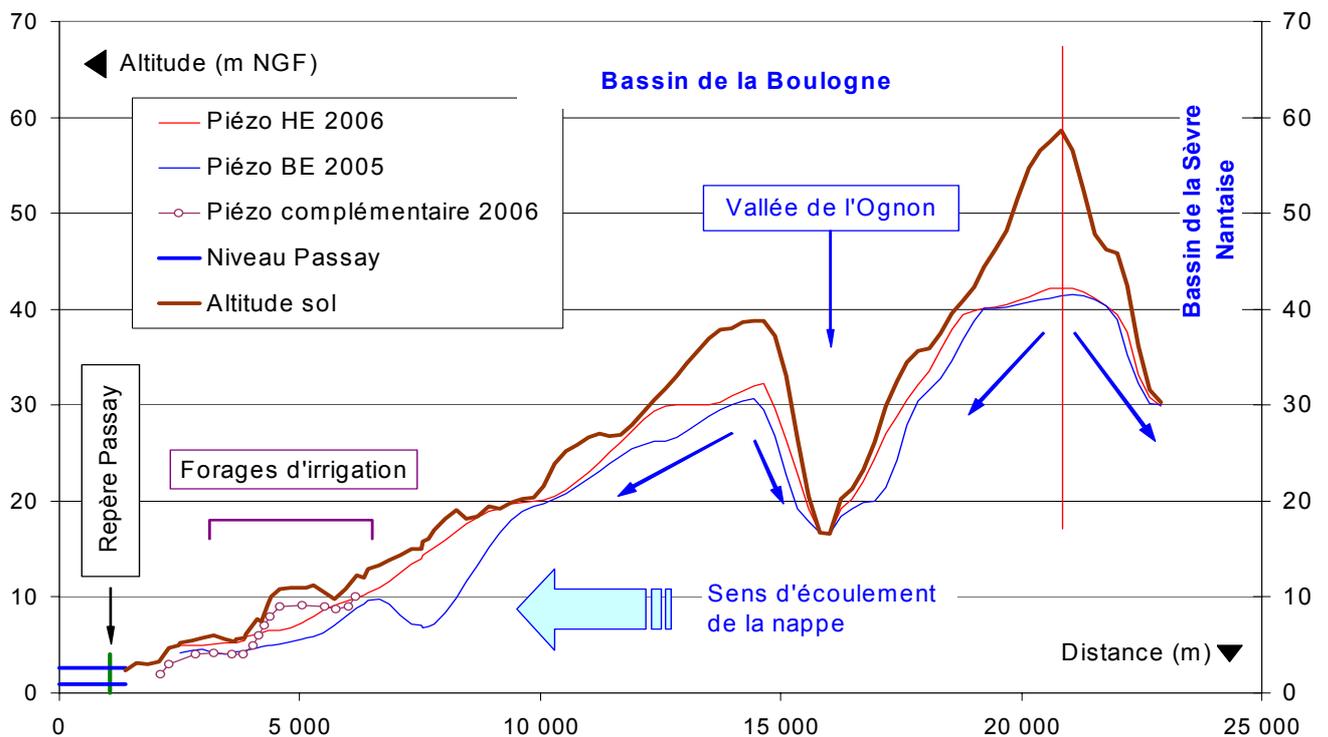


Illustration 19 - Profil Est-NordOuest dans le bassin du lac

Un agrandissement permet de mieux voir ce qui se passe dans la zone proche du lac (*Illustration 20*).

Les niveaux du lac fluctuent entre les cotes 2.63 m NGF en hiver et 0.94 m NGF en été. Les courbes piézométriques réalisées en hautes eaux et basses eaux se situent toujours au-dessus de ces niveaux en 2005-2006. De même, lors de la campagne piézométrique de juillet 2006 en période de prélèvements, les niveaux observés dans la nappe sont toujours supérieurs à ceux du lac. Ceci montre que le lac n'alimente pas les eaux souterraines de la nappe des sables pliocènes.

Les prélèvements n'opèrent donc pas de changement de sens d'écoulement de la nappe. La nappe s'écoule toujours vers le lac (en l'état actuel des prélèvements).

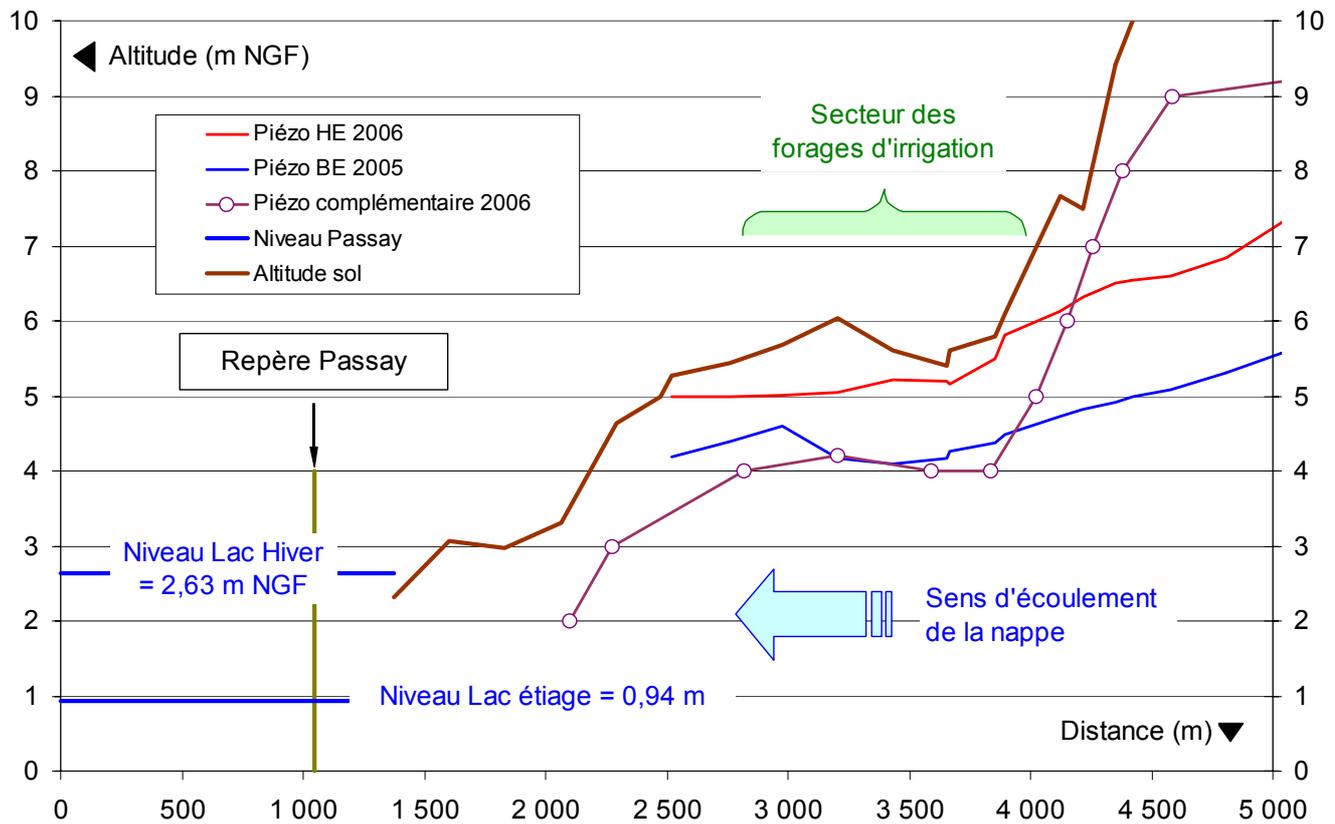


Illustration 20 - Profil Est-NordOuest dans la zone proche du lac (communes de la Chevrolière et de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu)

7. Bilan volumique – Lac de Grand-Lieu

7.1. BILAN VOLUMIQUE DE LA RESSOURCE EN EAU DU LAC DE GRAND-LIEU POUR LA PERIODE JUIN A SEPTEMBRE

7.1.1. Présentation du bilan

La ressource en eau sur le bassin de Grand-Lieu est évaluée à partir du bilan des entrées et des sorties du bassin versant du lac.

L'étude de ce bilan tient compte des volumes d'eau en entrée constitués par :

- la pluie tombée sur le secteur pendant la période considérée,
- l'apport d'eau depuis l'amont.

L'évaluation des flux sortant intègre :

- l'EvapoTranspiration Potentielle (l'ETP) sur le secteur pendant la période considérée,
- les prélèvements recensés dans le bassin aval de la Boulogne (volumes 2002),
- le débit en sortie du système.

Le schéma des écoulements (*illustrations 21 et 22*) représente sur une coupe les différents termes du bilan et indique les volumes que représentent chacun d'eux.

Les données de l'étude qui ont servi à l'établissement de ces deux bilans sont détaillées dans un tableau et explicitées dans le chapitre suivant (7.2. Détail de calcul des termes du bilan).

7.1.2. Schémas des écoulements

Le bilan hydrologique en période d'étiage du lac de Grand-Lieu est présenté pour une année moyenne (hiver moyen et été moyen) dans l'illustration 21.

Les flux entrants sont représentés en bleu et les flux sortants en rouge.

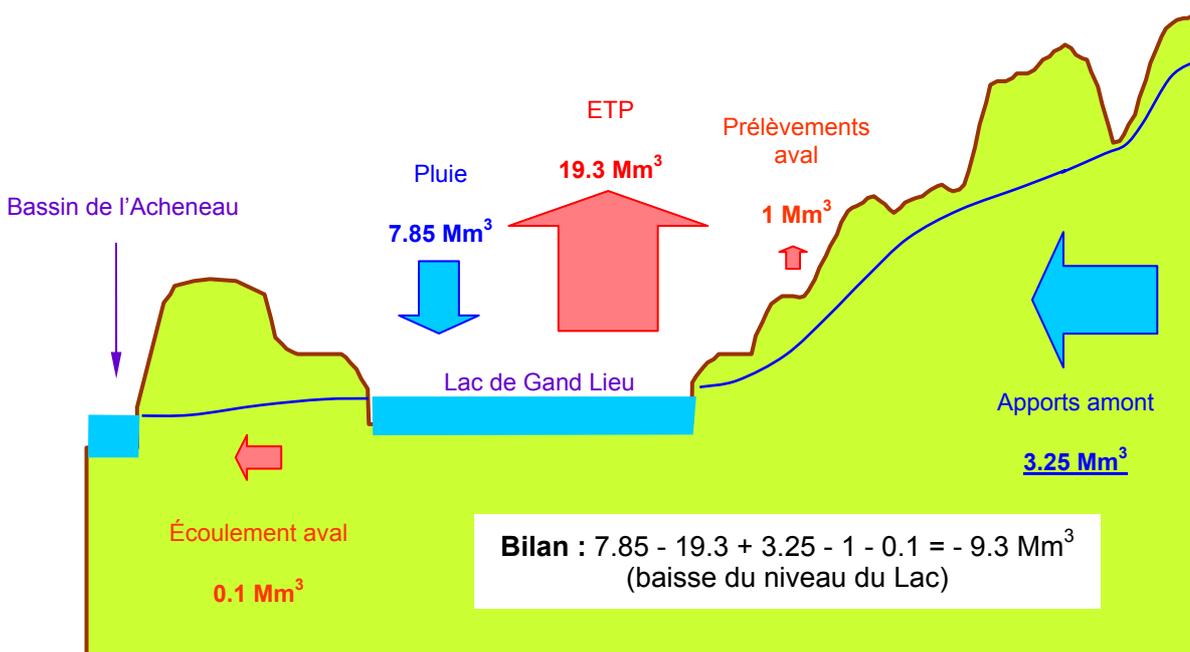


Illustration 21 - Schéma de principe des écoulements et bilan volumique de la ressource en eau sur la période de juin à septembre pour une recharge hivernale moyenne et une pluie d'été moyenne

Parmi les termes considérés, l'ETP joue un rôle essentiel et prépondérant dans le bilan volumique. Les autres paramètres pris en compte dans les flux sortant (prélèvements et écoulement aval) sont plus marginaux.

Les estimations révèlent qu'en période d'étiage, en année moyenne, le bilan est négatif avec -9.3 Million de mètres cube (Mm³) (Le volume d'eau sortant du système considéré est plus important que le volume d'eau y entrant). **Ce déficit de 9,3 Mm³ se traduit par une baisse du niveau du lac d'environ 24 cm** (cet ordre de grandeur correspond bien au déstockage observé).

On note que les apports amont représentent 3.25 Mm³ et sont largement supérieurs aux prélèvements (1 Mm³). On voit aussi que le sens d'écoulement des eaux s'effectue de la nappe vers le lac et que les prélèvements n'inversent pas ce sens d'écoulement.

Ce même bilan a été réalisé en prenant comme hypothèse un hiver sec, la pluie efficace d'hiver correspondant alors à 50 % des pluies d'un hiver moyen. Les résultats sont présentés sur l'illustration 22.

Dans cette hypothèse (50 % de pluie efficace d'hiver) l'apport amont est ramené 1,6 Mm³. Après un hiver sec, le bilan hydrologique est négatif avec -10.9 Mm³ (soit une baisse de 27 cm du niveau du lac).

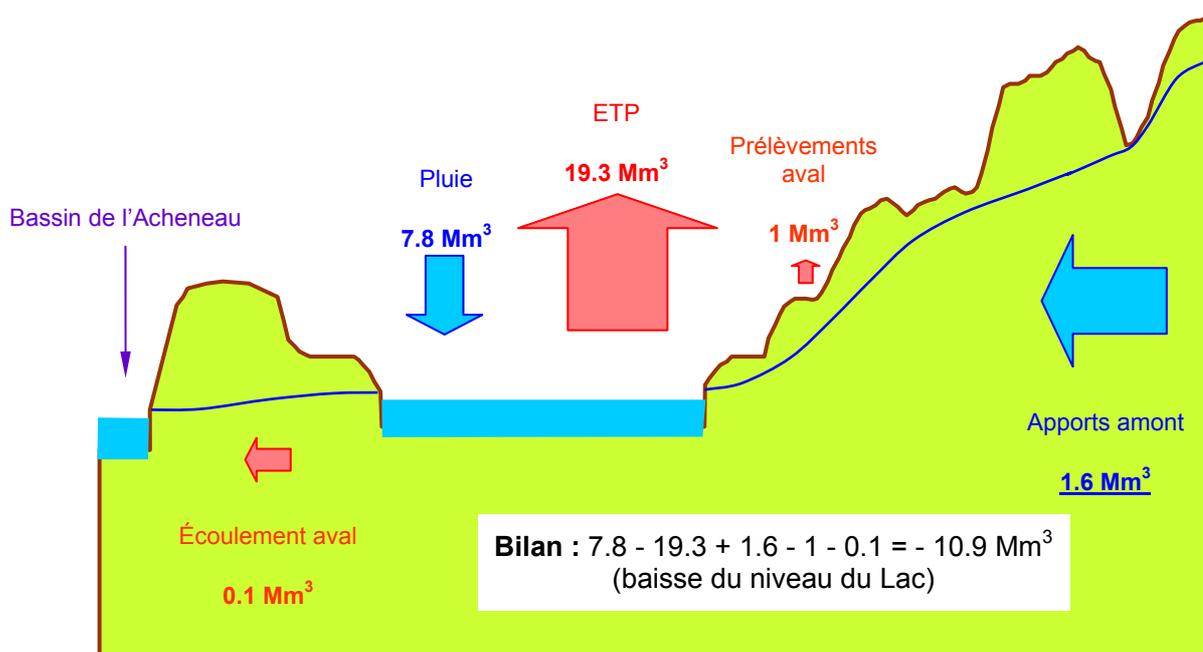


Illustration 22 - Schéma de principe des écoulements et bilan volumique de la ressource en eau sur la période de juin à septembre pour une recharge hivernale faible et une pluie d'été moyenne

Bien que réduit de moitié, les apports amont restent supérieurs aux prélèvements en nappe. Le sens des écoulements s'effectue toujours dans le sens nappe vers le lac.

Ainsi, les facteurs prépondérants régissant le mode de fonctionnement de l'hydrosystème sont essentiellement les composantes naturelles : pluie, ETP, apports amont. Les facteurs «anthropiques», comme les prélèvements, sont moins influents et jouent un rôle mineur dans le bilan hydrologique du bassin versant du lac de Grand-Lieu.

La baisse du lac est donc principalement due au phénomène d'évapotranspiration. Les apports amont couvrent dans tous les cas les prélèvements en nappe à proximité du lac. Les prélèvements ne sont donc pas responsables de la baisse du Lac, tout au plus il est possible de dire que les volumes prélevés pour l'irrigation représentent un défaut d'alimentation en eau du Lac. Ces prélèvements (1 Mm³) sont toutefois nettement inférieurs aux apports par les pluies d'été sur le Lac (7.8 Mm³).

7.2. DETAIL DE CALCUL DES TERMES DU BILAN

Le détail du bilan est présenté dans le tableau ci-dessous (*Illustration 23*). Les paragraphes ci-après explicitent le mode de calcul des différents termes de ce tableau.

Prélèvements agricoles				
N°	Bassin versant	Superficie (km ²)	Prélèvement irrigation 2002 (mm)	Prélèvement irrigation 2002 (Mm ³)
1	Bassin aval et de l'Acheneau	98	0.3	0.0
2	Bassin aval de la Boulogne	123	8.5	1.0
3	Bassin amont de la Boulogne	266	3.8	1.0
4	Bassin de l'Issoire	73	6.8	0.5
5	Bassin de la Logne	134	2.5	0.3
6	Bassin amont de l'Ognon	146	8.7	1.3
TOTAL		840	TOTAL	4.2

Pluie efficace par sous-bassin - Pluie efficace moyenne d'hiver (débit spécifique) : 261 mm				
N°	sous-bassin versant	Superficie (km ²)	Pluie efficace (Mm ³)	Pluie efficace (Mm ³)
1	Bassin aval et de l'Acheneau	98	26	26
2	Bassin aval de la Boulogne	123	32	32
3	Bassin amont de la Boulogne	266	69	
4	Bassin de l'Issoire	73	19	162
5	Bassin de la Logne	134	35	
6	Bassin amont de l'Ognon	146	38	
TOTAL		840	219	219

Bilan hydraulique du Lac de Grand Lieu (juin à septembre)		(mm)	Volume (Mm ³)	Total (Mm ³)	Bilan (Mm ³)
Flux en entrée	Pluie (juin à septembre - moyenne)	196	7.8	11.1	-9.3
	Apport amont (2 % recharge hiver)	-	3.2		
Flux en sortie	ETP (juin à septembre - moyenne)	482	19.3	20.4	
	Prélèvements aval	-	1.0		
	Débit en sortie	-	0.1		

Superficie du Lac = 40 km²

Destockage du Lac (0,25 m en moyenne sur 40 km ² de juin à septembre)	10	Mm ³
--	----	-----------------

Illustration 23 - Bilans des volumes en jeu pour le fonctionnement hydrologique du lac

7.2.1. Flux entrants

- **La pluie brute sur le secteur considéré (le lac) et pendant la période de l'année considérée (juin à septembre)** : la lame d'eau de 196 mm est la moyenne sur 30 ans (1977-2006) des pluies cumulées de juin à septembre (inclus).
- **L'apport amont** : Idéalement, ce terme représente l'ensemble des écoulements (superficiels et souterrains) provenant de l'amont du bassin et alimentant le lac pendant la période considérée.

Les écoulements moyens annuels ont été déduits des débits spécifiques (*Illustration 24*). Ce terme traduit donc les écoulements réels passant par stations de mesures et pendant la période estivale.

Cette évaluation présente donc l'avantage de se baser sur des données concrètes et fiables. En revanche, le volume ainsi calculé n'inclut pas la part des eaux qui s'écoulent vers le lac sans passer par les stations (une part des eaux souterraines).

Le calcul a donc été effectué de la façon suivante : L'étude des débits spécifiques (chapitre 3.2.) montre que les écoulements dans la période considérée représentent 2 % du volume des écoulements annuels.

Station	Mois	Janv.	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
la Logne à Saint-Colomban Banque HYDRO (26 années de mesure)	Qsp (l/s/km ²)	25.3	18.6	11.1	8.6	4.0	0.8	0.5	0.2	1.2	5.7	12.0	19.8	9.0
	lame d'eau (mm)	67	46	29	22	10	2	1	0	3	15	31	53	279
	% de l'année	24	16	10	8	4	1	0	0	1	5	11	19	100
l'Ognon aux Sorinières Banque HYDRO (43 années de mesure)	Qsp (l/s/km ²)	21.5	19.0	12.7	6.5	4.0	1.1	0.6	0.3	1.1	3.9	8.9	15.9	8.0
	lame d'eau (mm)	57	47	34	16	10	2	1	0	2	10	22	42	243
	% de l'année	23	19	14	7	4	1	0	0	1	4	9	17	100

Illustration 24 - Débits spécifiques moyens

Dans le tableau ci-dessus, la lame d'eau moyenne annuelle passant par la station de la Logne à St Colomban est de 279 mm (243 mm au niveau de la station de l'Ognon aux Sorinières). La pluie efficace moyenne peut donc être estimée à 261 mm. Cette estimation ne prend pas en compte le volume d'eau qui ne passe pas par une des stations de jaugeage (eaux souterraines).

Le volume de pluie efficace (tableau 24 – tableau bleu) est ensuite déduit de la multiplication de la lame d'eau par la surface de chaque bassin. La dernière colonne indique le volume d'eau s'écoulant annuellement en partie amont du bassin aval de la Boulogne (162 Mm³).

Le volume pris en compte (3,2 Mm³) correspond donc à 2 % des 162 millions de m³ (écoulements moyens annuels).

En ce qui concerne les écoulements souterrains, à titre de vérification, on peut calculer un ordre de grandeur grâce au profil (chapitre 6) :

$$V_{(m^3)} = \text{Transmissivité}_{(m^2/s)} * \text{gradient} * \text{longueur de section}_{(m)} * \text{Durée (s)}$$

$$V_{(m^3)} = 0.002 * 0.0025 * 9\,500 * 21\,081\,600 \text{ (juin à septembre)}$$

$$V_{(m^3)} = 1\,001\,376 \text{ m}^3 \text{ (1 Mm}^3\text{)}$$

Les écoulements souterrains, dont une part est prise en compte dans l'estimation faite des écoulements avec les débits spécifiques, représenteraient donc un volume d'environ 1 Mm³ pour la période de l'année considérée. Cette valeur n'est pas prise en compte dans le bilan volumique.

Ainsi, en année moyenne, l'ensemble des flux entrants sur le lac de Grand-Lieu de juin à septembre totalisent 11,10 Mm³.

En prenant comme hypothèse un hiver sec, la pluie efficace d'hiver correspondant alors à 50 % des pluies d'un hiver moyen, le volume du terme « apport amont » est de 1,6 Mm³. L'ensemble des flux entrant représente alors 9,4 Mm³.

7.2.2. Flux sortants

- ***L'EvapoTranspiration Potentielle (ETP) sur le secteur considéré (le lac) et pendant la période de l'année considérée (juin à septembre)*** : la lame d'eau de 482 mm est la moyenne sur 30 ans (1977-2006) des ETP cumulées de juin à septembre (inclus).
- ***Les prélèvements aval*** : volume des prélèvements recensés dans le bassin aval de la Boulogne (volumes 2002).

Les prélèvements amont n'ont pas été pris en compte dans le calcul du bilan volumique. Cette simplification ne remet pas en cause le bilan volumique réalisé pour les raisons suivantes :

- Leur impact sur le volume des écoulements est en partie pris en compte dans l'estimation des apports amont (flux entrant). En effet, ce calcul est basé sur les débits des cours d'eau (stations en amont des prélèvements pris en compte) et les cartes piézométriques démontrent que la nappe des sables dans laquelle s'effectuent les prélèvements alimente les cours d'eau. Les écoulements observés aux stations de débits intègrent donc en partie les volumes prélevés en amont ;
- L'ordre de grandeur des prélèvements effectués sur la nappe des sables qui s'écoule directement vers le lac est négligeable vis-à-vis des autres termes ;
- Cette simplification (flux sortants) et celle concernant les écoulements souterrains (flux entrants) se compensent en partie.

Le détail des volumes prélevés par sous-bassin est indiqué en illustration 24 (tableau vert). Ces volumes sont calculés à partir des données traitées au chapitre 5 (lame d'eau prélevée par unité de surface) et de la superficie du sous-bassin.

- **Le débit souterrain en sortie du système** : ce facteur a été estimé comme suit

$$Q_{\text{sortie}} = \text{Transmissivité (m}^2/\text{s)} * \text{longueur (m)} * \text{gradient} * \text{durée (s)}$$
$$Q_{\text{sortie}} = 0,003 * 8\ 000 * 0,0005 * 10\ 368\ 000 \text{ (juin à septembre)} = 0,12 \text{ Mm}^3$$

En prenant comme hypothèse un été «moyen», l'ensemble des flux sortants sur le lac de Grand-Lieu de juin à septembre représentent 20,4 Mm³.

7.2.3. Vérification du bilan

Pour une année «moyenne», en période d'étiage, le bilan hydrologique est négatif avec -9.3 Mm³. En prenant 40 km² comme superficie du lac, ce déficit se traduit par une baisse du niveau du lac d'environ 23 cm.

De la même manière, le déstockage du lac observé étant de 25 cm en moyenne, le déficit théorique avoisine 10 Mm³.

L'ordre de grandeur du bilan calculé dans cette étude correspond bien au déstockage observé.

8. Conclusions

Sur le bassin versant du lac de Grand-Lieu, les données disponibles (niveaux piézométriques, débits des rivières, précipitations, prélèvements) permettent une description assez précise des mécanismes de recharge et de tarissement.

Les cartes piézométriques établies en 2006 indiquent que le sens d'écoulement de la nappe est toujours en direction du lac.

Par ailleurs, les prélèvements ne soutirent pas l'eau du lac, ils réduisent les apports à la nappe dans une proportion variable selon les années. Les prélèvements actuels ne créent pas de rabattement important de la piézométrie ou d'inversion du sens d'écoulement de la nappe.

Le bilan hydrologique du Lac de Grand-Lieu permet d'établir un schéma des écoulements en étiage avec un ordre de grandeur des flux, où l'évaporation joue un rôle majeur (ordre de grandeur 20 fois supérieur à celui des prélèvements).

Afin de suivre les fluctuations piézométriques des nappes présentes dans le bassin de Grand-lieu (sables tertiaires et socle), 2 piézomètres pourraient être ajoutés au réseau départemental de suivi piézométrique de Loire-Atlantique. L'implantation de ces 2 piézomètres répondrait aussi aux recommandations de suivi quantitatif de la DCE puisque les deux masses d'eau présentes dans le bassin de Grand-lieu sont «sable du bassin de Grand-Lieu» et «logne- boulogne- ognon-Grand-lieu» (*Illustration 25*).

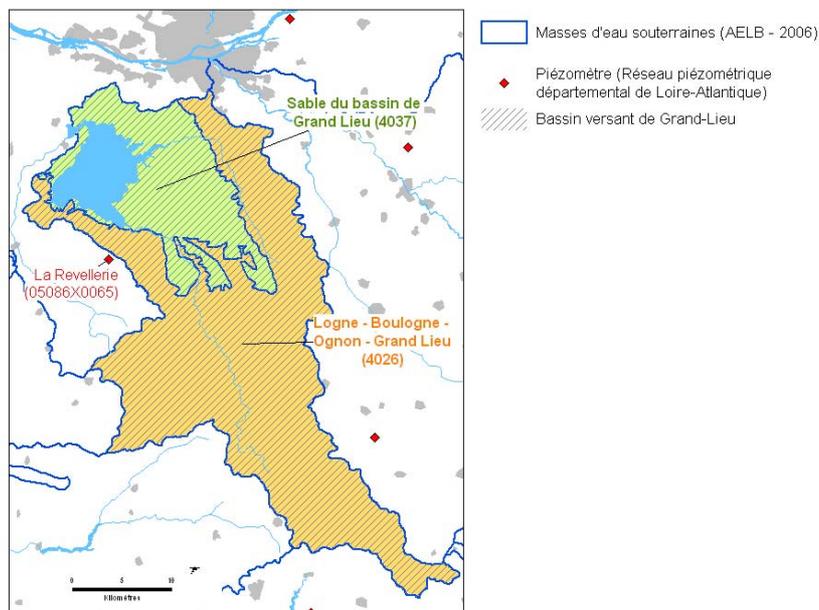


Illustration 25 – Masses d'eau souterraines (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)



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

Service géologique régional Pays de la Loire
1, rue des saumonières
BP 92342
44323 – Nantes cedex 3 - France
Tél. : 02 51 86 01 51



Rapport édité sur Papier recyclé à 100 %



Bassin versant de Grand-Lieu Synthèse des études Brgm et bilan volumique

ANNEXES

BRGM/RP- 55463 -FR
Mars 2007

Bassin versant de Grand-Lieu Synthèse des études Brgm et bilan volumique

ANNEXES

BRGM/RP- 55463 -FR
Mars 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2007EAUG16

J.C. Martin, E. Rouxel
Avec la collaboration de
A. Lereculey

Vérificateur :

Nom : JC MARTIN

Date : mars 2007

Approbateur :

Nom : P. CONIL

Date : avril 2007

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Loire-Atlantique, Grand-Lieu, Hydrogéologie, Piézométrie, Bassin d'effondrement tertiaire

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

MARTIN JC, ROUXEL E. avec la collaboration de LERECULEY A. (2007) – Bassin versant de Grand-Lieu, Synthèse des études Brgm et bilan volumique – Rapport final - Rapport BRGM/RP-55463-FR, 42 p, 25 illustrations et 3 annexes

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

Liste des annexes

Annexe 1

Etude du bassin versant de Grand-Lieu (44) en vue d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage Rapport BRGM/RP-53680-FR de mars 2005

Annexe 2

Cartographie de la piézométrie Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44) Rapport BRGM/RP-54732-FR de novembre 2006

Annexe 3

Campagne piézométrique complémentaire dans le bassin de Grand-Lieu (44) Rapport BRGM/RP-55134-FR de décembre 2006

Annexe 1

Etude du bassin versant de Grand-Lieu (44) en vue d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage Rapport BRGM/RP-53680-FR de mars 2005

Etude du bassin versant de Grand-Lieu (44) en vue d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage

Rapport final

BRGM/RP-53680-FR

Mars 2005



Etude du bassin versant de Grand-Lieu (44) en vue d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage

Rapport final

BRGM/RP-53680-FR

Mars 2005

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2005EAUG25

P. Corbier – E. Rouxel

Mots-clés : eau, étiage, gestion, Grand-Lieu, impact, irrigation, Loire-Atlantique, prélèvements, SAGE, Vendée

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

Corbier P., Rouxel E. (2005) - Etude du bassin versant du lac de Grand-Lieu (44) en vue d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage. BRGM/RP-53680-FR, 78 p., 29 ill., 1 ann.

© BRGM, 2005, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

C'est dans l'objectif de la mise en place d'une gestion quantitative des ressources sur le bassin versant du lac de Grand-Lieu que la DIREN des Pays de la Loire a sollicité le BRGM pour :

- faire un bilan des connaissances sur l'étendue du bassin versant
- évaluer l'impact des prélèvements agricoles effectués lors de la période estivale
- proposer une liste d'actions complémentaires à mener pour affiner les connaissances sur ce secteur

Dans un premier temps, les ressources en eaux souterraines ont été caractérisées d'un point de vue quantitatif et qualitatif.

Le travail a ensuite consisté à réaliser un essai de bilan puis à étudier les relations entre les précipitations, les eaux souterraines et les eaux superficielles ainsi que l'impact direct des prélèvements.

Le bilan mené avec des données moyennes de pluies et de débit et les prélèvements effectués en 2002 a montré que :

- ce dernier était globalement équilibré entre les entrées et les sorties (volumes de l'ordre de 220 à 250 millions de m³) et qu'il y avait donc a priori une bonne correspondance entre le bassin versant topographique et le bassin d'alimentation
- que les prélèvements, estimés à 7.7 millions de m³/an ne représentaient que 3.4% des écoulements totaux et 17 % de ces mêmes écoulements sur la période allant du 1^{er} mai au 30 novembre

L'étude de l'évolution des niveaux du lac et des eaux souterraines n'ayant pas permis de mettre en évidence une influence directe des pompages, une approche par type de prélèvement a été effectuée. Des distances d'influence ont ainsi pu être déterminées.

A l'issue de ces travaux, on retiendra :

- qu'à l'échelle d'un cycle hydrologique complet, les prélèvements ne représentent qu'une faible part des écoulements directs (ruissellement) ou indirects (alimentation des rivières par la nappe)
- que la part des prélèvements est un peu plus importante sur la période allant de mai à novembre mais qu'elle reste faible
- qu'un grand nombre d'inconnues demeurent. En fonction des enjeux, des investigations complémentaires (inventaire exhaustif des prélèvements, campagnes piézométriques, modélisation, pompages d'essai...) pourraient être entreprises pour affiner les connaissances sur le secteur étudié.

Sommaire

1.	Introduction	9
2.	Contexte géographique.....	11
3.	Contexte géologique	13
3.1.	FORMATION DU BASSIN DE GRAND-LIEU	13
3.2.	DESCRIPTION DES FORMATIONS	13
3.2.1.	Le substratum	13
3.2.2.	Les formations sédimentaires	17
4.	L'hydrogéologie	23
4.1.	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	23
4.2.	DESCRIPTION DES AQUIFERES	24
4.2.1.	Les formations de socle	24
4.2.2.	Les formations sédimentaires tertiaires	25
⇒	Lac de Grand-Lieu et ses pourtours	25
⇒	Autres dépressions	25
4.2.3.	Les alluvions	25
4.3.	CARACTERISTIQUES QUANTITATIVES	26
4.4.	CARACTERISTIQUES QUALITATIVES.....	31
5.	Essai de bilan	33
5.1.	LES PRECIPITATIONS	33
5.2.	LES DEBITS	37
5.3.	LES PRELEVEMENTS	40
5.3.1.	Les données de l'Agence de l'Eau.....	40
5.3.2.	Les données des DDAF	43

5.3.3.	Total des prélèvements	45
5.4.	BILAN	45
6.	Impact des prélèvements	47
6.1.	ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES PLUIES, L'ÉVAPO- TRANSPIRATION ET LES EAUX SUPERFICIELLES.....	47
6.1.1.	Etude de la corrélation des débits	47
6.1.2.	Etude de la corrélation entre la pluie et les débits.....	48
6.1.3.	Etude de la corrélation entre les pluies, l'évapotranspiration et les niveaux du lac.....	48
6.2.	IMPACT QUANTITATIF DES PRELEVEMENTS.....	51
6.2.1.	Impact des prélèvements en rivière	51
6.2.2.	Impact des prélèvements en retenue	51
6.2.3.	Impact des prélèvements en nappe	52
6.3.	IMPACT QUALITATIF DES PRELEVEMENTS.....	53
7.	Conclusion	55

Liste des illustrations

Illustration 1 : Situation du bassin d'alimentation du Lac de Grand-Lieu.....	12
Illustration 2 : Géologie du bassin versant (d'après carte au 1/250 000) et localisation des points inventoriés en BSS	14
Illustration 3 : Localisation des accidents tectoniques d'après Chevalier, 1987	15
Illustration 4 : Carte des profondeurs du socle	16
Illustration 5 : Stratigraphie des terrains tertiaires du bassin de Grand-Lieu.....	17
Illustration 6 : Tracé des coupes disponibles en bibliographie sur fond géologique au 1/50 000°	19
Illustration 7 : Coupe géologique synthétique NO-SE (tracé 2 de l'illustration 6) d'après Chevalier (1987).....	20
Illustration 8 : Coupe géologique synthétique SO-NE (tracé 1 de l'illustration 6) d'après Chevalier (1987).....	21
Illustration 9 : Localisation des points BSS ayant fait l'objet d'une mesure du niveau d'eau.....	27
Illustration 10 : Report des profondeurs d'eau	28
Illustration 11 : Esquisse piézométrique établie à partir des mesures de 1988.....	29
Illustration 12 : Evolution du niveau d'eau sur le poste de la Révellerie (bassin tertiaire du Maupas) d'après Conseil Général (2004).....	30
Illustration 13 - Stations pluviométriques et surfaces d'influence dans le bassin de Grand-Lieu.	33
Illustration 14 : Localisation des stations pluviométriques	34
Illustration 15 : Historique des précipitations annuelles sur les postes de Nantes Bouguenais, de Rocheservière et de Saint-Philbert	35
Illustration 16 : Valeurs maximales, moyennes et minimales des précipitations sur la période 1974-2003	35
Illustration 17 : Précipitations efficaces moyennes sur la période 1946-2001 d'après MEDD.....	36
Illustration 18 : Stations de mesures présentes dans le bassin d'étude.....	37
Illustration 19 : Localisation des stations hydrométriques en activité	38
Illustration 20 : Débits moyens mensuels et spécifiques sur les postes des Sorinières (l'Ognon) et de Saint-Colomban (la Logne)	39
Illustration 21 : Bilan par commune des volumes prélevés en période d'étiage pour le département 44 (données AELB)	41
Illustration 22 : Bilan par commune des volumes prélevés en période d'étiage pour le département 85 (données AELB)	42
Illustration 23 : Localisation des plans d'eau et des pompages d'après les données de la DDAF 44.....	44

Illustration 24 : Volumes en jeu sur le bassin d'alimentation du lac de Grand-Lieu.....	46
Illustration 25 : Etude de la corrélation entre les débits mensuels de la Logne et de l'Ognon	47
Illustration 26 : Précipitations et débits mensuels de la Logne.....	48
Illustration 27 : Comparaison des pluies, de l'évapotranspiration potentielle et du niveau du lac	50
Illustration 28 : Tableaux récapitulatif des résultats obtenus avec Connexmin.....	53
Illustration 29 : Exemple de simulation faite avec Connexmin	54

1. Introduction

Le lac de Grand-Lieu est situé au sud de l'agglomération nantaise. Il s'agit d'une des plus belles zones humides d'Europe et du plus grand lac de plaine français en hiver.

Avec les rivières qui l'alimentent (Logne, Boulogne et Ognon), il fait l'objet d'un SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) qui a été approuvé le 5 mars 2002 et dont les enjeux consistent en :

- une amélioration du fonctionnement des écosystèmes aquatiques
- une préservation et une restauration des zones humides remarquables
- une amélioration de la qualité des eaux des cours d'eau
- une limitation des phénomènes d'eutrophisation
- une gestion quantitative en période d'étiage
- un développement des activités de tourisme et de loisir

C'est dans ce contexte et dans le cadre de l'Appui aux services chargés de la Police de l'Eau que la DIREN des Pays de la Loire a sollicité le BRGM en 2004.

Pour compléter le diagnostic effectué en 1997 dans le cadre de l'étude préliminaire à l'élaboration du SAGE « Logne, Boulogne, Ognon et Grand-Lieu », la DIREN souhaite en effet que les conditions d'existence des ressources en eau souterraine, leurs caractéristiques quantitatives et qualitatives ainsi que leurs relations avec les eaux de surface et du lac de Grand-Lieu soient précisées.

La DIREN souhaite aussi que l'impact des prélèvements effectués à des fins domestiques ou agricoles, au moyen de puits, de forages, de retenues ou de "trous d'eau" sur les écoulements superficiels et les niveaux du lac soient aussi évalués.

A l'issue de cette étude, la DIREN devrait donc, à court ou moyen terme (cas où des investigations complémentaires devraient être menées), disposer d'éléments lui permettant d'assurer une gestion quantitative des ressources en eau en période d'étiage (5^e enjeu du SAGE).

Après une présentation du contexte géographique (chapitre 2) et géologique (chapitre 3), les ressources en eaux souterraines seront caractérisées d'un point de vue quantitatif et qualitatif dans le chapitre 4.

Un essai de bilan sera mené dans le chapitre 5. Les relations entre les précipitations, les eaux souterraines et les eaux superficielles ainsi que l'impact direct des prélèvements seront ensuite étudiés dans le chapitre 6.

La conclusion fera le bilan des éléments pouvant être utilisés pour mettre en place une gestion quantitative des ressources en période d'étiage et des actions complémentaires à mener pour affiner les connaissances sur le secteur d'étude.

2. Contexte géographique

Le lac de Grand-Lieu se situe au sud de l'agglomération nantaise.

En été, sa superficie est d'environ 3500 hectares pour une profondeur moyenne de 0,65 m alors qu'en hiver, sa superficie peut avoisiner les 6300 hectares et sa profondeur atteindre plus de 2 m lors des crues.

Son bassin versant s'étend sur les départements de la Loire-Atlantique et de la Vendée (illustration 1) et présente une superficie de 840 km² (source Bd Carthage). Il correspond au secteur étudié dans le cadre de ce rapport.

Le lac est alimenté par l'Ognon , la Boulogne et son affluent la Logne tandis que l'Acheneau évacue le trop-plein vers la Loire. Cette rivière, de très faible dénivellation (40 cm pour 40 km de long) a la particularité de pouvoir couler dans les 2 sens.

La dénivellation entre la zone lacustre et les reliefs périphériques est d'environ 70 m.

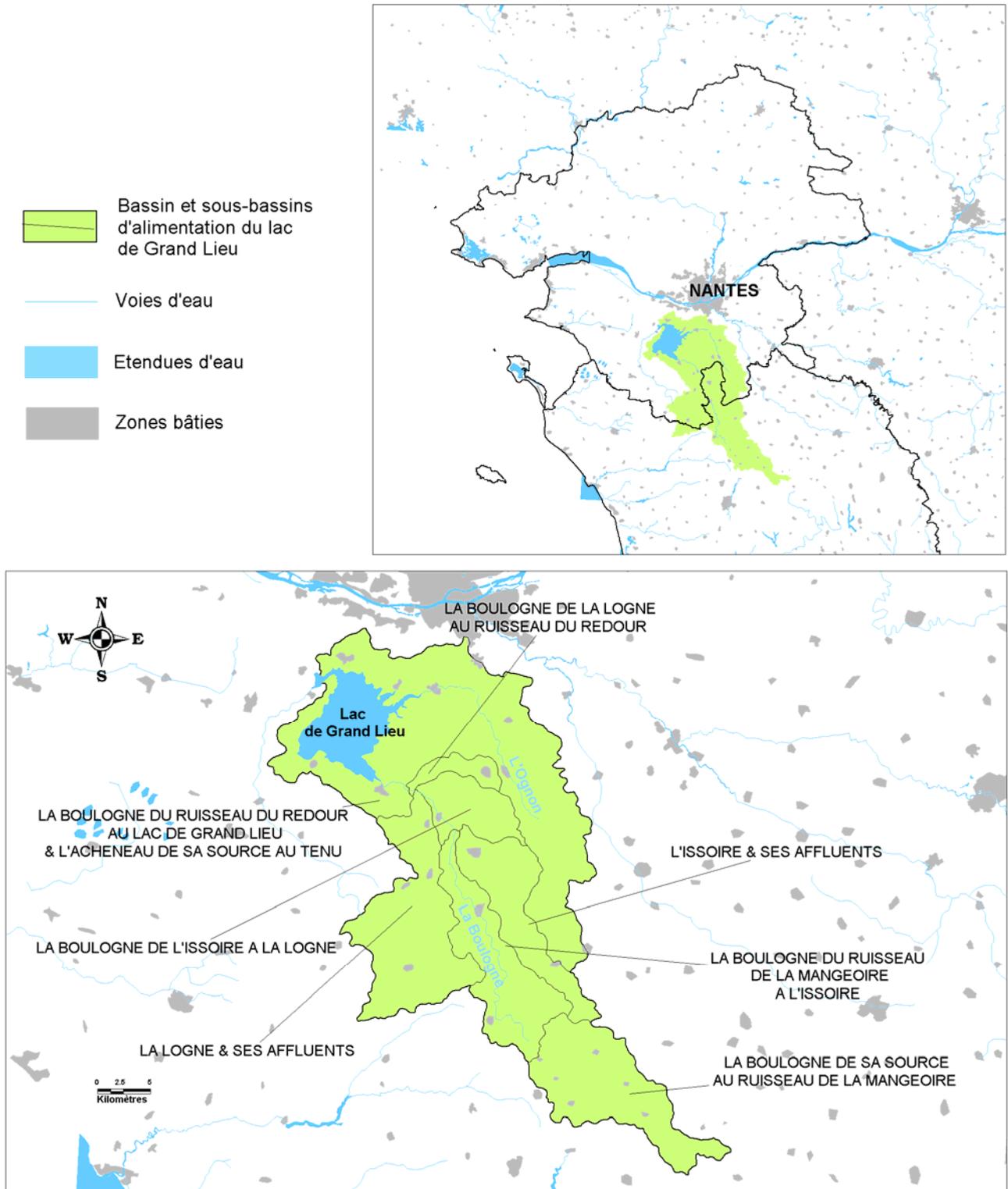


Illustration 1 : Situation du bassin d'alimentation du Lac de Grand-Lieu

3. Contexte géologique

3.1. FORMATION DU BASSIN DE GRAND-LIEU

Au cours du Tertiaire, la collision alpine a induit une déformation du Massif Armoricain qui s'est principalement manifestée par le rejeu de failles du socle varisque dans la couverture sédimentaire (Suzzoni, 1988).

Il en résulte de nombreux petits bassins tertiaires (= cénozoïques) qui, comme celui de Grand-Lieu, sont restés piégés après le décapage de la couverture (illustrations 2, 3 et 4).

3.2. DESCRIPTION DES FORMATIONS

3.2.1. Le substratum

Le substratum de la dépression de Grand-Lieu est constitué de plusieurs unités :

- Au Nord-Ouest et au Nord-Est : formations paléozoïques du synclinorium de Chantonnay et complexe cristallophyllien des Essarts
- Au Sud-Ouest : granite de Legé et de la Roche-sur-Yon
- A l'Ouest : micaschistes briovériens du synclinorium de la Roche-Sur-Yon.

Ce socle cristallin et les terrains sédimentaires sus-jacents sont affectés par plusieurs accidents NW-SE qui limitent des blocs disjoints, alternativement affaissés ou soulevés (cuvettes de Grand-Lieu et de la Vallée de l'Ognon, horst de Saint-Philbert sur la zone d'étude).

La forme triangulaire du domaine de Grand-Lieu résulte en fait de la coexistence de trois accidents tectoniques (Chevalier, 1987) (illustration 3) :

- l'accident de Sainte Pazanne - Les Essarts (N 30°)
- l'accident de Bourgneuf - Sablé (N 50°)
- l'accident de la Rousselière - l'Ognon (N 150°)

Parallèlement à la première direction (N 30°), le Sillon houiller "Saint-Mars-de-Coutais – Chantonnay" traverse aussi la dépression de Grand-Lieu sans se traduire par un relief dans le paysage.

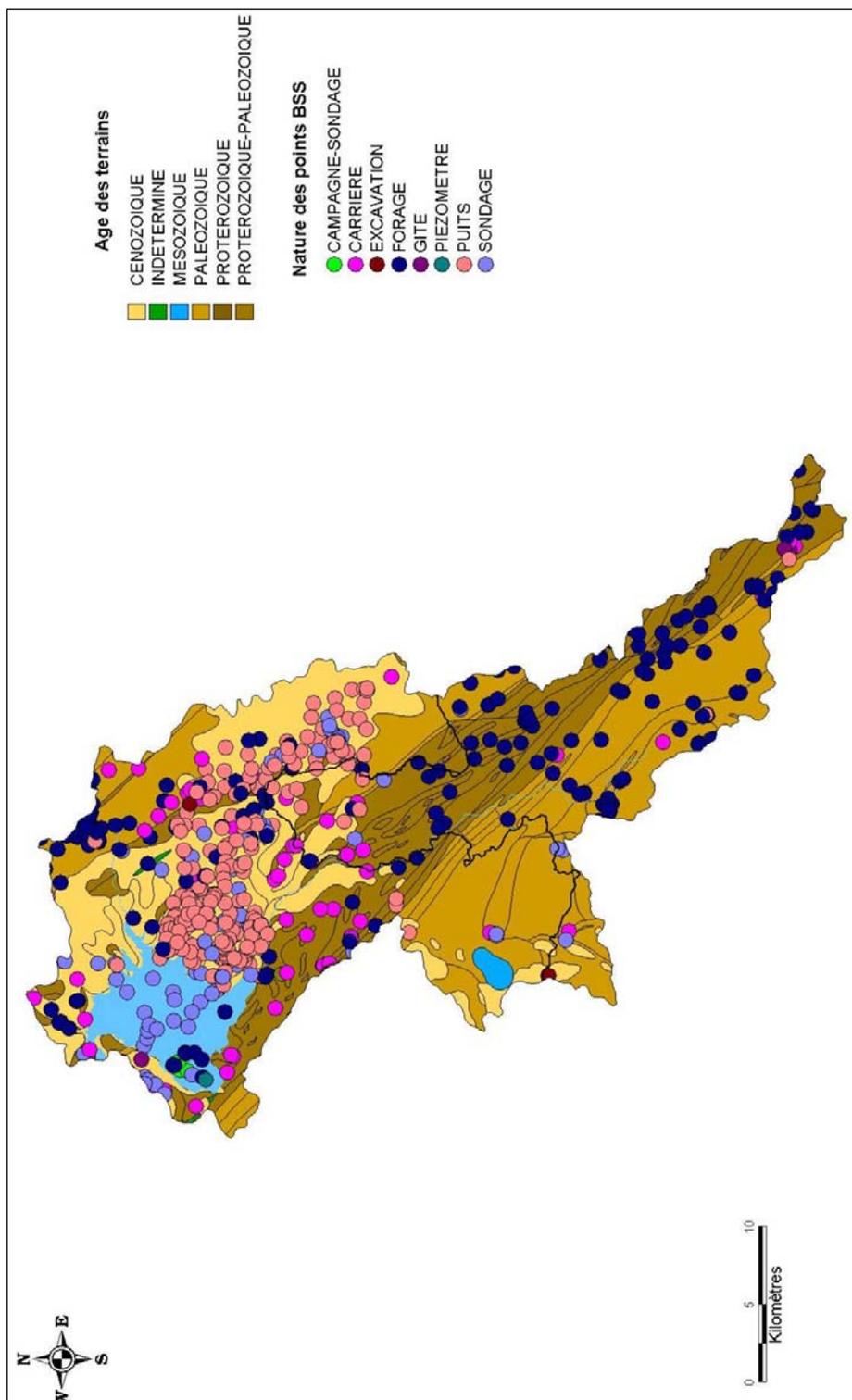


Illustration 2 : Géologie du bassin versant (d'après carte au 1/250 000) et localisation des points inventoriés en BSS

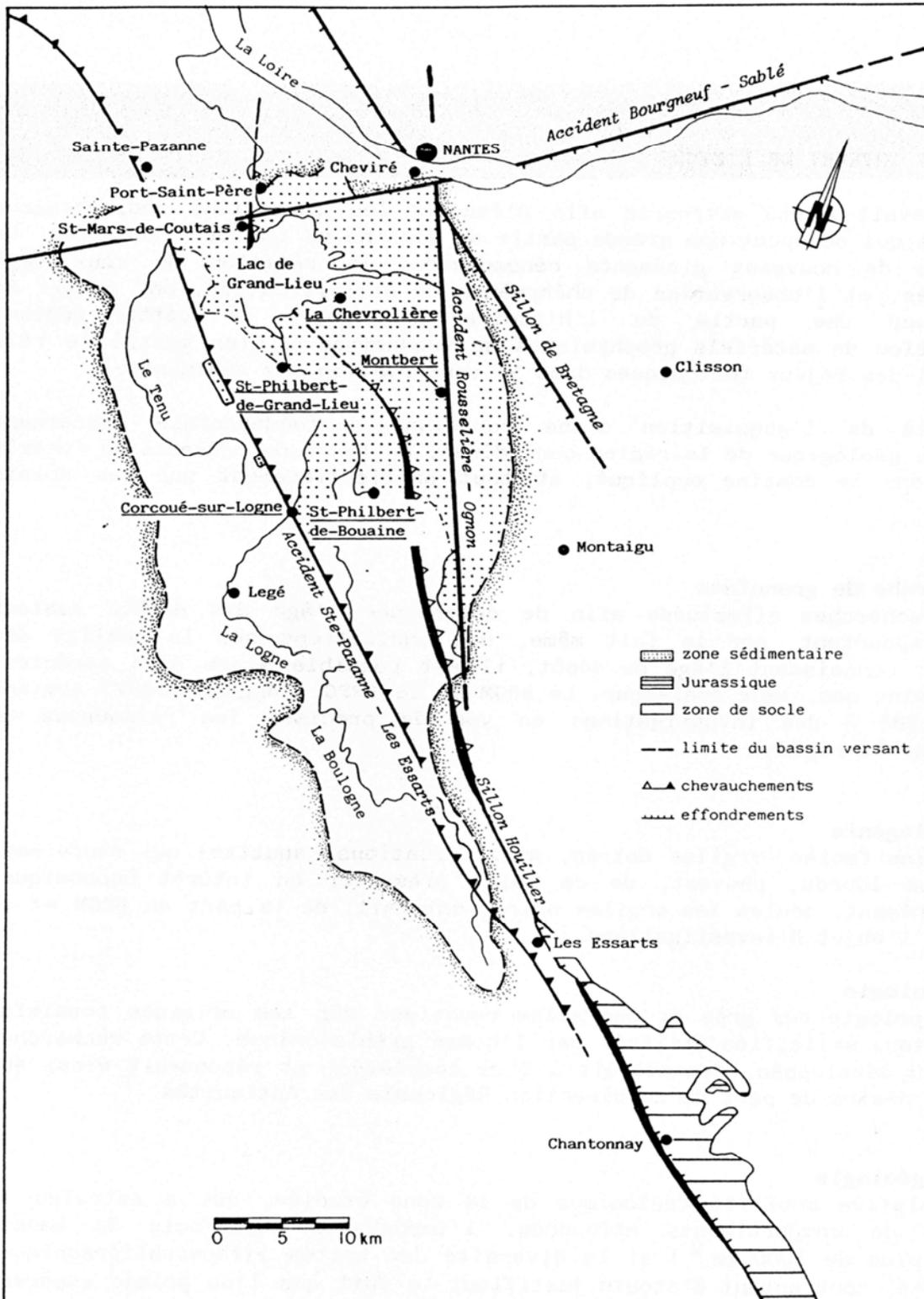


Illustration 3 : Localisation des accidents tectoniques d'après Chevalier, 1987

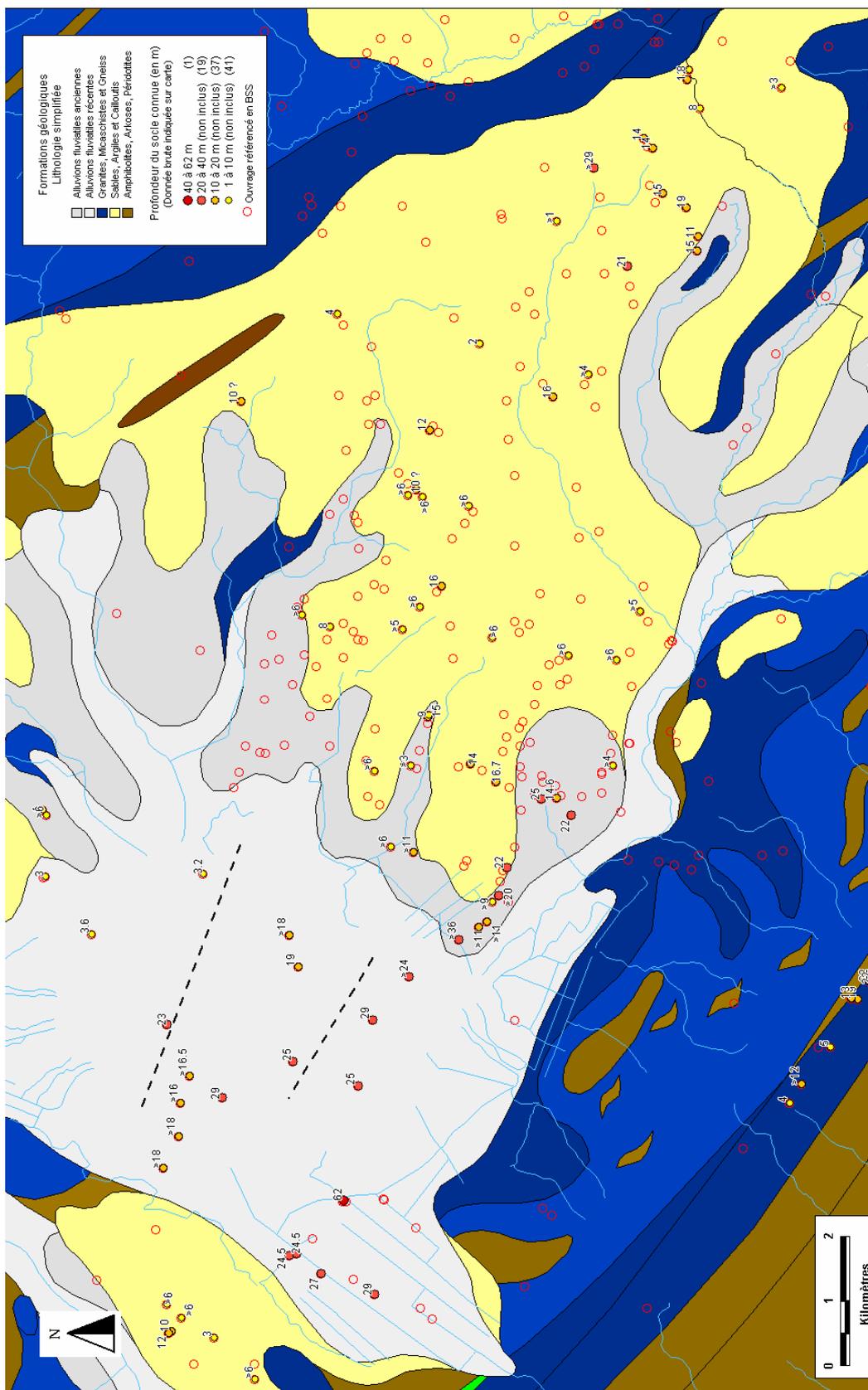


Illustration 4 : Carte des profondeurs du socle

L'illustration 2 montre la répartition des ouvrages inventoriés en BSS. Il apparaît que la partie amont du bassin versant se caractérise par une forte densité de forages implantés dans les formations de socle alors que dans la partie sédimentaire, les puits sont majoritaires. Parmi les ouvrages référencés en BSS, certains ont rencontré le substratum à des profondeurs qui sont indiquées sur l'illustration 4. On peut noter :

- que les profondeurs sont plus importantes au niveau du lac (épaisseurs de l'ordre de 20 m) que dans la partie située plus à l'est (profondeurs inférieures à 10 m)
- que les points présentant une épaisseur de sédiments supérieure à 20 m sont peu nombreux

3.2.2. Les formations sédimentaires

3.2.2.1. Stratigraphie et lithologie

L'illustration 5 permet de visualiser la succession stratigraphique et lithologique des terrains sédimentaires tertiaires présents sur le territoire de la carte géologique de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu (carte n° 508) et reposant sur les formations de socle.

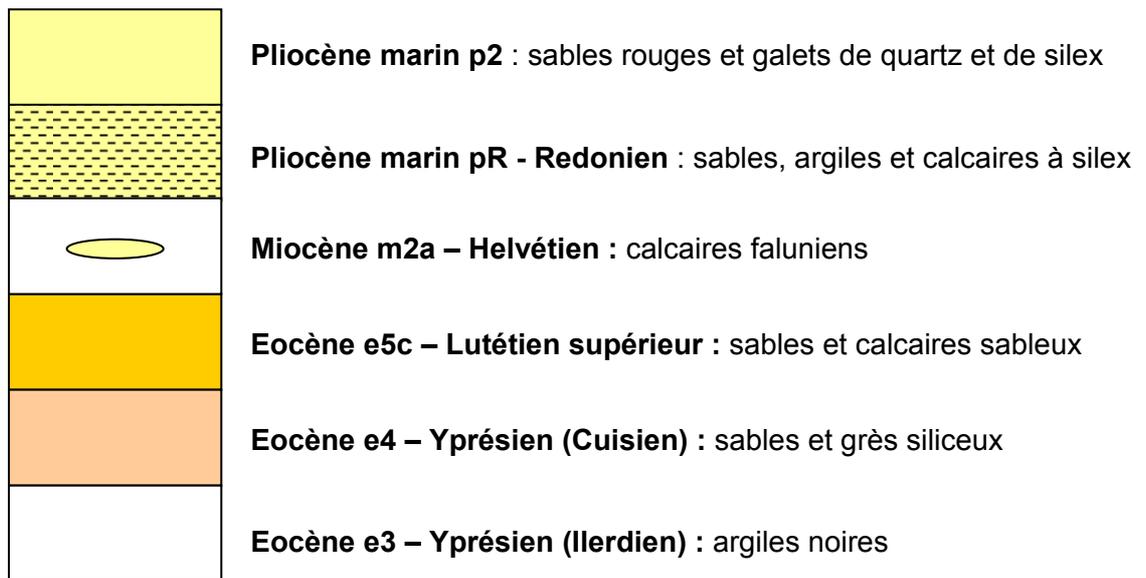


Illustration 5 : Stratigraphie des terrains tertiaires du bassin de Grand-Lieu

L'**Ilerdien** qui se présente sous la forme d'une mince couche (0.2 à 2 m) d'argiles noires feuilletées est présent tout autour du Lac de Grand-Lieu mais il est toujours recouvert par des terrains plus récents. On le retrouve de façon plus marquée dans les vallées de la Boulogne et de l'Ognon.

Le **Cuisien** est moins développé que le **Lutétien supérieur** que l'on retrouve à Saint-Aignan-de-Grandlieu (au nord du lac), à Saint-Lumine-de-Coutais (au sud-ouest du lac) et dans la zone proprement dite du lac.

De façon générale, l'Eocène est plus épais à l'ouest du lac que dans la partie orientale. Il peut être directement surmonté par des formations quaternaires ou par les formations du Pliocène.

Au **Pliocène**, la dépression de Grand-Lieu a été entièrement recouverte par la mer mais l'érosion quaternaire a enlevé une grande partie des dépôts, surtout à l'ouest où le socle est plus élevé. Sous les sables rouges, le **Redonien** (pR) n'est reconnu qu'en bordure du lac et dans les paléovallées fortement encaissées.

3.2.2.2. Structure des différents bassins

Du fait de la tectonique (failles ayant joué indépendamment les unes des autres dans le temps et dans l'espace) et des phénomènes d'érosion qui ont affecté le secteur :

- les terrains précédemment décrits peuvent se présenter sous des formes très variées allant du placage très peu épais (voire à des galets épars) au bassin proprement dit
- des formations différentes ont été amenées au même niveau altimétrique (disposition complexe dite en marqueterie)

Par ordre d'importance en épaisseur, les principales dépressions reconnues dans le secteur de Grand-Lieu sont les suivantes :

Zone orientale du lac (La Grande Suzeraine, Saint-Joseph) : le socle n'a pas été atteint à 36 mètres de profondeur.

Zone occidentale du lac : selon les données de forages, la profondeur du socle est supérieure à 20 m (23 et 29 mètres). Du fait d'effondrements différentiels, les calcaires lutétiens et les sables de l'Eocène inférieur se retrouvent au même niveau.

Au sud du lac (Marais de Saint-Lumine) : l'épaisseur de sédiment est -comme dans la zone orientale du lac - très importante. La profondeur du socle est variable (25 à 30 mètres pour tous les forages et 62 mètres en un point).

Au nord du lac : socle peu profond (moins de 10 mètres de profondeur).

Vallée de l'Ognon (axe tectonique la Rousselière – l'Ognon) : plusieurs dépressions jalonnent cette vallée.

L'illustration 6, permet de visualiser le tracé des coupes disponibles en bibliographie alors que les illustrations 7 et 8 correspondent à 2 coupes synthétiques où la structure en "touches de piano" du bassin apparaît clairement.

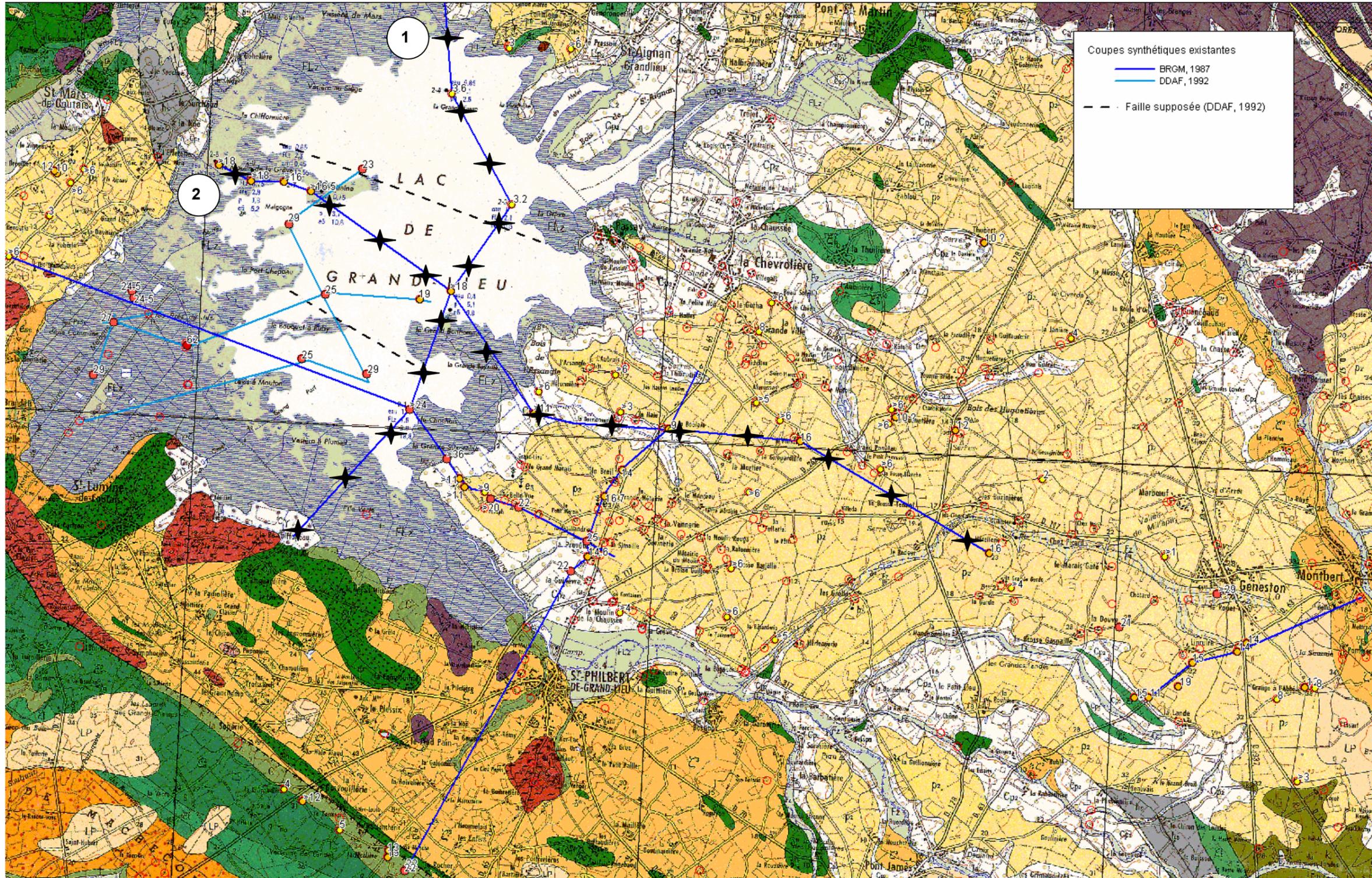


Illustration 6 : Tracé des coupes disponibles en bibliographie sur fond géologique au 1/50 000°

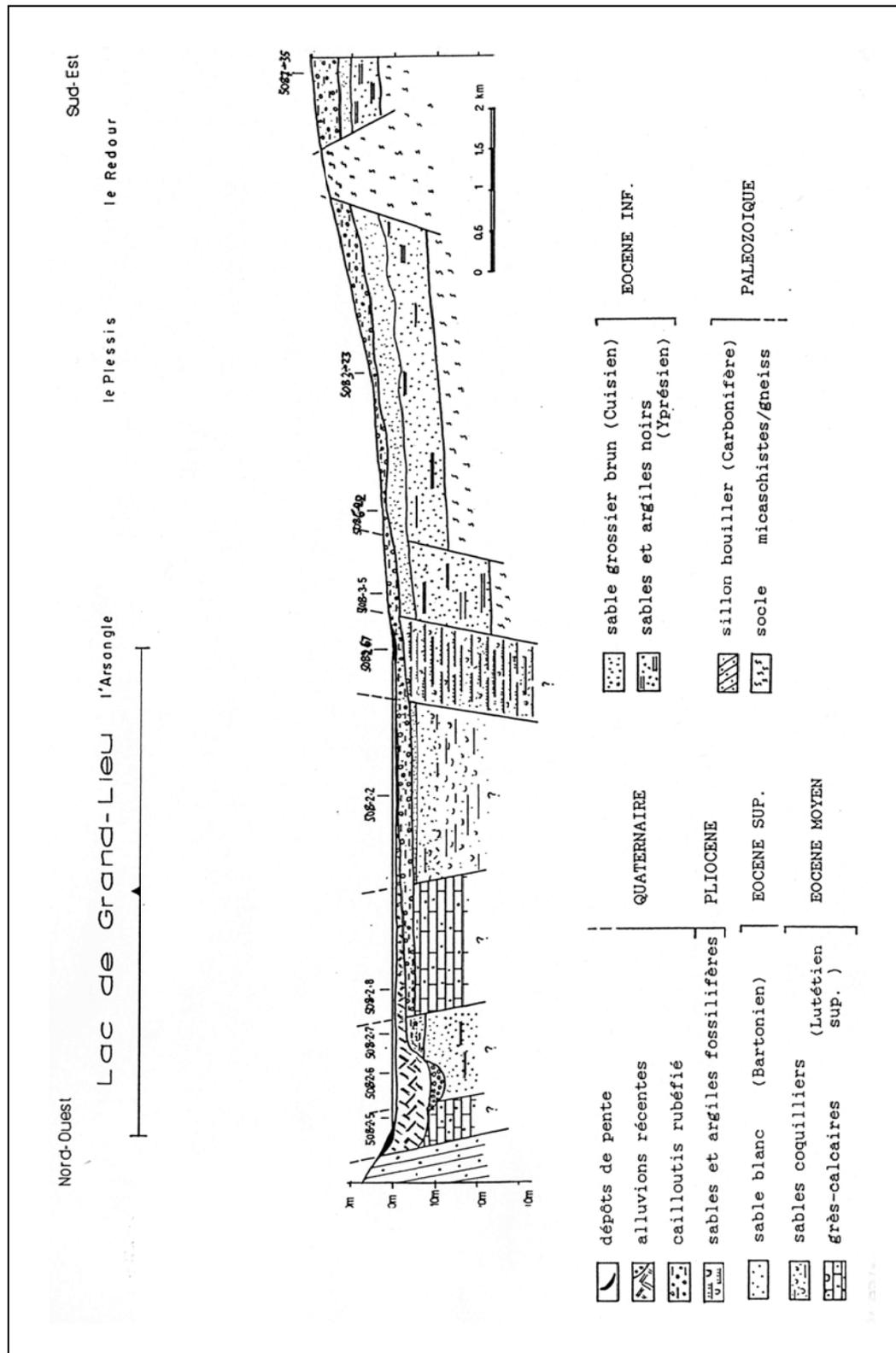


Illustration 7 : Coupe géologique synthétique NO-SE (tracé 2 de l'illustration 6) d'après Chevalier (1987)

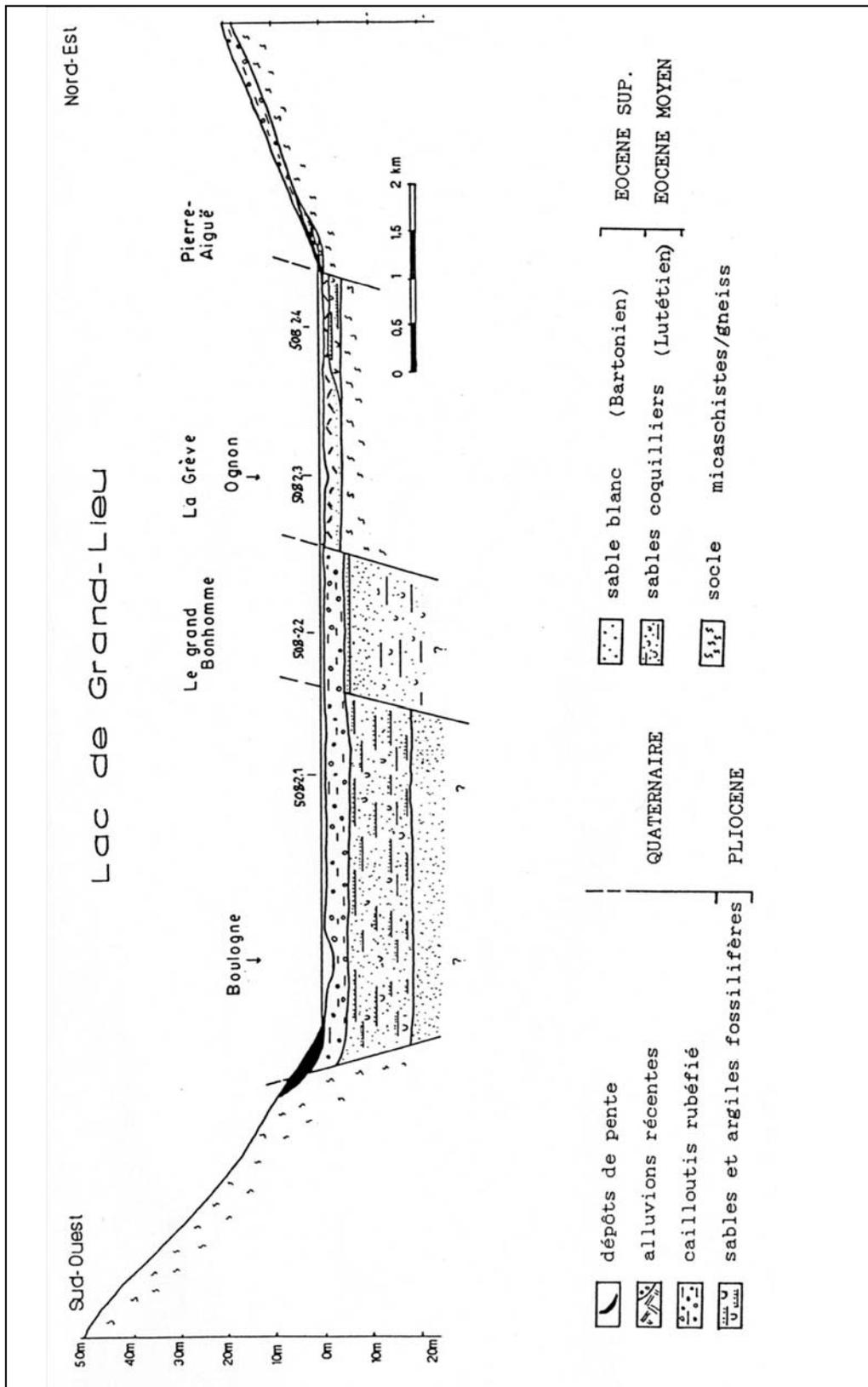


Illustration 8 : Coupe géologique synthétique SO-NE (tracé 1 de l'illustration 6) d'après Chevalier (1987)

4. L'hydrogéologie

4.1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

L'examen des documents listés et résumés en annexe 1 a permis de noter :

- que les premières études dont on dispose datent de 1974/1975 (documents 1 et 2)
- que le volume de sables exploitables comme aquifères potentiels a été évalué en 1978 à 220 000 000 m³ répartis sur un quarantaine de km² dans le secteur du lac de Grand-Lieu (document 3)
- que les formations tertiaires étaient réputées pour constituer d'excellents réservoirs lorsque la lithologie est propice à l'emmagasinement des eaux et lorsque les épaisseurs de sédiments sont assez importantes (document 4)
- que le lac de Grand-lieu pouvait être considéré comme un graben d'au moins 20 m rempli de sédiments meubles mais dont la géométrie est complexe et mal connue (document 4)
- qu'en 1987, le lac de Grand-Lieu et ses abords étaient identifiés comme une zone à explorer pour l'AEP de collectivités alors que les secteurs de la vallée de l'Ognon et de Geneston apparaissaient intéressants pour des besoins plus modestes (document 6)
- que le concept de petits bassins limités par des failles ayant joué indépendamment les uns des autres à la fois dans le temps et dans l'espace était apparu en 1987 (document 7) : leurs caractéristiques sont toutefois difficiles à cerner en raison de leurs dimensions souvent modestes, de la structure complexe et des cailloutis récents qui masquent les formations plus anciennes
- que les investigations menées en 1990 (6 sondages réalisés au niveau du lac dont 1 ayant fait l'objet d'un essai par pompage + campagne géophysique + forages réalisés dans le secteur de Saint-Mars-de-Coutais) avaient permis d'aboutir à la conclusion que le bassin tertiaire de Grand-Lieu n'était pas susceptible de pourvoir à l'AEP en raison de la constitution physico-chimique des eaux (document 9). Le bassin du Maupas, situé au sud-ouest de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, est alors apparu comme une nouvelle zone à prospector.
- que la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement des formations tertiaires du bassin de Geneston avaient pu être évaluées en 1992 : valeurs de 1.1 à 3.10⁻³ m²/s pour le premier paramètre et 1.10⁻² pour le second (document 11)

- que certains paramètres mesurés sur les eaux brutes du bassin de Geneston en 1992 (nitrates, turbidité, aluminium, manganèse, agressivité, pH) étaient supérieurs aux normes de potabilité (document 11)
- que le piézomètre géré par le Conseil Général de Loire-Atlantique et situé au lieu-dit la Révellerie, au niveau du bassin du Maupas, faisait partie des piézomètres de référence dans le cadre de l'étude BRGM R 40 339 (document 13)

Il apparaît que les informations apportées par les documents bibliographiques sont relativement minces en terme d'hydrogéologie et au regard de la problématique qui consiste à apporter des éléments en vue d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage.

Aucune information concernant les prélèvements ni les relations entre les eaux de surface et les eaux souterraines (qui peuvent être déterminées au moyen de mesures piézométriques) n'est en effet disponible.

4.2. DESCRIPTION DES AQUIFERES

Sur le territoire de la feuille de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, 3 grands types de formations aquifères peuvent être distingués.

4.2.1. Les formations de socle

Dans les formations de socle, les roches mères sont à l'origine massives et souvent imperméables. Postérieurement à leur formation, ces roches subissent différents types de modifications physiques (fracturation d'origine tectonique, altération météorique).

Ces modifications expliquent la possibilité d'une actuelle présence d'eau. Le modèle conceptuel d'aquifère en zone de socle retenu actuellement comporte deux horizons distincts :

- **un horizon superficiel altéré**, de porosité relativement importante lui permettant de jouer le rôle de **réservoir capacitif** (infiltration des eaux de pluie), mais dont la conductivité hydraulique reste en général assez faible,
- **un horizon inférieur fissuré et fracturé**, dont la conductivité hydraulique peut être importante (elle dépend de la connexion et de l'ouverture des réseaux de fissures/fractures) et qui permet ainsi la collecte et la distribution des eaux issues de l'horizon d'altération sus-jacent.

De par leur mode de formation, les aquifères en contexte de socle présentent en général une structure discontinue et compartimentée. Cette structure est étroitement liée à l'histoire géologique, tant du point de vue de la nature de la roche mère, que des modifications physiques subies.

Sur la feuille de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, les ouvrages implantés dans le socle ont donné des débits hétérogènes ne dépassant pas quelques dizaines de m³/h.

4.2.2. Les formations sédimentaires tertiaires

⇒ Lac de Grand-Lieu et ses pourtours

La dépression située sous le lac de Grand-Lieu est décrite comme la plus intéressante au point de vue du potentiel hydrogéologique dans la notice de la carte géologique 508.

Elle correspond en effet à une vaste zone effondrée qui se présente sous la forme d'un losange de 9 km sur 7 km.

Les 6 sondages réalisés en 1990 dans le secteur du lac (document 9) ont mis en évidence une sédimentation constituée du haut en bas par un premier dépôt de tourbe ou d'argile tourbeuse de 0.5 m à 8 m d'épaisseur surmontant un niveau sableux de 18 à 27 m d'épaisseur pouvant contenir des bancs de grès calcaireux.

Dans ce contexte, il est possible d'obtenir des débits importants de plusieurs dizaines de m³/h mais la recherche d'eau souterraine est rendue aléatoire par les variations possibles d'épaisseurs et la présence potentielle de niveaux argileux.

Des ouvrages réalisés à quelques kilomètres de distance dans les marais de Saint-Lumine (au sud-ouest du lac) et de Saint-Philbert (au sud du lac) ont par exemple mis en évidence de très grandes disparités au niveau des débits : les sables grossiers interceptés par le premier forage (débit estimé à plus de 100 m³/h) se sont en effet avérés être beaucoup plus aquifères que les sables plus fins et plus argileux traversés par le deuxième ouvrage (débit de l'ordre de 0.5 m³/h).

⇒ Autres dépressions

Les dépressions situées le long de la vallée de l'Ognon et particulièrement celle localisée au nord de Montbert, les secteurs situés au sud et à l'ouest de Geneston ainsi que le secteur du Maupas au sud de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu correspondent à d'autres zones où les sables tertiaires présentent une épaisseur conséquente.

Il s'agit donc de zones potentiellement intéressantes au point de vue hydrogéologique bien que les aléas liés à la recherche de ressources soient les mêmes que dans l'environnement immédiat du lac.

4.2.3. Les alluvions

Comme dans tout le massif vendéen, les vallées actuelles sont remblayées par des dépôts holocènes (Quaternaire) qui reposent soit sur des formations graveleuses

pérglaciaires peu épaisses, soit sur des dépôts tertiaires qui subsistent dans le fond des nombreuses paléo-vallées d'âge Eocène (Ilerdien, Lutétien) ou Pliocène.

Dans la région du lac de Grand-Lieu, il est malaisé de faire la distinction entre les sables et les cailloutis pliocènes en place, les colluvions qui tapissent le fond des versants, les alluvions pérglaciaires et les alluvions fluviales.

Au niveau de l'estuaire de la Boulogne, le remblaiement holocène a toutefois pu être identifié. Il se compose de haut en bas, de limons sableux et de sables argileux (1.5 à 4 m d'épaisseur), de vases gris-bleu (1 à 2.4 m d'épaisseur), de sables argileux passant latéralement à de la tourbe (1.4 m) et de graviers fluviales pérglaciaires sur plusieurs mètres d'épaisseur.

Dans la mesure où la Boulogne, la Logne (son affluent) et l'Ognon connaissent des étiages très marqués quasiment chaque année (débits nuls sur des périodes allant de plusieurs jours à plusieurs mois), on peut supposer que la contribution des alluvions et des terrains encaissants au débit des rivières est limitée durant la période estivale.

4.3. CARACTERISTIQUES QUANTITATIVES

De la description des différents aquifères, il ressort que :

- les débits issus des formations de socle ne dépassent pas quelques dizaines de m³ par heure
- les débits obtenus dans les formations sédimentaires sont extrêmement variables et conditionnés par l'épaisseur des terrains et la teneur en argile des sédiments
- les connexions entre les cours d'eau et les terrains encaissants, si elles existent, ne suffisent pas à garantir un débit en période estivale

D'un point de vue des caractéristiques hydrodynamiques, les seules données dont on dispose concernent le bassin tertiaire de Geneston (transmissivité moyenne de 2.10⁻³ m²/s et coefficient d'emménagement de 1.1.10⁻²) et le secteur de Saint-Colomban (transmissivités comprises entre 1.1.10⁻³ et 1.5.10⁻⁵ m²/s).

Bien que ces valeurs ne donnent pas directement d'information sur les quantités d'eau exploitables, elles traduisent une certaine aptitude des terrains à laisser transiter les eaux souterraines et à les stocker. Elles ne concernent toutefois qu'un secteur limité de la zone d'étude.

En l'absence de mesures piézométriques synchrones sur l'ensemble ou sur une grande partie de la zone d'étude, il a été décidé de valoriser les données de profondeur d'eau disponibles en BSS.

Sur les 551 points inventoriés, seuls 295 sont associés à une profondeur d'eau. Ils sont représentés sur l'illustration 9.

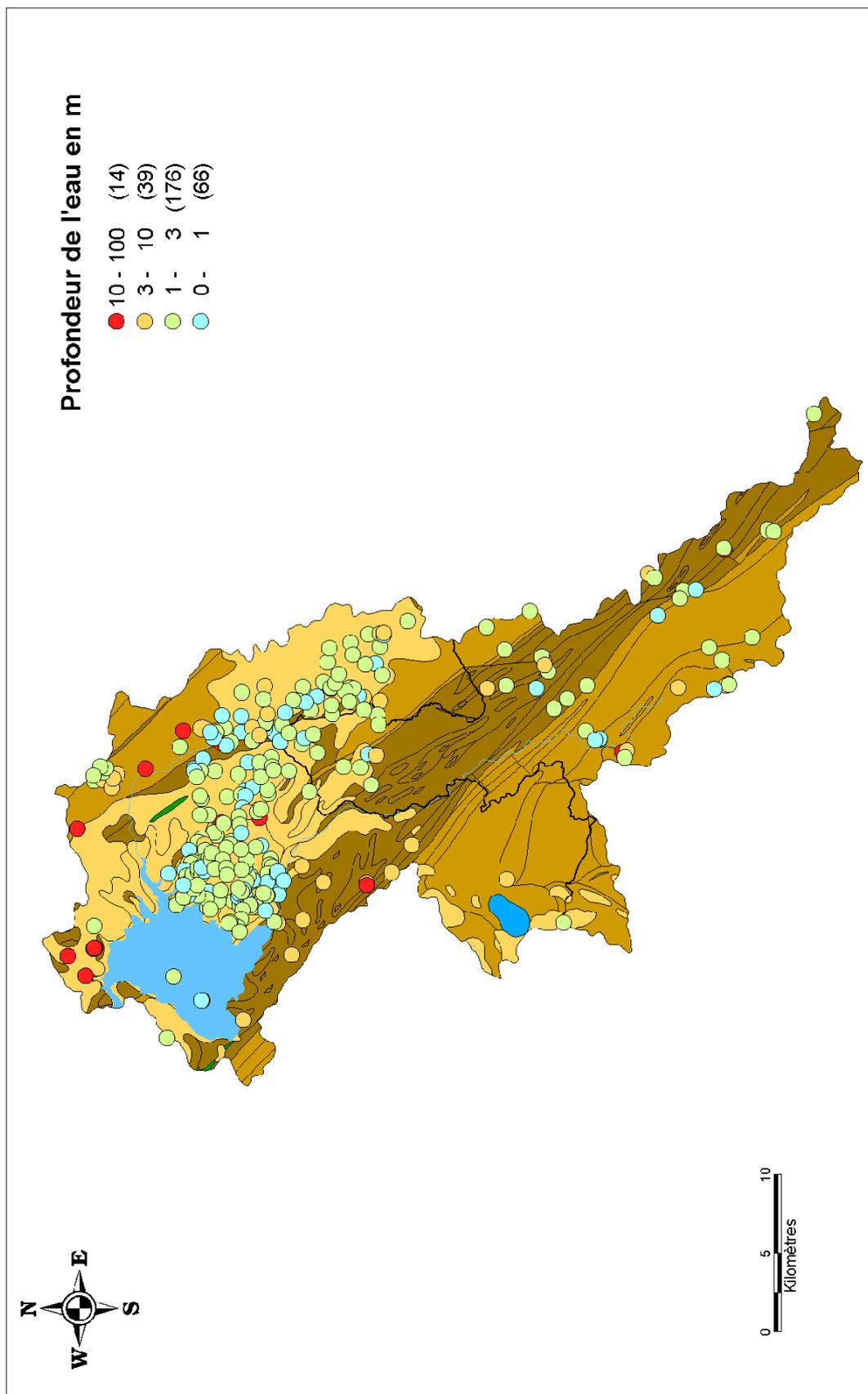


Illustration 9 : Localisation des points BSS ayant fait l'objet d'une mesure du niveau d'eau

La profondeur d'eau moyenne calculée sur les 295 valeurs est de 2.78 m. Il est à noter que 82 % des points présentent une profondeur d'eau inférieure à 3 m.

Afin d'évaluer le battement moyen des nappes et par conséquent, le volume moyen déstocké chaque année, toutes les mesures disponibles ont été reportées sur un graphique profondeur = f (temps) mais sans tenir compte de l'année de mesure (cf. illustration 10).

Dans certains cas, il est en effet possible de déterminer le battement moyen des nappes dans la mesure où les valeurs se répartissent selon une sinusoïde avec les plus faibles valeurs durant l'hiver et les plus fortes durant la période estivale.

La répartition des points est telle qu'aucune courbe de type sinusoïdal ne peut être ajustée à l'ensemble des points. 2 raisons possibles :

- une répartition non homogène des mesures sur l'année : la plupart des mesures a en effet été réalisée sur la période mai-juin
- un comportement différent possible entre les points implantés dans les formations de socle et les points implantés dans les formations sédimentaires

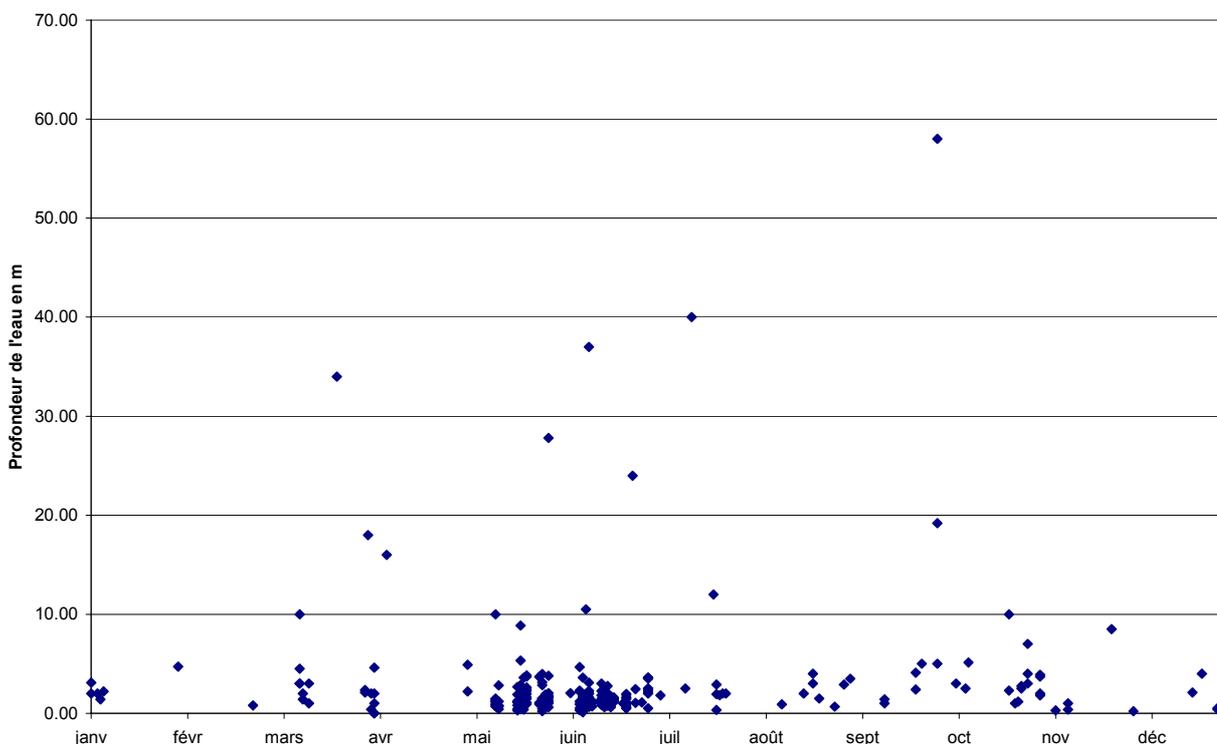


Illustration 10 : Report des profondeurs d'eau

L'examen plus détaillé des mesures a permis de constater qu'un grand nombre de mesures (201/295) avait été réalisé sur la période mai-juin 1988, soit de façon quasi synchrone.

L'esquisse piézométrique qui concerne le secteur situé au sud-est du lac de Grand-Lieu et qui figure sur l'illustration 11 a été établie par krigeage au moyen de Vertical Mapper. Elle met en évidence une convergence des écoulements vers le cours de l'Ognon et vers le lac.

Dans la partie ouest, la carte reste toutefois peu fiable en raison du faible nombre de mesures mais il est possible d'imaginer, comme pour l'Ognon, une alimentation du cours d'eau par l'aquifère tertiaire.

Dans ces conditions, les terrains situés au niveau de l'interfluve entre la Boulogne et l'Ognon contribueraient à l'alimentation des cours d'eau et des terrains situés sous le lac de Grand-Lieu mais cette hypothèse devra être validée par une campagne piézométrique à mener sur un secteur plus étendu que celui de 1988.

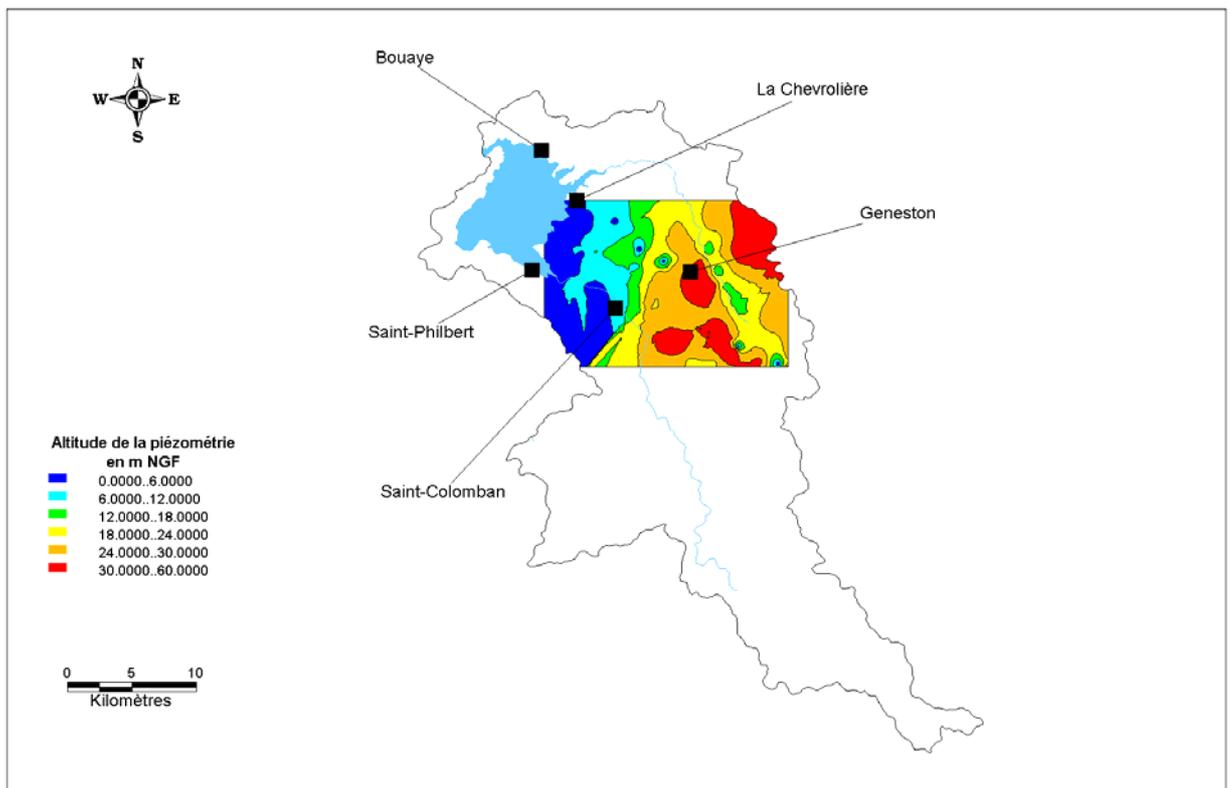


Illustration 11 : Esquisse piézométrique établie à partir des mesures de 1988

Les chroniques piézométriques enregistrées par le Conseil Général sur le poste de la Révellerie (bassin tertiaire du Maupas) constituent une autre source d'information par rapport aux aspects quantitatifs.

Bien que situé en dehors des limites du bassin versant, l'ouvrage est implanté dans le même type de formations tertiaires que celles que l'on trouve dans la zone d'étude et peut donc constituer une référence.

L'illustration 12 qui représente les variations du niveau des eaux souterraines depuis 1995 met en évidence :

- un battement de l'ordre de 2 mètres
- un retour à la stabilisation aux alentours de 35 m NGF pour les plus hautes eaux après 3 années humides (1999, 2000 et 2001)

Il semble donc que, dans le bassin du Maupas, les pompages, probablement plus importants d'année en année (donnée à vérifier), n'aient pas d'impact sur le fonctionnement interannuel de la nappe (pas de tendance significative à la baisse des niveaux).

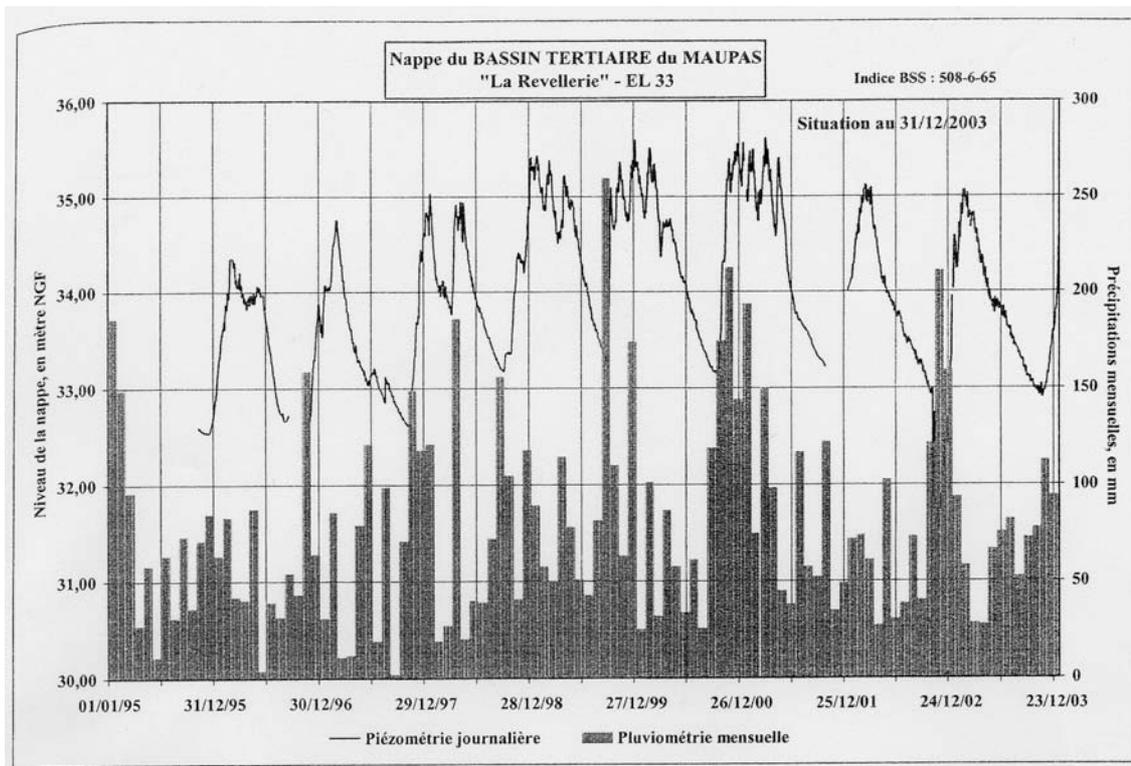


Illustration 12 : Evolution du niveau d'eau sur le poste de la Révellerie (bassin tertiaire du Maupas) d'après Conseil Général (2004)

4.4. CARACTERISTIQUES QUALITATIVES

Le point le plus proche du bassin versant pour lequel on dispose d'analyses complètes correspond au qualitomètre du Rocher (05086X0028) suivi par le Conseil Général de Loire-Atlantique.

Ce point, implanté dans les formations tertiaires du bassin du Maupas, fait l'objet d'analyses comportant plus de 80 paramètres tous les 4 ans et d'une analyse simplifiée en hautes et basses eaux chaque année.

Les analyses effectuées depuis 2000 ont mis en évidence :

- des teneurs inférieures aux normes de potabilité pour la quasi totalité des paramètres
- des teneurs en nitrates comprises entre 35 et 55 mg/l
- des teneurs en déséthyl-atrazine parfois supérieures au seuil de détection (50 ng/l)

Bien que ces résultats traduisent des contaminations d'origine anthropique, ils semblent moins mauvais que ceux obtenus sur certains forages du secteur de Geneston où le pH, la turbidité, l'agressivité et les teneurs en nitrates, aluminium et manganèse étaient hors normes.

Bien que fréquente, la présence de nitrates n'est pas une constante dans le secteur du lac de Grand-Lieu. Certains forages réalisés en 1988 dans les marais de Sainte-Lumine, Saint-Philbert et dans le secteur de Saint-Mars-de-Coutais s'en sont en effet révélés exempts.

Dans la mesure où l'absence de nitrates est souvent associée à de fortes teneurs en fer, on peut imaginer des phénomènes de dénitrification liée à l'oxydation de minéraux sulfurés, tels la pyrite. La réaction qui n'est possible qu'en présence de bactéries autotrophes s'écrit :



Un calcul théorique permet d'évaluer à 34.7 g de FeS_2 , la quantité de pyrite nécessaire à la dénitrification d'1 m³ d'eau présentant une teneur en nitrates de 50 mg/l.

Mais cette valeur n'est probablement pas très réaliste dans la mesure où la pyrite présente dans les roches ne se dissout certainement pas en intégralité.

Dans ces conditions, la quantité de pyrite nécessaire à la dénitrification d'1 m³ d'eau présentant une teneur en nitrates de 50 mg/l doit être largement supérieure à quelques dizaines de grammes.

5. Essai de bilan

Les précipitations, le débit des cours d'eau et les prélèvements sont des données essentielles pour la réalisation d'un bilan. Ils seront tour à tour étudiés dans les paragraphes suivants.

5.1. LES PRECIPITATIONS

Les stations pluviométriques de Météo-France les plus proches du bassin sont représentées sur l'illustration 14. L'application de la méthode des polygones de Thiessen a permis d'estimer les surfaces d'influence des stations situées sur le bassin versant. Ces dernières s'échelonnent de 162 km² à 505.2 km² (cf. illustration 13).

Nom de la station MétéoFrance	Superficie du secteur (km ²)	% du bassin versant	Précipitations 1974-2003		
			Maximum	Moyenne	Minimale
Nantes-Bouguenais Zone 1	162	19	1087	817	608
Rocheservière Zone 2	505.2	60	1094.10	822.8	625.40
Saint Philbert Zone 3	172.8	21	1173	876	660

Illustration 13 - Stations pluviométriques et surfaces d'influence dans le bassin de Grand-Lieu.

Les précipitations annuelles qui ont servi de référence (période 1974-2003) sont représentées sur l'illustration 15. Il apparaît que 1975, 1976, 1985, 1989, 1990 et 1996 ont été des années particulièrement sèches alors que 1981, 1984, 1994, 1999, 2000, 2001 et 2002 se sont caractérisées par des tendances humides.

Les valeurs de pluviométrie moyenne déterminées sur la même période de référence (cf. illustration 13) ont permis de calculer une lame d'eau moyenne de **833 mm** par le biais des pondérations. Elles mettent aussi en évidence un excédent pluviométrique sur le poste de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu (cf. illustrations 13 et 16).

La carte des précipitations efficaces moyennes établie par le MEDD (cf. illustration 17) permet d'évaluer à 300 mm la lame d'eau disponible pour les écoulements superficiels et la recharge des nappes. Cela représente **36 %** du volume total précipité et **252 millions de m³** sur les 840 km² du bassin versant.

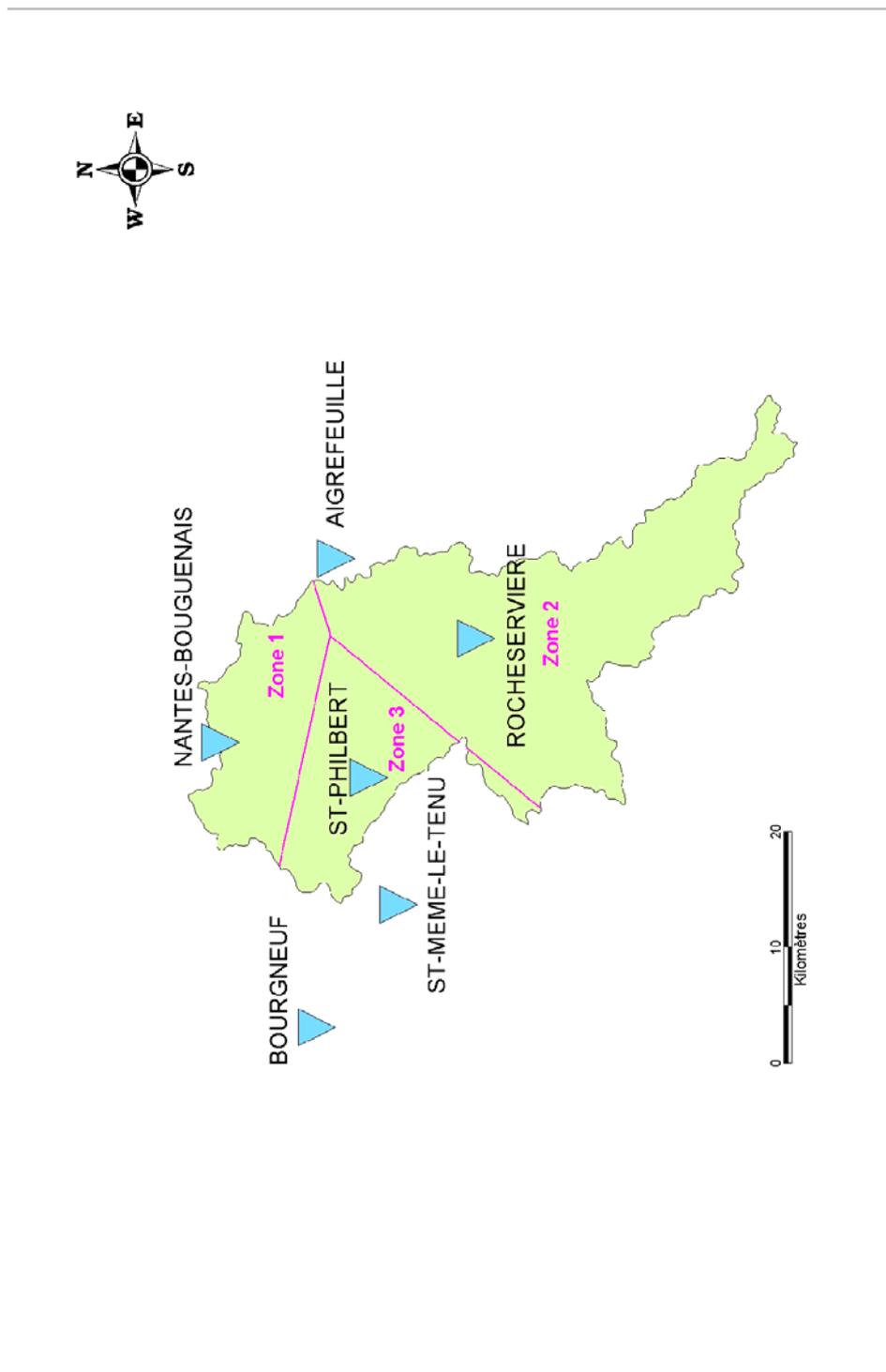


Illustration 14 : Localisation des stations pluviométriques

Etude du bassin versant de Grand-Lieu

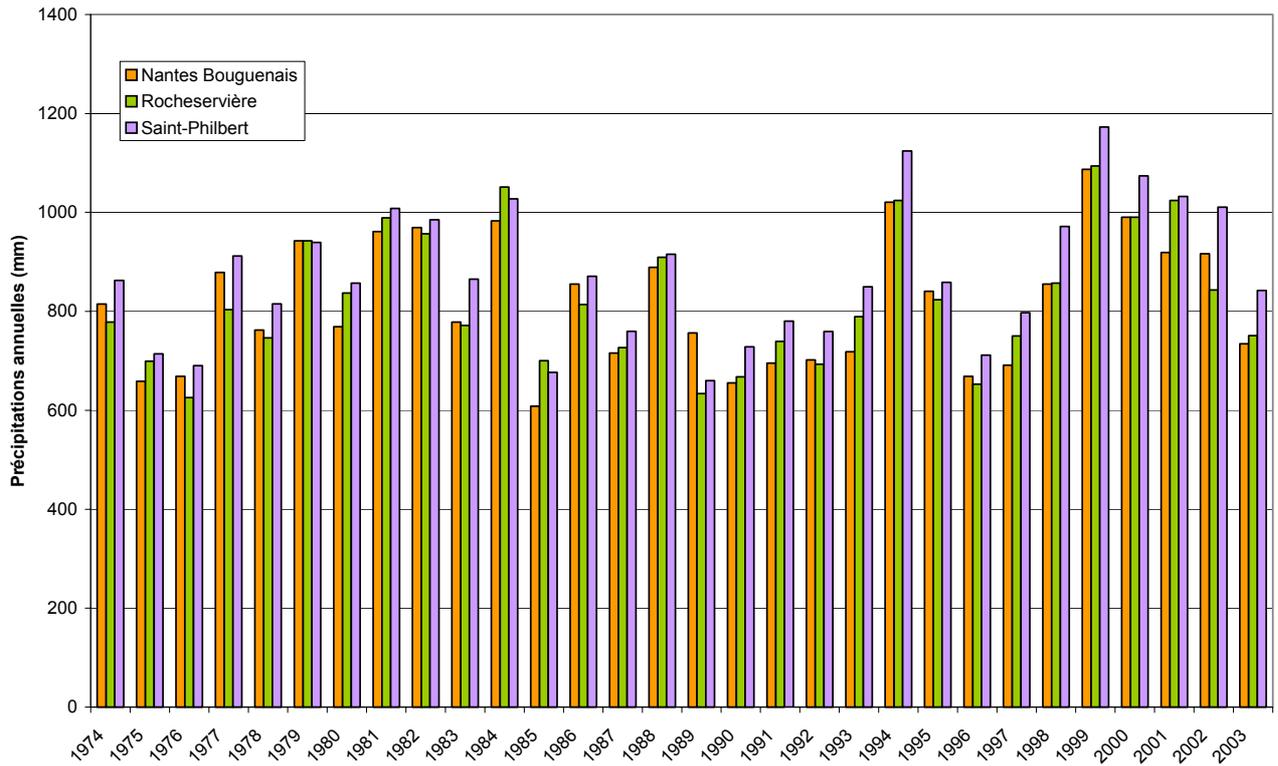


Illustration 15 : Historique des précipitations annuelles sur les postes de Nantes Bouguenais, de Rocheservière et de Saint-Philbert

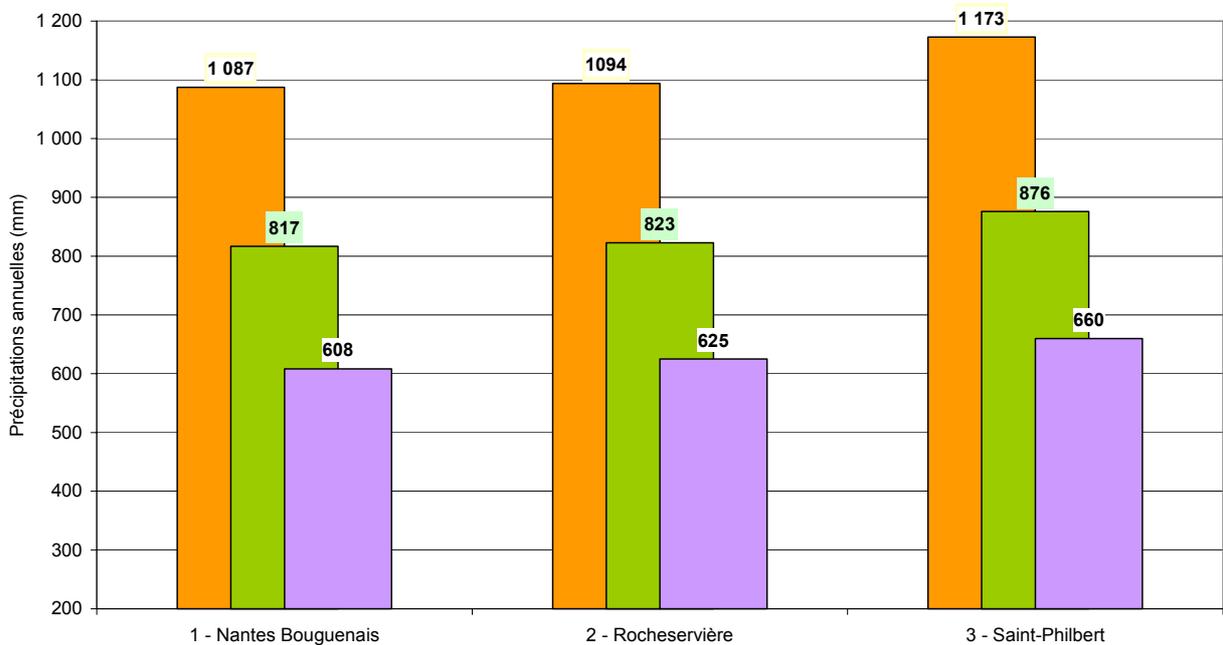
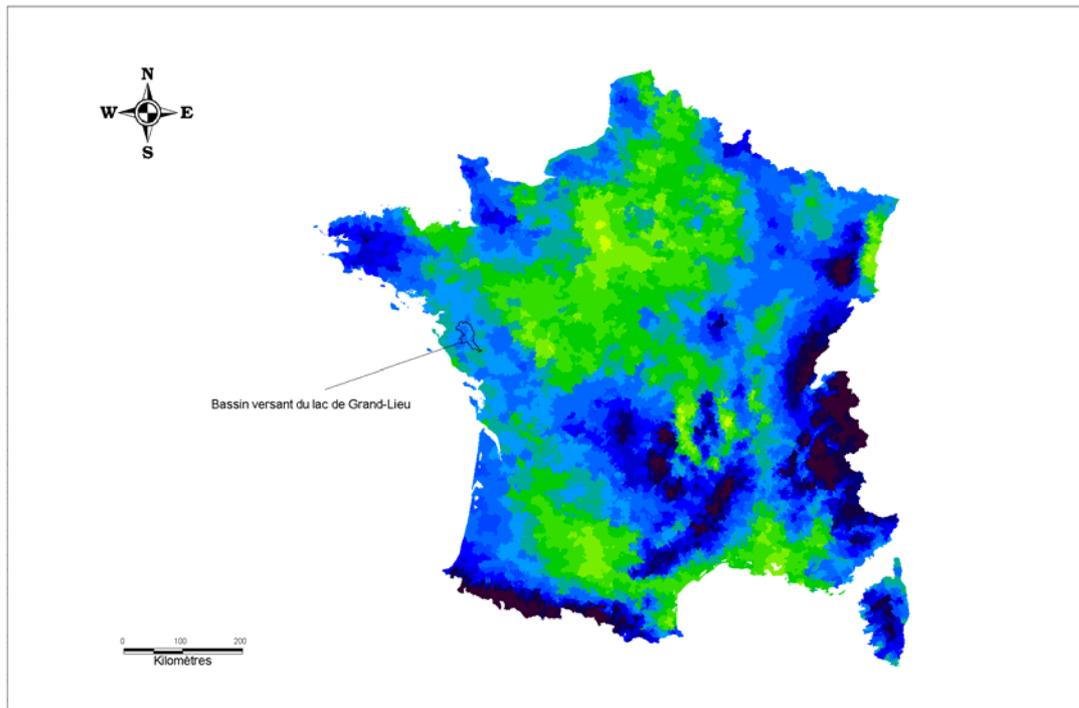


Illustration 16 : Valeurs maximales, moyennes et minimales des précipitations sur la période 1974-2003



Pluies efficaces moyennes (mm)
(1946-2001)

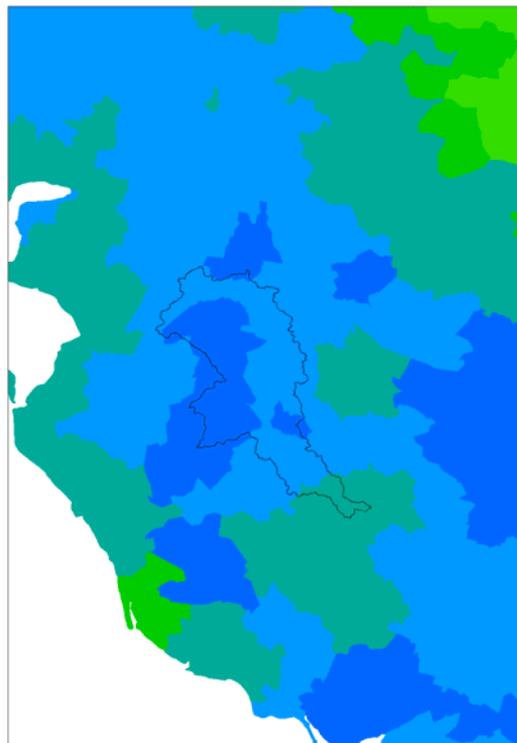
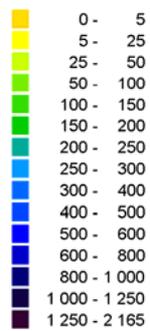


Illustration 17 : Précipitations efficaces moyennes sur la période 1946-2001 d'après MEDD

5.2. LES DEBITS

Actuellement, seules 3 stations hydrométriques gérées par la DIREN des Pays de la Loire restent en activité sur le secteur d'étude (cf. illustrations 18 et 19). Il s'agit des stations de Villeneuve sur l'Ognon et du Paradis et de la Roussière sur la Logne, principal affluent de la Boulogne.

Nom	Numéro	Année de mise en service	Année de fermeture
La Boulogne à Rocheserviere [La Vacherie]	M8112610	1981	1998
L'Issoire à St Philbert de Bouaine	M8124010	1994	1996
La Logne à St Colomban [La Roussière]	M8144010	1981	
La Logne à Légé [Le Paradis]	M8144020	1994	
L'Ognon à Montbert	M8205020	1964	1970
L'Ognon aux Sorinières [Villeneuve]	M8205020	1964	

Illustration 18 : Stations de mesures présentes dans le bassin d'étude

Les débits mensuels moyens et spécifiques des cours d'eau mentionnés dans l'illustration 20 sont issus de la banque HYDRO. Ils ont été établis sur une période de référence allant de 1964 à 2004 pour l'Ognon et de 1981 à 2004 pour la Logne.

Sur la base d'un débit spécifique moyen de 8.5 l/s/km² (moyenne des débits spécifiques annuels) il apparaît que les volumes moyens sortants à l'échelle du bassin versant (225 millions de m³) sont du même ordre de grandeur que les volumes moyens entrants (évalués à 252 millions de m³).

Dans ces conditions et aux erreurs d'évaluation près, on doit donc considérer que le bilan hydrologique à l'échelle du bassin versant est équilibré entre les entrées et les sorties, avec des volumes en jeu de l'ordre de 220 à 250 millions de m³/an.

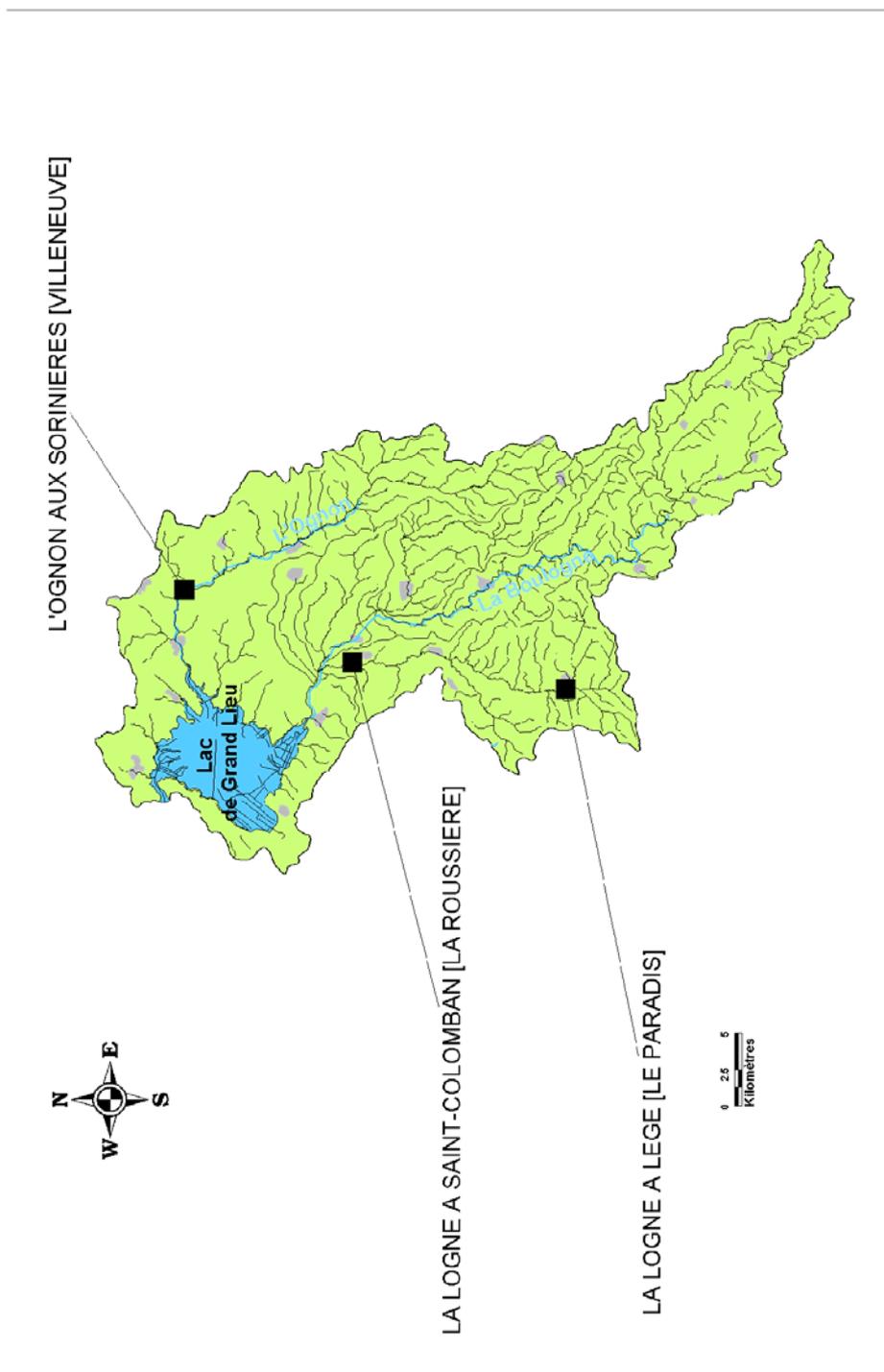


Illustration 19 : Localisation des stations hydrométriques en activité

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Ognon aux Sorinières Débit moyen m ³ /s	3.29	2.91	1.89	0.98	0.593	0.163	0.086	0.042	0.172	0.582	1.3
Ognon aux Sorinières Débit spécifique l/s/km ²	22.4	19.8	12.9	6.7	4	1.1	0.6	0.3	1.2	4	8.8
La Logne Saint-Colomban Débit moyen m ³ /s	3.39	2.55	1.41	1.15	0.53	0.11	0.068	0.025	0.163	0.788	1.580
La Logne Saint-Colomban Débit spécifique l/s/km ²	26.1	19.6	10.8	8.9	4.1	0.8	0.5	0.2	1.3	6.1	12.1

Illustration 20 : Débits moyens mensuels et spécifiques sur les postes des Sorinières (l'Ognon) et de Saint-Colomban (la Logne)

5.3. LES PRELEVEMENTS

Dans la mesure où la BSS ne contient pas d'information concernant les volumes prélevés, les fichiers de l'Agence de l'Eau et des DDAF ont permis de faire un point sur les prélèvements effectués sur la zone d'étude.

Il est à noter qu'aucun prélèvement pour l'alimentation en eau potable n'est effectué sur le bassin d'alimentation de Grand-Lieu.

Dans le cadre du nouveau Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable du département de la Loire-Atlantique, des recherches en eau ont toutefois été effectuées au sud de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu afin de diversifier les ressources exploitées. Ainsi, il se pourrait qu'à court terme, un ouvrage situé au Maupas soit mis en service.

5.3.1. Les données de l'Agence de l'Eau

Les fichiers transmis par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne concernent les prélèvements effectués pour l'alimentation en eau potable, l'industrie et l'agriculture.

Les informations qu'ils contiennent sont issues des données déclarées par les compagnies fermières, les industriels et les irriguants dans le cadre de la redevance.

Les données complètes les plus récentes datent de **2002**. Elles ne concernent que des prélèvements effectués pour l'industrie et l'irrigation sur le secteur d'étude.

La comparaison des volumes prélevés sur la période allant du 1^{er} mai au 30 novembre et sur l'année complète a permis de constater que la quasi totalité des prélèvements, soit environ **4.4 millions de m³**, était effectuée sur la première période.

Les illustrations 21 et 22 font le bilan commune par commune des volumes prélevés durant la période d'étiage et cela en fonction de l'origine de l'eau. Il apparaît pour l'ensemble des 2 départements :

- que les prélèvements effectués dans les retenues collinaires représentent plus de 40% des prélèvements réalisés
- que les prélèvements concernant les eaux souterraines (en bleu plus foncé dans les tableaux) ne représentent que 36 % des volumes en jeu
- que les communes de la Chevrolière, de la Planche et de Vieillevigne sont les communes sur lesquelles les prélèvements sont les plus importants (volumes supérieurs à 500 000 m³)

Il convient de noter que les volumes pris en compte ne correspondent pas à la totalité des prélèvements effectués puisqu'un certain nombre d'usagers ne procède à aucune déclaration.

	Département	CN	NA	NP	RA	RC	RN	RO	RP	SO	TOTAL
BIGNON (LE)	44										0
BOUYAYE	44			7300		17100					24400
CHEVROLIERE (LA)	44	38000				293900	18200	342600			692700
CORCOUE-SUR-LOGNE	44					147100	18700	130400			296200
GENESTON	44										0
LEGE	44					27700	19300		9700	3000	59700
MONBERT	44	4500				8400	49700	16900			79500
PLANCHE (LA)	44			4700		393300	120800	36600	138400		693800
PONT SAINT MARTIN	44			4100			8000	7500			19600
SAINT AIGNAN DE GRAND LIEU	44							16300			16300
SAINT COLOMBAN	44	17900		4500			13500	5800			41700
SAINT LEGER LES VIGNES	44										0
SAINT LUMINE DE COUTAIS	44										0
SAINT MARS DE COUTAIS	44										0
SAINT PHILBERT DE GRAND LIEU	44	94800			57800	61200	1400	71300	97400		383900
SORNIERES (LES) *	44		2000	56300		25000			88200		171500
VIEILLEVIGNE	44					348000	69400	87100			504500
TOTAL		155200	2000	76900	57800	1321700	319000	714500	333700	3000	2983800

* : dont 28000 m3 pour l'industrie en NP

CN = cours d'eau naturel

NA = nappe alluviale

NP = nappe profonde

RA = retenue artificielle ou alimentée par nappe alluviale

RC = retenue collinaire (ruissellement)

RN = retenue alimentée par cours d'eau

RO = retenue alimentée par source

RP = retenue alimentée par forage

SO = source

Illustration 21 : Bilan par commune des volumes prélevés en période d'étiage pour le département 44 (données AELB)

	Département	CN	NA	NP	RA	RC	RN	RO	RP	SO	TOTAL
BOULOGNE	85							3500			3500
DOMPIERRE-SUR-YON	85					25900			37200		63100
GRAND'LANDES	85					29500	15300				44800
LES LUCS-SUR-BOULOGNE	85					42300	1600	72300	29000		145200
MORMAISON	85	8500				19000		18100			45600
ROCHESERVIERE	85	2000				45300	44900	20500			112700
SAINT-ANDRE-TREIZE-VOIES	85			1200		103600	23000				127800
SAINT-DENIS-LA-CHAVASSE	85	7800				188500	9300	44100	7800		257500
SAINT-PHILBERT-DE-BOUJAINE	85	17600				85200	173200	184800			460800
SAINT-SULPICE-LE-VERDON	85					5200		36400	1000		42600
SALIGNY	85					21800	14900	45000			81700
TOTAL		35900	0	1200	0	566300	282200	424700	75000	0	1385300

CN = cours d'eau naturel
 NA = nappe alluviale
 NP = nappe profonde
 RA = retenue artificielle ou alimentée par nappe alluviale
 RC = retenue collinaire (ruissellement)
 RN = retenue alimentée par cours d'eau
 RO = retenue alimentée par source
 RP = retenue alimentée par forage
 SO = source

Illustration 22 : Bilan par commune des volumes prélevés en période d'étiage pour le département 85 (données AELB)

5.3.2. Les données des DDAF

Loire-Atlantique

Les données transmises par la DDAF 44 concernent les plans d'eau et les pompages recensés en 2004 dans le département de la Loire-Atlantique. Elles sont géoréférencées mais ne contiennent pas d'information volumétrique.

Sur les 1239 plans d'eau et pompages recensés, 285 se trouvent sur le bassin d'alimentation du lac de Grand-Lieu (cf. illustration 23). Ils correspondent pour la plupart à des projets soumis à déclaration ou à autorisation mais pas de façon systématique.

La représentation cartographique de ces points fait apparaître les communes où les prélèvements sont les plus nombreux : il s'agit des communes de la Chevrolière, de la Planche et de Vieillevigne.

Une simple règle de 3 peut être utilisée pour approcher le volume global prélevé en Loire-Atlantique. Ce dernier serait de l'ordre de 4.8 millions de m³.

AELB : 177 points irrigation + 1 point industrie = **3 millions de m³**

DDAF : 285 points = **4.8 millions de m³ estimés**

Vendée

Les données transmises par la DDAF 85 concernent les plans d'eau et les pompages recensés dans le département de la Vendée. Il s'agit de données non géoréférencées (qui ne sont donc pas représentées sur l'illustration 23) mais qui contiennent des informations volumétriques.

Pour les 14 forages, 38 pompages et 55 plans d'eau recensés sur le bassin versant (soit au total, 107 éléments), le volume prélevé estimé est de 230 000 m³.

Cette valeur est nettement inférieure aux volumes recensés par l'AELB qui atteignent 1.4 millions de m³ pour 104 ouvrages. Si l'on applique le même coefficient correctif qu'en Loire-Atlantique où les volumes de l'AELB ont été multipliés par 1.6, on peut estimer les volumes prélevés sur la partie vendéenne du bassin versant à **2.2 millions de m³**.

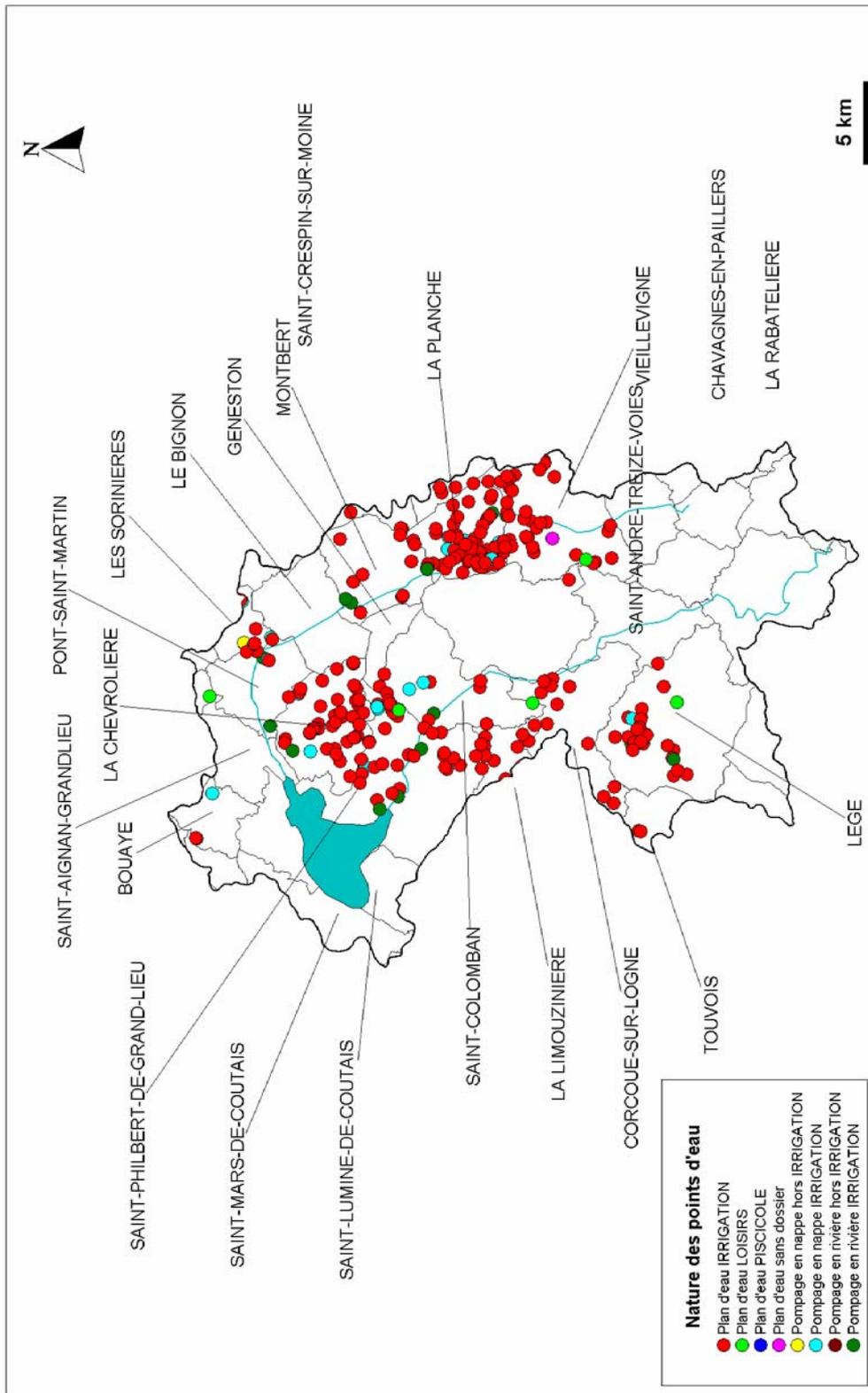


Illustration 23 : Localisation des plans d'eau et des pompages d'après les données de la DDAF 44

5.3.3. Total des prélèvements

Si l'on considère les volumes de l'AELB corrigés, les volumes prélevés sur l'ensemble du bassin versant peuvent être estimés à 7 millions de m³ avec une répartition comme suit :

- Loire Atlantique : 4.8 millions de m³
- Vendée : 2.2 millions de m³

L'hypothèse de prélèvements atteignant 7 millions de m³ peut représenter une valeur moyenne dans la mesure où elle a été établie avec les données AELB de 2002 (sous-estimation des volumes prélevés liée à la tendance humide de l'année) en considérant que les projets avaient un fort impact sur la ressource (surestimation des volumes liée au fait que ce sont des projets soumis à déclaration ou à autorisation qui ont servi de référence pour estimer les prélèvements totaux).

Il se peut toutefois que les prélèvements réellement effectués soient plus importants que cela dans la mesure où des études réalisées dans le cadre de l'ouverture de carrières ou de sablières ont recensé des prélèvements non comptabilisés.

Sur la commune de Saint-Colomban par exemple, les besoins en eau de la carrière GSM (environ 100 000 m³ par an) n'ont pas été pris en compte. Il en va de même pour les prélèvements liés à l'exploitation de la sablière de la Gagnerie qui sont du même ordre de grandeur.

L'inventaire exhaustif des prélèvements d'eau effectués dans l'environnement de cette sablière a aussi permis d'identifier d'autres prélèvements très importants qui ne sont pas pris en compte dans le tableau 21. Au lieu-dit la Métellerie, les prélèvements d'une exploitation agricole (maraîchage + serres) atteindraient 500000 m³.

Dans ces conditions, les prélèvements totaux seraient donc supérieurs à **7 M de m³**.

5.4. BILAN

L'illustration 24 permet de visualiser les différents volumes en jeu sur le bassin d'alimentation du lac de Grand-Lieu.

Que les écoulements soient directs (ruissellement) ou indirects (alimentation des cours d'eau par les nappes), il semble que les volumes sortants (225 millions de m³) soient quasiment équivalents aux volumes entrants (252 millions de m³).

Dans ces conditions, on doit imaginer que le bassin versant topographique correspond au bassin d'alimentation et que ce dernier ne reçoit pas d'apport en provenance d'autres bassins.

Si l'on raisonne à l'échelle annuelle et au niveau de l'hydrosystème global sans faire de distinction entre les eaux souterraines et les eaux superficielles, il apparaît que les prélèvements évalués à 7.7 millions de m³ ne représentent que **3.4 %** des volumes qui s'écoulent.

Le problème réside dans le fait que la quasi totalité des prélèvements se fait sur la période allant du 1^{er} mai au 30 novembre, alors que les écoulements ne représentent, sur cette période, qu'une vingtaine de pourcents des écoulements totaux.

Un rapide calcul permet d'évaluer à 45 millions de m³ les écoulements sur la période précédemment mentionnée et à **17%**, ce que représentent les prélèvements.

Si à l'échelle du bassin d'alimentation, les prélèvements ne représentent pas une grosse part des écoulements, ils peuvent induire des perturbations hydrauliques que l'on tentera d'appréhender dans le chapitre suivant.

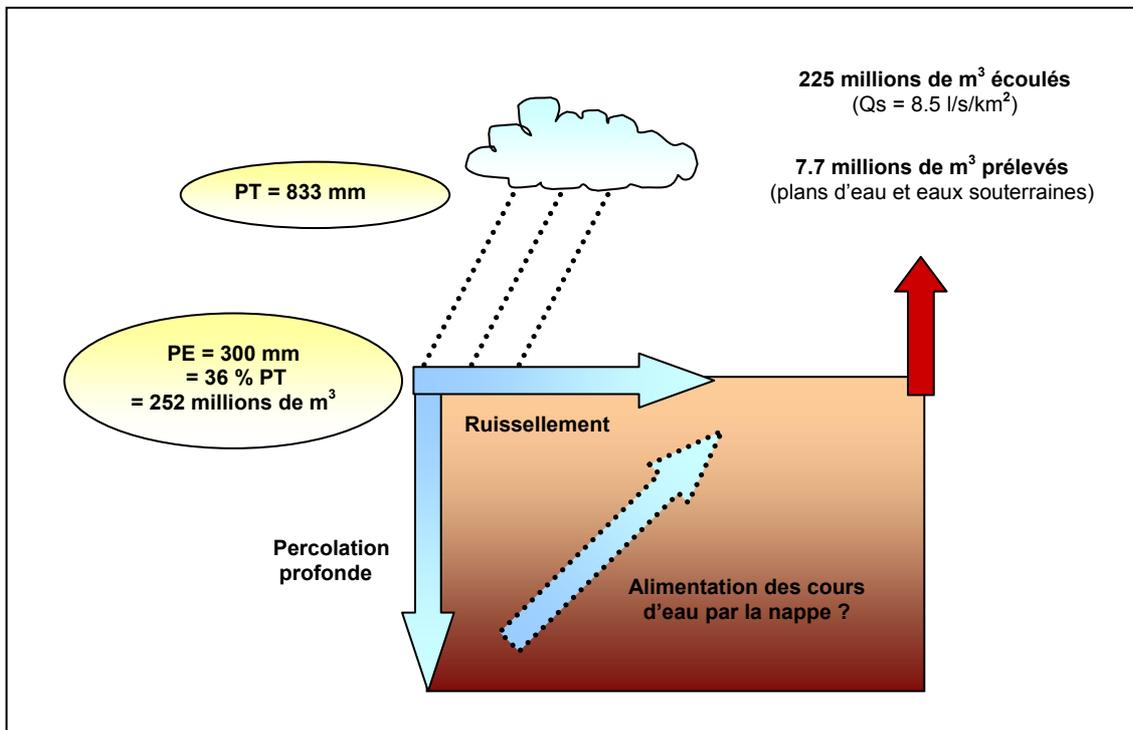


Illustration 24 : Volumes en jeu sur le bassin d'alimentation du lac de Grand-Lieu

6. Impact des prélèvements

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer l'impact des prélèvements sur les ressources mais il a paru nécessaire de faire de façon préalable un point sur les relations existant entre les pluies, l'évapotranspiration et les eaux superficielles.

6.1. ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES PLUIES, L'ÉVAPO-TRANSPIRATION ET LES EAUX SUPERFICIELLES

6.1.1. Etude de la corrélation des débits

La réalisation d'un graphique débit mensuel de l'Ognon = f(débit mensuel de la Logne) avec les données mesurées depuis 1981 fait apparaître une bonne corrélation (cf. illustration 25). Par la suite, seule une série de débit pourra donc être utilisée.

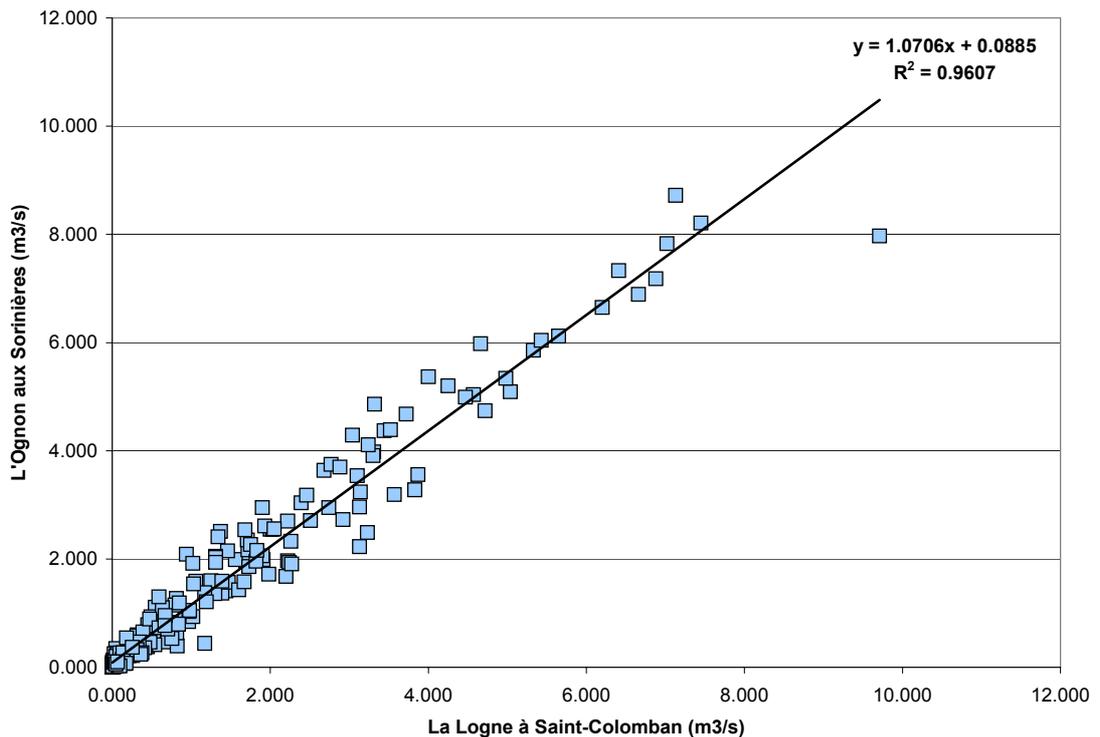


Illustration 25 : Etude de la corrélation entre les débits mensuels de la Logne et de l'Ognon

6.1.2. Etude de la corrélation entre la pluie et les débits

Le report des valeurs de débit mensuel de la Logne à Saint-Colomban en fonction des précipitations de 1994 à 2004 (cf. illustration 26) fait apparaître :

- une bonne corrélation des pluies et des débits lors de la période hivernale
- une mauvaise corrélation des paramètres durant la période estivale, période durant laquelle les débits diminuent alors que les précipitations sont parfois importantes

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à la diminution des débits durant la période estivale mais la diminution, voire la disparition des pluies efficaces durant cette période constitue l'hypothèse la plus probable.

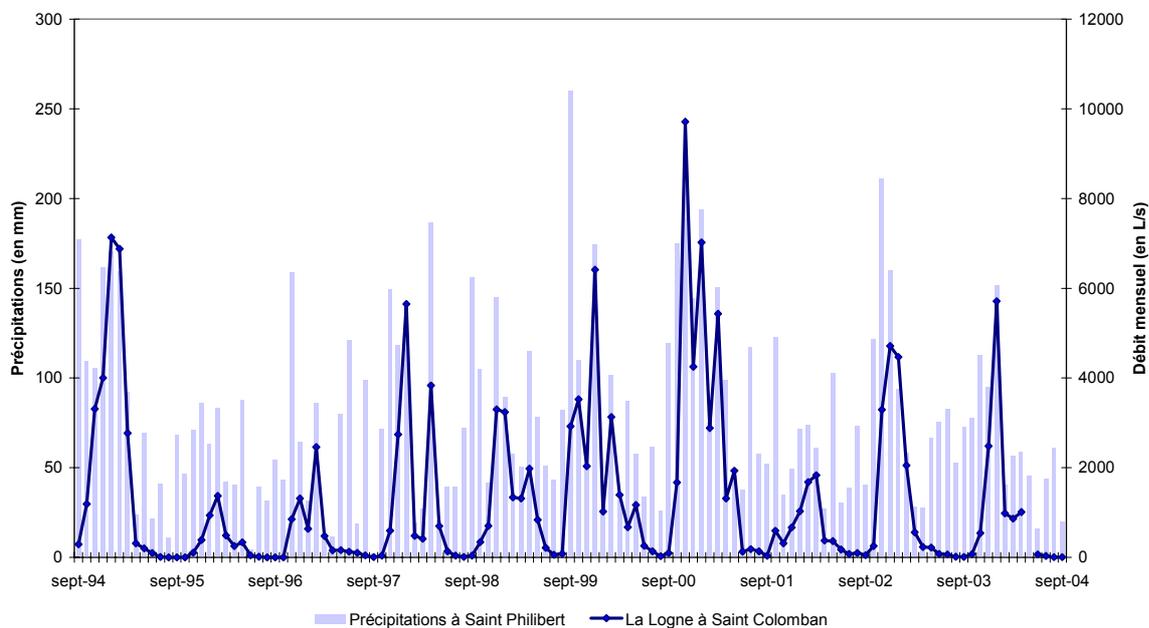


Illustration 26 : Précipitations et débits mensuels de la Logne

6.1.3. Etude de la corrélation entre les pluies, l'évapotranspiration et les niveaux du lac

Les niveaux d'eau du lac sont mesurés par la Compagnie d'Exploitation des Ports sur la commune de Bouaye, au nord du lac. Les mesures effectuées en 2004 et exprimées en cotes Buzay (0 Buzay = - 0.45 m NGF) ont été reportées sur l'illustration 27.

Elles ont été comparées :

- aux niveaux réglementaires définis par l'arrêté préfectoral de 1996 mais contestés par les riverains
- aux niveaux expérimentaux qui semblent convenir aux différents usagers
- aux précipitations (poste de Saint-Philbert) et aux valeurs d'évapotranspiration potentielle (poste de Nantes Bouguenais)

A partir de début mai, les niveaux 2004 ont amorcé une baisse qui a duré jusqu'à la fin septembre. La côte Buzay de 1.8 m au delà de laquelle le trop plein de la Maison Blanche situé au sud de Bouaye ne fonctionne plus, a été atteinte fin mai/début juin.

Sur la période allant de début juin à fin septembre, on peut donc imaginer que les niveaux du lac ont été influencés par :

- les pluies (+ 140 mm)
- l'évapotranspiration (- 494 mm)
- les apports des rivières
- et éventuellement les pompages effectués sur le pourtour du lac

Sur la période allant de juin à septembre 2004, la contribution des rivières au niveau du lac a pu être évaluée à 38 mm avec :

- un débit spécifique de 6.5 l/s/km² (hydraulicité moyenne de l'année 2004)
- sur la période juin-septembre, des écoulements représentant 1% des écoulements totaux (soit un volume d'environ 1.7 millions de m³)
- une superficie de 4500 hectares pour le lac

L'examen de l'illustration 27 permet de constater que sur la période allant de juin à septembre, la baisse des niveaux correspond globalement au bilan que l'on peut établir avec les valeurs précédentes (140 - 494 + 38 = - 316 mm).

On peut de plus penser que les vannes permettant d'évacuer l'eau du lac sont restées fermées sur toute la période dans la mesure où les niveaux étaient inférieurs aux niveaux réglementaires et expérimentaux.

Dans ces conditions, on peut imaginer que les pompages et en particulier ceux effectués à proximité du lac (communes de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu et de la Chevrolière) n'ont pas vraiment d'impact sur les niveaux du lac lors de l'étiage.

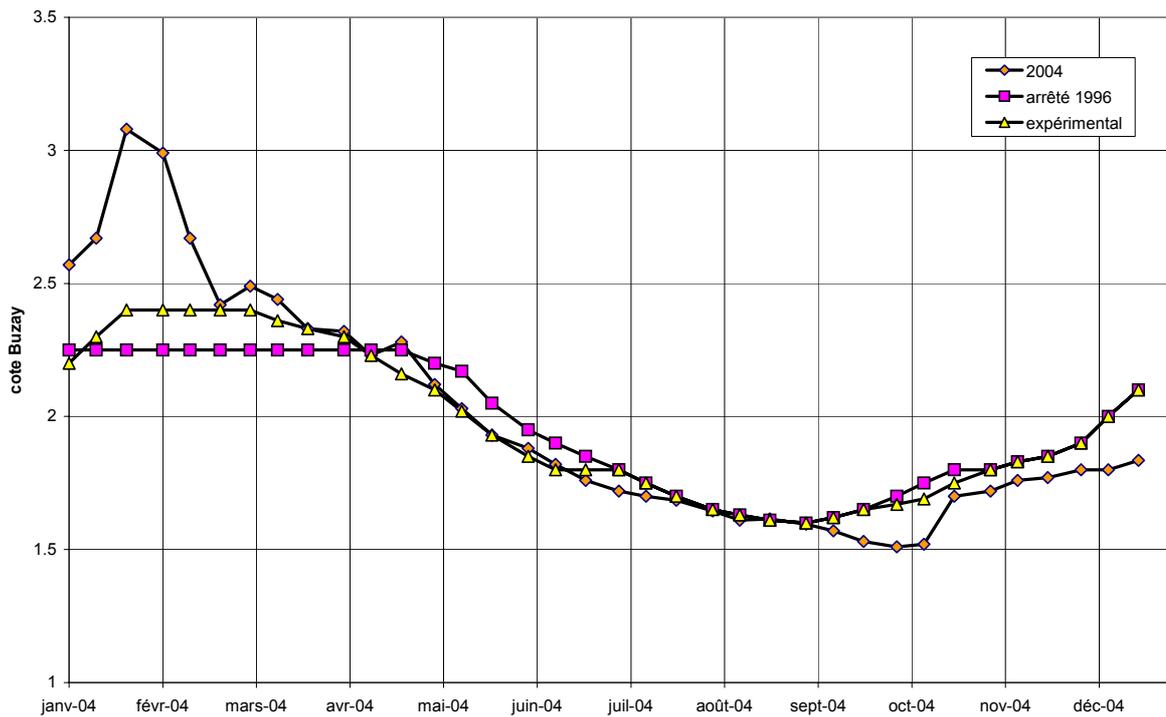
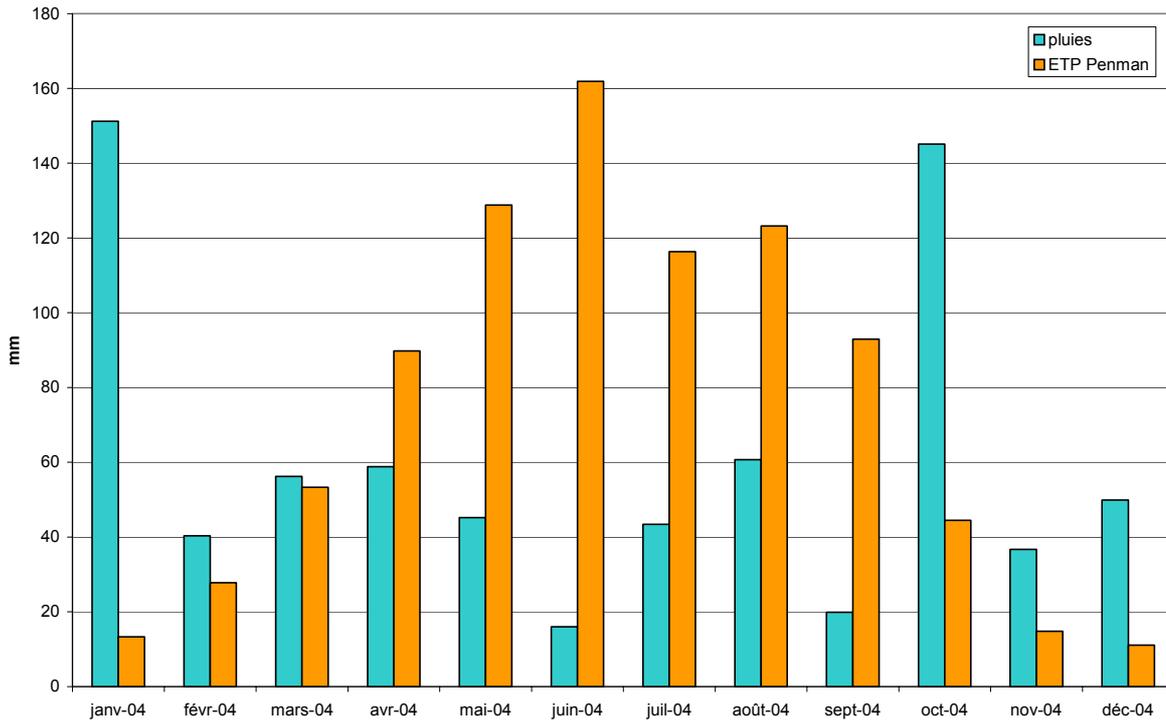


Illustration 27 : Comparaison des pluies, de l'évapotranspiration potentielle et du niveau du lac

Un rapide calcul permet toutefois de montrer que l'impact des pompages sur les niveaux du lac peut passer inaperçu à l'échelle de travail.

Rapportés à la superficie du lac en période estivale, des prélèvements s'élevant à 1 million de m³ (= volumes pompés sur les communes de Saint-Philbert et de la Chevrolière en 2002) qui s'effectueraient directement dans le lac n'engendreraient en effet qu'une baisse de niveau de **22 mm**. Cette valeur est négligeable par rapport aux pluies (+ **140 mm**) et à l'évapotranspiration (- **494 mm**) sur la période considérée.

6.2. IMPACT QUANTITATIF DES PRELEVEMENTS

Le bilan mené à l'échelle de l'hydrosystème global avec des données moyennes a montré que l'impact des prélèvements (estimés à 7.7 millions de m³) était faible puisqu'il ne représentait que 3.4 à 17 % des volumes écoulés.

Les prélèvements dont les effets ne sont pas clairement visibles sur les niveaux du lac ont néanmoins un impact qu'il est possible d'évaluer en fonction de leur nature.

6.2.1. Impact des prélèvements en rivière

Les prélèvements effectués en rivière ou en nappe alluviale (193 000 m³) ne représentent que 4% des prélèvements estimés à 4.4 millions de m³ à partir des données 2002 de l'Agence de l'Eau.

Rapportés au volume total prélevé (7.7 millions de m³), ces prélèvements représentent 338000 m³, soit moins de 1% des volumes qui s'écoulent en moyenne chaque année (225 millions de m³) ou durant la période allant du 1^{er} mai au 30 novembre (45 millions de m³).

Même s'ils privent directement les cours d'eau d'une partie de leurs débits, les prélèvements effectués dans les rivières peuvent donc être considérés comme marginaux à l'échelle du système. Par contre, ponctuellement, des prélèvements en rivière en période d'étiage peuvent avoir un impact sensible sur l'environnement, compte tenu de la faiblesse usuelle des débits en juillet-août.

6.2.2. Impact des prélèvements en retenue

Les prélèvements effectués dans des retenues, qu'elles soient alimentées par des eaux superficielles ou souterraines, représentent 93 % des prélèvements sur la base des données 2002 de l'Agence de l'Eau.

Dans le détail, les prélèvements d'origine souterraine (forage, source) transitant par une retenue représentent 35 % des 4.4 millions de m³ prélevés et les prélèvements d'origine superficielle, 58 %.

Rapportés au volume total prélevé (7.7 millions de m³), ces prélèvements représentent respectivement 2 700 000 m³ et 4 500 000 m³, soit 6 à 10 % des volumes qui s'écoulent pendant l'étiage (45 millions de m³).

L'impact de ces prélèvements n'est donc pas très important. Il l'est d'autant moins qu'une partie des réserves est constituée lors de la période excédentaire et qu'un grand nombre de retenues semble hydrauliquement déconnectées du réseau hydrographique de surface et des systèmes aquifères.

La visite de terrain effectuée le 22/07/04 sur la commune de la Planche et dont l'objectif était de savoir si les retenues étaient en connexion hydraulique avec l'Ognon a permis de constater que le niveau de la plupart des retenues était soit inférieur, soit supérieur au niveau de l'Ognon.

Comme durant la période estivale, le niveau des cours d'eau correspond a priori au toit de la nappe, l'observation de terrain semble indiquer que la plupart des retenues ne sont pas en connexion hydraulique avec l'hydrosystème.

6.2.3. Impact des prélèvements en nappe

Bien que la part des prélèvements qui concerne les eaux souterraines soit faible (37% des 4.4 millions de m³, soit, 2 850 000 m³ sur les 7.7 millions estimés), il est possible d'évaluer quantitativement leur impact.

Le programme Connexmin, développé par le BRGM pour délimiter les nappes d'accompagnement permet en effet d'évaluer les distances à partir desquelles un forage soutire au cours d'eau 10, 25 ou 50% du volume pompé.

Pour calculer les distances, il suffit de rentrer la durée du pompage, la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement.

Plusieurs simulations ont été réalisées en prenant des valeurs de T et S proches des valeurs déterminées en 1992 sur le bassin de Geneston (cf. illustrations 28 et 29). Les périodes de 30, 45 et 90 jours correspondent respectivement à 2, 3 et 6 mois de pompage 12h/jour, le programme ne permettant pas de simuler des durées de pompages journalières inférieures à 24h.

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus :

	T (m ² /s)	S	Temps de pompage	d 10 % (m)	d 25 % (m)	d 50 % (m)
Simulation 1	1 x 10 ⁻³	1.1 x 10 ⁻²	45 j	990	641	340
Simulation 2	2 x 10 ⁻³	1.1 x 10 ⁻²	45 j	1403	907	482
Simulation 3	3 x 10 ⁻³	1.1 x 10 ⁻²	45 j	1717	1110	590
Simulation 4	2 x 10 ⁻³	1.1 x 10 ⁻²	30 j	1146	740	393
Simulation 5	2 x 10 ⁻³	1.1 x 10 ⁻²	90 j	1980	1282	680

Illustration 28 : Tableaux récapitulatif des résultats obtenus avec Connexmin

La simulation 2 qui correspond à un pompage 12h/jour sur une période de 3 mois est a priori la plus réaliste même si les pompages peuvent s'étaler sur une période plus importante.

Elle montre qu'au bout de la période de pompage, un forage situé à 500 m du lac aura mobilisé un volume d'eau dont la moitié aura été extraite du lac. A 1400 m du lac, la part d'eau en provenance du lac ne sera que de 10 %.

Bien que précis, ces résultats doivent être utilisés avec prudence dans la mesure où ils ont été établis avec des valeurs de T et S ponctuelles.

Le contexte géologique du lac de Grand-Lieu est de plus différent de celui du bassin de Geneston. Les niveaux tourbeux et argileux présents au fond du lac et dont l'épaisseur peut atteindre plusieurs mètres peuvent en effet constituer une barrière hydraulique plus ou moins étanche. Si tel est le cas, les valeurs calculées avec le logiciel Connexmin sont probablement sous évaluées.

Il est à noter que les distances calculées caractérisent aussi l'impact que peuvent avoir des pompages vis à vis des cours d'eau, le modèle de calcul (nappe infinie) étant le même que celui utilisé pour le lac (cf. illustration 29). Les valeurs proposées ne sont toutefois valables que pour des pompages réalisés en domaine sédimentaire.

En l'absence de données hydrodynamiques sur les formations de socle, il n'est pas possible d'évaluer l'impact de ces pompages sur le lac ou sur les cours d'eau du secteur.

6.3. IMPACT QUALITATIF DES PRELEVEMENTS

Les prélèvements et en particulier ceux qui sont directement effectués dans les cours peuvent avoir un impact notable sur la qualité de l'eau. Ces aspects constituent une problématique bien spécifique qui n'est pas abordée dans ce rapport mais que l'on pourra étudier ultérieurement.

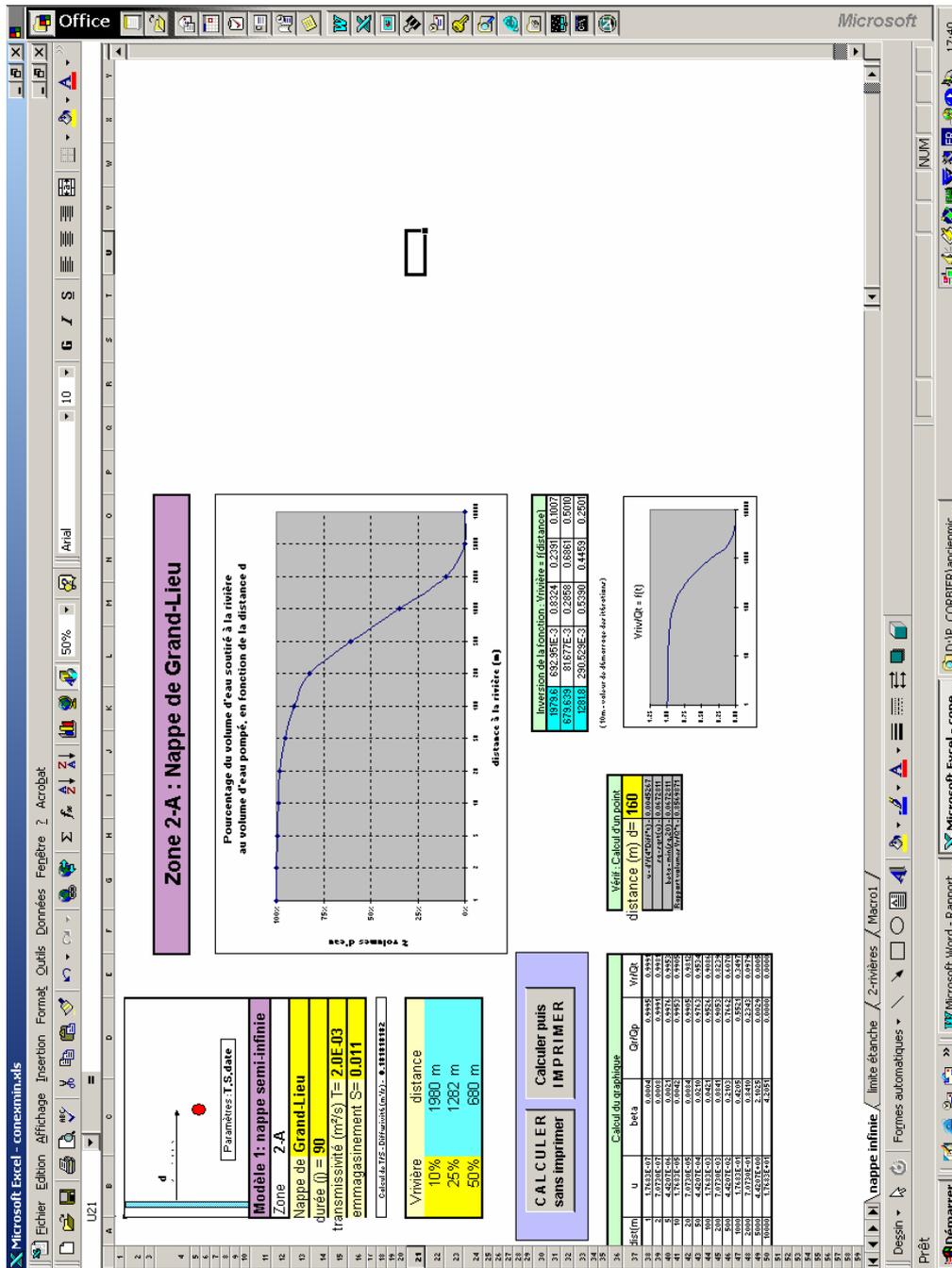


Illustration 29 : Exemple de simulation faite avec Connexmin

7. Conclusion

Dans le cadre de la mise en place d'une gestion quantitative des ressources en période d'étiage sur le bassin d'alimentation du lac de Grand-Lieu, la DIREN a souhaité que le BRGM :

- fasse un bilan des connaissances sur ce secteur ;
- évalue l'impact des prélèvements effectués pour les besoins de l'agriculture lors de la période estivale ;
- propose une liste d'actions complémentaires à mener pour affiner les connaissances sur ce secteur.

Les investigations menées ont mis en évidence :

- une géologie complexe de part l'hétérogénéité et l'agencement des formations qui constituent le bassin d'alimentation ;
- des potentialités aquifères très variables en fonction de la nature des formations ;
- l'existence de données quantitatives et qualitatives ponctuelles qui ne permettent pas d'avoir une vision globale du fonctionnement de l'hydrosystème constitué par le lac, les cours d'eau qui l'alimentent et les aquifères.

Le bilan mené avec des données moyennes de pluies et de débit et les prélèvements effectués en 2002 a montré que :

- ce dernier était globalement équilibré entre les entrées et les sorties (volumes de l'ordre de 220 à 250 millions de m³) et qu'il y avait donc a priori une bonne correspondance entre bassin versant topographique et bassin d'alimentation ;
- que les prélèvements, estimés à 7.7 millions de m³/an ne représentaient que 3.4 % des écoulements totaux et 17 % des ces mêmes écoulements sur la période allant du 1^{er} mai au 30 novembre.

L'étude de l'évolution des niveaux du lac durant la période des pompages n'ayant pas permis de mettre en évidence l'influence directe de ces derniers, une approche par type de prélèvement a été faite.

On a pu ainsi calculer les distances à partir desquelles les forages soutirent au cours d'eau, 10, 25 ou 50% du volume pompé.

Les résultats doivent toutefois être utilisés avec prudence dans la mesure où les calculs ont été effectués avec des données qui ne sont pas forcément représentatives de l'ensemble du bassin d'alimentation et en particulier du pourtour du lac.

A l'issue de ces travaux, on retiendra :

- qu'à l'échelle d'un cycle hydrologique complet, les prélèvements ne représentent qu'une petite part des écoulements directs (ruissellement) ou indirects (alimentation des rivières par la nappe) ;
- que la part des prélèvements est un peu plus importante sur la période allant de mai à novembre mais qu'elle reste faible ;
- qu'un grand nombre d'inconnues demeurent et qu'il conviendrait de procéder à des investigations complémentaires pour affiner les connaissances sur le secteur étudié.

Dans la mesure du possible, les prélèvements devront être évalués de façon plus exhaustive. Il est en effet apparu que des volumes très importants pouvaient être prélevés sans qu'ils ne soient déclarés à l'Agence de l'Eau.

Pour un coût de mise en œuvre peu important, le sens des écoulements pourrait aussi être précisé grâce à des campagnes piézométriques à mener en basses et hautes eaux sur l'ensemble du bassin versant. Les cartes qui seront établies devraient ainsi permettre de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'une alimentation des rivières par les nappes.

Si l'on souhaite mener des investigations plus poussées et par conséquent, plus coûteuses, on pourra ensuite envisager d'étudier :

- la participation des eaux souterraines au débit des rivières en fonction du temps. L'utilisation du modèle GARDENIA peut en effet permettre de déterminer la contribution de ces ressources au débit des cours d'eau ;
- les échanges entre le lac et l'encaissant au moyen d'un modèle hydrodynamique (mais à condition que la géométrie des réservoirs soit mieux définie).

Dans le cadre d'investigations poussées, il serait aussi judicieux de procéder à plusieurs pompages d'essai de façon à étudier la variabilité spatiale de T et S le long des cours d'eau et à proximité du lac. Les distances à partir desquelles les forages soutirent 10, 25 ou 50% d'eau du cours d'eau n'en seraient que plus fiables.

Bibliographie

Atos (1998) - Société GSM à Saint-Colomban (44) – Etude hydrogéologique en vue de l'ouverture de la carrière.

Chevalier M. (1987) - Tectonique récente, effondrements et remplissages sédimentaires cénozoïques dans le domaine du lac de Grand-Lieu. Thèse de doctorat, Université de Nantes.

Faissolle F. et Potiron C. (2004) - Atlas des nappes d'eau souterraine du département de la Loire-Atlantique : piézométrie et qualité physico-chimique

Géoarmor (2001) - Sablière de la Gagnerie - Commune de Saint-Colomban - Dossier de demande d'autorisation d'exploitation de carrière et d'installation de premier traitement

Suzzoni J.M., 1988 - Tectonique cassante cénozoïque polyphasée sur la marge armoricaine du bassin de Paris (France) - Bull. Soc. Géol. France, 6, 995-1002.

+ DOCUMENTS LISTES DANS L'ANNEXE 1

Annexe 1 : Fiches bibliographiques

Liste des documents consultés dans le cadre de l'étude (par ordre chronologique) et fiches synthétiques

Document 1 : rapport BRGM 74 SGN 417 – Hydrogéologie de la région des Pays de la Loire

Document 2 : Rapport BRGM 75 SGN 270 – Alimentation en eau potable du département de la Loire-Atlantique (1975)

Document 3 : Rapport BRGM 78 SGN 172 BPL – Sables pliocènes de la région du lac de Grand-Lieu – Etude préliminaire (1978)

Document 4 : Notice de la carte géologique n°508 (1982)

Document 5 : Rapport 83 GPH 049 – Reconnaissance par sondages électriques à Saint Philbert de Grand Lieu (1983)

Document 6 : Rapport BRGM 87 SGN 718 – Les bassins cénozoïques dans le domaine de Grand-Lieu, Synthèse géologique sur documents à des fins de recherche en eau souterraine (1987)

Document 7 : Rapport BRGM PAL 87-35 - Valorisation des données acquises par sondages sur le Cénozoïque de la feuille de Saint Philbert de Grand Lieu (n°508) au sud de la Loire (1987)

Document 8 : Publication de CHEVALIER M. et BORNE V. (1989) – Remise en question de l'attribution "sables rouges pliocènes" aux formations détritiques du domaine du Lac de Grand Lieu (Loire-Atlantique). Géol. de la France n°1-2, p.277-284

Document 9 : Synthèse des études de recherches en eau souterraine dans la zone de Grand-Lieu, 1991

Document 10 : Rapport BRGM R 33 874 – Recherche en sismique réfraction de bassins tertiaires dans la région de Geneston (1991)

Document 11 : Rapport BRGM R 34 716 – Reconnaissance hydrogéologique du bassin tertiaire de Geneston (1992)

Document 12 : Rapport BRGM RP-38 737 – Recherche de granulats à terre en région Pays de la Loire – Sélection de bassins tertiaires (1995)

Document 13 : Rapport BRGM R 40 339 – Suivi du comportement hydraulique des aquifères en Pays de la Loire *Phase 1* (note technique, 1998)

Document 14 : Rapport BRGM R 40 342 – Suivi du comportement hydraulique des aquifères en Pays de la Loire *Phase 2* (note technique, 1998)

Données issues de la BSS

**Document n° 1 : Rapport BRGM 74 SGN 417 – Hydrogéologie de la région des
Pays de la Loire**

Description très générale par type de terrain : zone armoricaine, zone péri-armoricaine et aquifères alluviaux différenciés.

Formations tertiaires : types de dépôts (bassins tectoniques, placages) et principales caractéristiques.

**Document n° 2 : Rapport BRGM 75 SGN 270 – Alimentation en eau potable
du département de la Loire-Atlantique (1975)**

Réservoirs aquifères nécessitant des travaux de reconnaissance complémentaires

⇒ **Lac de Grand-Lieu**

*** Situation géographique**

Axe du grand synclinal qui va de Saint-Mars-de-Coutais à Chantonnay.

Difficile d'estimer le volume du réservoir : dans l'hypothèse la plus pessimiste, deux fosses sont connues de 2 et 3 km² chacune, remplies de sédiments perméables sondés sur une quinzaine de mètres (socle non atteint) ; si elles sont reliées, elles forment un réservoir de 8 km² au moins sans tenir compte des parties inexplorées du lac.

*** Préconisation de travaux de reconnaissance**

*** Bilan**

	Superficie (en km ²)		Rivières alimentant	Profondeur (en m)		Nature du substratum	Exploitation actuelle Nb captages pour AEP	Remarques
	Affleurement	Bassin d'alimentation		Moy.	Max.			
Lac de Grand-Lieu	4	830	Ognon, Boulogne	?	20	Non exploré		A explorer

Document n° 3 : Rapport BRGM 78 SGN 172 BPL – Sables pliocènes de la région du lac de Grand-Lieu – étude préliminaire (1978)

Objectif

Recherche de gisements exploitables pouvant relayer en partie les sables de Loire

Méthode

Phase 1 : Reconnaissance

Phase 2 : Géophysique et sondages mécaniques

Conclusion

Volume brut de matériau exploitable estimé à environ 220 000 000 m³ répartis sur une surface d'une quarantaine de km², soit 40 % de la superficie totale des gisements étudiés.

Document n° 4 : Notice de la carte géologique n°508 (1982)

Histoire géologique de la cuvette de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu

Description des évènements du Crétacé supérieur au Rédonien (Pliocène)

Hydrogéologie

Formations du domaine du socle armoricain : généralement peu perméables

Formations tertiaires : enchâssées dans le socle et conservées à la faveur de topographies basses (fossés d'effondrement ou réseau hydrographique ancien), constituent sous certaines conditions (*), d'excellents réservoirs et peuvent jouer le rôle de drains vis à vis des terrains encaissants

(*) : conditions favorables = faciès lithologique propice à l'emmagasinement des eaux et conditions de dépôt assurant une certaine épaisseur et le drainage des terrains encaissants.

Secteur du lac de Grand-Lieu : graben d'une épaisseur d'au moins 20 m rempli par des sédiments meubles tertiaires. Réservoir *a priori* intéressant mais géométrie mal connue. La nature des relations hydrauliques entre le réservoir sédimentaire et le lac proprement dit serait également à déterminer.

Hydrologie

Avant l'effondrement principal de la cuvette de Grand-Lieu vers laquelle ils convergent, l'Ognon et la Boulogne étaient des affluents de la Loire.

Document n° 5 : Rapport 83 GPH 049 – Reconnaissance par sondages électriques à Saint Philbert de Grand Lieu (1983)

Coupe électrique perpendiculaire aux grands axes structuraux de la région

Objectif

Evaluation de l'épaisseur du recouvrement récent afin de mettre en évidence des paléovallées ou des fossés d'effondrement

Résultats

Variations rapides des résistivités aussi bien dans la couverture que dans les formations du socle et leurs altérations

A part 3 tronçons où la succession sables-graviers, altération, socle métamorphique avec des épaisseurs normales paraît assurée, on trouve au centre du profil de nombreuses discontinuités qui seront à contrôler et à identifier par forage.

Pas de différence de résistivité nette entre la base des sédiments récents et le sommet altéré du substratum ancien.

Document n° 6 : Rapport BRGM 87 SGN 718 – Les bassins cénozoïques dans le domaine de Grand-Lieu, Synthèse géologique sur documents à des fins de recherche en eau souterraine (1987)

Etude réalisée à la demande de la DDAF de la Loire-Atlantique suite aux difficultés rencontrées sur la nappe d'eau souterraine de Machecoul (pollution par les nitrates)

Carte à 1/50 000 et profils géologiques synthétisant, avec le rapport, les données acquises sur le secteur. Rapport comprenant un rappel des connaissances acquises.

Bilan

Reconnaissance de plusieurs zones favorables pour la recherche de nouvelles ressources en eau :

- Pour une éventuelle alimentation en eau potable de collectivités : le lac de Grand-Lieu et ses abords (zone orientale de Saint-Joseph, zone occidentale, Marais de Sainte-Lumine et zone de l'Île Verte) mériteraient une exploration approfondie.
- Pour des besoins plus modestes : les bassins tectoniques flanquant la vallée de l'Ognon et la zone de Lincuire (Geneston) paraissent les plus intéressants.
- D'autres secteurs peuvent présenter un intérêt pour des besoins individuels : petites dépressions tectoniques à remplissage sableux, alluvions grossières de base tapissant les fonds de vallée.

**Document n° 7 : Rapport BRGM PAL 87-35 - Valorisation des données
acquises par sondages sur le Cénozoïque de la feuille de Saint Philbert-
de-Grand-Lieu (n°508) au sud de la Loire (1987)**

Point sur les connaissances disponibles en 1987 (BSS, travaux scientifiques : thèses de V. Borne et M. Chevalier, Colloque de Nantes 1986). Reprend en grande partie le document 6.

Cadre géographique et géologique

Histoire Post paléozoïque

Bassins tectoniques post-paléozoïques dans le domaine de Grand-Lieu

*** *Données nouvelles sur la structure des grabens Cénozoïques au Sud de la Loire***

Chaque bassin est compartimenté par des failles qui ont souvent rejoué indépendamment les unes des autres, à la fois dans le temps et dans l'espace.

*** *Le lac de Grand-Lieu***

Dans certaines zones, les épaisseurs de dépôts tertiaires semblent être très importantes :

- **Zone orientale du Lac** (la Grande Suzeraine, Saint-Joseph) : le socle n'a pas été atteint à 36m de profondeur, structure complexe.
- **Zone occidentale** : connue seulement (en partie) à l'Est de l'Effeterie : du fait des effondrements différentiels, les calcaires lutétiens et les sables de l'Eocène inférieur semblent se trouver au même niveau. Le socle n'a pas été atteint à 18 m.
- **La partie Sud** de ce secteur (Marais de Sainte-Lumine) serait à prospecter, de même que la partie méridionale du Lac (l'Île Verte).
- **La vallée du Tenu au S.O. de Saint-Mars-de-Coutais** : travaux géophysiques en cours (M. Chevalier) qui indiqueraient un surcreusement important dans ce secteur (30 m ?). Zone hachée de failles recouverte de sables rouges sous lesquels sont signalées des argiles noires de l'Eocène inférieur.
- **La partie Nord du Lac** n'est pas connue mais les sondages 05082X0003 et 05082X0004 semblent indiquer, tout au moins au Nord-Est du lac, un "socle haut".

*** La vallée de l'Ognon**

Plusieurs dépressions jalonnent cette vallée :

- **Au niveau de Monbert** : 2 forages donnent des indications concordantes très intéressantes : sous une formation argileuse d'environ 7 à 15 m, sont signalés de beaux graviers dont le mur n'a pas été atteint à 34m de profondeur
- En amont, des travaux à but minier ont découvert l'existence d'un petit graben à remplissage de sables grossiers avec niveaux d'argile noire
- En aval de Montbert, à la carrière des Chaises, plus de 12 m de sables sont signalés (Eocène inférieur probable)

*** A l'Ouest de Geneston**

Zone de Lincuire – existence d'une dépression complexe

*** Le couloir «les Etangs – le Maupas» (La Limouzinière)**

Malgré sa faible dimension ce bassin présente une grande complexité.

Conclusions

Dans le domaine de Grand-Lieu, nombreux bassins tectoniques à remplissage cénozoïque dont les caractéristiques (géométrie, âge, structure) sont souvent difficiles à cerner pour différentes raisons :

- dimensions souvent modestes (profondeur : 10 m à une centaine de m ; superficie parfois inférieure au km² et ne dépassant jamais quelques km²) ;
- structure qui semble toujours complexe : failles associées à des phénomènes d'érosion perturbant généralement la continuité des niveaux ;
- récurrence de faciès tout au long des temps post-paléozoïques : corrélations hasardeuses sans l'aide de techniques de datation ;
- formations fréquemment masquées par des cailloutis récents.

Beaucoup de données concernant ces bassins restent à vérifier ou à préciser.

Matériaux recueillis sur le terrain qui restent inexploités.

Travaux proposés hors texte.

***Document n° 8 :Publication de CHEVALIER M. et BORNE V. (1989) –
Remise en question de l'attribution « sables rouges pliocènes » aux
formations détritiques du domaine du Lac de Grand-Lieu (Loire –
Atlantique). Géol. De la France n°1-2, p.277-284***

Pas d'information hydrogéologique.

Document n° 9 : Synthèse des études de recherches en eau souterraine dans la zone de Grand-Lieu, 1991

Chronologie des études

Suite aux recherches menées de 1987 à 1989, la campagne suivante s'est déroulée en plusieurs phases successives :

- Avril 1990 : Réalisation sur le lac de Grand-Lieu de 6 sondages accompagnés d'un essai de pompage sur l'un d'entre eux ;
- Mai 1990 : Campagne complémentaire de synthèse sur le lac, à partir de 6 profils géophysiques d'iso-résistivité ;
- Août-Septembre 1990 : Réalisation de deux forages de reconnaissance en diamètre 480 mm dans les marais de Saint-Mars-de-Coutais.

Résultats et travaux complémentaires

La réserve du bassin tertiaire de Grand-Lieu n'est pas susceptible de pourvoir à l'alimentation en eau potable en raison de la constitution physico-chimique des eaux.

Recherche systématique de bassin d'effondrement tertiaire en rive gauche :

- au niveau des Jarries à l'ouest de la Limouzinière : existence d'un bassin d'une dizaine de mètres de profondeur mais de faible étendue (3 à 5 km²).
- au sud de Geneston et à Montbert : la prospection a montré très localement des épaisseurs de sédiments tertiaires supérieures à 25 m mais de faibles débits (15 à 35 m³/h) avec des eaux dont les concentrations en nitrates sont importantes.

Reste à tester en quantité et en qualité, le bassin tertiaire dit du Maupas, au Sud-Ouest de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu. Il s'agit d'un bassin d'effondrement profond de 15 m à 20 m, de 6 km de long sur 0,3 km de large qui est comblé par des sédiments sablo-calcaireux et qui a donné des débits intéressants avec des eaux aux caractéristiques physico-chimiques proches des normes.

**Document n° 10 : Rapport BRGM R 33 874 – Recherche en sismique
réfraction de bassins tertiaires dans la région de Geneston (1991)**

Situation géographique de l'étude

Communes de Geneston, Montbert et La Planche - Bordure de l'Ognon

Méthode utilisée

15 profils sismique réfraction

Résultats

Distinction de 4 types de terrain en fonction de la vitesse sismique V :

- $330 < V < 1000$: Niveau superficiel d'épaisseur comprise entre 1.5 et 6.5 m (moyenne 2 m) relativement homogène attribuable aux limons de couverture
- $V = 1700$: Niveau intermédiaire d'épaisseur très variable (8 à 61 m) correspondant aux sables tertiaires
- $2300 < V < 3000$: Niveau attribué soit à des sables plus argileux et/ou plus compactés, soit à des horizons d'altération du substratum
- $3000 < V < 6800$: Substratum rapide (réfracteur principal) représentant les schistes peu ou pas altérés

**Document n° 11 : Rapport BRGM R 34 716 – Reconnaissance
hydrogéologique du bassin tertiaire de Geneston (1992)**

Suite de l'étude R 33874 (document 9)

Objectifs de l'étude

- Contrôler les données fournies par l'interprétation des données géophysiques
- Pompages d'essai pour une première caractérisation des potentialités de l'aquifère
- Connaissance des caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines

Contexte géologique

- Quaternaire : alluvions de haut en bas :
 - vases et argiles noires,
 - sables argileux et graviers de base
- Plio-Quaternaire : sables rouges plus ou moins argileux
- Miocène : faluns
- Bartonien (?) : sables blancs
- Lutétien supérieur : calcaires dolomitiques, calcaires gréseux, sables coquilliers
- Eocène inférieur : plusieurs faciès :
 - sables grossiers bruns et argiles noires
 - argiles sableuses noires ou argiles noires
 - sables grossiers

Les ensembles détritiques (galets, graviers, sables), chimiques (calcaires) ou organogènes (faluns) présentent des caractéristiques favorables à la présence d'eau souterraine.

Les ensembles argileux peuvent être, dans la mesure où ils sont en surface, des masques efficaces contre des pollutions diverses.

Contexte tectonique

Complexe

Chaque bassin tertiaire est compartimenté par des failles complexes, les rejeux variés amenant au même niveau altimétrique des formations d'âges différents.

Cette tectonique "continue" a également provoqué des lacunes de sédimentation et des périodes d'érosion intense. Les bassins tertiaires de la zone peuvent en conséquence présenter des extensions horizontales et verticales variables.

Caractéristiques des 6 sondages réalisés

N° sondage	Profondeur (en m)	Epaisseur tertiaire (en m)	Q pompage (m ³ /h)	T (m ² /s)	S
B1	54	8			
B2	38	8			
B12	22	2			
B13	21	15			
B14	27	21	15	3.10 ⁻³	1.10 ⁻²
B	31	14	23	1,1.10 ⁻³	1.10 ⁻²

Les investigations ont montré l'épaississement des terrains aquifères de Geneston (épaisseur supérieure à 29 m) en tenant compte des résultats obtenus lors de la foration du stade. Vers le sud (La Grange à l'Abbé), ces terrains présentent des épaisseurs moindres (inférieures à 10 m). Au nord, les argiles d'altération sont sub-affleurantes (tertiaire épais de 2 m au niveau de B12).

Caractéristiques physico-chimiques

- Teneurs en nitrates supérieures aux normes de potabilité (102 mg/l en B14 et 148 mg/l en B)
- Turbidité, teneurs en aluminium, manganèse et agressivité non conformes aux normes de potabilité
- pH non conforme pour B14 (5,63)

Conclusion

Bassin de Géneston = entité peu étendue (4 km² environ) dans laquelle les sables tertiaires peuvent atteindre des épaisseurs supérieures à 30 m (plus fortes épaisseurs au niveau du stade)

Bassin de Géneston = aquifère d'un intérêt local aux caractéristiques hydrodynamiques moyennes et aux caractéristiques physico-chimiques hors normes pour plusieurs éléments

Les concentrations élevées en nitrates dans les aquifères sableux peu ou pas protégés sont liées aux cultures intensives (maraîchage).

Document n° 12 : Rapport BRGM RP-38 737 – Recherche de granulats à terre en région Pays de la Loire – Sélection de bassins tertiaires (1995)

Méthode

Compilation des :

- cartes et notices géologiques à 1/50 000 et/ou 1/80 000
- données de la taxe parafiscale sur les granulats
- données d'inventaires et rapports techniques
- données de thèses et autres diplômes universitaires
- données hydrogéologiques départementales
- données des schémas départementaux des carrières

Sélection de secteurs où la présence en quantité suffisante de sables et graviers est probable

Sites de classe 1 : Les plus prometteurs. Présentent une grande extension géographique et apparaissent très généralement associés à des grabens générés par des failles.

Sites de classe 2 : très prometteurs aussi mais d'extensions plus limitées que les sites de classe 1.

Sites de classe 3 : potentialités intéressantes mais extension limitée (correspondent à des placages ou à des poches)

Sites de classe 4 : extension trop réduite. Absence de réserves.

Bassin de Grand-Lieu / La Planche = site de classe 1

⇒ bassin comblé par une série tertiaire comportant principalement des sables roux, à grains fins ou grossiers, avec interstratifications de minces niveaux à galets de quartz et de lits argileux

⇒ sables essentiellement quartzeux, mais contenant du feldspath altéré, localement des grains de glauconie, et une fraction argileuse

⇒ âge Pliocène de la série remis en cause : il apparaît qu'au moins une partie de la série est d'âge Eocène (Yprésien) (Chevalier, 1987 ; Chevalier et Borne, 1989 ; Godart et al., 1994).

Cette série a aussi été étudiée dans le cadre d'une recherche de granulats (Clément et al., 1978), étude ayant permis de cibler plusieurs zones favorables tant par la quantité que par la qualité des matériaux disponibles :

- en bordure **ouest du lac**, au sud de Saint-Mars-de-Coutais où des sables quartzeux plus ou moins argileux, à grains moyens grossiers, ont été recoupés sur 5 à 10 m (substratum non atteint) ; ces sables couvrent une surface de 4 km² environ.
- à **l'est du lac**, au nord de St Philbert de Grand Lieu, entre le Moulin de la Chaussée , la Thibaudière, le Moulin du Champ, la Brosse Tenaud et la Métairie du Moulin, où des sables quartzeux à grains fins/moyens on été recoupés sur 5 m (substratum non atteint) ; ces sables couvrent une surface de 15 km² environ.
- **au sud et à l'ouest de Geneston**, où des graves argileux beiges, à quartz, ont été recoupés sur 6 m (substratum non atteint) ; ces sables couvrent une surface de 6 km² environ.
- le long de la **vallée de l'Ognon** où les sables ont été recoupés sur 12 m au nord de Montbert (lieu-dit "les chaises") et sur 7 m près de La Planche.

**Document n° 13 : Rapport BRGM R 40339 – Suivi du comportement
hydraulique des aquifères en Pays de la Loire Phase 1
(note technique, 1998)**

Etude de la faisabilité, sur la région des Pays de la Loire, d'une cartographie d'un "Indice d'Hydraulicité".

Indice calculé à partir des écarts entre un niveau piézométrique de référence et un niveau mesuré, qui pour chaque piézomètre retenu, permet d'apprécier l'état des ressources en eau souterraine.

Indice utilisé pour apporter une aide aux services de l'Etat chargés de définir les mesures à prendre en période de sécheresse.

Sur la région, 16 piézomètres susceptibles de pouvoir entrer dans le réseau nécessaire pour l'établissement de cartes mensuelles d'état des ressources ont été sélectionnés.

Critères de sélection :

- Implantation en nappe libre (impact de la climatologie plus notable)
- Absence d'influence (pompages notamment)
- Chronique représentative, qui inclut des cycles annuels et pluriannuels (années sèches et années humides), permettant d'établir une courbe de référence. Durée suffisante (minimum de 5 ans) et rythme régulier (minimum hebdomadaire)
- Mesures poursuivies sur le même rythme et si possible télétransmises (disponibilité des données)

Piezomètres de Machecoul (05078X0040) et de Saint Philbert de Grand-Lieu (05086X0065) retenus

Calcul des courbes de référence. Présentation de la méthodologie retenue.

Document n° 14 : R 40 342 – Suivi du comportement hydraulique des aquifères en Pays de la Loire Phase 2 (note technique, 1998)

Mise en place de l'outil régional destiné à faciliter la prise de mesures restrictives à l'égard de l'utilisation de la ressource en eau souterraine pour les périodes estivales.

Du début avril de chaque année à la fin de l'étiage, l'outil permettra la production de cartes mensuelles de l'état des nappes ainsi que l'élaboration d'une synthèse annuelle.

Chaque année, la base de données sera constituée à l'aide d'un tableur associé à un SIG qui permettra de cartographier l'indicateur régional sur des fonds topographique et hydrogéologique de référence.

Les chroniques piézométriques étant, dans l'ensemble, relativement courtes, il y aura intérêt à affiner progressivement les courbes de référence en intégrant les mesures récemment enregistrées.

Fiche de calcul présentée pour chaque piézomètre.

Carte d'indice d'hydraulicité au 01/05/1998 présentée.

Données issues de la BSS

05086X0067/EL10/R - Etude morpho-structurale du couloir du Maupas-Les Etangs, Calligée, 1991

Localisation : Commune de La Limouzinière, Lieu-dit Les Etangs.

La profondeur maximale atteinte est de 10 m. Le substratum rencontré est parfois très altéré ou au contraire très ferme dès sa surface. Il s'agit de micaschistes, d'amphibolites ou encore de gneiss.

Le remplissage sédimentaire est aussi fortement hétérogène mais avec une dominante sableuse voire argileuse. Dans les forages situés au centre du bassin, les sables sont bien représentés. Dans les autres sondages, les argiles et les sables sont mélangés.

Nécessité de bien maîtriser la configuration du couloir « Le Maupas - Les Etangs » situé au Sud de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu.

Il a été réalisé une première campagne de géophysique qui a clairement démontré l'hétérogénéité de ce bassin d'effondrement.

Il est apparu une forte dissymétrie, particulièrement aux extrémités de ce couloir.

Une première campagne de sondages mécaniques a été réalisée.

11 forages ont ensuite été réalisés avec prélèvements d'échantillons tous les mètres. Tous les sondages ont été équipés en piézomètres.

5081X0062

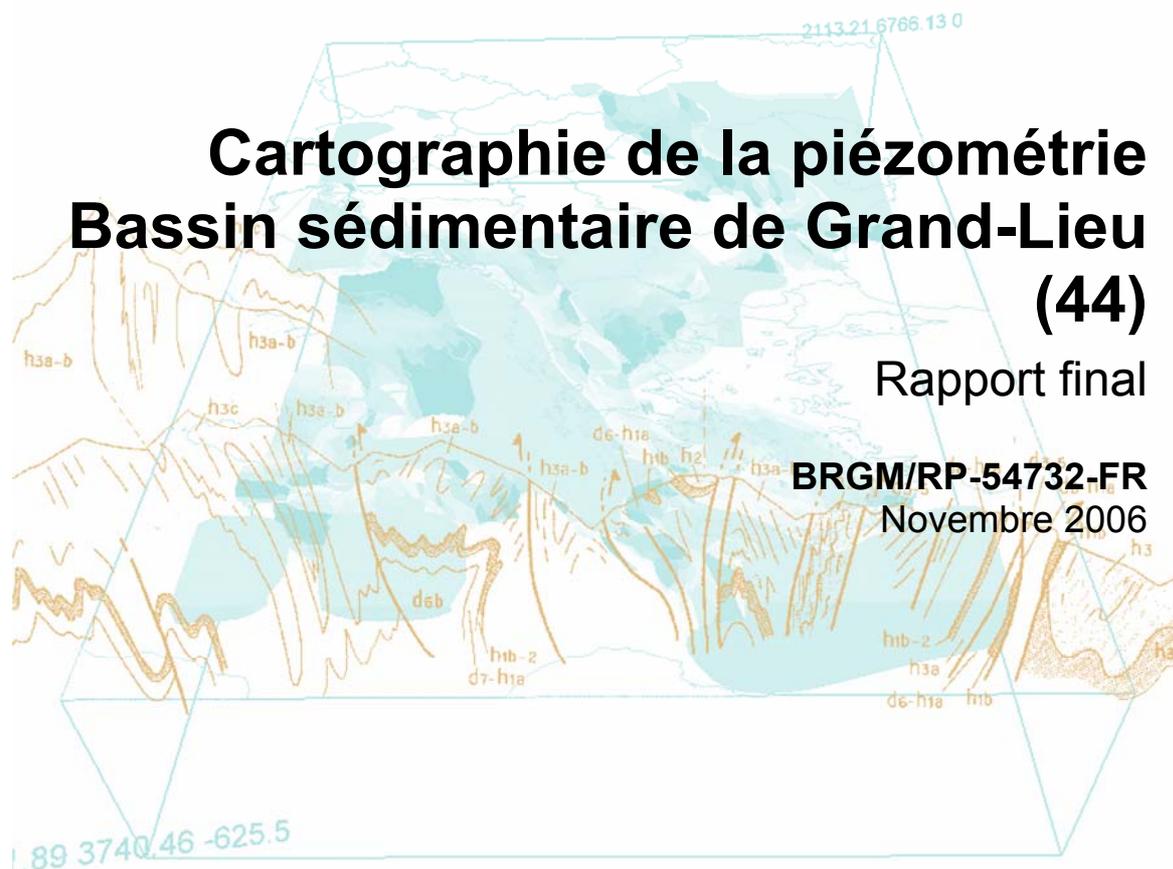
Travaux réalisés en 1989 par SEERS.

Profondeurs des ouvrages : 37 m (n°4), 65 m (n°8), 31 m (n°9), 22 m (n°2).

Système de petits bassins d'effondrement comparable à celui qui a été décrit au Maupas près de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu.

Annexe 2

Cartographie de la piézométrie Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44) Rapport BRGM/RP-54732-FR de novembre 2006



Cartographie de la piézométrie Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44)

Rapport final

BRGM/RP-54732-FR
Novembre 2006

Cartographie de la piézométrie Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44)

Rapport final

BRGM/RP-54732-FR
Novembre 2006

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2005 EAUB46

E. Rouxel
Avec la collaboration de
V. Baudouin ; M. Loislard

Vérificateur :

Nom : P. CONIL
Date : novembre 2006

Approbateur :

Nom : P. CONIL
Date : novembre 2006

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Loire-Atlantique, Grand-Lieu, Hydrogéologie, Piézométrie, Bassin d’effondrement, Tertiaire

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

ROUXEL E. avec la collaboration de BAUDOUIN V., LOISLARD M. (2006) – Cartographie de la piézométrie, Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44) – Rapport final - Rapport BRGM/RP-54732-FR, 59 p, 14 illustrations et 5 annexes.

© BRGM, 2006, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l’autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Dans le cadre d'une réflexion engagée sur la gestion volumique des eaux souterraines dans le bassin de Grand-Lieu, le Brgm a été sollicité en 2004 par la Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts (DDAF) de Loire-Atlantique et la DIREN Pays de la Loire dans le cadre de la fiche de Service Publique «Appui aux services Chargés de la Police des eaux souterraines» pour réaliser une synthèse des connaissances.

A l'issue de ce travail, il est notamment apparu que la réalisation de campagnes piézométriques menées en basses et hautes eaux serait nécessaire pour établir les sens d'écoulement des eaux souterraines et permettre de mieux caractériser les relations entre les eaux souterraines et les eaux superficielles (rivières, lac de Grand Lieu).

Ainsi, cette étude a pour objectif de dresser la carte piézométrique de la nappe présente dans les formations sédimentaires du bassin de Grand-Lieu en période de basses eaux en 2005 puis de hautes eaux en 2006. Ces travaux sont cofinancés par la DIREN Pays de la Loire et le Brgm.

La première campagne piézométrique a été menée du 19 au 23 septembre 2005 (période de basses eaux). Une autre campagne de mesures piézométriques a été effectuée au mois de mars 2006 (période de hautes eaux). Le secteur étudié représente 980 km² au total et englobe toute la partie aval du bassin versant d'alimentation du lac de Grand-Lieu.

Pour préparer ces campagnes, plus de 700 points de mesure potentiels ont été identifiés à partir de la banque de données du sous-sol et également à partir des déclarations préalables de travaux souterrains (285 points). Un communiqué de presse a également été diffusé dans la presse locale pour faciliter l'accès aux ouvrages de particuliers.

Lors des campagnes de terrain, ce sont 110 mesures qui ont été réalisées en basses eaux (septembre 2005) et 141 en période de hautes eaux (mars 2006). La principale difficulté rencontrée a été celle de l'accès, car la plupart des ouvrages référencés dans ce secteur sont privés et non accessibles en journée (propriétés fermées en l'absence du propriétaire).

Les données ainsi collectées sont réparties de façon homogène sur tout le secteur de l'étude. Elles ont permis de dresser les cartes piézométriques de basses eaux 2005 et de hautes eaux 2006. Une carte du battement de la surface piézométrique entre ces deux périodes a également été réalisée.

Ces cartes mettent bien en évidence la différence d'écoulement des eaux souterraines dans les altérites en domaine de socle et dans les formations sableuses du Pliocène.

En domaine de socle, les isopièzes indiquent une surface piézométrique de la nappe des altérites très peu profonde (voire même affleurante en période de hautes eaux). La différence de niveau statique observée entre les basses eaux et les hautes eaux est faible. Ces éléments traduisent la faible transmissivité de ces formations dont la composante argileuse est souvent importante.

Dans la dépression du Lac de Grand-Lieu, les formations tertiaires (sables pliocènes) et les alluvions constituent un ensemble aquifère dans lequel les eaux s'écoulent en direction du lac. A cette échelle de travail, les morphologies de la surface piézométrique en hautes et basses eaux sont similaires. Les directions d'écoulement mises en évidence restent analogues tout au long de l'année.

Ainsi ces cartes permettent de comprendre le comportement général des eaux souterraines sur l'ensemble du bassin, mais certaines incertitudes quant à l'écoulement des eaux souterraines en bordure du Lac persistent. Après cette première approche, une campagne piézométrique plus dense sur ce secteur pourra permettre de préciser la connaissance.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Zone d'étude	9
2.1. LOCALISATION.....	9
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	10
2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	10
2.3.1. Les formations de socle.....	10
2.3.2. Les formations sédimentaires tertiaires	11
2.3.3. Les formations alluviales	11
3. Campagnes de mesures piézométriques - septembre 2005 et mars 2006	13
3.1. OBJECTIF	13
3.2. DEROULEMENT DES TRAVAUX.....	15
3.2.1. Choix des périodes de mesures	15
3.2.2. Sélection des ouvrages	17
3.2.3. Documents de terrains et matériel.....	17
3.2.4. Campagne de septembre 2005 – Basses eaux	18
3.2.5. Campagne de mars 2006 – Hautes eaux.....	18
4. Synthèse et exploitation des données	21
4.1. ETABLISSEMENT DES CARTES PIEZOMETRIQUES.....	21
4.1.1. Méthode de travail	21
4.1.2. Présentation des cartes	22
4.2. SITUATION DES NAPPES EN 2005-2006 DANS LE SECTEUR D'ETUDE	22
4.3. COMMENTAIRE DES CARTES PIEZOMETRIQUES ETABLIES.....	25
4.3.1. Ecoulement des eaux souterraines en domaine de socle	25
4.3.2. Ecoulement des eaux souterraines en «domaine sédimentaire»	26
5. Conclusion	33

Liste des illustrations

Illustration 1- Situation de la zone d'étude.....	9
Illustration 2 – Géologie du secteur d'étude (d'après la carte au 1/250 000 des Pays de la Loire).....	12
Illustration 3 - Ouvrages sélectionnés pour la campagne de mesures piézométriques de septembre 2005.....	14
Illustration 4 - Réseau piézométrique de Loire-Atlantique (Conseil Général 44).....	16
Illustration 5 – Enveloppe mini-maxi et moyenne des données observées par le CG 44 entre 1995 et 2005 ; Piézomètre du Maupas « La Revellerie » (05086X0065/EL33).....	16
Illustration 6 - Campagnes de mesures piézométriques Brgm, situation des ouvrages mesurés.....	19
Illustration 7 - Le Maupas "La Revellerie" (05086X0065/EL33), Chronique piézométrique du 08/11/1995 au 30/05/2006.....	24
Illustration 8 - Piézomètre du Maupas "La Revellerie" (05086X0065/EL33) ; Année 2005-2006 superposée à l'enveloppe mini-maxi et la moyenne des données observées entre 1995 et 2005.....	24
Illustration 9 - Modèle conceptuel stratiforme de la structure et des propriétés hydrogéologiques des aquifères de socle (R. Wyns, 1999).....	26
Illustration 10 – Bassin de Grand-Lieu, situation du profil.....	28
Illustration 11 – Bassin de Grand-Lieu - Profil de la surface piézométrique en hautes eaux et basses eaux - Différence d'altitude les hautes et basses eaux.....	28
Illustration 12 - Débit journalier de l'Ognon aux Sorinières du 01/01/2004 au 02/11/2006.....	29
Illustration 13 – Bassin de l'Ognon, situation du profil.....	30
Illustration 14 – Bassin de l'Ognon - Profil de la surface piézométrique en hautes eaux et basses eaux - Différence d'altitude les hautes et basses eaux.....	30

Liste des annexes

Annexe 1 Communiqué de presse et liste des correspondants de presse.....	35
Annexe 2 Résultats des campagnes de mesures piézométriques de septembre 2005 et mars 2006.....	39
Annexe 3 Carte piézométrique basses eaux (Septembre 2005).....	43
Annexe 4 Carte piézométrique hautes eaux (Mars 2006).....	49
Annexe 5 Carte du battement de la surface piézométrique (<i>Différence d'altitude entre la surface piézométrique de mars 2006 et celle de septembre 2005</i>).....	55

1. Introduction

Dans le cadre d'une réflexion engagée sur la gestion volumique des eaux souterraines dans le bassin de Grand-Lieu, le Brgm a été sollicité en 2004 par la Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts (DDAF) de Loire-Atlantique et la DIREN Pays de la Loire dans le cadre de la fiche de Service Public «Appui aux services Chargés de la Police des eaux souterraines» pour réaliser une première étude.

Finalisée en mars 2005 (BRGM/RP-53680-FR), cette étude comporte :

- un bilan des connaissances existantes sur le bassin de Grand-Lieu,
- une évaluation de l'impact des prélèvements agricoles effectués lors de la période estivale,
- une liste d'actions complémentaires à mener pour affiner les connaissances sur ce secteur.

A l'issue de ce travail, il est notamment apparu que la réalisation de campagnes piézométriques menées en basses et hautes eaux serait nécessaire pour établir les sens d'écoulement des eaux souterraines et permettre de mieux caractériser les relations entre les eaux souterraines et les eaux superficielles (rivières, lac de Grand Lieu).

Ainsi, la présente étude a pour objectif de dresser la carte piézométrique de la nappe présente dans les formations sédimentaires du bassin de Grand-Lieu en période de basses eaux en 2005 puis de hautes eaux en 2006. Ces travaux sont cofinancés par la DIREN Pays de la Loire et le Brgm.

2. Zone d'étude

2.1. LOCALISATION

Le lac de Grand-Lieu est situé au Sud de l'agglomération nantaise. Le bassin versant d'alimentation du Lac couvre un secteur de 840 km².

Le secteur couvert par les campagnes de mesures piézométriques représente 980 km² au total et englobe toute la partie aval du bassin versant d'alimentation du lac de Grand-Lieu. 34 communes ont été retenues pour définir le périmètre de cette étude.

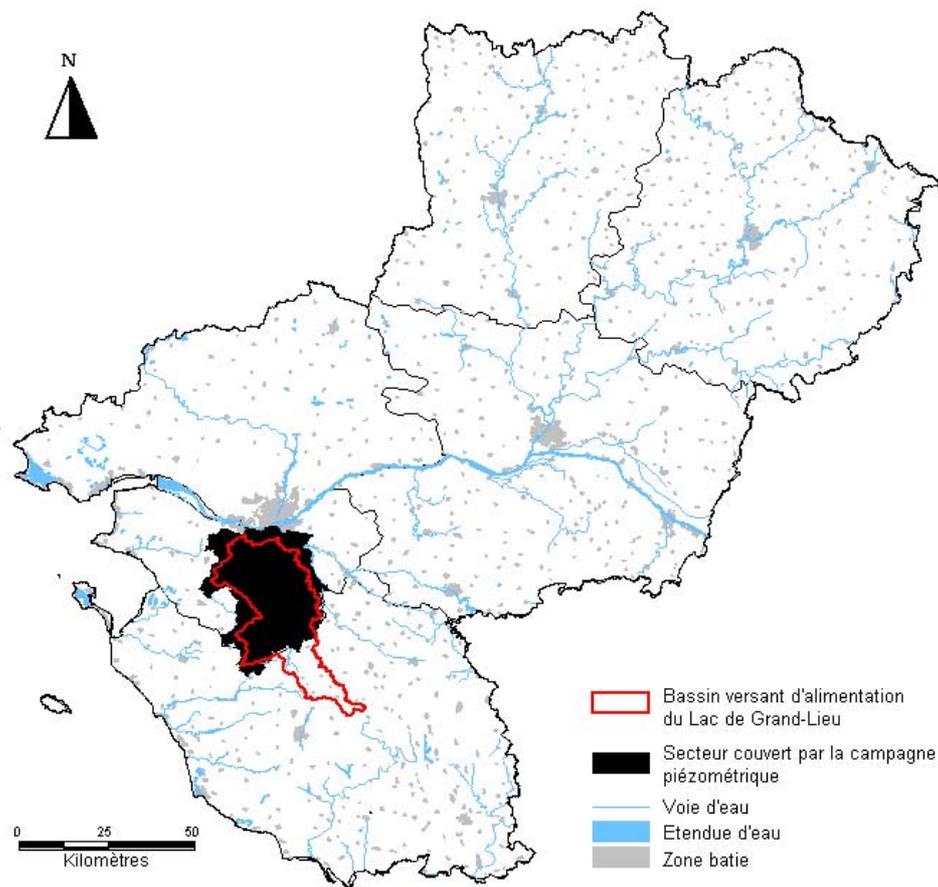


Illustration 1- Situation de la zone d'étude

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le substratum de la dépression de Grand-Lieu est constitué par un socle cristallin dans lequel on peut distinguer plusieurs unités :

- au Nord-Ouest et au Nord-Est, les formations paléozoïques du synclinorium de Chantonnay et le complexe cristallophyllien des Essarts ;
- au Sud-Ouest, le granite de Legé et de la Roche-sur-Yon ;
- à l'Ouest, les micaschistes briovériens du synclinorium de la Roche-sur-Yon.

Cette dépression est comblée par des formations sédimentaires d'âge Tertiaire (Cénozoïque) restées piégées.

Le socle et les formations sédimentaires sont affectés par plusieurs accidents orientés NW-SE qui limitent des blocs disjoints, alternativement affaissés ou soulevés. Au sein même des bassins sédimentaires, de nombreuses failles ont joué indépendamment les unes des autres temporellement et spatialement. Les formations sédimentaires d'une même période géologique peuvent donc s'y présenter sous des formes très variées (depuis le simple placage jusqu'à des épaisseurs conséquentes) et des formations différentes peuvent avoir été amenées au même niveau altimétrique (disposition complexe dite en marqueterie).

2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Ici, trois grands types de formations aquifères sont à distinguer :

- les formations de socle,
- les formations sédimentaires tertiaires,
- les formations alluviales.

2.3.1. Les formations de socle

Dans les formations de socle, les roches mères sont à l'origine massives et souvent peu perméables. Postérieurement à leur formation, ces massifs ont cependant subi différents types de modifications physiques (fracturation d'origine tectonique, altération météorique).

Leur productivité est ainsi liée à la conjonction de deux paramètres :

- la présence de couverture meuble (horizon superficiel altéré, issu de l'altération météorique de la roche mère) faisant office de réservoir capacitif,

- un réseau de fissures suffisamment ouvertes et connectées permettant ainsi la collecte et la distribution des eaux issues de l'horizon d'altération sus-jacent.

Ce modèle hydrogéologique explique l'hétérogénéité spatiale des productivités des forages implantés en zone de socle.

2.3.2. Les formations sédimentaires tertiaires

Lac de Grand-Lieu et ses pourtours

Cette vaste zone effondrée se présentant sous la forme d'un losange de 9 km sur 7 km constitue une ressource hydrogéologique intéressante sur le plan quantitatif.

Les caractéristiques hydrodynamiques sont toutefois fortement variables. Elles sont conditionnées par l'épaisseur des formations et la présence potentielle de niveaux argileux.

Autres dépressions

Les dépressions situées le long de la vallée de l'Ognon et particulièrement celle localisée au nord de Montbert, les secteurs situés au sud et à l'ouest de Geneston ainsi que le secteur du Maupas au sud de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu correspondent à d'autres zones où les sables tertiaires présentent une épaisseur conséquente.

Les caractéristiques hydrodynamiques de ces formations sont régies par les mêmes aléas qu'au niveau du Lac de Grand-Lieu et de ses pourtours.

2.3.3. Les formations alluviales

La distinction entre les sables et les cailloutis pliocènes en place, les colluvions de fond de versants, les alluvions périglaciaires et les alluvions fluviales est le plus souvent très délicate à faire.

Ainsi, en hydrogéologie, ces formations sont le plus souvent prises en compte avec les formations tertiaires dans un même ensemble. C'est plus particulièrement cette unité hydrogéologique que concerne la présente cartographie piézométrique.

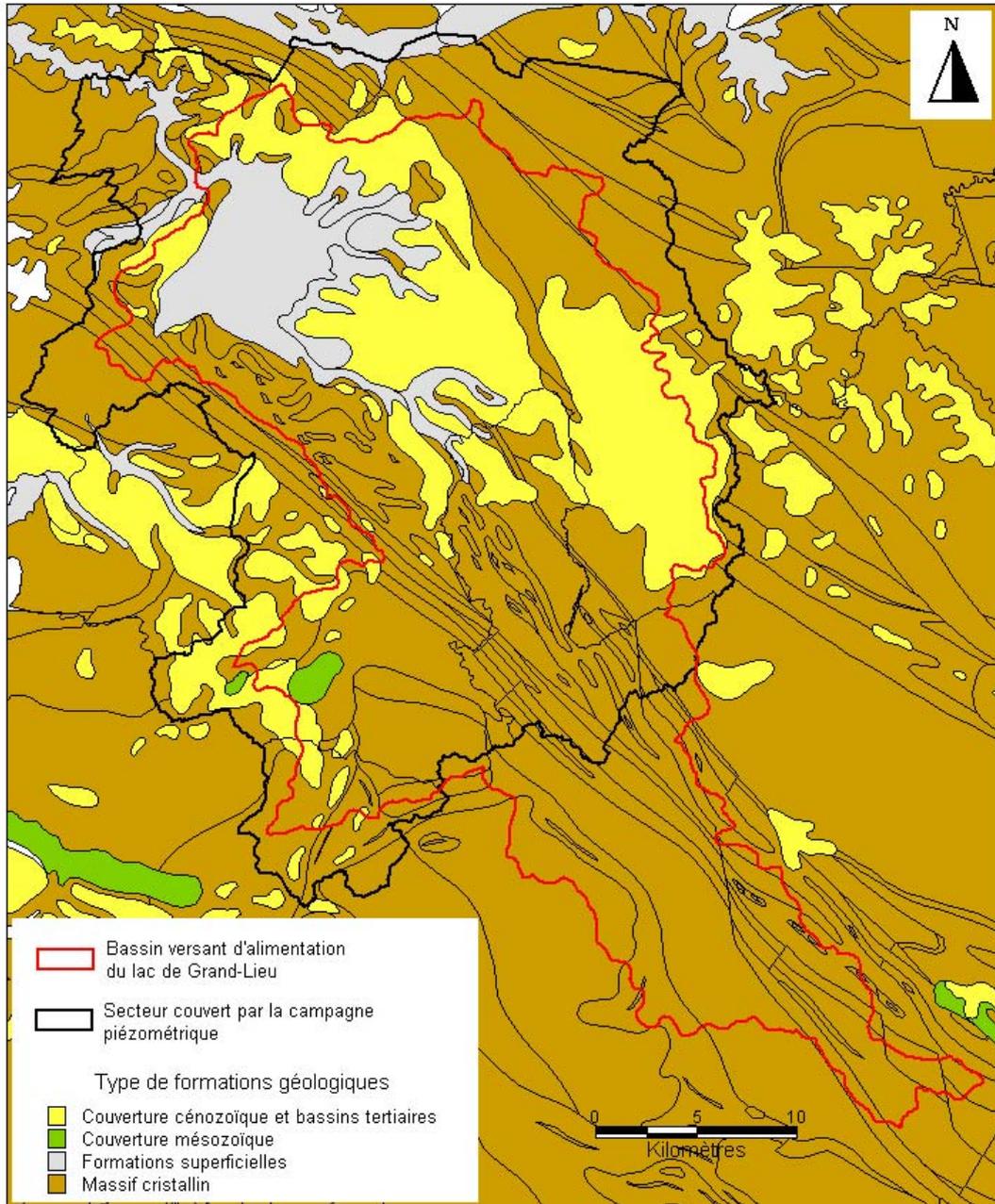


Illustration 2 – Géologie du secteur d'étude (d'après la carte au 1/250 000 des Pays de la Loire)

3. Campagnes de mesures piézométriques - septembre 2005 et mars 2006

3.1. OBJECTIF

Rappel des paragraphes 3.1. et 3.2. du cahier des charges :

Programme de l'étude

L'étude comportera les tâches suivantes :

- Préparation des campagnes de mesures (points identifiés en BSS, ...), localisation sur le terrain des ouvrages (puits, forages) et identification de nouveaux points permettant de mesurer le niveau des eaux souterraines. Compte tenu de la superficie du bassin, l'objectif est d'atteindre une centaine de points de mesure.
- Deux campagnes de mesures, une en période de basses eaux et l'autre en hautes eaux.
- Report des informations sur SIG. Dans le cadre de l'étude, la couche d'information utilisée comme référence pour la topographie sera le MNT de l'IGN, au pas de 50m.
- Modélisation de la surface des nappes d'eau souterraine en intégrant les mesures effectuées, la topographie et la géologie, puis interprétation.
- Rédaction d'un rapport présentant la méthodologie, les résultats et en particulier deux cartes de la profondeur des eaux souterraines sur le territoire de l'étude.

Chronogramme

Réalisation de la campagne de mesure en basses eaux en fin d'été 2005.

Compte tenu de la nécessité de réaliser une campagne de mesure en période de hautes eaux (février – mars), l'étude pourrait s'achever en mai 2006.

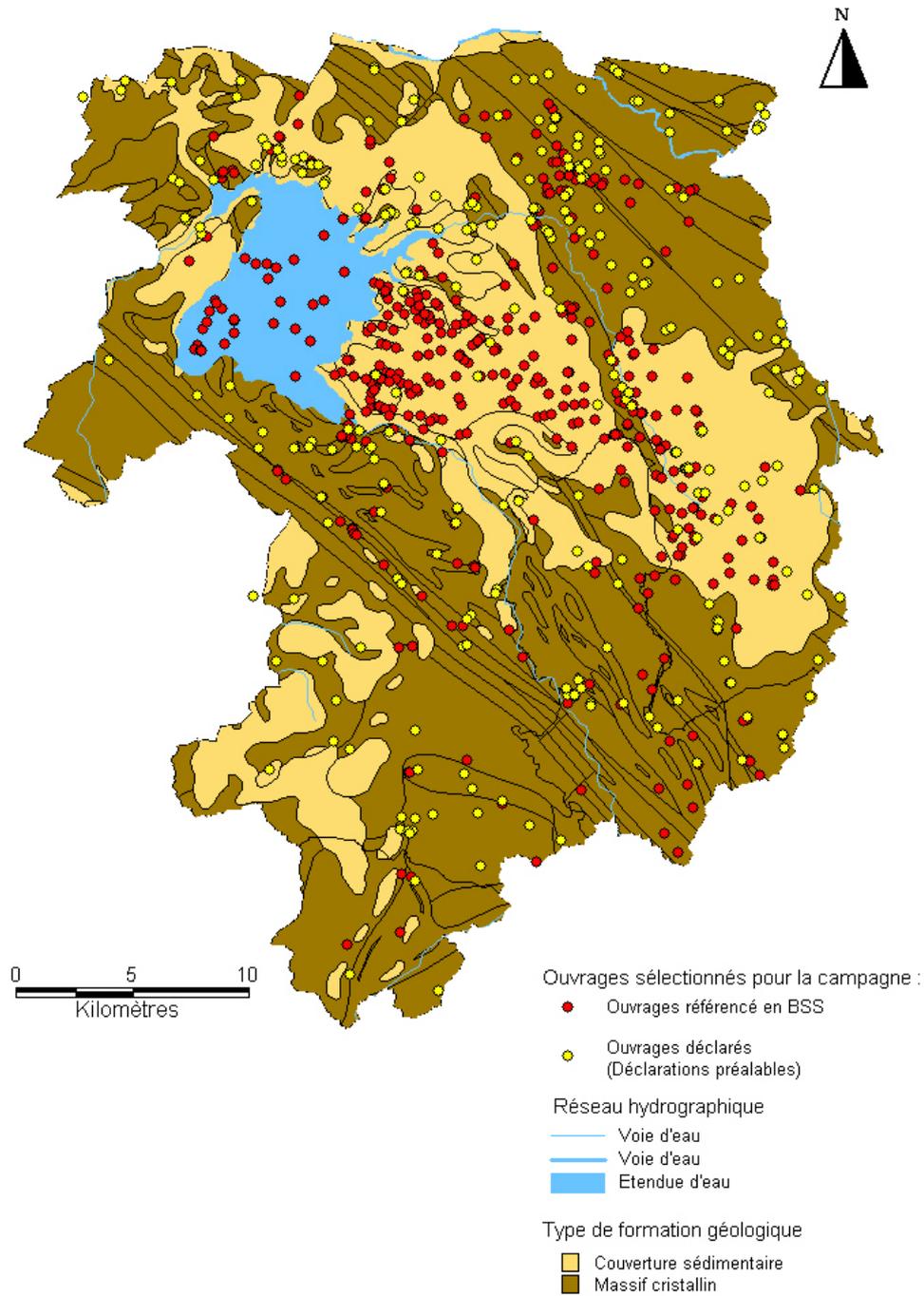


Illustration 3 - Ouvrages sélectionnés pour la campagne de mesures piézométriques de septembre 2005

3.2. DEROULEMENT DES TRAVAUX

3.2.1. Choix des périodes de mesures

En Loire-Atlantique, le Conseil Général gère un réseau de 22 piézomètres dont la répartition géographique est présentée en illustration 4.

Le choix des périodes de mesures s'est basé sur les chroniques de suivi piézométriques disponibles sur les ouvrages situés à proximité et dans des formations similaires.

L'ouvrage jugé le plus représentatif de la zone d'étude est le piézomètre du Maupas «La Revellerie» (05086X0065/EL33). Ce piézomètre est situé sur la commune de Saint Philbert de Grand-Lieu et suit des formations aquifères tertiaires semblables à celles qui comblent la dépression du lac de Grand-Lieu.

L'illustration 5 présente une analyse simple des variations piézométriques mesurées sur l'ouvrage du Maupas de 1994 (année de la mise en service) à 2005. Les données sont présentées sur un cycle hydrologique annuel (début juin à fin mai de l'année suivante).

Dans ce graphique, la courbe «moyenne» met en évidence les périodes de l'année correspondant aux basses eaux (septembre) et de hautes eaux (février-mars). La surface enveloppe traduit les situations exceptionnelles.

Ainsi, pour rendre compte d'une situation de basses eaux, la campagne de mesures a été réalisée en septembre 2005. Pour les hautes eaux, la campagne s'est déroulée en mars 2006.

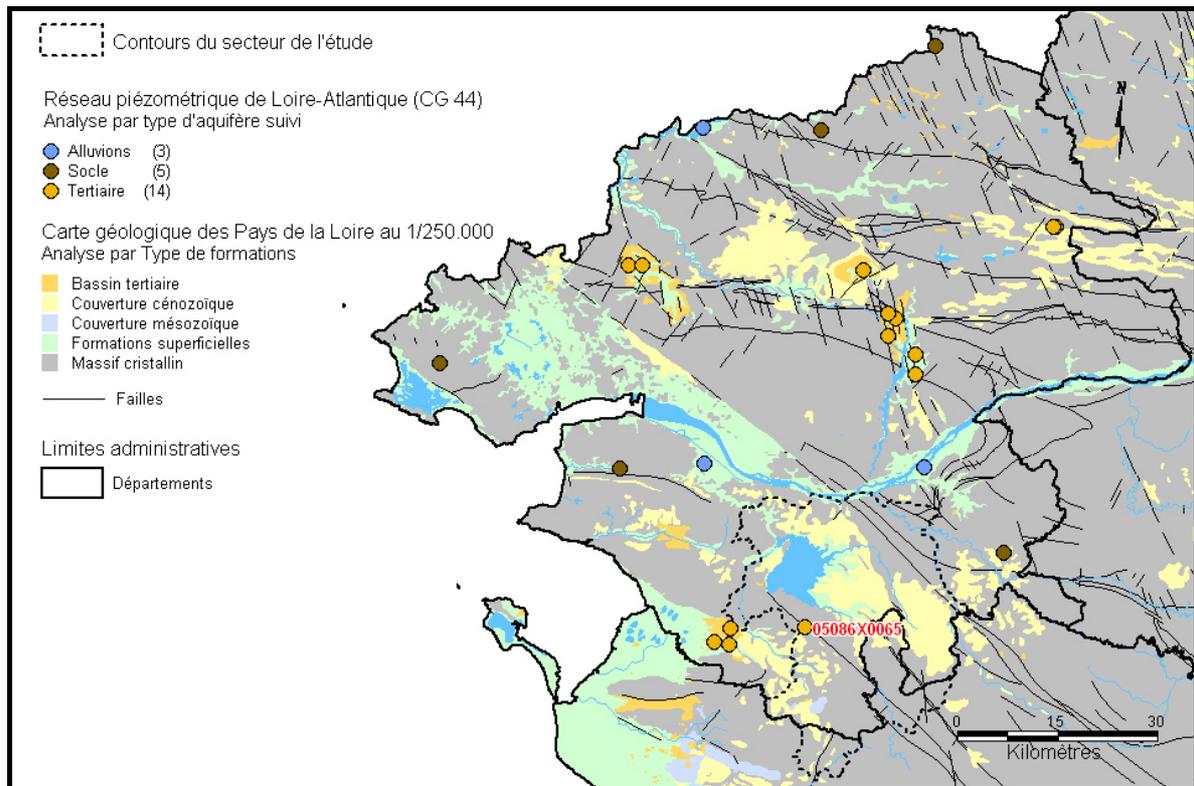


Illustration 4 - Réseau piézométrique de Loire-Atlantique (Conseil Général 44)

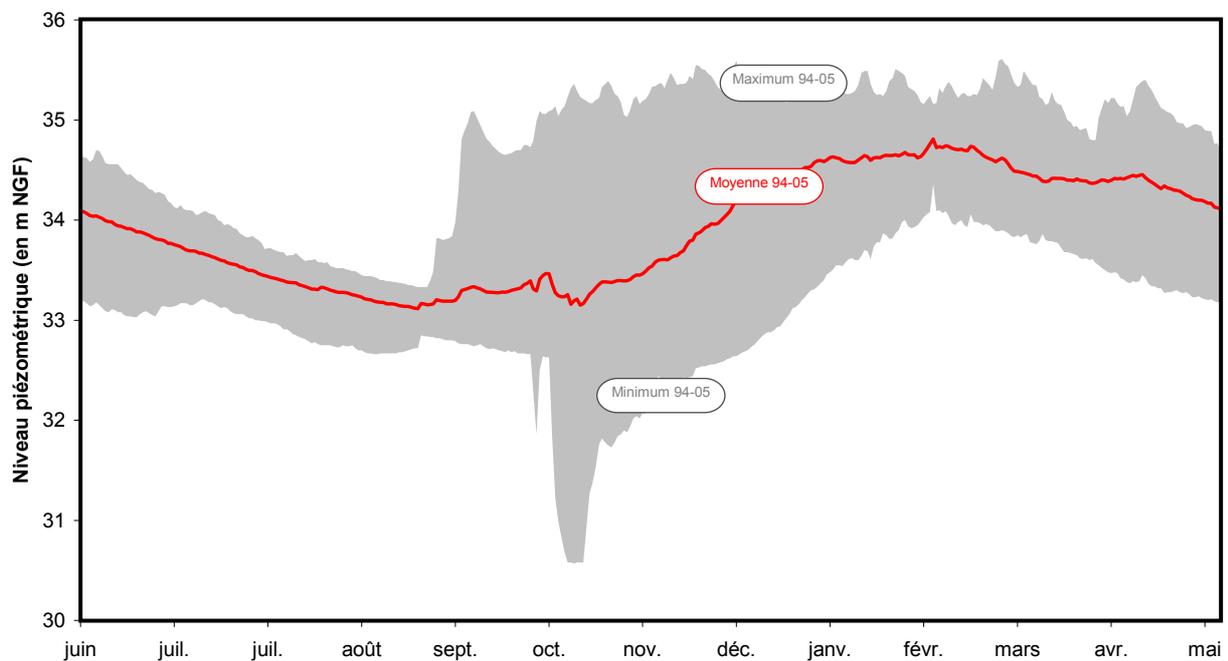


Illustration 5 – Enveloppe mini-maxi et moyenne des données observées par le CG 44 entre 1995 et 2005 ; Piézomètre du Maupas « La Revellerie » (05086X0065/EL33)

3.2.2. Sélection des ouvrages

En application du Code Minier (articles 131 et 132, titre VIII du Livre I), le Brgm est chargé de collecter l'ensemble des informations relatives à la réalisation d'ouvrages souterrains dépassant 10 mètres de profondeur. Ces points sont numérotés et stockés dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS).

En préparation de la campagne, une sélection d'ouvrages a été réalisée dans la Banque de données du Sous-Sol sur le secteur d'étude. Ont été retenus tous les ouvrages référencés pouvant *a priori* faire l'objet d'une mesure piézométrique sans exclure les ouvrages exploités. Sur le secteur couvert par la campagne, ce sont 466 points d'eau qui ont été extraits de la BSS.

En complément, les déclarations préalables de travaux souterrains reçues au Brgm pour des points d'eau sur les communes concernées ont également été localisées pour être prises en compte lors de la campagne. Ceci concerne 285 ouvrages dont certains étaient déjà référencés en BSS.

Tous ces ouvrages sont représentés en Illustration 3. Parmi les points d'eau sélectionnés, plus de 50 % concernent les formations sédimentaires (superficie de 390 km², soit 40 % de la surface de l'étude).

3.2.3. Documents de terrains et matériel

Pour réaliser la campagne de mesures piézométriques, les techniciens disposaient de documents pour faciliter la recherche des points de mesure :

- localisation des ouvrages sélectionnés sur un fond IGN au 1/25.000,
- listing des points d'eau sélectionnés avec leurs caractéristiques techniques (date de réalisation, profondeur, propriétaire, utilisation).

Pour faciliter l'accès aux points d'eau appartenant à des propriétaires privés, un communiqué de presse a été diffusé par la DDAF de Loire-Atlantique à plusieurs correspondants (presse locale principalement). Ce document était également inclus au nécessaire des agents.

A l'aide de ces éléments, le Brgm a sillonné le secteur d'étude afin de réaliser des mesures de niveau de la nappe phréatique à l'aide d'une sonde piézométrique. Cette sonde, reliée à un câble conducteur gradué, est équipée d'un capteur qui permet à l'enrouleur de produire un son ou d'émettre une lumière dès qu'elle touche l'eau.

Les mesures ont été réalisées dans des ouvrages appartenant principalement à des particuliers. Ces ouvrages étaient principalement des puits c'est-à-dire une excavation cylindrique de gros diamètre destinée à exploiter la première nappe d'eau souterraine. Ces puits ont une profondeur maximale de 8 à 10 m et sont parfois exploités (usage domestique, maraîchage). Quelques forages (excavation de petit diamètre, plus

profonds que les puits et équipés de pompe, parfois recouverts d'un couvercle vert vissé) ont également fait l'objet de mesure.

3.2.4. Campagne de septembre 2005 – Basses eaux

Les mesures de niveau nécessaires pour l'établissement de la carte piézométrique en période de basses eaux ont été effectuées du 19 au 23 septembre 2005.

110 mesures ont été réalisées au total, dont 41 sur des ouvrages déjà référencés en banque de données du sous-sol (soit 37 % des mesures) et 69 sur des points d'eau trouvés à l'occasion de cette campagne (soit 63 % des mesures). Les résultats bruts de cette campagne de mesures piézométriques sont présentés en Annexe 2.

Lors de cette campagne, les principaux problèmes rencontrés sont les suivants :

- difficulté d'accès aux ouvrages de particuliers qui constituent pourtant l'essentiel des ouvrages sélectionnés dans le périmètre de l'étude. Cette difficulté est majoritairement liée à l'absence des propriétaires en journée. Ainsi, beaucoup d'ouvrages ont été trouvés sans pouvoir faire l'objet d'une mesure (cas pour environ 75 % des points d'eau visités),
- qualité des ouvrages : ouvrages parfois mal réalisés.

3.2.5. Campagne de mars 2006 – Hautes eaux

Les mesures de niveau nécessaires pour l'établissement de la carte piézométrique en période de hautes eaux ont été effectuées du 27 au 31 mars 2006.

Lors de cette campagne de mesures, 141 mesures ont été réalisées au total.

Lorsque c'était possible, les ouvrages ayant déjà fait l'objet d'une mesure en septembre 2005 ont à nouveau été mesurés. Ainsi, les 110 ouvrages déjà mesurés ont été visités et 52 ont pu faire l'objet d'une nouvelle mesure. Les 58 autres ouvrages n'étaient pas mesurables pour des questions d'accessibilité (absence des propriétaires).

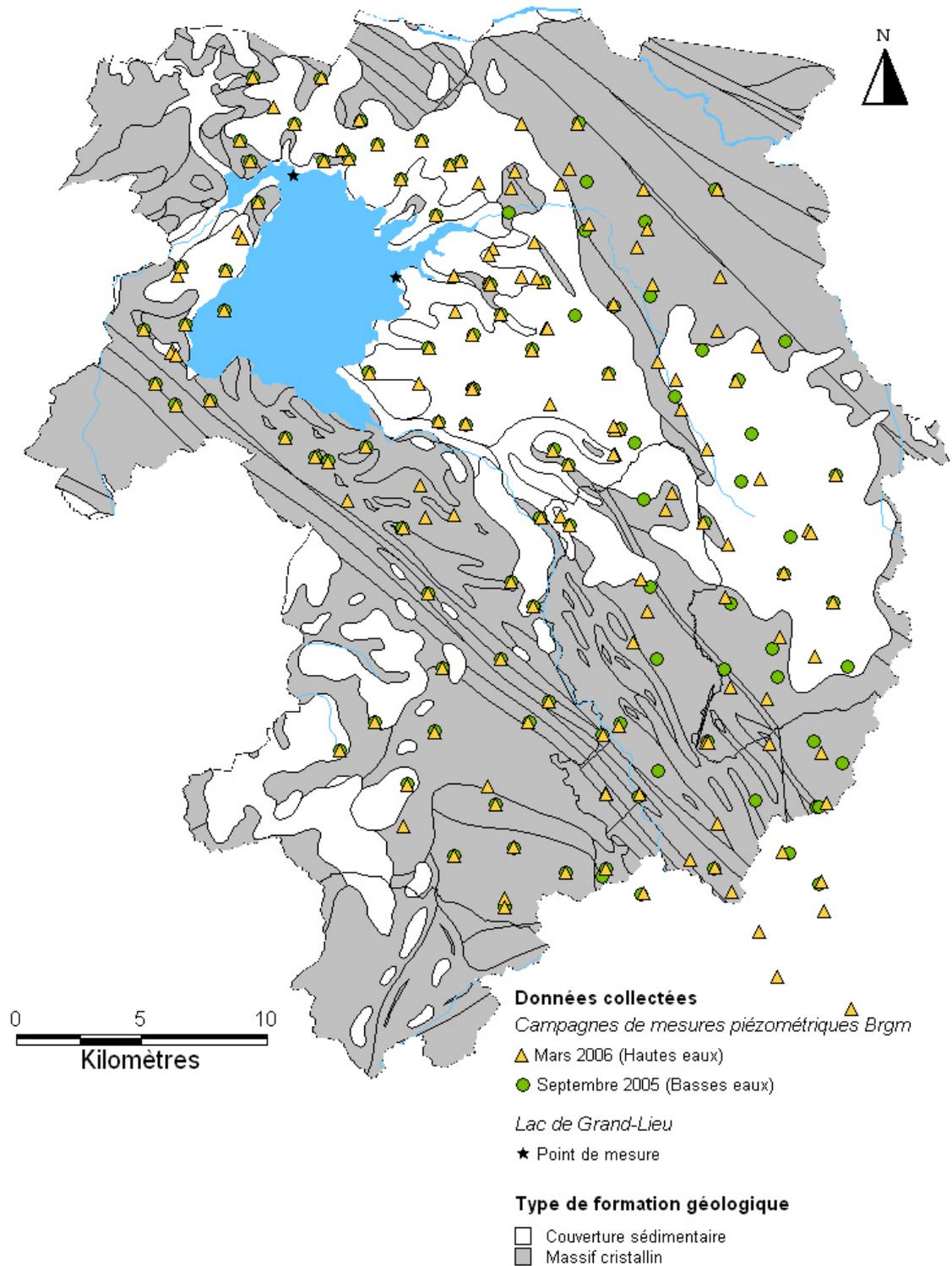


Illustration 6 - Campagnes de mesures piézométriques Brgm, situation des ouvrages mesurés

4. Synthèse et exploitation des données

4.1. ETABLISSEMENT DES CARTES PIEZOMETRIQUES

4.1.1. Méthode de travail

Les deux séries de valeurs mesurées sur le terrain (hautes eaux et basses eaux) ont été converties en altitudes (m NGF) et vérifiées pour être reportées sur un fond IGN (scan100). Les données d'altitude du lac enregistrées au moment des campagnes (source : Syndicat d'Aménagement Hydraulique du Sud Loire) ont également été reportées sur ces cartes.

Les deux cartes (Hautes eaux et Basses eaux) ainsi établies ont été éditées à l'échelle 1/50.000^{ème} pour tracer manuellement les isopièzes¹.

Le dessin de ces courbes a impliqué le choix de l'équidistance et de la méthode de tracé :

- l'équidistance des courbes a été définie de manière à garder une bonne lisibilité sur tout le secteur et à traduire au mieux le comportement des eaux souterraines compte tenu de l'échelle de travail. Ainsi, pour les 2 cartes (hautes eaux et basses eaux), l'équidistance des isopièzes est de 10 m. Aux abords du Lac de Grand-Lieu, des isopièzes intercalaires (équidistance 5 m) ont été tracées pour améliorer le rendu ;
- le tracé des isopièzes a été réalisé en prenant en compte les mesures piézométriques recueillies lors des campagnes mais aussi les aspects topographiques et hydrologiques (scan 25, mesures du niveau d'eau du lac).

Aucune anomalie majeure n'a été rencontrée lors de cette étape de traçage. Les données utilisées ne présentaient pas d'incohérence.

Les isopièzes ainsi établies ont ensuite été digitalisées pour pouvoir disposer d'une donnée numérique et utilisable.

¹ Isopièze = courbes d'égale altitude de niveau d'eau.

4.1.2. Présentation des cartes

Sur cette base, 3 cartes ont été établies :

- **la carte piézométrique de hautes eaux – Mars 2006** : une carte réalisée en hautes eaux reflète le comportement «naturel» d'une nappe. A cette période les écoulements ne peuvent être modifiés par des facteurs d'ordre anthropiques comme des prélèvements pour l'irrigation.
- **La carte piézométrique de basses eaux – Septembre 2005** : une carte de basses eaux met en évidence d'éventuelles modifications de l'écoulement des eaux souterraines liées à la baisse du niveau piézométrique ou aux activités consommatrices d'eaux souterraines.
- **La carte du battement de nappe** (différence d'altitude entre la surface piézométrique hautes eaux et la surface piézométrique basses eaux) : une carte de battement permet (à cette échelle) d'avoir un ordre de grandeur de la variation du niveau piézométrique entre les hautes eaux et les basses eaux.

Ces cartes sont présentées en annexe 3, 4 et 5.

4.2. SITUATION DES NAPPES EN 2005-2006 DANS LE SECTEUR D'ETUDE

Le piézomètre situé à Saint Philibert de Grand-Lieu, au lieu-dit Le Maupas «La Revellerie» (05086X0065/EL33) est suivi depuis 1995. La chronique piézométrique de cet ouvrage, fiable et longue de plus de 10 ans, permet de qualifier l'état de la ressource.

La chronique piézométrique présentée en illustration 7 permet d'observer le comportement général de ce type de nappe. Elle montre que :

- **ce type de nappe a un comportement saisonnier avec une phase de recharge d'octobre à février puis une phase de «vidange» à partir du mois d'avril.** Ces phénomènes dépendent essentiellement des facteurs infiltration et évapotranspiration (variables au cours de l'année). En effet, la nappe se recharge généralement à partir d'octobre grâce à l'excédent d'eaux d'infiltration et se décharge quand l'évapotranspiration est supérieure aux quantités d'eaux infiltrées. Au droit du piézomètre du Maupas, l'amplitude du battement annuel de la nappe est de l'ordre de 2 mètres.
- **les variations interannuelles liées à l'importance des recharges antérieures peuvent être considérées comme minimales.** En période de recharge, les différences de charge observées à la même époque sur plusieurs années proviennent essentiellement de la quantité de précipitations efficaces. Les différences de charge observées d'une année à l'autre en période de

vidange sont plutôt liées à la durée de cette période. *Par exemple, en 2003, 2004 et 2005, si le niveau piézométrique était plus bas en fin de période de vidange que les années précédentes, c'est surtout parce que la baisse s'est prolongée jusqu'à la mi-novembre.*

- le niveau piézométrique «plafonne» aux alentours de 35,50 m NGF. Le piézomètre étant situé à une altitude de 36 m NGF, ce niveau est probablement un seuil de débordement de la nappe.

L'illustration 8 indique que l'année 2005-2006 se distingue par la durée exceptionnelle de la phase de vidange (jusqu'au 11/11/2005) et par une recharge peu importante jusqu'en février puis très rapide jusqu'à fin mars.

Les mesures réalisées en septembre 2005 traduisent un état de basses eaux moyen, représentatif de l'état observé chaque année à cette période (sauf lorsque la recharge débute de façon anticipée comme en 1999 où elle s'est amorcée dès le 21 septembre).

Les mesures réalisées en mars 2006 traduisent également un état de hautes eaux représentatif de l'état observé lorsque la recharge de la nappe est importante. Le niveau piézométrique de mars 2006 se situe entre la moyenne et le maximum des niveaux observés à la même époque entre 1995 et 2005.

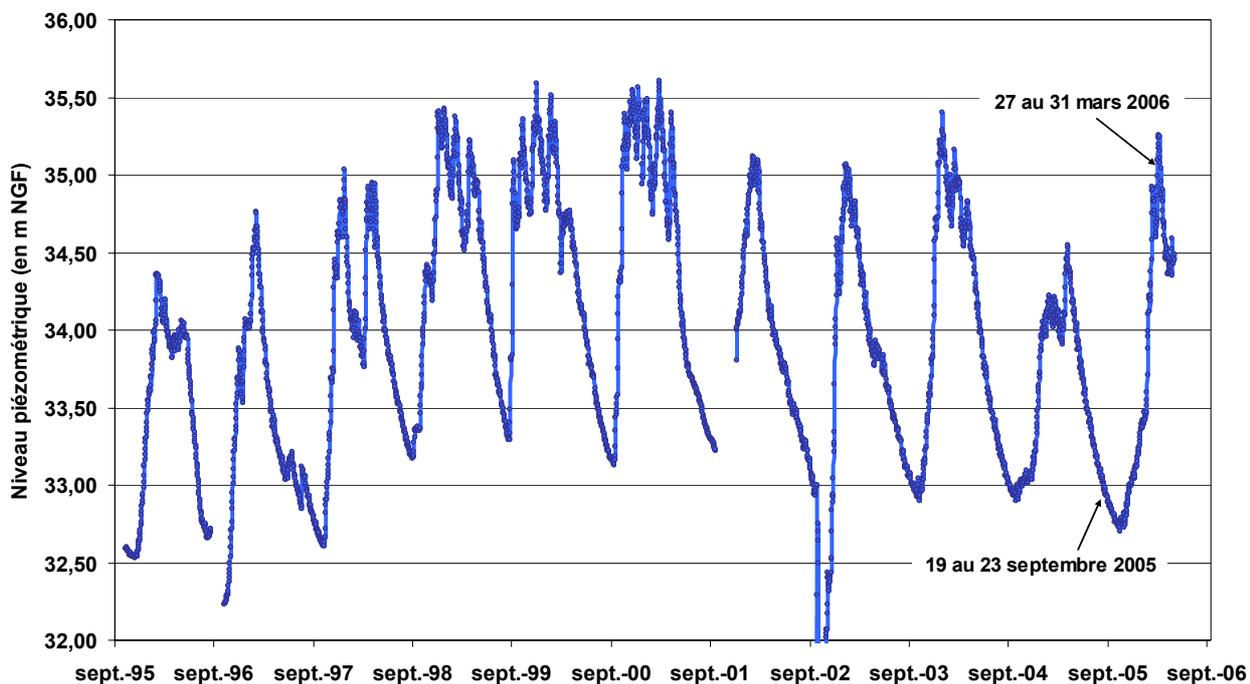


Illustration 7 - Le Maupas "La Revellerie" (05086X0065/EL33),
Chronique piézométrique du 08/11/1995 au 30/05/2006

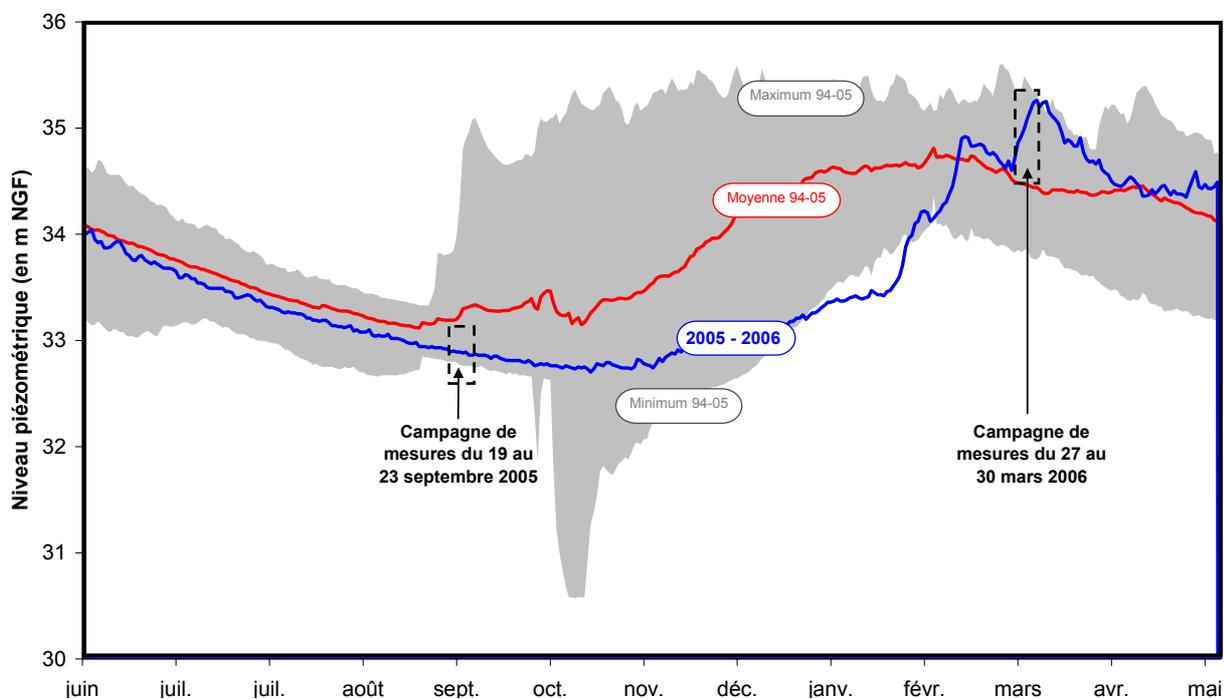


Illustration 8 - Piézomètre du Maupas "La Revellerie" (05086X0065/EL33) ; Année 2005-2006
superposée à l'enveloppe mini-maxi et la moyenne des données observées entre 1995 et 2005

4.3. COMMENTAIRE DES CARTES PIEZOMETRIQUES ETABLIES

4.3.1. Ecoulement des eaux souterraines en domaine de socle

Dans les formations de socle, les roches mères sont à l'origine massives et imperméables. Postérieurement à leur formation, ces massifs ont subi différents types de modifications physiques : fracturation d'origine tectonique, altération météorique,...

Ces modifications subies expliquent la possibilité d'une actuelle présence d'eau. Le modèle conceptuel d'un aquifère en zone de socle retenu actuellement, présenté schématiquement dans l'illustration 9, comporte deux horizons distincts :

- ***un horizon superficiel altéré***, de porosité relativement importante lui permettant de jouer le rôle de **réservoir capacitif** (infiltration des eaux de pluie), mais dont la conductivité hydraulique reste en général assez faible,
- ***un horizon inférieur fissuré et fracturé***, dont la conductivité hydraulique peut être importante (elle dépend de la connexion et de l'ouverture des réseaux de fissures/fractures) et permettant ainsi la collecte et la distribution des eaux issues de l'horizon d'altération sus-jacent.

Les mesures étant très majoritairement réalisées sur des puits dont la profondeur n'excède pas 10 m, **la surface piézométrique cartographiée dans ce domaine est celle de l'horizon superficiel altéré (ou altérites).**

Les isopièzes indiquent que la surface piézométrique de la nappe des altérites est très peu profonde (voire même affleurant en période de hautes eaux) et reproduit assez fidèlement la topographie.

La différence de niveau statique observée entre les basses eaux et les hautes eaux est faible. Les écarts les plus importants ont été constatés au droit des secteurs les plus hauts. Pour les formations de socle, la carte de battement de la surface piézométrique (Annexe 5) n'est pas très représentative à cause de l'échelle de travail sur une grande partie du secteur. Elle n'est pas assez précise pour bien rendre compte des variations du niveau entre les basses et hautes eaux dans les secteurs où le relief est marqué.

Ces éléments traduisent la faible transmissivité de ces formations dont la composante argileuse est souvent importante.

Dans le secteur d'étude, en domaine de socle, les ouvrages existants sont majoritairement des puits peu profonds et de large diamètre à usage domestique.

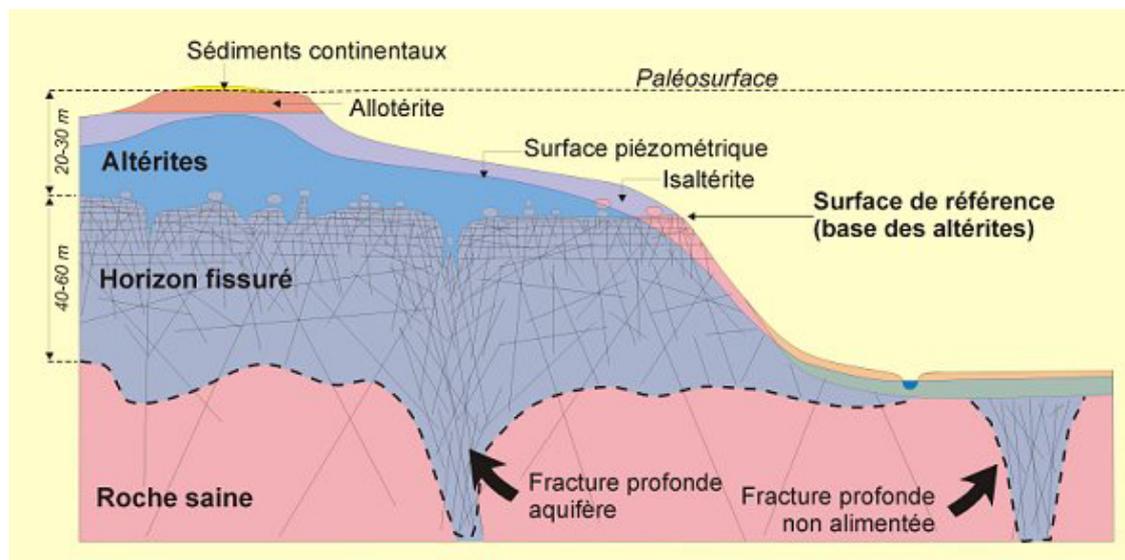


Illustration 9 - Modèle conceptuel stratiforme de la structure et des propriétés hydrogéologiques des aquifères de socle (R. Wyns, 1999)

4.3.2. Ecoulement des eaux souterraines en «domaine sédimentaire»

Dans la zone cartographiée, les formations sédimentaires affleurantes sont essentiellement les sables rouges et galets de quartz du Pliocène. Ces dépôts reposent au-dessus des dépôts marneux redoniens connus dans le fond et en bordure du Lac de Grand-Lieu.

Comme mentionné au chapitre 2.3.3. ; la distinction entre les sables et les cailloutis pliocènes en place, les colluvions de fond de versants, les alluvions périglaciaires et les alluvions fluviales est le plus souvent très délicate à faire sur le plan hydrogéologique.

Ainsi, la surface piézométrique représentée dans le « domaine sédimentaire » de la carte correspond à celle de l'ensemble aquifère constitué par les formations tertiaires (sables pliocènes) et les alluvions.

Morphologie de la surface piézométrique

A cette échelle de travail, les morphologies de la surface piézométrique en hautes et basses eaux sont similaires. Les directions d'écoulement mises en évidence restent analogues tout au long de l'année.

Les gradients hydrauliques² sont variables selon la situation vis-à-vis de l'exutoire. Les gradients traduisent l'influence de la topographie et surtout les variations de transmissivité des formations géologiques. Les différences de gradient entre les hautes eaux et les basses eaux résultent de la variation du niveau piézométrique qui n'est pas aussi importante en aval qu'en amont

Le « domaine sédimentaire » est essentiellement constitué de deux entités :

- en bordure Est du Lac de Grand-Lieu, une zone en forme de triangle depuis La Planche et délimitée par l'Ognon au Nord et la Boulogne au Sud ;
- à l'Est de la Planche, une zone située pratiquement entièrement en rive droite de l'Ognon et en amont de Montbert (partie amont du cours d'eau).

En bordure Est du Lac, l'écoulement des eaux souterraines se caractérise par :

- une direction d'écoulement vers le Nord-Ouest, en direction du Lac de Grand-Lieu en basses et hautes eaux ;
- un gradient hydraulique évoluant en fonction de la charge de l'aquifère en amont de cette zone : de l'ordre de 3,9 ‰ pour la période de hautes eaux (mars 2006) il passe à environ 2,5 ‰ en basses eaux (septembre 2005) ;
- un gradient hydraulique constant en partie aval (vers la Vannerie entre St Philbert de Grand-Lieu et la Chevrolière) : de l'ordre de 2,5 ‰ en période de hautes et de basses eaux ;
- une différence de niveau statique en partie amont de l'ordre de 4 m entre septembre 2005 et mars 2006 et de l'ordre du mètre en partie aval. L'illustration 11 montre le profil de la surface piézométrie en hautes eaux (mars 2006) et basses eaux (2005). Cette illustration met également en évidence le manque de données pour travailler à cette échelle (des « effets de seuil » apparaissent au niveau des isopièzes).

Les prélèvements effectués dans cet aquifère ne semblent donc pas créer de modification majeure dans l'écoulement des eaux souterraines. En revanche, étant donné le sens d'écoulement, le volume d'eau souterraine prélevé ne s'écoulera pas vers le Lac de Grand-Lieu et ne pourra donc pas contribuer à son alimentation.

² Gradient hydraulique : Taux exprimant la perte de charge ou la différence de potentiel hydraulique par unité de longueur.

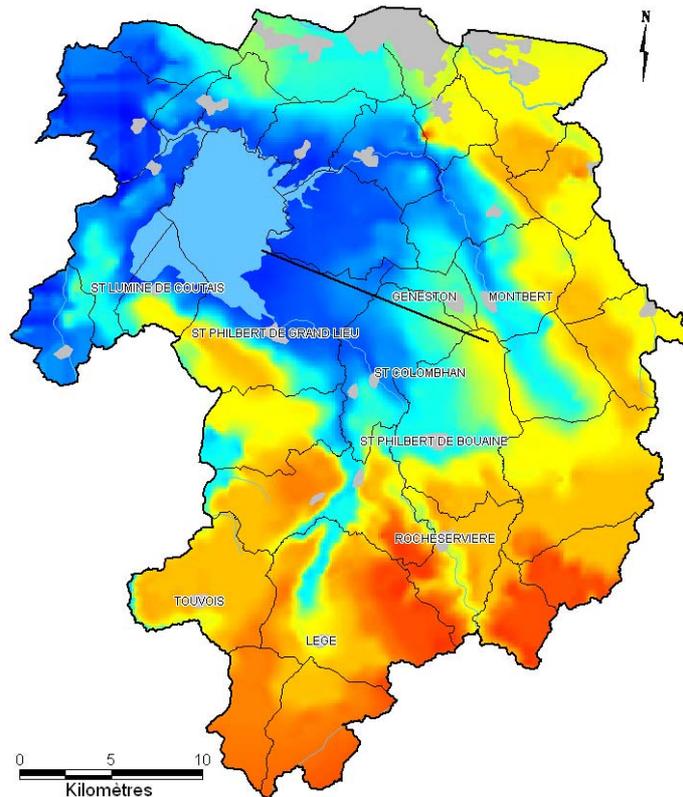


Illustration 10 – Bassin de Grand-Lieu, situation du profil

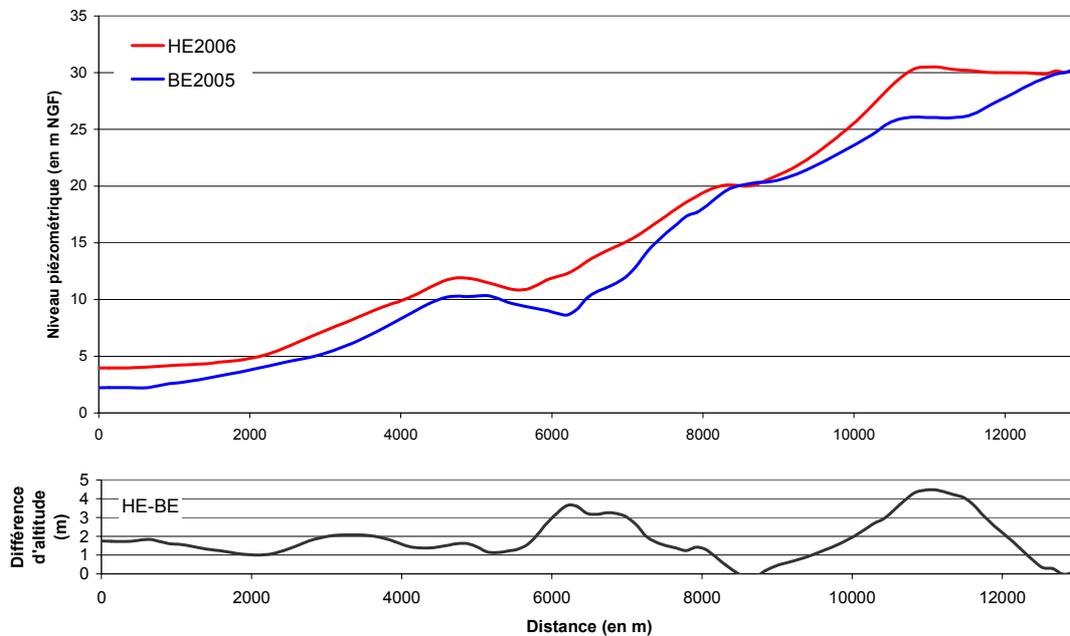


Illustration 11 – Bassin de Grand-Lieu - Profil de la surface piézométrique en hautes eaux et basses eaux - Différence d'altitude les hautes et basses eaux

A l'Est de la Planche, l'écoulement des eaux souterraines se caractérise par :

- une direction d'écoulement en direction de l'Ognon qui constitue l'exutoire de ce bassin ;
- un gradient hydraulique évoluant en fonction de la charge de l'aquifère : de l'ordre de 10 ‰ pour la période de hautes eaux (mars 2006) il passe à environ 7 ‰ en basses eaux (septembre 2005) ;
- un gradient hydraulique plus élevé que dans la zone sédimentaire en bordure Est du Lac du fait de la topographie mais aussi de la différence de transmissivité ;
- une différence de niveau statique en partie amont de l'ordre de 5 m entre septembre 2005 et mars 2006.

Les écoulements d'eau souterraine s'effectuent vers l'Ognon. Le régime de l'Ognon (illustration 12) indique que la part de l'alimentation de cette rivière provenant des eaux souterraines ne suffit pas à soutenir l'étiage (nombreux assècs).

Les volumes d'eaux souterraines prélevés dans ce secteur ne contribuent pas à l'alimentation de cette rivière et ne contribuent donc pas non plus à l'alimentation du Lac de Grand-Lieu.

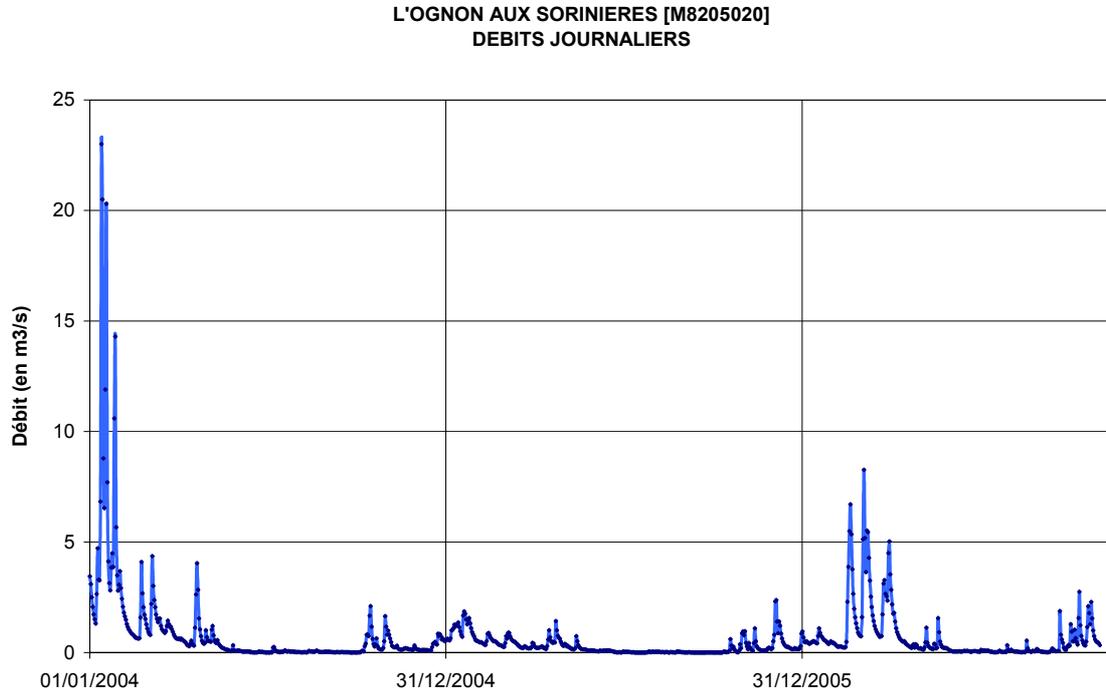


Illustration 12 - Débit journalier de l'Ognon aux Sorinières du 01/01/2004 au 02/11/2006

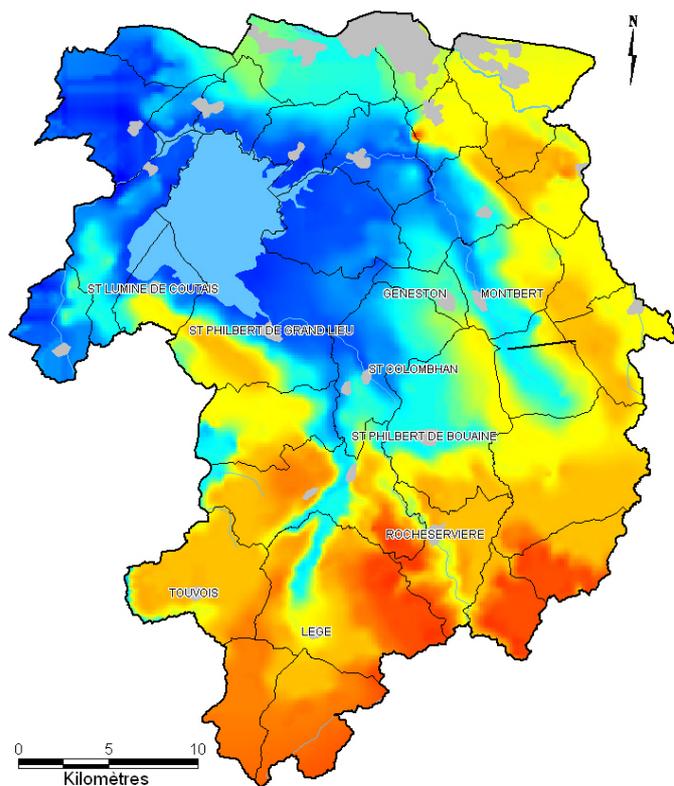


Illustration 13 – Bassin de l'Ognon, situation du profil

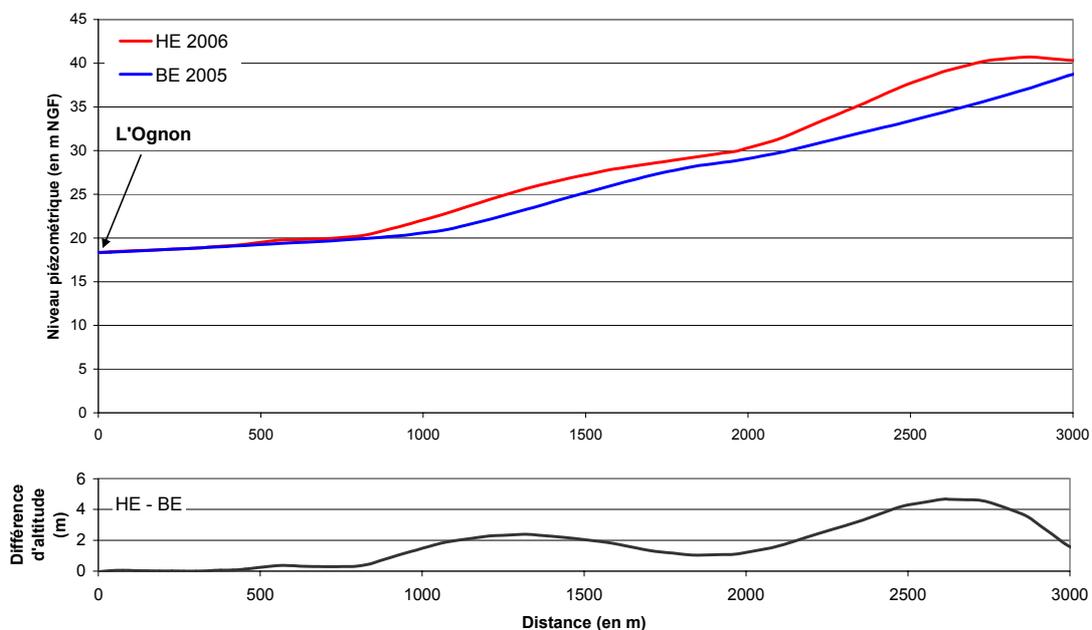


Illustration 14 – Bassin de l'Ognon - Profil de la surface piézométrique en hautes eaux et basses eaux - Différence d'altitude les hautes et basses eaux

Particularités locales et incertitudes

A cette échelle de travail, il est difficile de rendre compte plus précisément de la morphologie de la surface piézométrique à proximité du lac de Grand-Lieu.

La zone comprise entre l'isopièze des 10 m et le Lac de Grand-Lieu est celle où se posent le plus de questions en termes de gestion de la ressource en eau.

Les cartes dressées à l'occasion de cette étude permettent de comprendre le comportement général des eaux souterraines sur l'ensemble du bassin mais l'échelle de travail n'est pas assez précise pour lever les incertitudes quant à l'écoulement des eaux souterraines en bordure du Lac.

Cette étude serait donc à compléter par une campagne piézométrique plus dense sur ce secteur restreint afin d'améliorer la précision de ce travail.

5. Conclusion

La première campagne piézométrique a été menée du 19 au 23 septembre 2005 (période de basses eaux). Une autre campagne de mesures piézométriques a été effectuée au mois de mars 2006 (période de hautes eaux). Le secteur étudié représente 980 km² au total et englobe toute la partie aval du bassin versant d'alimentation du lac de Grand-Lieu.

Pour préparer ces campagnes, plus de 700 points de mesure potentiels ont été identifiés à partir de la banque de données du sous-sol et également à partir des déclarations préalables de travaux souterrains (285 points). Un communiqué de presse a également été diffusé dans la presse locale pour faciliter l'accès aux ouvrages de particuliers.

Lors des campagnes de terrain, ce sont 110 mesures qui ont été réalisées en basses eaux (septembre 2005) et 141 en période de hautes eaux (mars 2006). La principale difficulté rencontrée a été celle de l'accès car la plupart des ouvrages référencés dans ce secteur sont privés et non accessibles en journée (propriétés fermées en l'absence du propriétaire).

Les données ainsi collectées sont réparties de façon homogène sur tout le secteur de l'étude. Elles ont permis de dresser les cartes piézométriques de basses eaux 2005 et de hautes eaux 2006. Une carte du battement de la surface piézométrique entre ces deux périodes a également été réalisée.

Ces cartes mettent bien en évidence la différence d'écoulement des eaux souterraines dans les altérites en domaine de socle et dans les formations sableuses du Pliocène.

En domaine de socle, les isopièzes indiquent qu'une surface piézométrique de la nappe des altérites est très peu profonde (voire même affleurante en période de hautes eaux). La différence de niveau statique observée entre les basses eaux et les hautes eaux est faible. Ces éléments traduisent la faible transmissivité de ces formations dont la composante argileuse est souvent importante.

Dans la dépression du Lac de Grand-Lieu, l'ensemble aquifère constitué par les formations tertiaires (sables pliocènes) et les alluvions constituent un ensemble aquifère dans lequel les eaux s'écoulent en direction du Lac de Grand-Lieu. A cette échelle de travail, les morphologies de la surface piézométrique en hautes et basses eaux sont similaires. Les directions d'écoulement mises en évidence restent analogues tout au long de l'année.

Ainsi ces cartes permettent de comprendre le comportement général des eaux souterraines sur l'ensemble du bassin mais certaines incertitudes quant à l'écoulement des eaux souterraines en bordure du Lac persistent. Après cette première approche, une campagne piézométrique plus dense sur ce secteur pourra permettre de préciser la connaissance.

Annexe 1

Communiqué de presse et liste des correspondants de presse



Communauté Locale de l'Eau
SAGE Logne, Boulogne, Ognon et Grand Lieu

Direction Départementale de l'Agriculture
et de la Forêt de Loire Atlantique

Le 12 septembre 2005

Communiqué de presse

Campagne de piézométrie dans le secteur du lac de Grand Lieu

A partir du 19 septembre et pour environ 15 jours, le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) réalisera une campagne de mesure des niveaux de la nappe d'eau souterraine dans le secteur du lac de Grand Lieu. Cette étude permettra de mieux comprendre le fonctionnement de cette nappe et en particulier les relations pouvant exister entre la nappe et le lac de Grand Lieu. Le BRGM intervient pour le compte de la DDAF de Loire Atlantique (police de l'eau) dans le cadre d'une réflexion engagée avec l'ensemble des partenaires locaux concernés (SAGE, irriguants, collectivités locales, Conseil Général, administrations de l'Etat) sur la gestion des eaux souterraines dans le secteur. Cette campagne sera complétée par une deuxième série de mesures qui sera réalisée en période de hautes eaux (en février ou mars 2006).

Le BRGM utilisera les ouvrages existants (puits, forages) dans le secteur (y compris chez les particuliers) pour réaliser les mesures de niveau de la nappe. La population est invitée à réserver le meilleur accueil aux techniciens chargés de ce travail d'utilité publique.

Les communes concernées sont les suivantes :

AIGREFEUILLE-SUR-MAINE, LE BIGNON, BOUAYE, BOUGUENAI, BRAINS, CHATEAUTHEBAUD, LA CHEVROLIERE, LEGE, LA LIMOUZINIÈRE, MONTBERT, LA , PLANCHE, PONT-SAINT-MARTIN, PORT-SAINT-PERE, REMOUILLE, REZE, SAINT-AIGNAN-GRANDLIEU, SAINT-COLOMBAN, CORCOUE-SUR-LOGNE, SAINT-LEGER-LES-VIGNES, SAINT-LUMINE-DE-COUTAIS, SAINT-MARS-DE-COUTAIS, SAINT-MEMELLE-TENU, SAINT-PHILBERT-DE-GRAND-LIEU, LES SORINIÈRES, TOUVOIS, VERTOU, VIEILLEVIGNE, GENESTON, GRAND'LANDES, MORMAISON, ROCHESERVIÈRE, SAINT-ANDRE-TREIZE-VOIES, SAINT-ETIENNE-DU-BOIS, SAINT-PHILBERT-DE-BOUAINE.

Contacts presse :

SAGE Logne, Boulogne, Ognon et Grand Lieu :
M. Patrick AUGEREAU Tel : 02 40 78 09 17

Direction départementale de l'agriculture et de la forêt de la Loire-Atlantique :
M. FERRAND Tel : 02 40 12 37 61

Bureau de Recherche Géologique et Minière
M. Pierre CONIL Tel : 02 51 86 01 51

CORRESPONDANTS PRESSE

OUEST-France : 5Bis, rue d'Alger – BP 38433 - 44184 NANTES cedex 4
Fax : 02 40 44 69 61 ou 69 83 ou 69 84 ou 69 85
Tél : 02 40 44 69 69
Mail : redaction.nantes@ouest-france.fr
Pascal CHAROY (pascal.charoy@ouest-france.fr)

PRESSE-Océan : 12, rue Santeuil – BP 22418 - 44024 NANTES cedex 1
Tél : 02 40 44 24 00
Fax : 02 40 44 24 40
Mail : redac.locale.nantes@presse-ocean.com

LE COURRIER DU PAYS DE RETZ : 3, Bd de Linz – BP 1529 44215 PORNIC cedex
Fax : 02 51 74 00 39
Tél : 02 51 74 00 30
Mail : courrierdupaysderetz@hebdom-atlantique.com
Stéphane ROUZEAU (s.rouzeau@hebdom-atlantique.com)

LE COURRIER VENDEEN : 44, rue Bonne Fontaine BP 617 85306 CHALLANS
Fax : 02 51 93 20 78
Tél : 02 51 49 79 49
Stéphane ROUZEAU (s.rouzeau@hebdom-atlantique.com)

L'HEBDO DE SEVRE ET MAINE : 3, Place du Minage 44193 CLISSON cedex
Fax : 02 40 36 04 39
Tél : 02 40 36 04 30
Mail : hsm@publihebdom.fr

Agriculture 44

La Vendée Agricole

Annexe 2

Résultats des campagnes de mesures piézométriques de septembre 2005 et mars 2006

Cartographie de la piézométrie, Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44)
Rapport final

X_OUVRAGE	Y_OUVRAGE	Z_OUVRAGE (m NGF)	HAUTES EAUX			BASSES EAUX			TYPE DE FORMATION GEOLOGIQUE
			DATE	PROF_EAU_S OL (m)	ALTI_EAU m NGF)	DATE	PROF_EAU_ SOL (m)	ALTI_EAU(m NGF)	
295264	2248733	28	27/03/2006	0,9	27,1	19/09/2005	3,14	24,86	Massif cristallin
294175	2246883	21	27/03/2006	5,05	15,95	19/09/2005	5,4	15,6	Couverture cénozoïque
291961	2246224	25	27/03/2006	1,1	23,9	19/09/2005	7,47	17,53	Couverture cénozoïque
293361	2247574	25	27/03/2006	3,38	21,62				Couverture cénozoïque
300869	2245393	17	28/03/2006	0,3	16,7	21/09/2005	1,11	15,89	Couverture cénozoïque
300439	2245199	13,5	28/03/2006	-0,07	13,57	21/09/2005	1,12	12,38	Couverture cénozoïque
299273	2246209	23	28/03/2006	0,62	22,38	21/09/2005	3,66	19,34	Couverture cénozoïque
296375	2245470	9,52	28/03/2006	0,52	9	21/09/2005	2,48	7,04	Massif cristallin
295372	2245386	8	28/03/2006	0,92	7,08	21/09/2005	2,9	5,1	Massif cristallin
296103	2245816	14,5	28/03/2006	0,62	13,88	21/09/2005	3,03	11,47	Couverture cénozoïque
296793	2247017	29	28/03/2006	0,67	28,33	21/09/2005	3,41	25,59	Massif cristallin
297490	2246022	18,17	28/03/2006	1,26	16,91	21/09/2005	3,45	14,72	Couverture cénozoïque
299861	2243188	5	28/03/2006	1,12	3,88	21/09/2005	4,22	0,78	Formations superficielle
301572	2244462	15,5	28/03/2006	0,3	15,2				Couverture cénozoïque
291435	2240922	7	29/03/2006	0,27	6,73	19/09/2005	1,93	5,07	Couverture cénozoïque
289784	2238763	6	29/03/2006	0,8	5,2	19/09/2005	2,95	3,05	Couverture cénozoïque
295546	2233172	35	29/03/2006	0,81	34,19	20/09/2005	0,98	34,02	Massif cristallin
293799	2234128	35	29/03/2006	0,34	34,66	20/09/2005	0,36	34,64	Massif cristallin
290771	2235678	36	29/03/2006	0,42	35,58	20/09/2005	3,66	32,34	Massif cristallin
289402	2235466	19,5	29/03/2006	0,5	19	20/09/2005	4,97	14,53	Massif cristallin
288606	2236332	17,5	29/03/2006	0,17	17,33	20/09/2005	2,83	14,67	Massif cristallin
299961	2234821	8	29/03/2006	0,3	7,7	20/09/2005	1,86	6,14	Couverture cénozoïque
301067	2234728	10	29/03/2006	0,68	9,32	20/09/2005	2,4	7,6	Couverture cénozoïque
291912	2242500	13	29/03/2006	0,9	12,1				Couverture cénozoïque
292110	2242229	4	29/03/2006	0,34	3,66				Couverture cénozoïque
289482	2240740	10	29/03/2006	0,6	9,4				Couverture cénozoïque
289261	2237691	27,5	29/03/2006	2,13	25,37				Bassin tertiaire
289195	2237605	34	29/03/2006						Bassin tertiaire
289404	2237507	22,5	29/03/2006	0,35	22,15				Massif cristallin
296291	2231601	47,5	29/03/2006	0,25	47,25				Massif cristallin
299232	2232197	19,5	29/03/2006	0,7	18,8				Massif cristallin
301379	2236182	13	30/03/2006	0,3	12,7	20/09/2005	2,7	10,3	Couverture cénozoïque
304559	2233629	19	30/03/2006	2,6	16,4	20/09/2005	6,23	12,77	Couverture cénozoïque
305162	2233057	19	30/03/2006	0,05	18,95	20/09/2005	1,34	17,68	Massif cristallin
297202	2236758	3,5	30/03/2006	0,43	3,07	21/09/2005	2,45	1,05	Couverture cénozoïque
299578	2237783	7	30/03/2006	0,91	6,09	21/09/2005	2,76	4,24	Formations superficielle
301349	2238327	10	30/03/2006	2,05	7,95	21/09/2005	3,76	6,24	Couverture cénozoïque
302466	2239172	7,5	30/03/2006	0,45	7,05	21/09/2005	2,3	5,2	Formations superficielle
302011	2240457	10	30/03/2006	0,95	9,05	21/09/2005	3,09	6,91	Formations superficielle
304185	2240474	8	30/03/2006	0,2	7,8	21/09/2005	3,13	4,87	Couverture cénozoïque
303703	2237698	16,58	30/03/2006	2,07	14,51	22/09/2005	16,46	0,12	Couverture cénozoïque
307231	2234520	30	30/03/2006	1,91	28,09	22/09/2005	3,4	26,6	Couverture cénozoïque
304296	2238589	16,5	30/03/2006	2,7	13,8				Couverture cénozoïque
304368	2238610	17	30/03/2006	2,2	14,8				Couverture cénozoïque
303296	2240659	7,5	30/03/2006	0,21	7,29				Formations superficielle
300655	2239250	8	30/03/2006	1,15	6,85				Couverture cénozoïque
302179	2241806	14	30/03/2006	1,33	12,67				Couverture cénozoïque
301998	2241559	16	30/03/2006	1,61	14,39				Couverture cénozoïque
300581	2240748	7,5	30/03/2006	1,85	5,85				Massif cristallin
299209	2236343	7	30/03/2006	0,43	6,57				Formations superficielle
307076	2233495	30,5	30/03/2006	1,49	29,01				Formations superficielle
305260	2230609	25	31/03/2006	0,63	24,37	22/09/2005	4,35	20,65	Couverture cénozoïque
304100	2230935	12,5	31/03/2006	1,5	11	22/09/2005	4,2	8,3	Massif cristallin
298535	2230500	35	31/03/2006	0,21	34,79	22/09/2005	8,48	26,52	Massif cristallin
306571	2222093	48	31/03/2006	2,05	45,95	22/09/2005	2,44	45,56	Massif cristallin
304405	2223472	58	31/03/2006	0,7	57,3	22/09/2005	4,3	53,7	Massif cristallin
303592	2222633	63,5	31/03/2006	0,71	62,79	22/09/2005	1,55	61,95	Massif cristallin
302490	2225155	45	31/03/2006	1,16	43,84	22/09/2005	3,47	41,53	Massif cristallin
299573	2227827	42	31/03/2006	0,43	41,57	22/09/2005	2,62	39,38	Massif cristallin
303794	2227330	25,5	31/03/2006	0,22	25,28	22/09/2005	2,77	22,73	Couverture cénozoïque
302864	2228292	29,5	31/03/2006	0,3	29,2	22/09/2005	2,82	26,68	Massif cristallin
299786	2222223	48	31/03/2006	0,8	47,2	23/09/2005	3,67	44,33	Massif cristallin
300140	2224806	51	31/03/2006	0,81	50,19	23/09/2005	2,38	48,62	Massif cristallin
297402	2222627	47	31/03/2006	3,38	43,62	23/09/2005	6,75	40,25	Couverture cénozoïque
295982	2221464	42,5	31/03/2006	0,5	42	23/09/2005	2,28	40,22	Couverture cénozoïque
298737	2220085	50	31/03/2006	0,42	49,58	23/09/2005	3,67	46,33	Couverture mésozoïque
302984	2217539	53,5	31/03/2006	0,3	53,2	23/09/2005	2,2	51,3	Massif cristallin
302285	2219287	52	31/03/2006	0,35	51,65	23/09/2005	1,68	50,32	Massif cristallin
300611	2217207	35	31/03/2006	1,38	33,62	23/09/2005	1,5	33,5	Massif cristallin
305061	2216519	62,5	31/03/2006	0,97	61,53	23/09/2005	2,78	59,72	Massif cristallin
306722	2216667	68,5	31/03/2006	0,7	67,8	23/09/2005	3,2	65,3	Massif cristallin
304436	2235505	22	31/03/2006	2,82	19,18				Couverture cénozoïque
304866	2230942	20,5	31/03/2006	0,98	19,52				Couverture cénozoïque
300595	2231031	22	31/03/2006	0,4	21,6				Massif cristallin
299461	2230895	25	31/03/2006	0,4	24,6				Massif cristallin
298579	2218393	40	31/03/2006	2,05	37,95				Massif cristallin
302620	2215463	49	31/03/2006	1,39	47,61				Massif cristallin
306691	2219743	52,5	31/03/2006	1,12	51,38				Massif cristallin
306680	2219716	52	31/03/2006	-0,1	52,1				Massif cristallin
301958	2220032	48,5	31/03/2006	0,75	47,75				Massif cristallin
292499	2248745	14				19/09/2005	2,16	11,84	Massif cristallin
292393	2245364	16,5				19/09/2005	4,28	12,22	Massif cristallin
292708	2243704	11				19/09/2005	2,81	8,19	Massif cristallin
289650	2241084	19				19/09/2005	3,15	15,85	Couverture cénozoïque
288100	2238530	27				19/09/2005	3,83	23,17	Massif cristallin
291340	2239340	1				19/09/2005	0,72	0,28	Formations superficielle
295005	2233380	42				20/09/2005	2,38	39,62	Massif cristallin
297029	2233808	11				20/09/2005	1,31	9,69	Massif cristallin

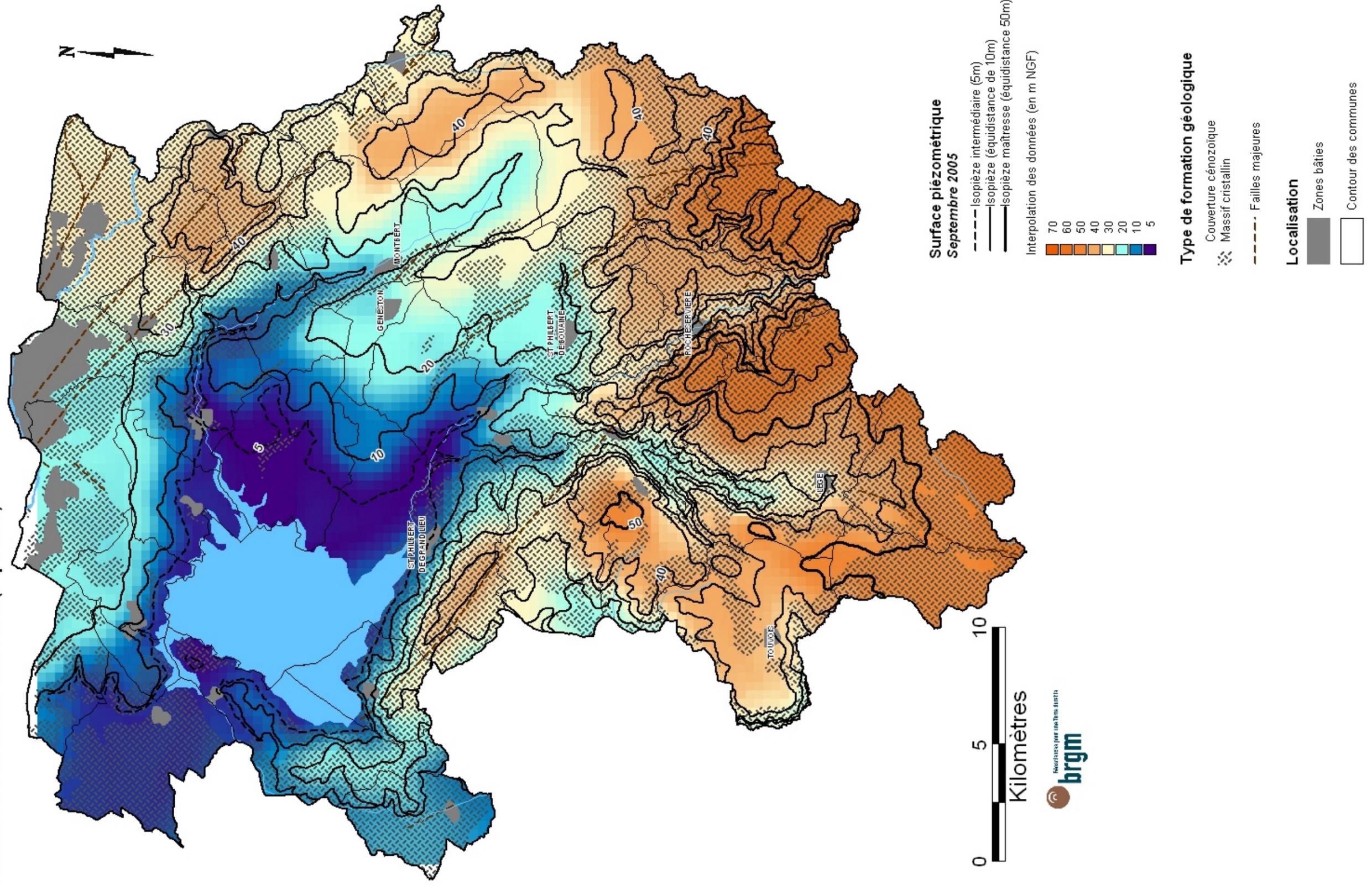
Cartographie de la piézométrie, Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44)
Rapport final

X_OUVRAGE	Y_OUVRAGE	Z_OUVRAGE (m NGF)	HAUTES EAUX			BASSES EAUX			TYPE DE FORMATION GEOLOGIQUE
			DATE	PROF_EAU_S OL (m)	ALTI_EAU m NGF)	DATE	PROF_EAU_ SOL (m)	ALTI_EAU(m NGF)	
301340	2236140	13				20/09/2005	2,45	10,55	Couverture cénozoïque
298451	2244615	12				21/09/2005	2,39	9,61	Couverture cénozoïque
302032	2240368	10				21/09/2005	3,26	6,74	Massif cristallin
306816	2236734	28				22/09/2005	4,63	23,37	Couverture cénozoïque
307080	2234450	31				22/09/2005	4,35	26,65	Couverture cénozoïque
297413	2222632	46,5				23/09/2005	7,6	38,9	Couverture cénozoïque
302607	2215125	51				23/09/2005	2,78	48,22	Massif cristallin
311176	2244206	44	27/03/2006	0,12	43,88				Massif cristallin
308220	2244207	38	27/03/2006	0,44	37,56				Massif cristallin
308373	2242580	23	27/03/2006	0,22	22,78				Massif cristallin
306013	2242815	22	27/03/2006	1,72	20,28				Massif cristallin
304885	2244416	18	27/03/2006	1,22	16,78				Couverture cénozoïque
305215	2245048	20	27/03/2006	1,95	18,05				Massif cristallin
305556	2246899	26	27/03/2006	0,45	25,55				Massif cristallin
303331	2246904	26	27/03/2006	0,75	25,25				Massif cristallin
303040	2244963	15	27/03/2006	0,13	14,87				Massif cristallin
302871	2244264	10	27/03/2006	1,41	8,59				Massif cristallin
303827	2242083	15	27/03/2006	0,57	14,43				Massif cristallin
308571	2240357	17	28/03/2006	0,41	16,59				Massif cristallin
307952	2241853	18	28/03/2006	0,57	17,43				Massif cristallin
307003	2239595	17	28/03/2006	0,15	16,85				Massif cristallin
308765	2237213	25	28/03/2006	0,51	24,49				Massif cristallin
311186	2238479	33	28/03/2006	1,01	31,99				Massif cristallin
312792	2237835	35	28/03/2006	2,96	32,04				Couverture cénozoïque
311939	2236433	36	28/03/2006	2,06	33,94				Couverture cénozoïque
310753	2233686	17	28/03/2006	0,51	16,49				Couverture cénozoïque
312885	2232502	29	28/03/2006	1,38	27,62				Couverture cénozoïque
309370	2231930	31	28/03/2006	0,84	30,16				Massif cristallin
307014	2233488	30	28/03/2006	1,64	28,36				Formations superficielle
306991	2234617	29	28/03/2006	2,45	26,55				Couverture cénozoïque
309506	2236519	14	28/03/2006	0,65	13,35				Couverture cénozoïque
309704	2235278	17	28/03/2006	3,73	13,27				Massif cristallin
315913	2232643	47	28/03/2006	0,8	46,2				Couverture cénozoïque
315910	2232640	47	28/03/2006	1,18	45,82				Couverture cénozoïque
303913	2240599	8	28/03/2006	0,42	7,58				Formations superficielle
314964	2230315	28	29/03/2006	2,05	25,95				Couverture cénozoïque
314857	2230377	25	29/03/2003	2,36	22,64				Couverture cénozoïque
313829	2228682	25	29/03/2006	0,17	24,83				Couverture cénozoïque
315826	2227470	35	29/03/2006	2,62	32,38				Couverture cénozoïque
311519	2227696	34	29/03/2003	0,68	33,32				Massif cristallin
311612	2229840	28	29/03/2006	0,67	27,33				Couverture cénozoïque
310634	2230708	33	29/03/2006	0,75	32,25				Massif cristallin
308381	2227081	30	29/03/2006	0,59	29,41				Massif cristallin
308087	2228405	35	29/03/2006	0,96	34,04				Couverture cénozoïque
309084	2231210	26	29/03/2006	0,5	25,5				Massif cristallin
310739	2221766	50	29/03/2006	0,24	49,76				Massif cristallin
310842	2221790	52	29/03/2006	0,31	51,69				Massif cristallin
311694	2224050	48	29/03/2006	0,78	47,22				Massif cristallin
307809	2225868	24	29/03/2006	1,25	22,75				Massif cristallin
307228	2222468	40	29/03/2006	2,49	37,51				Massif cristallin
311266	2240648	37	29/03/2006	0,18	36,82				Massif cristallin
313678	2228060	29	30/03/2006	0,89	28,11				Massif cristallin
315092	2225284	44	30/03/2006	0,55	43,45				Couverture cénozoïque
313159	2223579	41	30/03/2006	0,66	40,34				Massif cristallin
313253	2221715	58	30/03/2006	0,71	57,29				Massif cristallin
315359	2221379	44	30/03/2006	0,8	43,2				Massif cristallin
315546	2219318	61	30/03/2006	0,84	60,16				Massif cristallin
313813	2217331	66	30/03/2006	2,46	63,54				Massif cristallin
315355	2216138	70	30/03/2006	0,33	69,67				Massif cristallin
311756	2215749	65	30/03/2006	0,08	64,92				Massif cristallin
308069	2219678	40	31/03/2006	0,07	39,93				Massif cristallin
311055	2216729	66	31/03/2006	0,29	65,71				Massif cristallin
310063	2217063	60	31/03/2006	0,47	59,53				Massif cristallin
308224	2215687	63	31/03/2006	0,55	62,45				Massif cristallin
312849	2214140	69	31/03/2006	1,81	67,19				Massif cristallin
313591	2212308	81	31/03/2006	0,35	80,65				Massif cristallin
316560	2210989	78	31/03/2006	1,2	76,8				Massif cristallin
315437	2214974	63	31/03/2006	0,67	62,33				Massif cristallin
311171	2218472	55	31/03/2006	0,84	54,16				Massif cristallin

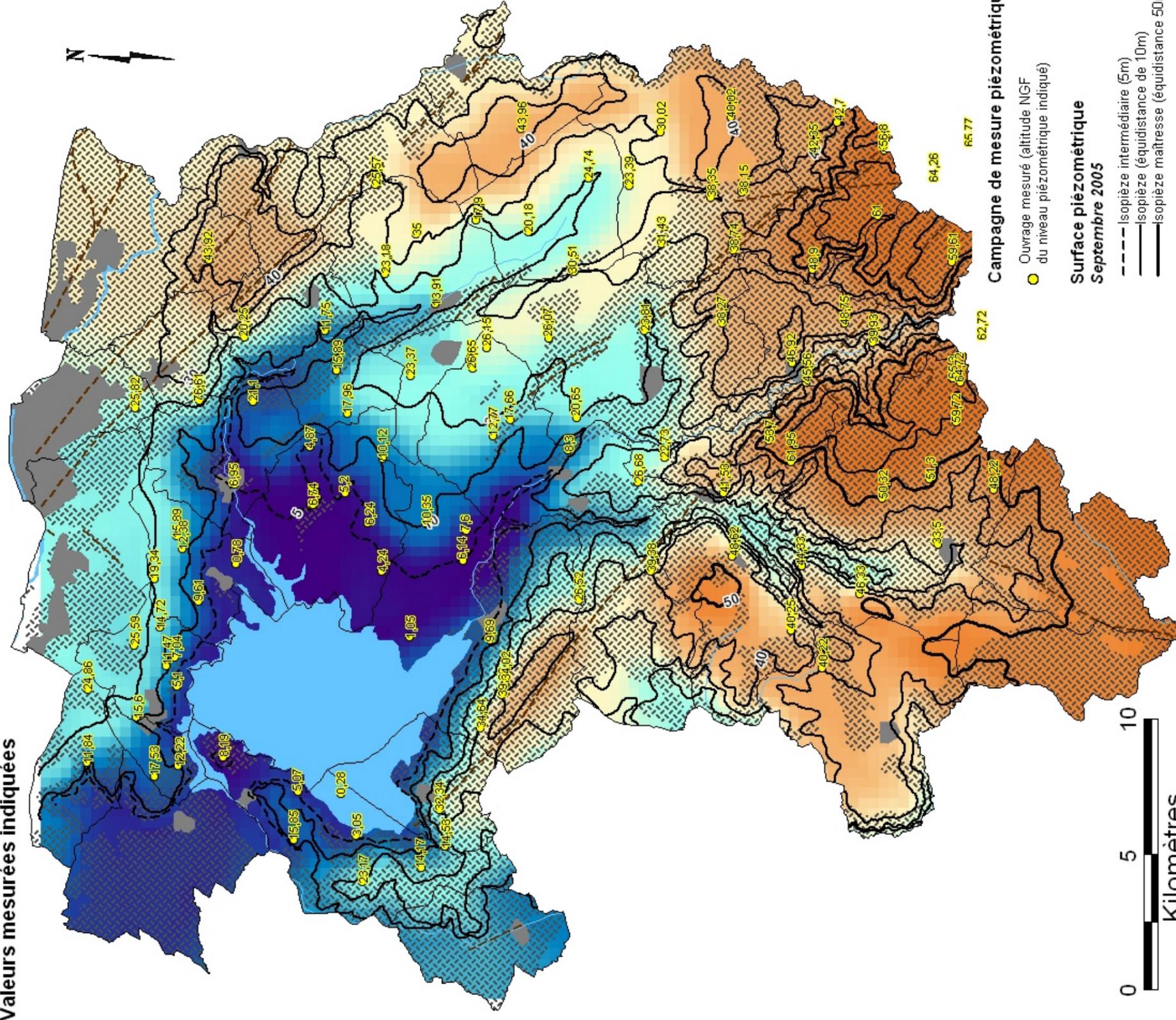
Annexe 3

Carte piézométrique basses eaux (Septembre 2005)

PIEZOMETRIE BASSES EAUX 2005 (sept 2005)



PIEZOMETRIE BASSES EAUX 2005 (sept 2005)
Valeurs mesurées indiquées



0 5 10
Kilomètres

Campagne de mesure piézométrique

Ouvrage mesuré (altitude NGF)
● du niveau piézométrique indiqué

Surface piézométrique
Septembre 2005

--- Isopièze intermédiaire (5m)
— Isopièze (équidistance de 10m)
— Isopièze maîtresse (équidistance 50m)

Interpolation des données (en m NGF)



Type de formation géologique

Couverture cénozoïque
Massif cristallin
--- Failles majeures

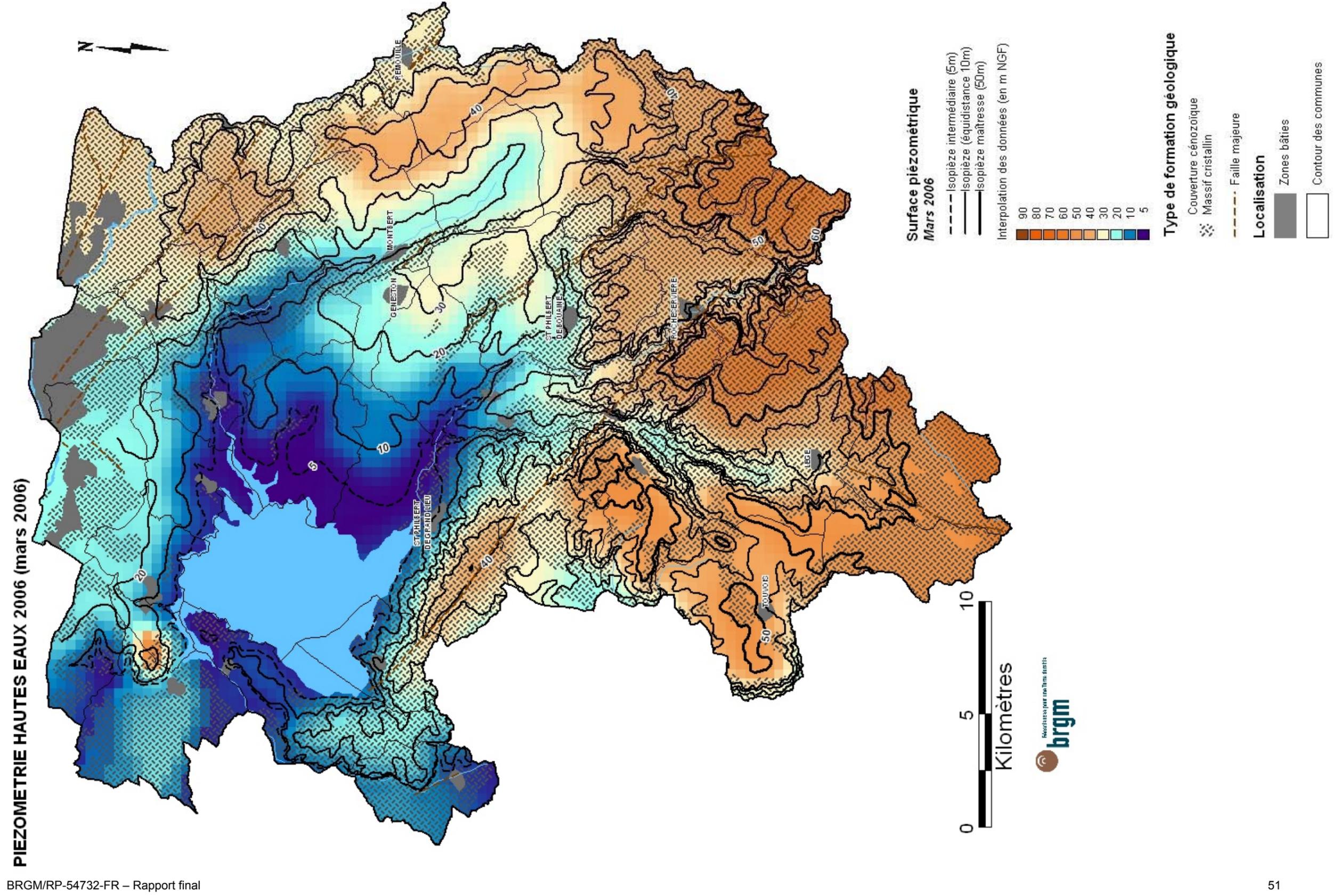
Localisation

■ Zones bâties
□ Contour des communes

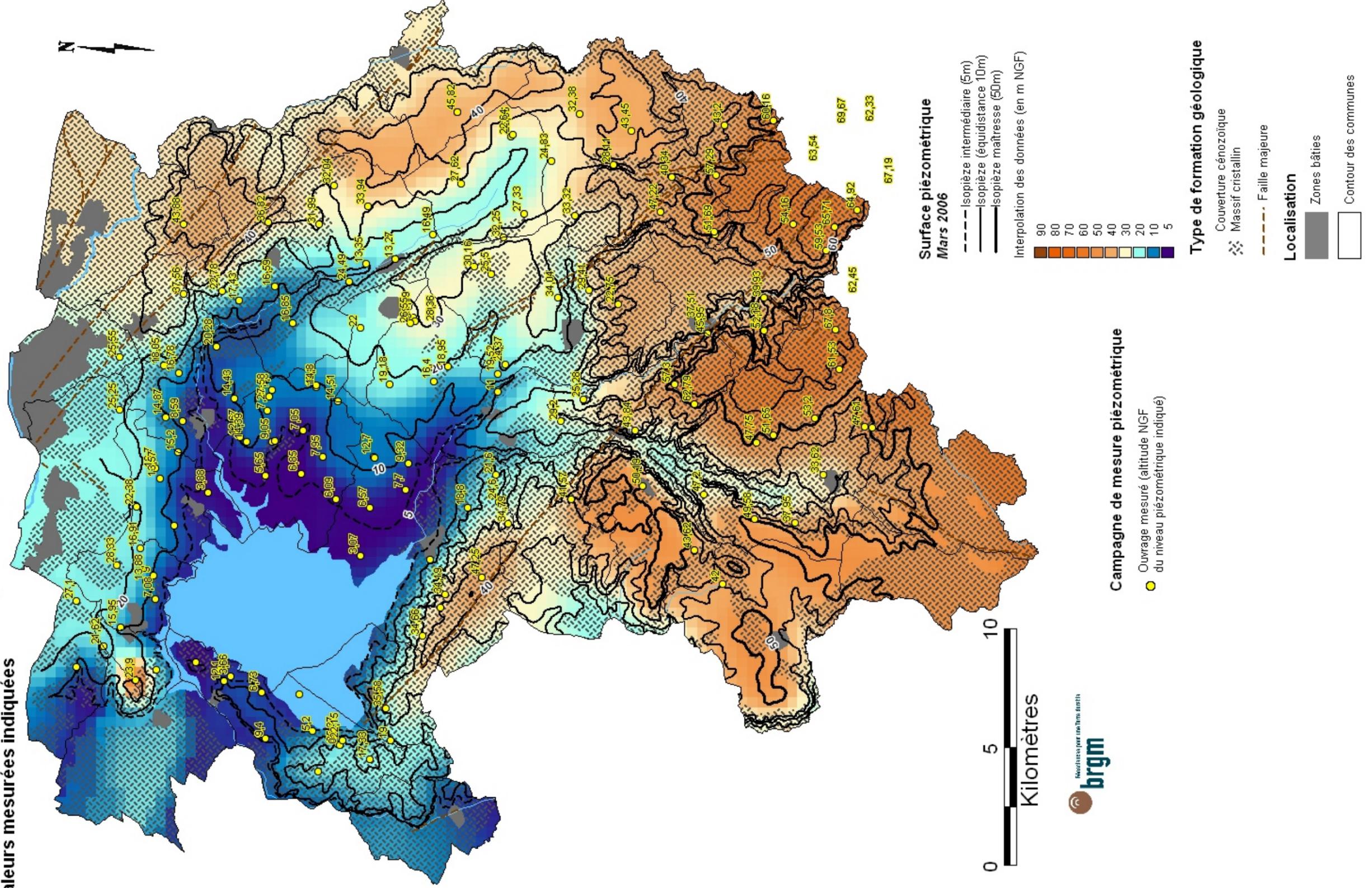
Annexe 4

Carte piézométrique hautes eaux (Mars 2006)

PIEZOMETRIE HAUTES EAUX 2006 (mars 2006)



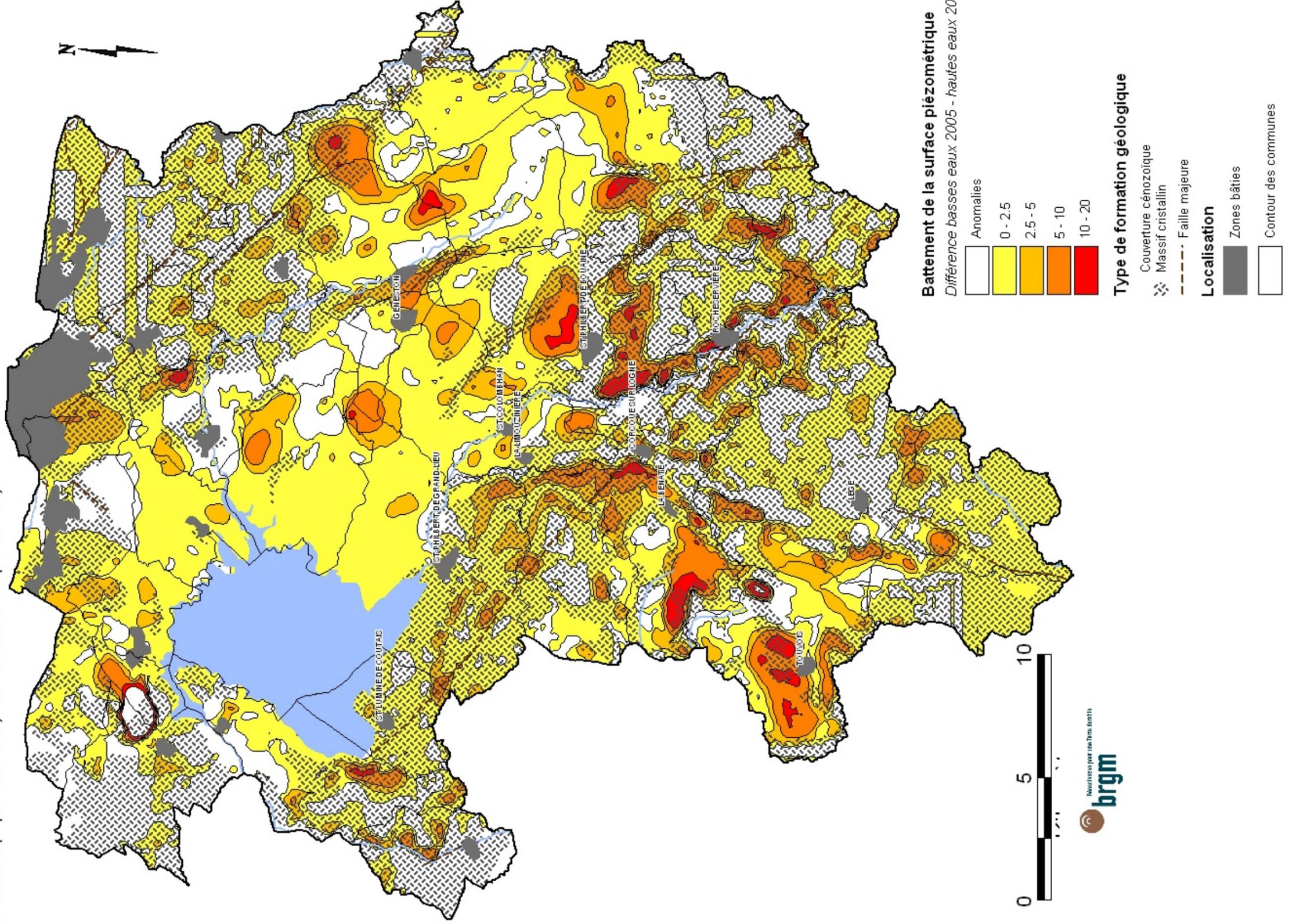
PIEZOMETRIE HAUTES EAUX 2006 (mars 2006)
Valeurs mesurées indiquées



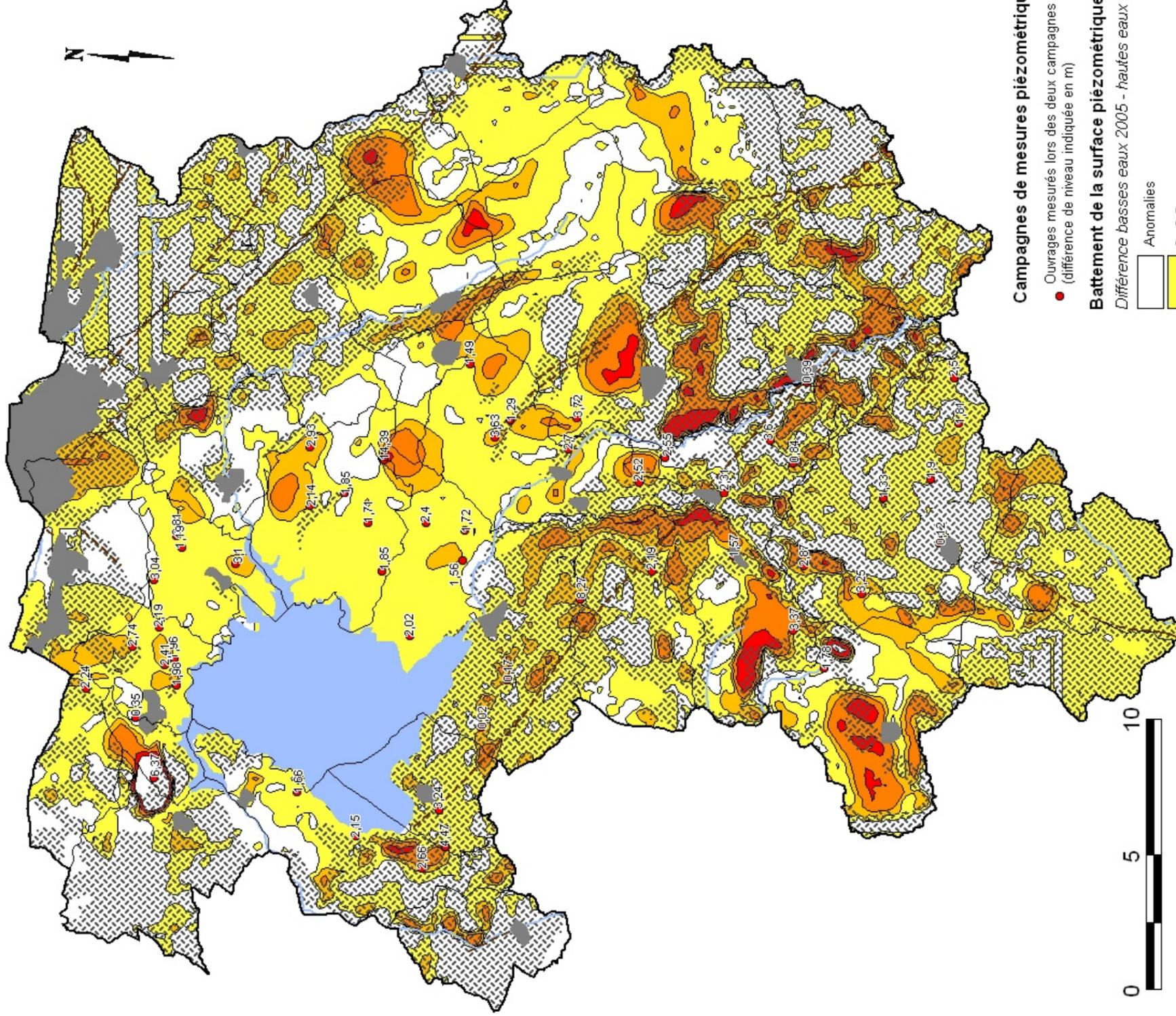
Annexe 5

Carte du battement de la surface piézométrique *(Différence d'altitude entre la surface piézométrique de mars 2006 et celle de septembre 2005)*

BATTEMENT DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE
Différence d'altitude de la surface piézométrique entre les basses eaux (septembre 2005) et les hautes eaux (mars 2006)



BATTEMENT DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE
Différence d'altitude de la surface piézométrique entre les basses eaux (septembre 2005) et les hautes eaux (mars 2006)

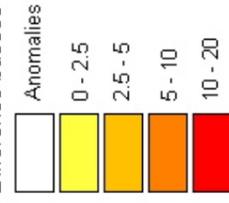


Campagnes de mesures piézométriques Br

- Ouvrages mesurés lors des deux campagnes (différence de niveau indiquée en m)

Battement de la surface piézométrique

Différence basses eaux 2005 - hautes eaux 2006



Type de formation géologique

- Couverture cénozoïque
- Massif cristallin
- Faïlle majeure

Localisation

- Zones bâties
- Contour des communes



Annexe 3

Campagne piézométrique complémentaire dans le bassin de Grand-Lieu (44) Rapport BRGM/RP-55134-FR de décembre 2006



Campagne piézométrique complémentaire dans le bassin de Grand-Lieu (44)

Rapport final

BRGM/RP-55134-FR
Décembre 2006

Campagne piézométrique complémentaire dans le bassin de Grand-Lieu (44)

Rapport final

BRGM/RP-55134-FR
Décembre 2006

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2006 EAUB36

E. Rouxel
Avec la collaboration de
A. Lereculey

Vérificateur :

Nom : Pierre CONIL
Date : décembre 2006

Approbateur :

Nom : Pierre CONIL
Date : décembre 2006

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : Loire-Atlantique, Grand-Lieu, Hydrogéologie, Piézométrie, Bassin d’effondrement, Tertiaire

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

ROUXEL E. avec la collaboration de LERECULEY A. (2006) – Campagne piézométrique complémentaire dans le bassin de Grand-Lieu (44) – Rapport final - Rapport BRGM/RP-55134-FR, 61 p, 4 illustrations et 9 annexes.

Synthèse

La gestion des eaux dans le bassin du lac de Grand Lieu constitue un enjeu important.

Dans le cadre d'une réflexion engagée sur la gestion volumique des eaux souterraines dans le bassin de Grand-Lieu, une synthèse a été effectuée en 2004-2005 par le BRGM dans le cadre de la fiche de service public d'appui aux services chargés de la police de l'eau. Ce travail montre que les données quantitatives et qualitatives disponibles s'avèrent ponctuelles. Elles ne permettent pas d'avoir une vision globale du fonctionnement de l'hydrosystème constitué par le lac, les cours d'eau qui l'alimentent et les aquifères.

Deux campagnes de mesures piézométriques à l'échelle du bassin versant ont donc été réalisées en automne 2005 (basses eaux) et printemps 2006 (hautes eaux). Ces travaux ont été cofinancés par la DIREN Pays de la Loire et le Brgm (Rapport RP-54732-FR, 2006). La cartographie piézométrique a permis d'établir pour l'ensemble de la zone la direction d'écoulement des eaux souterraines. Ce travail a en particulier mis en évidence un réservoir sédimentaire en bordure Est du lac particulièrement intéressant puisque les eaux s'y écoulent nettement en direction du lac.

Etant donné l'échelle de travail initiale, la piézométrie dans la frange de ce réservoir bordant le lac doit être précisée. Cette frange d'environ 3 km présente en effet un enjeu important dans la compréhension des échanges nappe-lac.

A la demande de la DDAF de Loire-Atlantique, le Brgm a donc réalisé une campagne de mesure piézométrique complémentaire en juillet 2006 (en niveau dynamique) sur le secteur bordant le lac. Ce rapport présente les résultats de cette étude complémentaire cofinancée par la DDAF de Loire-Atlantique et le Brgm.

Les cartes suivantes ont été produites :

- carte piézométrique sur un fond IGN (scan 25),
- carte piézométrique sur l'interpolation du Modèle Numérique de Terrain (MNT),
- carte de profondeur du niveau statique (différence du MNT interpolé et de la surface piézométrique interpolée).

L'étude de ces cartes permet de mieux décrire le mode d'écoulement des eaux souterraines dans le secteur étudié. Il en ressort que :

- la surface piézométrique suit la topographie tout en l'atténuant,
- les gradients sont plus faibles dans la moitié sud du secteur étudié (lié à la topographie, à l'épaisseur et à la perméabilité des formations aquifères),

- la nappe des sables pliocènes contribue à l'alimentation du réseau de cours d'eau qui parcourent cette zone, elle contribue vraisemblablement aussi à l'alimentation du lac,
- aucun rabattement important de la surface piézométrique n'apparaît sur les cartes. Des rabattements très localisés existent néanmoins.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Contexte de l'étude.....	9
2.1. LOCALISATION.....	9
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	10
3. Campagne de mesures piézométriques - Juillet 2006.....	13
3.1. OBJECTIF	13
3.2. DEROULEMENT DES TRAVAUX.....	13
3.2.1. Programme de l'étude	13
3.2.2. Préparation de la campagne de mesures.....	14
3.2.3. Campagne de juillet 2006.....	15
3.2.4. Nivellement.....	15
4. Synthèse et exploitation des données	17
4.1. ETABLISSEMENT DES CARTES PIEZOMETRIQUES	17
4.1.1. Vérification des données	17
4.1.2. Méthode de travail	18
4.1.3. Présentation des cartes.....	18
4.2. COMMENTAIRE DE SURFACE PIEZOMETRIQUE EN JUILLET 2006	19
5. Conclusion	21

Liste des illustrations

Illustration 1- Situation de la zone d'étude.....	9
Illustration 2 - Extrait de la carte géologique de la France à 1/50.000 (Feuille 508 – Saint Philbert de Grand Lieu)	11
Illustration 3 - Graphique de contrôle de la cohérence des données recueillies.....	17
Illustration 4 - Carte de localisation des rabattements locaux constatés	20

Liste des annexes

Annexe 1 Carte de préparation de la campagne piézométrique complémentaire de juillet 2006.....	23
Annexe 2 Fiche utilisée pour le report des informations recueillies pendant la campagne	27
Annexe 3 Campagne de juillet 2006, Liste des ouvrages mesurés	31
Annexe 4 Campagne de juillet 2006, Situation des ouvrages mesurés.....	37
Annexe 5 Photographies de quelques points de mesure.....	41
Annexe 6 Carte piézométrique en niveau dynamique (juillet 2006).....	47
Annexe 7 Carte piézométrique en niveau dynamique (juillet 2006) sur fond de MNT interpolé	51
Annexe 8 Carte de profondeur de la surface piézométrique (juillet 2006) (<i>Différence d'altitude entre le Modèle Numérique de Terrain et la surface piézométrique de juillet 2006</i>).....	55
Annexe 9 Carte des profondeurs du socle (Données BSS).....	59

1. Introduction

Dans le cadre d'une réflexion engagée sur la gestion volumique des eaux souterraines dans le bassin de Grand-Lieu, le Brgm a été sollicité en 2004 par la Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts (DDAF) de Loire-Atlantique et par la DIREN Pays de la Loire dans le cadre de la fiche de Service Publique «Appui aux services Chargés de la Police des eaux souterraines», pour réaliser une première étude.

Finalisée en mars 2005 (BRGM/RP-53680-FR), cette étude comporte :

- un bilan des connaissances existantes sur le bassin de Grand-Lieu,
- une évaluation de l'impact des prélèvements agricoles effectués lors de la période estivale,
- une liste d'actions complémentaires à mener pour affiner les connaissances sur ce secteur.

A l'issue de ce travail, il est notamment apparu que la réalisation de campagnes piézométriques menées en basses et hautes eaux serait nécessaire pour établir les sens d'écoulement des eaux souterraines et permettre de mieux caractériser les relations entre les eaux souterraines et les eaux superficielles (rivières, lac de Grand Lieu). Ces cartes piézométriques en situation de basses et hautes eaux ont été réalisées dans le cadre d'une convention de partenariat Brgm - DIREN Pays de la Loire (BRGM/RP-54732-FR, 2006).

La cartographie piézométrique a permis d'établir pour l'ensemble de la zone la direction d'écoulement des eaux souterraines. Ce travail a notamment mis en évidence un réservoir sédimentaire en bordure Est du lac particulièrement intéressant puisque les eaux s'y écoulent nettement en direction du lac.

Etant donné l'échelle de travail initiale, la piézométrie dans la frange de ce réservoir bordant le lac devait être précisée. Cette frange d'environ 3 km présente en effet un enjeu majeur dans la compréhension des échanges nappe-lac.

Ainsi, l'étude a pour objectif de dresser la carte piézométrique de la nappe présente dans les formations sédimentaires en bordure du lac de Grand-Lieu à une échelle plus fine. Ces travaux sont cofinancés par la DDAF Loire-Atlantique et le Brgm.

2. Contexte de l'étude

2.1. LOCALISATION

Le lac de Grand-Lieu est situé au Sud de l'agglomération nantaise. Le bassin versant d'alimentation du Lac couvre un secteur de 840 km². Le secteur couvert par les campagnes de mesures piézométriques de septembre 2005 et mars 2006 représente 980 km² au total et englobe toute la partie aval du bassin versant d'alimentation du lac de Grand-Lieu.

La campagne de juillet 2006 a été réalisée sur un secteur d'environ 40 km². Les communes concernées par cette étude sont Pont Saint Martin, La Chevrolière et Saint Philbert de Grand-Lieu.

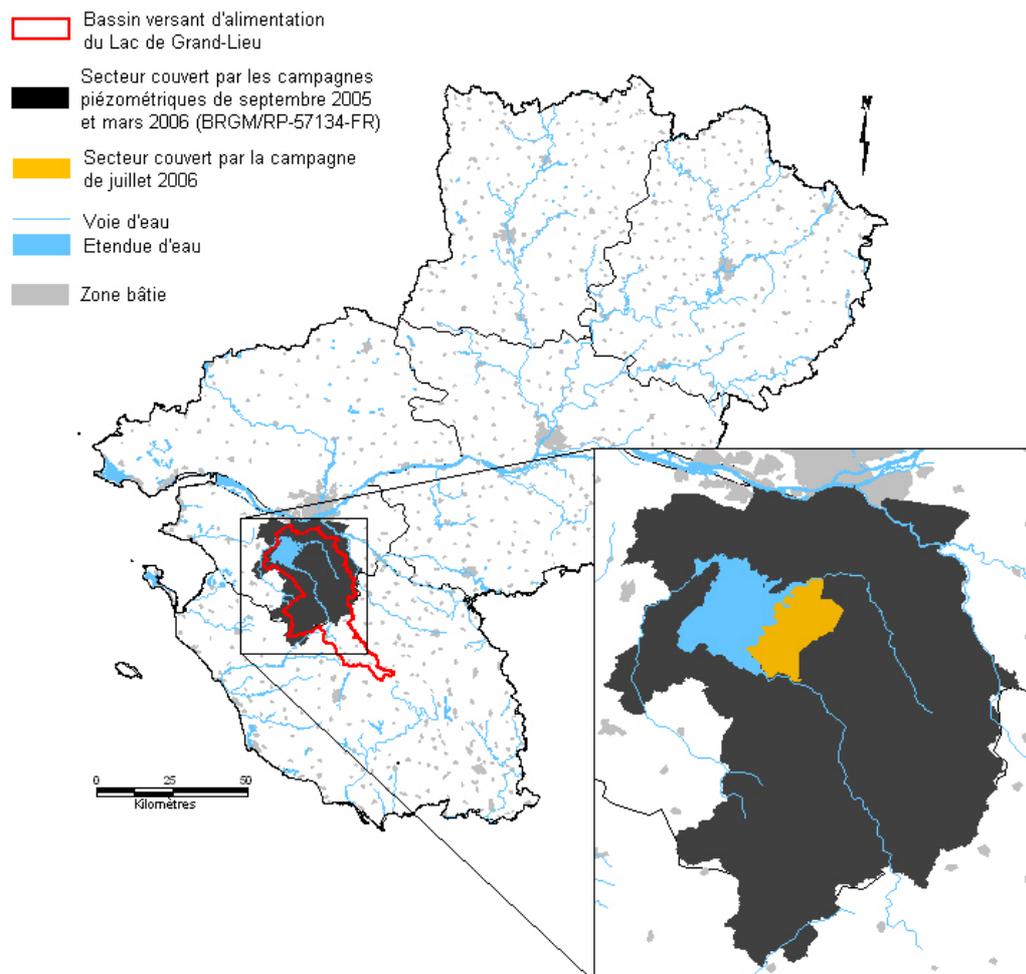


Illustration 1- Situation de la zone d'étude

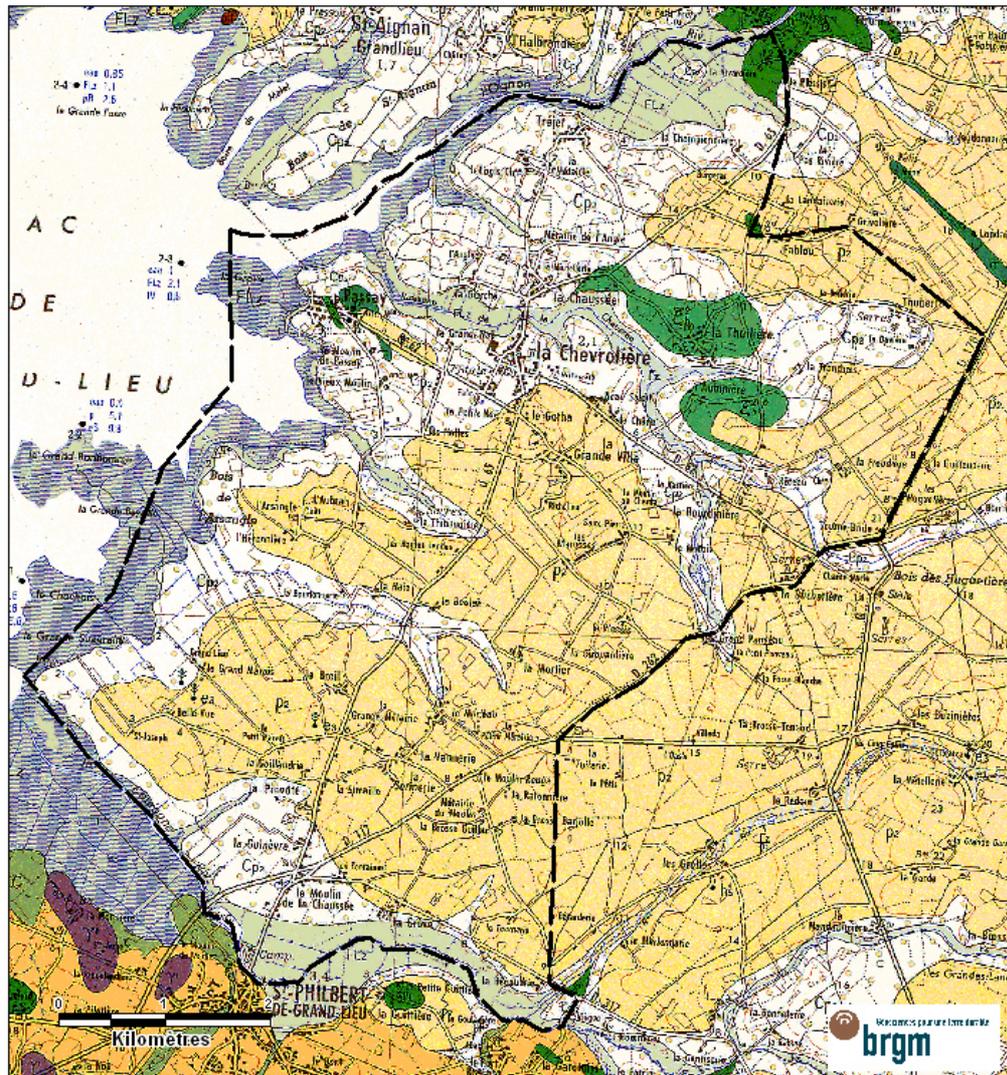
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Les contextes géologique et hydrogéologique du bassin de Grand-Lieu sont décrits plus en détail dans les rapports BRGM/RP-53680-FR (2005) et BRGM/RP-55134-FR (2006).

Le substratum de la dépression de Grand-Lieu est constitué par un socle cristallin. Cette vaste zone effondrée se présentant sous la forme d'un triangle de 9 km sur 7 km est comblée par des formations sédimentaires d'âge Tertiaire (Cénozoïque) restées piégées. Elle constitue donc une ressource hydrogéologique intéressante sur le plan quantitatif.

Les caractéristiques hydrodynamiques sont toutefois fortement variables. Elles sont conditionnées par l'épaisseur des formations et la présence potentielle de niveaux argileux.

La distinction entre les sables et les cailloutis pliocènes en place, les colluvions de fond de versants, les alluvions périglaciaires et les alluvions fluviales est le plus souvent très délicate à faire. Ainsi, en hydrogéologie, ces formations sont le plus souvent prises en compte avec les formations tertiaires dans un même ensemble. C'est plus particulièrement cette unité hydrogéologique que concerne la présente cartographie piézométrique.



 Secteur couvert par la campagne piézométrique de juillet 2006

FORMATIONS QUATERNAIRES	
	Alluvions actuelles et subactuelles (Holocène) : limons remaniés, sables et graviers pliocènes remaniés.
	Alluvions holocènes, masquant le Pliocène.
	Tourbes
	Alluvions fluvio-lacustres : vases et sables.
	Alluvions fluvio-marines : vases et sables.
	Dépôts de versants : colluvions (C), formations de solifluxion (CS), limons et sables.
	Colluvions sur Eocène.
	Colluvions alimentées par les graviers pliocènes.
	Colluvions alimentées par les granites.
FORMATIONS TERTIAIRES	
	Pliocène marin : sables rouges et galets de quartz et de silice.
	Redonien : sables, argiles et calcaires.
	Helvétien : calcaires faluniers (les Jarries).

Illustration 2 - Extrait de la carte géologique de la France à 1/50.000 (Feuille 508 – Saint Philbert de Grand Lieu)

3. Campagne de mesures piézométriques - Juillet 2006

3.1. OBJECTIF

Rappel du chapitre 2. du cahier des charges :

L'objectif de l'étude est d'affiner la vision de la situation des eaux souterraines a proximité du lac de Grand Lieu, sur le secteur mentionné ci-dessus, lorsque les prélèvements sont en cours.

A cette fin, il est proposé de mener une campagne piézométrique en juillet (pendant la période de prélèvement afin d'obtenir le niveau piézométrique dit dynamique). Compte tenu de la topographie peu marquée et de la précision altimétrique nécessaire pour l'interprétation des données, il sera également entrepris un nivellement, par DGPS, des ouvrages servant à la piézométrie. Les données seront ensuite intégrées dans un SIG et interprétées. La carte qui sera établie devrait ainsi permettre de préciser le sens des écoulements souterrains à cette période et d'évaluer le rôle des prélèvements. L'objectif de cette étude est d'affiner la vision de la situation des eaux souterraines a proximité du lac de Grand Lieu, sur le secteur mentionné au chapitre 2.1., lorsque les prélèvements sont en cours.

3.2. DEROULEMENT DES TRAVAUX

3.2.1. Programme de l'étude

Rappel du chapitre 2. du cahier des charges :

L'étude comportera les tâches suivantes :

- *Préparation de la campagne de mesures. Compte tenu de la superficie du secteur et de la précision recherchée, l'objectif est d'atteindre une trentaine de points de mesure.*
- *Campagne de mesures piézométriques en juillet 2006.*
- *Nivellement, au DGPS, des ouvrages ayant servi pour la piézométrie.*
- *Report des informations sur SIG.*
- *Analyse des données, tracé des courbes piézométriques, puis interprétation.*
- *Rédaction d'un court rapport présentant la méthodologie, les résultats et la carte de la profondeur des eaux souterraines sur le territoire de l'étude.*

3.2.2. Préparation de la campagne de mesures

Sélection des ouvrages et maillage du secteur

En application du Code Minier (articles 131 et 132, titre VIII du Livre I), le Brgm est chargé de collecter l'ensemble des informations relatives à la réalisation d'ouvrages souterrains dépassant 10 mètres de profondeur. Ces points sont numérotés et stockés dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS).

En préparation de la campagne, une sélection d'ouvrages a été réalisée dans la Banque de données du Sous-Sol sur le secteur d'étude. Ont été retenus tous les ouvrages référencés pouvant *a priori* faire l'objet d'une mesure piézométrique sans exclure les ouvrages exploités.

En complément, les déclarations préalables de travaux souterrains reçues au Brgm pour des points d'eau sur les communes concernées ont également été localisées pour être prises en compte lors de la campagne.

Tous ces ouvrages sont représentés sur la carte de préparation de la campagne de juillet 2006 figurant en Annexe 1.

Sur cette même illustration figure le maillage du secteur à cartographier. Le maillage permet de garantir l'homogénéité de la répartition des ouvrages mesurés.

Organisation du travail de terrain et matériel

Pour réaliser la campagne de mesures piézométriques, les techniciens disposaient des éléments suivant :

- fond IGN au 1/25.000 avec la localisation des ouvrages référencés en BSS pour reporter la situation des mesures réalisées ;
- fiches à remplir (une par mesure) pour s'assurer de l'exhaustivité et de l'homogénéité des informations recueillies sur chaque ouvrage (Annexe 2) ;
- un appareil photo numérique (pour prendre en photo chaque ouvrage) ;
- une sonde piézométrique ;
- une bombe de peinture (pour marquer le repère de mesure pris).

Pour faciliter l'accès aux points d'eau, un communiqué a été diffusé par la DDAF de Loire-Atlantique aux mairies concernées. Dans ce même objectif, le Brgm a été accompagné pendant la campagne par M. Pierre NEVEU sur le secteur de La Chevrolière – Pont Saint Martin et de M. Philippe GUILLET sur le secteur de Saint Philbert de Grand-Lieu. Leur connaissance du secteur et de la population a permis de faciliter grandement l'accès aux ouvrages privés. L'équipe a ainsi pu réaliser des mesures plus rapidement et sur un nombre d'ouvrages plus élevé.

3.2.3. Campagne de juillet 2006

La campagne était initialement prévue du 6 au 10 juillet 2006. Les mesures de niveau nécessaires pour l'établissement de la carte piézométrique en période de basses eaux ont finalement toutes pu être effectuées les 6 et 7 juillet 2006.

69 mesures ont été réalisées au total soit le double de l'objectif fixé. La cote du niveau d'eau au repère de Passay (La Chevrolière) a également été relevée le 6 et le 7 juillet. La liste détaillée des mesures effectuées est en annexe 2 et la carte présentant les ouvrages mesurés lors de cette campagne figure en annexe 3.

Lors de la campagne de mesures, l'équipe n'a rencontré qu'un seul refus de la part d'un particulier.

Les mesures ont été réalisées dans des ouvrages appartenant à des particuliers. Ces ouvrages étaient principalement des puits c'est-à-dire une excavation cylindrique de gros diamètre destinée à exploiter la première nappe d'eau souterraine. Ces puits ont une profondeur maximale de 8 à 10 m et sont parfois exploités (usage domestique, maraîchage). Les ouvrages mesurés qui n'étaient pas référencés en BSS (Banque de données du Sous-Sol) le seront grâce aux renseignements recueillis lors de la campagne (fiche d'ouvrage et photographie). Quelques exemples sont présentés sur les planches photographiques en annexe 5.

3.2.4. Nivellement

Le nivellement a été sous-traité par un cabinet de géomètres experts (Société SEVAUX & ASSOCIES - 35136 Saint Jacques de la Lande). Pour cette tâche, les éléments suivants ont été transmis :

- liste des ouvrages (INDICE, Coordonnées en Lambert II étendu, Nature du repère à niveler),
- carte de situation générale des ouvrages (fond IGN),
- photographie de chaque ouvrage,
- fiches de terrain renseignées (1/ ouvrage),
- pour les points difficiles à trouver : commentaires concernant l'accès, coordonnées du propriétaire, localisation indiquée sur une vue aérienne,
- avec leur accord, les coordonnées de M. Pierre Neveu et de M. Philippe Guillet.

La campagne de nivellement a eu lieu fin août 2006. Les données fournies pour chaque ouvrage sont :

- son indice,
- ses coordonnées exactes : X (LambertII), Y(Lambert II),
- l'altitude NGF du sol au pied de l'ouvrage,
- l'altitude NGF du repère de mesure indiqué.

4. Synthèse et exploitation des données

4.1. ETABLISSEMENT DES CARTES PIEZOMETRIQUES

4.1.1. Vérification des données

La cohérence des données piézométriques acquises a été vérifiée par le biais d'une analyse graphique simple (Illustration 3). Le report des couples Altitude nappe-Altitude topographique permet de constater que la surface piézométrique a une allure similaire à la surface topographique. Aucune valeur ne présentant pas un écart majeur vis-à-vis des autres, les données piézométriques de juillet 2006 sont donc cohérentes.

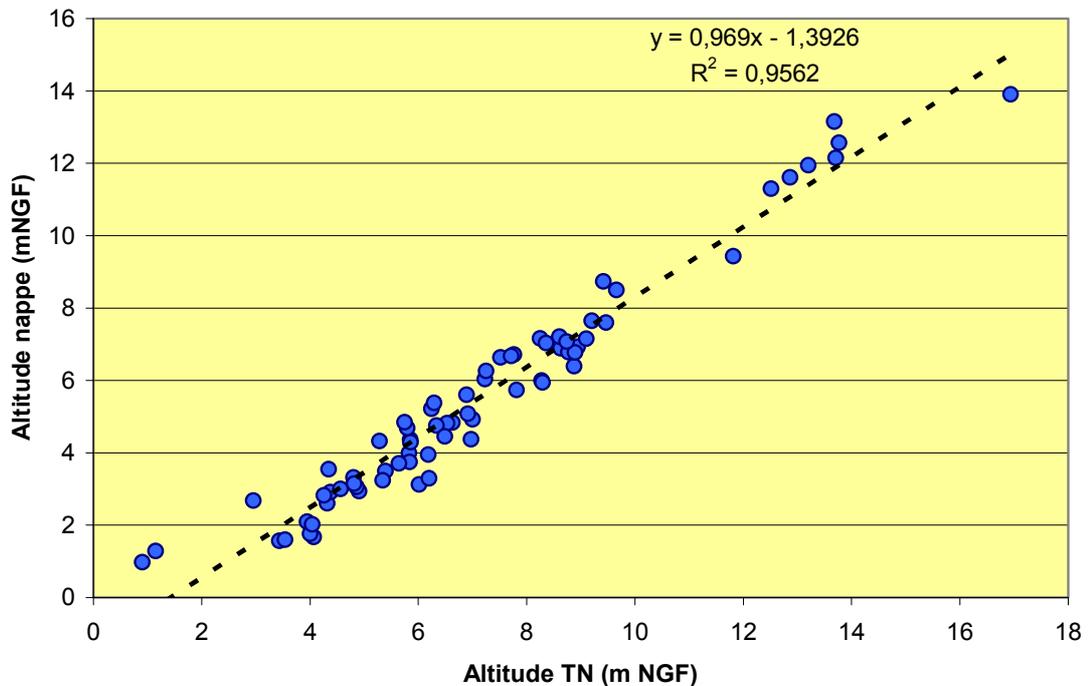


Illustration 3 - Graphique de contrôle de la cohérence des données recueillies

4.1.2. Méthode de travail

Les valeurs mesurées sur le terrain ont été converties en altitudes (m NGF) grâce aux données de nivellement. Elles ont été reportées sur un fond IGN (scan25).

En juillet 2006, la DDAF de Loire-Atlantique a transmis les informations dont elle disposait concernant les prélèvements d'eaux souterraines dans ce secteur. La situation des ouvrages recensés ainsi que les volumes prélevés (étiage 2004) ont également pu être reportés sur ce même document.

L'équidistance de ces courbes a été définie de manière à garder une bonne lisibilité sur tout le secteur et à traduire au mieux le comportement des eaux souterraines compte tenu de l'échelle de travail. Ainsi, l'équidistance des isopièzes est de 1 m. La valeur minimale étant 2 m et maximale 14 m.

Le tracé des isopièzes a été réalisé manuellement en prenant en compte les mesures piézométriques recueillies lors des campagnes mais aussi les aspects topographiques et hydrologiques (pour ne pas faire apparaître un débordement de nappe là où il n'y en a pas).

Les isopièzes ainsi établies ont ensuite été digitalisées pour pouvoir disposer d'une donnée numérique et utilisable.

4.1.3. Présentation des cartes

Sur cette base, 3 cartes ont été établies :

- **La carte piézométrique en niveau dynamique (juillet 2006)** : les isopièzes, les ouvrages mesurés et les ouvrages de prélèvement recensés représentés sur un fond IGN (scan 25).
- **La carte piézométrique en niveau dynamique (juillet 2006) sur fond de MNT interpolé** : cette carte permet de visualiser les éventuelles anomalies. Un prélèvement ou un apport d'eau important se traduisent respectivement par une dépression ou un bombement de la surface piézométrique là où la topographie n'en montre pas.
- **La carte de profondeur de la surface piézométrique (juillet 2006)** : cette carte résulte de la différence d'altitude entre le MNT (Modèle Numérique de Terrain) et la surface piézométrique de juillet 2006. **Cette carte permet de donner des ordres de grandeur de la profondeur des eaux souterraines.** La prise en compte du MNT, dont la précision est métrique (l'altitude est notée en entiers et l'unité est le mètre), induit en effet une certaine imprécision.

Ces cartes sont présentées en annexe 6, 7 et 8.

4.2. COMMENTAIRE DE SURFACE PIEZOMETRIQUE EN JUILLET 2006

La carte piézométrique dressée grâce aux mesures de juillet 2006 permet de constater que la surface piézométrique suit la topographie tout en l'atténuant.

La nappe libre cartographiée s'écoule vers le lac de Grand-Lieu et les cours d'eau qui s'y jettent. Sur la carte piézométrique, plusieurs lignes de partage des eaux souterraines apparaissent. Ces lignes individualisent quatre petits bassins à l'échelle du secteur cartographié.

Les gradients sont plus faibles dans la moitié Sud du Secteur (commune de Saint Philbert de Grand-Lieu). Ceci s'explique par la topographie moins accentuée mais traduit aussi une meilleure transmissivité des formations.

La transmissivité exprime la capacité de transfert d'une nappe. Cette caractéristique hydrodynamique est fonction de la perméabilité (K, en m/s) et de l'épaisseur de l'aquifère (e, en m) selon l'équation :

$$T \text{ (m}^2\text{/s)} = K * e$$

La carte présentée en annexe 9, issue du rapport de 2005 (Rapport BRGM/-53680-RP), permet de constater que c'est dans la partie sud du secteur cartographié que l'épaisseur des formations aquifères est la plus importante.

Les ouvrages réalisés dans la partie sud du secteur cartographié ont donc des productivités généralement meilleures que ceux réalisés sur la commune de la Chevrolière.

La nappe se comporte en nappe libre. Elle se raccorde au réseau hydrographique qui la draine. Les isopièzes mettent clairement en évidence l'alimentation des cours d'eau en partie par les eaux souterraines dans ce secteur.

Vis-à-vis du lac de Grand-Lieu, les eaux s'écoulent de la nappe en direction du lac. La surface piézométrique n'est à aucun endroit plus basse que le niveau du lac mesuré au repère de Passay (Commune de la Chevrolière) ce qui démontre que le lac n'alimente pas les eaux souterraines de la nappe des sables pliocènes.

La nappe des sables pliocènes contribue vraisemblablement à l'alimentation du lac. Seule la présence d'une limite étanche (ou éponte) comme une couche de formation argileuse d'épaisseur non négligeable au fond du lac peut constituer un obstacle.

Concernant l'impact des prélèvements d'eaux souterraines, il faut noter qu'un volume prélevé en nappe et en amont du lac constitue un volume d'eaux qui ne s'écoulera pas dans l'hydrosystème et qui n'aura donc aucune chance de contribuer à l'alimentation du lac de Grand-Lieu.

Aucun rabattement important de la surface piézométrique n'apparaît dans la carte piézométrique. Ceci étant, à certains endroits, des rabattements localisés dont l'extension atteint une cinquantaine de mètres ont été constatés lors de l'étape de

traçage des isopièzes et sont visibles sur la carte 1 (détail dans l'illustration ci-après). Etant donné leur faible rayon d'extension, les autres cartes ne reflètent pas ces rabattements.

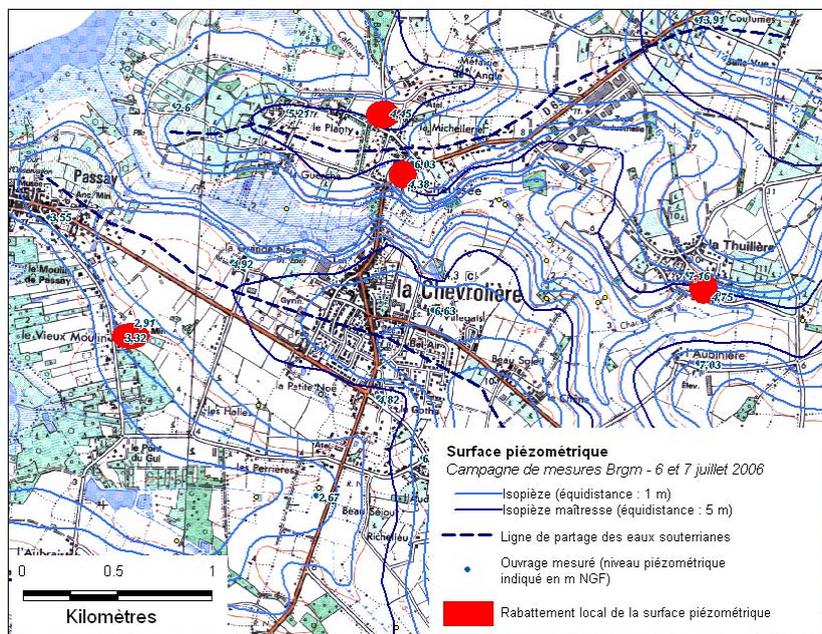


Illustration 4 - Carte de localisation des rabattements locaux constatés

D'autres rabattements localisés de cet ordre existent peut-être dans d'autres endroits du secteur étudié mais n'ont pas pu être détectés à cette échelle de travail.

5. Conclusion

Suite aux travaux récemment réalisés par le Brgm sur le bassin versant du lac de Grand-Lieu, cette étude avait pour objectif d'affiner la vision de la situation des eaux souterraines à proximité du lac de Grand Lieu, sur le secteur situé en bordure Est du lac de Grand-Lieu, lorsque les prélèvements sont en cours (en niveau dynamique).

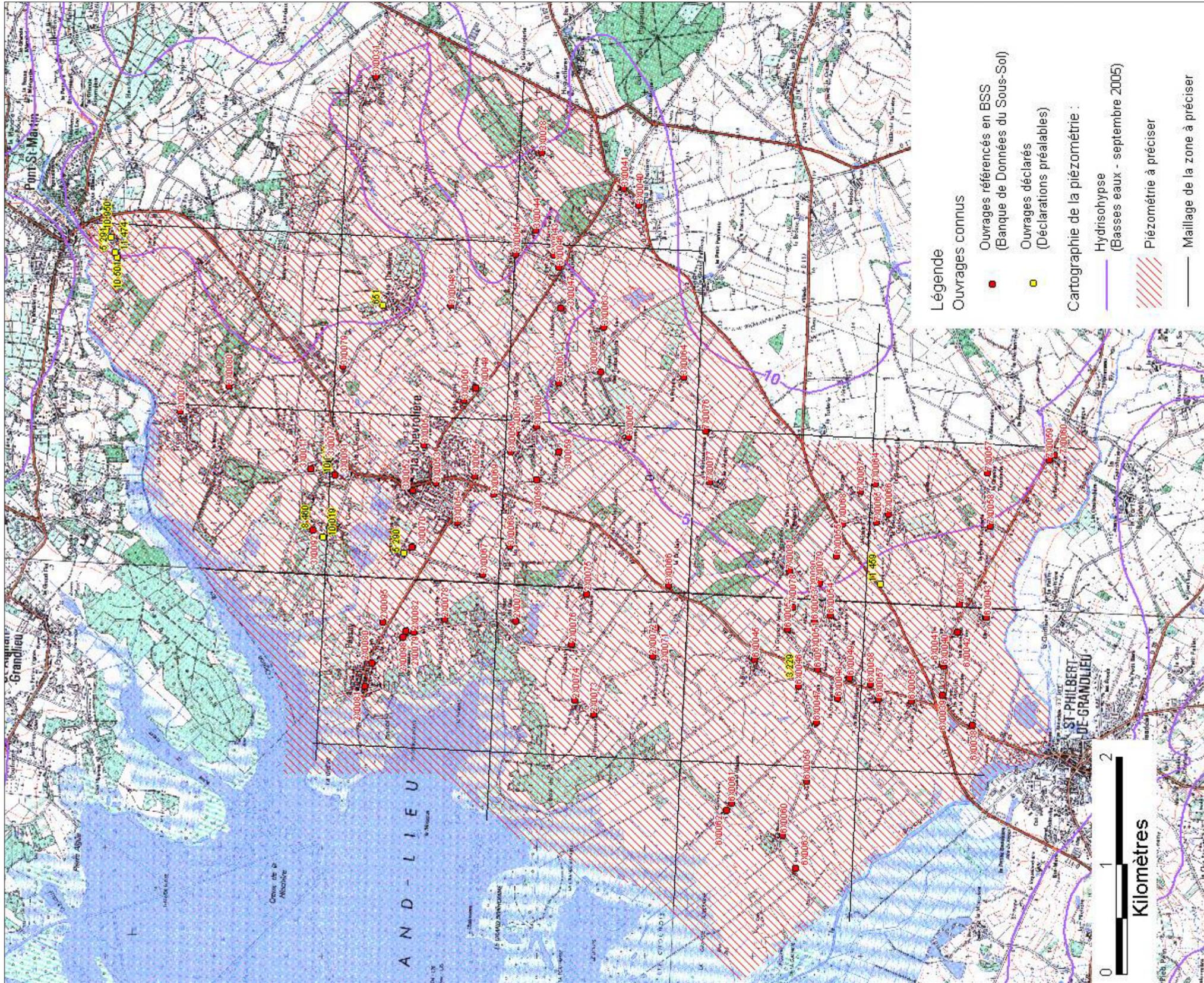
A cette fin, une campagne piézométrique a été menée en juillet 2006 (pendant la période de prélèvements afin d'obtenir le niveau piézométrique dit dynamique). Compte tenu de la topographie peu marquée et de la précision altimétrique nécessaire pour l'interprétation des données, les ouvrages mesurés lors de la campagne piézométrique ont été nivelés. Sur la base de ces données, la carte piézométrique a pu être établie.

L'étude des données piézométriques permet mieux décrire le mode d'écoulement des eaux souterraines dans le secteur étudié. Il en ressort que :

- la nappe se comporte en nappe libre, la surface piézométrique suit la topographie tout en l'atténuant,
- les gradients sont plus faibles dans la moitié sud du secteur étudié (lié à la topographie, à l'épaisseur et à la perméabilité des formations aquifères),
- la nappe des sables pliocènes contribue à l'alimentation du réseau de cours d'eau qui parcourent cette zone, elle contribue vraisemblablement aussi à l'alimentation du lac,
- aucun rabattement important de la surface piézométrique n'apparaît sur les cartes. Des rabattements très localisés existent néanmoins, tous ne sont pas mis en évidence par ce travail étant donné leur faible extension vis-à-vis de l'échelle de travail,
- le lac n'alimente pas les prélèvements d'eau souterraine situés à proximité (pas d'inversion d'écoulement).

Annexe 1

Carte de préparation de la campagne piézométrique complémentaire de juillet 2006



Annexe 2

Fiche utilisée pour le report des informations recueillies pendant la campagne

	PIEZOMETRIE GRAND LIEU CAMPAGNE DU 6 AU 10 JUILLET	
DATE :	FICHE N°	PHOTO N°
DESIGNATION OUVRAGE		
Indice BSS ou de déclaration :		
Ouvrage non référencé (<i>Número / Date de création</i>) :		
LOCALISATION OUVRAGE		
Commune / Lieu-dit :		
Repéré sur la carte ign <input type="checkbox"/>		
MESURE PIEZOMETRIQUE		
Profondeur du niveau d'eau :m		
Nature du repère (schéma si besoin) : <input type="checkbox"/> <i>Margelle</i> <input type="checkbox"/> <i>Haut tubage</i> <input type="checkbox"/> <i>Autre</i> :		
Hauteur du repère par rapport au TN :m		
CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE		
Type d'ouvrage : <input type="checkbox"/> <i>Forage</i> <input type="checkbox"/> <i>Puits</i> <input type="checkbox"/> <i>Autre</i> :		
Utilisation : <input type="checkbox"/> <i>Domestique</i> <input type="checkbox"/> <i>Irrigation</i> <input type="checkbox"/> <i>Industrielle</i> <input type="checkbox"/> <i>AEP</i> <input type="checkbox"/> <i>Géothermie</i> <input type="checkbox"/> <i>Autre</i> :		
Profondeur (connue / mesuré) :m		
Diamètre :cm		
Système de fermeture : <input type="checkbox"/> <i>Calle béton</i> <input type="checkbox"/> <i>Plaque métal</i> <input type="checkbox"/> <i>Capot tubage</i> <input type="checkbox"/> <i>Autre</i> :		
Présence d'une pompe (<i>oui/non ; état de la pompe</i>) :		
Proximité d'un ouvrage exploité (<i>oui/non ; distance approximative</i>) :		
ACCESSIBILITE		
Propriété : <input type="checkbox"/> <i>Privée</i> <input type="checkbox"/> <i>Publique</i>		
Propriétaire (<i>nom/adresse/coordonnées</i>) :		
Personne à contacter (<i>nom/adresse/coordonnées</i>) :		
Situation (<i>champ, bord de route, chemin, ...</i>) :		
SCHEMA D'ACCES / DU REPERE :		

Annexe 3

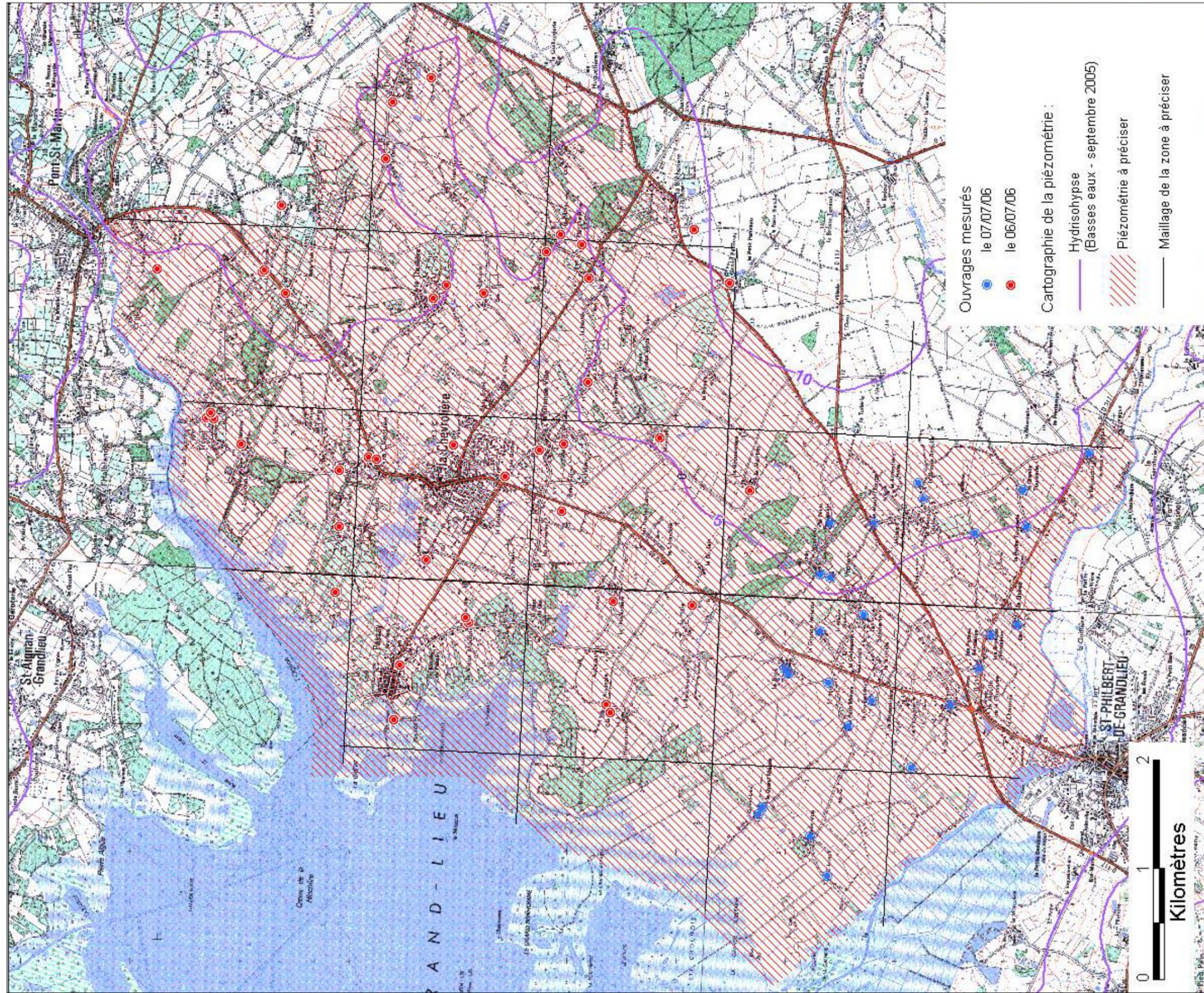
Campagne de juillet 2006, Liste des ouvrages mesurés

Identification.				Localisation				Caractéristiques de l'ouvrage.				Mesures.				
Date	Numéro point	Indice BSS	Nouveau n° point (date création)	Numéro photo	Commune	Lieu-dit	Adresse	Propriétaire	Type ouvrage	Usage	Système fermeture	Diamètre	Profondeur ouvrage mesurée	Nature repère	Hauteur repère/TN	Prof niveau eau
06/07/2006	1		01	fiche01	Pont Saint Martin	La Nivardière		Padiou Jean-Luc	Puits	Alimentation bétail	Aucun	1	5,4	Haut busage	1	0,93
06/07/2006	2		02	fiche02a, fiche02b	La Chevrolière	Bergerac	55 rue des landes de Tréjet	Visonneau Jeanne	Puits	Domestique	Bouts de bois	1	6,25	Margelle	0,57	2,13
06/07/2006	3		03	fiche03	La Chevrolière	Bergerac	55 rue des landes de Tréjet	Visonneau Jeanne	Puits	Domestique	Aucun	1	5,6	Margelle	0,6	1,8
06/07/2006	4		04	fiche04	La Chevrolière	Tréjet	8 rue du marais	Corbineau	Puits	Domestique	Plaque	1	5,57	Margelle	0,38	2,35
06/07/2006	5		05	fiche05	La Chevrolière	Tréjet	6 rue du Tréjet		Puits	Aucun		0,5	5,23	Margelle	0,32	2,16
06/07/2006	6		06	fiche06	La Chevrolière	Tréjet	Rue de Tréjet	"En vente"	Puits	Aucun	Dalle béton	1	6	Dalle béton	0,83	3,07
06/07/2006	7		07	fiche07	La Chevrolière	Le Planty	Rue de la Tomaserie		Puits	Aucun	Grille	1	4,2	Margelle	0,47	1,5
06/07/2006	8		08	fiche08a, fiche08b	La Chevrolière	Fief de l'angle			Puits	Aucun	Aucun	1	3,1	Margelle	0,52	2,24
06/07/2006	9		09	fiche09	La Chevrolière	La Thibaudière	n°8/10	Biton	Forage	Domestique	Plaque de métal	1	3,16	Grillage	0,72	1,68
06/07/2006	10	2X0074		fiche10	La Chevrolière	Arsangle		Pousset	Puits	Aucun	Aucun	1	3,82	Margelle	0,28	3,17
06/07/2006	11		10	fiche11	La Chevrolière	Arsangle		Pousset	Puits	Domestique	Aucun	0,4	4,47	Margelle	0,76	3,67
06/07/2006	12		11 (1976)	fiche12	La Chevrolière	La Haie			Forage	Irrigation	Dalle béton	1	5,6	Margelle	0,26	2,06
06/07/2006	13		12	fiche13	La Chevrolière	Vieux Moulin	3 rue du Vieux Moulin	Le Petit Patrick	Puits	Domestique	Dalle béton et tôles	1	6,5	Margelle	0,33	1,82
06/07/2006	14		13	fiche14	La Chevrolière	Vieux Moulin		Bibar	Puits	Aucun	Dalle béton	1	7,25	Margelle	0,47	1,94
06/07/2006	15		Repère Passay Neuf	fiche15	La Chevrolière	Passay			Echelle du Lac					Base du 2		0,27
06/07/2006	16	2X0080		fiche16	La Chevrolière	Passay	13 rue du Sable		Puits	Domestique	Plaque contreplaquée	1	4,36	Margelle	0,45	1,25
06/07/2006	17		14	fiche17a, fiche17b	La Chevrolière	La Grande Noé		entreprise Vinet	Puits	Occasionnel curage de fûts	Bois	1	7,32	Margelle	0,74	2,82
06/07/2006	18		15	fiche18a, fiche18b	La Chevrolière		L'étang du Gotha	Neveux Pierrick	Etang					Pierre marquée au coin de l'étang		0,28
06/07/2006	19		16 (sept 2005)	fiche19	La Chevrolière	L'Audouet		Guillon Marie-Claude	Forage	Domestique	Dalle béton		4,47	Margelle	0,5	2,37
06/07/2006	20	3X0051		fiche20	La Chevrolière	Villegais		Bresset	Puits	Domestique	Dalle béton	1	3,03	Margelle	0,2	1,09
06/07/2006	21	3X0056		fiche21	La Chevrolière	Grande Ville	Rue de l'Audouet		Puits	Aucun	Dalle béton	1	3,27	Margelle	0,45	1,5
06/07/2006	22	3X0055		fiche22	La Chevrolière			Arnaud Franck	Forage	Domestique	Dalle béton	1	3,19	Haut busage	0,52	2,23
06/07/2006	23	3X0065		fiche23	La Chevrolière	Marosses	n°18	Brenon Raymonde	Puits	Domestique	Dalle béton		4,29	Sommet dalle	0,39	2,41
06/07/2006	24		17	fiche24	La Chevrolière	Le Mortier	n°12	Loret	Puits	Domestique	Dalle béton		3,93		0	2,49
06/07/2006	25		18	fiche25	La Chevrolière	Le Grand Panveau		Mme Lebreton	Puits	Aucun	Plaque de métal	1	3,11	Margelle	0,75	1,97
06/07/2006	26		19	fiche26	La Chevrolière	La Buchetière	Rue des Rochettes	Noud Marcel	Puits	Domestique	Dalle béton	1	8,7	Dalle béton	0,74	2
06/07/2006	27		20	fiche27	La Chevrolière	La Buchetière	Rue des Rochettes	Noud Marcel	Forage	Aucun	Aucun		94	Haut tubage		1,53
06/07/2006	28		21	fiche28	La Chevrolière	La Thuillière			Puits	Domestique	Grille et textile	1	5,52	Margelle marquée	0,32	1,9
06/07/2006	29		22	fiche29	La Chevrolière	La Thuillière			Puits	Aucun	Plaque de métal et tôle ondulée.	1	4,2	Margelle	0,41	1,5
06/07/2006	30		23	fiche30	La Chevrolière	La Michellerie			Puits		Dalle béton	1	3,26	Margelle	0,58	1,78
06/07/2006	31	3X0011		fiche31	La Chevrolière	La Michellerie	n°26	Dubreuil	Puits	Domestique	Grillage	1,2	6,55	Grillage	0,72	2,76
06/07/2006	32		24	fiche32a, fiche32b	La Chevrolière	La Métairie		Fétisse	Puits	Aucun	Grille plus cadenas	1	3,9	Sommet busage	0,75	2,59
06/07/2006	33		25	fiche33	La Chevrolière		En face du 17 rue de la Chaussée	Barrière	Puits	Aucun	Grille		5,08	Haut du puits	0,46	3,06
06/07/2006	34		26	fiche34	La Chevrolière	La Coutume		Dotet	Puits	Aucun	Plaque de métal	1	6,6	Margelle	0,55	3,58
06/07/2006	35		27	fiche35	La Chevrolière	La Landoiserie		Delombrilly	Puits sans tête d'ouvrage	Aucun	Vieille palette	0,5	3,36	Pierre marquée au sommet du puits.	0	1,25
06/07/2006	36		28	fiche36	La Chevrolière	La Bellerie	n°7	Lhomelet	Puits	Domestique	Dalle béton	1	3,72	Dalle	0,61	1,77
06/07/2006	37		29	fiche37	La Chevrolière	Thubert			Puits		Dalle béton	1	10,2	Sommet dalle	0,88	2,44
06/07/2006	38		30 (2003)	fiche38a, fiche38b	La Chevrolière	La Davière		Neveux Pierrick	Puits		Dalle béton	1	10,73	Dalle béton	0,72	1,4
06/07/2006	39		31	fiche39	La Chevrolière	Les Basses Haies		Commune	Puits	Aucun	Buse béton + plaque de fer	1	5,47	Haut buse	0,66	2,4
06/07/2006	40	3X0045		fiche40	La Chevrolière	Les Basses Haies			Puits	Aucun	Plusieurs plaques de métal + grillage	>1	5,73	Grillage	0,25	1,54
06/07/2006	41		32	fiche41	La Chevrolière	La Planche Brue		Clouet Jean	Puits	Domestique	Tôle ondulée	>1	3,17	Margelle	0,45	1,44
06/07/2006	42		33	fiche42	La Chevrolière	La Bourdinière		Masse Alfred	Puits	Aucun	Grillage	0,5	3,83	Margelle	0,61	1,65
06/07/2006	43	3X0006		fiche43	La Chevrolière	Le Viuex Moulin au Champ		Pipaud	Puits	Domestique	Planche	1	4,3	Margelle	0,39	2,77
06/07/2006	44		34	fiche44	La Chevrolière	L'Aubinière	n°13	Ganucheau	Puits	Domestique	Grillage	>1	4,63	Margelle	0,31	1,64

Identification.				Localisation				Caractéristiques de l'ouvrage.				Mesures.				
Date	Numéro point	Indice BSS	Nouveau n° point (date création)	Numéro photo	Commune	Lieu-dit	Adresse	Propriétaire	Type ouvrage	Usage	Système fermeture	Diamètre	Profondeur ouvrage mesurée	Nature repère	Hauteur repère/TN	Prof niveau eau
07/07/2006	1		1	01	Saint Philbert	Bellevue		Guillet Philippe	Puits	Domestique	Dalle béton	>1	6,84	Dalle béton	0,61	2,47
07/07/2006	2	6X0060		02	Saint Philbert	Saint Joseph		Guillet Philippe	Puits	Domestique	Dalle béton	1	5,51	Dalle béton	0,54	2,94
07/07/2006	3	6X0062		03a, 03b	Saint Philbert	Grand-Lieu		De Courcy	Puits	Domestique	Tôle ondulée	1	3,54	Margelle	0,38	2,32
07/07/2006	4	6X0061		04	Saint Philbert	Grand-Lieu		Pouvreau Michel	Puits	Domestique	Dalle béton	1	4,66	Terrain naturel	0	2,24
07/07/2006	5	6X0047		05	Saint Philbert	Petit Marais		Hérault / Favre	Puits	Domestique	Dalle béton	1	3,32	Margelle	0,49	1,92
07/07/2006	6	6X0048		06	Saint Philbert	La Goilanderie		Brisson Jean	Forage	Domestique	Tôles	1	3,5	Margelle	0,23	2,03
07/07/2006	7	3229		07	Saint Philbert	Sainte Rose		Allouchérie	Puits	Domestique	Dalle béton	1	5,72	Dalle	0,37	2,27
07/07/2006	8		2	08	Saint Philbert	Le Breil		Le Briz	Puits	Domestique	Dalle béton	1	6,53	Dalle béton	0,73	2,22
07/07/2006	9	6X0045		09	Saint Philbert	Le Breil			Puits	Aucune	Grillage	0,8	3,07	Margelle	0,33	1,9
07/07/2006	10	6X0052		10	Saint Philbert	La Grande Métairie			Puits	Aucune	Pallettes	1	2,51	Margelle	0,32	1,44
07/07/2006	11	6X0054		11	Saint Philbert	La Sorinerie			Puits	Aucune	Grille	1	2,47	Margelle	0,57	1,48
07/07/2006	12		3	12	Saint Philbert	Le Monceau			Puits	Domestique	Aucun	1	3,72	Margelle	0,58	2,86
07/07/2006	13	7X0081		13	Saint Philbert	Le Monceau		Baron	Puits	Domestique	Grille		3,88	Margelle	0,48	2,83
07/07/2006	14		4		Saint Philbert	La Petite Métairie		Martin Jean-Yves	Puits	Aucune	Contreplaqué	1	2,5	Margelle	0,4	1,79
07/07/2006	15	7X0068		15	Saint Philbert	Le Moulin Rouge		Anciennement Durand	Puits	Aucune	Aucun	1	3,98	Haut du puits	0,57	2,56
07/07/2006	16		5	16	Saint Philbert	La Brosse Guillou		Le Bacle Philippe	Puits	Aucune	Dalle béton	1	3,62	Rebord buse	0	2,12
07/07/2006	17		6	17	Saint Philbert	La Brosse Barjolle		Lecat	Puits	Aucune	Dalle béton	1	3,09	Dalle béton	0,25	2,2
07/07/2006	18	7X0060		18	Saint Philbert	Le Moulin de Viegue		Guilbaud Odette	Puits	Aucune	Dalle béton	1	4,21	Dalle	0,38	2,49
07/07/2006	19	7X0058		19	Saint Philbert	La Petite Tournerie		Freuchet	Puits	Domestique	Plaque de métal	1	3,05	Margelle	0,64	1,57
07/07/2006	20		7	20	Saint Philbert	La Grande Tournerie		Guérin	Puits	Domestique	Dalle béton	1	6,45	Dalle	0,39	2,07
07/07/2006	21		8	21a, 21b	Saint Philbert	Les Chardronneaux		Bouvais Alain	Puits	Domestique	Dalle béton	1	5,7	Dalle	0	2,08
07/07/2006	22		9	22	Saint Philbert	La Grève		Cassard Jean	Puits	Domestique	Dalle béton	1	4,76	Dalle	0,5	2,17
07/07/2006	23	6X0042		23	Saint Philbert	Les Fontaines	n°30	Clénet	Puits	Elevage canards perdrix	Dalle béton + parpaings	1	3,89	Dalle béton	0,59	2,54
07/07/2006	24	6X0040		24a, 24b	Saint Philbert	Les Petites Fontaines		Baudry Antoine	Puits	Arrosage serres	Dalle béton		4,16	Rebord haut	0	2,11
07/07/2006	25		10	25	Saint Philbert	La Guinèvre		Guillet Paul	Puits	Domestique	Dalle béton	1	3,34	Dalle	0,74	2,3
07/07/2006	26		11	26	Saint Philbert	La Guinèvre		Charrier Jean Paul	Puits		Plaques de métal	1	4,56	Plaques dans le puits		2,22
07/07/2006	27		Repère Passay Neuf		Passay				Echelle du Lac					Base du 2		0,26

Annexe 4

Campagne de juillet 2006, Situation des ouvrages mesurés



Annexe 5

Photographies de quelques points de mesure



Exemple de puits "traditionnel" fréquemment rencontré
(La Chevrolière, Lieu-dit de la Michellerie)



Puits domestique
(Saint Philbert de Grand-Lieu)



Ancien et nouveau repère de Passay
(La Chevrolière)



Ouvrage utilisé pour l'alimentation du bétail, nappe affleurante
(Pont Saint Martin, Lieu-dit La Nivardière)



Puits sans tête d'ouvrage se situant au milieu d'un champ de maïs
(La Chevrolière)



Forage ne faisant plus l'objet
d'aucun usage
(La Chevrolière)



Puits situés dans des bâtiments (Saint Philbert de Grand Lieu)

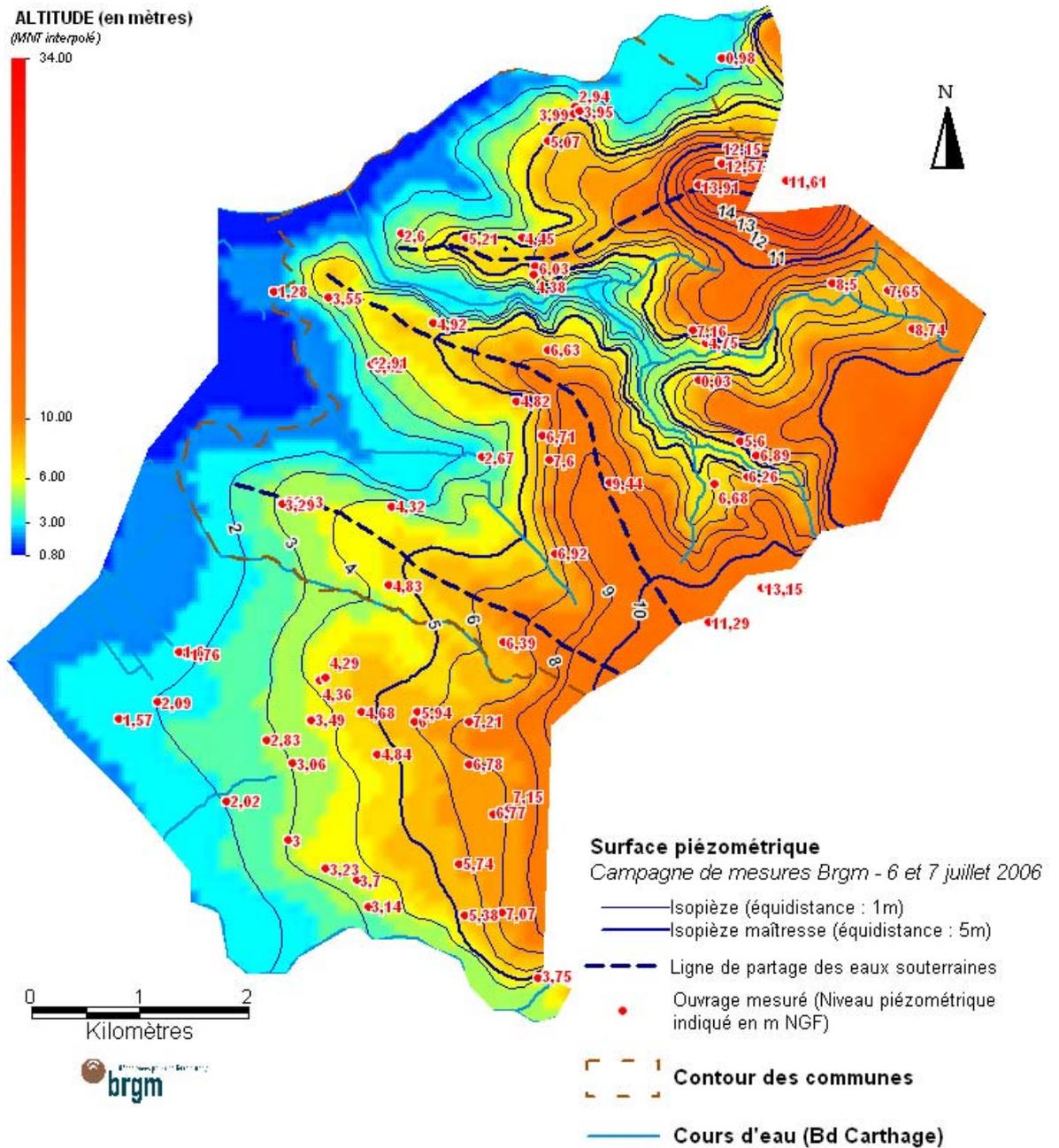
Annexe 6

Carte piézométrique en niveau dynamique (juillet 2006)

Annexe 7

Carte piézométrique en niveau dynamique (juillet 2006) sur fond de MNT interpolé

CARTE 2 - Surface piézométrique et topographie

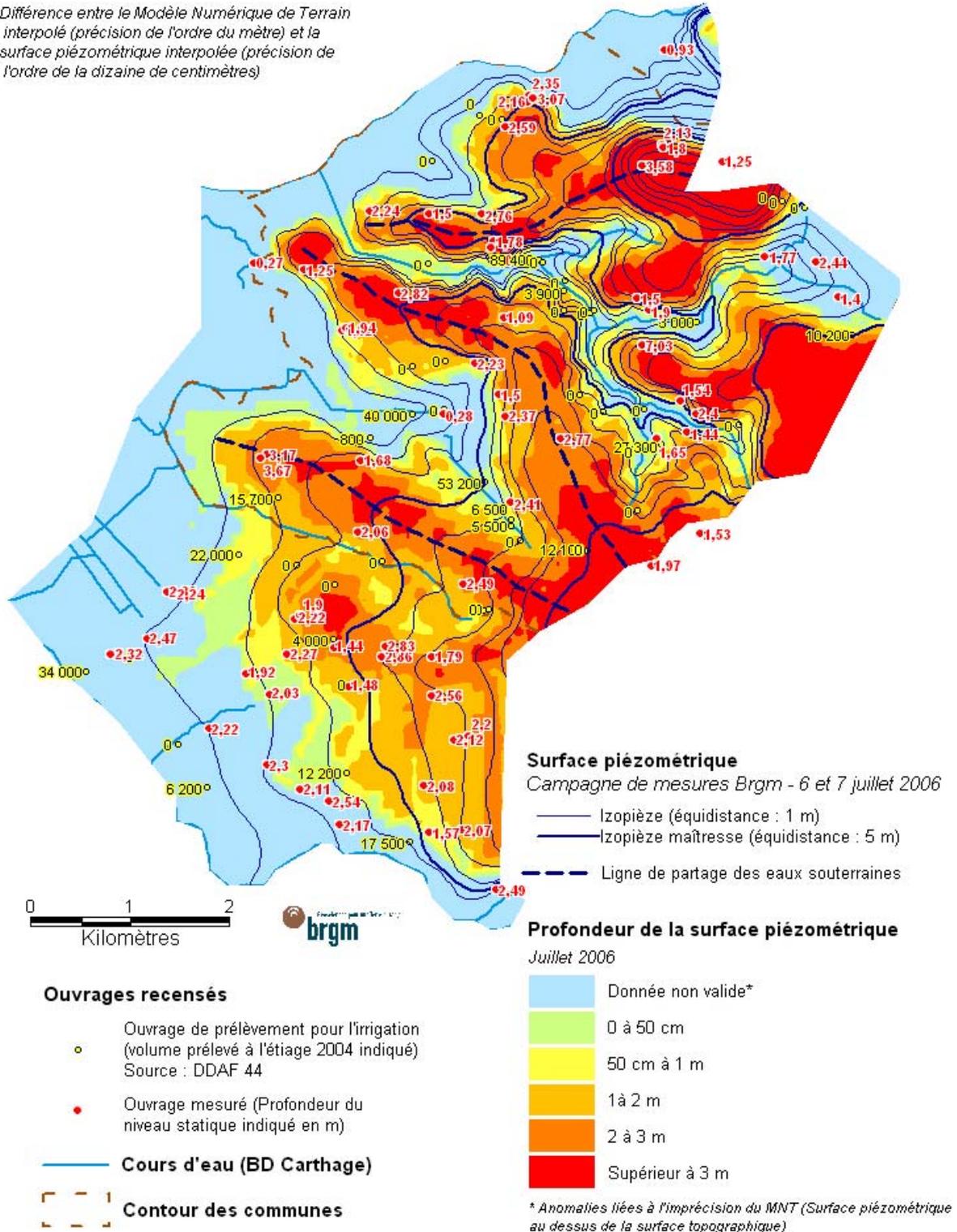


Annexe 8

Carte de profondeur de la surface piézométrique (juillet 2006) *(Différence d'altitude entre le Modèle Numérique de Terrain et la surface piézométrique de juillet 2006)*

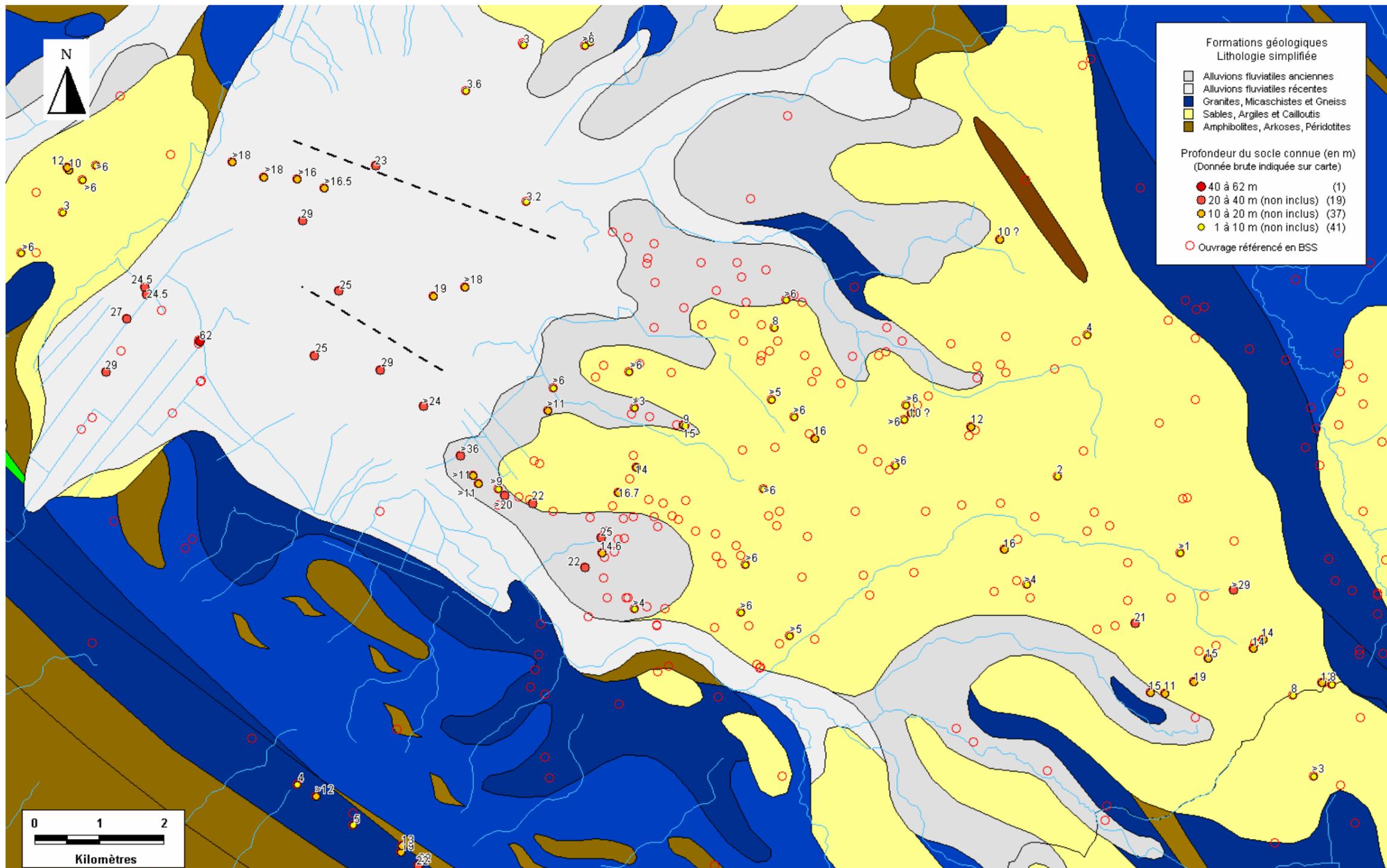
CARTE 3 - Profondeur de la surface piézométrique (Juillet 2006)

Différence entre le Modèle Numérique de Terrain interpolé (précision de l'ordre du mètre) et la surface piézométrique interpolée (précision de l'ordre de la dizaine de centimètres)



Annexe 9

Carte des profondeurs du socle (Données BSS)





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

Service géologique régional Pays de la Loire
1, rue des saumonières
BP 92342
44323 – Nantes cedex 3 - France
Tél. : 02 51 86 01 51



Rapport édité sur **Papier recyclé à 100 %**