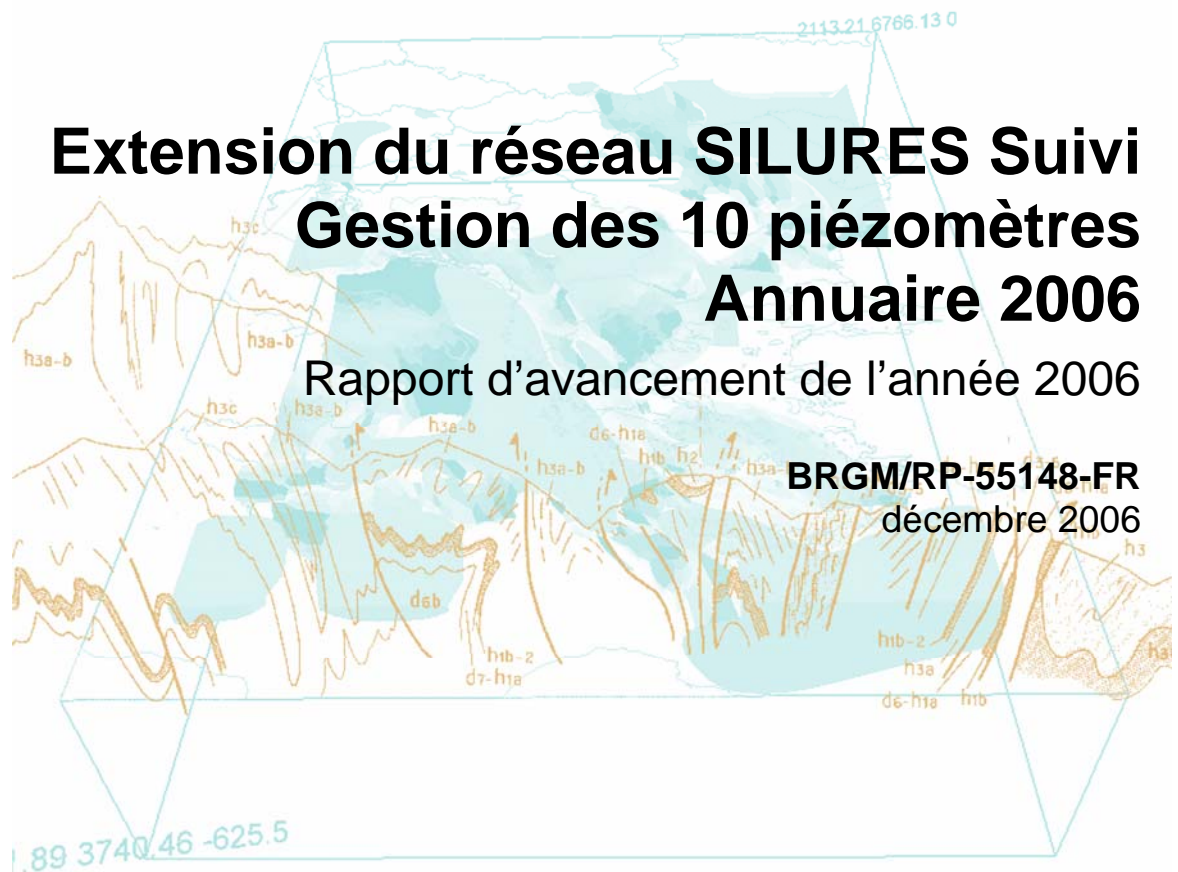




# Extension du réseau SILURES Suivi Gestion des 10 piézomètres Annuaire 2006

Rapport d'avancement de l'année 2006

BRGM/RP-55148-FR  
décembre 2006



# Extension du réseau SILURES Suivi Gestion des 10 piézomètres Annuaire 2006

Rapport d'avancement de l'année 2006

**BRGM/RP-55148-FR**  
décembre 2006

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2006 EAU B08

**B. Mougin**  
Avec la collaboration de  
**J-P. Jégou**

**Vérificateur :**

Nom : Jean-François VERNOUX

Date : 21/12/2006

(Original signé)

**Approbateur :**

Nom : Michel LECLERCQ

Date : 21/12/2006

(Original signé)

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



**Mots clés** : eau souterraine, piézométrie, masses d'eau, télétransmission, réseau patrimonial de surveillance, SILURES Suivi, hydrogéologie, Bretagne

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : MOUGIN B., collaboration : JEGOU J-P. (2006) - Extension du réseau SILURES Suivi - Gestion des 10 piézomètres - Annuaire 2006 - Rapport d'avancement de l'année 2006 - BRGM/RP-55148-FR - 38 p., 14 ill., 2 ann.

## Synthèse

Le BRGM Bretagne a été chargé en 2005 de compléter le réseau piézométrique SILURES Suivi (42 points), en ajoutant 10 points supplémentaires. L'objectif est de mieux couvrir et renseigner toutes les masses d'eau souterraines bretonnes.

Ces 10 nouveaux piézomètres ont été, à l'instar de leurs prédécesseurs, automatisés et équipés de moyens de télétransmission (par téléphones portables).

Les objectifs du projet en 2006 étaient : l'intégration de ces ouvrages dans le réseau régional SILURES Suivi, et la gestion de leur fonctionnement. Le travail a été réalisé dans le cadre contractuel de la convention Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'Eau) - BRGM 2006.

La première étape du projet consistait à mettre en marche, régler et roder ce nouveau réseau de 10 points, puis à l'intégrer au réseau SILURES suivi. Ce travail a été effectué en janvier et février 2006 selon les phases suivantes :

- réglages informatiques (test ordinateur, connexions, architecture du réseau, test de la télétransmission, interrogation régulière, dépannage...),
- catalogage du réseau sur le site Internet ADES (<http://www.ades.eaufrance.fr>) et description des stations,
- mise en marche, rodage du réseau (stockage et traitement des données, traitement des dysfonctionnements...).

En mars 2006, le BRGM a mis à jour l'atlas du réseau SILURES Suivi complet (42+10=52 stations), pour recenser les caractéristiques de tous les points.

La seconde étape du projet s'intéressait à la gestion du bon fonctionnement du réseau des 10 points ; celui-ci a été organisé autour des tâches essentielles suivantes :

- acquisition des données, transmission à Rennes au BRGM Bretagne, validation, mise en forme et mise à disposition sur ADES ;
- gestion des abonnements SFR et Orange ;
- intégration des données dans les bulletins de tendance SILURES Suivi ;
- maintenance des matériels composant le réseau : vérifications périodiques de leur état, petites réparations, changement des batteries tous les 6 mois, ré-installation des matériels réparés en atelier ou changés (janvier, juin, juillet, octobre et décembre 2006) ;
- renouvellement du stock de pièces de rechange (commande livrée en juillet 2006) ;
- commandes à Météo-France des données climatiques nécessaires au calcul des pluies efficaces (comparaison des données piézométriques et météorologiques).



## Sommaire

<b>1. Objectif du projet et rappel du travail effectué en 2005 .....</b>	<b>7</b>
1.1. CONTEXTE DU PROJET .....	7
1.2. RAPPEL DU TRAVAIL MENE EN 2005 .....	7
1.3. OBJECTIF DU PROJET EN 2006 .....	9
<b>2. Mise en service des 10 piézomètres, et intégration au réseau SILURES Suivi</b>	<b>11</b>
2.1. ACQUISITION ET TELETRANSMISSION DES CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES.....	11
2.2. CATALOGAGE DU RESEAU PUIS MISE A DISPOSITION DES DONNEES SUR LE SITE INTERNET ADES .....	11
2.3. MISE A JOUR DE L'ATLAS DU RESEAU PIEZOMETRIQUE .....	12
<b>3. Gestion du fonctionnement des 10 piézomètres .....</b>	<b>13</b>
3.1. GESTION DU RESEAU .....	13
3.1.1. Fonctionnement.....	13
3.1.2. Maintenance .....	14
3.2. GESTION DES DONNEES PIEZOMETRIQUES .....	15
3.3. ANALYSE DES DONNEES PIEZOMETRIQUES .....	16
<b>4. Annuaire des chroniques piézométriques .....</b>	<b>17</b>
4.1. LES STYLES D'EVOLUTION .....	17
4.2. AMPLITUDE DES FLUCTUATIONS - PROFONDEUR DES NIVEAUX .....	22
4.3. CORRELATIONS PLUVIOMETRIE / PIEZOMETRIE .....	22
4.3.1. Données utilisées .....	23
4.3.2. Corrélations .....	25
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>29</b>
<b>6. Bibliographie.....</b>	<b>31</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Localisation des 10 piézomètres supplémentaires sur fond des masses d'eau souterraine bretonnes .....	8
Illustration 2 - Thalimède de la société OTT .....	9
Illustration 3 - Caractéristiques des 10 piézomètres et dates de mise en route par le BRGM du matériel de mesure .....	12
Illustration 4 - Coffret GSM de la société OTT .....	14
Illustration 5 - Aperçu d'une page d'ADES (consultation des réseaux en Bretagne) .....	16
Illustration 6 - Suivi piézométrique des 3 ouvrages des Côtes d'Armor .....	18
Illustration 7 - Suivi piézométrique des 2 ouvrages du Finistère .....	19
Illustration 8 - Suivi piézométrique des 4 ouvrages d'Ille-et-Vilaine .....	20
Illustration 9 - Suivi piézométrique de l'ouvrage du Morbihan .....	21
Illustration 10 - Piézomètres et postes météorologiques les plus proches .....	23
Illustration 11 - Choix de nouveaux postes météorologiques .....	24
Illustration 12 - Corrélation entre les pluies efficaces et la piézométrie sur Goudelin .....	25
Illustration 13 - Corrélation entre les pluies efficaces et la piézométrie sur Pencran .....	26
Illustration 14 - Corrélation entre les pluies efficaces et la piézométrie sur Val-d'Izé .....	27

## Liste des annexes

Annexe 1 Journal des événements de janvier à décembre 2006 .....	33
Annexe 2 Liste du matériel envoyé à OTT et diagnostics associés .....	37

# **1. Objectif du projet et rappel du travail effectué en 2005**

## **1.1. CONTEXTE DU PROJET**

En collaboration avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'Eau), l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la Direction Régionale de l'Environnement Bretagne, et le Conseil Régional de Bretagne, le BRGM Bretagne a mis en place et gère le réseau de suivi piézométrique des eaux souterraines présentes dans le sous-sol breton. Ce réseau, appelé SILURES Suivi, comporte 42 stations.

En août 2004, le BRGM Bretagne a été sollicité par la DIREN de Bassin, pour évaluer les besoins en points de mesure qualitative et quantitative sur les masses d'eau souterraine, définies dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'eau dans le département d'Ille et Vilaine.

Suite à cette sollicitation, le BRGM Bretagne a jugé opportun de compléter le réseau piézométrique régional existant, avec 10 nouveaux piézomètres afin de couvrir et renseigner toutes les masses d'eau souterraine bretonnes.

## **1.2. RAPPEL DU TRAVAIL MENE EN 2005**

Après avoir récupéré, auprès de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la version actuelle des masses d'eau souterraines (version de janvier 2005), plusieurs masses d'eau peu ou pas renseignées ont été ciblées pour réaliser les nouveaux ouvrages.

Des sites potentiels, répondant aux différents critères de sélection, ont été visités en juillet 2005. Il s'agissait de retenir des emplacements possibles et de rassembler les informations nécessaires à la formalisation d'une convention avec les propriétaires fonciers.

Après avoir finalisé les conventions de mise à disposition des terrains publics et privés, les entreprises de forage LEFEUVRE S.A.S. et BRETAGNE FORAGE ont été retenues en septembre 2005 pour réaliser respectivement : 4 ouvrages dans des alluvions et dans des faluns, et 6 ouvrages dans le socle.

Les travaux de forage se sont déroulés en novembre (4 ouvrages) et en décembre 2005 (6 ouvrages), dans les 4 départements bretons : Côtes d'Armor (3 piézomètres), Finistère (2), Morbihan (1), et Ille-et-Vilaine (4).

L'illustration 1 montre la répartition : des 42 ouvrages du réseau SILURES Suivi, des 10 nouveaux piézomètres, sur fond des masses d'eau souterraines bretonnes.



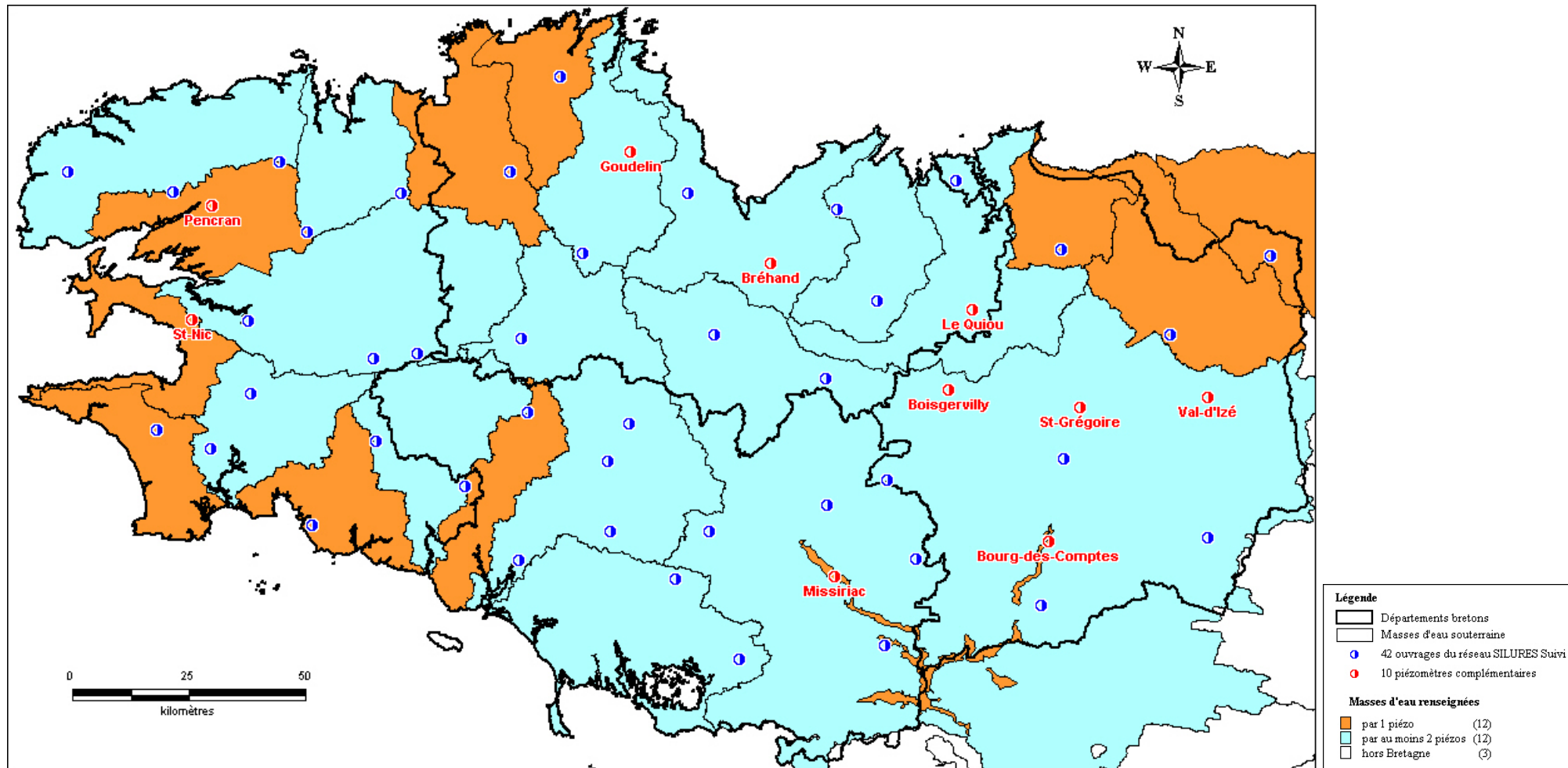


Illustration 1 - Localisation des 10 piézomètres supplémentaires sur fond des masses d'eau souterraine bretonnes

Les forages ont fait l'objet d'un suivi géologique des terrains traversés, et d'un suivi technique (foration, tubages, cimentation, dalle de propreté et coffrage de protection). La profondeur des ouvrages variait entre 10 et 34 m.

Les 10 piézomètres ont été équipés, en décembre 2005, de moyens de mesure (capteur mono voie flotteur Thalimèdes de la société OTT, cf. illustration 2) et de télétransmission des données (modems reliés à des téléphones portables : GSM).

Le rapport BRGM/RP-54289-FR détaille le travail mené.



*Illustration 2 - Thalimède de la société OTT*

### **1.3. OBJECTIF DU PROJET EN 2006**

Après une année de mise en place de ce complément de 10 piézomètres, la deuxième année a été dédiée à l'intégration de ces stations dans le réseau piézométrique régional SILURES Suivi et à la gestion de son bon fonctionnement.

Les tâches prévues pour l'année 2006 étaient les suivantes :

- 1) mise en marche, réglage et rodage des 10 piézomètres ; intégration au réseau SILURES suivi
  - réglages informatiques (test ordinateur, connexions, architecture du réseau, test de la télétransmission, interrogation régulière, dépannage...),

- catalogage du réseau sur le site Internet ADES et description des stations,
- mise en marche, rodage du réseau (stockage et traitement des données, traitement des dysfonctionnements...),
- mise à jour de l'atlas du réseau SILURES Suivi complet (42+10=52 stations).

## 2) fonctionnement des 10 piézomètres en 2006

- la gestion du réseau, l'acquisition des données, leur transmission au site central, leur validation, la mise en forme et mise à disposition (diffusion sur ADES), l'intégration des données dans les bulletins de tendance du projet SILURES Suivi (de l'année 2006), la gestion des abonnements SFR et Orange,
- la gestion des conventions de mise à disposition des terrains,
- la maintenance des matériels : vérifications périodiques de leur état, petites réparations, ré-installation des matériels réparés en atelier ou changés,
- le renouvellement du stock de pièces de rechange et le service après vente du fournisseur (par an : environ 10 % de la valeur du parc, soit 1 station complète),
- l'acquisition des données climatiques pour le calcul des pluies efficaces et pour la comparaison des données piézométriques et météorologiques,
- rédaction d'un rapport d'avancement.

*Remarque : ce rapport détaille uniquement le travail de gestion des 10 piézomètres du projet d'extension. Le rapport BRGM/RP-55147-FR (décembre 2006) s'intéresse à la gestion et au fonctionnement des 42 ouvrages du projet SILURES Suivi.*

## **2. Mise en service des 10 piézomètres, et intégration au réseau SILURES Suivi**

### **2.1. ACQUISITION ET TELETRANSMISSION DES CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES**

Les 10 piézomètres ont été équipés, en décembre 2005, de moyens de mesure (capteur mono voie flotteur Thalimèdes de la société OTT) et de télétransmission des données (modems reliés à des téléphones portables : GSM).

Le logiciel d'acquisition et de traitement des données (HYDRAS3 de l'entreprise OTT) est en service depuis mars 2004. Il a été installé sur l'ordinateur portable dédié au réseau piézométrique, basé au BRGM Bretagne à Rennes.

En janvier 2006, l'architecture du réseau des 10 piézomètres a été créée et le fonctionnement des stations piézométrique par télétransmission a été testé. Cette architecture a été intégrée à celle du réseau SILURES Suivi (42 ouvrages).

Un export des chroniques piézométriques au format SANDRE est ensuite possible.

### **2.2. CATALOGAGE DU RESEAU PUIS MISE A DISPOSITION DES DONNEES SUR LE SITE INTERNET ADES**

Sur le site internet ADES « Accès aux Données sur les Eaux Souterraines » (<http://www.ades.eaufrance.fr>), le réseau piézométrique breton existe sous le nom : RRESOUPBRE - 0400000020 - Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de la région Bretagne (Suivi SILURES).

Les 10 nouveaux piézomètres ont été ajoutés au réseau existant sur ADES (identification par leur numéro Banque de données du Sous-Sol : BSS). Puis ils ont été décrits précisément avec les informations suivantes :

- identification du piézomètre (dénomination, lieu-dit, coordonnées X Y Z, entité hydrogéologique captée, masse d'eau souterraine renseignée) ;
- précisions concernant le repère (fréquemment le haut du tubage) pour calculer des profondeurs de nappe par rapport à l'altitude du sol ;
- détail du matériel utilisé, date de mise en place, pas de mesure ;
- identification du gestionnaire du piézomètre.

Les premières chroniques, télétransmises avec HYDRAS3, sont disponibles sur le site Internet ADES. Le réseau complet est opérationnel depuis février 2006. Les caractéristiques des 10 piézomètres sont rassemblées dans l'illustration 3.

n° BSS	Commune	Dépt	Matériel	teletrans	date instal
02047X0072/PZ	Goudelin	22	thalimède OTT	GSM	20/12/2005
02794X0063/PZ	Bréhand	22	thalimède OTT	GSM	20/12/2005
02812X0238/PZ	Le Quiou	22	thalimède OTT	GSM	20/12/2005
02396X0030/PZ	Pencran	29	thalimède OTT	GSM	21/12/2005
03101X0023/PZ	Saint-Nic	29	thalimède OTT	GSM	21/12/2005
03162X0049/PZ	Boisgervilly	35	thalimède OTT	GSM	19/12/2005
03172X0088/PZ	Saint-Grégoire	35	thalimède OTT	GSM	19/12/2005
03182X0027/PZ	Val-d'Izé	35	thalimède OTT	GSM	19/12/2005
03535X0043/PZ	Bourg-des-Comptes	35	thalimède OTT	GSM	22/12/2005
03862X0057/PZ	Missiriac	56	thalimède OTT	GSM	22/12/2005

*Illustration 3 - Caractéristiques des 10 piézomètres et dates de mise en route par le BRGM du matériel de mesure*

### 2.3. MISE A JOUR DE L'ATLAS DU RESEAU PIEZOMETRIQUE

En 2005, le BRGM Bretagne a établi un atlas (au format A3) recensant les caractéristiques de chacun des 42 piézomètres du réseau SILURES Suivi (rapport BRGM/RP-53662-FR).

En mars 2006, une mise à jour de l'atlas du réseau SILURES Suivi complet (42+10=52 stations) a été réalisée, en ajoutant les caractéristiques des 10 nouveaux points.

Cet atlas porte la référence bibliographique suivante : MOUGIN B., avec la collaboration de JEGOU J.P. (2006) - Atlas du réseau piézométrique de Bretagne - SILURES Suivi (52 ouvrages). Rapport BRGM/RP-54576-FR. 59 p.

L'atlas a été diffusé aux propriétaires des terrains et aux partenaires financiers du programme SILURES.

## **3. Gestion du fonctionnement des 10 piézomètres**

### **3.1. GESTION DU RESEAU**

#### **3.1.1. Fonctionnement**

Depuis février 2006, les 10 piézomètres sont interrogés une fois par semaine. Cette phase a permis d'évaluer la qualité de fonctionnement du réseau (télétransmission, mesure) et de programmer des interventions de dépannage.

Par ailleurs, afin d'assurer l'alimentation propre des stations de mesure et de télétransmission des données, des campagnes de remplacement des batteries ont été organisées tous les 6 mois. Les matériels GSM (reliés à des téléphones portables) sont alimentés par des batteries 12V/24 Ah.

Durant toute l'année 2006, les abonnements téléphoniques de chaque station ont été traités et payés (factures tous les mois pour les opérateurs Orange et SFR).

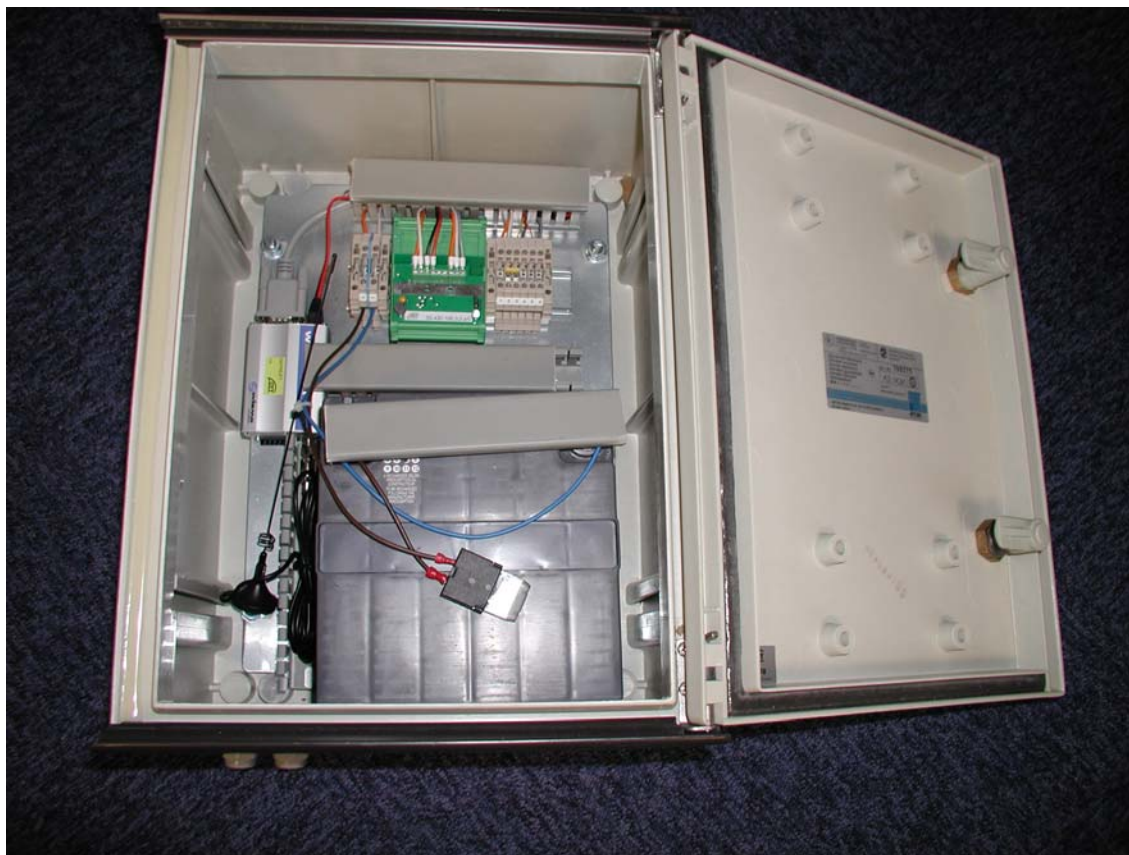
Par ailleurs, les conventions de mise à disposition des terrains ont été honorées avec le paiement des loyers annuels.

Enfin, le stock de pièces de rechange a été renouvelé suite à une commande passée début juin 2006, à la société OTT. La livraison des pièces du stock s'est déroulée courant juillet. Celui-ci est composé de : 1 station complète GSM<sup>1</sup>, 4 batteries GSM et 1 chargeur de batterie.

L'illustration 4 montre un coffret GSM destiné à assurer l'alimentation du thalimède (cf. illustration 2) et la télétransmission des niveaux de nappe mesurés et enregistrés. Ce coffret contient : un modem GSM (en gris clair à gauche de la photographie), une batterie GSM (en gris foncé), une carte d'activation (en vert) et une antenne GSM (en noir).

---

<sup>1</sup> Station complète GSM : station contenant tous les équipements de mesure et de télétransmission des données par téléphone portable (thalimède, roue encodeuse, coffret étanche avec modem GSM, batterie GSM, carte d'activation de la plage horaire d'interrogation des données, antenne GSM).



*Illustration 4 - Coffret GSM de la société OTT*

### **3.1.2. Maintenance**

Plusieurs interventions sur les sites ont eu lieu en janvier<sup>2</sup>, juin, juillet, octobre et décembre 2006, afin de maintenir le matériel en bon état et éventuellement le dépanner.

Les interventions, réalisées de janvier à décembre 2006, sont inventoriées dans le journal des événements en annexe 1.

Sur site le matériel en panne a été remplacé par du matériel pris sur le stock de pièces de rechange du BRGM.

---

<sup>2</sup> L'intervention de janvier a été effectuée par OTT, et toutes les autres par le BRGM Bretagne.

Le matériel détérioré a ensuite été envoyé au Service Après Vente du fournisseur (société OTT) pour diagnostiquer la panne, avant d'être réparé ou échangé. Le tableau de l'annexe 2 rassemble la liste du matériel envoyé à OTT entre janvier et décembre 2006, et les diagnostics associés à chaque pièce. Les matériels qui ont été envoyés par le BRGM Bretagne sont : 2 cartes d'activation, 2 modems GSM et 1 thalimède GSM. Par ailleurs, la société OTT a fait une intervention sur le site de Val-d'Izé (35) pour dépanner une carte d'activation défaillante (pièce d'origine).

On peut constater, à l'aide du tableau de l'annexe 2, que 2 modems GSM testés par OTT fonctionnaient. Après concertation entre le BRGM et OTT, il s'est avéré que la panne était liée à l'humidité du matériel sur le site qui sèche ensuite au cours des transferts.

En 2006, OTT a remédié au problème de panne électronique des cartes d'activation, en les « tropicalisant », c'est-à-dire en les revêtant d'un enduit imperméable et transparent. Pour les matériels en panne (envoyés récemment) les diagnostics n'ont pas encore été effectués.

### **3.2. GESTION DES DONNEES PIEZOMETRIQUES**

Les chroniques piézométriques constituées à partir des interrogations des 10 stations par télétransmission ont été validées une fois par mois. Puis les données ont été bancarisées sur le site Internet ADES (<http://www.ades.eaufrance.fr>).

La validation consiste à visualiser chaque chronique piézométrique, vérifier sa cohérence avec les fluctuations connues précédemment, noter d'éventuels paliers et absences de mesures (panne du matériel sur site ou défaut de télétransmission), et constater d'éventuelles dérives observées suite aux relevés manuels des tournées.

Sur ce site Internet, le réseau piézométrique breton existe sous le nom : « RRESOUPBRE - 0400000020 - Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de la région Bretagne (Suivi SILURES) » (cf. illustration 5). Les chroniques piézométriques sont accessibles gratuitement.

Le nombre total de valeurs mis à disposition en 2006 représente environ 3 600 mesures.



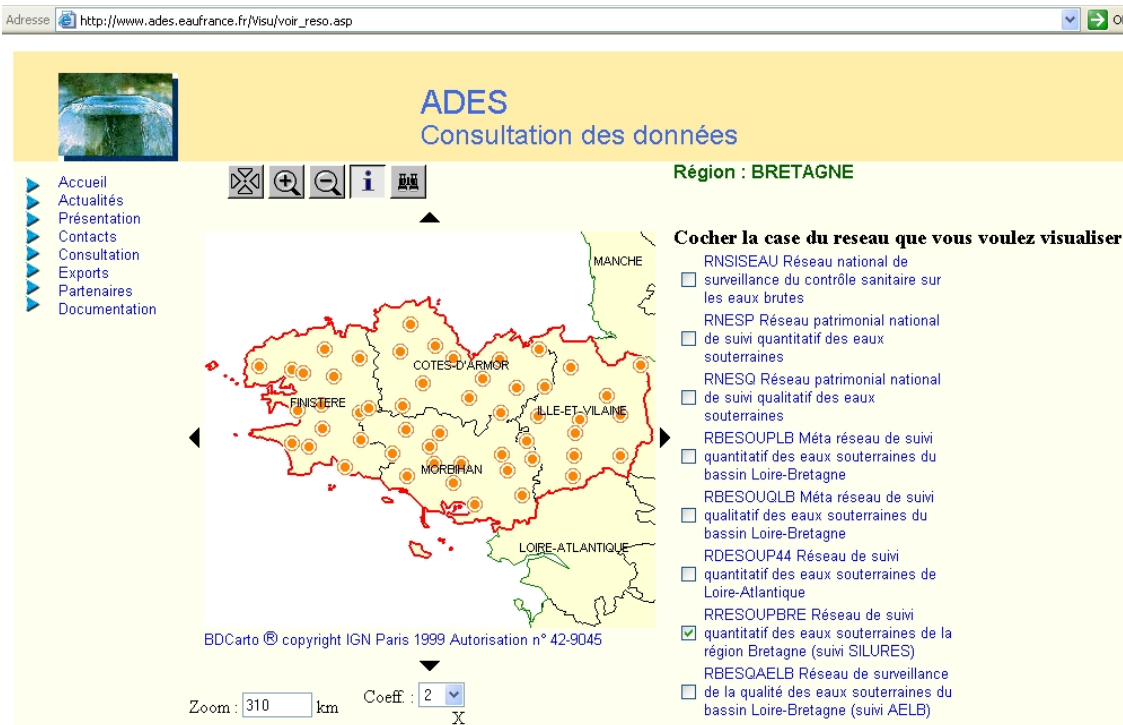


Illustration 5 - Aperçu d'une page d'ADES (consultation des réseaux en Bretagne)

### 3.3. ANALYSE DES DONNEES PIEZOMETRIQUES

Au cours de l'année 2006, quatre bulletins de situations des niveaux de nappes ont été édités : mi-avril, mi-juillet, fin août et fin novembre 2006. Ces bulletins ont notamment pour objectif de valoriser les données et d'interpréter les évolutions des niveaux de nappes au droit de chacun des piézomètres du réseau.

Les 4 bulletins sont présentés dans le rapport BRGM/RP-55147-FR (gestion des 42 piézomètres du réseau SILURES Suivi).

Tous les bulletins de 2006 intègrent les informations des 10 nouveaux piézomètres créés en 2005. Néanmoins, en raison de la prise des mesures depuis décembre 2005, seule l'évolution récente du niveau de nappe est représentée.

Ces bulletins ont été mis à disposition du public sur le site Internet Bretagne Environnement via un téléchargement au format PDF (<http://www.bretagne-environnement.org/lecture/le-reseau-piezometrique-de-bretagne>).

## 4. Annuaire des chroniques piézométriques

Les chroniques piézométriques, mesurées entre décembre 2005 (premières installations de matériel) et décembre 2006, sont rassemblées dans ce rapport. Les graphiques ont été représentés de façon identique pour tous les piézomètres. En échelle des abscisses se trouve la période des mesures (entre le 01/12/2005 et le 31/12/2006), et en ordonnées, les niveaux piézométriques (profondeur de la nappe en m/sol).

La comparaison des mesures des différents piézomètres fournit un certain nombre d'informations importantes sur le comportement des aquifères et l'évolution de leurs réserves en eau.

### 4.1. LES STYLES D'EVOLUTION

Les chroniques piézométriques d'un même département ont été superposées sur un même graphique (cf. illustrations 6, 7, 8 et 9).

Un certain nombre de piézomètres montrent des variations régulières à l'intérieur de chaque cycle d'observation, avec un nombre limité de pics et de minima. C'est le cas pour :

- Goudelin (22),
- Boisgervilly, Saint-Grégoire et Bourg-des-Comptes (35).

Les niveaux sont beaucoup plus variables au niveau des autres piézomètres, avec des successions parfois serrées de recharges et de vidanges :

- Le Quiou (22),
- Pencran et Saint-Nic (29),
- Val-d'Izé (35),
- Missiriac (56).

Les différences de comportement sont liées aux contextes climatiques locaux (valeur et répartition dans le temps des précipitations efficaces) et aux conditions de réservoir (extension, géologie, perméabilité).

Le premier type de comportement (nombre limité de pics et de minima) correspond à des aquifères disposant d'une inertie non négligeable devant, a priori, assurer aux sources et aux cours d'eau des décrues moins rapides et des étiages mieux soutenus. Le deuxième type de comportement (successions serrées de recharges et de vidanges) correspond à des aquifères aux ressources probablement plus limitées, dans des secteurs où le tarissement des sources et des rivières doit être plus rapide et plus accentué (cf. exemples des piézomètres cités ci-dessus).

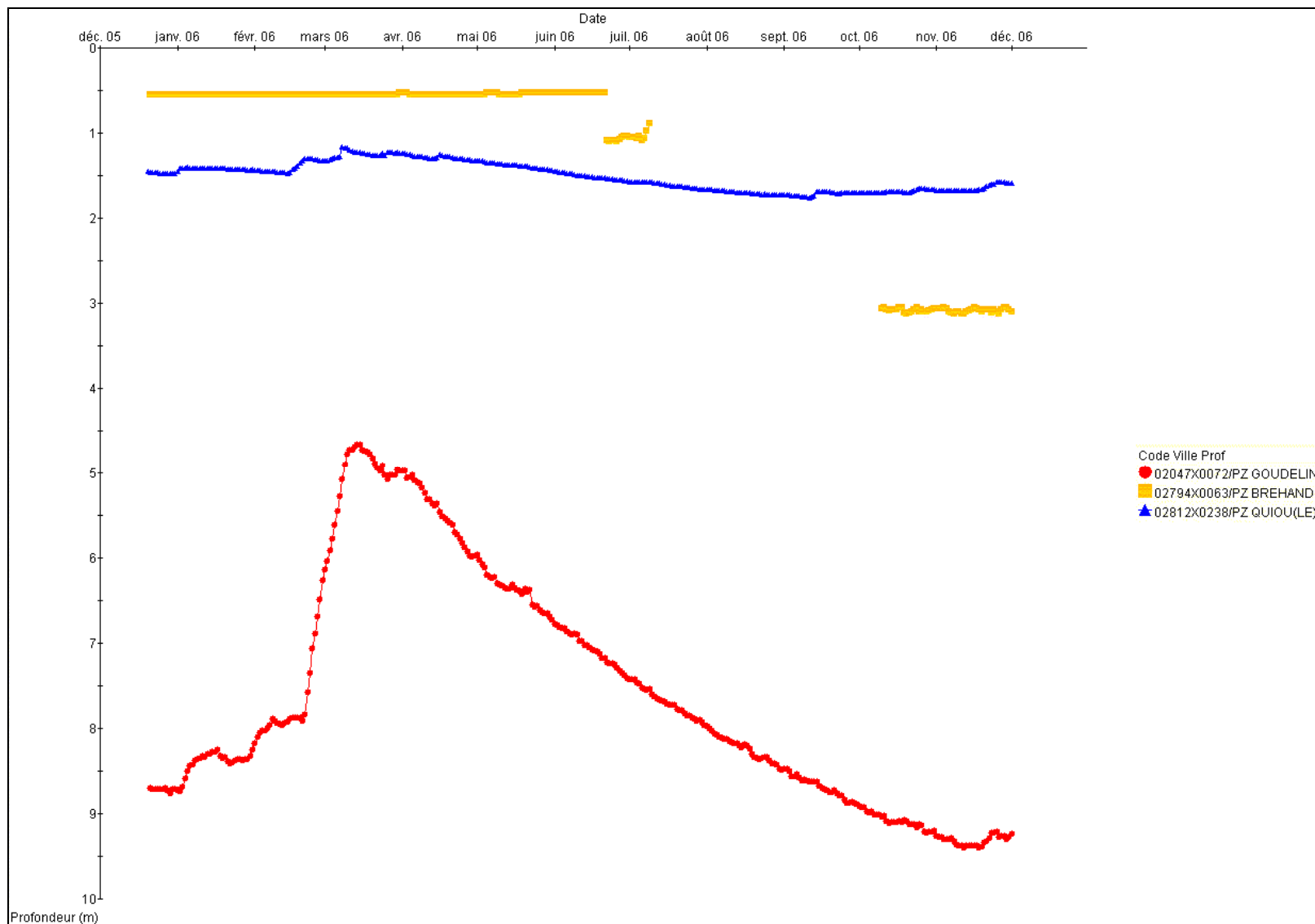


Illustration 6 - Suivi piézométrique des 3 ouvrages des Côtes d'Armor

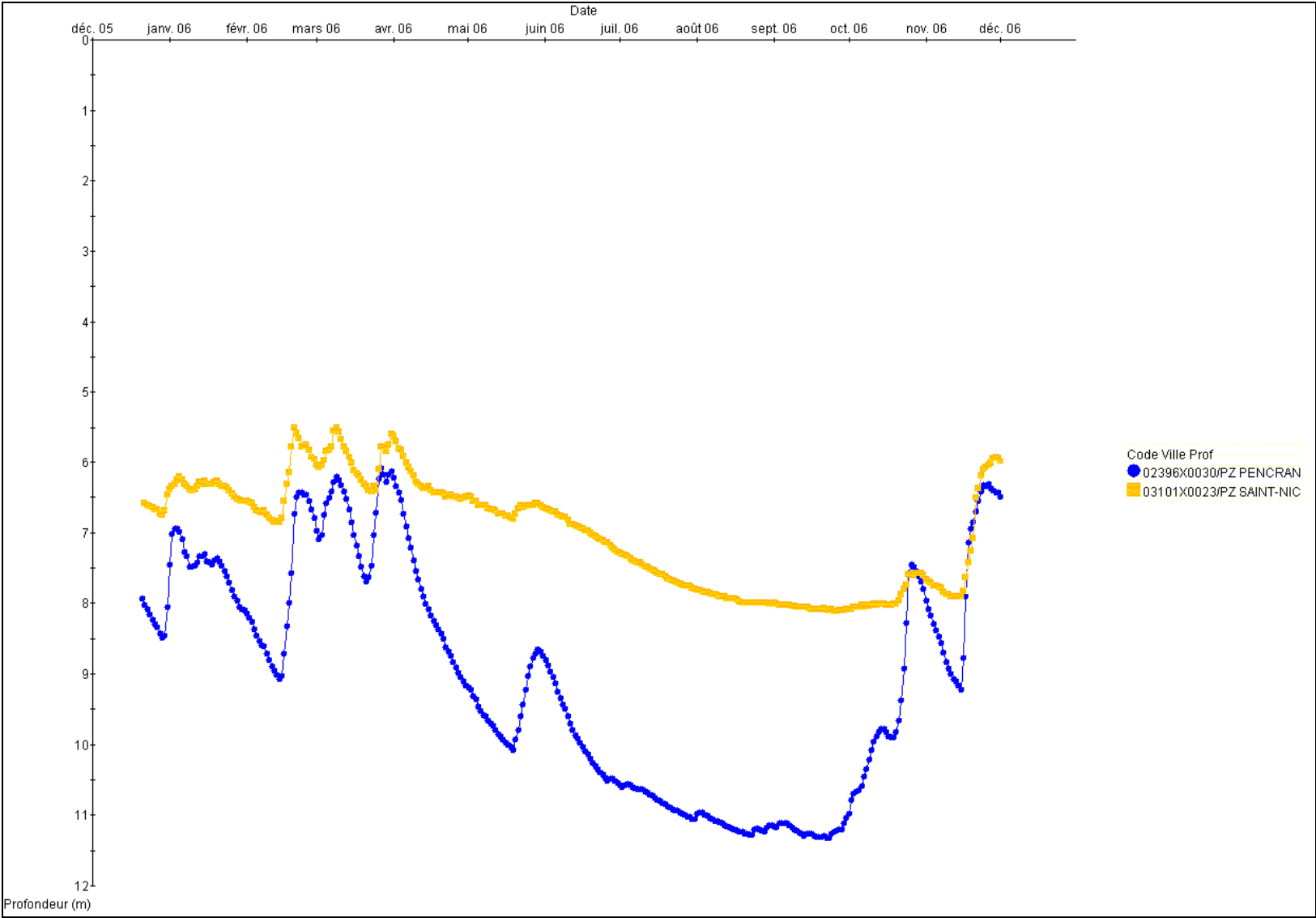


Illustration 7 - Suivi piézométrique des 2 ouvrages du Finistère

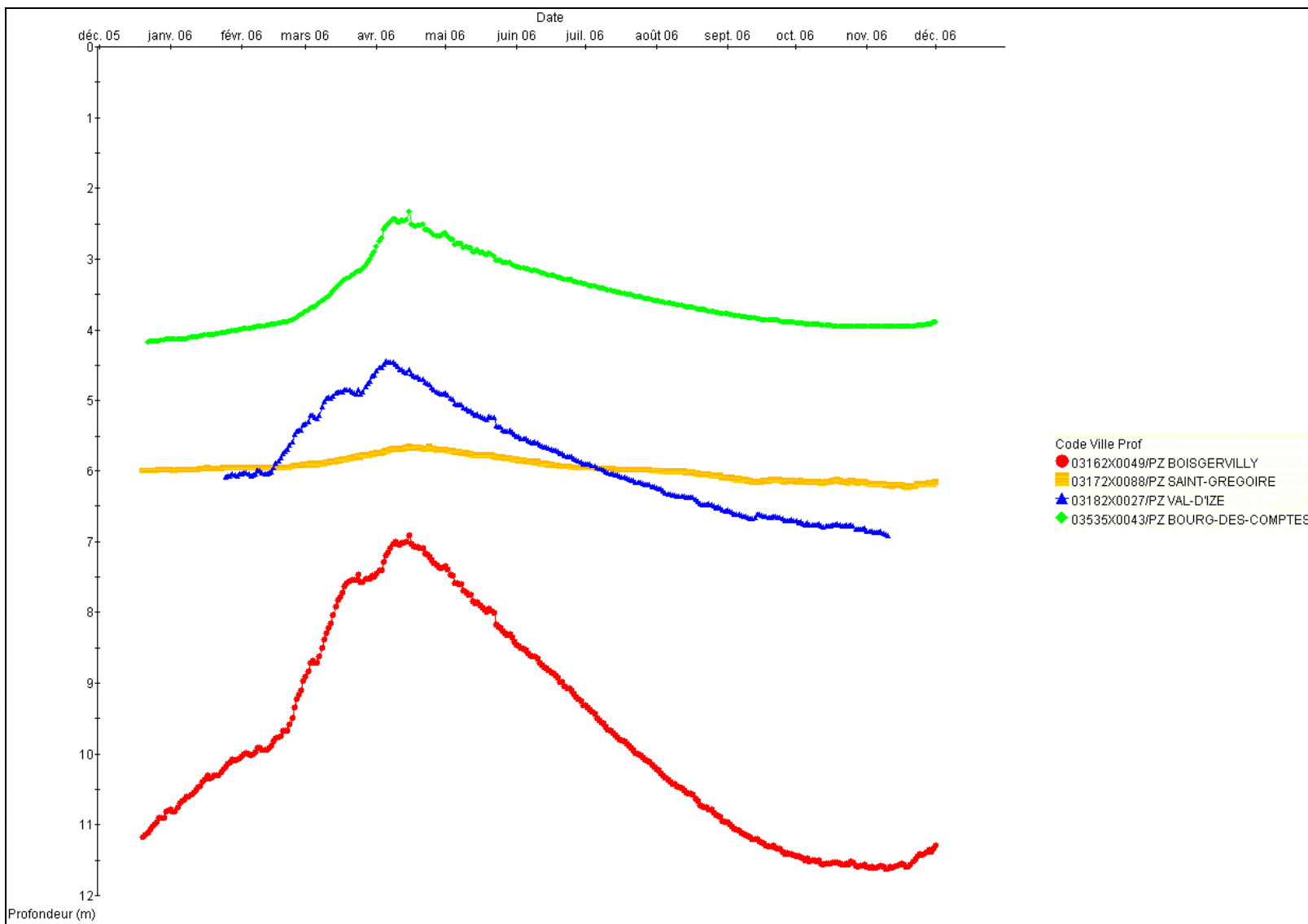


Illustration 8 - Suivi piézométrique des 4 ouvrages d'Ille-et-Vilaine

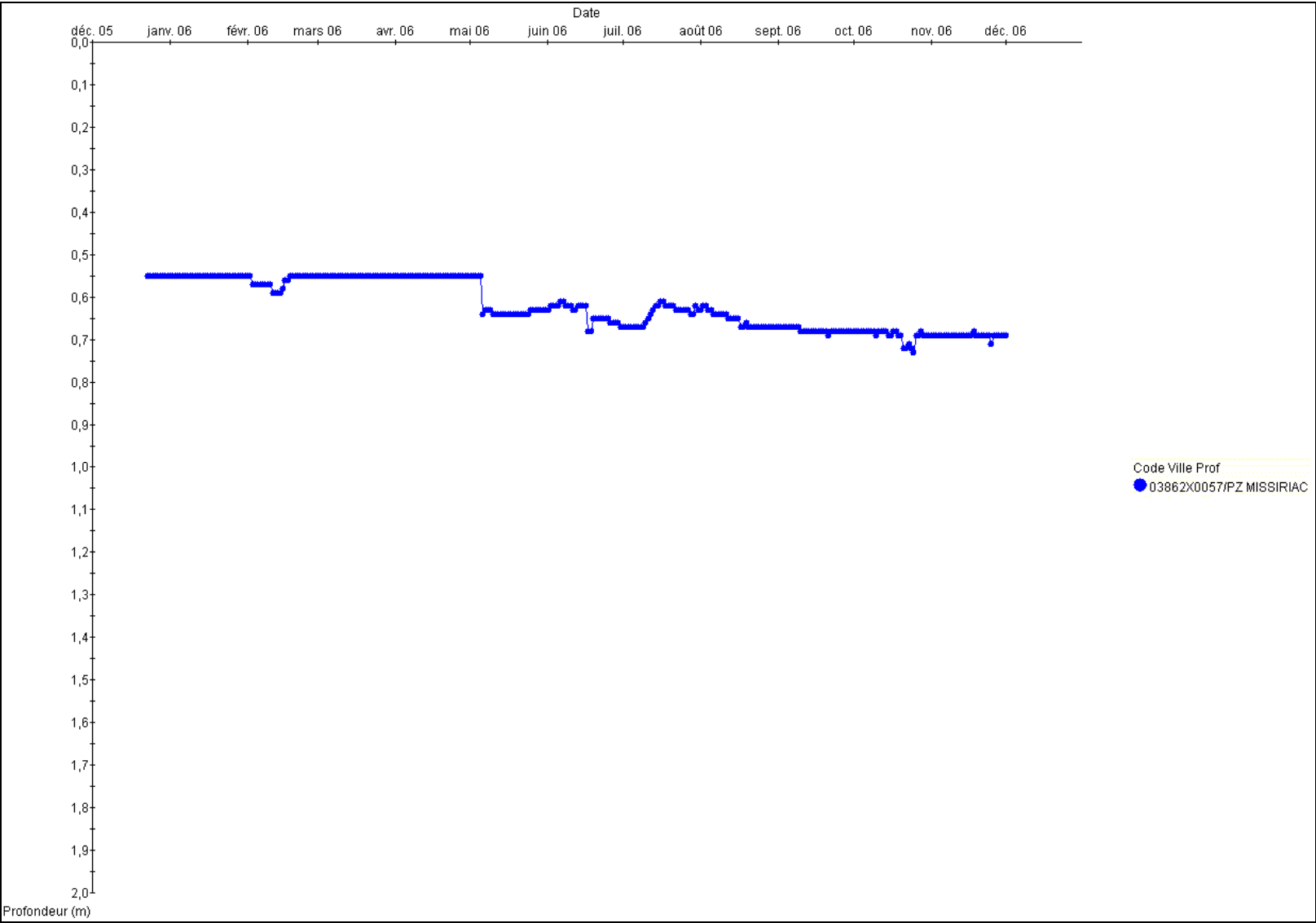


Illustration 9 - Suivi piézométrique de l'ouvrage du Morbihan

Les piézomètres de Bréhand (22) et Missiriac (56) sont artésiens de décembre à mai (en période de hautes eaux), et le système à flotteur ne permet donc pas de mesurer les fluctuations du niveau de nappe.

Les chroniques piézométriques mesurées sur les départements (cf. illustrations 6, 7, 8 et 9) montrent que les nappes ont des comportements identiques avec des variations globalement synchrones. Les périodes de recharge (hiver 2006) et de vidange (été 2006) sont toujours visibles au niveau des piézomètres, mais de façon plus ou moins marquée. Les pics et creux sont mesurés aux mêmes moments.

## **4.2. AMPLITUDE DES FLUCTUATIONS - PROFONDEUR DES NIVEAUX**

L'amplitude des fluctuations peut être considérée comme une image de la capacité d'infiltration et de recharge des aquifères. La profondeur du niveau est un paramètre à prendre en compte dans, par exemple, un dispositif d'alerte des crues. En effet, un niveau piézométrique proche du sol est un facteur aggravant du ruissellement et du risque de crue. Des niveaux proches du sol, ou le dépassant, sont observés sur les piézomètres suivants :

- Bréhand (22) : 7 cm au dessus du sol le 03/02/2006,
- et Missiriac (56) : 13 cm en dessous du sol le 03/02/2006.

La rapidité de recharge d'un aquifère peut renseigner sur la vitesse de circulation de l'eau entre le sol et la nappe.

Parmi les 10 piézomètres, les battements les plus importants en période de recharge ont été mesurés sur les points suivants :

- Pencran (29) : 5,02 m entre septembre et décembre 2006,
- Boisgervilly (35) : 4,14 entre et décembre 2005 et avril 2006,
- Goudelin (22) : différence de 4,08 m entre janvier et mars 2006.

## **4.3. CORRELATIONS PLUVIOMETRIE / PIEZOMETRIE**

La pluviométrie, modifiée par l'évapotranspiration, et la piézométrie, en ce qu'elle reflète l'état des eaux souterraines, sont des paramètres interdépendants car la recharge des aquifères dépend de leurs caractéristiques propres et des conditions climatiques.

Sur 3 sites pilotes, le BRGM a effectué des essais de corrélations entre les conditions climatiques et le niveau de la nappe au point d'observation, afin de comprendre l'évolution des niveaux de nappe et d'appréhender les caractéristiques des terrains recoupés par le piézomètre.

Les tests ont été réalisés sur les piézomètres suivants :

- Goudelin (22),
- Pencran (29),
- Val-d'Izé (35).

Comme décrit au chapitre 4.1, le piézomètre de Goudelin montre des variations avec un nombre limité de pics et de minima. Ceux de Pencran et Val-d'Izé ont des niveaux beaucoup plus variables avec des successions parfois serrées de recharges et de vidanges.

Pour chacun de ces piézomètres, le niveau journalier de la nappe a été corrélé avec la pluie efficace journalière.

#### 4.3.1. Données utilisées

##### *Données météorologiques*

Les données climatiques, nécessaires au calcul des pluies efficaces, ont été commandées à Météo-France. Ces données ont été extraites puis envoyées par mail tous les mois (pluie et évapotranspiration journalières).

Au total ces paramètres ont été achetés sur 10 stations météorologiques (cf. liste présentée dans l'illustration 10).

n° BSS	Commune	Dépt	Poste météorologique
02047X0072/PZ	Goudelin	22	Goudelin (22065002)
02794X0063/PZ	Bréhand	22	Bréhand (22015001)
02812X0238/PZ	Le Quiou	22	Le Quiou (22263001)
02396X0030/PZ	Pencran	29	Pencran (29156001)
03101X0023/PZ	Saint-Nic	29	St-Nic (29256002)
03162X0049/PZ	Boisgervilly	35	Boisgervilly (35027001)
03172X0088/PZ	Saint-Grégoire	35	Rennes Gallet (35238003)
03182X0027/PZ	Val-d'Izé	35	Val d'Izé (35347001)
03535X0043/PZ	Bourg-des-Comptes	35	Guipry (35129001)
03862X0057/PZ	Missiriac	56	Malestroit (56124001)

*Illustration 10 - Piézomètres et postes météorologiques les plus proches*



Durant l'année 2006, 2 stations météorologiques, dont les données étaient commandées depuis décembre 2005, ont fermées. Ceci a entraîné le choix des données météorologiques de 2 autres stations (cf. illustration 11).

<b>Piézomètre concerné</b>	<b>Station fermée</b>	<b>Nouvelle station considérée</b>
Boisgervilly (35)	Montauban (35184002)	Boisgervilly (35027001)
Saint-Grégoire (35)	Rennes Cucillé (35238009)	Rennes Gallet (35238003)

*Illustration 11 - Choix de nouveaux postes météorologiques*

### **Calcul des pluies efficaces**

Les pluies efficaces correspondent à la part de précipitations qui ruisselle à la surface du sol et qui s'infiltre jusqu'à la nappe (le reste étant soit évaporé, soit utilisé par la végétation).

Les pluies efficaces journalières (unité : mm) ont été calculées à partir des données météorologiques de pluie (P) et d'évapotranspiration potentielle (ETP). La méthode utilisée consiste à faire la différence P-ETP et, si ce résultat est positif, de le comparer à la réserve, contenue dans le sol, facilement utilisable par les plantes (RFU). Dans les exemples pris ci-dessous, la RFU varie entre 10 et 150 mm (la quantité dépend notamment de l'importance du couvert végétal). Tant que la RFU n'est pas arrivée à saturation, elle se remplit (si P-ETP > 0) ou se vide (si P-ETP < 0). Une fois la RFU totalement remplie, l'excédent correspond aux pluies efficaces.

### **Piézométrie**

Les chroniques piézométriques ont été extraites du site Internet ADES. Les niveaux sont représentés en mètres par rapport au zéro du sol.

### 4.3.2. Corrélations

Le premier test de corrélation (cf. illustration 12) est effectué avec le piézomètre situé sur la commune de Goudelin (22), au lieu-dit « Le Restou ». Son indice de classement national est 02047X0072/PZ. Il s'agit d'un forage de 30 m de profondeur, implanté dans les amphibolites.

La station météorologique est Goudelin (22065002).

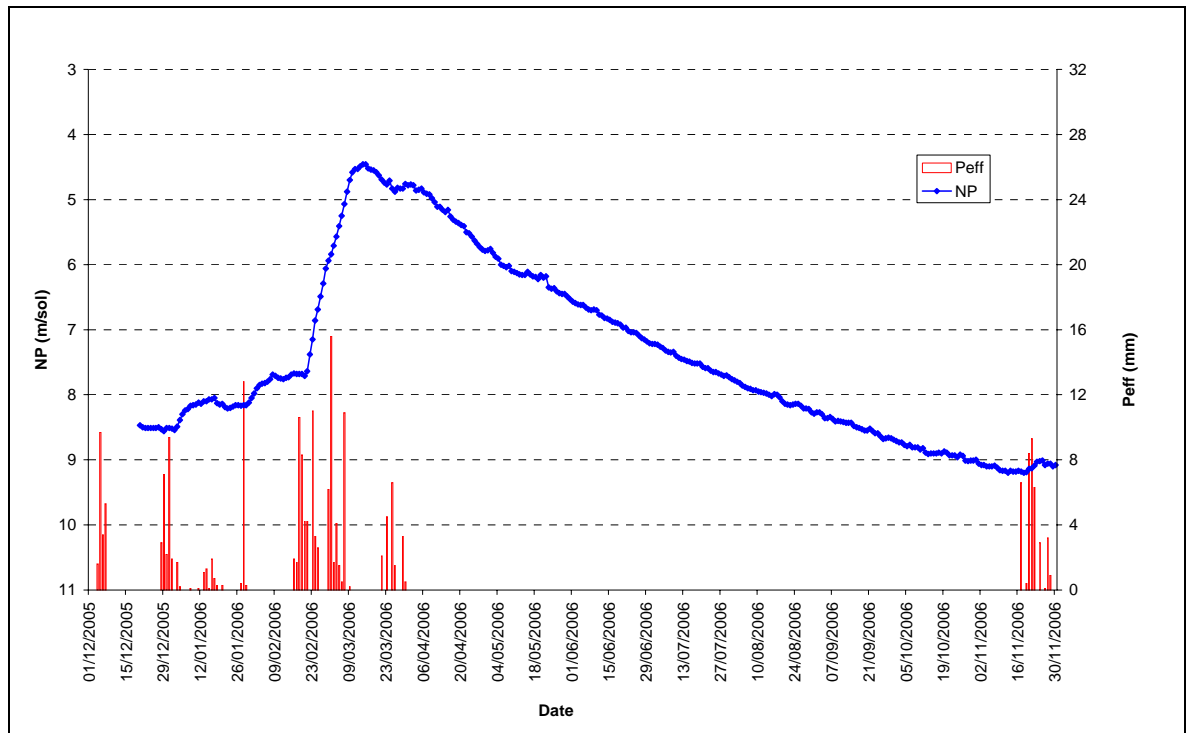


Illustration 12 - Corrélation entre les pluies efficaces et la piézométrie sur Goudelin

La méthode utilisée pour calculer les pluies efficaces fait intervenir une réserve, contenue dans le sol, facilement utilisable par les plantes (RFU) estimée à 50 mm.

Chaque série de pluie efficace entraîne une remontée régulière du niveau de nappe, tandis que les pluies efficaces ponctuelles n'ont que peu d'influence. Ceci est lié à la RFU moyenne du sol et l'approfondissement de la nappe par rapport au sol (4 à 9 m). La nappe n'est pas sensible immédiatement aux pluies efficaces (réaction 3 à 6 jours après la pluie).

Le second test de corrélation (cf. illustration 13) est effectué avec le piézomètre situé sur la commune de Pencran (29), au lieu-dit « Keranna ». Son indice de classement national est 02396X0030/PZ. Il s'agit d'un forage de 28 m de profondeur, implanté dans les schistes Primaire.

La station météorologique est Pencran (29156001).

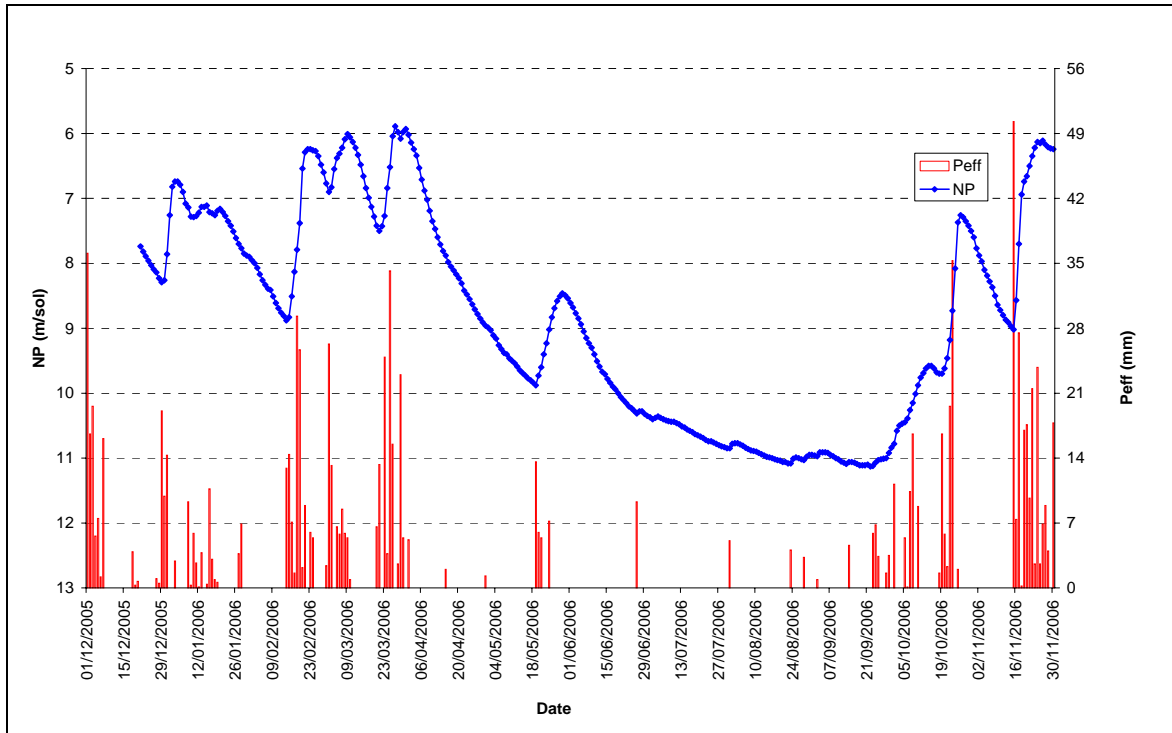


Illustration 13 - Corrélation entre les pluies efficaces et la piézométrie sur Pencran

La méthode utilisée pour calculer les pluies efficaces fait intervenir une RFU estimée à 10 mm.

Chaque pluie efficace entraîne une remontée ponctuelle du niveau de nappe, tandis que des séries de pluies efficaces régulières permettent à la nappe de se recharger. Ceci est lié à la faible RFU du sol et la relative proximité de la nappe par rapport au sol (6 à 11 m). La nappe est assez sensible aux pluies efficaces (réaction 2 à 3 jours après la pluie).

Le troisième test de corrélation (cf. illustration 14) est effectué avec le piézomètre situé sur la commune de Val-d'Izé (35), au lieu-dit « Les Landes de la Commune ». Son indice de classement national est 03182X0027/PZ. Il s'agit d'un forage de 28 m de profondeur, implanté dans les schistes Primaire.

La station météorologique est Val d'Izé (35347001).

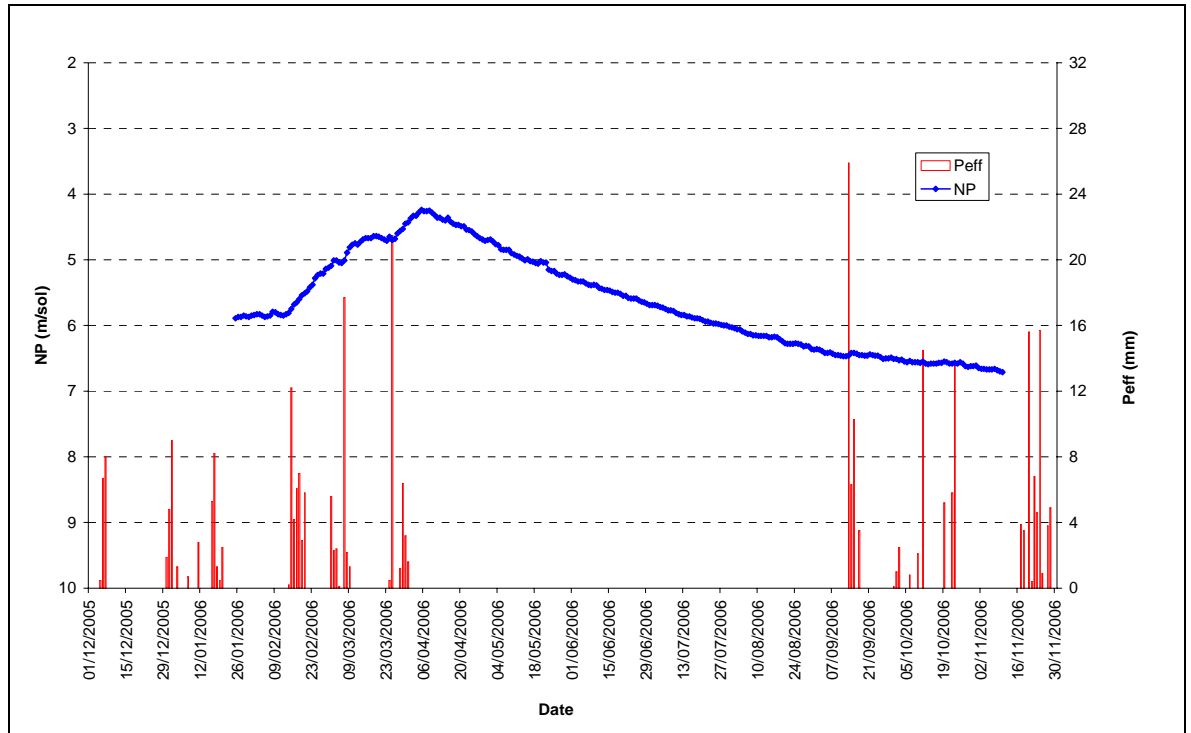


Illustration 14 - Corrélation entre les pluies efficaces et la piézométrie sur Val-d'Izé

La méthode utilisée pour calculer les pluies efficaces fait intervenir une RFU estimée à 25 mm.

Chaque pluie efficace entraîne une remontée ponctuelle du niveau de nappe, tandis que des séries de pluies efficaces régulières permettent à la nappe de se recharger. Ceci est lié à la faible RFU du sol et la proximité de la nappe par rapport au sol (4 à 7 m). La nappe est assez sensible aux pluies efficaces (réaction 1 à 2 jours après la pluie).



## 5. Conclusion

En 2005, 10 piézomètres ont été réalisés et équipés en moyens de mesure et télétransmission, pour compléter le réseau piézométrique de Bretagne (réseau régional SILURES Suivi comportant 42 points), au niveau des masses d'eau souterraines bretonnes peu ou pas renseignées.

Au cours de l'année 2006, le BRGM a dans un premier temps mis en service ces 10 ouvrages et les a intégrés au réseau existant (42+10=52 piézomètres). Dans un deuxième temps, il s'est employé à gérer le bon fonctionnement de ces 10 nouvelles stations.

Un atlas rassemblant les caractéristiques des 52 points ainsi créés a été édité.

Ces actions ont été financées par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'Eau), le Conseil Régional de Bretagne, l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et le BRGM dans le cadre de ses opérations de Service Public et de la convention nationale MEDD-BRGM en date du 28 juin 2006.

Plusieurs campagnes de dépannage et maintenance du matériel ont été effectuées.

Le stock de pièces de rechange a été renouvelé.

Pour la période de janvier à décembre 2006, toutes les données collectées par télétransmission ont été validées, puis bancarisées sur le site Internet ADES (<http://www.ades.eaufrance.fr>, code réseau : 0400000020).

Tous les bulletins de situations des niveaux de nappes de 2006 intègrent les informations des 10 nouveaux piézomètres. Ces bulletins ont été diffusés sur le Portail Bretagne Environnement (<http://www.bretagne-environnement.org/lecture/le-reseau-piezometrique-de-bretagne>).

Les chroniques piézométriques mesurées entre décembre 2005 et décembre 2006 sont rassemblées dans ce rapport.

A titre d'exemple, des corrélations entre les profondeurs de nappe et les pluies efficaces ont été entreprises sur 3 points du réseau.



## 6. Bibliographie

MOUGIN B., collaboration : JEGOU J-P. (2006) - SILURES Suivi - Gestion du réseau de surveillance piézométrique régional - Annuaire 2006 - Rapport d'avancement de l'année 4 - BRGM/RP-55147-FR - 67 p., 18 ill., 3 ann.

MOUGIN B., avec la collaboration de JEGOU J.P. (2006) - Atlas du réseau piézométrique de Bretagne - SILURES Suivi (52 ouvrages). Rapport BRGM/RP-54576-FR. 59 p.

MOUGIN B., avec la collaboration de JEGOU J.P. (2005) - Atlas du réseau piézométrique de Bretagne - SILURES Suivi. Rapport BRGM/RP-53662-FR. 49 p.

B. MOUGIN avec la collaboration de J-P. JEGOU (2005) - Réalisation de 10 piézomètres - Extension du réseau SILURES Suivi - Rapport d'avancement de l'année 2005 - BRGM/RP-54289-FR - 26 p., 3 tabl., 11 fig., 3 ann.





## **Annexe 1**

### **Journal des événements de janvier à décembre 2006**

### Piézomètres des Côtes d'Armor

Commune de Gouelin (22) 02047X0072/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)

Commune de Bréhand (22) 02794X0063/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Déblocage de la roue encodeuse, paramétrage de la station
Octobre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Dérive du thalimède, paramétrage de la station
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Dérive du thalimède, paramétrage de la station

Commune du Quiou (22) 02812X0238/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)

### Piézomètres du Finistère

Commune de Pencran (29) 02396X0030/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)

Commune de Saint-Nic (29) 03101X0023/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Remplacement de la carte d'activation
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)

**Piézo mètres d'Ille-et-Vilaine**

Commune de Boisgervilly (35) 03162X0049/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)

Commune de Saint-Grégoire (35) 03172X0088/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)
Octobre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Remplacement du modem GSM

Commune de Val-d'Izé (35) 03182X0027/PZ

Janvier 2006	Remplacement de la carte d'activation Nouveau paramétrage de la station (intervention OTT)
Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)
Juillet 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Nettoyage de la puce GSM
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Remplacement de la carte d'activation Changement du thalimède (qui affiche une valeur fixe qui ne change pas), paramétrage de la station

Commune de Bourg-des-Comptes (35) 03535X0043/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)
Octobre 2006	Remplacement du modem GSM
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)

### Piézomètre du Morbihan

Commune de Missiriac (56) 03862X0057/PZ

Juin 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM) Déblocage de la roue encodeuse, paramétrage de la station
Décembre 2006	Remplacement de l'alimentation (batterie GSM)

## **Annexe 2**

### **Liste du matériel envoyé à OTT et diagnostics associés**

Extension du réseau SILURES Suivi - Gestion des 10 piézomètres

Liste du matériel envoyé en SAV et diagnostic de la société OTT							
Site	Matériel	Numéro	Date d'envoi	Date réponse	Diagnostic OTT	Solution	Récupération données Th
VAL-D'IZE	carte d'activation		25/01/2006	récupération sur site par OTT	HS problème électronique : surtension ou humidité (carte non tropicalisée)	échange	
SAINTE-NIC	carte d'activation		23/06/2006	11/08/2006	HS problème électronique : surtension ou humidité (carte non tropicalisée)	échange	
BOURG-DES-COMPTES	modem GSM	354056000822209	10/10/2006	29/11/2006	fonctionne	renvoi	
SAINTE-GREGOIRE	modem GSM	354056000823694	10/10/2006	29/11/2006	fonctionne	renvoi	
VAL-D'IZE	thalième GSM	178039	15/12/2006	en attente			
VAL-D'IZE	carte d'activation		15/12/2006	en attente			



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

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

**Service géologique régional Bretagne**  
Rennes Atalante Beaulieu  
2, rue de Jouanet  
35700 – Rennes – France  
Tél. : 02 99 84 26 70