

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 Public «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.

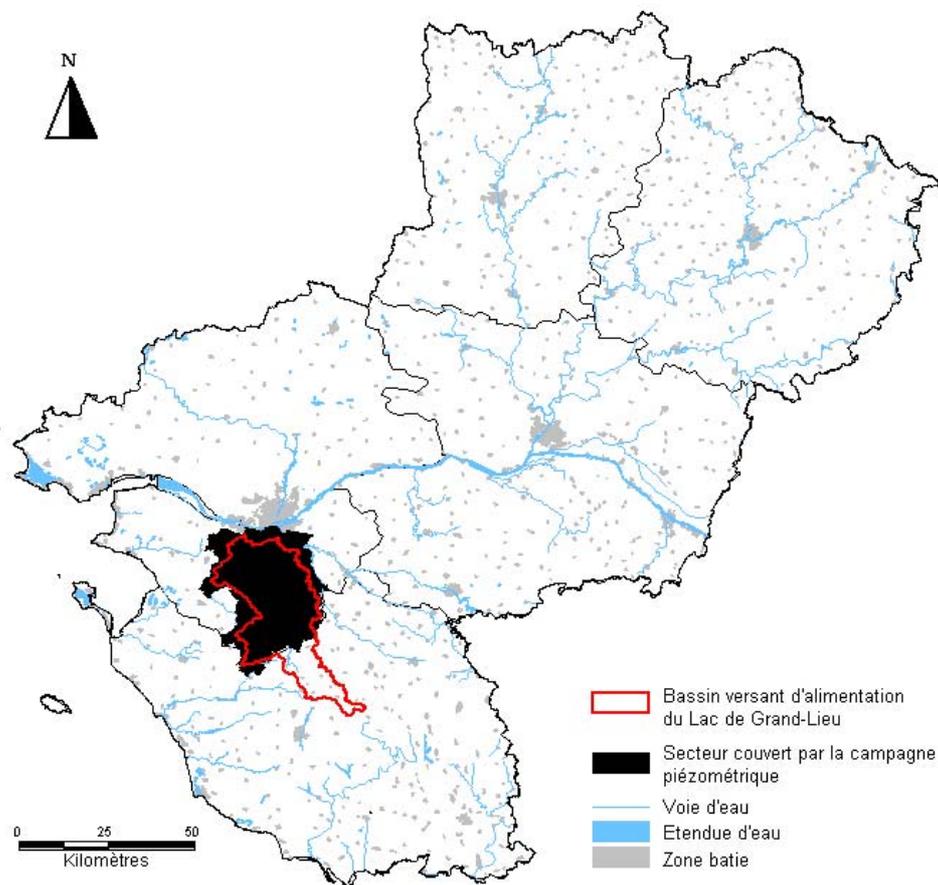


Illustration 1- Situation de la zone d'étude

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.

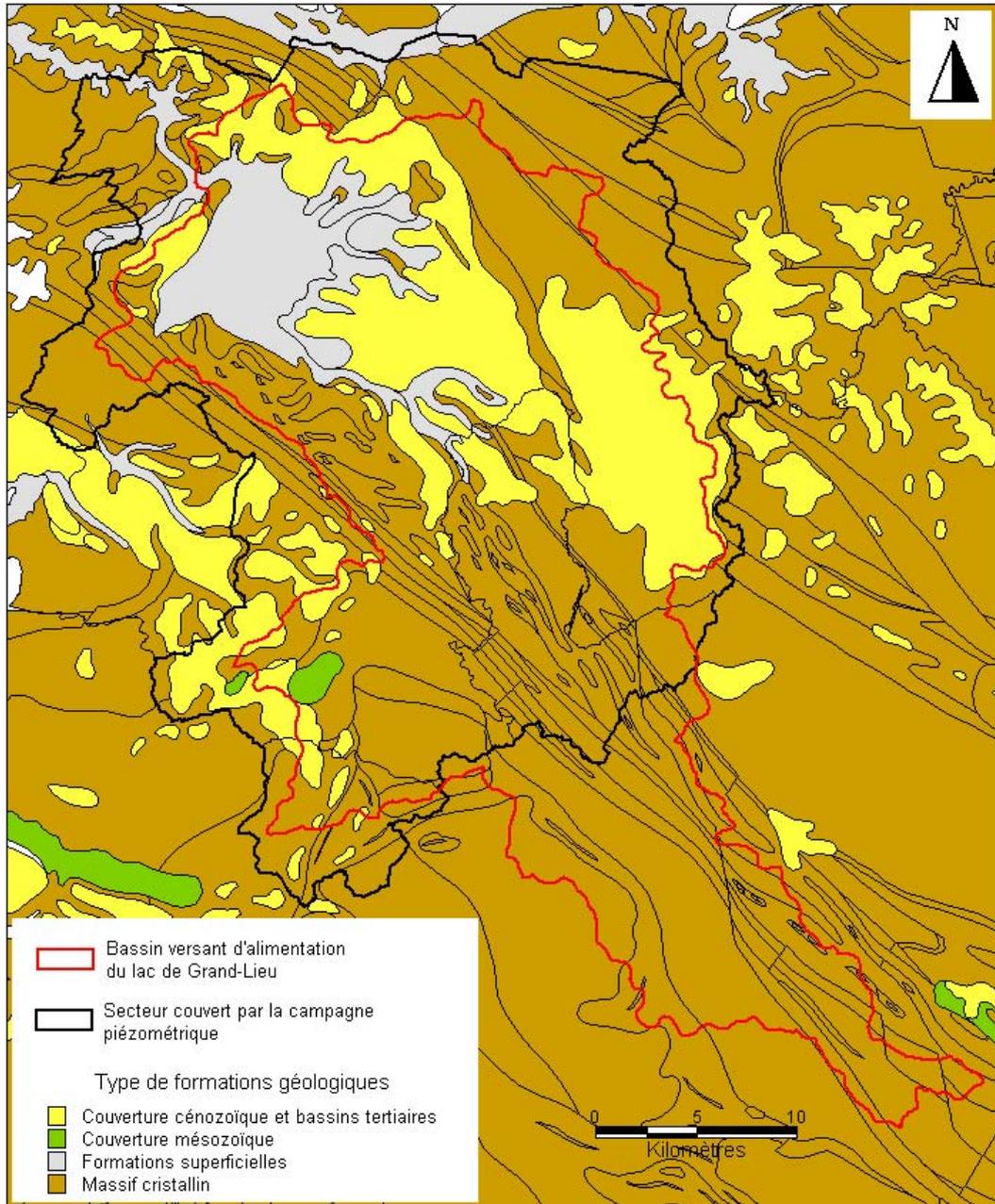


Illustration 2 – Géologie du secteur d'étude (d'après la carte au 1/250 000 des Pays de la Loire)

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.

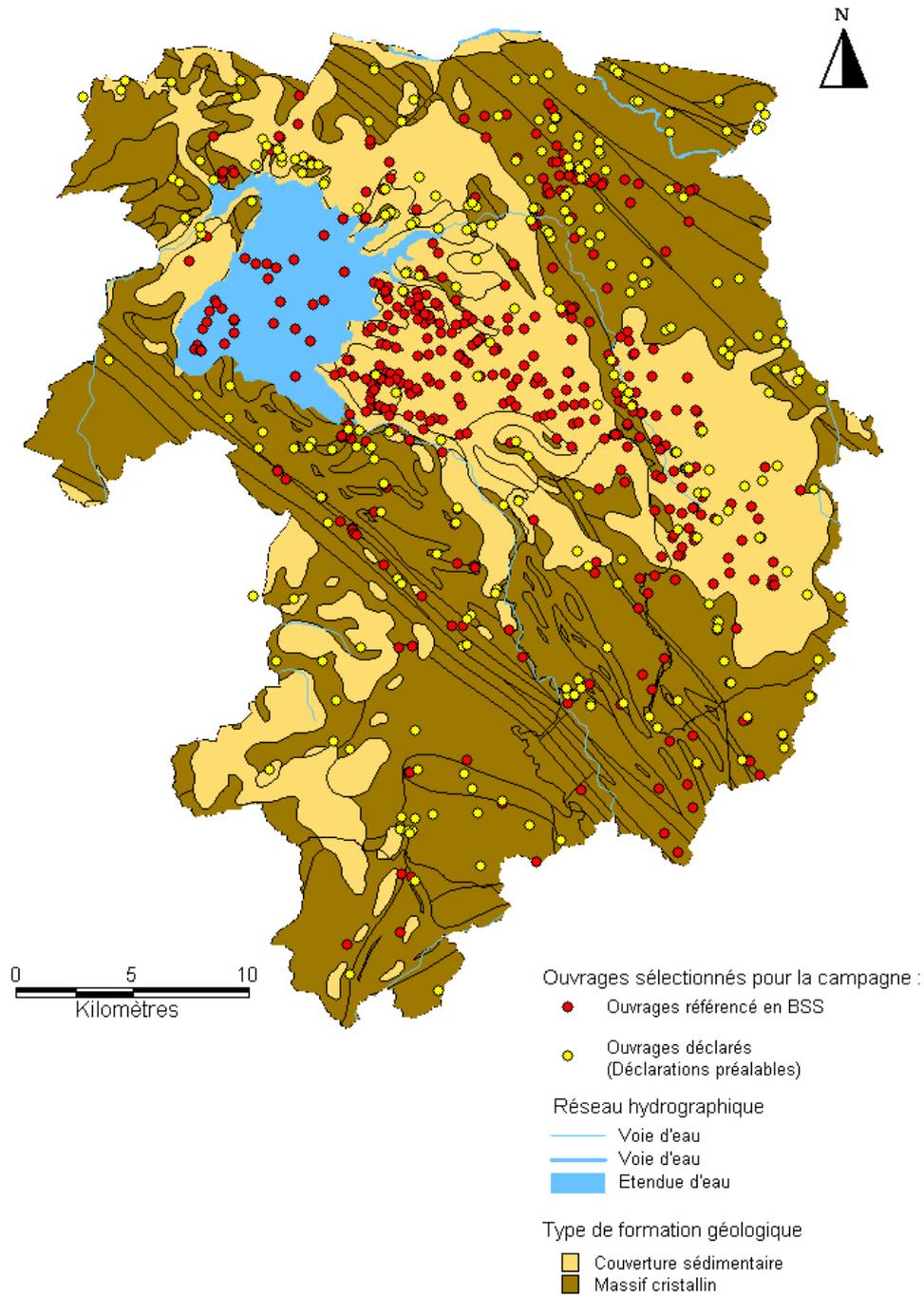


Illustration 3 - Ouvrages sélectionnés pour la campagne de mesures piézométriques de septembre 2005

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.

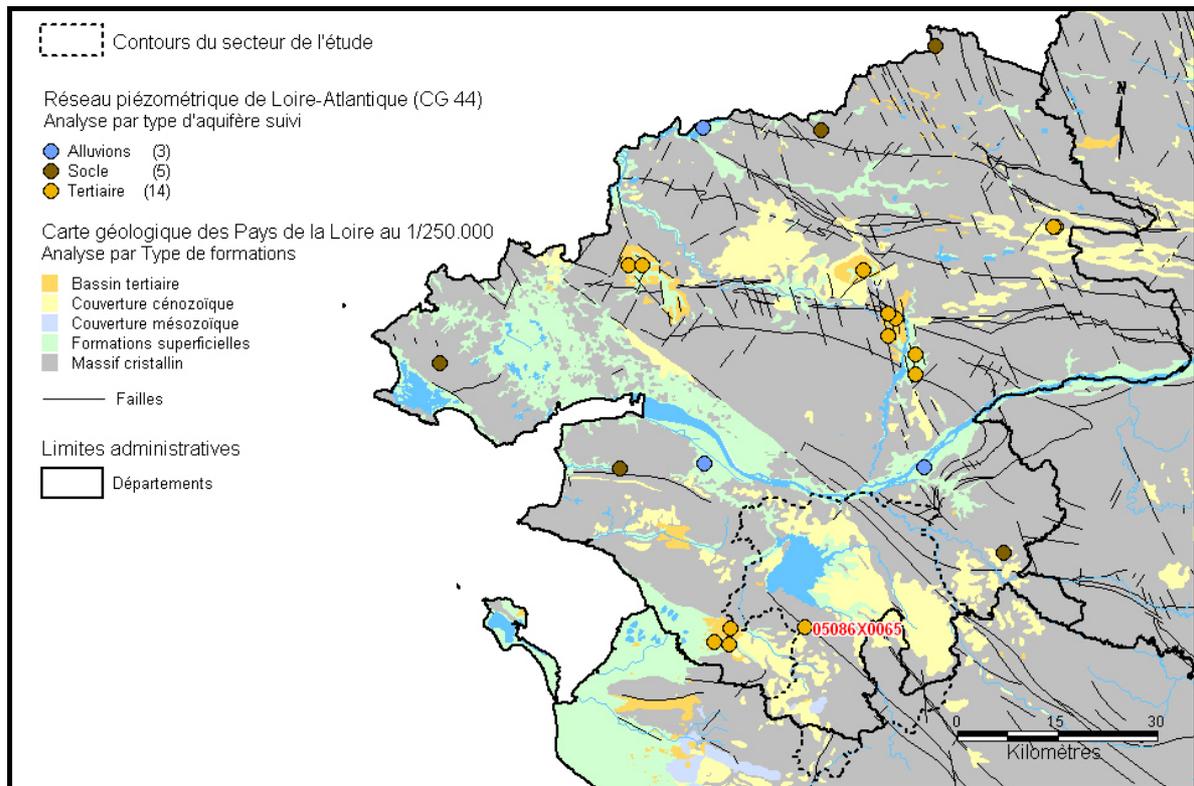


Illustration 4 - Réseau piézométrique de Loire-Atlantique (Conseil Général 44)

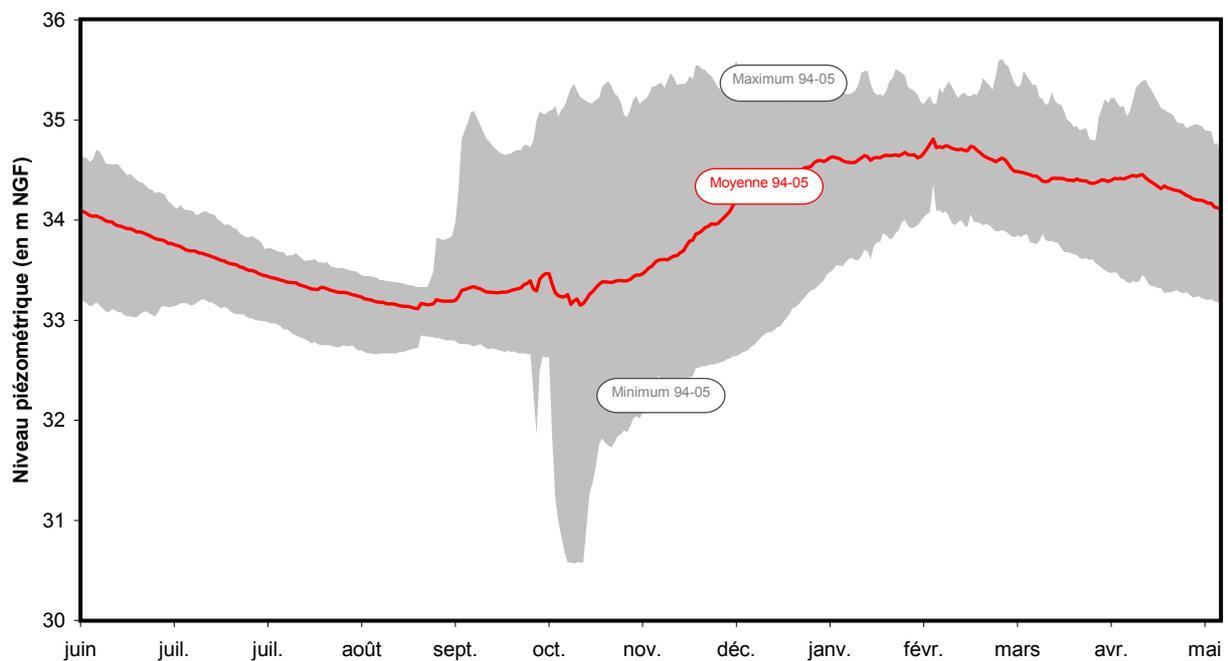


Illustration 5 – Enveloppe mini-maxi et moyenne des données observées par le CG 44 entre 1995 et 2005 ; Piézomètre du Maupas « La Revellerie » (05086X0065/EL33)

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).

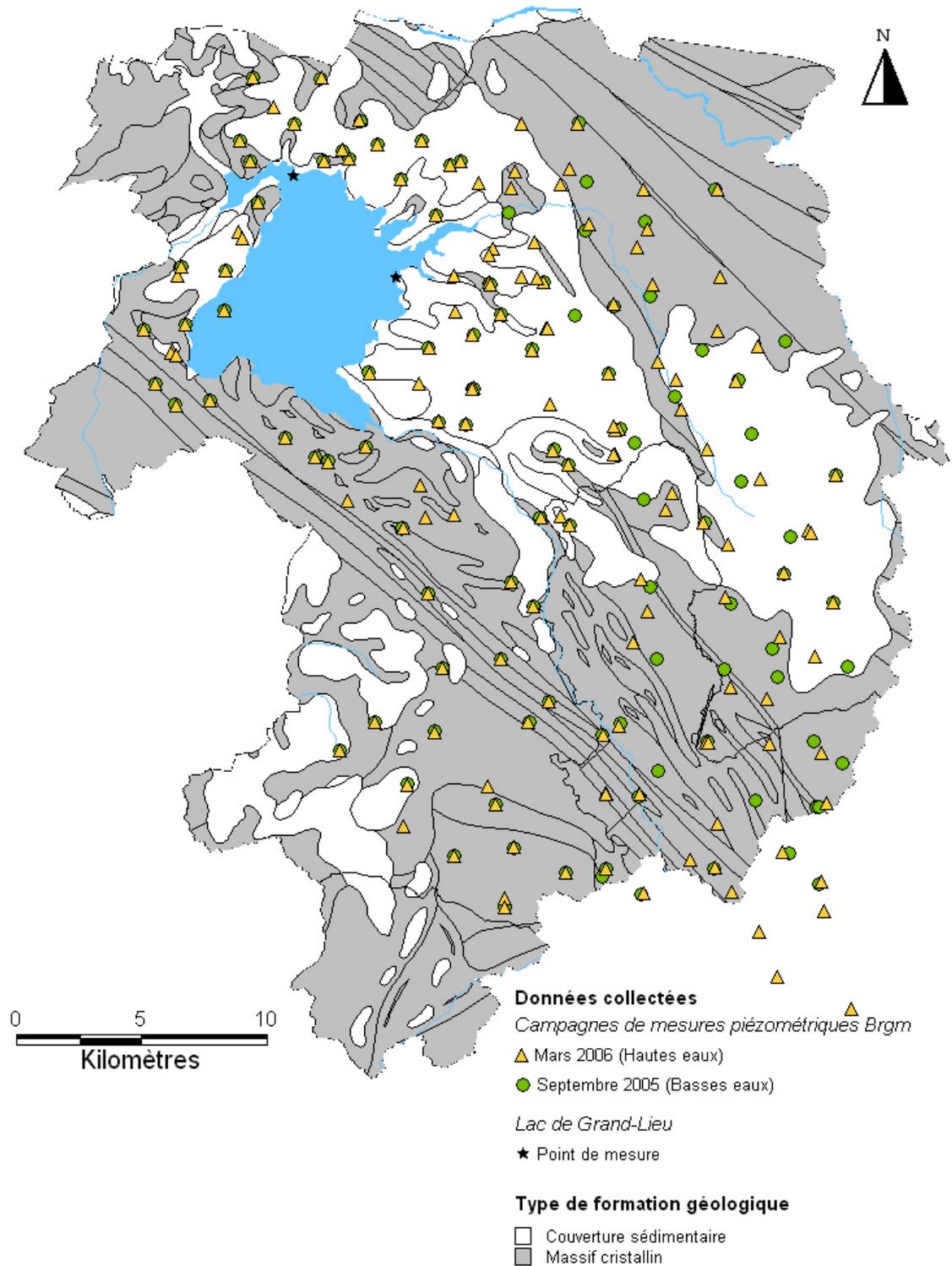


Illustration 6 - Campagnes de mesures piézométriques Brgm, situation des ouvrages mesurés

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.

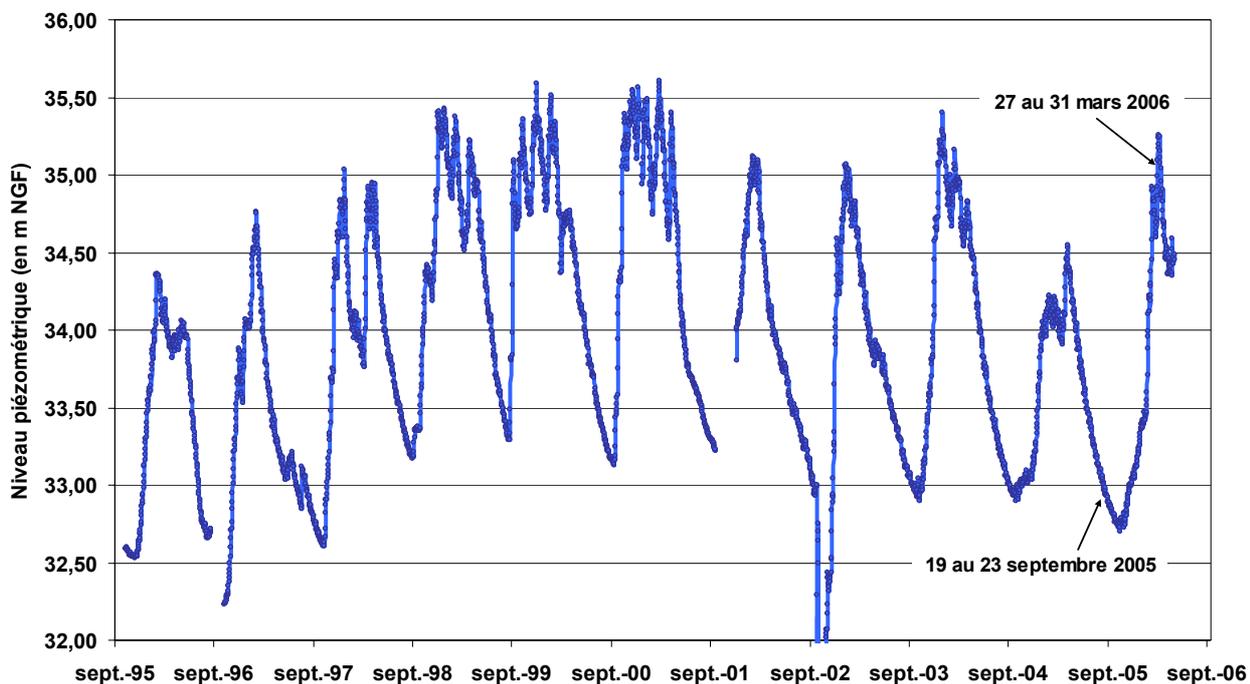


Illustration 7 - Le Maupas "La Revellerie" (05086X0065/EL33),
Chronique piézométrique du 08/11/1995 au 30/05/2006

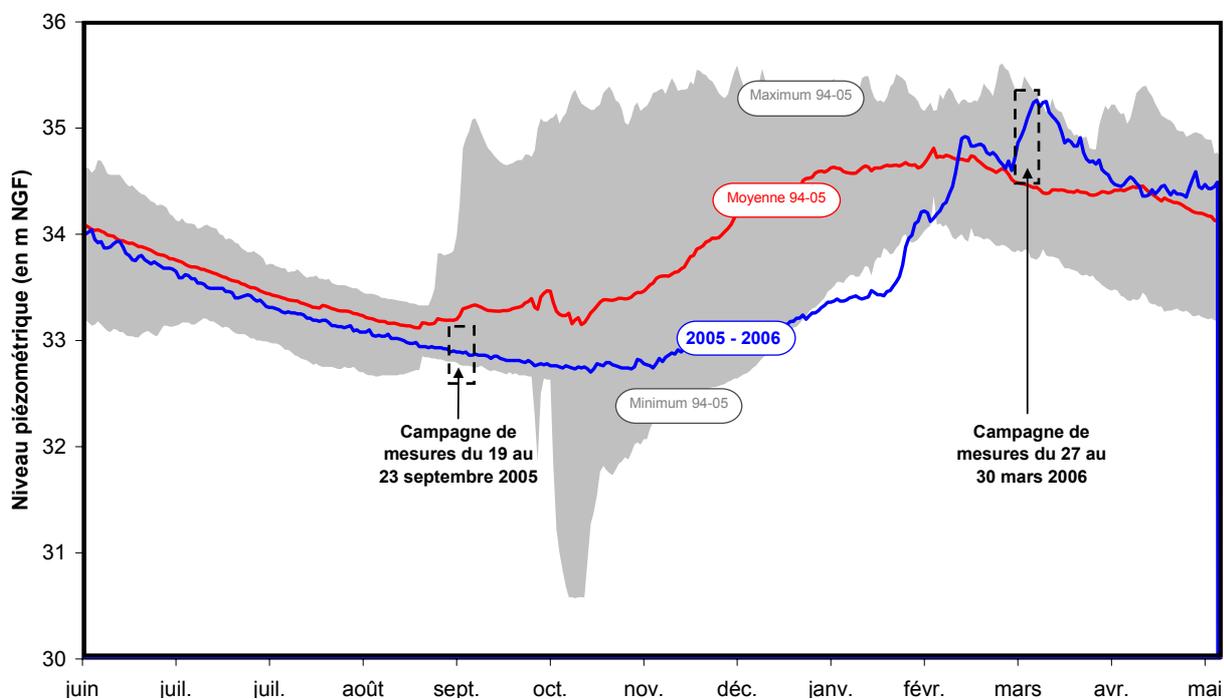


Illustration 8 - Piézomètre du Maupas "La Revellerie" (05086X0065/EL33) ; Année 2005-2006
superposée à l'enveloppe mini-maxi et la moyenne des données observées entre 1995 et 2005

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.

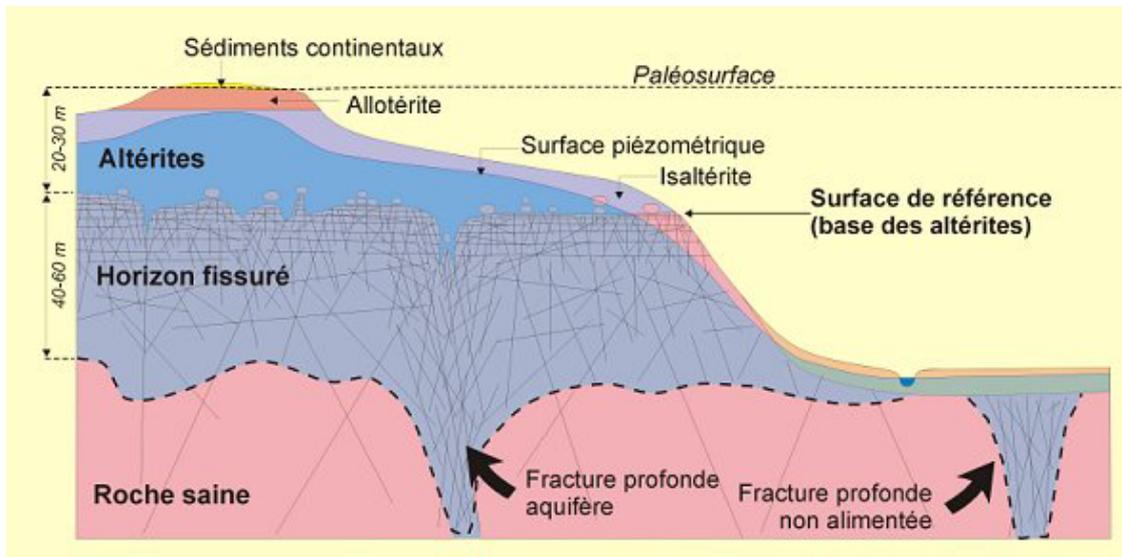


Illustration 9 - Modèle conceptuel stratiforme de la structure et des propriétés hydrogéologiques des aquifères de socle (R. Wyns, 1999)

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.

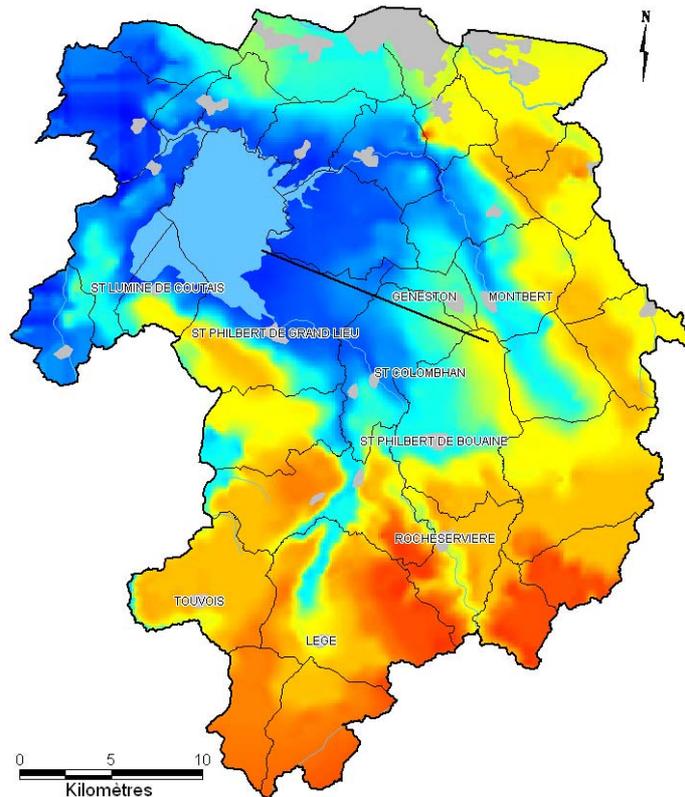


Illustration 10 – Bassin de Grand-Lieu, situation du profil

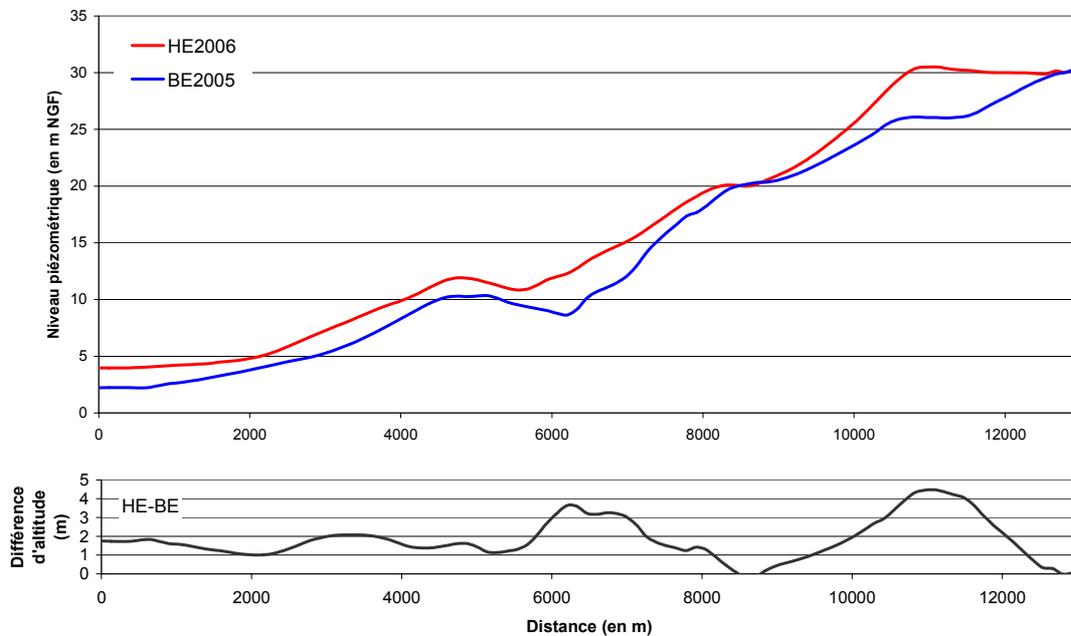


Illustration 11 – Bassin de Grand-Lieu - Profil de la surface piézométrique en hautes eaux et basses eaux - Différence d'altitude les hautes et basses eaux

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 assecs).

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.

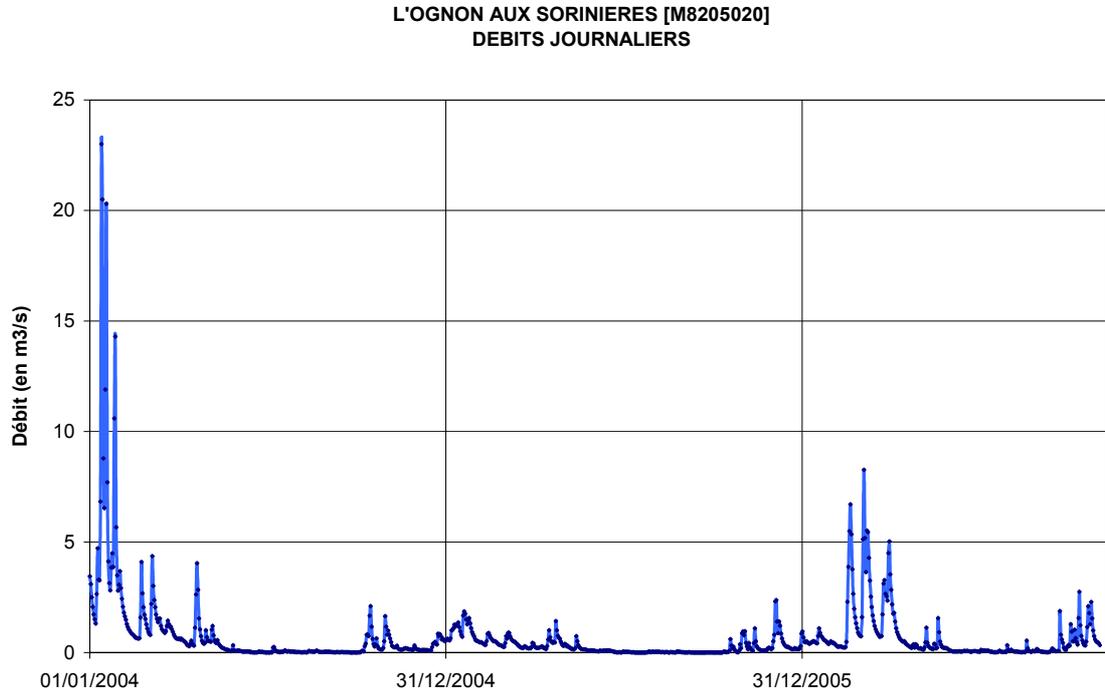


Illustration 12 - Débit journalier de l'Ognon aux Sorinières du 01/01/2004 au 02/11/2006

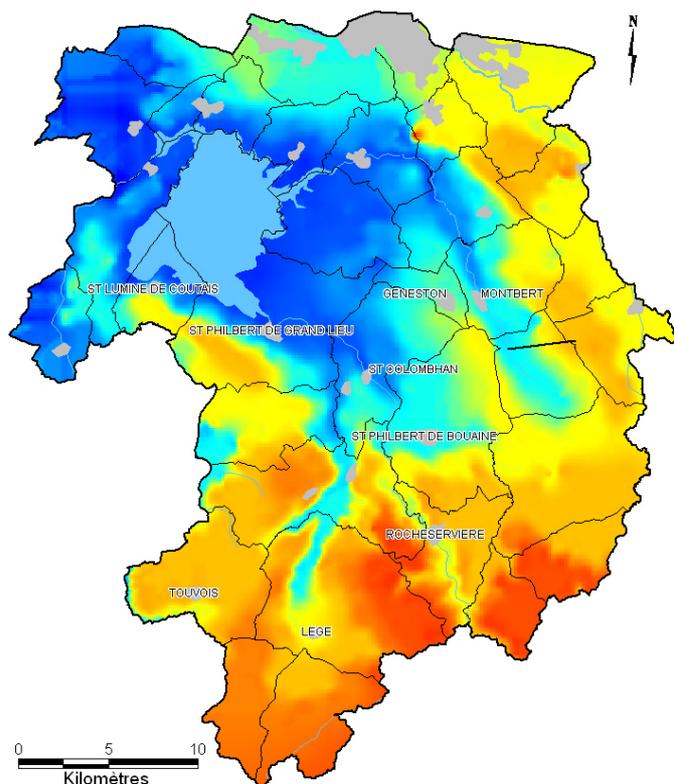


Illustration 13 – Bassin de l'Ognon, situation du profil

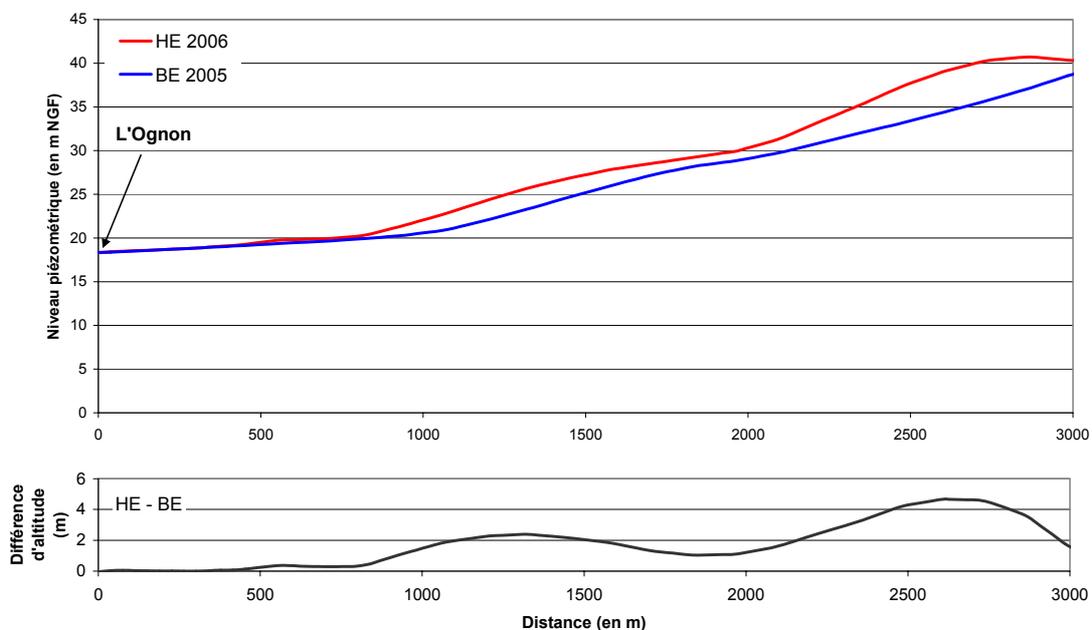


Illustration 14 – Bassin de l'Ognon - Profil de la surface piézométrique en hautes eaux et basses eaux - Différence d'altitude les hautes et basses eaux

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@hebdomatatlantique.com
Stéphane ROUZEAU (s.rouzeau@hebdomatatlantique.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@hebdomatatlantique.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@publihebdomatatlantique.com

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	3,86				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

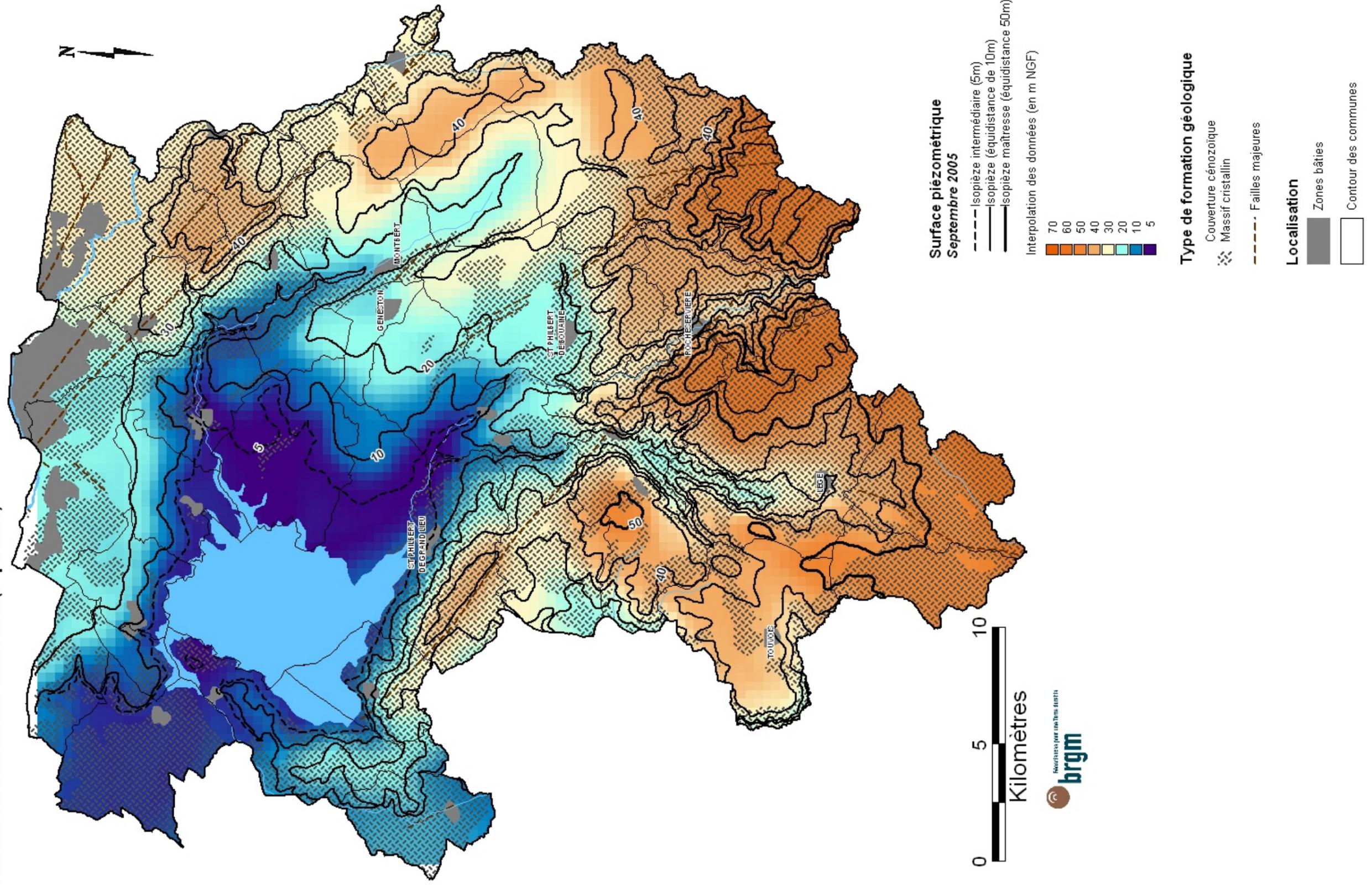
Cartographie de la piézométrie, Bassin sédimentaire de Grand-Lieu (44)
Rapport final

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

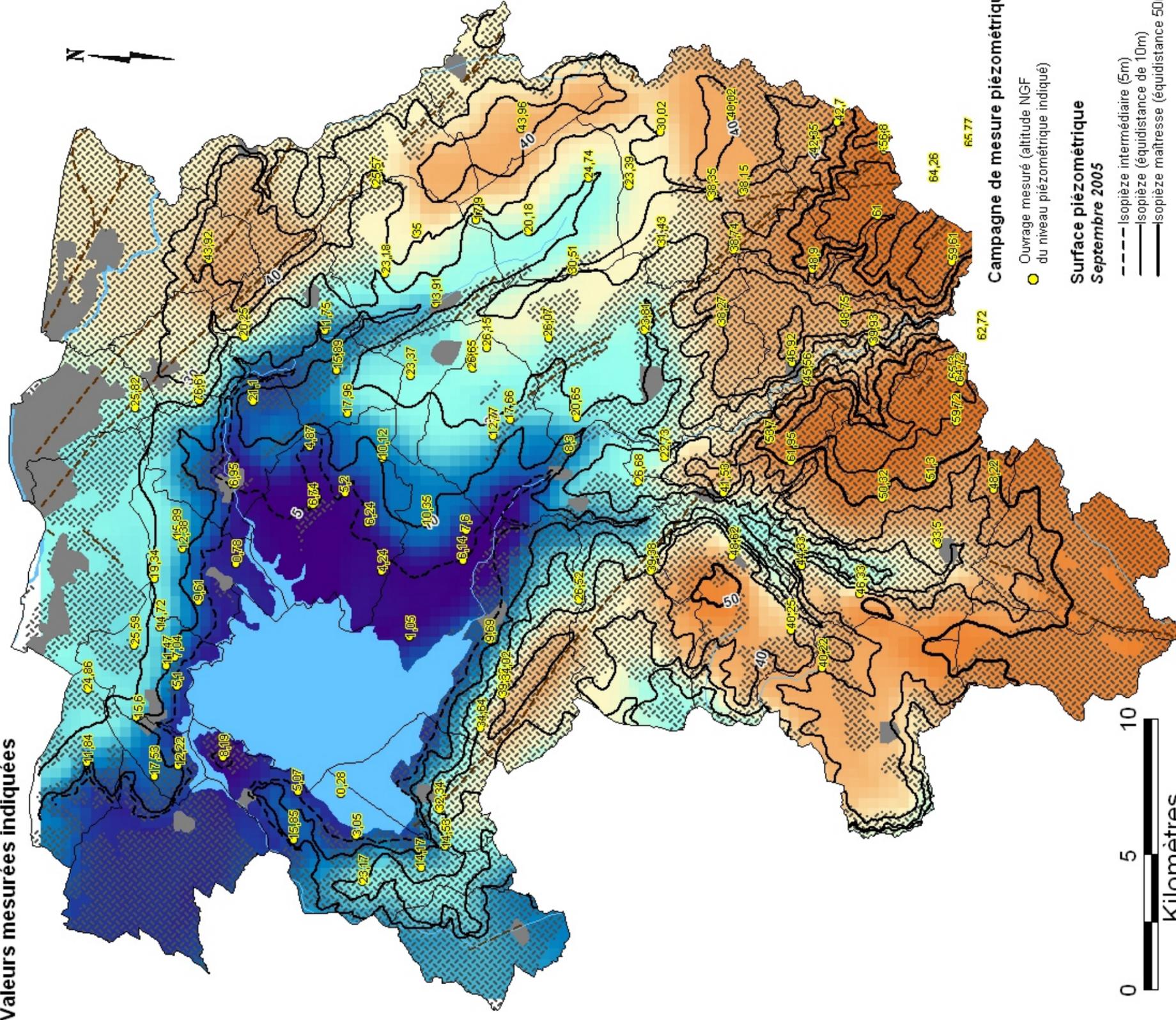
Annexe 3

Carte piézométrique basses eaux (Septembre 2005)

PIEZOMETRIE BASSES EAUX 2005 (sept 2005)



PIEZOMETRIE BASSES EAUX 2005 (sept 2005)
Valeurs mesurées indiquées



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

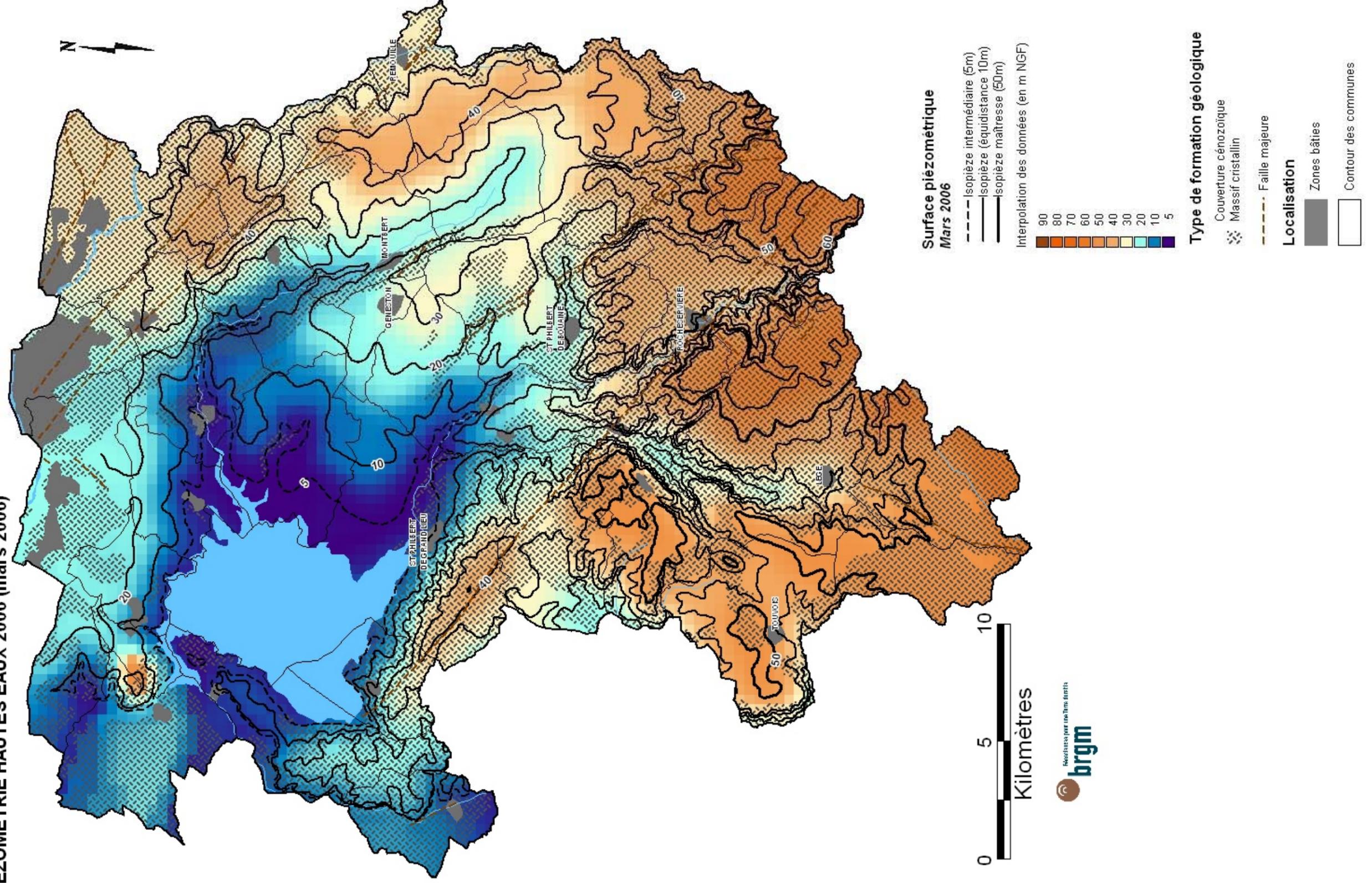
Localisation

Zones bâties
Contour des communes

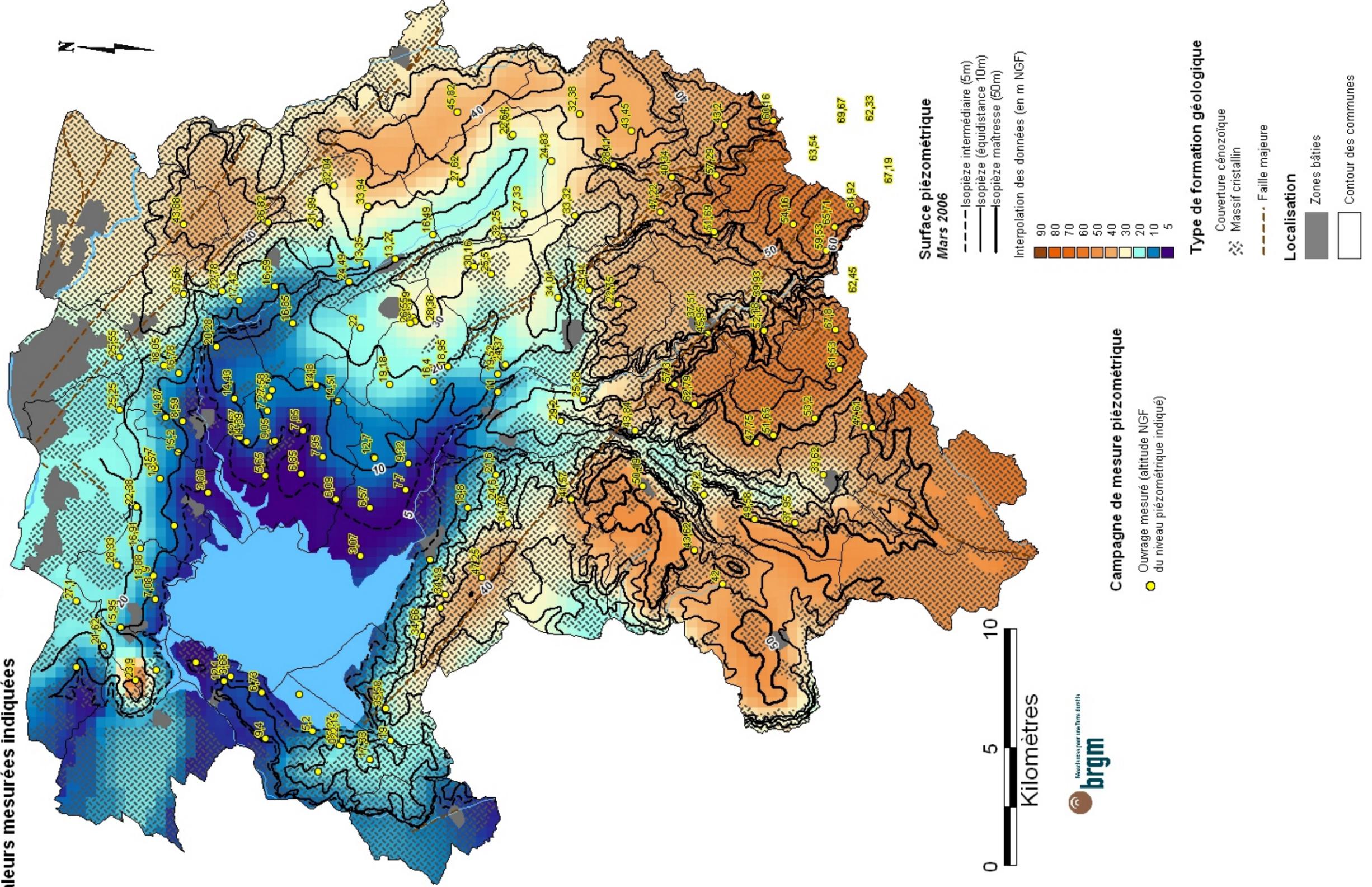
Annexe 4

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)

