



# Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49) Recommandations pour l'élaboration de règles de gestion quantitative

Rapport final

BRGM/RP-61082-FR

Juin 2012





# Fontionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49) Recommandations pour l'élaboration de règles de gestion quantitative

Rapport final

**BRGM/RP-61082-FR**

Juin 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 10EAU166

**P. Chrétien**

Avec la collaboration de

**M.J. Féret, J.P. Jégou, F. Lucassou**

**Vérificateur :**

Nom : E. Rouxel

Date : 20 avril 2012



**Approbateur :**

Nom : P. Conil

Date : 23 avril 2012



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

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



**Mots clés** : eau souterraine, piézométrie, gestion quantitative, socle, sable, Cénomaniens, irrigation, relation nappe-rivière, Aubance, Maine-et-Loire, Pays-de-la-Loire.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :  
Chrétien P. avec la collaboration de M.J. Féret, J.P. Jégou & F. Lucassou (2012) – Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49). Recommandations pour l'élaboration de règles de gestion quantitative. Rapport final – BRGM/RP-61082-FR, 93 p., 19 ill., 3 tab., 3 ann.

© BRGM, 2012, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Le bassin de l'Aubance, situé au sud-est d'Angers dans le cœur du Maine-et-Loire, couvre 205 km<sup>2</sup>. Le réseau hydrographique secondaire se développe essentiellement en rive gauche.

Le sous-sol du bassin versant de l'Aubance renferme deux familles de roches. Au nord-ouest, dans la partie aval du bassin versant, les roches rencontrées appartiennent au Massif armoricain et sont des roches métamorphiques du socle. Elles sont progressivement recouvertes vers le sud-est dans la partie amont du bassin par des roches sédimentaires appartenant au Bassin parisien.

Les roches métamorphiques du socle, du fait de leur faible transmissivité, constituent un aquifère discontinu peu profond et peu productif, essentiellement utilisé au moyen de puits anciens par des particuliers en complément du réseau d'eau potable. La nappe du socle est en continuité hydraulique avec celle des sables du Cénomaniens, ressource en eau souterraine la plus importante du bassin de l'Aubance. On parle donc de la nappe des roches métamorphiques du socle et des sables du Cénomaniens. Elle est exploitée pour l'irrigation et devient captive vers l'est sous les marnes du Cénomaniens supérieur. La nappe du tuffeau du Turonien donne de bons débits mais sa faible étendue sur le bassin de l'Aubance – elle se limite à la tête de bassin au sud-est – en fait une ressource moins intéressante que la nappe des sables du Cénomaniens.

Si l'on excepte les usages particuliers (peu significatifs en volume), le seul usage de la ressource en eau souterraine dans le bassin est l'irrigation.

Deux campagnes de terrain conduites en octobre 2010 (période de basses eaux) et mars 2011 (hautes eaux) ont permis de recueillir chacune une centaine de mesures piézométriques qui ont ensuite été interpolées pour élaborer deux cartes piézométriques de la nappe des roches métamorphiques du socle et des sables cénomaniens : une carte des basses eaux et une carte des hautes eaux. Elles montrent que le bassin hydrogéologique est peu différent du bassin topographique, et que la nappe libre est drainée par les cours d'eau. On observe par ailleurs un net contraste dans le bassin de l'Aubance entre le secteur aval des roches métamorphiques, où le gradient varie fortement (de 0,05% à plus de 8%), et le secteur amont des roches sédimentaires, où le gradient est plus faible et homogène. On l'explique par les faibles perméabilités rencontrées dans les roches métamorphiques du socle et le relief plus marqué de cette partie du bassin (la nappe épousant la topographie, en en atténuant la rugosité).

On estime à 10,5 millions de m<sup>3</sup> (Mm<sup>3</sup>) le volume d'eau souterraine stockée dans le bassin entre octobre 2010 et mars 2011. Le bilan hydrologique simplifié du bassin versant de l'Aubance entre 2000 et 2011 montre que les entrées sont inférieures une année sur quatre (trois années sur onze) aux sorties comptabilisées. Ce constat n'est pas imputable au niveau trop élevé des prélèvements, mais au déficit pluviométrique

enregistré pendant l'année, car les prélèvements du bassin de l'Aubance sont le plus souvent négligeables par rapport à la recharge. Les volumes prélevés en nappe par l'irrigation sont néanmoins significatifs par rapport au volume d'eau superficielle écoulé par l'Aubance à Charreau pendant la période d'irrigation, et pourraient avoir un impact sur les débits d'étiage du ruisseau de Montayer et ses affluents.

Il n'y a pas de déséquilibre quantitatif structurel dans le fonctionnement hydrologique du bassin de l'Aubance. La question de l'opportunité de la mise en œuvre d'une gestion quantitative sur l'intégralité du bassin de l'Aubance peut donc se poser. En revanche, le secteur où les sables cénomaniens sont libres pourrait faire l'objet d'une attention particulière du fait de ses caractéristiques hydrogéologiques : ressource en eau souterraine importante, relations nappe-rivières avérées, irrigation développée. Cela passera nécessairement par la mise en service d'au moins un piézomètre de contrôle journalier des niveaux de la nappe des sables du Cénomaniens, et d'une station de jaugeage sur le ruisseau le Montayer. L'enregistrement journalier des niveaux de la nappe contenue dans les roches métamorphiques du socle en aval du bassin, bien que moins prioritaire, contribuerait également à la meilleure connaissance de la ressource en eau souterraine et de ses relations avec le réseau hydrographique.

Certains prélèvements ont un effet direct sur le débit de l'Aubance et doivent être interdits en cas d'étiage sévère. Des incertitudes demeurent sur l'exhaustivité des données de prélèvements collectées par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (nombre d'ouvrages et nappes captées), qu'une enquête de terrain en partenariat avec la profession agricole pourrait lever.

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Piézométrie du bassin versant de l'Aubance .....</b>	<b>11</b>
2.1. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE .....	11
2.2. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE .....	11
2.2.1. Géologie.....	11
2.2.2. Hydrogéologie .....	12
2.3. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE .....	15
2.4. CAMPAGNES PIÉZOMÉTRIQUES DE TERRAIN .....	15
2.4.1. Automne 2010 : basses eaux (BE) .....	15
2.4.2. Printemps 2011 : hautes eaux (HE).....	16
2.5. CARTES PIÉZOMÉTRIQUES .....	16
<b>3. Clefs de lecture des cartes piézométriques .....</b>	<b>23</b>
3.1. CARACTÉRISTIQUES ET LIMITES D'UTILISATION DES CARTES PIÉZOMÉTRIQUES .....	23
3.2. COMMENTAIRES SUR LES CARTES PIÉZOMÉTRIQUES .....	23
3.2.1. Lignes de courant et sens d'écoulement .....	23
3.2.2. Gradient hydraulique .....	24
3.2.3. Comparaison entre basses eaux et hautes eaux.....	27
3.2.4. Relations nappes-rivières .....	31
<b>4. Bilan hydrologique sur le bassin versant de l'Aubance .....</b>	<b>33</b>
4.1. USAGES DE L'EAU .....	33
4.2. REJET DES STATIONS D'ÉPURATION (STEP) .....	34
4.3. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES .....	35
4.4. INTERPRÉTATION DU BILAN HYDROLOGIQUE .....	35
4.5. CONCLUSIONS .....	39
4.5.1. Un fonctionnement hydrologique équilibré sur le long terme .....	39

4.5.2. Des étiages sévères du fait d'un faible soutien d'étiage par les eaux souterraines, accentués par les prélèvements.....	40
<b>5. Recommandations pour l'élaboration de règles de gestion quantitative.....</b>	<b>43</b>
5.1. SECTEUR PRIORITAIRE POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE GESTION QUANTITATIVE .....	43
5.2. AMÉLIORATION DE LA CONNAISSANCE – COLLECTE DE DONNÉES BRUTES.....	43
5.2.1. Débits des cours d'eau .....	43
5.2.2. Piézométrie .....	44
5.2.3. Ouvrages de prélèvements en nappe et rivières.....	44
5.3. MISE EN ŒUVRE DE RÈGLES DE GESTION QUANTITATIVE.....	45
<b>6. Conclusion.....</b>	<b>47</b>
<b>7. Bibliographie .....</b>	<b>49</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : localisation du bassin de l'Aubance dans le Maine-et-Loire. ....	11
Illustration 2 : carte géologique simplifiée du bassin de l'Aubance. ....	12
Illustration 3 : chronique piézométrique dans le tuffeau d'Anjou à Louerre .....	13
Illustration 4 : carte hydrogéologique du bassin de l'Aubance et usages de l'eau.....	14
Illustration 5 : localisation des points de mesure – campagne piézométrique basses eaux. ....	15
Illustration 6 : localisation des points de mesure - campagne piézométrique hautes eaux. ....	16
Illustration 7 : carte piézométrique basses eaux du bassin de l'Aubance.....	19
Illustration 8 : carte piézométrique hautes eaux du bassin de l'Aubance .....	20
Illustration 9 : grille d'interpolation des basses eaux au pas de 50 m .....	21
Illustration 10 : grille d'interpolation des hautes eaux au pas de 50 m.....	22
Illustration 11 : distribution des gradients hydrauliques en période de basses eaux (automne 2010) dans le bassin de l'Aubance .....	25
Illustration 12 : distribution des gradients hydrauliques en période de hautes eaux (printemps 2011) dans le bassin de l'Aubance .....	26
Illustration 13 : cartographie du battement de la nappe entre octobre 2010 et mars 2011.....	29

Illustration 14 : évolution des volumes prélevés dans le bassin de l'Aubance depuis 1999 .....	33
Illustration 15 : la part de l'eau souterraine dans les prélèvements totaux connus du bassin de l'Aubance a augmenté depuis la fin des années 1990 .....	34
Illustration 16 : évolution par année hydrologique des pluies efficaces, de la recharge des aquifères et de la lame d'eau écoulée par l'Aubance entre 2000 et 2011 .....	36
Illustration 17 : lame d'eau écoulée par l'Aubance vs recharge de l'aquifère et pluies efficaces pendant une année hydrologique .....	37
Illustration 18 : la lame d'eau écoulée par l'Aubance de mai à octobre est mal corrélée à la recharge des nappes.....	39
Illustration 19 : la lame d'eau écoulée par l'Aubance entre mai et octobre est corrélée aux pluies efficaces sur la même période.....	39
Illustration 20 : géologie simplifiée du secteur où affleurent les sables cénomaniens .....	41

## Liste des tableaux

Tableau 1 : estimation du volume d'eau souterraine stocké entre octobre 2010 et mars 2011 dans l'aquifère des sables cénomaniens et des roches métamorphiques du bassin de l'Aubance .....	31
Tableau 2 : bilan hydrologique annuel simplifié du bassin de l'Aubance .....	37
Tableau 3 : part des prélèvements par rapport au débit de l'Aubance à l'étiage, à la recharge annuelle, aux pluies efficaces à l'étiage .....	38

## Liste des annexes

Annexe 1 Carte piézométrique des basses eaux du bassin de l'Aubance – Automne 2010 .....	51
Annexe 2 Carte piézométrique des hautes eaux du bassin de l'Aubance – Printemps 2011 .....	67
Annexe 3 Bilan hydrologique décadaire du bassin versant de l'Aubance sur la période 2000-2011 .....	83



# 1. Introduction

De manière générale, le développement considérable de l'irrigation, conjugué aux problèmes de disponibilité de la ressource en eau souterraine, rend nécessaire une gestion de la ressource plus adaptée qui prendrait à la fois en compte les besoins et le stock utilisable.

Les débits d'étiage de l'Aubance, affluent de la Loire en rive gauche au sud-est d'Angers, sont particulièrement faibles. La ressource que représente la nappe des sables du Cénomaniens constitue localement un enjeu important à préserver puisqu'elle est utilisée pour l'irrigation de certaines cultures. Mais au-delà de son intérêt économique, quelle est le rôle de la nappe dans l'hydrosystème, en particulier pour le soutien d'étiage du débit du cours d'eau ?

La Direction Départementale du Territoire du Maine-et-Loire a demandé au BRGM d'étudier le fonctionnement hydrogéologique du bassin, et d'évaluer l'éventuel impact des prélèvements sur la ressource en eau souterraine et les débits d'étiage du cours d'eau. Cette étude constitue un socle pour l'élaboration de règles de gestion quantitative de la ressource.



## 2. Piézométrie du bassin versant de l'Aubance

### 2.1. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

Le bassin versant de l'Aubance, d'une superficie de 205 km<sup>2</sup>, se situe au sud d'Angers, au cœur du Maine-et-Loire. L'Aubance, qui prend sa source à Louerre, est un affluent du Louet (confluence à Denée), lui-même un affluent de la Loire qu'il rejoint à Chalonnes-sur-Loire. La ville principale du bassin est Brissac-Quincé.

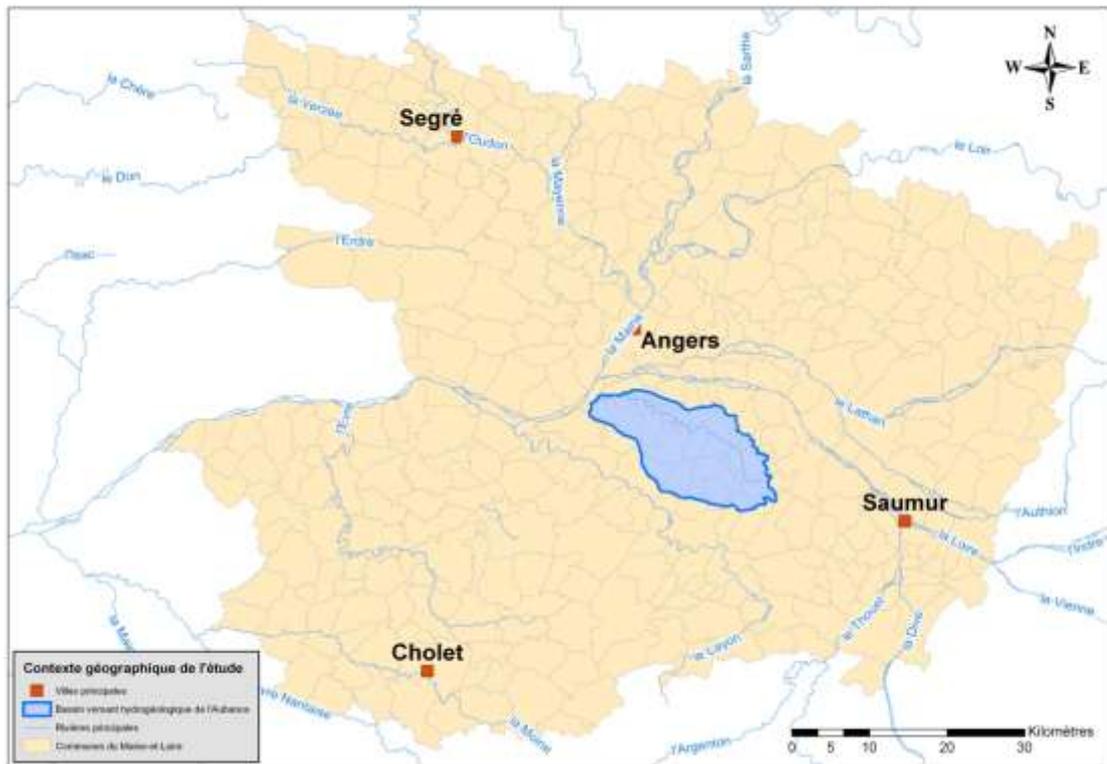


Illustration 1 : localisation du bassin de l'Aubance dans le Maine-et-Loire.

### 2.2. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

#### 2.2.1. Géologie

Deux familles de roches constituent le sous-sol du bassin versant de l'Aubance. Au nord-ouest, dans la partie aval du bassin versant, les roches rencontrées appartiennent au Massif armoricain et sont des roches métamorphiques du socle. Elles sont progressivement recouvertes vers le sud-est dans la partie amont du bassin par des roches sédimentaires appartenant au Bassin parisien.

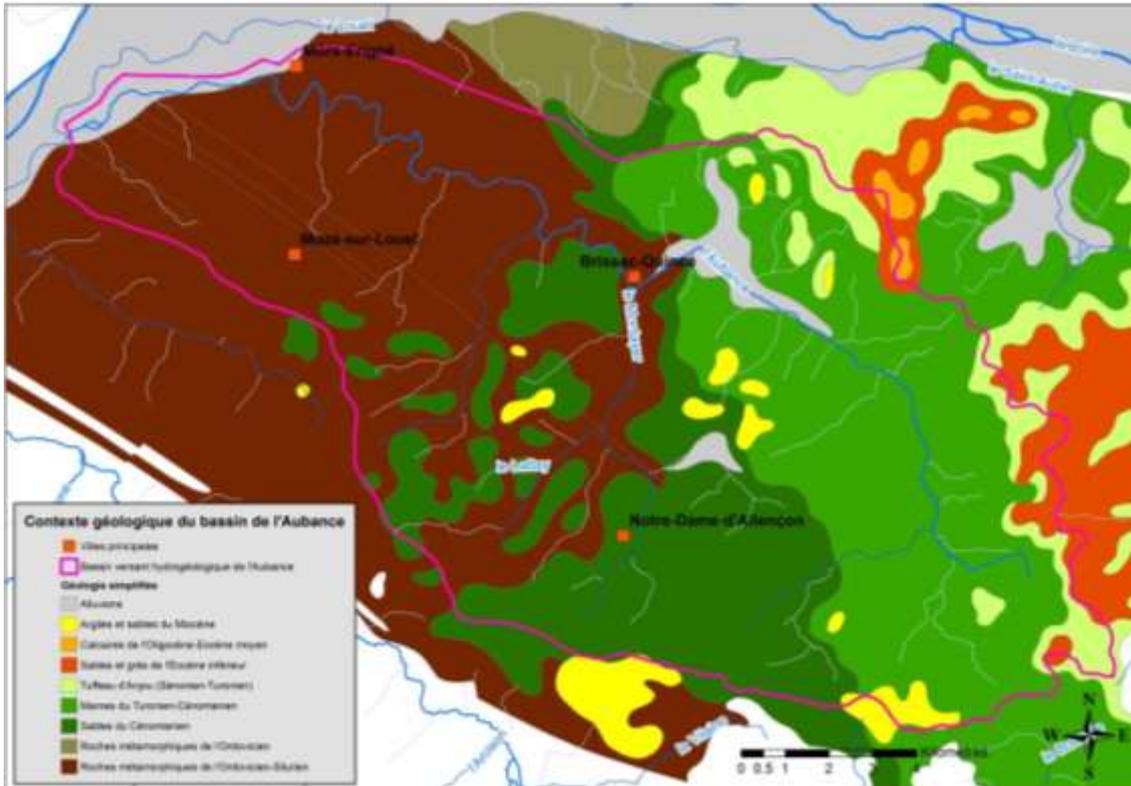
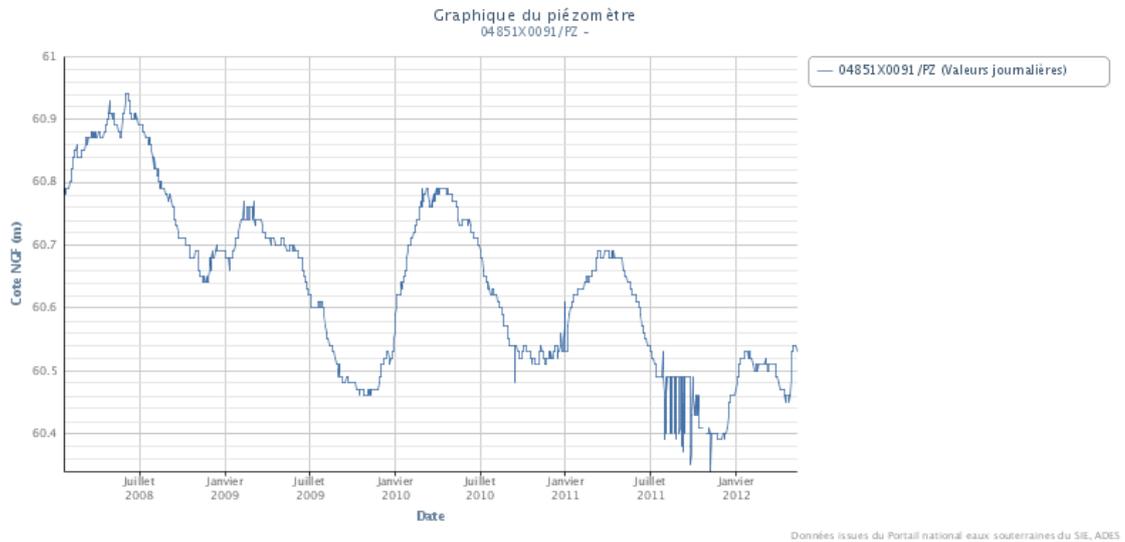


Illustration 2 : carte géologique simplifiée du bassin de l'Aubance.

## 2.2.2. Hydrogéologie

L'aquifère du tuffeau (craie) du Turonien est peu étendu sur le bassin de l'Aubance (son extension se limite à la partie amont et à la frange septentrionale du bassin, cf. Illustration 4). Des débits soutenus de l'ordre de  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  peuvent être obtenus dans les forages qui captent cette formation. On connaît les variations piézométriques du tuffeau du bassin de l'Aubance grâce aux enregistrements du piézomètre 04851X0091/PZ implanté à Louerre (réseau de surveillance de l'état quantitatif des eaux souterraines de la France). La chronique de ce piézomètre mis en service en 2008 est encore courte, mais sa tendance depuis 4 ans est à la baisse (cf. Illustration 3).

L'aquifère des sables du Cénomane est séparé du tuffeau par des marnes peu perméables. Cet aquifère couvre la moitié amont du bassin de l'Aubance ; bien qu'il ne permette pas d'obtenir des débits aussi intéressants que le tuffeau, en particulier dans sa partie captive, il constitue néanmoins la ressource aquifère la plus intéressante du bassin, du fait de son étendue. Dans le bassin de l'Aubance, cet aquifère ne fait pas l'objet d'un suivi piézométrique (suivi le plus proche à Doué-la-Fontaine, dans le bassin versant du Layon).



*Illustration 3 : chronique piézométrique dans le tuffeau d'Anjou à Louerre*

Dans la partie aval du bassin versant, les roches métamorphiques du socle armoricain sont généralement moins perméables ; la ressource en eau souterraine exploitable est faible et l'obtention de débits intéressants se limite aux zones de failles et de fissures. Dans le bassin de l'Aubance, cet aquifère ne fait pas l'objet d'un suivi piézométrique (suivi le plus proche à Chemillé, dans le bassin versant du Layon).

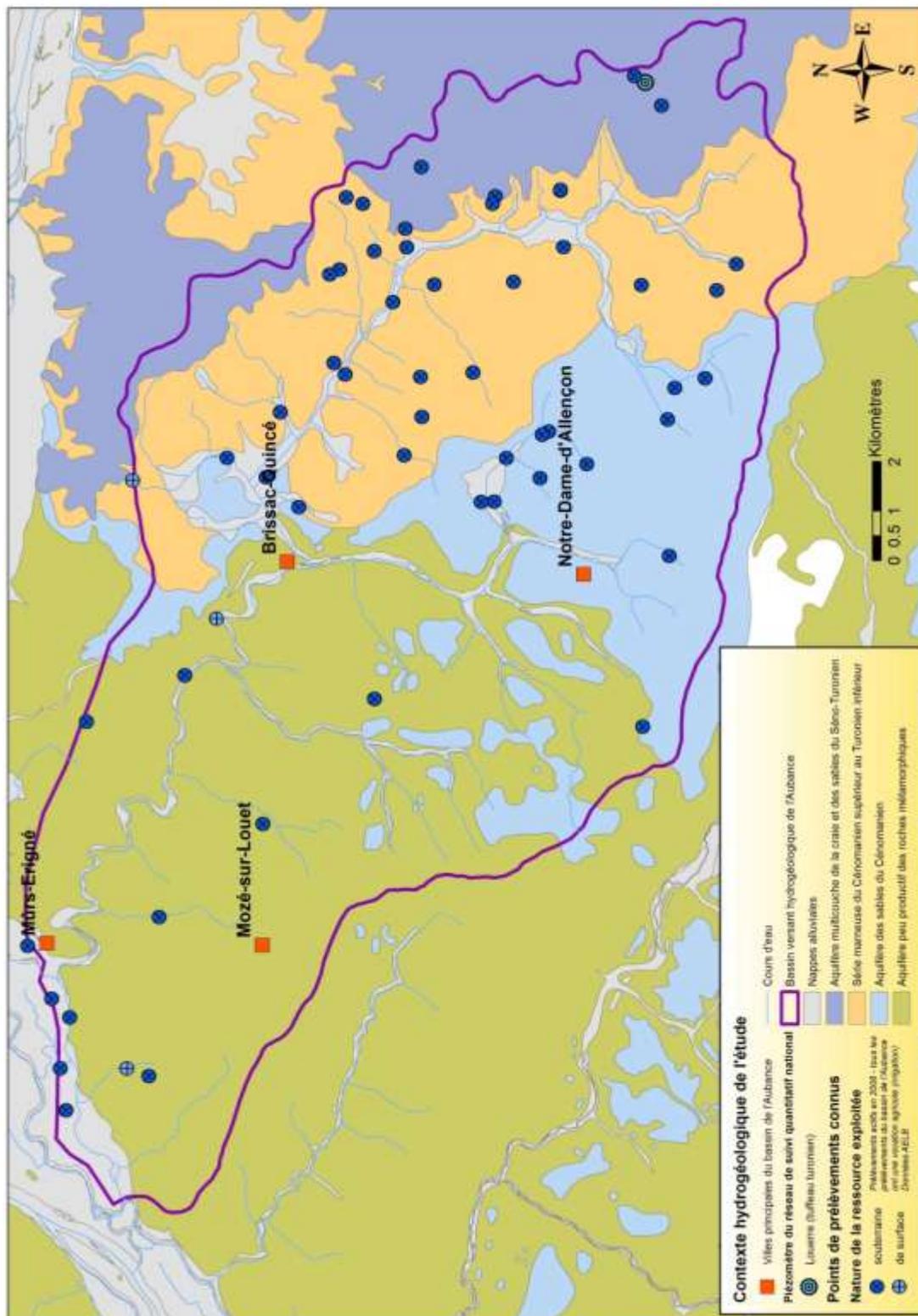


Illustration 4 : carte hydrogéologique du bassin de l'Aubance et usages de l'eau

## 2.3. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

Les débits de l'Aubance sont suivis par la DREAL Pays-de-la-Loire depuis 1982 au niveau de la station limnigraphique de Charreau, sur la commune de Soulaines-sur-Aubance. Cette station est située à 21,5 km de la source et couvre un bassin versant de 172 km<sup>2</sup> (contre 205 km<sup>2</sup> pour le bassin complet).

Le débit moyen annuel à Charreau est de 610 L.s<sup>-1</sup> mais il présente d'importantes variations saisonnières. Le QMNA5<sup>1</sup> de l'Aubance à Charreau est de 5 L.s<sup>-1</sup>.

## 2.4. CAMPAGNES PIÉZOMÉTRIQUES DE TERRAIN

### 2.4.1. Automne 2010 : basses eaux (BE)

La campagne piézométrique de basses eaux s'est déroulée du 11 au 14 octobre 2010 et a permis de recueillir 97 mesures de profondeur de nappe (sur 99 points visités).

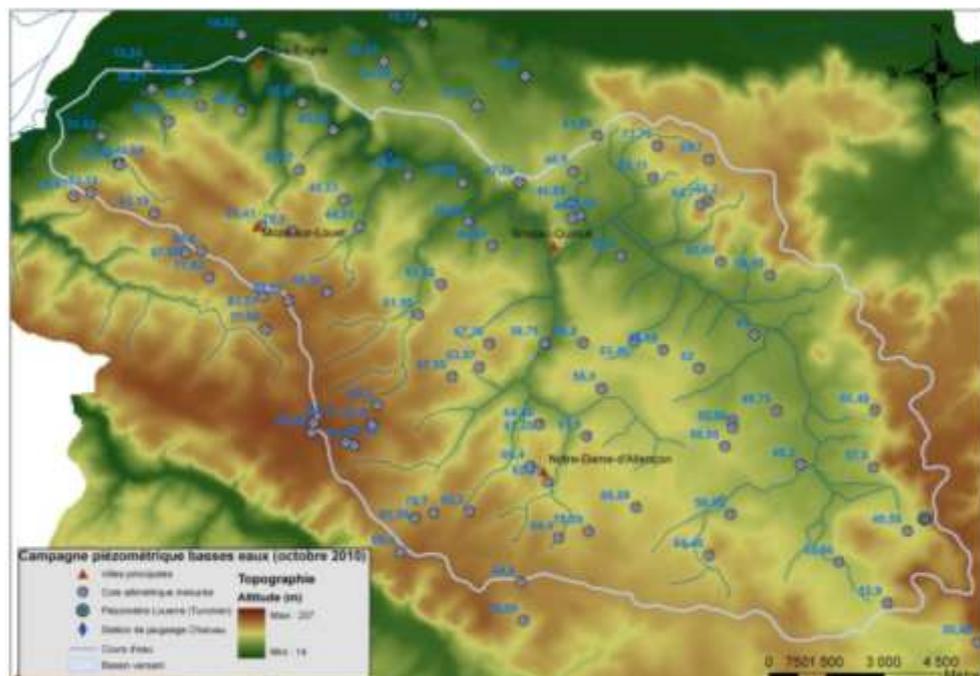


Illustration 5 : localisation des points de mesure – campagne piézométrique basses eaux.

<sup>1</sup> Minimum annuel des débits moyens mensuels, de période de retour 5 ans sec

## 2.4.2. Printemps 2011 : hautes eaux (HE)

La campagne piézométrique de hautes eaux s'est déroulée du 14 au 17 mars 2011 et a permis de recueillir 111 mesures de profondeur de nappe (sur 111 points visités).

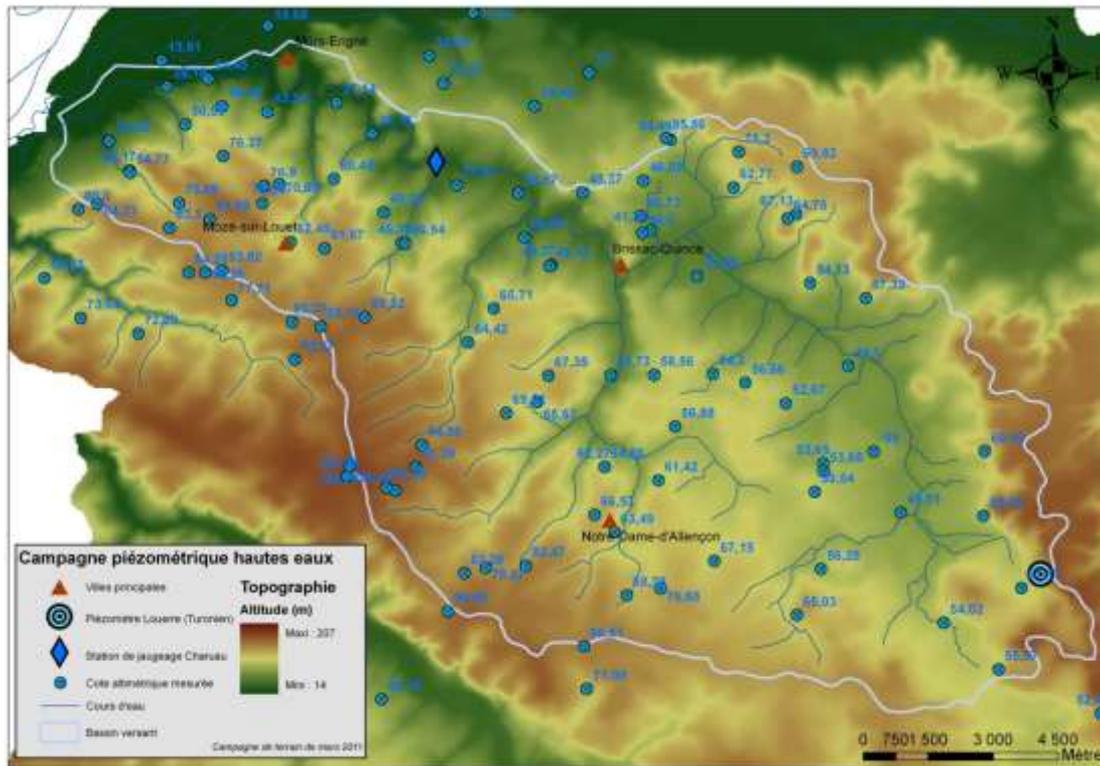


Illustration 6 : localisation des points de mesure - campagne piézométrique hautes eaux.

## 2.5. CARTES PIÉZOMÉTRIQUES

Les profondeurs mesurées sont converties en altitude (cf. Illustration 5 & Illustration 6) avant d'être interpolées ( $Z_{nappe} = Z_{repère} - h_{mesurée}$ ).

Les investigations de terrain et une première analyse des données piézométriques mettent en avant :

1. la continuité hydraulique entre la nappe contenue dans les roches métamorphiques du socle armoricain et celle des sables du Cénomaniens ; on considère donc qu'il s'agit d'une seule nappe, mais dont les caractéristiques hydrodynamiques diffèrent largement entre le secteur aval (socle) et le secteur amont (Cénomaniens) ;
2. le drainage de la nappe au niveau des axes correspondant aux dépressions topographiques (vallées humides, vallées sèches, thalwegs).

Les mesures ont d'abord été interpolées automatiquement au moyen d'un algorithme d'interpolation fourni par le logiciel ArcInfo (« Topo to Raster »). Ce processus

d'interpolation a été conçu pour tirer parti des types de données en entrée couramment disponibles et des caractéristiques connues des surfaces d'altitude. Cette méthode repose sur une technique d'interpolation de différence finie itérative. Elle est optimisée pour garantir l'efficacité des calculs des méthodes d'interpolation locale, comme la méthode de pondération par l'inverse de la distance (IDW), sans perdre la continuité de la surface des méthodes d'interpolation globale, telles que la méthode de krigeage ou de spline. Il s'agit essentiellement d'une technique de spline d'une plaque fine discrétisée (Wahba, 1990), pour laquelle la pénalité de rugosité a été modifiée de manière à permettre à la surface de la nappe de suivre les variations brusques du terrain.

La surface ainsi interpolée a été convertie en isopièzes, qui ont ultérieurement fait l'objet d'un traitement correctif manuel pour parachever l'élaboration des cartes piézométriques basses et hautes eaux :

- en veillant à ce que la cote piézométrique soit inférieure à la cote topographique ;
- en s'assurant de la cohérence entre les isopièzes basses eaux (octobre 2010) et les isopièzes hautes eaux (mars 2011) ;
- en arrêtant le cas échéant les isopièzes aux limites d'extension de la nappe (lignes d'affleurement, failles, etc.).

Du fait de sa faible étendue sur le bassin de l'Aubance et du peu de données piézométriques collectées pour elle, la nappe du tuffeau du Turonien n'est pas cartographiée dans la présente étude, et les quelques données piézométriques correspondantes ont été exclues du traitement. La carte piézométrique des basses eaux de la nappe du socle et des sables cénomaniens du bassin de l'Aubance figure sur l'illustration 7 et en Annexe 1. La carte piézométrique des hautes eaux figure sur l'illustration 8 et en Annexe 2.

Dans un second temps, les isopièzes « consolidées » ainsi obtenues ont été ré-interpolées par la méthode « Topo to Raster » pour obtenir deux grilles au pas de 50 m des basses et hautes eaux.



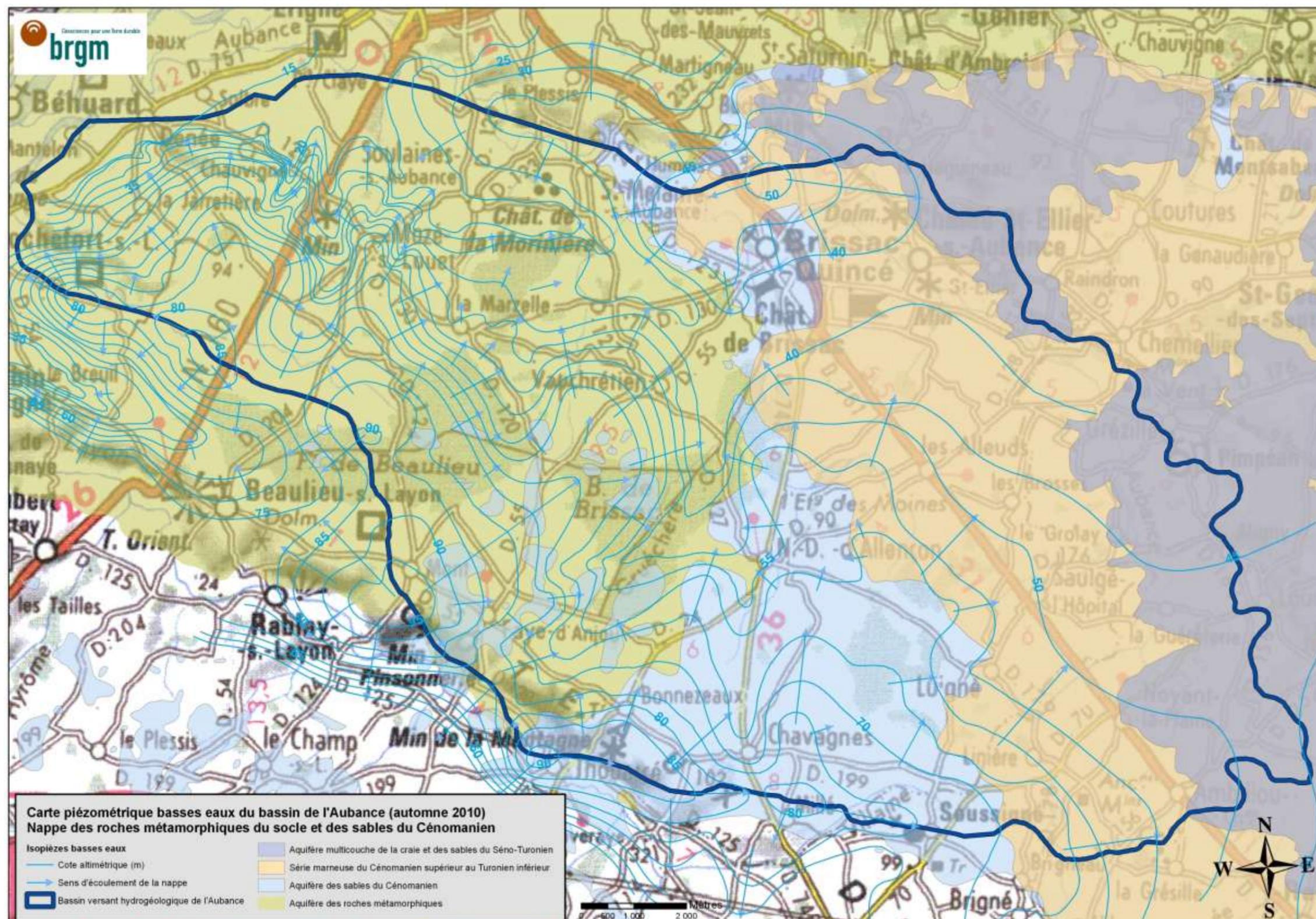


Illustration 7 : carte piézométrique basses eaux du bassin de l'Aubance

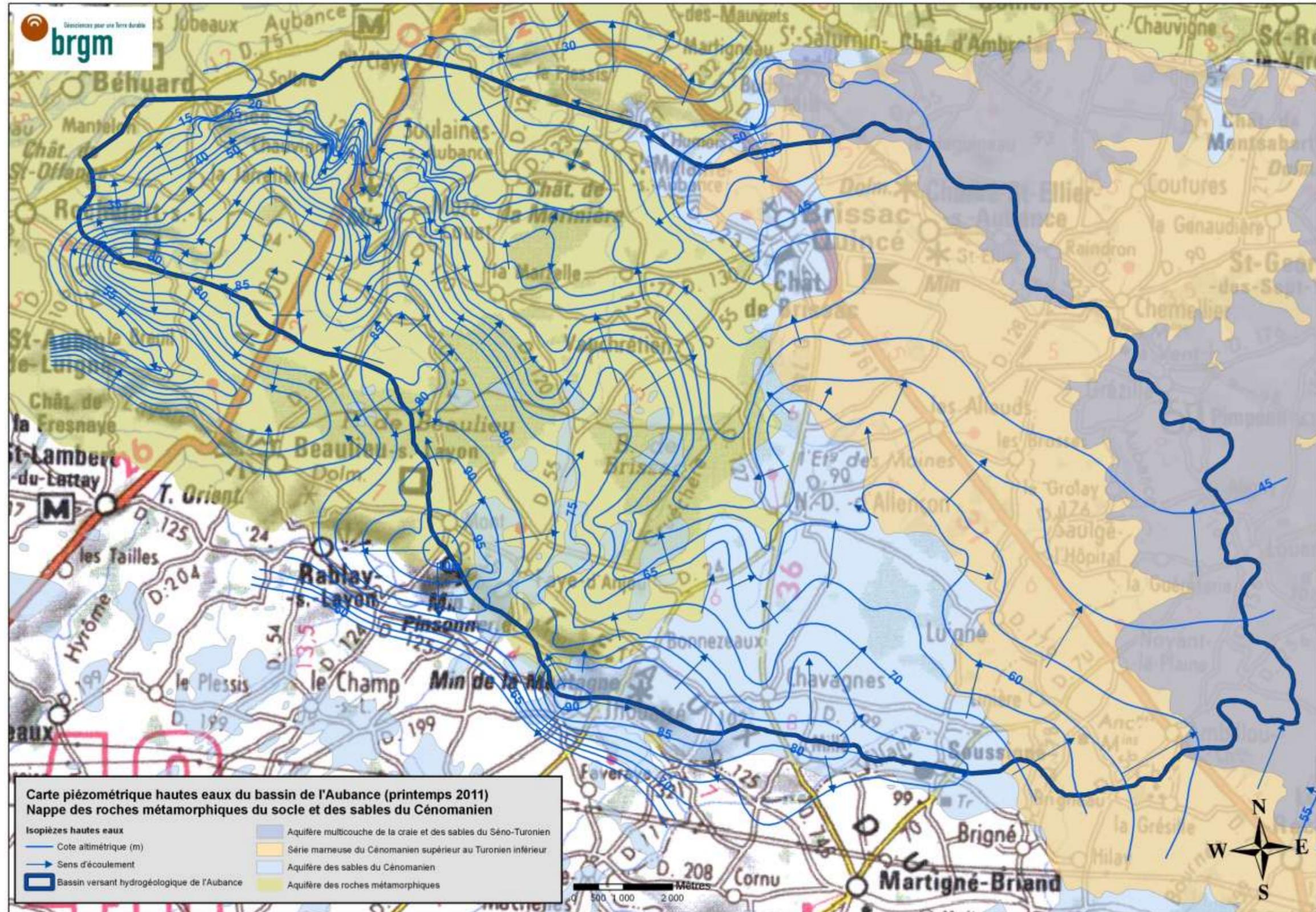


Illustration 8 : carte piézométrique hautes eaux du bassin de l'Aubance

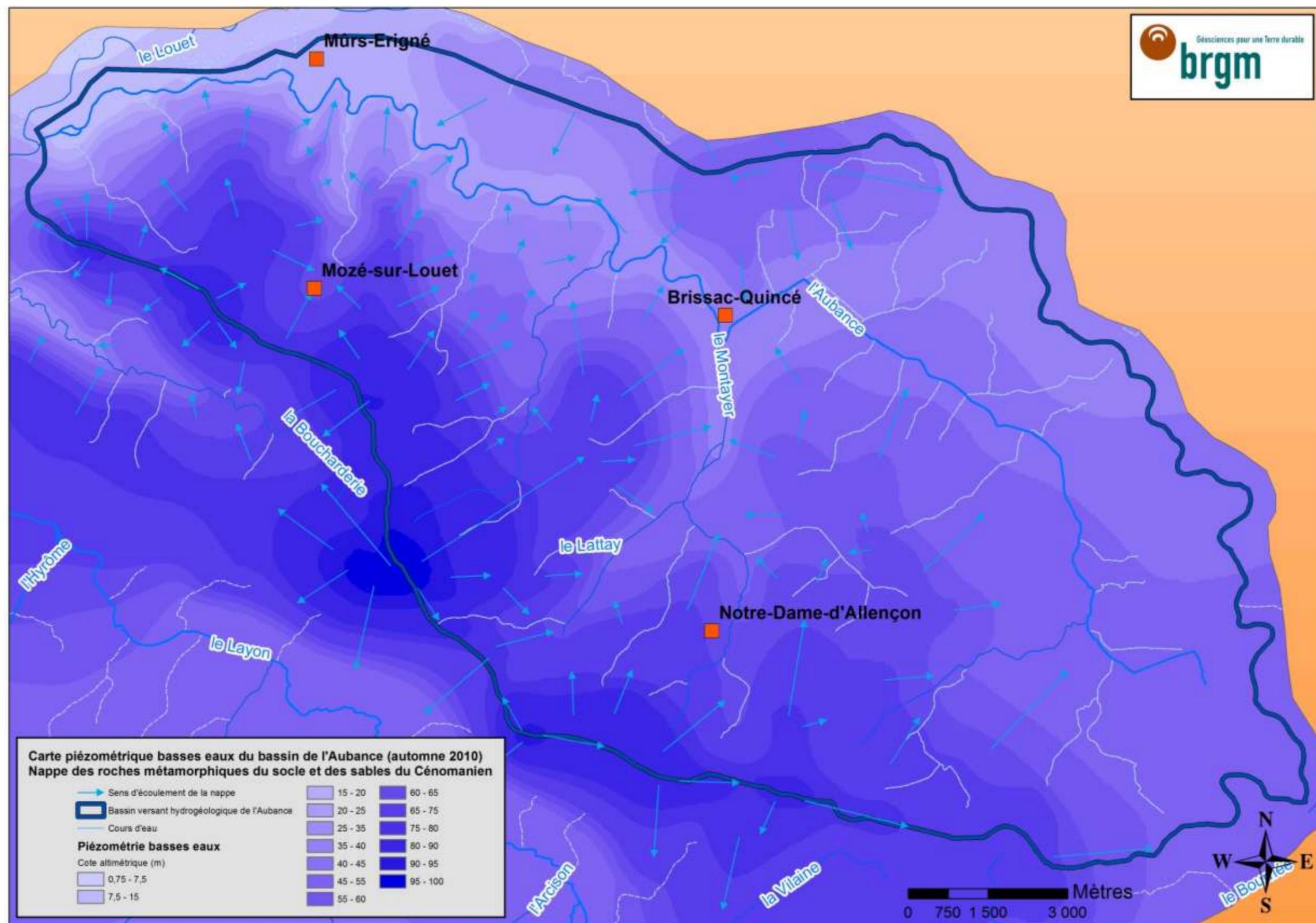


Illustration 9 : grille d'interpolation des basses eaux au pas de 50 m

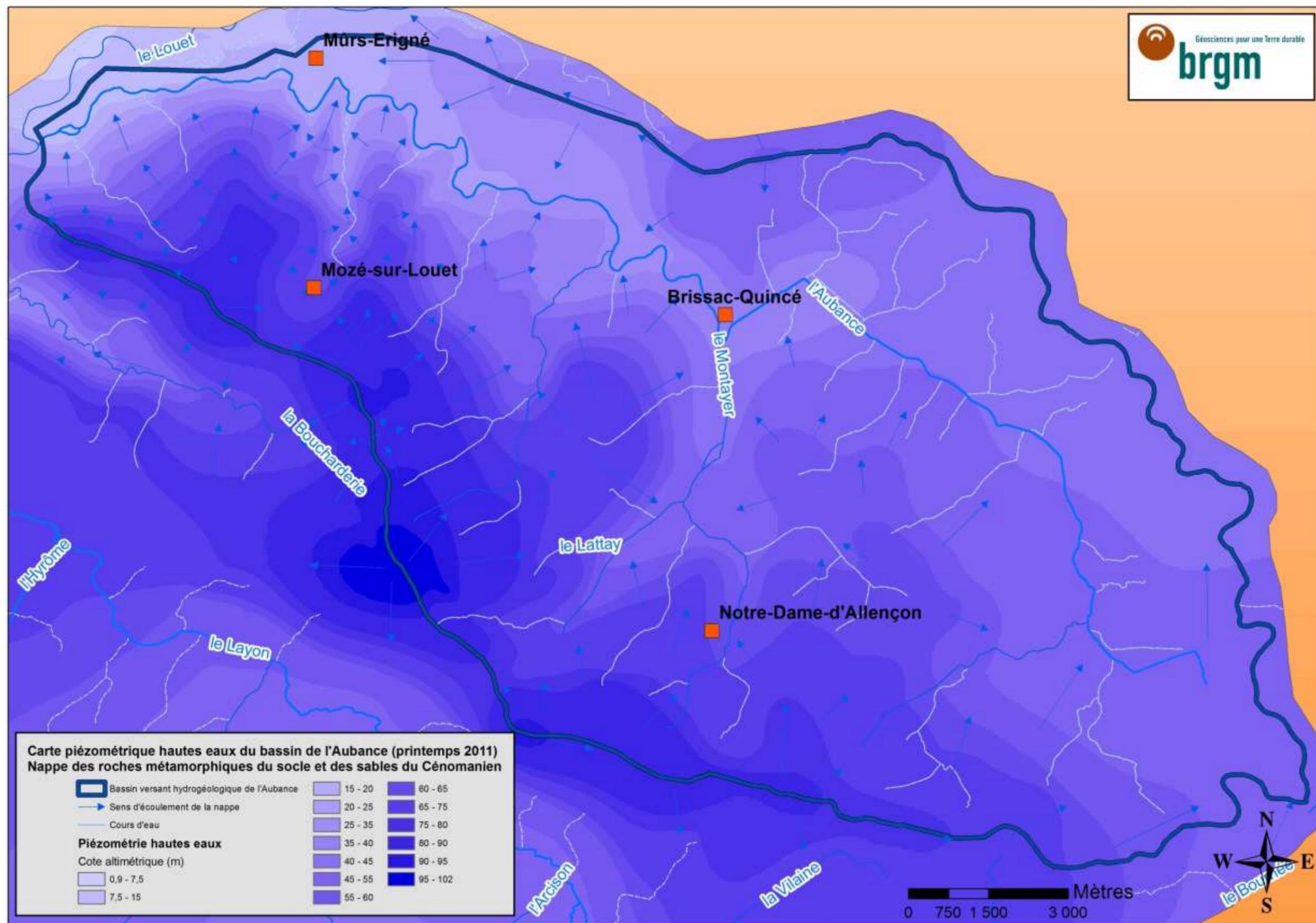


Illustration 10 : grille d'interpolation des hautes eaux au pas de 50 m.

## **3. Clefs de lecture des cartes piézométriques**

### **3.1. CARACTÉRISTIQUES ET LIMITES D'UTILISATION DES CARTES PIÉZOMÉTRIQUES**

Les cartes piézométriques basses et hautes eaux élaborées dans le cadre de la présente étude contribuent à l'amélioration de la connaissance des ressources en eaux souterraines du bassin versant de l'Aubance. Elles peuvent être exploitées localement, afin d'estimer l'altitude du toit de la nappe des roches métamorphiques du socle et des sables cénomaniens et connaître les sens d'écoulement de la nappe. La différence de charge entre les courbes piézométriques est de 5 m et ces dernières ont été interpolées en grille au pas de 50 m. Les cartes ne concernent pas la nappe du Séno-Turonien (tuffeau d'Anjou).

L'attention de l'utilisateur est attirée sur le fait que toute interpolation comporte une part d'incertitude, d'autant plus faible que les données sont fiables, précises et nombreuses. Par ailleurs, ces cartes correspondent à deux états précis de la piézométrie du bassin de l'Aubance, à savoir celui de la mi-octobre 2010 et celui de la mi-mars 2011.

En définitive, les cartes peuvent être utilisées comme des documents d'orientation, voire comme un outil d'aide à la décision à une échelle de l'ordre du  $1/25\,000$ . Elles restent cependant inadaptées pour des échelles plus précises.

### **3.2. COMMENTAIRES SUR LES CARTES PIÉZOMÉTRIQUES**

Les cartes piézométriques confirment que la nappe contenue dans les sables cénomaniens et celle contenue dans les roches métamorphiques sont en connexion hydraulique. On parlera désormais de la nappe des roches métamorphiques du socle et des sables cénomaniens.

#### **3.2.1. Lignes de courant et sens d'écoulement**

Les isopièzes sont des équipotentiels (la charge hydraulique est la même le long d'une isopièze). Les lignes de courant, qui définissent la direction et le sens des écoulements de la nappe, sont perpendiculaires aux isopièzes et vont dans le sens des potentiels décroissants (de la charge hydraulique la plus élevée vers la plus faible).

Au simple examen de la carte et de l'allure des isopièzes, on constate que la nappe est drainée par les cours d'eau et les vallées sèches (et donc les lignes de courant convergent vers les vallées) dans la partie aval du bassin, là où la nappe est libre. Cette observation confirme donc pour les zones où affleurent les roches métamorphiques du socle et les sables cénomaniens ce que suggéraient en première analyse les investigations de terrain (cf. § 2.5 et 3.2.4).

On peut ainsi tracer les limites du bassin versant hydrogéologique (aussi appelé bassin versant souterrain) le long des crêtes piézométriques. Le bassin versant souterrain de la nappe des roches métamorphiques et des sables cénomaniens de l'Aubance, dont les limites sont définies par les lignes de partage des eaux souterraines (crêtes piézométriques), correspond peu ou prou au bassin versant de surface. Par manque de données piézométriques en amont du bassin, la ligne de partage des eaux souterraines est mal connue dans ce secteur. La limite amont du bassin versant souterrain est donc réputée être celle du bassin versant topographique.

Les variations des sens d'écoulement de la nappe entre l'automne 2010 et le printemps 2011 ne sont pas significatives.

### **3.2.2. Gradient hydraulique**

Le gradient hydraulique entre deux points de la surface piézométrique est l'équivalent de la pente en topographie. Il épouse le modelé topographique en en atténuant la rugosité. Il est plus faible sous les plaines et les plateaux que sous les coteaux. On le détermine en calculant le rapport de la différence de potentiel entre deux points (donc ici une différence de charge hydraulique) par la distance séparant les deux points. Le gradient hydraulique et la transmissivité de la roche aquifère permettent de déterminer le débit de la nappe au travers de la section de passage considérée (loi de Darcy).

On observe un net contraste de gradient hydraulique entre l'aval et l'amont du bassin de l'Aubance.

#### ***Secteur aval où affleurent les roches métamorphiques du socle***

Le gradient hydraulique y varie fortement (de 0,05% à plus de 8%). On l'explique par les faibles perméabilités des roches métamorphiques du socle et le relief plus marqué de cette partie du bassin (la nappe reproduisant une topographie moins rugueuse).

#### ***Secteur amont où affleurent les formations sédimentaires du Bassin parisien***

Le gradient hydraulique y est plus faible, compris entre  $10^{-3}$  % et 2,5%, et plus homogène. Les roches sédimentaires, grâce à leur perméabilité plus élevée, permettent un meilleur écoulement de l'eau souterraine que les roches métamorphiques.

La moyenne du gradient hydraulique sur l'ensemble du bassin versant est de 0,5 % (aussi bien en hautes eaux qu'en basses eaux).

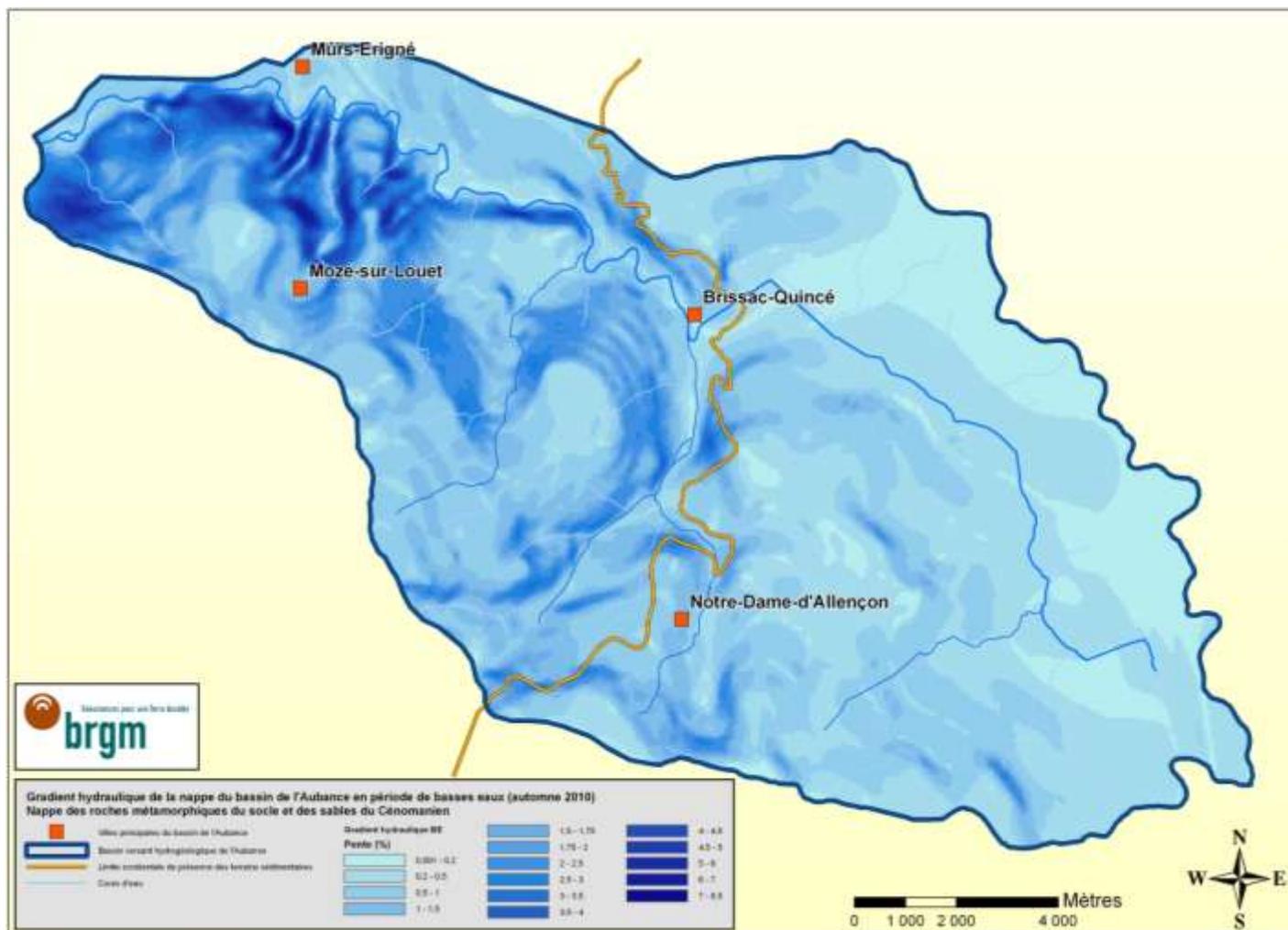


Illustration 11 : distribution des gradients hydrauliques en période de basses eaux (automne 2010) dans le bassin de l'Aubance

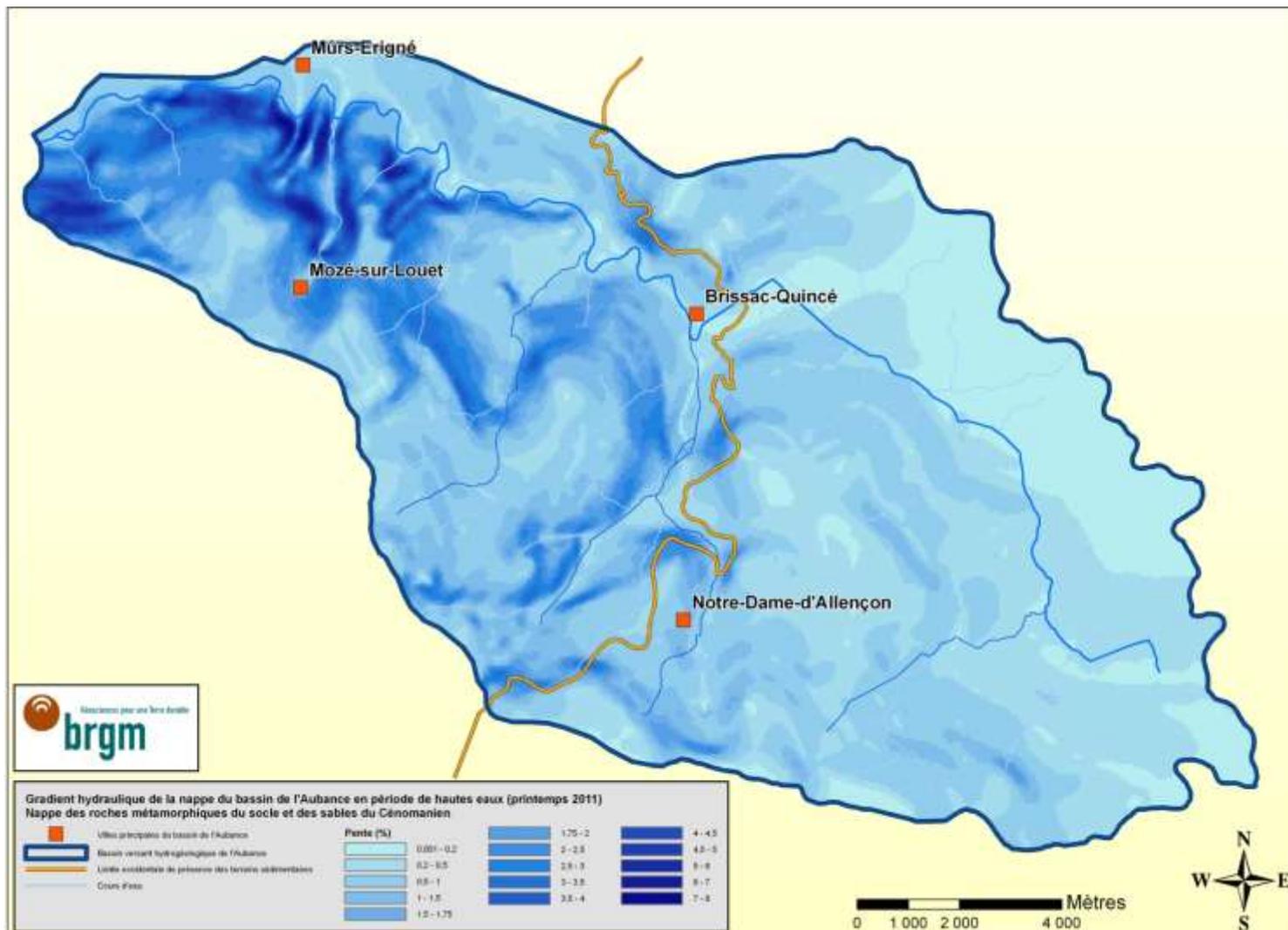


Illustration 12 : distribution des gradients hydrauliques en période de hautes eaux (printemps 2011) dans le bassin de l'Aubance

### 3.2.3. Comparaison entre basses eaux et hautes eaux

Le battement de la nappe (différence entre niveau le plus haut et niveau le plus bas) est maximal sous les plateaux et minimal dans les plaines et sous les coteaux.

On obtient une estimation de la variation du stock d'eau souterraine entre les basses eaux et les hautes eaux à l'échelle du bassin en maillant l'aire du bassin versant souterrain puis en multipliant pour chaque maille le battement de la nappe HE-BE (marnage) par la surface de la maille et par le coefficient d'emmagasinement<sup>2</sup>. Soit :

- $\Delta S$  la variation de stock,
- $m$  le nombre de mailles totales du bassin,
- $\forall i \in [1; m]$ ,  $A_i$  la superficie de la maille  $i$ ,
- $H_i^{HE}$  la cote piézométrique de la nappe en période de hautes eaux (mars 2011) dans la maille  $i$  ( $i \in [1; m]$ ),
- $H_i^{BE}$  la cote piézométrique de la nappe en période de basses eaux (octobre 2010) dans la maille  $i$ ,
- $\varphi_i$  le coefficient d'emmagasinement dans la maille  $i$ .

$$\Delta S = \varphi_i \times \sum_{i=1}^m A_i \times (H_i^{HE} - H_i^{BE})$$

(stockage si  $\Delta S > 0$ , déstockage si  $\Delta S < 0$ ).

La superficie du bassin versant hydrogéologique de la nappe des roches métamorphiques et des sables cénomaniens de l'Aubance, déterminée grâce aux cartes piézométriques basses et hautes eaux et au modèle numérique de terrain, est estimée à 209 km<sup>2</sup>. Les limites latérales du bassin ont été déterminées au moyen des cartes piézométriques (crêtes piézométriques). La limite amont du bassin a quant à elle été déterminée grâce à la carte IGN au 1/25000 et au modèle numérique de terrain (crête topographique – lire § 3.2.1). Enfin, la limite aval correspond à la confluence de l'Aubance et du Louet.

---

<sup>2</sup> Dans un volume de roche, rapport entre le volume d'eau souterraine mobile et le volume de roche contenant cette eau.



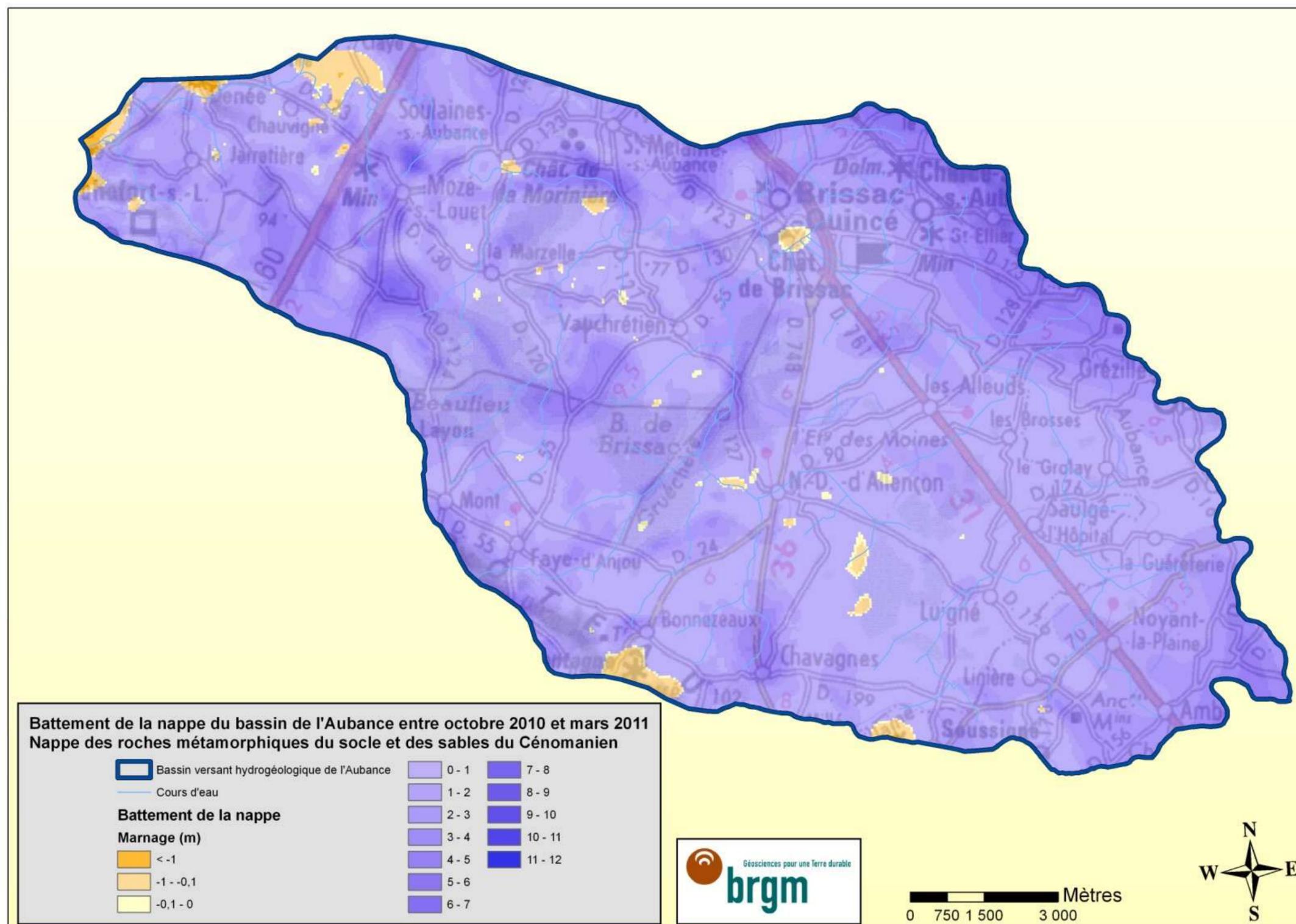


Illustration 13 : cartographie du battement de la nappe entre octobre 2010 et mars 2011.



Les résultats d'une étude<sup>3</sup> réalisée en région Bretagne montrent que les coefficients d'emmagasinement des roches du socle sont de l'ordre de 3 %. C'est donc cette valeur qui est attribuée aux mailles où le socle affleure. Quant aux mailles où est présente la nappe des sables du Cénomaniens, on leur attribue la valeur 13 % dans sa partie libre et  $5 \cdot 10^{-3}$  dans sa partie captive (valeurs communément admises pour cette formation).

On obtient un stockage de  $10,51 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , soit une lame d'eau moyenne de 50,2 mm sur l'ensemble du bassin versant. Ce volume stocké se décompose ainsi :

	Volume stocké (m <sup>3</sup> )	Superficie (km <sup>2</sup> )	Lame d'eau stockée (mm)
Cénomaniens libre	6.07E+06	47.7	127.4
Cénomaniens captif	62.4E+03	86.7	0.7
Socle	4.38E+06	75.2	58.2
<b>Total</b>	<b>10.51E+06</b>	<b>209.5</b>	<b>50.2</b>

Tableau 1 : estimation du volume d'eau souterraine stocké entre octobre 2010 et mars 2011 dans l'aquifère des sables cénomaniens et des roches métamorphiques du bassin de l'Aubance

### 3.2.4. Relations nappes-rivières

Les sources de l'Aubance et de ses affluents amont proviennent du tuffeau du Turonien. Celles des affluents de la partie médiane et aval proviennent des sables du Cénomaniens ou du socle.

Les relations nappes-rivières sont avérées là où la nappe est libre (affleurements du socle et des sables cénomaniens), avec un drainage de la nappe par les cours d'eau que montrent les cartes piézométriques (lire ci-dessus). Ce drainage n'empêche pas que ponctuellement et localement, en cas de gonflement rapide du cours d'eau en crue, la rivière réalimente la nappe. Cela n'a pas été constaté lors des campagnes de terrain d'octobre 2010 et mars 2011.

L'examen de la carte piézométrique de la nappe des roches métamorphiques et des sables cénomaniens permet de découper le bassin versant en trois secteurs :

1. dans le secteur où affleure le socle, en aval de Brissac-Quincé, la nappe est drainée par l'Aubance ;
2. dans le secteur moyen où affleurent les sables du Cénomaniens, la nappe est drainée par des affluents de l'Aubance, le ruisseau de Montayer (et son chevelu : ruisseaux de Chanteloup, des Sablons, de Pascalette, des Marais) et le ruisseau de la Planche ;

---

<sup>3</sup> Lachassagne *et al.*, 2001

3. dans le secteur où les sables cénomaniens sont captifs, en amont de Brissac-Quincé, la nappe des sables cénomaniens est déconnectée du réseau hydrographique superficiel.

Comme les points de prélèvements d'eau du bassin sont essentiellement répartis dans les sables cénomaniens (cf. Illustration 4 et § 4.1), un éventuel impact des prélèvements sur le débit de l'Aubance se ferait donc indirectement :

- *via* le réseau hydrographique secondaire (ruisseau de Montayer et ruisseau de la Planche) ;
- *via* le tuffeau du Turonien, si un affaissement piézométrique dans les sables du Cénomaniens moyen captifs (dénoyage) favorisait la drainance verticale de la nappe du tuffeau du Turonien à travers les marnes du Cénomaniens supérieur, au détriment du débit de la source de l'Aubance.

L'existence d'un drainage de la nappe par le cours d'eau ne présume pas de l'importance de la contribution des eaux souterraines au débit du cours d'eau ; en particulier dans le bassin de l'Aubance, le rôle des eaux souterraines dans le débit des cours d'eau n'est sans doute pas prépondérant, compte-tenu :

1. des faibles transmissivités des roches métamorphiques et des marnes cénomaniennes,
2. et de la faible étendue des sables cénomaniens libres et du tuffeau turonien.

## 4. Bilan hydrologique sur le bassin versant de l'Aubance

### 4.1. USAGES DE L'EAU

Les données de prélèvements d'eau entre 1999 et 2008 ont été collectées auprès de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Les prélèvements du bassin versant de l'Aubance concernent tous l'irrigation : il n'existe ni captage d'eau potable, ni prélèvement industriel. En 2008, on dénombrait 57 points de prélèvements actifs et déclarés, qui concernent majoritairement les eaux souterraines (directement ou indirectement via une retenue d'eau) :

- 34 points captent une nappe non alluviale ;
- 11 points captent une retenue d'eau superficielle alimentée par un forage en nappe non alluviale ;
- 8 points captent une retenue d'eau superficielle alimentée par une source ;
- 2 points captent une retenue d'eau superficielle alimentée par les eaux de ruissellement ;
- 1 point capte une retenue d'eau superficielle alimentée par un cours d'eau ;
- 1 point capte une nappe alluviale.

La majorité des points de prélèvements en eau souterraine du bassin de l'Aubance connus captent les sables du Cénomaniens. Quelques-uns captent les alluvions de la Loire et de l'Aubance, et une minorité captent le socle ou le tuffeau. La moyenne annuelle des volumes prélevés dans le bassin de l'Aubance s'établit à 1 million de mètres cube (pour un écart-type de 400 000 mètres cube) soit, rapportée à la superficie du bassin versant, une lame d'eau de 4,9 mm. Les prélèvements agricoles étant fortement dépendants des conditions météorologiques des deuxième et troisième trimestres, on observe un écart-type important sur la décennie 1999-2008.

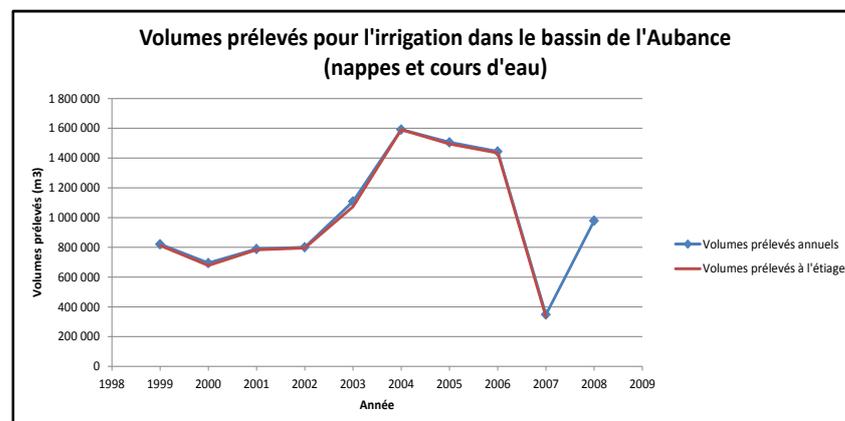


Illustration 14 : évolution des volumes prélevés dans le bassin de l'Aubance depuis 1999

En volume, les prélèvements souterrains (*i.e.* forages en nappe et captages de retenues superficielles alimentées par une source ou un forage) représentent 95% des prélèvements totaux (moyenne de la décennie 1999-2008). Ils ont augmenté de 91% en 1999 à 98% en 2008.

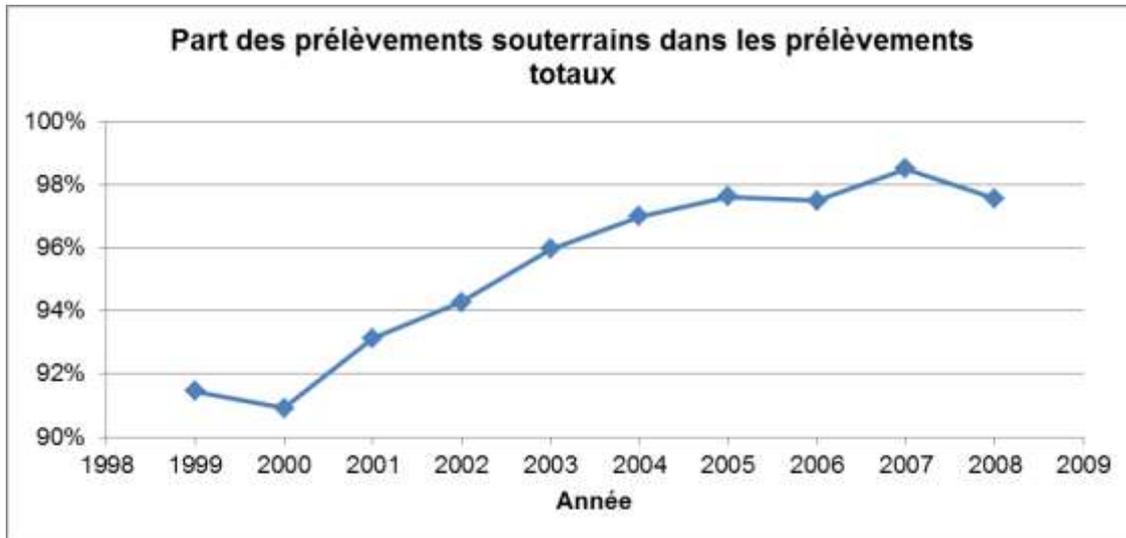


Illustration 15 : la part de l'eau souterraine dans les prélèvements totaux connus du bassin de l'Aubance a augmenté depuis la fin des années 1990

Il convient de signaler que ces considérations se fondent sur les données connues collectées auprès de l'Agence de l'Eau ; l'existence de prélèvements non déclarés en nappe ou cours d'eau ne peut être exclue. Nous formulons ici l'hypothèse que les prélèvements connus et les prélèvements réels du bassin de l'Aubance sont du même ordre de grandeur, c'est-à-dire que les éventuels prélèvements non connus ne sont pas d'un ordre de grandeur supérieur aux prélèvements connus.

#### 4.2. REJET DES STATIONS D'ÉPURATION (STEP)

L'eau potable du bassin de l'Aubance provient d'un autre bassin et les rejets des STEP constituent donc un apport extérieur d'eau au système hydrologique.

Sur le bassin de l'Aubance, on compte 25 stations d'épuration. Les stations les plus importantes sont celles de Brissac-Quincé (3 500 équivalents habitants), Saint-Melaine-sur-Aubance (1 600 eH), Mozé-sur-Louet (quatre stations dans le bassin dont une de 1 500 eH) et Vauchrézien (cinq stations dont une de 1 000 eH).

Les volumes rejetés par ces STEP peuvent être estimés selon deux approches différentes :

- à partir de leur capacité nominale (données du SANDRE) : pour ces 25 stations, on obtient un total des capacités nominales de 2 333 m<sup>3</sup>/j (soit 852 000 m<sup>3</sup>/an). Il s'agit d'une valeur maximale qui ne reflète pas la réalité

actuelle, les STEP ne fonctionnant pas encore à capacité nominale (STEP dimensionnées en prenant en compte les futurs raccordements sur le réseau d'assainissement collectif).

- à partir du débit moyen journalier calculé pour l'année 2010<sup>4</sup>. Pour les 25 STEP du bassin, on obtient un total de 1 400 m<sup>3</sup>/j (soit 511 000 m<sup>3</sup>/an). Ce volume se rapproche davantage du volume réellement rejeté par les STEP du bassin versant que celui calculé à partir des capacités nominales.

En ne considérant que les stations d'épuration situées à l'amont de la station de jaugeage de Charuau sur l'Aubance, le débit moyen journalier est de 1 120 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup> soit 13 L. s<sup>-1</sup>. C'est 2,5 fois le QMNA5 de l'Aubance à Charuau (5 L.s<sup>-1</sup>) : il est probable que les rejets des STEP soutiennent les débits de l'Aubance lors des étiages très sévères.

### 4.3. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Le bilan est basé sur les données Météo France de pluviométrie à la station météorologique de Brissac-Quincé (au centre du bassin versant de l'Aubance) et d'évapotranspiration potentielle (ETP) à la station de Beaucouzé, au pas de temps décadaire. La station météorologique de Beaucouzé est située à une vingtaine de kilomètres du centre du bassin de l'Aubance ; il s'agit de la plus proche station fournissant des valeurs d'ETP dans le secteur.

### 4.4. INTERPRÉTATION DU BILAN HYDROLOGIQUE

Le bilan hydrologique a été réalisé au pas de temps décadaire sur une période de plus de onze ans (de 2000 à début 2011), ce qui permet de s'affranchir de l'incertitude sur le remplissage de la réserve utile du sol au début du bilan (l'hiver 2000-2001 ayant été particulièrement pluvieux, on peut néanmoins considérer que la réserve utile a été intégralement reconstituée). En raison de l'absence de données de réserve utile des sols, nous faisons l'hypothèse que sa valeur maximale est égale à 100 mm (pour mémoire, des données pédologiques ont permis de l'estimer à 120 mm dans le bassin versant voisin du Layon.)

---

<sup>4</sup> Valeurs de charges hydrauliques entrantes, transmises par la DDT 49 : pour les stations de plus de 2 000 équivalent-habitant (eH), la valeur est une moyenne annuelle ; pour les STEP entre 1 000 et 2 000 eH, la valeur correspond à la moyenne de 2 bilans journaliers ; pour les STEP de moins de 1 000 eH, un seul bilan par an.

### Bilan annuel

Ces données permettent de calculer les pluies efficaces<sup>5</sup> qui se répartissent entre ruissellement (estimé à 5% de pluies efficaces sur le bassin versant de l'Aubance) et infiltration (Annexe 3). La moyenne des pluies efficaces calculée par année hydrologique (du 1<sup>er</sup> octobre au 30 septembre) sur la période 2000-2011 est de 281 mm (hauteur d'eau calculée sur la base des données précédemment citées). La recharge moyenne annuelle (calculée par année hydrologique) sur la période 2000-2011 est de 140 mm.

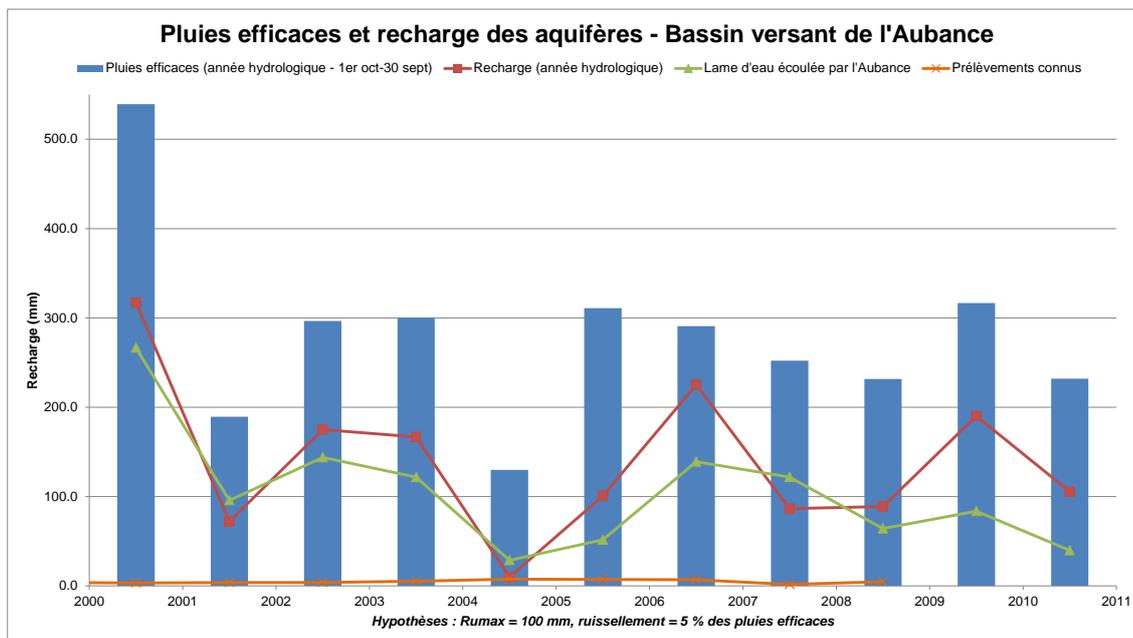


Illustration 16 : évolution par année hydrologique des pluies efficaces, de la recharge des aquifères et de la lame d'eau écoulée par l'Aubance entre 2000 et 2011

L'année hydrologique 2004-2005 est marquée par des pluies efficaces particulièrement faibles et une recharge des aquifères quasi nulle. Les illustrations 16 et 17 montrent aussi que le débit de l'Aubance est plus lié à la recharge qu'aux pluies efficaces, et n'est pas corrélé au niveau des prélèvements.

<sup>5</sup> On appelle ici pluie efficace le terme du bilan hydrologique  $P_{eff} = P - ETP$  ; une partie de cette pluie efficace ruisselle tandis que l'autre s'infiltré et recharge la réserve utile des sols RU puis éventuellement la nappe (lorsque  $RU = RU_{max}$ .)

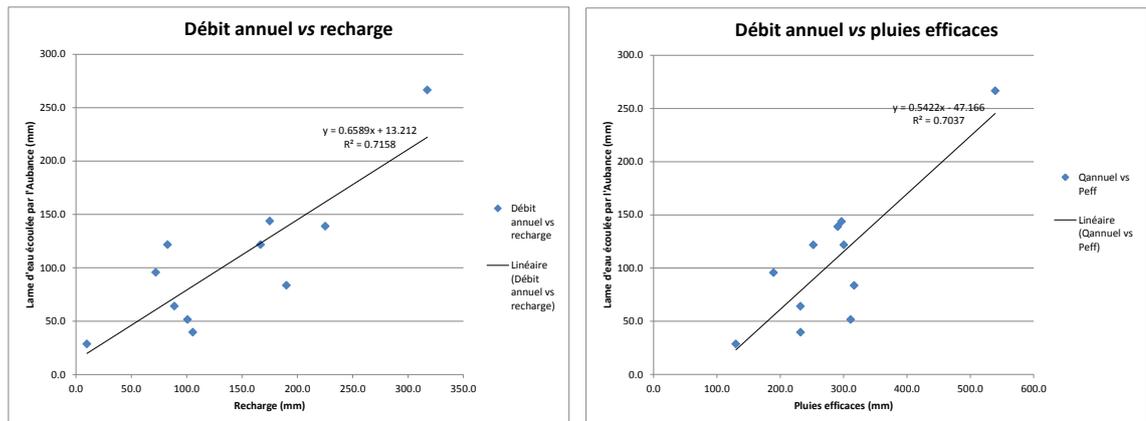


Illustration 17 : lame d'eau écoulée par l'Aubance vs recharge de l'aquifère et pluies efficaces pendant une année hydrologique

Le bilan hydrologique annuel simplifié<sup>6</sup> du bassin versant de l'Aubance entre 2000 et 2011 (Tableau 2) montre que les entrées (recharge de l'aquifère, ruissellement et rejets des stations d'épuration vers le réseau hydrologique de surface) sont inférieures une année sur quatre (trois années sur onze) aux sorties comptabilisées (volume écoulé par l'Aubance à l'exutoire du bassin et prélèvements agricoles).

Année hydrologique	Pluies efficaces (mm)	ENTREES			SORTIES		BILAN SIMPLIFIE recharge+ruissellement+ STEP-débit (mm)- prélèvements
		Recharge (mm)	Ruissellement (mm)	Rejets STEP (mm)	Volume écoulé par l'Aubance (mm)	Prélèvements (mm)	
2000-01	539.2	317.3	27.0	0.2	266.6	3.76	74.2
2001-02	189.3	72.0	9.5	0.2	95.8	3.82	-17.8
2002-03	296.6	175.0	14.8	0.2	143.8	5.29	41.0
2003-04	300.2	166.7	15.0	0.2	121.7	7.60	52.7
2004-05	129.9	9.9	6.5	0.2	28.7	7.19	-19.3
2005-06	311.0	100.8	15.6	0.2	51.6	6.89	58.1
2006-07	290.7	225.2	14.5	0.2	138.9	1.66	99.4
2007-08	252.1	82.8	12.6	0.2	121.7	4.67	-30.8
2008-09	231.7	88.9	11.6	0.2	64.1	non communiqués	36.6
2009-10	316.6	190.1	15.8	0.2	83.6	non communiqués	122.6
2010-11	232.0	105.5	11.6	0.2	39.7	non communiqués	77.6

Tableau 2 : bilan hydrologique annuel simplifié du bassin de l'Aubance

<sup>6</sup> Ce bilan simplifié ne prend en compte qu'une partie des termes du bilan hydrologique : pluies efficaces, ruissellement, rejets des stations d'épuration, débit de la rivière et prélèvements. On ignore les échanges nappe-rivière et l'éventuel flux souterrain qui est échangé aux limites du bassin versant.

Ce constat n'est pas imputable au niveau trop élevé des prélèvements, mais au déficit pluviométrique enregistré pendant l'année hydrologique ; car sauf en 2004-05 où la recharge a été quasi nulle (9,9 mm), les prélèvements du bassin de l'Aubance sont négligeables par rapport à elle.

Il n'y donc pas de déséquilibre quantitatif structurel de la ressource en eau du bassin versant.

### **Bilan pendant l'étiage**

Si, comme nous venons de le voir, il n'y a pas de surexploitation structurelle de la ressource en eau souterraine, conjoncturellement la situation peut s'avérer plus délicate. En effet, les volumes prélevés en nappe par l'irrigation sont significatifs par rapport au volume d'eau écoulé par l'Aubance à Charreau pendant la période d'irrigation (Tableau 3, notamment pendant les étiages successifs de la période 2002-2006) et peuvent avoir un impact sur les débits d'étiage des ruisseaux de Montayer et de la Planche et, par conséquent, de l'Aubance.

Année hydrologique	Prélèvements (mai-août)	Volume écoulé par l'Aubance entre mai et août (mm)		Recharge (octobre-septembre)		Pluies efficaces pendant l'irrigation (mai-août)	
	mm	mm	prélèvements/débit	mm	prélèvements/recharge	mm	prélèvements/Pluies efficaces
1998-99	3.9	9.2	42.4%	-/-	-/-	-/-	-/-
1999-2000	3.3	27.6	12.0%	-/-	-/-	45.30	7.3%
2000-01	3.8	45.1	8.4%	317.3	1.2%	53.80	7.0%
2001-02	3.8	11.4	33.5%	72.0	5.3%	12.90	29.6%
2002-03	5.3	11.9	44.5%	175.0	3.0%	4.30	123.0%
2003-04	7.6	6.9	109.5%	166.7	4.6%	6.90	110.1%
2004-05	7.2	5.1	141.1%	9.9	72.7%	4.40	163.3%
2005-06	6.9	4.1	169.0%	100.8	6.8%	0.10	6890.7%
2006-07	1.7	24.2	6.8%	225.2	0.7%	19.70	8.4%
2007-08	4.7	36.5	12.8%	86.5	5.4%	44.40	10.5%
2008-09	non communiqués	9.2	-/-	88.9	-/-	0.00	-/-
2009-10	non communiqués	7.1	-/-	190.1	-/-	0.00	-/-
2010-11	non communiqués	2.3	-/-	105.5	-/-	-/-	-/-

*Tableau 3 : part des prélèvements par rapport au débit de l'Aubance à l'étiage, à la recharge annuelle, aux pluies efficaces à l'étiage*

Il est par ailleurs intéressant de noter que la lame d'eau écoulée pendant l'étiage n'est pas corrélée à la recharge hivernale (coefficient de détermination  $R^2$  de 0,33) mais aux pluies efficaces (coefficient de détermination  $R^2$  de 0,91).

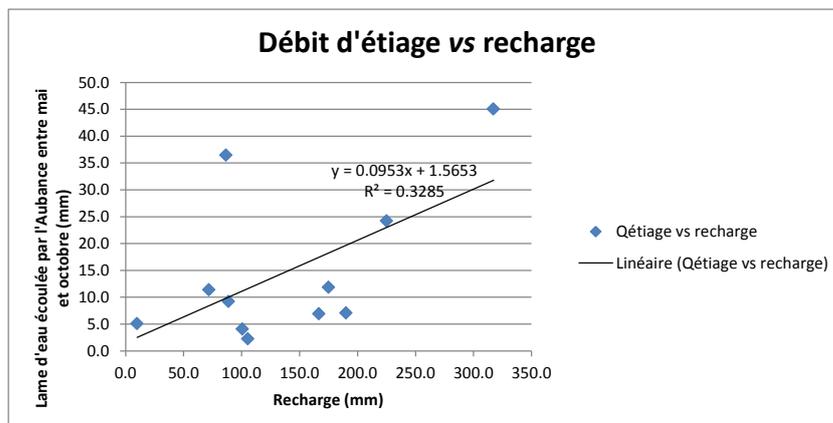


Illustration 18 : la lame d'eau écoulée par l'Aubance de mai à octobre est mal corrélée à la recharge des nappes

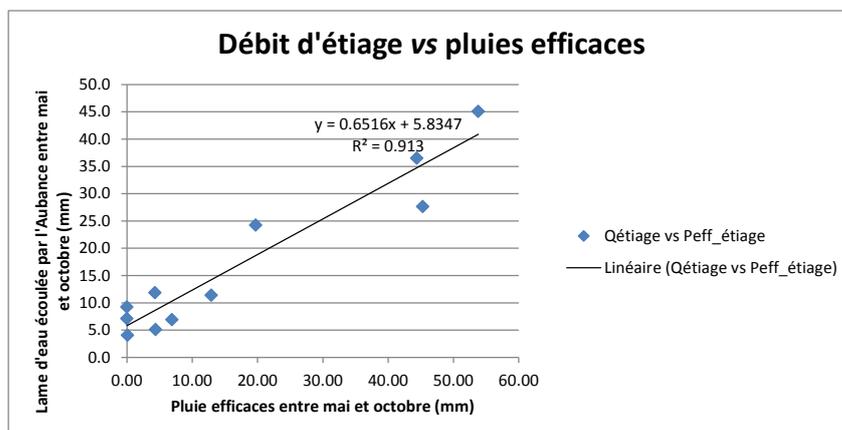


Illustration 19 : la lame d'eau écoulée par l'Aubance entre mai et octobre est corrélée aux pluies efficaces sur la même période

## 4.5. CONCLUSIONS

Plusieurs enseignements peuvent être tirés de l'examen du bilan hydrologique.

### 4.5.1. Un fonctionnement hydrologique équilibré sur le long terme

Le bassin versant de l'Aubance n'est pas touché par une surexploitation de la ressource en eau. La variabilité du bilan hydrologique annuel est due aux conditions climatiques (pluviométrie) et pas aux prélèvements, qui sont négligeables devant la ressource renouvelable annuelle moyenne. **Il n'y a donc pas de déséquilibre structurel dans le fonctionnement hydrologique du bassin.**

#### **4.5.2. Des étiages sévères du fait d'un faible soutien d'étiage par les eaux souterraines, accentués par les prélèvements**

En revanche, en période d'étiage, les volumes d'eau prélevés sont significatifs par rapport au volume d'eau écoulé par l'Aubance, voire supérieurs (cf. Tableau 3). Ainsi dans la zone où les sables cénomaniens sont libres (cf. Illustration 20), les prélèvements pourraient réduire considérablement la contribution de la nappe au débit du ruisseau en cas d'étiage sévère.

Ailleurs dans le bassin, dans les zones où la nappe contribue *a priori* peu au débit du cours d'eau (secteurs où affleurent le socle ou les marnes cénomaniennes) les prélèvements en nappe (hors nappe alluviale) ont néanmoins un impact probablement modéré – voire négligeable – sur le débit d'étiage de l'Aubance. Le rôle du tuffeau d'Anjou sur le débit de l'Aubance est mal cerné. Depuis 2008, le taux de remplissage du réservoir affiche une tendance à la baisse (cf. Illustration 3), et le débit de la source a probablement diminué sur la même période (il y a peu de prélèvements dans cette nappe dans le bassin de l'Aubance : seuls 4 ouvrages sont connus).

En effet, s'il n'a pas été possible de quantifier dans cette étude la contribution des eaux souterraines du bassin versant au débit de l'Aubance (par manque de données piézométriques permettant une modélisation), on montre que celle-ci est faible puisque le débit d'étiage est corrélé aux pluies efficaces (cf. Illustration 19), mais pas à la recharge de la nappe. Cela corrobore la faiblesse des échanges nappe-rivière déjà présumés au § 3.2.4. Par ailleurs, les modélisations réalisées dans le bassin du Layon limitrophe (et qui présente des similitudes avec le bassin de l'Aubance sur le plan de l'hydrogéologie) ont conclu à la faible corrélation entre les débits du Layon et les niveaux piézométriques (du socle ou des sables cénomaniens). L'étude met en évidence une faible contribution des eaux souterraines au débit d'étiage (d'où des étiages très sévères), avec prépondérance des phénomènes de ruissellement.

Conjoncturellement en cas de pluies efficaces faibles sur la période mai-octobre, cette contribution faible des eaux souterraines au débit d'étiage de l'Aubance provoque donc assez fréquemment des étiages sévères (3 années sur 4), accentués alors par certains prélèvements :

- ceux qui captent une retenue d'eau superficielle alimentée par une source en période d'étiage ;
- ceux qui captent une retenue d'eau superficielle alimentée par les eaux de ruissellement en période d'étiage ;
- ceux qui captent une retenue d'eau superficielle alimentée par un cours d'eau en période d'étiage ;
- ceux qui captent une nappe alluviale ;
- ceux situés dans la zone libre des sables cénomaniens.

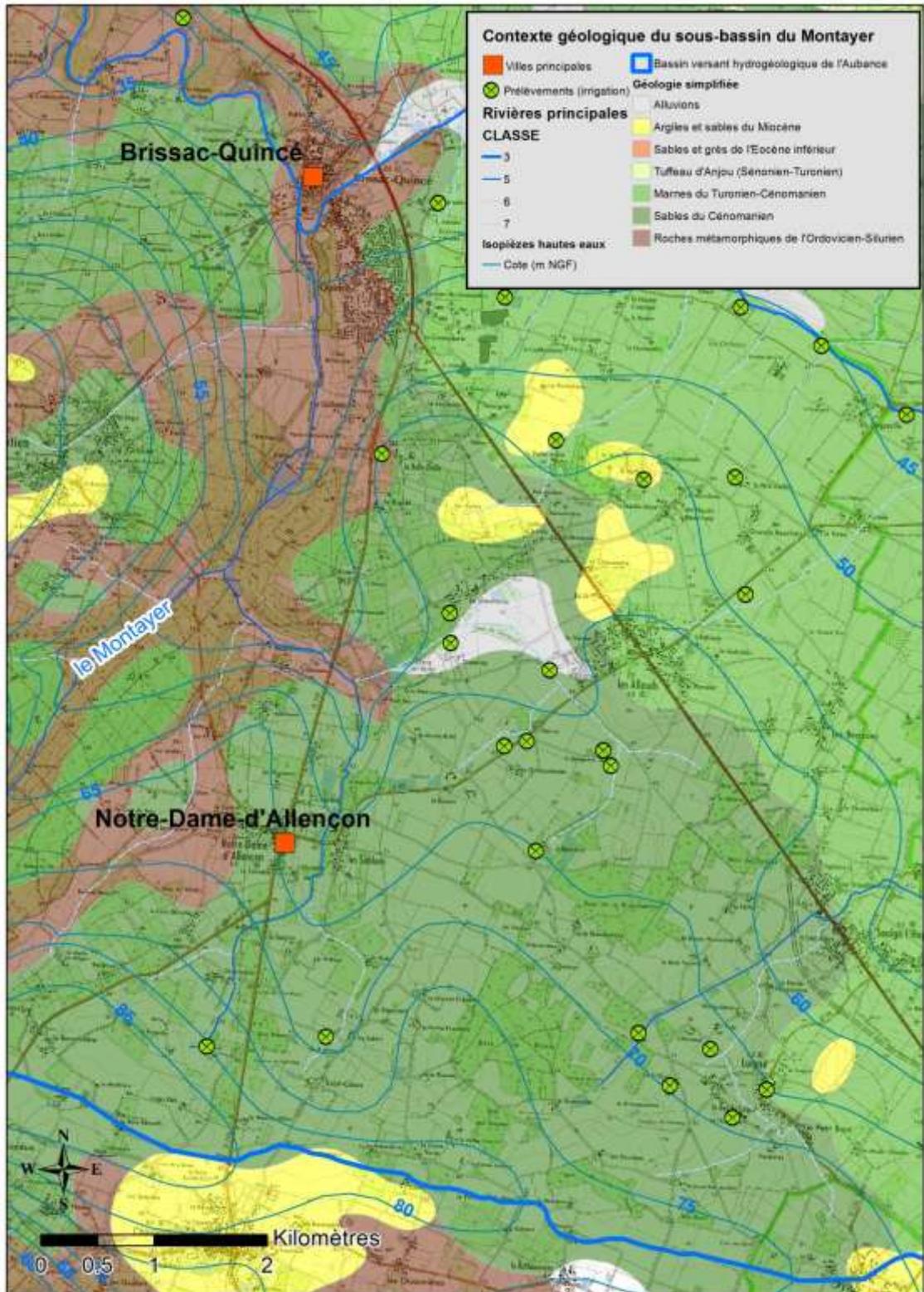


Illustration 20 : géologie simplifiée du secteur où affleurent les sables cénomaniens



## **5. Recommandations pour l'élaboration de règles de gestion quantitative**

La question de l'opportunité de la mise en œuvre d'une gestion quantitative sur l'intégralité du bassin de l'Aubance peut se poser compte-tenu de ce qui précède. En revanche, le secteur où affleurent les sables cénomaniens en connexion avec les ruisseaux de Montayer et de la Planche pourrait faire l'objet d'une attention particulière du fait de ses caractéristiques hydrogéologiques.

À cet effet, nous formulons ici une série de recommandations.

### **5.1. SECTEUR PRIORITAIRE POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE GESTION QUANTITATIVE**

Dans le bassin de l'Aubance, le sous-bassin hydrogéologique du Montayer et le sous-bassin amont du ruisseau de la Planche sont caractérisés :

- par la présence de la nappe libre des sables cénomaniens, ressource en eau souterraine la plus significative du bassin de l'Aubance ;
- par l'existence de relations nappe-rivières importantes par rapport aux autres secteurs du bassin de l'Aubance ;
- par une part importante des ouvrages d'irrigation du bassin (25%).

Une réduction du débit du Montayer et du ruisseau de la Planche à l'étiage du fait des prélèvements en eau souterraine pour l'irrigation est possible. Elle constituerait alors une perte de débit pour l'Aubance.

### **5.2. AMÉLIORATION DE LA CONNAISSANCE – COLLECTE DE DONNÉES BRUTES**

Si des règles de gestion quantitative de la ressource devaient être mises en œuvre, il conviendrait au préalable d'améliorer la connaissance de la piézométrie et des débits des affluents de l'Aubance.

#### **5.2.1. Débits des cours d'eau**

L'aquifère le plus sollicité pour les besoins en irrigation est celui des sables du Cénomaniens. Les relations entre cet aquifère et l'Aubance sont très réduites (cf. 3.2.4). Elles sont en revanche plus soutenues sur les ruisseaux affluents en rive gauche, dans la partie médiane du bassin versant. Une station de jaugeage sur le ruisseau de Montayer juste avant la confluence avec l'Aubance à Brissac-Quincé, couplée à la mise en service d'un piézomètre dans les sables cénomaniens libres, permettrait de disposer d'éléments supplémentaires pour évaluer l'impact éventuel des prélèvements sur le débit de l'Aubance à l'étiage.

Par ailleurs le rôle de la nappe du tuffeau d'Anjou sur le soutien du débit d'étiage est encore mal connu et pourrait être sous-estimé. Le suivi du débit de la source de l'Aubance à Louerre apporterait de nouveaux éléments pour mieux comprendre sa fonction dans l'hydrosystème.

### 5.2.2. Piézométrie

Le seul piézomètre du bassin de l'Aubance suivi de façon régulière (enregistrements à fréquence horaire) est celui implanté à Louerre dans le tuffeau du Turonien, en tête de bassin versant (Illustration 4), mis en service en 2008.

La nappe du Cénomaniens n'est pas suivie dans le bassin de l'Aubance, alors même qu'elle constitue la ressource la plus exploitée (cf. 4.1).

Nous préconisons :

- L'implantation d'au moins un piézomètre dans les sables cénomaniens libres du sous-bassin du Montayer. Cela nous paraît constituer un préalable indispensable à l'élaboration de règles de gestion quantitative.
- Éventuellement, la mise en service de deux piézomètres complémentaires :
  - un piézomètre implanté dans le socle. Il compléterait le dispositif de suivi, et serait en particulier très utile pour établir les éventuelles relations entre le débit de l'Aubance et le niveau piézométrique de la nappe des roches métamorphiques et, par conséquent, la contribution des eaux souterraines du socle au débit d'étiage du cours d'eau.
  - la création d'un troisième piézomètre dans les sables cénomaniens captifs. Il viendrait parachever le dispositif de suivi quantitatif.

Les piézomètres devront être équipés d'appareil de mesures de niveau et faire l'objet d'un enregistrement quotidien. Si la qualité de la surveillance quantitative est dépendante de la localisation des piézomètres dans le bassin versant, elle réside également dans la durée des chroniques de suivi.

### 5.2.3. Ouvrages de prélèvements en nappe et rivières

Leur nombre pourrait être sous-estimé du fait de prélèvements non déclarés. Une enquête de terrain associant l'association des irrigants et la Chambre d'agriculture améliorerait l'exhaustivité des données.

Par ailleurs, certains forages sont situés à proximité immédiate des cours d'eau, sans être toutefois répertoriés dans les données de l'AELB comme pompant la nappe alluviale. Nous pensons que certains ouvrages, dans le secteur où affleurent les marnes cénomaniennes, pourraient exploiter la nappe alluviale de l'Aubance, et pas les sables cénomaniens captifs. Là aussi, une enquête de terrain permettrait de lever les doutes.

### 5.3. MISE EN ŒUVRE DE RÈGLES DE GESTION QUANTITATIVE

Les données recueillies seront utilisées à terme pour concevoir des modèles pluie-débit ou pluie-niveau-débit qui permettront de quantifier la contribution des nappes au soutien du débit d'étiage. L'acquisition de longues chroniques piézométriques (> 8 ans) sera en outre mise à profit pour calculer des périodes de retour des niveaux piézométriques d'étiage (cf. rapport BRGM/RP-60065-FR).

Par ailleurs, certains prélèvements accentuent directement l'étiage des cours d'eau :

- ceux qui captent une retenue d'eau superficielle alimentée par une source en période d'étiage ;
- ceux qui captent une retenue d'eau superficielle alimentée par les eaux de ruissellement en période d'étiage ;
- ceux qui captent une retenue d'eau superficielle alimentée par un cours d'eau en période d'étiage ;
- ceux qui captent une nappe alluviale ;
- ceux situés à moins de 100 m d'un cours d'eau<sup>7</sup> dans le secteur où affleurent les sables cénomaniens (cela concerne la moitié des forages du sous-bassin du Montayer) et dont les débits de pompage sont supérieurs à  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  (le QMNA5 de l'Aubance à Charreau est de  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) ;

En cas d'étiage sévère, il conviendra d'interdire les prélèvements listés ci-dessus.

---

<sup>7</sup> 10% du débit d'un forage implanté à 100 m d'un cours d'eau dans les sables cénomaniens libres sont assurés par des venues d'eau de la rivière dans le forage (hypothèses : pompage pendant 18 h, transmissivité  $7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , coefficient d'emménagement 13%).



## 6. Conclusion

Les campagnes piézométriques de l'automne 2010 et du printemps 2011 ont abouti à l'élaboration de deux cartes piézométriques basses et hautes eaux qui renseignent chacune sur le fonctionnement hydrogéologique du bassin versant. Plusieurs nappes coexistent dans le bassin de l'Aubance ; la nappe des sables cénomaniens est en connexion hydraulique avec celle des roches métamorphiques du socle. Elle fait l'objet de la présente étude. Il s'agit d'une seule et même nappe, bien que ses propriétés hydrodynamiques soient très différentes entre la partie du réservoir de socle, celle des sables cénomaniens libres (la plus intéressante en terme de ressource exploitable), et celle des sables cénomaniens captifs.

Les sens d'écoulement de la nappe varient peu entre octobre 2010 et mars 2011 ; ils montrent que dans la partie aval du bassin, les rivières et ruisseaux forment des axes de drainage de la nappe et sont alimentés par celle-ci. L'aquifère des sables du Cénomaniens est exploité pour l'irrigation et n'alimente pas directement l'Aubance. Il contribue partiellement à son débit *via* des cours d'eau du réseau secondaire.

Dans le bassin de l'Aubance, entre octobre 2010 et mars 2011, on estime à 10,5 millions de mètres cube le volume d'eau souterraine stocké dans le réservoir constitué par les roches métamorphiques du socle et les sables du Cénomaniens (libres et captifs). Dans les seuls sables cénomaniens libres, qui constituent la ressource la plus intéressante du bassin, 6,07 millions de mètres cube ont été stockés, soit une lame d'eau de 127,4 mm.

Le bilan hydrologique simplifié du bassin versant de l'Aubance entre 2000 et 2011 montre que les entrées sont inférieures une année sur quatre (trois années sur onze) aux sorties comptabilisées. Ce constat n'est pas imputable au niveau trop élevé des prélèvements, mais au déficit pluviométrique enregistré pendant l'année, car les prélèvements du bassin de l'Aubance sont le plus souvent négligeables par rapport à la recharge. Les volumes prélevés en nappe par l'irrigation sont néanmoins significatifs par rapport au volume d'eau écoulé par l'Aubance à Charreau pendant la période d'irrigation, et pourraient avoir un impact sur les débits d'étiage des ruisseaux du secteur où les sables cénomaniens sont libres (Montayer, la Planche).

Il n'y a pas de déséquilibre quantitatif structurel dans le fonctionnement hydrologique du bassin de l'Aubance. La question de l'opportunité de la mise en œuvre d'une gestion quantitative sur l'intégralité du bassin de l'Aubance peut donc se poser. En revanche, le secteur où les sables cénomaniens sont libres (sous-bassin du Montayer et sous-bassin amont de la Planche) pourrait faire l'objet d'une attention particulière du fait de ses caractéristiques hydrogéologiques. Cela passera nécessairement par la mise en service d'au moins un piézomètre de contrôle journalier des niveaux de la nappe des sables du Cénomaniens, et d'une station de jaugeage sur le ruisseau le Montayer. L'enregistrement journalier des niveaux de la nappe contenue dans les roches métamorphiques du socle en aval du bassin, bien que moins prioritaire,

contribuerait également à la meilleure connaissance de la ressource en eau souterraine et de ses relations avec le réseau hydrographique.

Certains prélèvements ont un effet direct sur le débit de l'Aubance et doivent être interdits en cas d'étiage sévère. Des incertitudes demeurent sur l'exhaustivité des données de prélèvements collectées par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (nombre d'ouvrages et nappes captées), qu'une enquête de terrain en partenariat avec la profession agricole pourrait lever.

## 7. Bibliographie

**CHRÉTIEN P. & LUCASSOU F.** avec la collaboration de BAUDOIN V., FRIOUX A., GAUTRON C., LAIR M., RODRIGUEZ G., TOUTAIN J. (2010) – Bassin versant de Neuillé – Interprétation des campagnes piézométriques basses et hautes eaux. Rapport final – BRGM/RP-60290-FR, 46 p., 12 ill., 4 tab., 2 ann.

**LACHASSAGNE P., WYNS R., BÉRARD P., BRUEL T., CHÉRY L., COUTAND T., DESPRATS J.-F., LE STRAT P.** (2001) - Exploitation of high-yields in hard-rock aquifers: downscaling methodology combining GIS and multicriteria analysis to delineate field prospecting zones - *Groundwater*, vol. 39, (4), p. 568-581

**LUCASSOU F., ALLIER D., CHRÉTIEN P.** avec la collaboration de FÉRET M.-J., JEGOU J.-P. (2011) - Élaboration de règles de gestion volumique de la ressource en eau souterraine - Bassin Versant du Layon. Rapport final - BRGM/RP-60065-FR, 53 p., 25 ill., 7 ann.

**SEGUIN J.J., GOMEZ E., WUILLEUMIER A.** – 2009 - Les indicateurs piézométriques. Un outil dans la gestion des hydrosystèmes. Orientations méthodologiques. BRGM/RP-58139-FR

**WYNS R.** (1998) - Ressources en eau de la Margeride ouest - PRD 324 - Modélisation de la géométrie (altitude, épaisseur) des arènes granitiques du bassin-versant lozérien de la Truyère (Lozère, Massif Central). Rapport BRGM R 40191, 18 p., 9 fig., 4 pl. hors-texte.

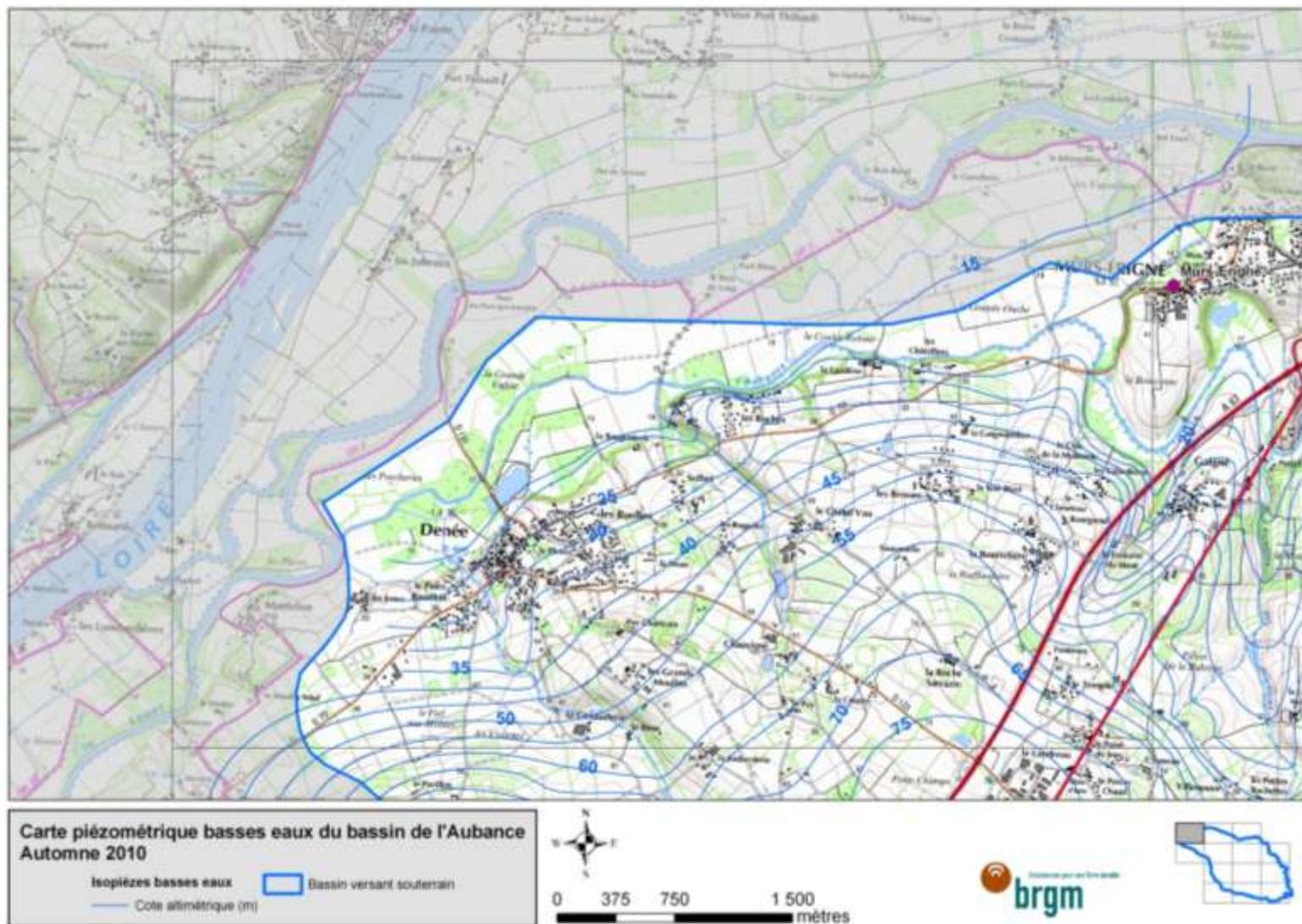
**WYNS R., BALTASSAT J.M., LACHASSAGNE P., LEGCHENKO A., VAIRON J. and MATHIEU F.** (2004) - Application of proton magnetic resonance soundings to groundwater reserve mapping in weathered basement rocks (Brittany, France).- *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2004, t. 175, n° 1, pp. 21-34

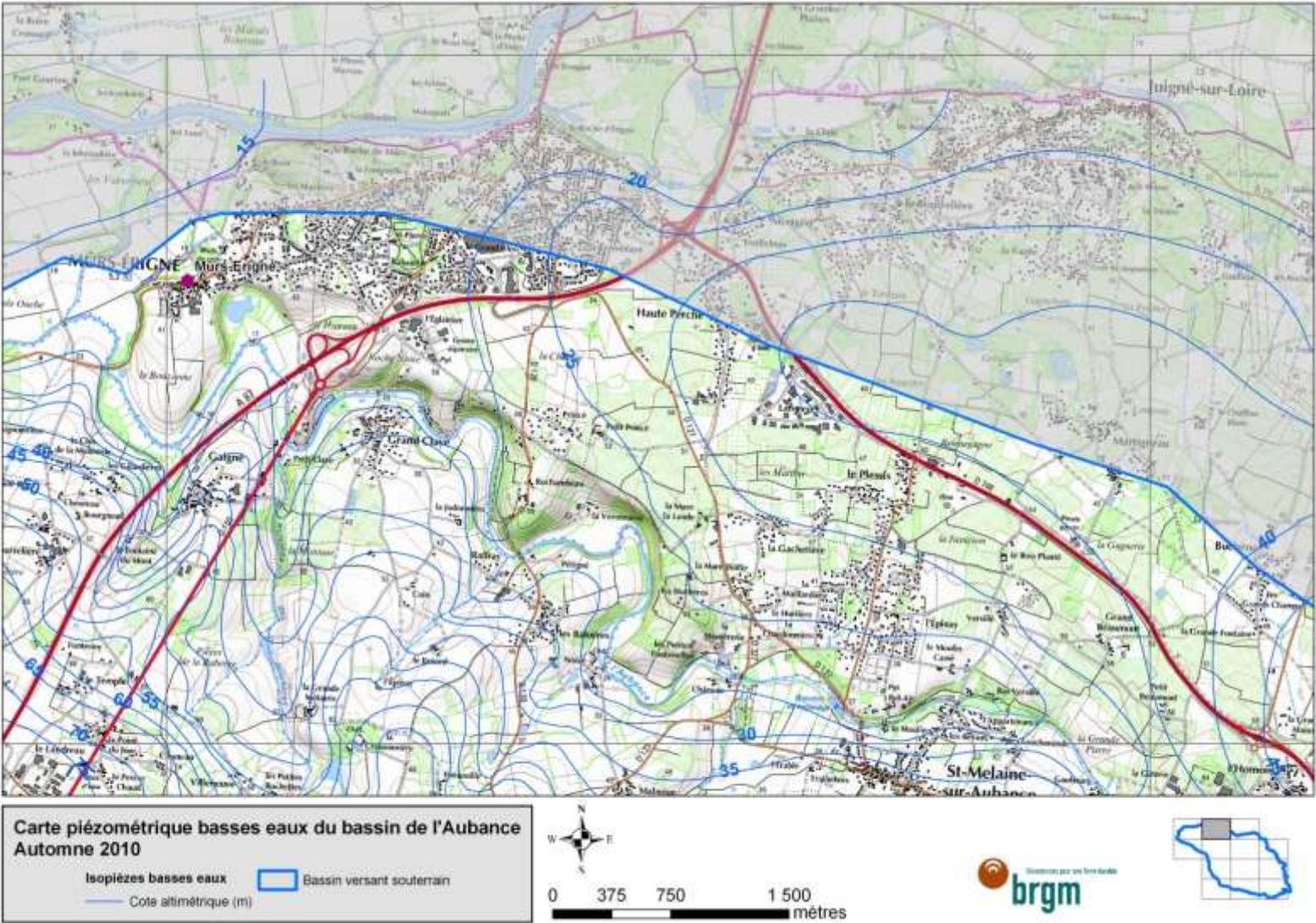


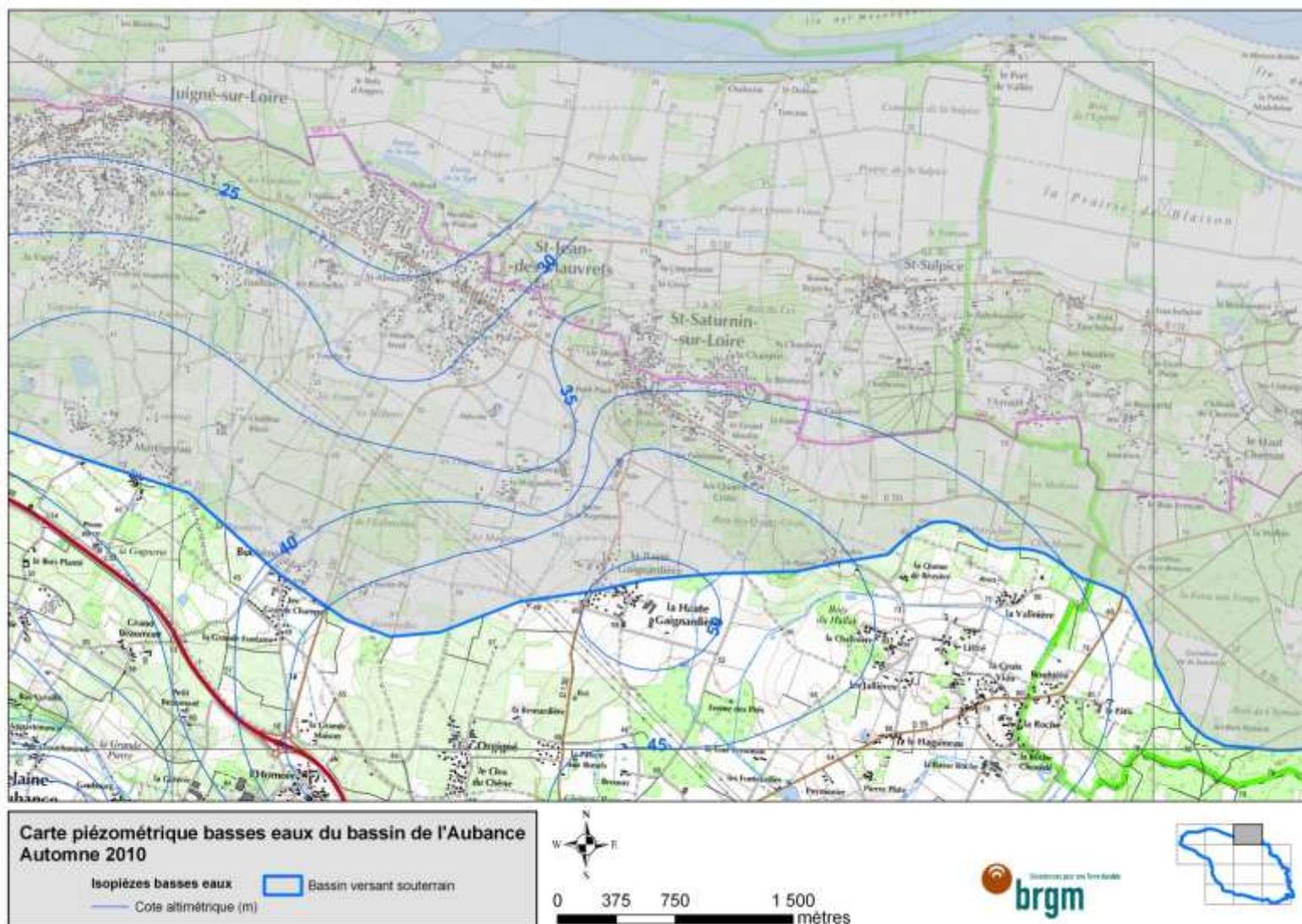
## **Annexe 1**

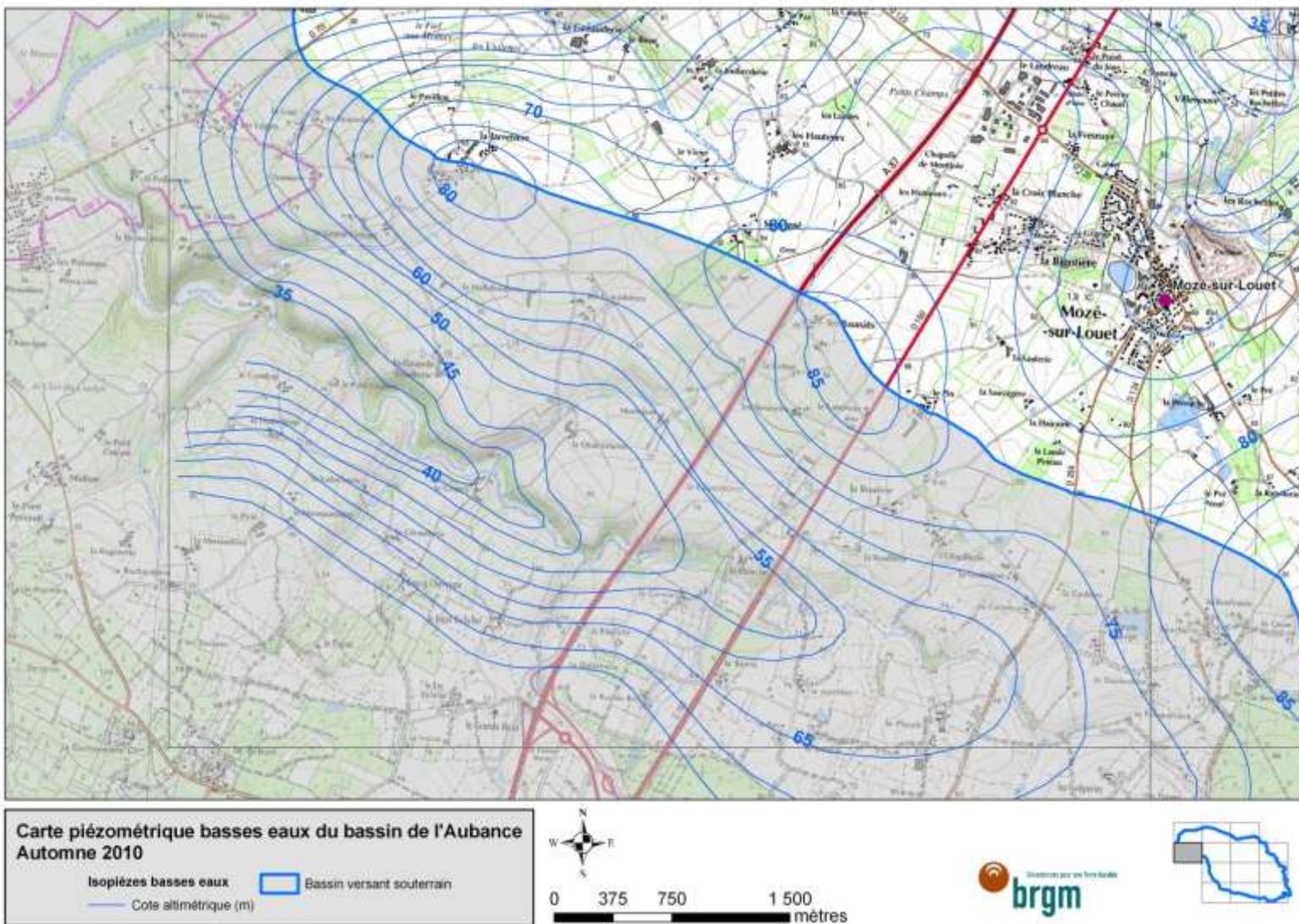
# **Carte piézométrique des basses eaux du bassin de l'Aubance – Automne 2010**

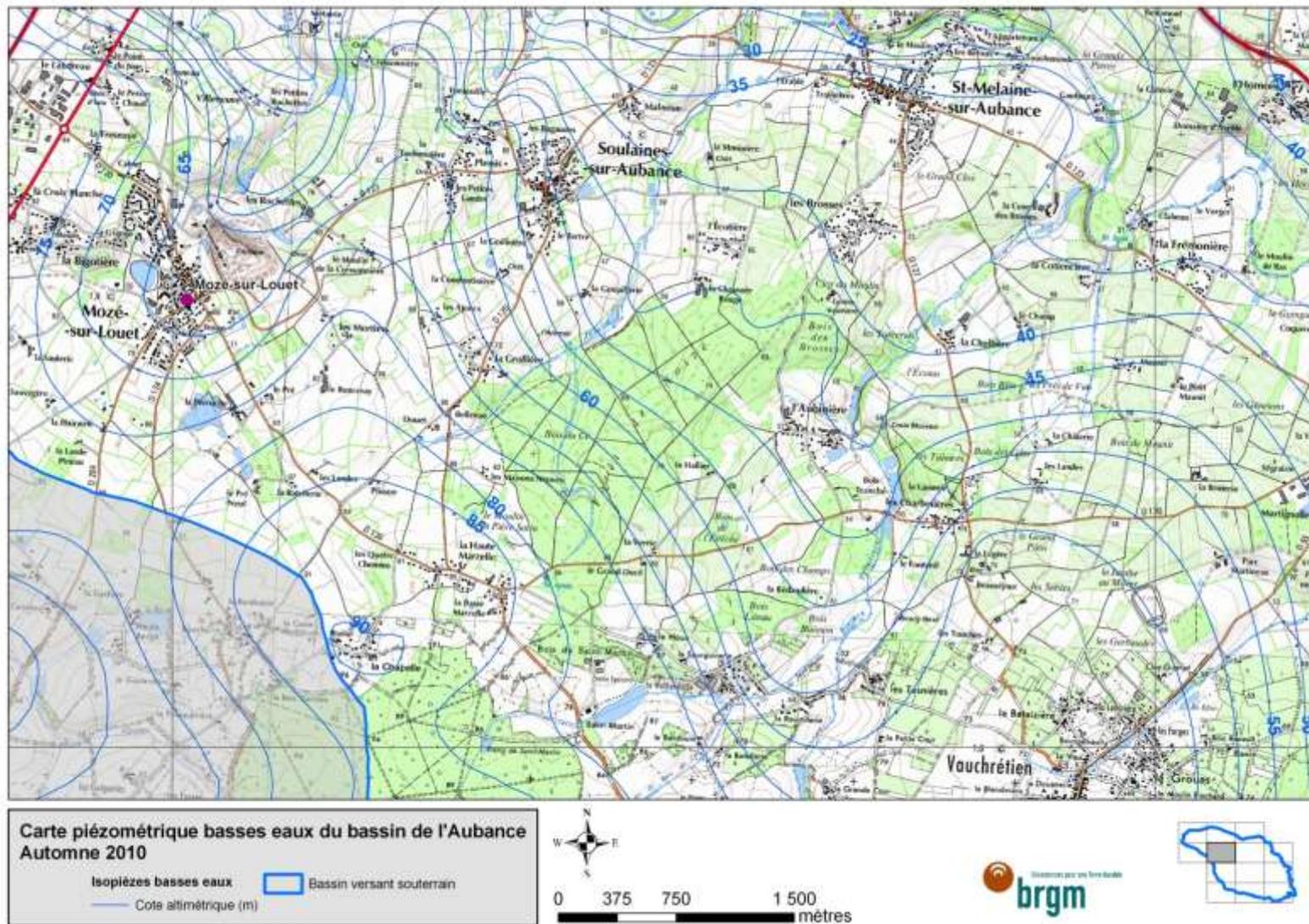


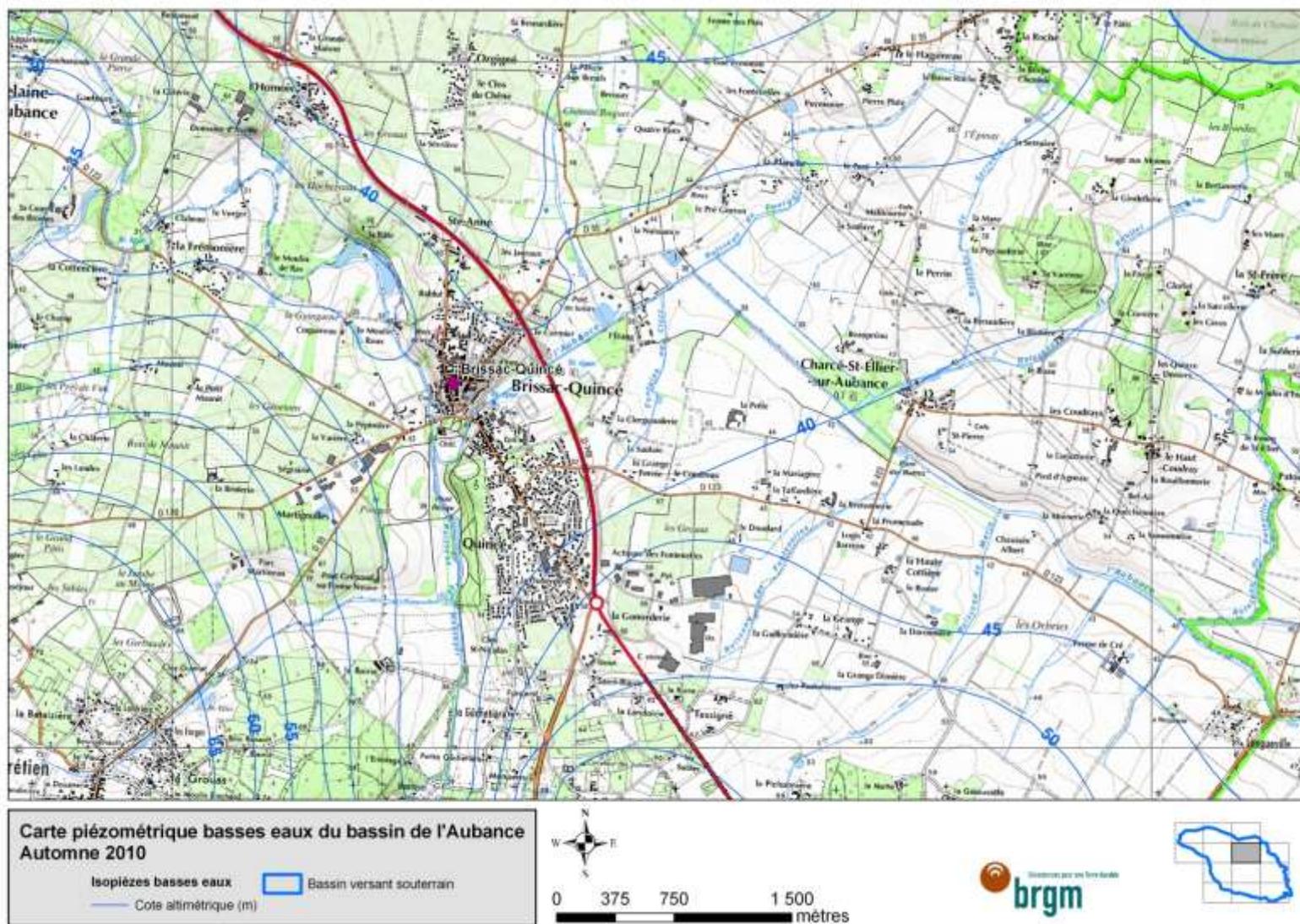


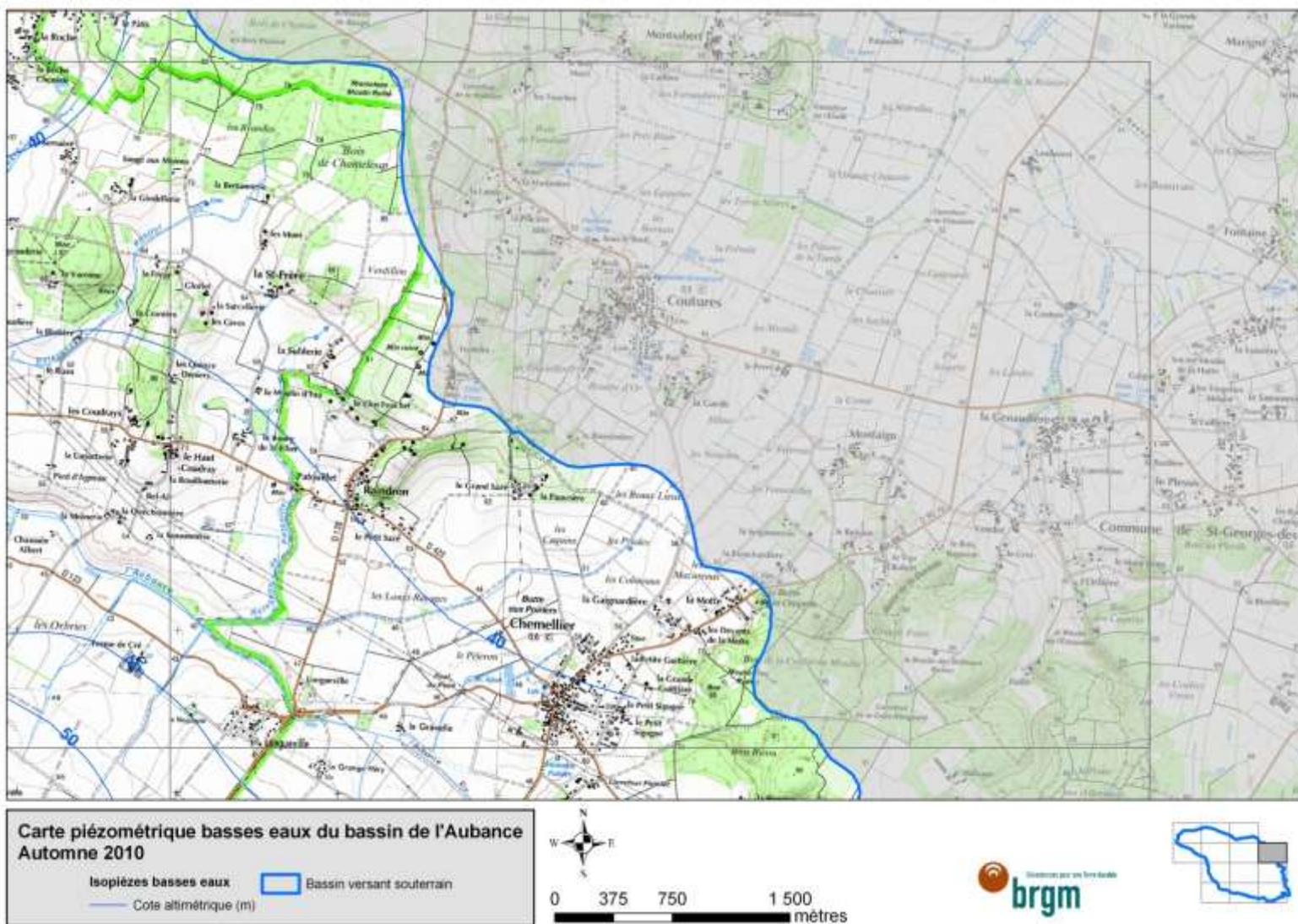


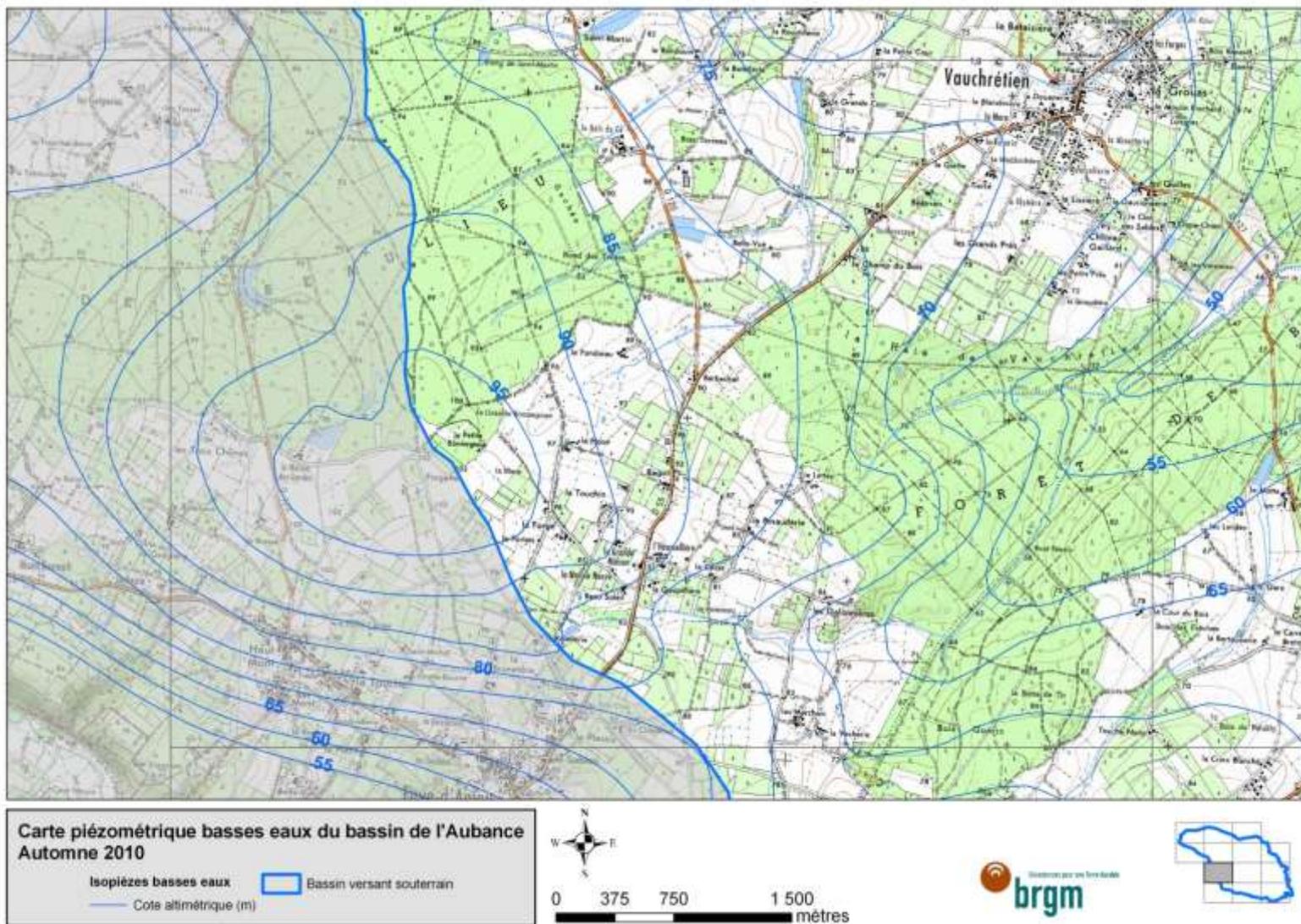


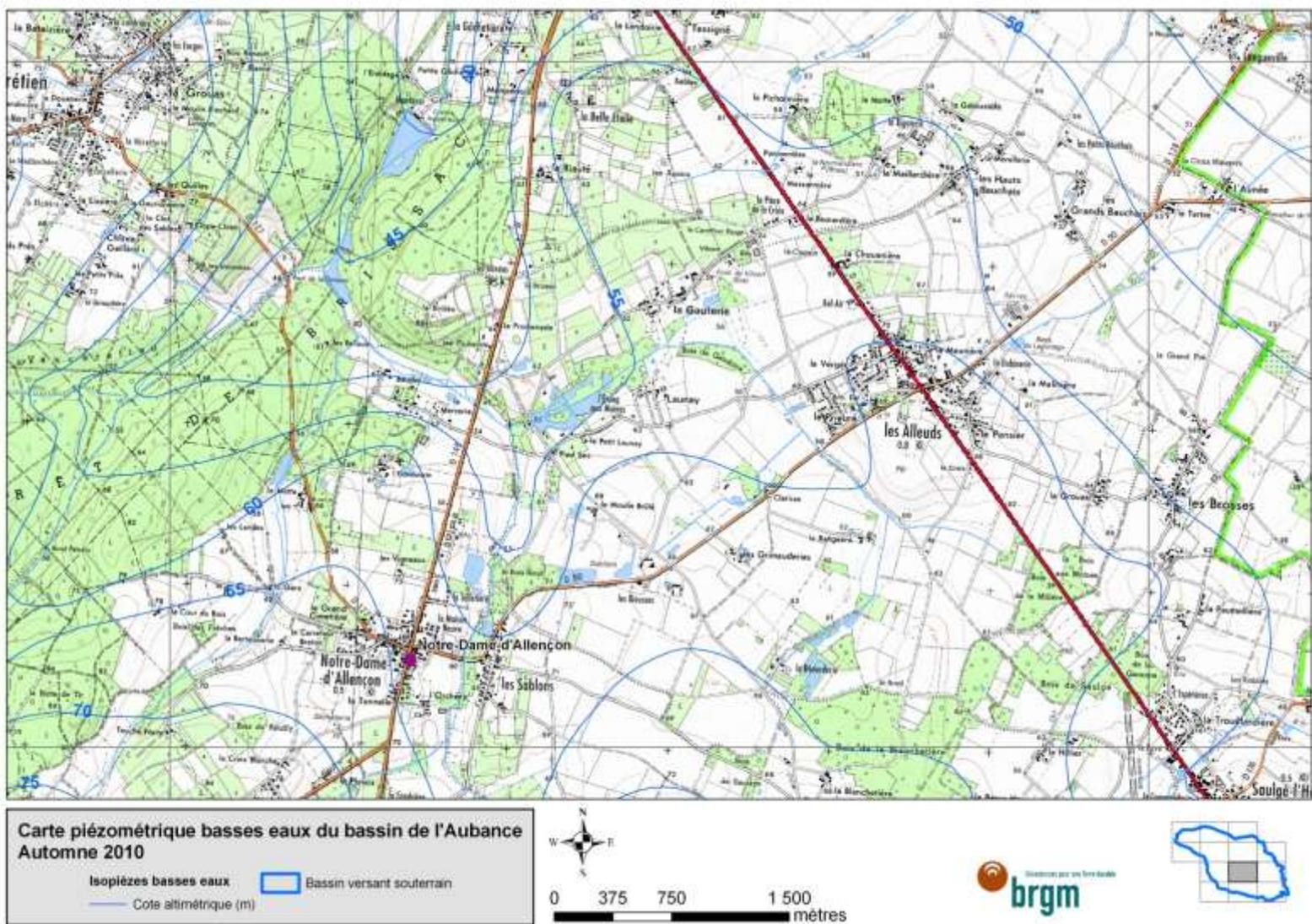


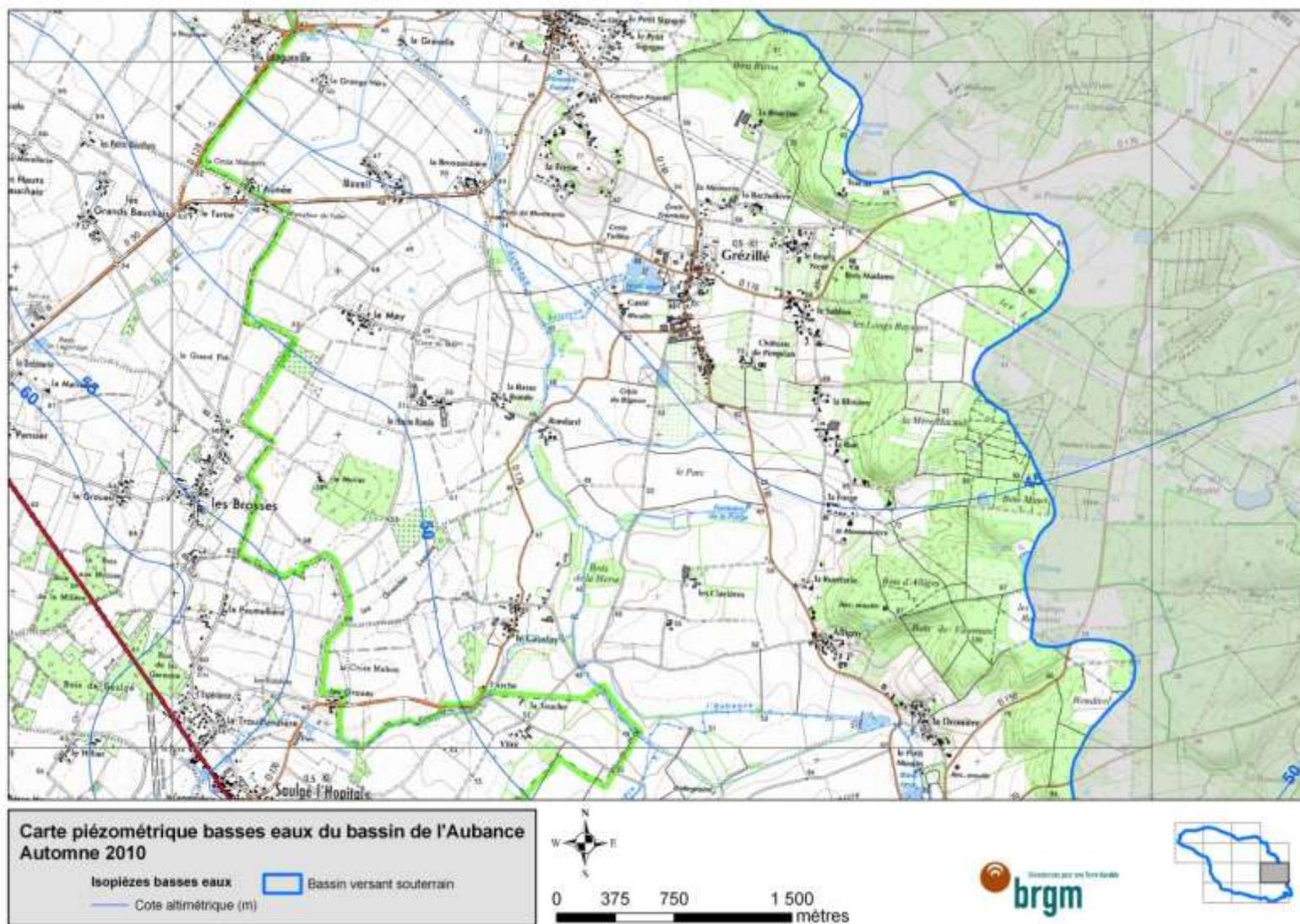


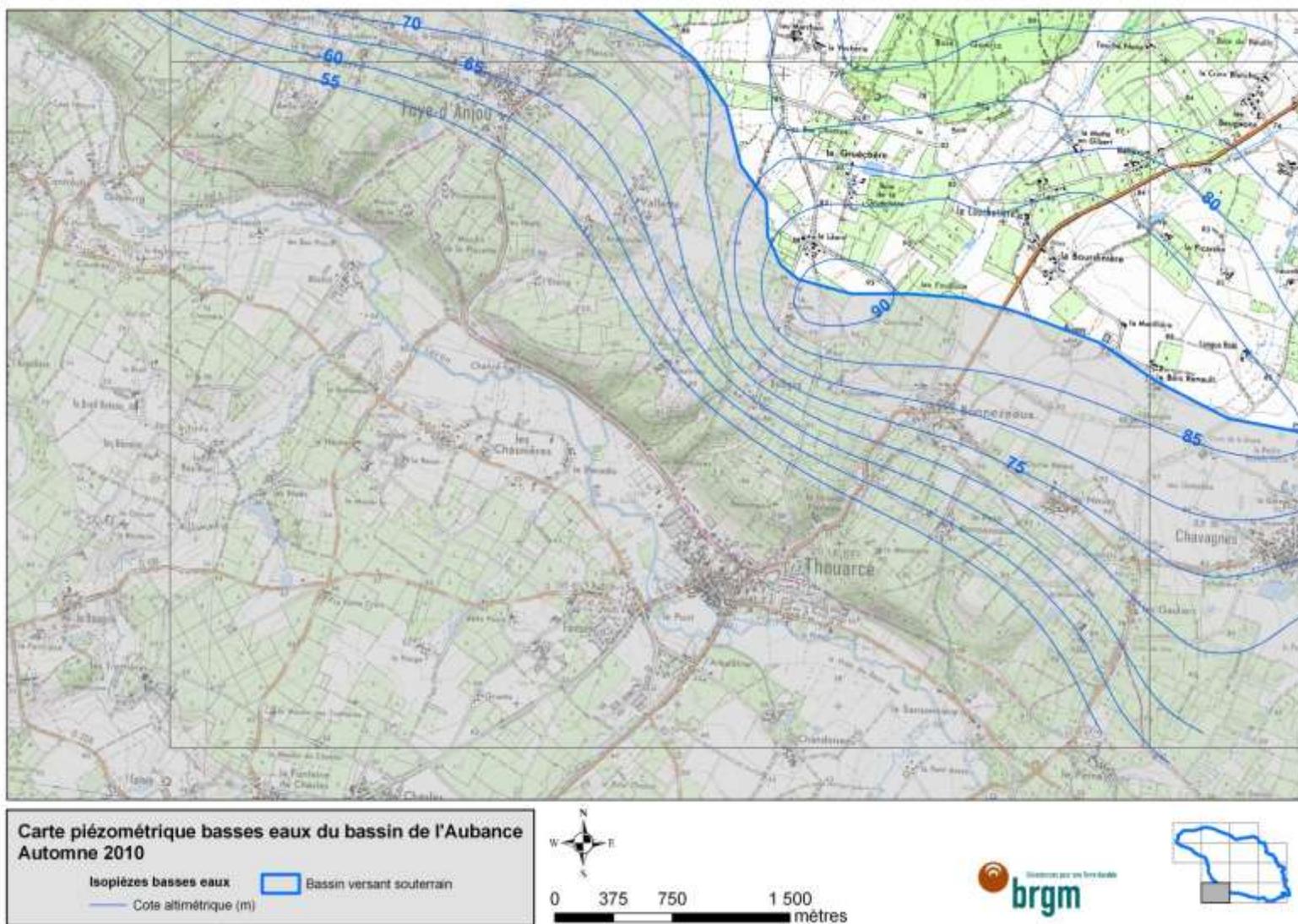


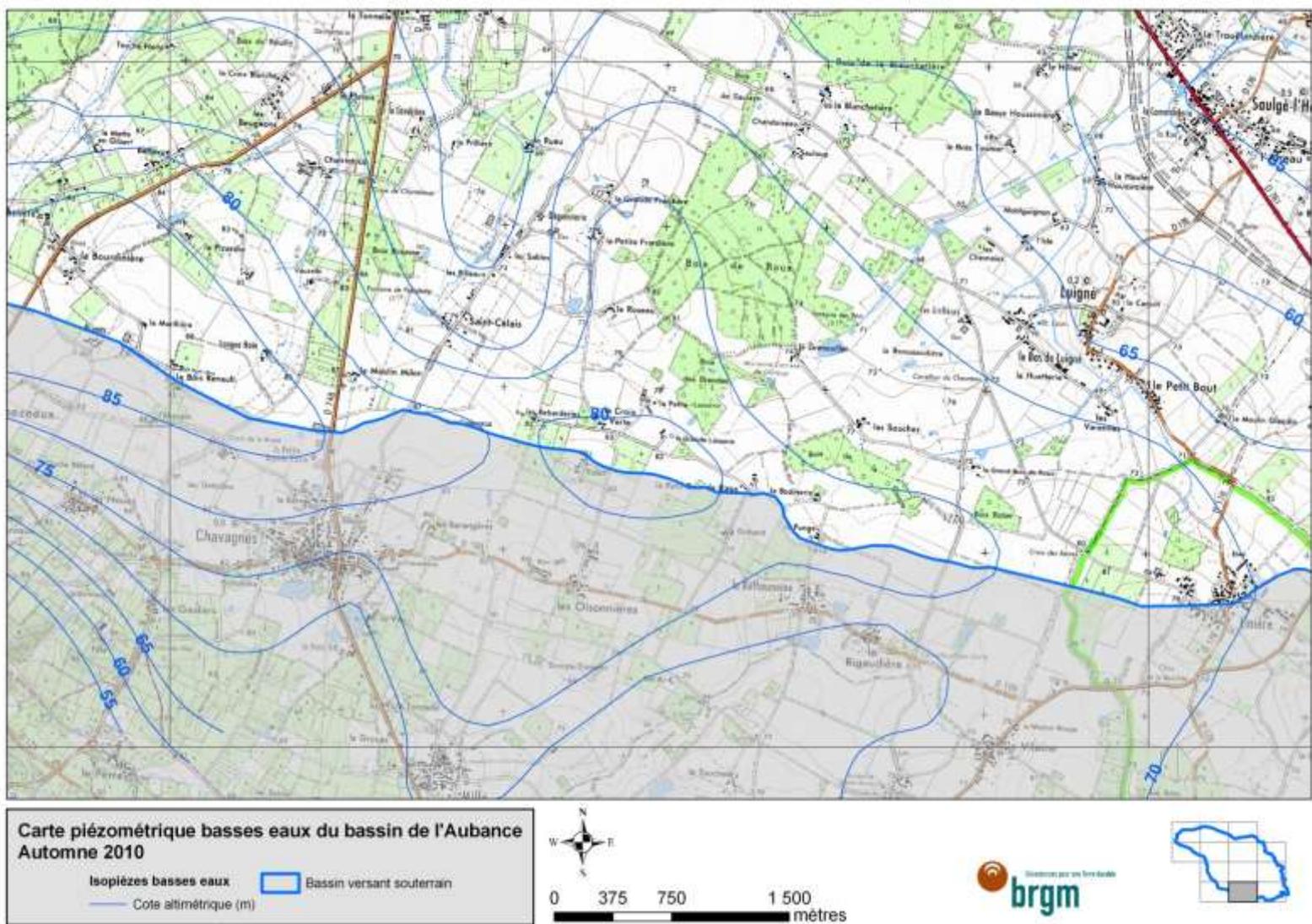


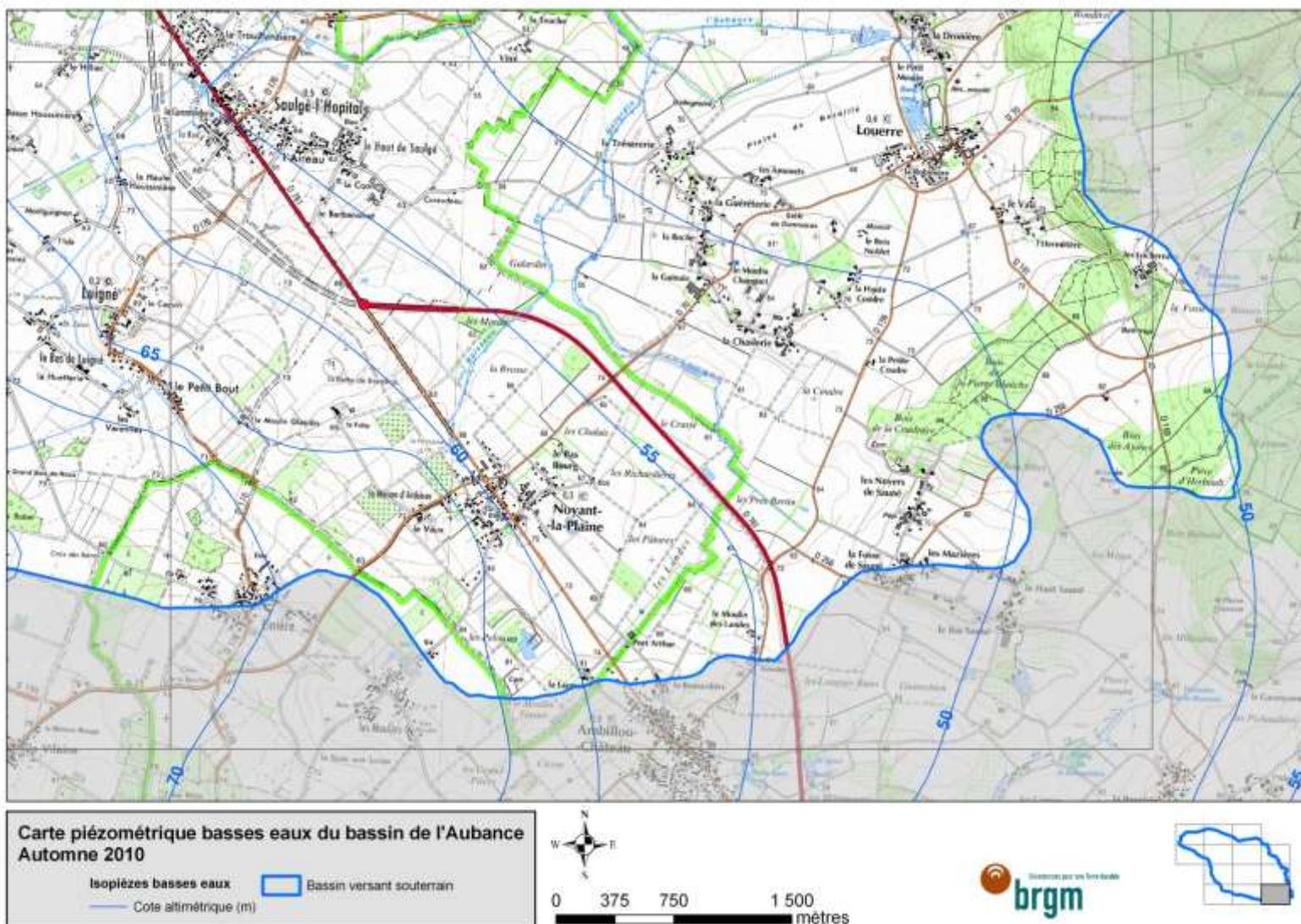










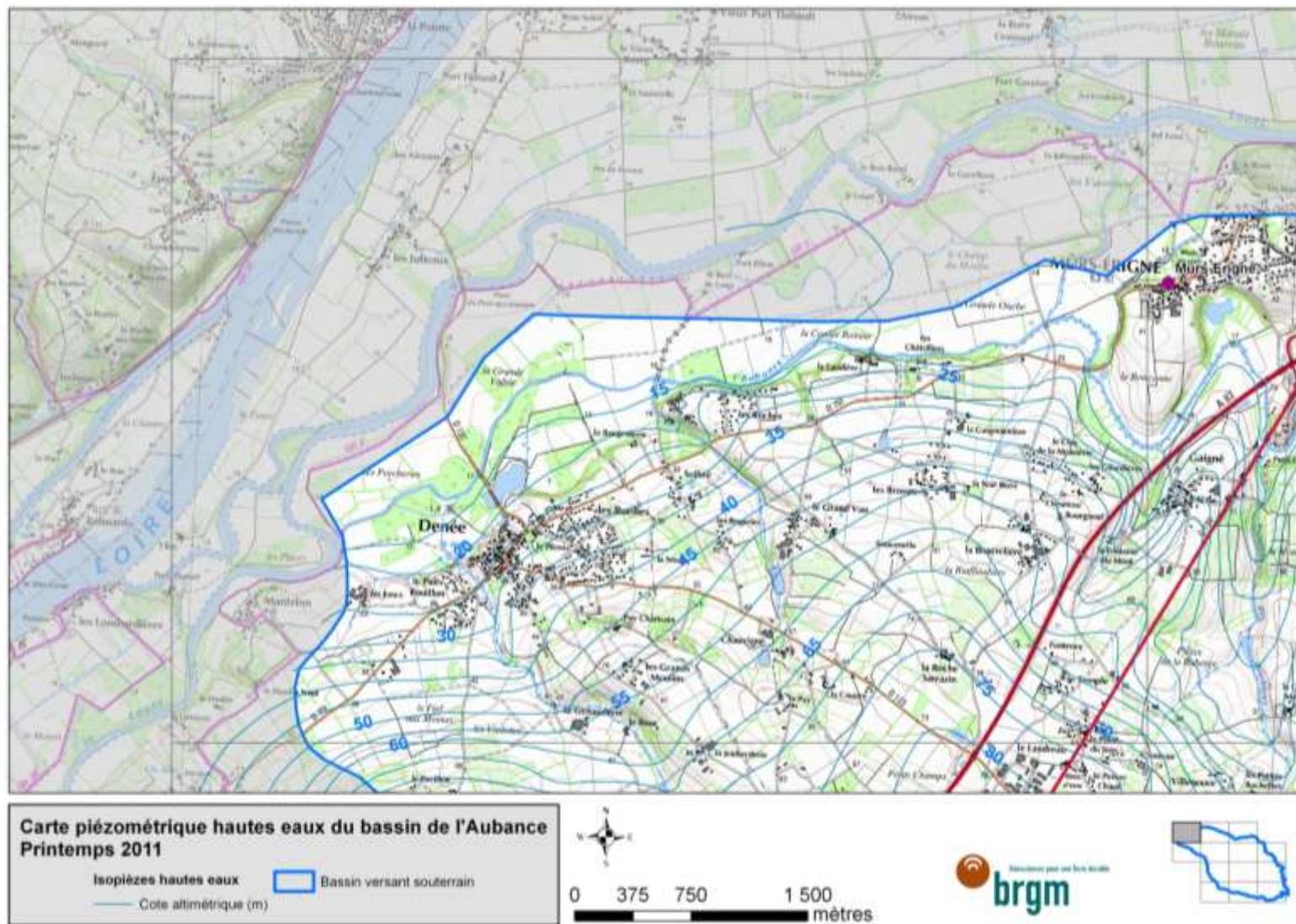


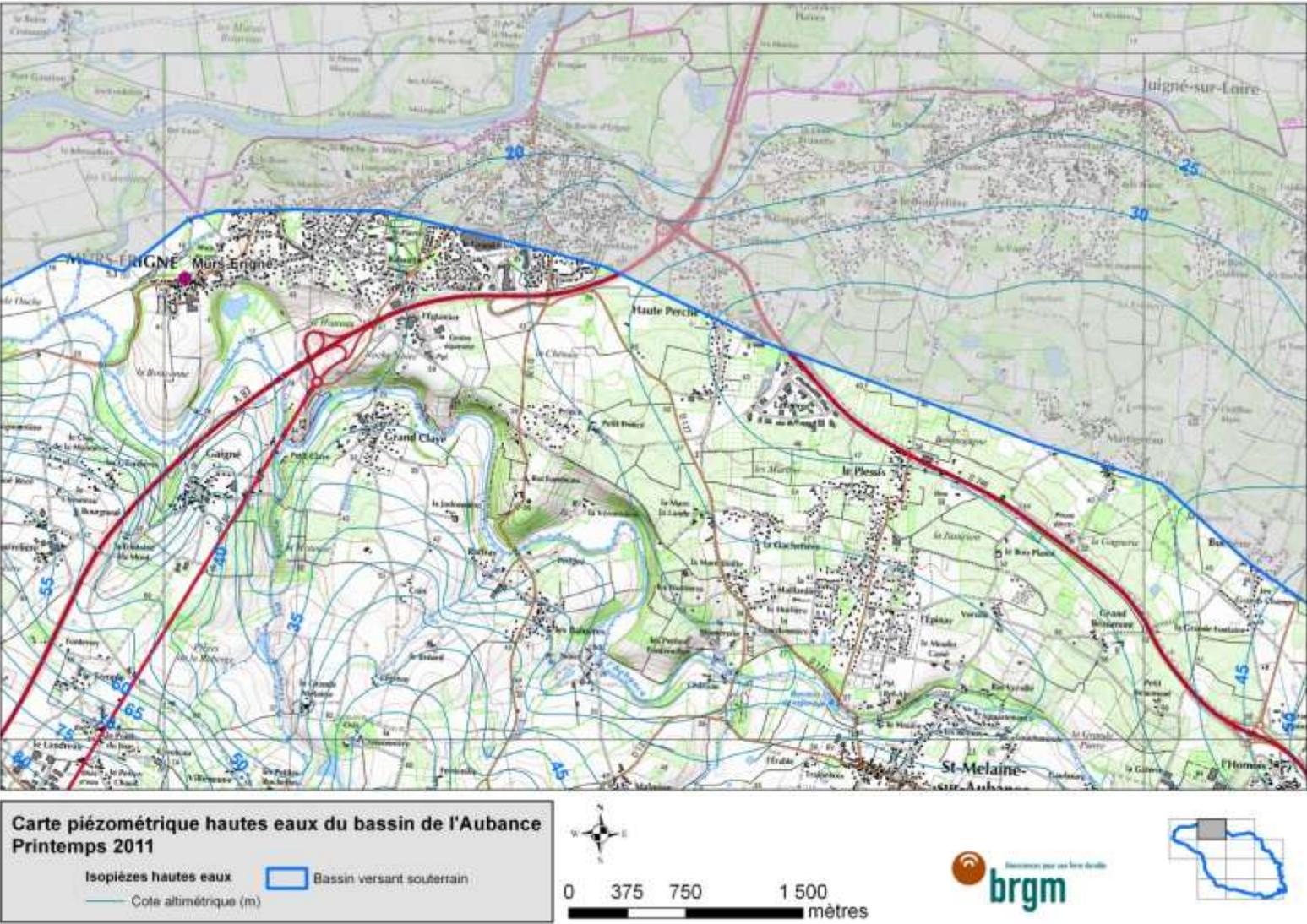


## **Annexe 2**

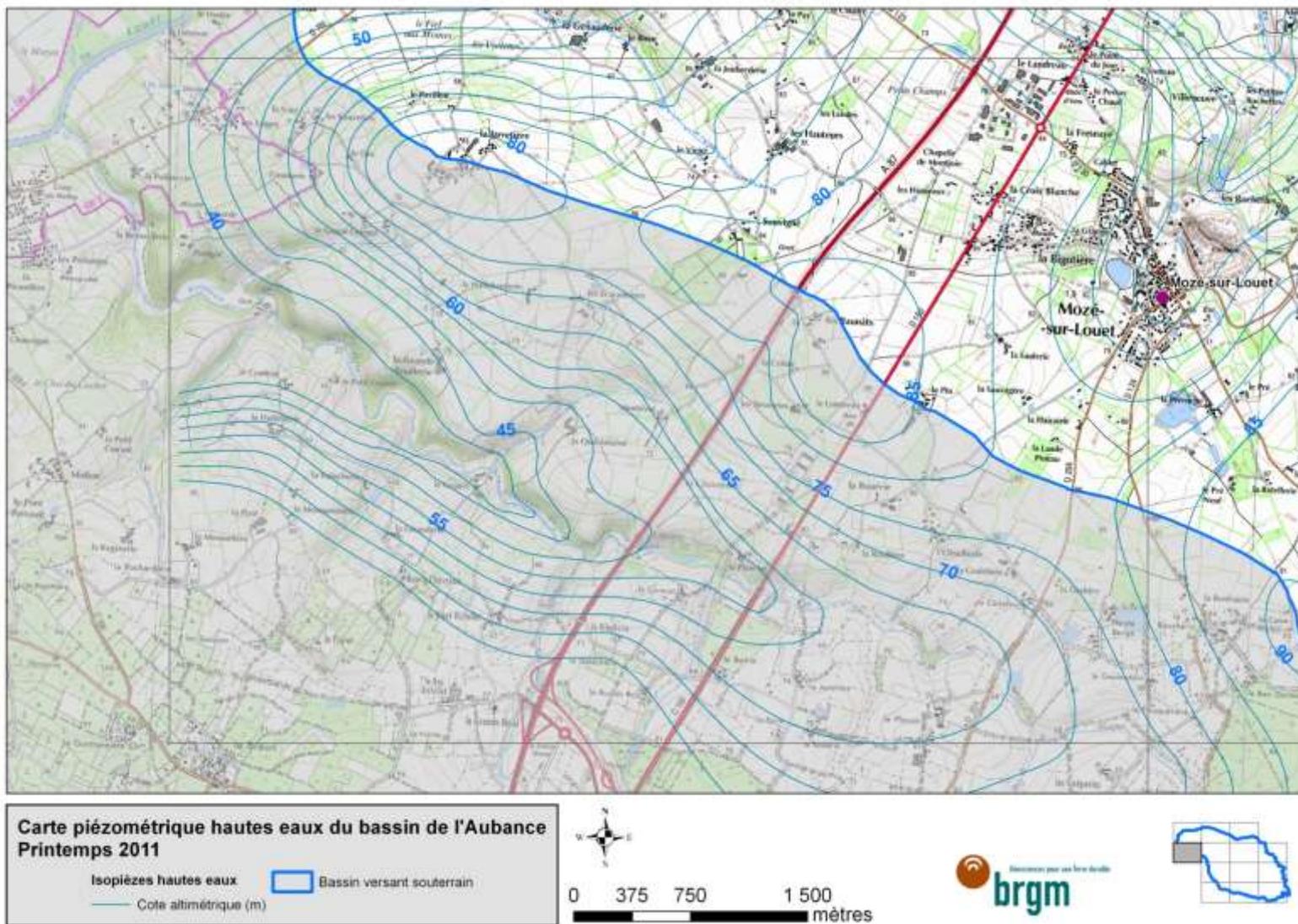
### **Carte piézométrique des hautes eaux du bassin de l'Aubance – Printemps 2011**

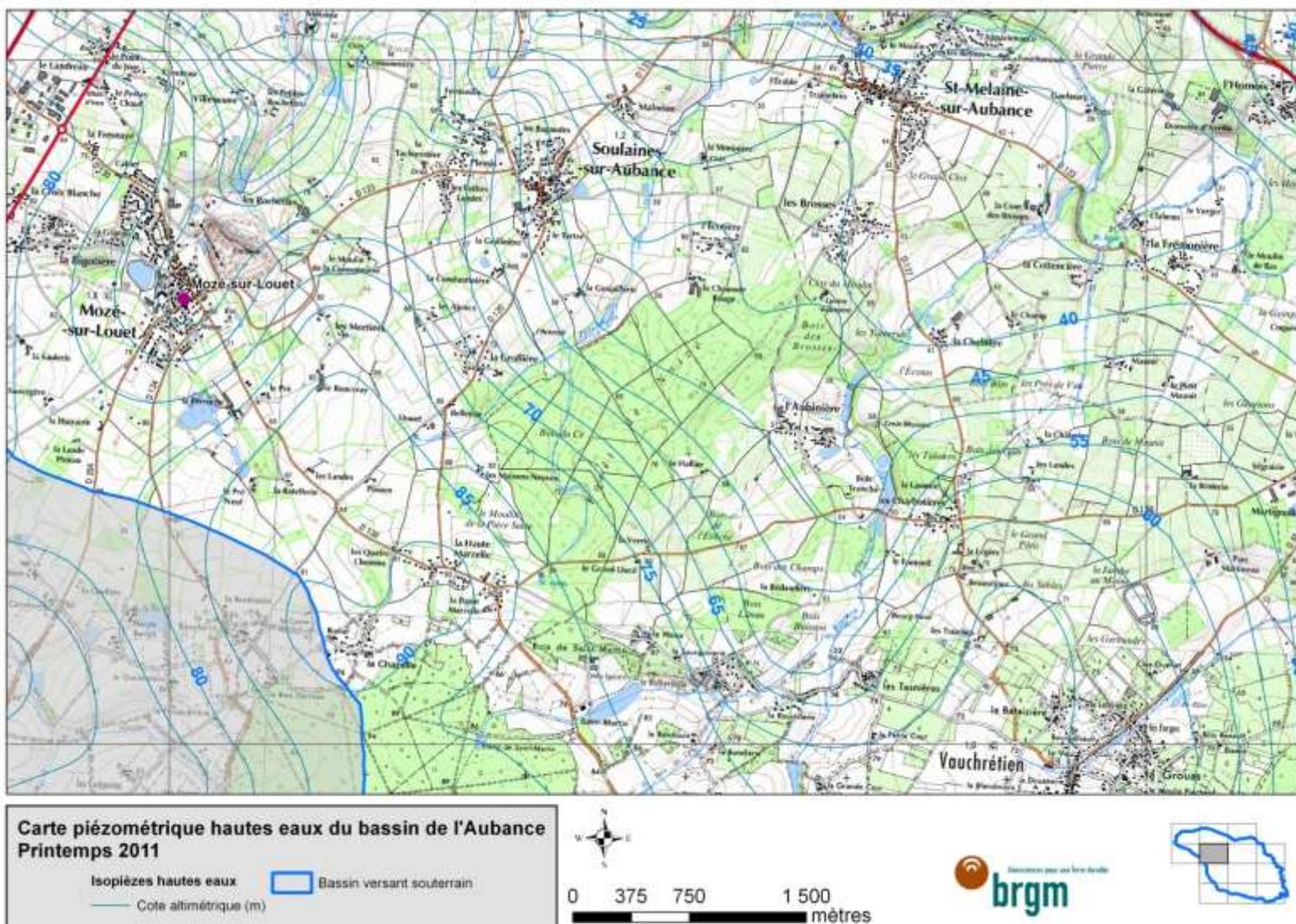




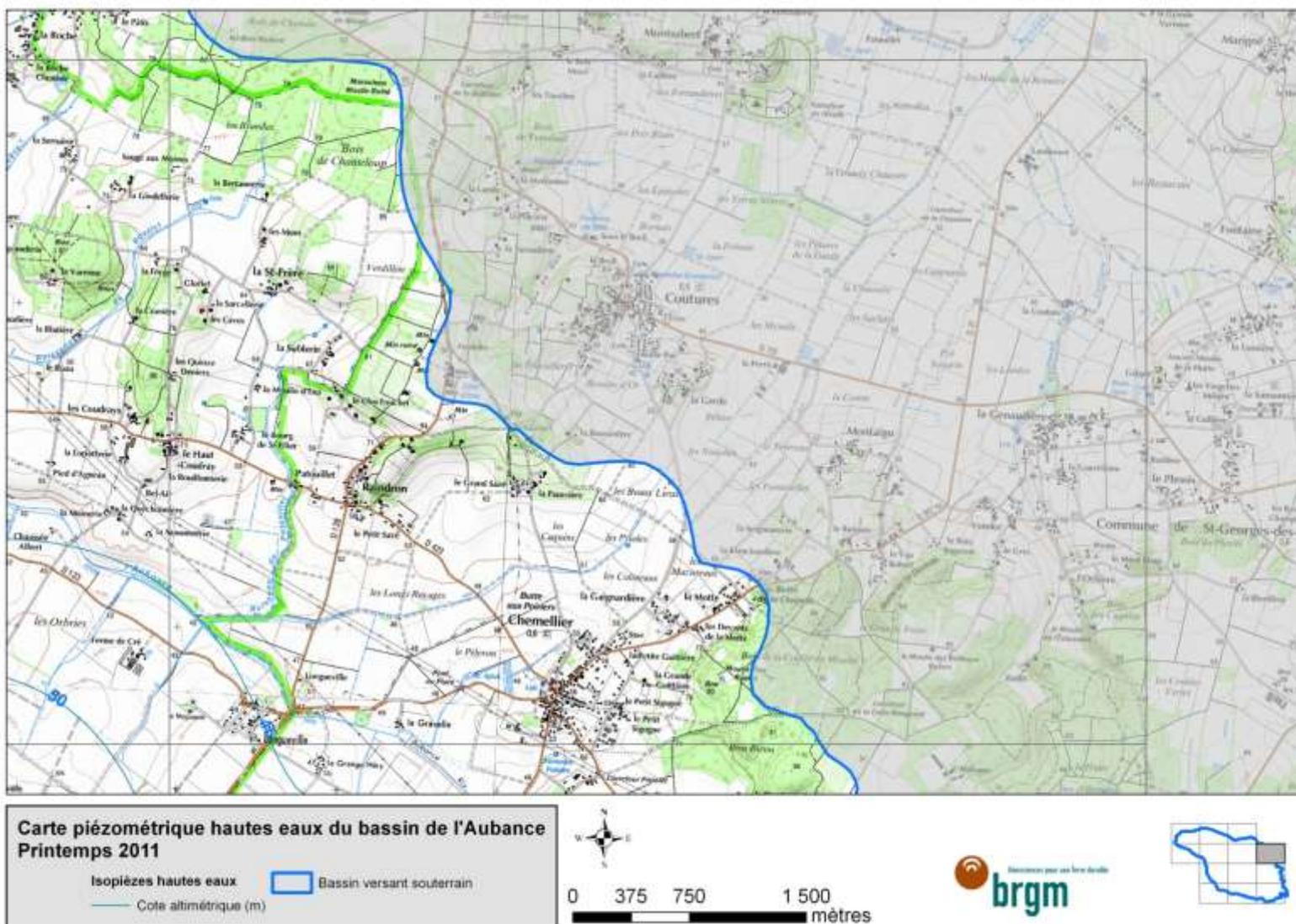




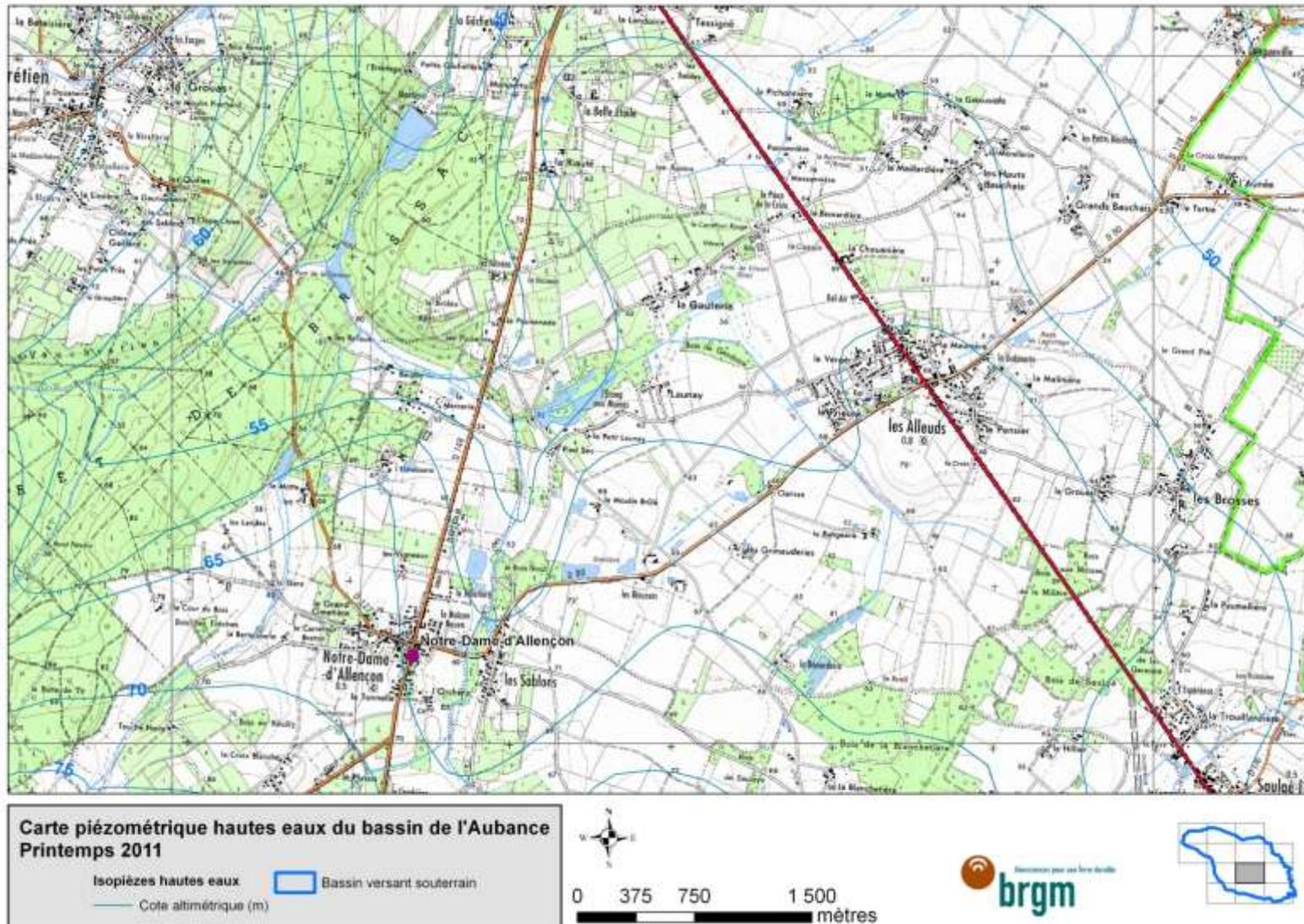


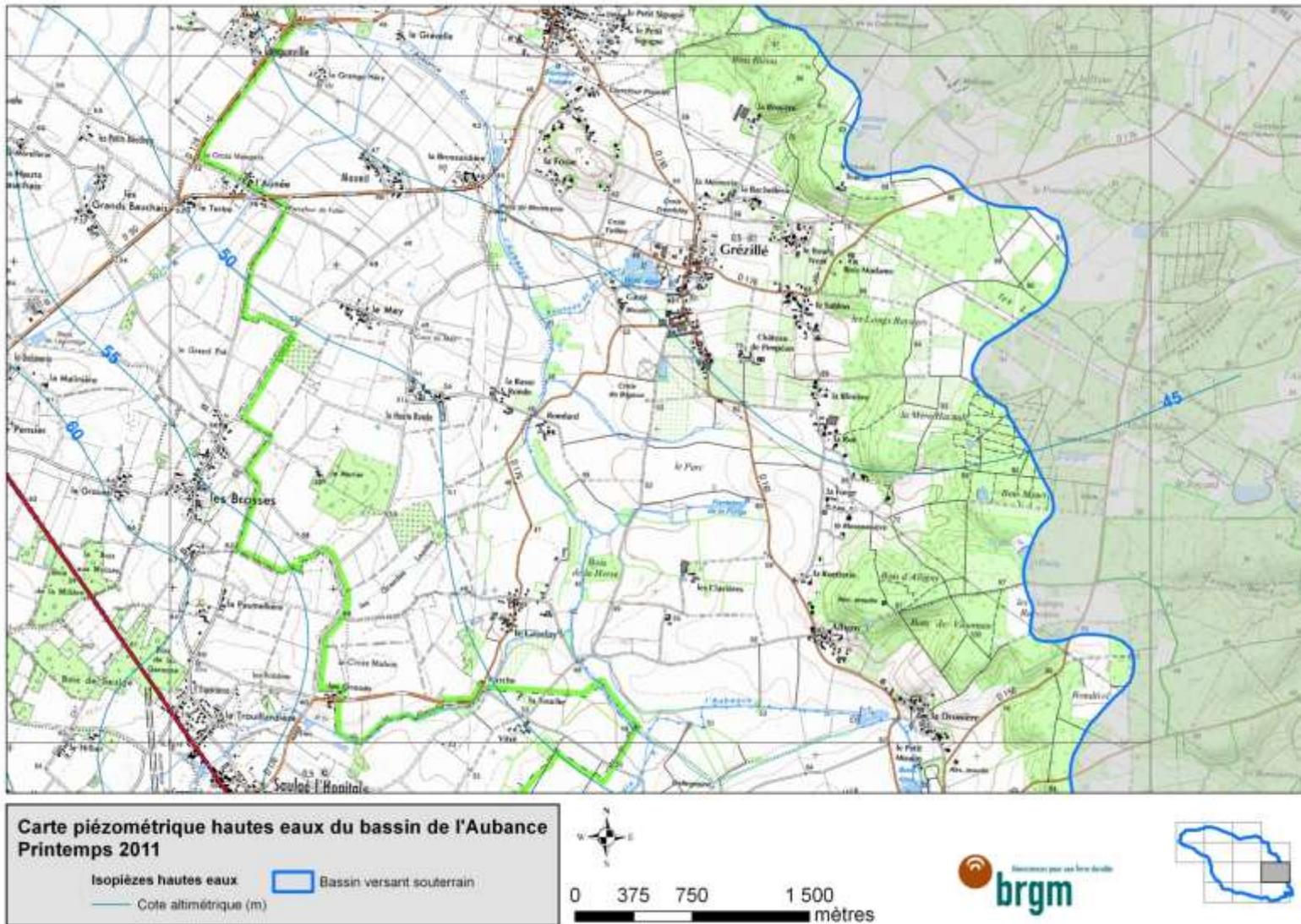


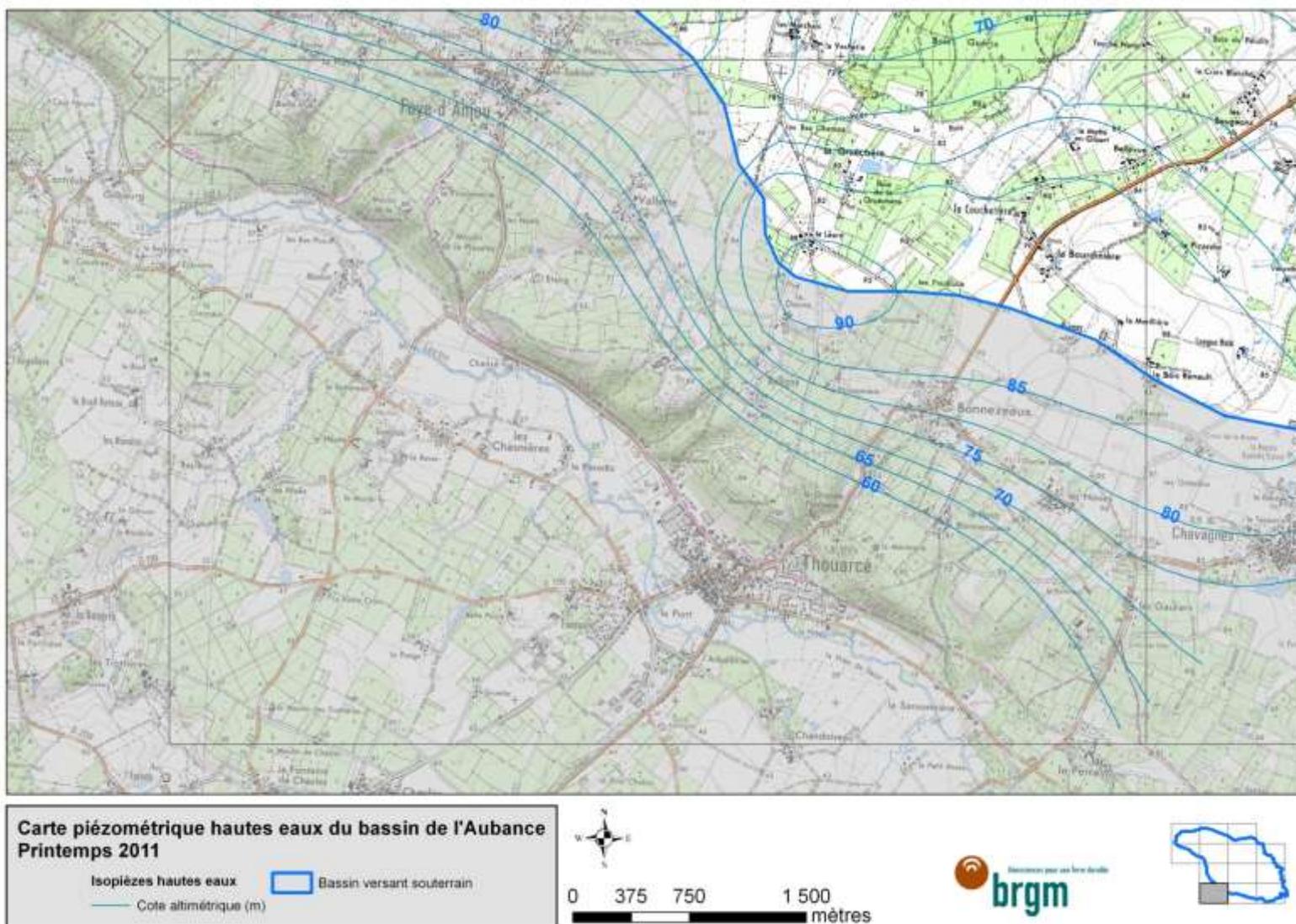


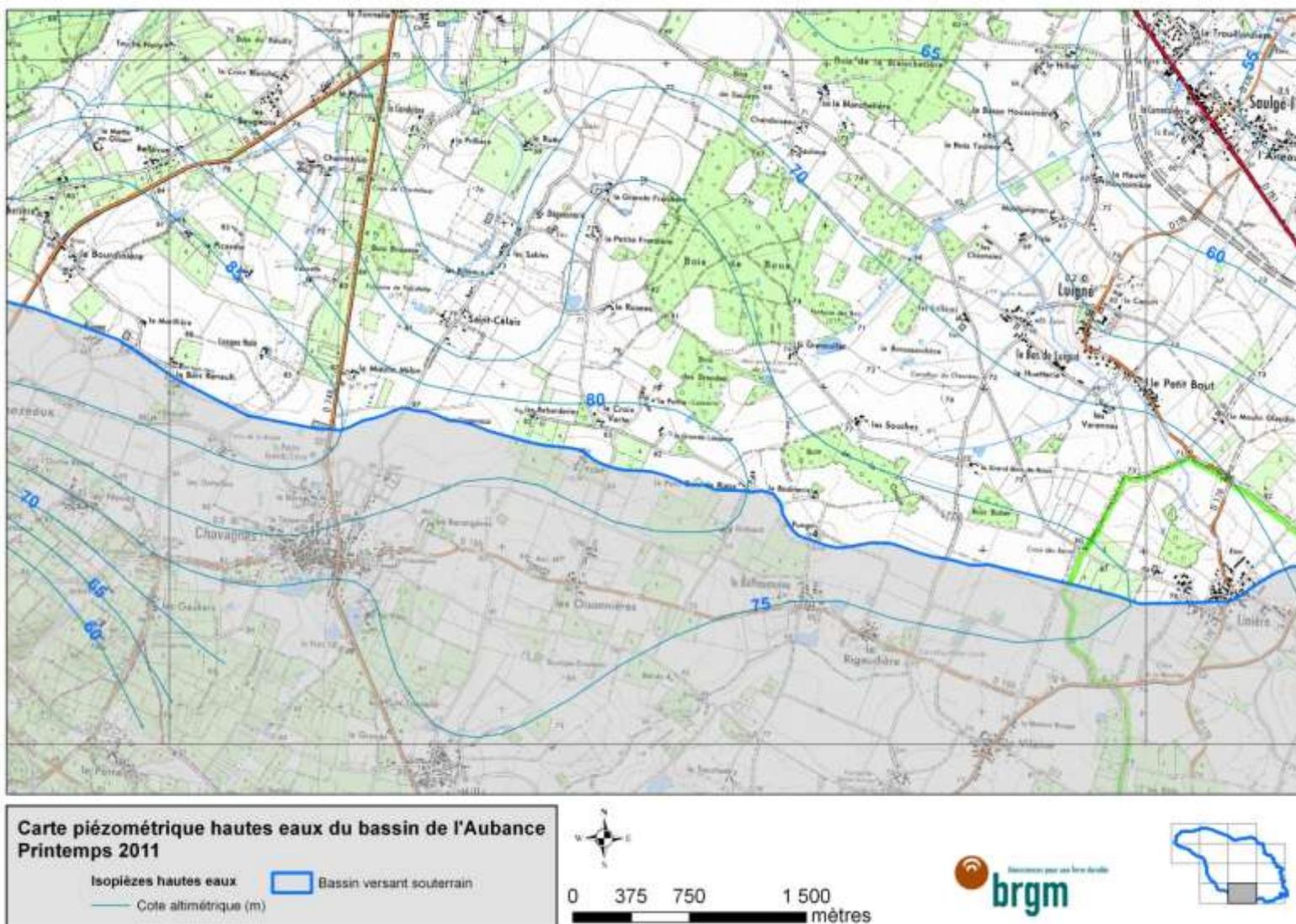


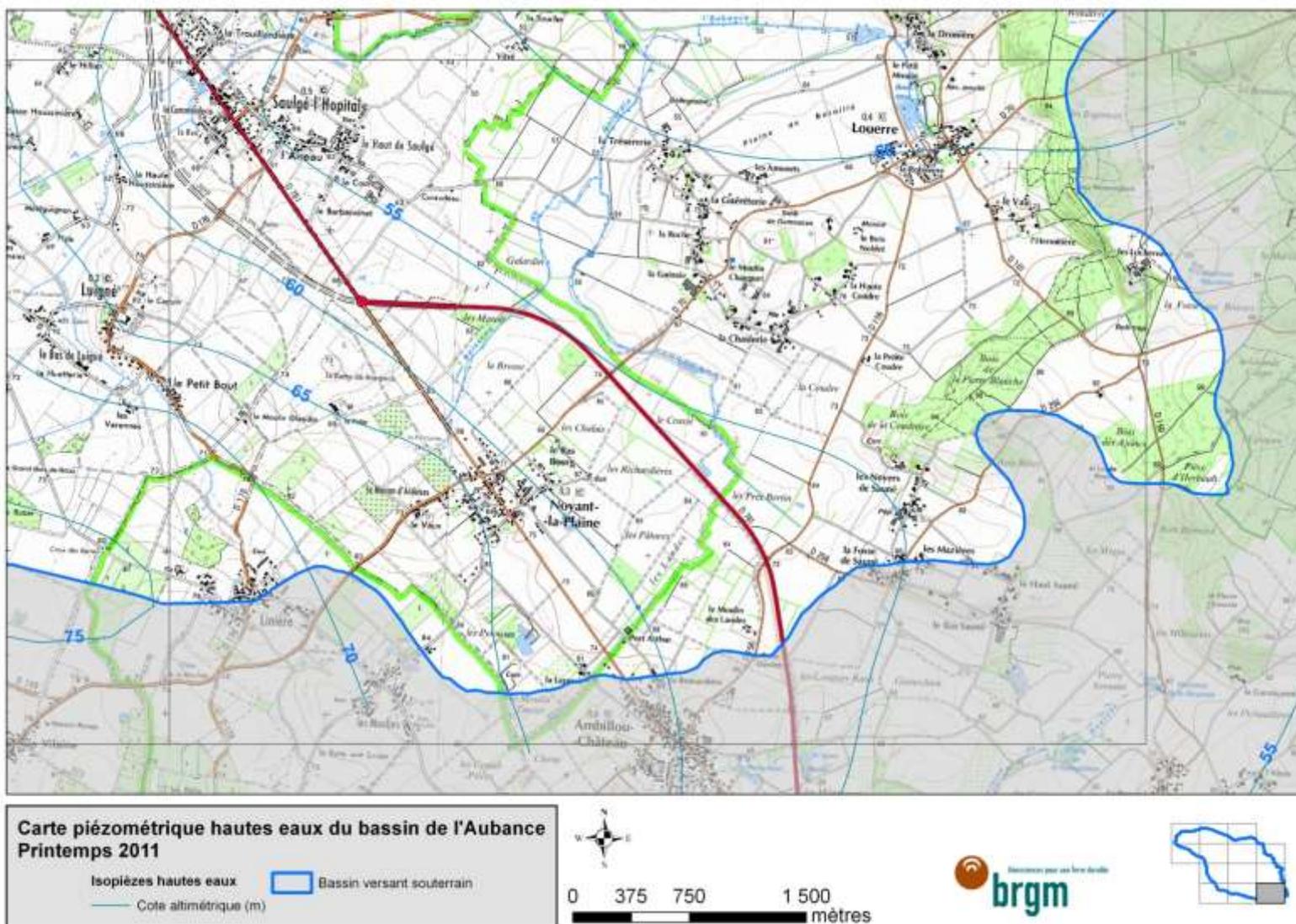














## **Annexe 3**

# **Bilan hydrologique décadaire du bassin versant de l'Aubance sur la période 2000-2011**



Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49)

année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décadaire mm	Recharge de l'aquifère mm
2000	janvier	1.0	2.3	11.1	8.8	0.4	100.0	8.4
2000	janvier	2.0	2.5	1.7	0.0	0.0	100.0	0.0
2000	janvier	3.0	3.4	2.1	0.0	0.0	100.0	0.0
2000	février	1.0	5.8	22.1	16.3	0.8	100.0	15.5
2000	février	2.0	6.7	15.5	8.8	0.4	100.0	8.4
2000	février	3.0	8.4	19.7	11.3	0.6	100.0	10.7
2000	mars	1.0	12.1	12.2	0.1	0.0	100.0	0.1
2000	mars	2.0	15.6	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
2000	mars	3.0	17.3	11.6	0.0	0.0	100.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>74.1</b>	<b>96.0</b>	<b>45.3</b>	<b>2.3</b>	<b>100.0</b>	<b>43.0</b>
2000	avril	1.0	20.0	5.9	0.0	0.0	85.9	0.0
2000	avril	2.0	21.4	30.1	8.7	0.4	94.2	0.0
2000	avril	3.0	25.4	24.0	0.0	0.0	92.8	0.0
2000	mai	1.0	27.0	46.1	19.1	1.0	100.0	10.9
2000	mai	2.0	29.6	12.9	0.0	0.0	83.3	0.0
2000	mai	3.0	34.7	7.3	0.0	0.0	55.9	0.0
2000	juin	1.0	36.4	21.7	0.0	0.0	41.2	0.0
2000	juin	2.0	47.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	juin	3.0	38.6	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>281.0</b>	<b>154.4</b>	<b>27.8</b>	<b>1.4</b>	<b>0.0</b>	<b>10.9</b>
2000	juillet	1.0	38.1	64.3	26.2	1.3	24.9	0.0
2000	juillet	2.0	39.2	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	juillet	3.0	45.8	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	août	1.0	40.6	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	août	2.0	36.4	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	août	3.0	39.9	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	septembre	1.0	30.5	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	septembre	2.0	22.1	23.7	1.6	0.1	1.5	0.0
2000	septembre	3.0	19.4	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>312.0</b>	<b>170.4</b>	<b>27.8</b>	<b>1.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2000	octobre	1.0	13.5	25.5	12.0	0.6	11.4	0.0
2000	octobre	2.0	9.0	47.3	38.3	1.9	47.8	0.0
2000	octobre	3.0	9.6	27.3	17.7	0.9	64.6	0.0
2000	novembre	1.0	7.0	35.2	28.2	1.4	91.4	0.0
2000	novembre	2.0	5.0	26.5	21.5	1.1	100.0	11.8
2000	novembre	3.0	4.9	48.6	43.7	2.2	100.0	41.5
2000	décembre	1.0	6.2	39.1	32.9	1.6	100.0	31.3
2000	décembre	2.0	4.0	31.4	27.4	1.4	100.0	26.0
2000	décembre	3.0	3.0	27.5	24.5	1.2	100.0	23.3
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>62.2</b>	<b>308.4</b>	<b>246.2</b>	<b>12.3</b>	<b>100.0</b>	<b>133.9</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>729.3</b>	<b>729.2</b>	<b>347.1</b>	<b>17.4</b>	<b>0.0</b>	<b>187.8</b>
année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décadaire mm	Recharge de l'aquifère mm
2001	janvier	1.0	4.0	44.0	40.0	2.0	100.0	38.0
2001	janvier	2.0	2.0	12.3	10.3	0.5	100.0	9.8
2001	janvier	3.0	3.9	45.2	41.3	2.1	100.0	39.2
2001	février	1.0	6.6	32.4	25.8	1.3	100.0	24.5
2001	février	2.0	6.8	0.3	0.0	0.0	93.5	0.0
2001	février	3.0	6.1	6.0	0.0	0.0	93.4	0.0
2001	mars	1.0	10.5	25.8	15.3	0.8	100.0	7.9
2001	mars	2.0	13.5	63.1	49.6	2.5	100.0	47.1
2001	mars	3.0	20.6	31.5	10.9	0.5	100.0	10.4
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>74.0</b>	<b>260.6</b>	<b>193.2</b>	<b>9.7</b>	<b>100.0</b>	<b>176.9</b>
2001	avril	1.0	22.8	16.0	0.0	0.0	93.2	0.0
2001	avril	2.0	21.8	4.9	0.0	0.0	76.3	0.0
2001	avril	3.0	22.2	47.6	25.4	1.3	100.0	0.4
2001	mai	1.0	24.3	30.7	6.4	0.3	100.0	6.1
2001	mai	2.0	38.7	0.6	0.0	0.0	61.9	0.0
2001	mai	3.0	55.7	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0
2001	juin	1.0	39.6	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	juin	2.0	43.5	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	juin	3.0	56.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>325.3</b>	<b>116.6</b>	<b>31.8</b>	<b>1.6</b>	<b>0.0</b>	<b>6.5</b>
2001	juillet	1.0	44.8	58.1	13.3	0.7	12.6	0.0
2001	juillet	2.0	36.8	63.4	26.6	1.3	37.9	0.0
2001	juillet	3.0	50.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	août	1.0	35.5	43.0	7.5	0.4	7.1	0.0
2001	août	2.0	37.9	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	août	3.0	40.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	septembre	1.0	24.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	septembre	2.0	21.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	septembre	3.0	20.1	40.7	20.6	1.0	19.6	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>311.7</b>	<b>237.3</b>	<b>68.0</b>	<b>3.4</b>	<b>19.6</b>	<b>0.0</b>
2001	octobre	1.0	16.7	29.8	13.1	0.7	32.0	0.0
2001	octobre	2.0	13.0	31.0	18.0	0.9	49.1	0.0
2001	octobre	3.0	10.3	9.8	0.0	0.0	48.6	0.0
2001	novembre	1.0	4.7	3.6	0.0	0.0	47.5	0.0
2001	novembre	2.0	3.8	1.7	0.0	0.0	45.4	0.0
2001	novembre	3.0	1.6	15.1	13.5	0.7	58.2	0.0
2001	décembre	1.0	1.8	3.5	1.7	0.1	59.9	0.0
2001	décembre	2.0	4.9	0.0	0.0	0.0	55.0	0.0
2001	décembre	3.0	2.3	37.6	35.3	1.8	88.5	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>59.1</b>	<b>132.1</b>	<b>81.6</b>	<b>4.1</b>	<b>88.5</b>	<b>0.0</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>770.1</b>	<b>746.6</b>	<b>374.6</b>	<b>18.7</b>	<b>-11.5</b>	<b>183.5</b>

Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49)

année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décadaire mm	Recharge de l'aquifère mm
2002	janvier	1.0	3.6	2.4	0.0	0.0	87.3	0.0
2002	janvier	2.0	3.3	11.9	8.6	0.4	95.5	0.0
2002	janvier	3.0	8.7	19.1	10.4	0.5	100.0	5.3
2002	février	1.0	10.6	30.7	20.1	1.0	100.0	19.1
2002	février	2.0	8.7	25.4	16.7	0.8	100.0	15.9
2002	février	3.0	8.7	12.9	4.2	0.2	100.0	4.0
2002	mars	1.0	11.4	19.4	8.0	0.4	100.0	7.6
2002	mars	2.0	14.3	35.5	21.2	1.1	100.0	20.1
2002	mars	3.0	21.6	7.9	0.0	0.0	86.3	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>90.9</b>	<b>165.2</b>	<b>89.2</b>	<b>4.5</b>	<b>86.3</b>	<b>72.0</b>
2002	avril	1.0	25.3	15.0	0.0	0.0	76.0	0.0
2002	avril	2.0	24.0	6.0	0.0	0.0	58.0	0.0
2002	avril	3.0	32.6	0.6	0.0	0.0	26.0	0.0
2002	mai	1.0	27.2	27.8	0.6	0.0	26.6	0.0
2002	mai	2.0	36.5	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	mai	3.0	41.6	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	juin	1.0	37.4	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	juin	2.0	41.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	juin	3.0	49.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>315.0</b>	<b>87.4</b>	<b>0.6</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2002	juillet	1.0	36.3	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	juillet	2.0	50.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	juillet	3.0	48.1	24.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	août	1.0	33.7	43.9	10.2	0.5	9.7	0.0
2002	août	2.0	36.2	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	août	3.0	30.7	32.8	2.1	0.1	2.0	0.0
2002	septembre	1.0	26.1	31.7	5.6	0.3	7.3	0.0
2002	septembre	2.0	26.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	septembre	3.0	20.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>308.5</b>	<b>164.4</b>	<b>17.9</b>	<b>0.9</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2002	octobre	1.0	12.5	23.9	11.4	0.6	10.8	0.0
2002	octobre	2.0	11.8	22.7	10.9	0.5	21.2	0.0
2002	octobre	3.0	11.5	43.7	32.2	1.6	51.8	0.0
2002	novembre	1.0	6.0	57.3	51.3	2.6	100.0	0.5
2002	novembre	2.0	4.2	9.6	5.4	0.3	100.0	5.1
2002	novembre	3.0	3.1	43.0	39.9	2.0	100.0	37.9
2002	décembre	1.0	3.5	4.8	1.3	0.1	100.0	1.2
2002	décembre	2.0	2.5	15.4	12.9	0.6	100.0	12.3
2002	décembre	3.0	4.4	48.4	44.0	2.2	100.0	41.8
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>59.5</b>	<b>268.8</b>	<b>209.3</b>	<b>10.5</b>	<b>100.0</b>	<b>98.8</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>773.9</b>	<b>685.8</b>	<b>317.0</b>	<b>15.9</b>	<b>11.5</b>	<b>170.9</b>
année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décadaire mm	Recharge de l'aquifère mm
2003	janvier	1.0	1.8	36.5	34.7	1.7	100.0	33.0
2003	janvier	2.0	1.8	7.5	5.7	0.3	100.0	5.4
2003	janvier	3.0	4.7	18.9	14.2	0.7	100.0	13.5
2003	février	1.0	5.4	31.0	25.6	1.3	100.0	24.3
2003	février	2.0	5.4	2.5	0.0	0.0	97.1	0.0
2003	février	3.0	10.0	7.3	0.0	0.0	94.4	0.0
2003	mars	1.0	13.3	10.9	0.0	0.0	92.0	0.0
2003	mars	2.0	23.4	0.0	0.0	0.0	68.6	0.0
2003	mars	3.0	24.6	4.2	0.0	0.0	48.2	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>90.4</b>	<b>118.8</b>	<b>80.2</b>	<b>4.0</b>	<b>48.2</b>	<b>76.2</b>
2003	avril	1.0	25.1	1.5	0.0	0.0	24.6	0.0
2003	avril	2.0	34.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	avril	3.0	34.1	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	mai	1.0	33.1	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	mai	2.0	33.1	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	mai	3.0	43.9	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	juin	1.0	47.8	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	juin	2.0	54.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	juin	3.0	52.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>357.8</b>	<b>104.6</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2003	juillet	1.0	47.9	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	juillet	2.0	53.8	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	juillet	3.0	42.3	46.6	4.3	0.2	4.1	0.0
2003	août	1.0	54.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	août	2.0	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	août	3.0	41.4	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	septembre	1.0	32.1	34.9	2.8	0.1	2.7	0.0
2003	septembre	2.0	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	septembre	3.0	23.1	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>366.2</b>	<b>151.3</b>	<b>7.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2003	octobre	1.0	16.3	29.4	13.1	0.7	12.4	0.0
2003	octobre	2.0	10.9	17.2	6.3	0.3	18.4	0.0
2003	octobre	3.0	6.1	23.1	17.0	0.9	34.6	0.0
2003	novembre	1.0	4.8	18.6	13.8	0.7	47.7	0.0
2003	novembre	2.0	3.1	17.7	14.6	0.7	61.6	0.0
2003	novembre	3.0	3.4	54.9	51.5	2.6	100.0	10.5
2003	décembre	1.0	2.4	2.8	0.4	0.0	100.0	0.4
2003	décembre	2.0	2.3	8.5	6.2	0.3	100.0	5.9
2003	décembre	3.0	4.0	42.3	38.3	1.9	100.0	36.4
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>53.3</b>	<b>214.5</b>	<b>161.2</b>	<b>8.1</b>	<b>100.0</b>	<b>53.1</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>867.7</b>	<b>589.2</b>	<b>248.5</b>	<b>12.4</b>	<b>0.0</b>	<b>129.3</b>

Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49)

année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2004	janvier	1.0	2.8	20.0	17.2	0.9	100.0	16.3
2004	janvier	2.0	5.8	68.2	62.4	3.1	100.0	59.3
2004	janvier	3.0	4.6	40.1	35.5	1.8	100.0	33.7
2004	février	1.0	9.0	2.0	0.0	0.0	93.0	0.0
2004	février	2.0	7.5	2.6	0.0	0.0	88.1	0.0
2004	février	3.0	7.1	22.4	15.3	0.8	100.0	2.6
2004	mars	1.0	11.4	13.1	1.7	0.1	100.0	1.6
2004	mars	2.0	15.9	10.9	0.0	0.0	95.0	0.0
2004	mars	3.0	21.5	11.5	0.0	0.0	85.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>85.6</b>	<b>190.8</b>	<b>132.1</b>	<b>6.6</b>	<b>85.0</b>	<b>113.6</b>
2004	avril	1.0	24.0	11.4	0.0	0.0	72.4	0.0
2004	avril	2.0	27.7	25.4	0.0	0.0	70.1	0.0
2004	avril	3.0	33.7	4.6	0.0	0.0	41.0	0.0
2004	mai	1.0	28.6	28.7	0.1	0.0	41.1	0.0
2004	mai	2.0	45.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	mai	3.0	48.1	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	juin	1.0	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	juin	2.0	51.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	juin	3.0	52.7	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>360.3</b>	<b>90.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2004	juillet	1.0	46.9	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	juillet	2.0	42.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	juillet	3.0	53.1	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	août	1.0	43.1	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	août	2.0	36.2	43.0	6.8	0.3	6.5	0.0
2004	août	3.0	39.3	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	septembre	1.0	39.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	septembre	2.0	28.5	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	septembre	3.0	20.6	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>349.3</b>	<b>99.8</b>	<b>6.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2004	octobre	1.0	16.4	23.7	7.3	0.4	6.9	0.0
2004	octobre	2.0	12.4	55.1	42.7	2.1	47.5	0.0
2004	octobre	3.0	13.1	15.0	1.9	0.1	49.3	0.0
2004	novembre	1.0	4.7	13.4	8.7	0.4	57.6	0.0
2004	novembre	2.0	3.9	2.2	0.0	0.0	55.9	0.0
2004	novembre	3.0	2.3	7.5	5.2	0.3	60.8	0.0
2004	décembre	1.0	3.0	0.2	0.0	0.0	58.0	0.0
2004	décembre	2.0	1.3	18.9	17.6	0.9	74.7	0.0
2004	décembre	3.0	2.4	15.9	13.5	0.7	87.6	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>59.5</b>	<b>151.9</b>	<b>96.9</b>	<b>4.8</b>	<b>87.6</b>	<b>0.0</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>854.7</b>	<b>532.5</b>	<b>235.9</b>	<b>11.8</b>	<b>-12.4</b>	<b>113.6</b>
année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2005	janvier	1.0	2.8	9.2	6.4	0.3	93.6	0.0
2005	janvier	2.0	2.9	12.3	9.4	0.5	100.0	2.6
2005	janvier	3.0	4.9	12.6	7.7	0.4	100.0	7.3
2005	février	1.0	7.0	2.1	0.0	0.0	95.1	0.0
2005	février	2.0	9.4	7.2	0.0	0.0	92.9	0.0
2005	février	3.0	6.4	11.5	5.1	0.3	97.7	0.0
2005	mars	1.0	10.7	9.7	0.0	0.0	96.7	0.0
2005	mars	2.0	18.3	0.2	0.0	0.0	78.6	0.0
2005	mars	3.0	24.1	21.2	0.0	0.0	75.7	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>86.5</b>	<b>86.0</b>	<b>28.6</b>	<b>1.4</b>	<b>75.7</b>	<b>9.9</b>
2005	avril	1.0	25.1	16.3	0.0	0.0	66.9	0.0
2005	avril	2.0	26.2	16.2	0.0	0.0	56.9	0.0
2005	avril	3.0	27.4	13.9	0.0	0.0	43.4	0.0
2005	mai	1.0	35.0	6.0	0.0	0.0	14.4	0.0
2005	mai	2.0	31.8	36.2	4.4	0.2	18.6	0.0
2005	mai	3.0	49.9	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	juin	1.0	47.1	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	juin	2.0	53.2	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	juin	3.0	56.3	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>352.0</b>	<b>117.5</b>	<b>4.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2005	juillet	1.0	42.0	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	juillet	2.0	57.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	juillet	3.0	48.7	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	août	1.0	49.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	août	2.0	47.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	août	3.0	43.4	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	septembre	1.0	35.3	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	septembre	2.0	25.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	septembre	3.0	24.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>373.2</b>	<b>61.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2005	octobre	1.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	octobre	2.0	15.9	31.4	15.5	0.8	14.7	0.0
2005	octobre	3.0	18.4	80.1	61.7	3.1	73.3	0.0
2005	novembre	1.0	9.2	14.5	5.3	0.3	78.4	0.0
2005	novembre	2.0	3.2	17.5	14.3	0.7	92.0	0.0
2005	novembre	3.0	3.3	3.1	0.0	0.0	91.8	0.0
2005	décembre	1.0	4.6	29.5	24.9	1.2	100.0	15.4
2005	décembre	2.0	3.9	1.0	0.0	0.0	97.1	0.0
2005	décembre	3.0	1.6	12.7	11.1	0.6	100.0	7.6
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>79.3</b>	<b>189.8</b>	<b>132.8</b>	<b>6.6</b>	<b>100.0</b>	<b>23.1</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>891.0</b>	<b>454.4</b>	<b>165.8</b>	<b>8.3</b>	<b>12.4</b>	<b>32.9</b>

Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49)

année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2006	janvier	1.0	2.7	23.5	20.8	1.0	100.0	19.8
2006	janvier	2.0	4.3	8.2	3.9	0.2	100.0	3.7
2006	janvier	3.0	4.5	8.1	3.6	0.2	100.0	3.4
2006	février	1.0	4.8	1.7	0.0	0.0	96.9	0.0
2006	février	2.0	9.3	40.0	30.7	1.5	100.0	26.1
2006	février	3.0	7.3	0.8	0.0	0.0	93.5	0.0
2006	mars	1.0	11.9	44.8	32.9	1.6	100.0	24.8
2006	mars	2.0	20.1	5.1	0.0	0.0	85.0	0.0
2006	mars	3.0	21.1	32.7	11.6	0.6	96.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>86.0</b>	<b>164.9</b>	<b>103.5</b>	<b>5.2</b>	<b>96.0</b>	<b>77.7</b>
2006	avril	1.0	28.4	15.4	0.0	0.0	83.0	0.0
2006	avril	2.0	24.4	2.8	0.0	0.0	61.4	0.0
2006	avril	3.0	33.9	3.4	0.0	0.0	30.9	0.0
2006	mai	1.0	31.8	31.9	0.1	0.0	31.0	0.0
2006	mai	2.0	40.3	22.6	0.0	0.0	13.3	0.0
2006	mai	3.0	46.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	juin	1.0	54.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	juin	2.0	55.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	juin	3.0	45.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>360.6</b>	<b>79.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2006	juillet	1.0	54.3	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	juillet	2.0	65.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	juillet	3.0	59.9	40.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	août	1.0	45.2	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	août	2.0	39.0	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	août	3.0	38.0	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	septembre	1.0	39.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	septembre	2.0	22.7	90.0	67.3	3.4	63.9	0.0
2006	septembre	3.0	23.1	30.4	7.3	0.4	70.9	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>387.0</b>	<b>209.8</b>	<b>74.6</b>	<b>3.7</b>	<b>70.9</b>	<b>0.0</b>
2006	octobre	1.0	14.3	38.8	25.5	1.3	95.1	0.0
2006	octobre	2.0	13.0	29.8	16.8	0.8	100.0	11.1
2006	octobre	3.0	12.1	23.5	11.4	0.6	100.0	10.8
2006	novembre	1.0	3.7	0.4	0.0	0.0	96.7	0.0
2006	novembre	2.0	5.2	41.2	36.0	1.8	100.0	30.9
2006	novembre	3.0	4.2	19.5	15.3	0.8	100.0	14.5
2006	décembre	1.0	4.6	45.9	41.3	2.1	100.0	39.2
2006	décembre	2.0	2.4	7.6	5.2	0.3	100.0	4.9
2006	décembre	3.0	1.7	19.8	18.1	0.9	100.0	17.2
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>61.2</b>	<b>227.5</b>	<b>169.6</b>	<b>8.5</b>	<b>100.0</b>	<b>128.7</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>894.8</b>	<b>681.5</b>	<b>347.8</b>	<b>17.4</b>	<b>0.0</b>	<b>206.4</b>
année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2007	janvier	1.0	6.3	18.9	12.6	0.6	100.0	12.6
2007	janvier	2.0	3.4	12.4	9.0	0.5	100.0	9.0
2007	janvier	3.0	5.6	13.4	7.8	0.4	100.0	7.8
2007	février	1.0	6.5	34.2	27.7	1.4	100.0	27.7
2007	février	2.0	13.5	14.0	0.5	0.0	100.0	0.5
2007	février	3.0	12.0	20.8	8.8	0.4	100.0	8.8
2007	mars	1.0	13.8	43.9	30.1	1.5	100.0	30.1
2007	mars	2.0	14.8	9.1	0.0	0.0	94.3	0.0
2007	mars	3.0	18.9	23.8	4.9	0.2	99.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>94.8</b>	<b>190.5</b>	<b>101.4</b>	<b>5.1</b>	<b>99.0</b>	<b>96.5</b>
2007	avril	1.0	29.7	6.3	0.0	0.0	75.6	0.0
2007	avril	2.0	32.6	20.3	0.0	0.0	63.3	0.0
2007	avril	3.0	35.3	16.2	0.0	0.0	44.2	0.0
2007	mai	1.0	32.8	20.7	0.0	0.0	32.1	0.0
2007	mai	2.0	31.6	31.5	0.0	0.0	32.0	0.0
2007	mai	3.0	36.1	24.0	0.0	0.0	19.9	0.0
2007	juin	1.0	41.7	25.1	0.0	0.0	3.3	0.0
2007	juin	2.0	38.2	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	juin	3.0	42.1	28.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>320.1</b>	<b>203.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2007	juillet	1.0	40.9	21.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	juillet	2.0	44.3	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	juillet	3.0	43.2	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	août	1.0	41.5	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	août	2.0	29.9	49.6	19.7	1.0	18.7	0.0
2007	août	3.0	31.5	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	septembre	1.0	27.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	septembre	2.0	25.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	septembre	3.0	18.0	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>301.4</b>	<b>152.8</b>	<b>19.7</b>	<b>1.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2007	octobre	1.0	15.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	octobre	2.0	10.8	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	octobre	3.0	9.5	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	novembre	1.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	novembre	2.0	3.4	39.6	36.2	1.8	34.4	0.0
2007	novembre	3.0	2.9	9.8	6.9	0.3	40.9	0.0
2007	décembre	1.0	7.2	36.3	29.1	1.5	68.6	0.0
2007	décembre	2.0	3.6	0.0	0.0	0.0	65.0	0.0
2007	décembre	3.0	2.2	5.0	2.8	0.1	67.7	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>61.1</b>	<b>115.2</b>	<b>75.0</b>	<b>3.8</b>	<b>67.7</b>	<b>0.0</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>777.4</b>	<b>661.9</b>	<b>196.1</b>	<b>9.8</b>	<b>-32.4</b>	<b>96.5</b>

Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49)

année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2008	janvier	1.0	3.3	36.4	33.1	1.7	100.0	2.8
2008	janvier	2.0	7.3	33.6	26.3	1.3	100.0	25.0
2008	janvier	3.0	3.5	9.9	6.4	0.3	100.0	6.1
2008	février	1.0	6.2	28.4	22.2	1.1	100.0	21.1
2008	février	2.0	5.9	2.2	0.0	0.0	96.3	0.0
2008	février	3.0	8.6	7.8	0.0	0.0	95.5	0.0
2008	mars	1.0	13.9	30.4	16.5	0.8	100.0	11.2
2008	mars	2.0	18.7	13.5	0.0	0.0	94.8	0.0
2008	mars	3.0	20.0	21.0	1.0	0.1	95.8	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>87.4</b>	<b>183.2</b>	<b>105.5</b>	<b>5.3</b>	<b>95.8</b>	<b>66.2</b>
2008	avril	1.0	19.7	3.8	0.0	0.0	79.9	0.0
2008	avril	2.0	22.3	40.2	17.9	0.9	96.9	0.0
2008	avril	3.0	28.1	37.4	9.3	0.5	100.0	5.7
2008	mai	1.0	36.4	8.9	0.0	0.0	72.5	0.0
2008	mai	2.0	37.3	55.9	18.6	0.9	90.2	0.0
2008	mai	3.0	35.4	61.2	25.8	1.3	100.0	14.7
2008	juin	1.0	42.8	12.4	0.0	0.0	69.6	0.0
2008	juin	2.0	41.3	6.6	0.0	0.0	34.9	0.0
2008	juin	3.0	46.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>310.0</b>	<b>228.5</b>	<b>71.6</b>	<b>3.6</b>	<b>0.0</b>	<b>20.4</b>
2008	juillet	1.0	46.5	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	juillet	2.0	48.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	juillet	3.0	49.3	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	août	1.0	42.5	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	août	2.0	39.4	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	août	3.0	33.7	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	septembre	1.0	27.9	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	septembre	2.0	21.8	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	septembre	3.0	20.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>329.7</b>	<b>102.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2008	octobre	1.0	16.1	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	octobre	2.0	9.9	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	octobre	3.0	7.6	57.9	50.3	2.5	47.8	0.0
2008	novembre	1.0	5.6	39.6	34.0	1.7	80.1	0.0
2008	novembre	2.0	3.6	7.8	4.2	0.2	84.1	0.0
2008	novembre	3.0	3.6	18.8	15.2	0.8	98.5	0.0
2008	décembre	1.0	3.9	14.5	10.6	0.5	100.0	8.6
2008	décembre	2.0	1.6	7.8	6.2	0.3	100.0	5.9
2008	décembre	3.0	4.8	0.3	0.0	0.0	95.5	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>56.7</b>	<b>168.7</b>	<b>120.5</b>	<b>6.0</b>	<b>95.5</b>	<b>14.5</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>783.8</b>	<b>682.6</b>	<b>297.6</b>	<b>14.9</b>	<b>24.1</b>	<b>101.0</b>
année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2009	janvier	1.0	3.2	4.0	0.8		96.3	0.0
2009	janvier	2.0	3.8	32.8	29.0		100.0	25.3
2009	janvier	3.0	4.8	43.8	39.0		100.0	39.0
2009	février	1.0	7.4	17.5	10.1		100.0	10.1
2009	février	2.0	7.3	0.3	0.0		93.0	0.0
2009	février	3.0	7.7	0.3	0.0		85.6	0.0
2009	mars	1.0	13.2	19.8	6.6		92.2	0.0
2009	mars	2.0	19.1	0.7	0.0		73.8	0.0
2009	mars	3.0	23.5	5.7	0.0		56.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>90.0</b>	<b>124.9</b>	<b>85.5</b>	<b>0.0</b>	<b>56.0</b>	<b>74.4</b>
2009	avril	1.0	22.6	20.7	0.0		54.1	0.0
2009	avril	2.0	21.6	41.3	19.7		73.8	0.0
2009	avril	3.0	30.2	26.2	0.0		69.8	0.0
2009	mai	1.0	32.6	1.0	0.0		38.2	0.0
2009	mai	2.0	36.5	13.5	0.0		15.2	0.0
2009	mai	3.0	51.1	9.8	0.0		0.0	0.0
2009	juin	1.0	44.1	39.1	0.0		0.0	0.0
2009	juin	2.0	43.1	3.5	0.0		0.0	0.0
2009	juin	3.0	54.2	1.2	0.0		0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>336.0</b>	<b>156.3</b>	<b>19.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2009	juillet	1.0	49.7	5.2	0.0		0.0	0.0
2009	juillet	2.0	49.0	4.7	0.0		0.0	0.0
2009	juillet	3.0	51.0	6.2	0.0		0.0	0.0
2009	août	1.0	42.6	0.9	0.0		0.0	0.0
2009	août	2.0	44.9	0.2	0.0		0.0	0.0
2009	août	3.0	44.1	19.5	0.0		0.0	0.0
2009	septembre	1.0	34.6	12.4	0.0		0.0	0.0
2009	septembre	2.0	24.2	30.2	6.0		6.0	0.0
2009	septembre	3.0	21.5	1.1	0.0		0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>361.6</b>	<b>80.4</b>	<b>6.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2009	octobre	1.0	19.2	15.2	0.0		0.0	0.0
2009	octobre	2.0	11.4	12.5	1.1		1.1	0.0
2009	octobre	3.0	9.3	8.1	0.0		0.0	0.0
2009	novembre	1.0	6.2	40.3	34.1		34.1	0.0
2009	novembre	2.0	6.1	23.3	17.2		51.3	0.0
2009	novembre	3.0	6.6	46.0	39.4		90.7	0.0
2009	décembre	1.0	3.2	34.6	31.4		100.0	22.1
2009	décembre	2.0	2.7	13.4	10.7		100.0	10.7
2009	décembre	3.0	2.0	69.5	67.5		100.0	67.5
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>66.7</b>	<b>262.9</b>	<b>201.4</b>	<b>0.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.3</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>854.3</b>	<b>624.5</b>	<b>312.6</b>	<b>0.0</b>	<b>4.5</b>	<b>174.7</b>

Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49)

année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2010	janvier	1.0	3.8	0.3	0.0	0.0	96.5	0.0
2010	janvier	2.0	2.4	33.4	31.0	1.6	100.0	26.0
2010	janvier	3.0	4.8	15.8	11.0	0.6	100.0	10.5
2010	février	1.0	6.3	19.3	13.0	0.7	100.0	12.4
2010	février	2.0	7.5	4.9	0.0	0.0	97.4	0.0
2010	février	3.0	12.5	41.7	29.2	1.5	100.0	25.1
2010	mars	1.0	16.7	3.2	0.0	0.0	86.5	0.0
2010	mars	2.0	17.1	19.9	2.8	0.1	89.2	0.0
2010	mars	3.0	25.7	53.9	28.2	1.4	100.0	16.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>96.8</b>	<b>192.4</b>	<b>115.2</b>	<b>5.8</b>	<b>100.0</b>	<b>89.8</b>
2010	avril	1.0	27.7	25.2	0.0	0.0	97.5	0.0
2010	avril	2.0	32.1	0.9	0.0	0.0	66.3	0.0
2010	avril	3.0	37.3	0.2	0.0	0.0	29.2	0.0
2010	mai	1.0	29.7	20.6	0.0	0.0	20.1	0.0
2010	mai	2.0	36.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	mai	3.0	51.7	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	juin	1.0	38.3	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	juin	2.0	41.9	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	juin	3.0	54.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>348.7</b>	<b>114.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2010	juillet	1.0	55.6	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	juillet	2.0	53.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	juillet	3.0	54.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	août	1.0	43.6	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	août	2.0	36.9	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	août	3.0	42.4	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	septembre	1.0	35.8	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	septembre	2.0	25.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	septembre	3.0	20.9	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>367.6</b>	<b>86.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
2010	octobre	1.0	15.4	38.2	22.8	1.1	21.7	0.0
2010	octobre	2.0	13.5	2.0	0.0	0.0	10.2	0.0
2010	octobre	3.0	9.0	10.2	1.2	0.1	11.3	0.0
2010	novembre	1.0	8.1	32.1	24.0	1.2	34.1	0.0
2010	novembre	2.0	4.0	26.4	22.4	1.1	55.4	0.0
2010	novembre	3.0	2.6	4.9	2.3	0.1	57.6	0.0
2010	décembre	1.0	1.8	53.0	51.2	2.6	100.0	6.2
2010	décembre	2.0	2.6	26.3	23.7	1.2	100.0	22.5
2010	décembre	3.0	1.5	19.2	17.7	0.9	100.0	16.8
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>58.5</b>	<b>212.3</b>	<b>165.3</b>	<b>8.3</b>	<b>100.0</b>	<b>45.5</b>
<b>BILAN ANNUEL</b>			<b>871.6</b>	<b>605.9</b>	<b>280.5</b>	<b>14.0</b>	<b>0.0</b>	<b>135.4</b>
année	mois	décade	ETP décadaire mm	Pluie décadaire mm	Peff mm	ruissellement	RU fin décade mm	Recharge de l'aquifère mm
2011	janvier	1.0	2.4	29.9	27.5	1.4	100.0	26.1
2011	janvier	2.0	3.1	4.5	1.4	0.1	100.0	1.3
2011	janvier	3.0	4.1	13.2	9.1	0.5	100.0	8.6
2011	février	1.0	6.8	3.4	0.0	0.0	96.6	0.0
2011	février	2.0	7.3	21.1	13.8	0.7	100.0	9.7
2011	février	3.0	6.5	21.4	14.9	0.7	100.0	14.2
2011	mars	1.0	13.2	0.1	0.0	0.0	86.9	0.0
2011	mars	2.0	15.7	5.7	0.0	0.0	76.9	0.0
2011	mars	3.0	20.8	15.6	0.0	0.0	71.7	0.0
<b>BILAN TRIMESTRIEL</b>			<b>79.9</b>	<b>114.9</b>	<b>66.7</b>	<b>3.3</b>	<b>71.7</b>	<b>60.0</b>
2011	avril	1.0	28.0	2.1	0.0	0.0	45.8	0.0
2011	avril	2.0	33.4	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0
2011	avril	3.0	38.8	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0





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

**Service géologique régional Pays-de-la-Loire**  
1 rue des Saumonières  
BP 92 342  
44323 Nantes cedex  
Tél. : 02 51 86 01 51