

# Etude pour le remplissage hivernal des retenues de substitution



*Le Bras de la Boutonne à Saint-Pierre de l'Isle (17)*

Mars 2011

---

---

# Sommaire

---

<b>Sommaire .....</b>	<b>3</b>
<b>1 - OJECTIFS, CONTRAINTES ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 - Vérifier la productivité des forages de remplissage .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 - Analyser les impacts du remplissage hivernal.....</b>	<b>7</b>
1.2.1 - Estimation des rabattements du niveau de la nappe.....	9
1.2.2 - Estimation de la ponction sur les écoulements superficiels .....	9
<b>1.3 - En déduire les mesures de gestion du remplissage .....</b>	<b>10</b>
<b>2 - CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 - Le projet de retenues de substitution.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 - Cadre hydrogéologique succinct .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 - La nappe des terrains du Jurassique supérieur (ou Malm) .....	13
2.2.2 - Chroniques piézométriques disponibles .....	16
2.2.3 - Comportement des piézomètres VILLENOU, POIMIER et JUILLERS.....	18
2.2.4 - Données sur les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère .....	20
<b>2.3 - Cadre hydrologique et réglementaire .....</b>	<b>25</b>
2.3.1 - Hydrographie.....	25
2.3.2 - Chroniques hydrologiques disponibles .....	27
2.3.3 - Données météorologiques et estimations de l'écoulement .....	28
2.3.4 - Les débits moyens et spécifiques caractéristiques mensuels et par quinzaine .....	31
2.3.5 - Données historiques ponctuelles de jaugeage .....	37
2.3.6 - Description du fonctionnement hydrologique et des assecs des cours d'eau.....	38
2.3.7 - Débits réglementaires à la station du Moulin de Châtre .....	42
2.3.8 - Débits moyens caractéristiques à la station du Moulin de Châtre (535 km <sup>2</sup> ) .....	42
2.3.9 - Débits seuil proposé pour le remplissage des retenues à l'amont .....	43
2.3.10 - Evolution des volumes autorisés pour les prélèvements agricoles .....	43
2.3.11 - Augmentation des ressources disponibles (retenues de substitution) .....	43
2.3.12 - Volumes prélevables définis dans le cadre du SAGE Boutonne.....	44
<b>2.4 - Considérations actuelles .....</b>	<b>45</b>
2.4.1 - Conclusions de la première étude d'impact (BURGEAP).....	45
2.4.2 - Eléments apportés par les études de phase projet (ANTEA) .....	49
2.4.3 - Questions de l'administration (DISE) .....	50
2.4.4 - Démarche de la présente étude (CACG).....	51
<b>3 - MOYENS MIS EN OEUVRE ET DEROULEMENT DE L'ETUDE.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1 - Sélection des sites retenus.....</b>	<b>55</b>

---

3.1.1 - Mission de reconnaissance.....	55
3.1.2 - Visite de l'ensemble des sites.....	57
3.1.3 - Equipement des sites.....	58
3.1.4 - Piézomètres en état d'usage récupérables des études d'avant-projet.....	61
<b>3.2 - Description des sites testés .....</b>	<b>64</b>
<b>3.3 - Caractérisation de la période des essais .....</b>	<b>75</b>
3.3.1 - Chronologie et programme systématique des essais.....	75
3.3.2 - Contexte hydroclimatique .....	77
3.3.3 - Irrigations de printemps .....	81
3.3.4 - Hydrométrie des cours d'eau affluents (ruisseaux, fossés, sources et canaux) .....	81
<b>4 - INTERPRETATION DES ESSAIS.....</b>	<b>83</b>
<b>4.1 - Mesures détaillées et interprétations site par site .....</b>	<b>83</b>
4.1.1 - Site R10 : Canal du Moulin à Saint-Pardoult (BV Boutonne : 728,5 km <sup>2</sup> ) .....	84
4.1.2 - Site R14 : Source du Puits de Lusignan à Aulnay (BV affluent Brédoire : 5,5 km <sup>2</sup> ) .....	88
4.1.3 - Site R01 : Source et Pouzat à St-Denis du Pin (BV Pouzat : 25,5 km <sup>2</sup> ).....	92
4.1.4 - Site R19 : Source et Nie à St-Pierre de Juillers (BV Nie : 46,5 km <sup>2</sup> ) .....	96
4.1.5 - Site R28-3 : Trézence à Marnay (BV Trézence : 49,5 km <sup>2</sup> ).....	100
4.1.6 - Site R28-14 : Etang à St-Martin de la Coudre (BV affluent Trézence : 2,3 km <sup>2</sup> ) .....	104
4.1.7 - Site R28-5&6 : Sureau à Bernay (BV affluent Trézence : 5,3 km <sup>2</sup> ) .....	107
4.1.8 - Site R12 : Saudrenne à Nuaillé-sur-Boutonne (BV Saudrenne : 39 km <sup>2</sup> ).....	109
4.1.9 - Site R08 : Padôme à Vervant (BV Padôme : 33,5 km <sup>2</sup> ).....	114
4.1.10 - Site R04 : Fossé à Coivert (BV affluent Boutonne : 12,8 km <sup>2</sup> ) .....	119
4.1.11 - Site R05 : Sources à Dampierre-sur-Boutonne (BV affluent Boutonne : 1 km <sup>2</sup> ) .....	123
4.1.12 - Site R29 : Mare et canal à Ternant (BV Boutonne : 949 km <sup>2</sup> ) .....	129
4.1.13 - Remarques sur les impacts des pompages d'essai sur les eaux superficielles .....	133
<b>4.2 - Productivité des forages testés.....</b>	<b>134</b>
<b>4.3 - Paramètres hydrauliques de la nappe et zonage .....</b>	<b>135</b>
<b>5 - IMPACTS DU REMPLISSAGE SUR LES USAGES ET LE MILIEU.....</b>	<b>136</b>
<b>5.1 - Impacts sur la piézométrie.....</b>	<b>136</b>
<b>5.2 - Impacts sur le réseau hydrographique.....</b>	<b>137</b>
5.2.1 - Analyse par bassins d'alimentation des sites de remplissage.....	139
5.2.2 - Analyse des impacts cumulés sur la vallée de la Boutonne de l'amont vers l'aval....	162
<b>6 - DEFINITION DES INDICATEURS DE GESTION .....</b>	<b>165</b>
<b>6.1 - Hypothèse de fonctionnement du système étudié.....</b>	<b>165</b>

---

<b>6.2 - Recherche de la période des impacts minimaux.....</b>	<b>171</b>
6.2.1 - Détermination de la période optimale de remplissage.....	171
6.2.2 - Impacts en période potentielle de remplissage quinquennale sèche et normale .....	177
<b>6.3 - Proposition de conditions de remplissage .....</b>	<b>179</b>
<b>7 - CONCLUSION SUR LE REMPLISSAGE HIVERNAL DES RETENUES.....</b>	<b>182</b>
<b>7.1 - Contexte général .....</b>	<b>182</b>
<b>7.2 - Synthèse hydrogéologique .....</b>	<b>182</b>
<b>7.3 - Essais de pompage.....</b>	<b>183</b>
<b>7.4 - Synthèse hydrologique .....</b>	<b>184</b>
<b>7.5 - Ressources en eau .....</b>	<b>184</b>
<b>7.6 - Besoins en eau.....</b>	<b>184</b>
<b>7.7 - Adéquation des ressources aux besoins.....</b>	<b>186</b>
7.7.1 - Hypothèses .....	186
7.7.2 - Modélisation .....	187
7.7.3 - Indicateurs.....	187
7.7.4 - Résultats .....	188
7.7.5 - Comparaison des pressions en saisons quinquennales sèches et normales .....	189
<b>7.8 - Modalités de gestion.....</b>	<b>191</b>

## 1- OJECTIFS, CONTRAINTES ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

La Délégation Interservices de l'Eau de la préfecture de Charente-Maritime (DISE 17) a demandé<sup>1</sup> à l'ASA « La Boutonne », maître d'ouvrage d'un projet de création de 24 réserves de substitution<sup>2</sup>, des compléments au dossier de demande d'autorisation déposé courant 2008.

Les éléments constitutifs du dossier étaient les rapports suivants, fournis respectivement à raison d'un par projet de retenue et d'un rapport présentant l'ensemble du projet :

- **rapports de projet** par ANTEA, finalisés en Octobre 2007 (A43258/A),
- **rapports d'étude d'impact** par BURGEAP, versions de Février 2008 (RBx471b)<sup>3</sup>.

Le service « Aménagement et Equipement Rural » de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt a assisté le maître d'ouvrage pour la finalisation du dossier en lançant un marché d'études en deux lots :

- **Lot 1 « Etude pour le remplissage hivernal des retenues de substitution » :**
  - Suivi piézométrique de la nappe avec essais de pompage en forages existants,
  - Recherches et proposition d'indicateurs locaux de gestion ;
- **Lot 2 « Etude d'impact » :**
  - Compléments apportés à l'étude d'impact initiale,
  - Refonte de l'étude d'impact,
  - Elaboration d'un document d'incidence NATURA 2000.

La présente étude hydrogéologique correspond à la proposition de la CACG pour le lot 1 en variante « Réalisation d'essais en moyenne eaux uniquement (2009)<sup>4</sup> » qui visait les trois objectifs suivants :

- **Vérifier la productivité des forages de remplissage** sélectionnés, c'est-à-dire leur adéquation à la faisabilité du remplissage des retenues du projet<sup>5</sup>,
- **Analyser les impacts du remplissage hivernal** sur le milieu, c'est-à-dire sur les écoulements superficiels et les milieux humides associés à la nappe superficielle<sup>6</sup>,
- **En déduire les mesures de gestion du remplissage**, propres à minimiser ces impacts et à améliorer l'insertion du projet dans l'objectif global de retour à l'équilibre du bassin de la Boutonne<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Lettre datée du 16 septembre 2008

<sup>2</sup> Substitution hivernale des prélèvements estivaux avec un volume utile total de stockage hors lestage de 5,875 Mm<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Ce rapport intègre l'étude hydrogéologique d'incidence globale finalisée en Décembre 2006 (RBx408d)

<sup>4</sup> Le « Programme Exigentiel » de la consultation demandait la réalisation d'essais sur 8 sites de deux forages chacun en « hautes eaux » et « basses eaux » avec un suivi de la recharge de la nappe sur la période hivernale 2009-2010

<sup>5</sup> pour notamment « démontrer que les forages fourniront ces débits prévus » (page 3 de la lettre de la DISE)

<sup>6</sup> pour notamment « vérifier l'impact sur les affluents des pompages » (page 3 de la lettre de la DISE)

Le phasage des prestations associées au lot 1 était le suivant, autour de la réalisation d'essais de pompage avec suivi du milieu sur 10 sites au cours du printemps 2009 :

- Phase 1 : Visite des sites de remplissage et sélection des sites d'essais (visite d'une vingtaine de sites de retenues et conception de programmes d'essais sur 12 sites) ;
- Phase 2 : Installation de dispositifs pour le suivi des sites au printemps 2009 (une quinzaine de points de mesure limnimétriques et dix enregistreurs de nappe),
- Phase 3 : Réalisation de dix essais de pompage « longue durée » précédés de réglages de débit à raison d'un par semaine de la fin mars au début juin 2009,
- Phase 4 : Définition d'indicateurs de gestion et synthèse incluant l'interprétation des essais de pompage, des simulations de remplissage<sup>8</sup> et l'estimation des impacts hydrauliques du remplissage sur le milieu<sup>9</sup>.

Les phases expérimentales 1, 2 et 3 et l'interprétation des essais de pompage devaient répondre aux objectifs de vérifier la productivité des ouvrages en conditions de « moyennes eaux » ressemblant en théorie aux conditions critiques de remplissage et d'impacts sur les écoulements à analyser d'un hiver quinquennal sec.

L'analyse et la modélisation en phase 4 devaient répondre à l'objectif de simuler ces impacts pour pouvoir définir des mesures de gestion.

## 1.1- Vérifier la productivité des forages de remplissage

Dans sa formalisation du projet de remplissage, l'ASA dispose pour la sélection, parmi ses adhérents, des forages substitués et parmi ces derniers de ceux prévus pour le remplissage, d'un fichier préparé avec le soutien des services en charge de la Police de l'Eau dans le cadre du suivi de la gestion volumétrique des prélèvements en nappe (forages) et superficiels (pompages).

Les volumes autorisés pour les prélèvements agricoles (au printemps et en été), sont liés à un débit autorisé par unité de prélèvement, à laquelle est associé un compteur dont les indices sont transmis à l'administration par le préleveur au cours de la campagne. Le débit de prélèvement de chaque point de prélèvement<sup>10</sup> a été validé conjointement par le maître d'ouvrage et son assistant à partir de ces informations qui correspondent aux déclarations effectuées par les préleveurs au cours des différentes interventions et inventaires de l'administration.

---

<sup>7</sup> pour notamment « faire apparaître les effets cumulatifs des deux projets » (page 2 de la lettre de la DISE)

<sup>8</sup> « afin d'estimer les taux décimaux de remplissage »

<sup>9</sup> « dans des conditions climatiques défavorables correspondant à une année quinquennale sèche »

<sup>10</sup> Un préleveur peut avoir plusieurs unités de prélèvement et une unité de prélèvement peut correspondre à plusieurs points de prélèvement

C'est ce débit considéré comme une capacité de prélèvement des installations existantes qui est considéré comme débit de remplissage à partir de chacun des forages retenus. Etant donné l'imprécision de la validation de la localisation précise des points de prélèvements par rapport à leur numéro de déclaration en Banque du Sous-Sol ou à la DDAF, ils avaient été numérotés en fonction de leur raccordement à chaque retenue du projet, et nous garderons cette numérotation<sup>11</sup>.

Dans le cas particulier de la retenue R11 remplie à partir d'un prélèvement de surface, le débit maximal de l'installation de pompage prévue pour le remplissage serait porté de 85 à 200 m<sup>3</sup>/h.

Au cours des visites des différents sites et des rencontres avec une majorité des propriétaires de forages et des installations de pompages, il a été reconnu que ces débits déduits de l'autorisation correspondaient aux débits qui peuvent être prélevés avec les installations de pompage existantes lors des campagnes d'irrigation à l'approche de la période d'étiage « déficitaire ». Le projet de remplissage a prévu de conserver ces installations et donc ce débit devrait être garanti en période de remplissage hivernale normalement « excédentaire ».

Sauf cas particuliers d'installation de pompage en panne qui seront remplacées dans le cadre du projet, ces débits de remplissage ont été vérifiés lors des tests pour le réglage du débit préalable aux essais de pompage longue durée, et les forages ont pu fournir ce débit en continu pendant une durée pouvant aller jusqu'à 3 jours (72 heures).

Cette étude n'a concerné que des essais réalisés « en moyenne eaux », mais on notera pour mémoire les résultats d'une étude réalisée sur la nappe de l'Aunis au Nord du bassin de la Boutonne<sup>12</sup>, qui a montré, à partir d'essais de pompages réalisés en « basses eaux » et « hautes eaux » sur 5 forages captant les calcaires du Kimméridgien inférieur (J7a), terrains aquifères de la même « nappe du Malm » que celle qui concerne la Boutonne dans notre secteur, que les débits spécifiques estimés (débits pompés rapportés à la hauteur de rabattement en (m<sup>3</sup>/h)/m), quoique très dispersés, étaient multipliés par 4,5 à 11 entre l'étiage et la crue.

La productivité de ces ouvrages agricoles, équipés pour prélever en été en « basses eaux » et éventuellement testés au printemps en « moyenne eaux », est donc garantie en hiver en « hautes eaux ».

## 1.2- Analyser les impacts du remplissage hivernal

Pour les mêmes raisons et afin de se situer en situation critique comparable à celle d'un hiver déficitaire, l'incidence du remplissage des retenues sur le milieu a été estimée à partir des essais réalisés en période intermédiaire de « moyenne eaux » entre la période de remplissage hivernale de « hautes eaux » et la période substituée de « basses eaux ».

---

<sup>11</sup> Les coordonnées des dossiers BSS et DDAF, renseignés par des visites de terrain, des recherches documentaires ou des déclarations des agriculteurs ne se superposent pas systématiquement à la réalité des ouvrages.

<sup>12</sup> Etude hydrogéologique de la nappe de l'Aunis. Investigations complémentaires (Phase 2). Bilan des essais de pompage (Institution Interdépartementale du bassin de la Sèvre Niortaise, 11 septembre 2003)

Les impacts « hydrauliques » que l'on a cherché à mesurer au cours du printemps 2009 lors de la réalisation des essais de pompage ont été les suivants, qui seront extrapolables ensuite à une situation de remplissage hivernale sur plusieurs mois :

- **rabattements du niveau de la nappe** et son influence sur les milieux potentiels « zone humide », en fonction de l'approche des paramètres hydrodynamiques de la nappe (transmissivité T en m<sup>2</sup>/s et en emmagasinement S en %) ==> les impacts sur la nappe ont été estimés par les enregistrements de nappe implantés à proximité des sites pendant toute la saison et des suivi automatiques et mesures manuelles dans des ouvrages (forages, puits, sondages, piézomètres...) à proximité des forages testés durant une dizaine de jour encadrant la réalisation de chaque essai ;
- **ponction sur les écoulements superficiels** au niveau local des affluents et global sur la Boutonne, en fonction de la caractérisation de la part en débit et en volume prélevée indirectement sur les cours d'eau en pompant dans la nappe ==> les impacts sur les sources, fossés et cours d'eau affluents ont été estimés par des mesures manuelles ponctuelles rapportées par les responsables de site au cours de la période des essais et par des mesures manuelles, sur des échelles limnimétriques implantées à l'aval des points de rejet de chaque essai, complétées par des jaugeages au courantomètre ou des mesures sur déversoirs avant, pendant et après chaque pompage.

Sur notre demande, l'ASA a été amenée à faire réaliser une demi-douzaine de piézomètres de 15 mètres de profondeur en moyenne, à proximité de forages à tester, par l'entreprise de forage FORT basée à Tonny-Boutonne, au mois de Mars 2009. Ces piézomètres ont eu comme objet le suivi des rabattements pendant les essais de pompage à proximité de forages testés dans des situations où aucun ouvrage existant ne pouvait se trouver dans une telle situation pertinente, mais n'ont pas été implantés suite à la recommandation de mise en place de sept piézomètres de suivi du dossier d'étude d'impact existant, reprise par la DISE<sup>13</sup>, dont la localisation n'aurait rien à voir.

Tous les forages testés, points de repères de mesures piézométriques (niveaux de nappe) et limnimétriques (eaux de surface) dans le cadre des essais de pompage du printemps 2009 ont été nivelés et géoréférencés par le cabinet de géomètre-topographe MECHAIN basé à Saint-Jean d'Angély sur commande directe de l'ASA, au mois de Juin 2009.

L'interprétation des courbes de rabattement et de remontée des niveaux de nappe lors des essais longue durée a été effectuée selon diverses méthodes liées aux théories de Theis et Jacob, accessibles dans le logiciel d'interprétation semi-automatique Aquifer Test Pro commercialisé par Schlumberger Water Services et reconnu comme standard par la profession.

On a recherché lors de ces essais dits de longue durée, suffisante pour dépasser les effets de capacité des forages testés, à déterminer des valeurs locales de transmissivité et d'emmagasinement caractéristiques des sites testés, tout en cherchant à caractériser les types de limites suivantes de l'aquifère :

---

<sup>13</sup> (page 4 de la lettre de la DISE)

- limites d'alimentation, liées à la stabilisation des rabattements par la ré-alimentation induite de la nappe par les pertes des cours d'eau en relation étroites avec cette dernière dans les fonds de vallée,
- limites étanches, liées aux caractéristiques complexes du milieu aquifère calcaire fissuré, aux failles et à sa dé-saturation sur les coteaux au cours des phases de tarissement local de la nappe entre les périodes de crue (présence très temporaire de la nappe dans les interfluves limitées aux épisodes pluvieux de recharges hivernales).

### 1.2.1- Estimation des rabattements du niveau de la nappe

Les figures avec des courbes d'égal rabattement au bout du temps de remplissage minimal pour chacune des retenues testées ont été produites sous ce logiciel par application de la formule de Jacob<sup>14</sup> au couple de valeurs de transmissivité et d'emménagement retenu, pour la configuration de pompage qui a été permise pour chacun des essais, qui cherchait à atteindre ce débit maximal, sans pouvoir prendre en compte ces effets de limite :

$$S = 0,183 Q / T * \text{Log} [ (2,25 T t) / (r^2 S) ]$$

### 1.2.2- Estimation de la ponction sur les écoulements superficiels

Le remplissage de la nappe est prévu en période hivernale excédentaire, lors de laquelle les cours d'eau principaux affluents de la Boutonne sont censés ruisseler en permanence.

Localement, suivant les essais de pompage réalisés, des indices permettront de déceler la relation étroite entre la nappe et ces cours d'eau qui la drainent :

- par la stabilisation des signaux de rabattement (suivis de l'évolution des niveaux piézométriques en pompage), soit par l'accélération des vidanges qui caractérisent le fonctionnement hydraulique du système (suivis des cours d'eau sur les échelles limnimétriques et estimation des débits par des jaugeages ponctuels),
- par les valeurs de transmissivité (T en m<sup>2</sup>/s) – élevées – et d'emménagement (S en %) – faibles – obtenues qui caractérisent une nappe « nerveuse » avec des diffusivités (T/S en m<sup>2</sup>/s) très fortes,
- par les distances faibles entre les forages et les fossés ou cours d'eau drainant, inférieures à quelques centaines de mètres maximum, ceux-ci étant implantés généralement en situation de fond de vallée, ou alors avec toujours au moins un point de drainage en situation excédentaire tel qu'un fossé à quelques dizaines de mètres.

<sup>14</sup> Avec les paramètres suivants, en application du principe de superposition de chacun des pompages :  
S (Emménagement), T (Transmissivité) / Q (Débit de pompage) / t (temps de pompage) / r (distance au pompage)

Notons qu'une estimation de la part des volumes prélevés (indirectement) dans les cours d'eau par rapport aux volumes pompés (directement) dans les forages en nappe a été l'approche de l'étude d'incidence globale réalisée portée précédemment au dossier par BURGEAP. Cette approche est en cohérence avec l'étude de délimitation de la nappe d'accompagnement réalisée par Y. LEMORDANT du BRGM en 1998, qui ne considérait, en période d'étiage, où d'ailleurs la plupart des affluents sont à sec, que les cours principaux de la Boutonne et de la Nie comme existant et étant en relation hydraulique avec la nappe. Cette nappe a ainsi été délimitée comme l'enveloppe des prélèvements agricoles saisonniers ayant une influence d'au moins 15 % sur la rivière, et elle est cartographiée ainsi dans les documents du SAGE.

Dans notre cas, l'étude de l'incidence du remplissage hivernal en situation excédentaire où tout le chevelu est censé ruisselé et être en relation avec la nappe, nous considérerons que la totalité des débits pompés en nappe impacte immédiatement et sans effet de retard (vu les transferts rapides nappe / cours d'eau et dans les cours d'eau) ni d'amortissement, c'est-à-dire en totalité, le débit des écoulements superficiels ruisselés dans les cours d'eau affluents et la rivière de la Boutonne sur le domaine d'étude.

### **1.3- En déduire les mesures de gestion du remplissage**

A partir de la compréhension du fonctionnement hydraulique du bassin de la Boutonne et des relations entre la nappe du jurassique supérieur et les cours d'eau, provenant de la synthèse des études existantes, des données existantes des piézométriques du conseil régional Poitou-Charentes et des stations hydrologiques de la DDTM, mais aussi des observations sur les essais de pompage et les impacts hydrauliques sur le milieu au printemps 2009, nous allons proposer un modèle d'impacts locaux (à l'échelle des affluents) et globaux (à l'échelle du cours principal de la Boutonne) des pompages pour le remplissage en période « excédentaire » du milieu.

Le modèle conceptuel proposé dans l'étude précédente sera reconduit, et l'approche d'extrapolation à l'aval des débits spécifiques mesurés dans la Boutonne à l'entrée du domaine au niveau du Moulin de Châtre sera étendue aux affluents, non sans avoir noté ce qui leur est particulier dans leur fonctionnement hydrologique hivernal (réactivité plus rapide et vidange naturelle plus précoce que la Boutonne), à partir de données ponctuelles de jaugeages historiques et réalisées au printemps 2009 et de chroniques hydrologiques plus restreintes (Trézence à Puyrolland, Boutonne à Saint-Jean d'Angély et Carillon).

Les considérations de l'étude précédente en ce qui concerne l'indication éventuelle de la période excédentaire à partir de la comparaison des chroniques piézométriques (Villanou, Poimier, Juillers) et hydrologiques (Châtre) ont été confirmées par les études récentes avec modélisation TEMPO réalisées par le BRGM<sup>15</sup>. Cependant, faute de suffisamment de suivis sur tous les affluents, on ne pourra pas proposer pas de seuils de gestion sur ces piézomètres, qui d'ailleurs se situent en situation de coteaux à l'amont de bassins affluents et ne peuvent être impactés par les pompages pour le remplissage en situation de fond de vallée. On ne pourra que recommander leur suivi en tant qu'indicateur de l'état de recharge de la nappe.

En effet, ces trois piézomètres qui appartiennent au bassin moyen, sont tous en amont des zones de prélèvement prévues pour le remplissage (Villanou et Juillers), ou hors bassin affluent concerné, et ne seront donc pas impactés par ces prélèvements, ils ne sont donc pas pertinents pour le suivi de l'impact des prélèvements, mais on les réservera au suivi de la recharge de la nappe.

Par extrapolation d'un modèle global des écoulements spécifiques de la station de Châtre aux affluents (corrections de bassin), on réalisera des simulations de remplissage des retenues en fonction du seuil de débit objectif de 2,2 m<sup>3</sup>/s déterminé dans le cadre des aménagements de substitution à l'amont dans le département des Deux-Sèvres<sup>16</sup>, sur la chronique de débits « naturels » disponibles, en prenant en compte ces débits qui seront prélevés à l'amont. On estimera les taux de remplissage quinquennaux et décennaux de chaque retenue par rapport à ce seuil et on évaluera l'impact sur le débit moyen des écoulements superficiels en année quinquennale sèche.

Outre une projection du débit objectif du Moulin de Châtre contrôlant la Boutonne « amont » vers l'aval aux stations contrôlant la Boutonne « moyenne » à Saint-Jean d'Angély et la Boutonne « aval » à Carillon, on proposera le suivi des écoulements aux points de contrôle aval des bassins affluents principaux concernés (ruisseaux du Batailler et de la Brédoire, de la Saudrenne, du Padôme, du Pouzat, de la Nie et de la Trézence).

Des suivis piézométriques liés à ces stations d'observation des écoulements des affluents seront proposés, ainsi que des suivis particuliers dans les contextes particuliers des points de remplissage dans la vallée de la Boutonne à l'aval des écluses de Bernouet à Saint-Jean d'Angély (forage en nappe captive à Ternant et pompages de surface dans les marais vers Puy-du-Lac).

---

<sup>15</sup> Recherche d'indicateurs pour la gestion des prélèvements en nappe. Phase 1. (RP-54569-FR, Version 3 définitive)

<sup>16</sup> Substitution des prélèvements estivaux dans les eaux de surface et les eaux souterraines directement liées à partir d'un remplissage au débit maximal de 350 l/s entre le 15 octobre et le 15 avril pour un volume utile de stockage de l'ordre de 2,95 Mm<sup>3</sup> (d'après l'étude d'impact du projet de réserves de substitution de la Boutonne Amont par l'équipe hydraulique de la Chambre d'Agriculture de la Vienne pour le compte de la Compagnie d'Aménagement des Eaux des Deux Sèvres)

## 2- CONTEXTE DE L'ETUDE

### 2.1- Le projet de retenues de substitution

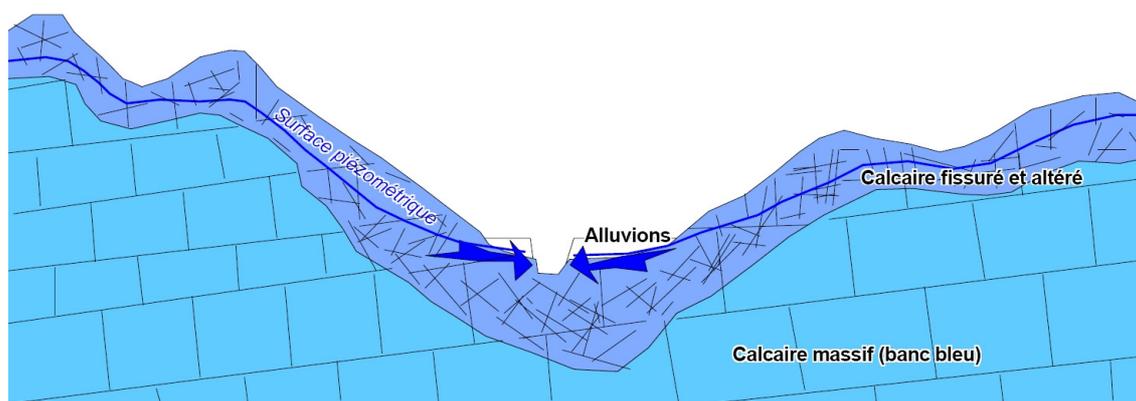
L'ASA « La Boutonne » est porteuse d'un projet de substitution hivernale des prélèvements estivaux d'une partie de ses adhérents, ceux-ci représentant environ 50% des prélèvements agricoles sur le bassin de la Boutonne et 60 % des prélèvements sur sa partie en Charente-Maritime. Le projet étudié à son état d'avancement en décembre 2009, porte sur :

- 24 réserves de substitution pour un volume utile global hors lestage de 5,875 Mm<sup>3</sup>,
- remplies à partir d'environ 70 points de prélèvement à un débit maximal de 1,306 m<sup>3</sup>/s.

## 2.2- Cadre hydrogéologique succinct

### 2.2.1- La nappe des terrains du Jurassique supérieur (ou Malm)

#### Nappe fissurée (Jurassique supérieur)



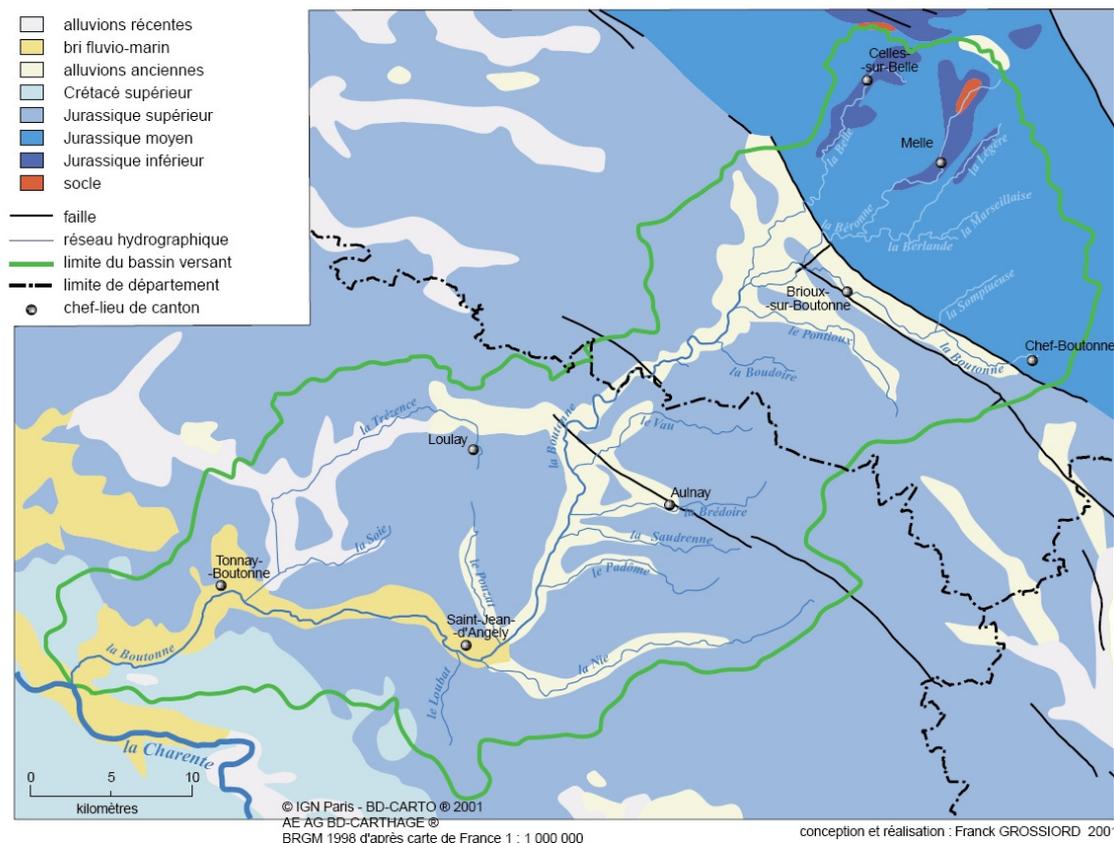
(schéma de l'étude BRGM de synthèse hydrogéologique de la région Poitou-Charentes)

La nappe concernée par ces prélèvements est la nappe qui siège dans la tranche superficielle de calcaires altérés et fissurés des formations affleurantes du Jurassique supérieur sur le bassin versant topographique de la rivière Boutonne moyenne et aval, du Vert à l'amont (lavoir de Ville des Eaux, à la limite entre les départements Deux-Sèvres (79) et Charente-Maritime (17)), à Cabariot à l'aval (confluence avec la Charente 150 mètres à l'aval du Pont de Carillon).

Ces nappes ont été étudiées successivement dans le cadre des études suivantes :

- (Michel MAZEAU, 1979) – Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du Jurassique supérieur de la région Nord de Saint-Jean d'Angély – Thèse Univ. Bordeaux
- (Michel ORSINGHER, 1980) – Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du Jurassique supérieur de la région Nord de Saint-Jean d'Angély – Thèse Univ. Bordeaux
- (Yves LEMORDANT, 1998) – Etude des relations nappe-rivière et délimitation de la nappe d'accompagnement de la Boutonne – Rapport BRGM de Juin 1998 (R40095)
- (M. VINCENT & V. BAUDOIN, 2000) – Piézométrie de l'aquifère du Tithonien (Portlandien) en Charente et Charente-Maritime – Rapport BRGM (RP-50172-FR)
- (E. MARCHAIS & F. BICHOT, 2003) – Piézométries sur le bassin de la Boutonne – Référentiels piézométriques du CPER 2000/2006 – Rapport BRGM (RP-52454-FR)

## L'assise géologique marno-calcaire du bassin



(carte extraite de documents du SAGE Boutonne)

D'après ces études et la notice des cartes hydrogéologiques, la nappe du Malm<sup>17</sup> dans le secteur d'étude peut être divisée en trois unités et concerne les bassins des affluents suivants de la Boutonne et de la Trézence susceptibles de contribuer au remplissage par forages des retenues de substitution :

- Nappes du Kimméridgien inférieur au Nord de la zone d'étude (J<sub>7</sub>)
  - Fossé de la Grande Planche, sources du Bataillé, Sureau, Ruisseau du Grand Pré, Brédoire et son affluent le Palud à l'amont de leur confluence
  - Sous couverture des alluvions fluviales récentes de la rivière de la Boutonne jusqu'à la faille Blanzay-sur-Boutonne / Coivert
- Nappes du Kimméridgien Supérieur au Centre de la zone d'étude (J<sub>8</sub>)
  - Rivière de la Brédoire à l'aval de sa confluence avec le Palud et ruisseaux de la Soudrenne, Padôme et du Pouzat
  - Sous couverture des alluvions fluviales récentes<sup>18</sup> (Fz) de la rivière de la Boutonne de la faille Blanzay-sur-Boutonne / Coivert jusqu'à Torxé (semi-libre)

<sup>17</sup> Le Malm est la série géologique des étages supérieurs du Jurassique (Oxfordien, Kimméridgien, Tithonien)

<sup>18</sup> Limons, argiles et sables

- Sous couverture des alluvions flandriennes<sup>19</sup> (FMy<sub>a</sub>) des marais de la vallée de la Boutonne à l'aval de Torxé (semi-captive)
- Nappes du Portlandien au Sud de la zone d'étude (J<sub>9</sub>)
  - Rivière de la Nie et son affluent le Pontreau et ruisseau du Loubat



(carte extraite de documents du SAGE Boutonne)

<sup>19</sup> Bri et tourbe

## 2.2.2- Chroniques piézométriques disponibles

Les stations piézométriques qui captent le Jurassique supérieur dans et autour de la zone d'étude et dont les chroniques de niveau sont disponibles dans base ADES sont les suivantes<sup>20</sup> :

- Système aquifère Aunis – Charente Nord (113) :

*Bassin versant amont de la Boutonne à l'amont de la zone d'étude (Kimmeridgien inférieur)*

- **Ensigné** (17) au *Trou de l'Ormeau* depuis 1993 (prof. 13,8 m, alt. 77 m NGF) ==> sous-bassin du ruisseau de la Bondoire,
- **Paizay-le-Chapt** (17) à *L'Houmelet* depuis 1993 (prof. 6,8 m, alt. 88 m NGF) ==> sous-bassin du ruisseau de la Fléchière,

*Bassin versant moyen de la Boutonne sur des bassins affluents de la zone d'étude (Kim. inf.)*

- **Villeneuve** (Villeneuve-la-Comtesse, 17) à *Vallée Michelle* depuis 1993 (prof. 40 m, 66,52 NGF) ==> sous-bassin du fossé de la Grande Planche
- **Poimier** (La Villedieu, 17) depuis 1993 (prof. 40 m, alt. 62,55 m NGF) ==> sous-bassin du ruisseau du Vau,

*Bassin versant voisin de la Trézence, sur le bassin de la Devise (Kim. Inf.)*

- Breuil-la-**Réorte** (17) à *La Jarriette* depuis 1995 (prof. 72 m, alt. 25,10 m NGF),

- Système aquifère Charente Sud – Plateau charentais (114a1)

*Bassin versant voisin de la Nie, sur le bassin de la Couture (Oxfordien)*

- **Villiers-Couture** (17) à *Abesse Adorée* depuis 1993 (242 m, 102,80 m NGF)

*Bassin versant voisin de la Nie, sur le bassin de l'Antenne (Portlandien)*

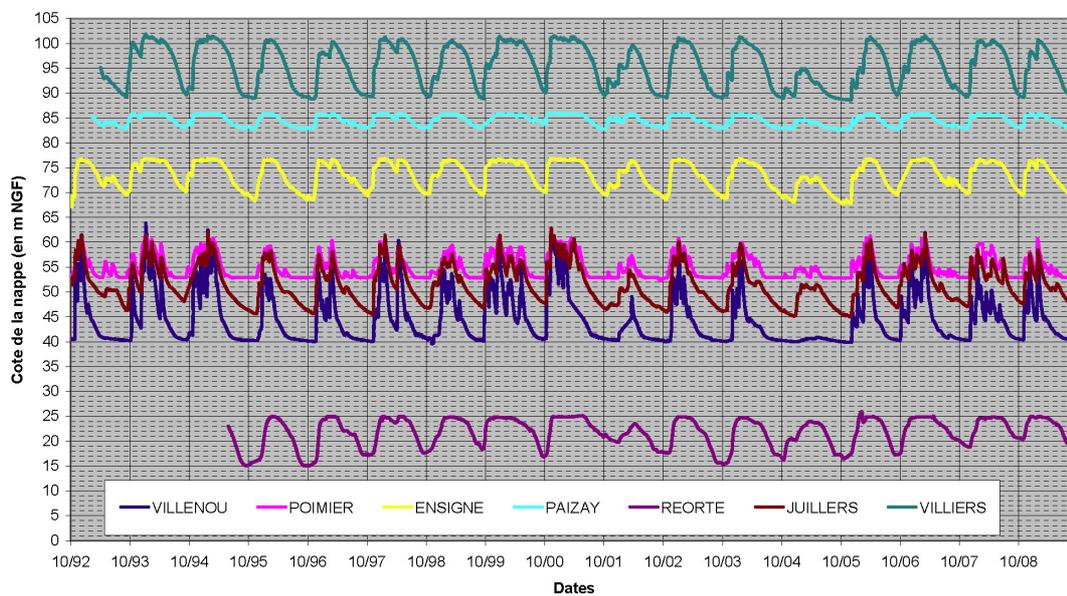
- St-Pierre de **Juillers** (17) au *Bois du Breuil* depuis 1993 (50 m, 65,88 m NGF)

Leurs évolutions piézométriques historiques, déjà analysée lors de l'étude d'impact initiale, peuvent être comparées au débit au Moulin de Châtre et à la Trézence ainsi qu'au suivi réalisés sur 10 stations provisoires au printemps 2009 sur les graphiques disponibles en annexe et traités également plus loin dans ce rapport.

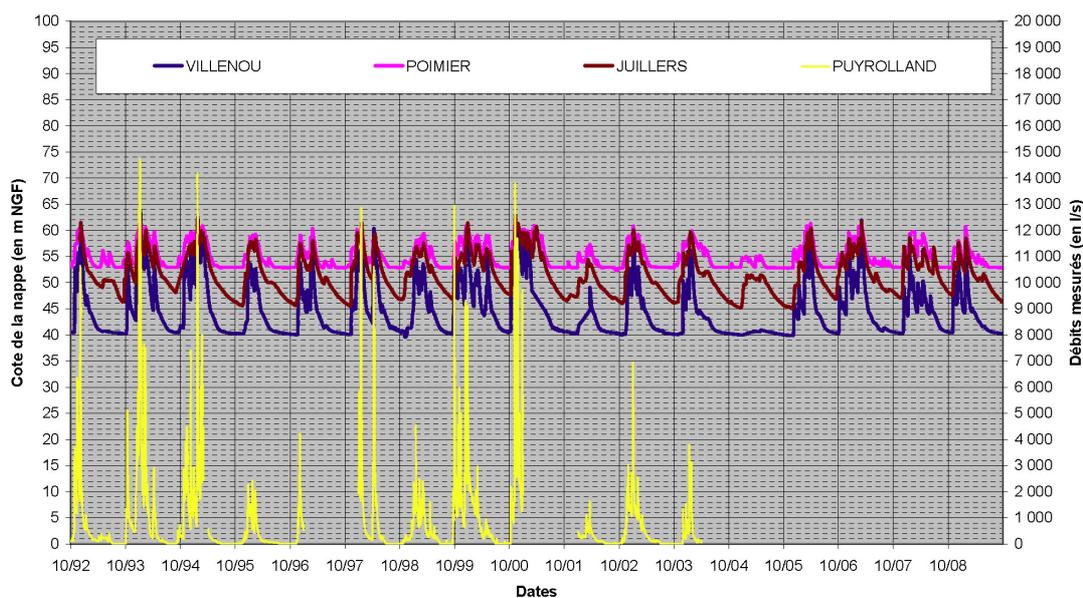
Les piézomètres représentatifs de la nappe du Jurassique supérieur et inclus dans la zone d'étude sont VILLENOU, POIMIER et JUILLERS. Ils appartiennent tous trois à des bassins affluents de la vallée de la Boutonne moyenne, VILLENOU et JUILLERS sont localisés respectivement en situation proche de l'interfluve des sous-bassins du fossé de Coivert (à l'amont des forages de remplissage des retenues R16, R04 et R03) et du ruisseau de la Nie (à l'amont des forages de remplissage des retenues R20, R19 et R18), tandis que POIMIER est localisé dans le bassin du Vau non concerné par les sites de remplissage.

<sup>20</sup> Ces stations appartiennent au réseau piézométrique géré par la Région Poitou-Charentes

## Suivi piézométrique de la nappe libre du jurassique supérieur autour de la zone d'étude



## Suivi piézométrique de la nappe libre du jurassique supérieur dans la zone d'étude



### 2.2.3- Comportement des piézomètres VILLENOU, POIMIER et JUILLERS

Le comportement de ces piézomètres a été analysé dans le cadre des modélisations avec l'outil de traitement du signal « TEMPO » réalisée par le BRGM et est rappelé ci-devant. L'objectif était d'identifier les composantes du signal piézométriques et leur relation avec les écoulements de surface, suivis néanmoins seulement à la station disponible à l'amont sur la Boutonne au Moulin de Châtre :

- **Piézomètre VILLENOU**
  - Aquifère capté : Kimméridgien (Profondeur : 40 mètres)
  - Fossé le plus proche : Fossé de la Grande Planche (Distance : 1 800 m)
  - Rivière la plus proche : Rivière de la Boutonne (Distance : 3 500 m)
  - Superficie de la zone d'influence : 2 km<sup>2</sup> (4 ouvrages dans la zone)
  - Z sol : 66,528 m NGF
  - Z hautes eaux : 56,5 m NGF (10 m/sol, battement : 20 m)
  - Z fossé à proximité : 37 m NGF (29,5 m/sol)
  - Z basses eaux : 36,5 m NGF (30 m/sol)
  - Z niveau de base : 36,5 m NGF (30 m/sol)
  - Z nappe à proximité de la rivière : 30 m NGF (36,5 m/sol)
  - Z rivière à proximité : 29 m NGF (37,5 m/sol)
  - Z fond de l'ouvrage : 26,5 m NGF (40 m/sol)

Les fluctuations inter-annuelles de VILLENOU sont marquées essentiellement sur les hautes eaux. L'hypothèse est faite d'une correspondance du seuil bas avec la base de la nappe (banc bleu), au-delà de laquelle l'eau piégée dans les terrains imperméables ne peut s'évacuer.

- **Piézomètre POIMIER**
  - Aquifère capté : Oxfordien (Profondeur : 40 mètres)
  - Rivière la plus proche : Ruisseau du Vau (Distance : 200 m)
  - Superficie de la zone d'influence : 13 km<sup>2</sup> (6 ouvrages dans la zone)
  - Z sol : 62,5 m NGF
  - Z hautes eaux : 60,6 m NGF (2 m/sol, battement : 7,5 m)
  - Z seuil de débordement : 60 m NGF (2,6 m/sol)
  - Z rivière à proximité : 60 m NGF (2,6 m/sol)
  - Z basses eaux : 53,1 m NGF (9,5 m/sol)
  - Z niveau de base : 53 m NGF (9,5 m/sol)
  - Z fond de l'ouvrage : 22,5 m NGF (40 m/sol)

Sur les évolutions piézométriques de POIMIER, proche de la rivière, on observe un drainage très prononcé de la piézométrie du Jurassique supérieur par le ruisseau du Vau aussi bien en basses eaux qu'en hautes eaux. L'hypothèse est faite que le seuil de débordement correspond à la cote de la rivière à proximité et que le seuil bas correspond avec la base de l'aquifère (banc bleu) au-delà duquel les terrains sont imperméables et l'eau ne peut circuler. La composante « lente » de l'écoulement, prépondérante, atteint un maximum autour du mois et retour à l'état initial après l'impulsion au bout de 4 mois et l'on observe aussi des débordements rapides.

- **Piézomètre JUILLERS**

- Aquifère capté : Jurassique (Profondeur : 50 mètres)
- Rivière la plus proche : Ruisseau de la Nie (Distance : 1 800 m)
- Z sol : 65,88 m NGF
- Z hautes eaux : 61,9 m (4 m/sol, battement : 14 m)
- Z seuil de débordement : 60 m NGF (6 m/sol)
- Z contraste de transmissivité : 51 m NGF (15 m/sol)
- Z basses eaux : 47,9 m NGF (18 m/sol)
- Z niveau de base : 45,9 m NGF (20 m/sol)
- Z rivière : 45 m NGF (21 m/sol)
- Z fond de l'ouvrage : 16 m NGF (50 m/sol)

Sur les évolutions de VILLIERS, localisé à l'interfluve des bassins de la Boutonne et de la Charente, on observe un drainage du Jurassique supérieur par la Nie et la Courance. L'hypothèse est faite d'une diminution nette des transmissivités à partir de 51 m NGF et d'un seuil de débordement qui est observé à 60 m NGF. Il y a une composante rapide avec un pic au bout de quelques jours et une composante lente avec un maximum au bout du mois et retour à l'état initial au bout d'environ 4 mois, avec prépondérance des transferts « lents » et des débordements.

## 2.2.4- Données sur les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère

### 2.2.4.1- Essais réalisés par l'université de Bordeaux (1979)

Des essais de pompage ont été réalisés dans le cadre de la thèse de Michel ORSINGHER sur le forage alors en cours de réalisation au lieu-dit « La Nougerotte » à Villemorin (X = 396 670 ; Y = 113, 720) dans la partie amont du bassin versant de la Saudrenne, à une altitude de 64 m NGF :

- à la crue :

#### AVANT ACIDIFICATION

- le 1<sup>er</sup> février 1978 (prof. : 25 mètres, NS : 0,25 m/sol),

#### APRES ACIDIFICATION

- les 9 et 10 février 1978 (prof. : 25 m, NS : 0,45 m/sol),

#### APRES APPROFONDISSEMENT

- les 2 et 3 mars 1978 (prof : 54 m, NS : 0,50 m/sol) ;

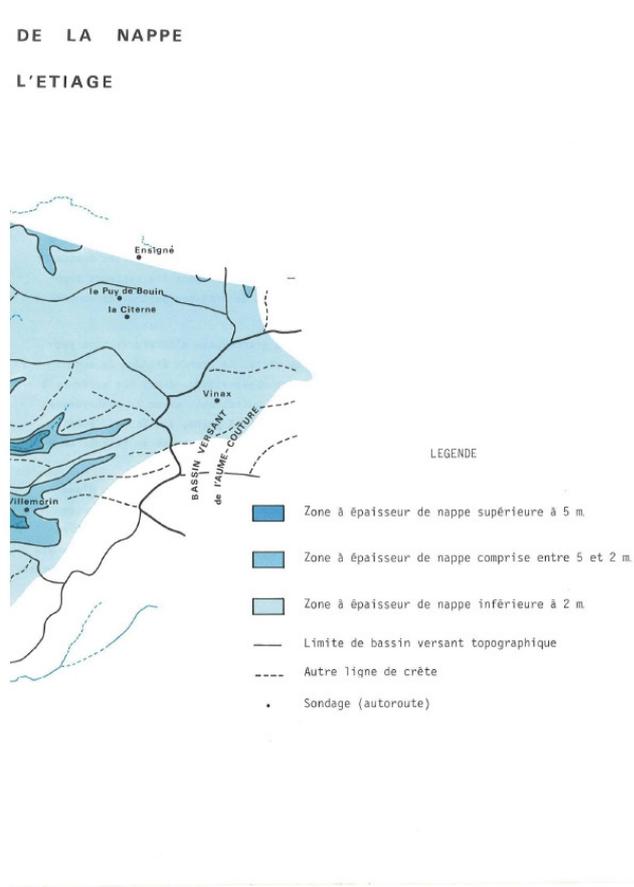
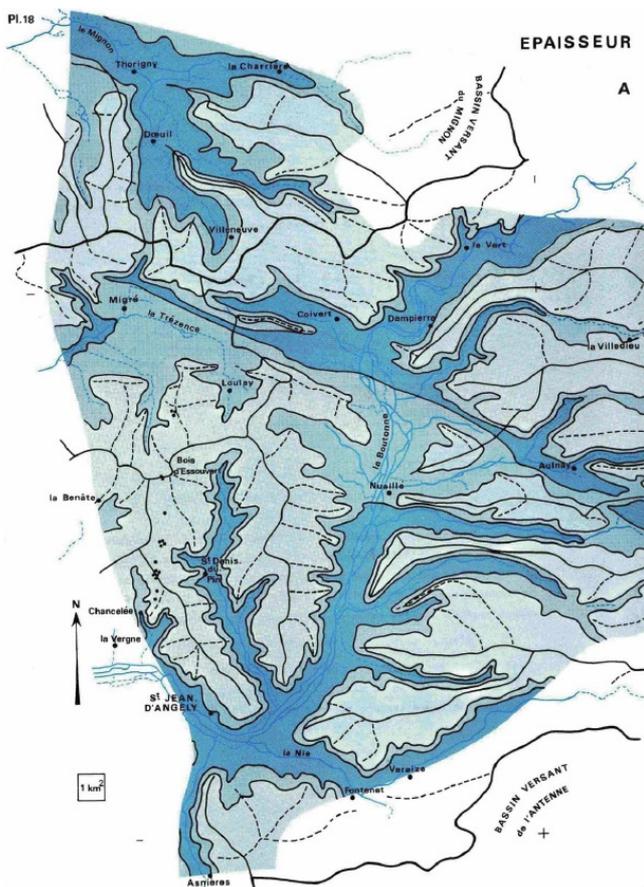
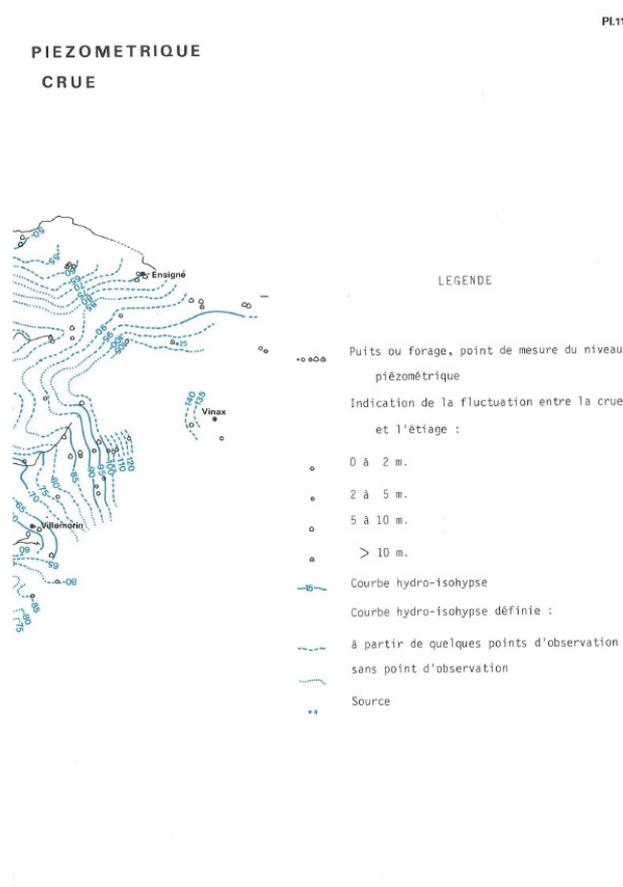
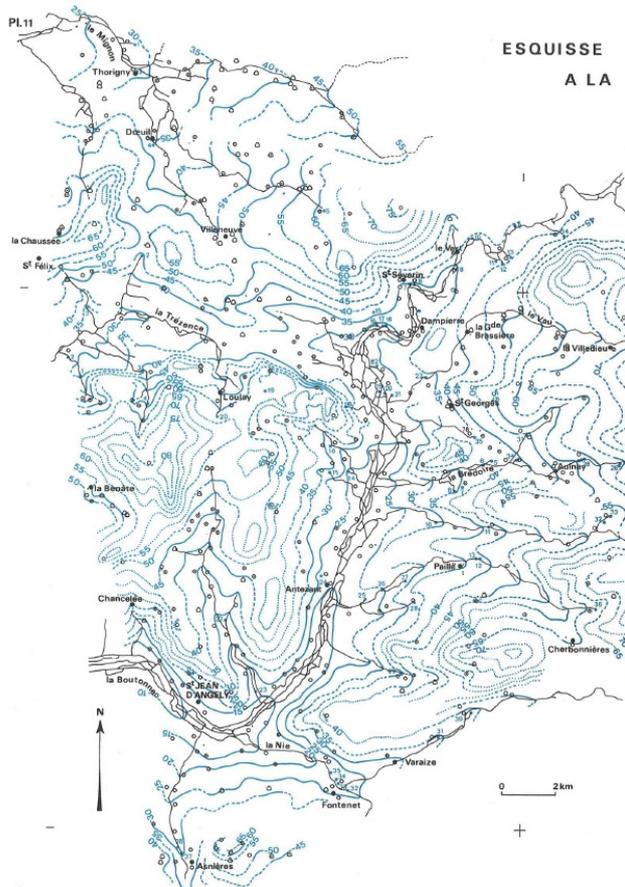
- à l'étiage :

- le 2 octobre 1978 (prof : 54 m, NS : 9,77 m/sol).

Les résultats sur la transmissivité de l'aquifère, interprétés par la méthode d'approximation de Jacob (ordre de grandeur seulement dans ce cas de formations calcaires, fissurées à passées marneuses et à densité et degré d'ouverture non homogène), étaient les suivants :

Acidification	Approfondissement	Débit en fin de pompage	Durée de pompage	Rabattement maximal	Transmissivité calculée à la descente	Transmissivité calculée à la remonté
Avant acidification	Avant approfondissement	87 m <sup>3</sup> /h	0,85 h	9,26 m	9,8.10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s	1,0.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s
		105 m <sup>3</sup> /h	27,25 h	8,50 m	1,3.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s	1,8.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s
Après acidification	Après approfondissement	109 m <sup>3</sup> /h	23,5 h	6,67 m	2,7.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s	2,7.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s
		14,4 m <sup>3</sup> /h	4 h	3,27 m	1,3.10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s 4,5.10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s	1,1.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s

Les résultats de travaux de cette thèse n'ont pas permis l'établissement de cartes des paramètres de l'aquifère, mais plutôt de cartes de productivité relatives de la nappe élaborées à partir de cartes d'interprétation de piézométrie, épaisseur et battement annuel de la nappe.



**(cartes extraites de la thèse d'Orsingher sur le Jurassique supérieur dans la région)**

Avec un manque de données évident dans les secteurs de coteaux (interfluves entre les bassins affluents de la Boutonne moyenne), l'interprétation de la présence intermittente de la nappe en ces endroits sera validée par les relevés piézométrique ANTEA rappelés plus loin (décembre 2005 à mai 2006), tandis que nous considérerons que lors des phases de vidange naturelle de la nappe (limites étanches que nous avons approchées lors de nos essais de pompage au printemps 2009), la nappe y sera globalement asséchée (ce qui est traduit dans la carte par de très faibles épaisseurs inférieures à 2 m), en dehors des courtes périodes de recharge.

***2.2.4.2- Essais interprétés par HYDRO INVEST (1995)***

Dans le cadre du document d'incidence pour la création d'une réserve à Saint-Pierre de Juillers rédigé pour l'ex-ASA de la Chagnée à l'origine du projet de retenue de substitution R19, un essai de pompage réalisé sur un puits en rive droite de la Nie au lieu-dit Courgeon a été interprété par le bureau d'études HYDRO INVEST qui avait retenu les paramètres hydrauliques suivants pour l'aquifère du Jurassique Supérieur :

- Transmissivité T1 =  $3,1 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (5 heures de pompages à 20 m<sup>3</sup>/h) ;
- Transmissivité T2 = 4,2 m<sup>2</sup>/s (5 heures de pompages à 55 m<sup>3</sup>/h) ;
- Emmagasinement : 2,5 % en l'absence de données.

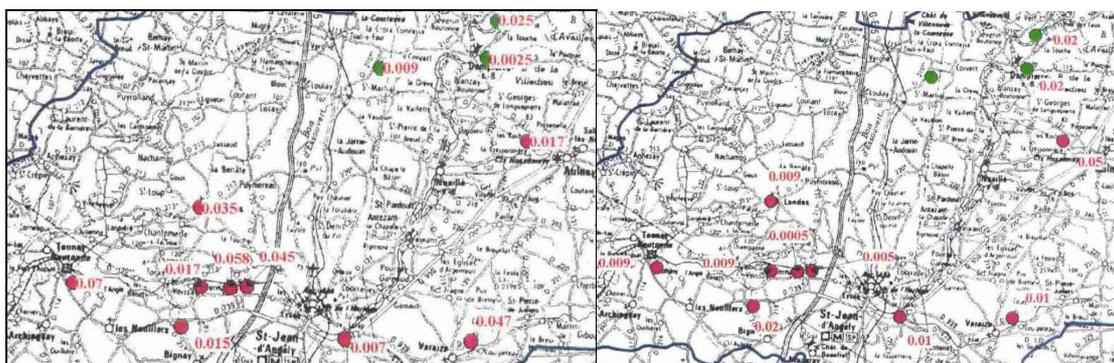
***2.2.4.3- Essais réalisés par le BRGM (1998)***

Une campagne de pompages d'essai avait été réalisée de mai à juin 1997 dans le cadre de l'étude de délimitation de la nappe d'accompagnement de la Boutonne (Rapport BRGM R40095 de Yves LEMORDANT, Juin 1998).

Ces points avaient été répartis sur l'ensemble du bassin de la Boutonne en tenant compte de la géologie (Oxfordien inférieur, Oxfordien supérieur, Kimméridgien inférieur, Kimméridgien supérieur, Tithonien inférieur, Tithonien supérieur) et de la géomorphologie (fond de vallée, coteau). Les essais de pompage étaient suivis sur 48 heures pendant la descente et pendant la remontée jusqu'à un niveau proche du niveau statique de départ, sur l'ouvrage en pompage et le cas échéant dans un ouvrage proche. Les résultats avaient été interprétés à l'aide du logiciel ISAPE du BRGM par les deux méthodes suivantes :

- la méthode de Gringarten (aquifère homogène anisotrope d'extension latérale infinie, recoupé par une fracture verticale unique au centre de laquelle est implanté le puits, qui correspond mieux à la réalité de milieu fissuré anisotrope de ces formations aquifères)
- la méthode de Theis (aquifère homogène, isotrope, d'extension latérale infinie dans le cas où la densité de fissuration est telle que l'on peut assimiler à un milieu isotrope).

Les résultats que l'on peut considérer sur notre zone d'étude sont les suivants :



Carte des transmissivités

Carte des emmagasinevements

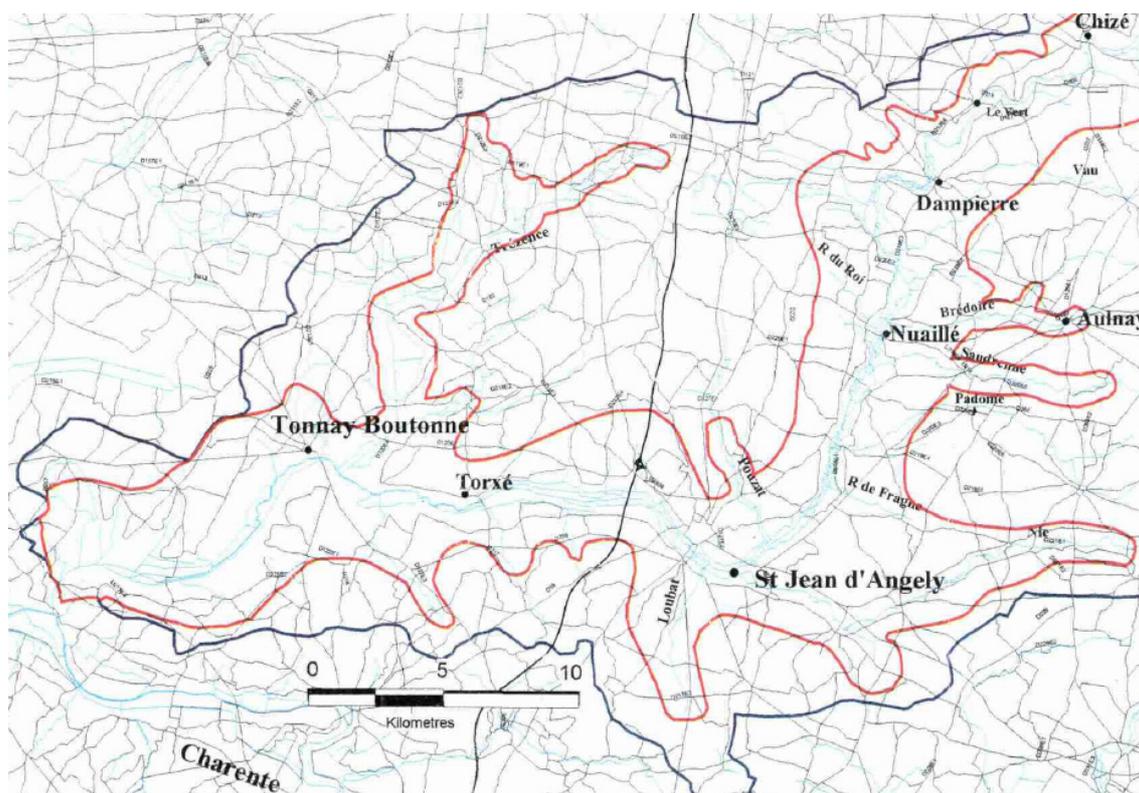
Les valeurs proches de sites de remplissage du projet figurent en gras dans le tableau suivant :

<u>Bassin</u>	<u>Commune</u>	<u>Lieu-dit</u>	<u>X L2E</u>	<u>Y L2E</u>	<u>Z (NGF)</u>	<u>T (m<sup>2</sup>/s)</u>	<u>S</u>
<b>Bout. Moy.</b>	<b>Dampierre</b>	<b>Sauzaie</b>	<b>388 000</b>	<b>2 122 000</b>	<b>35</b>	<b>2,5.10<sup>-2</sup></b>	<b>2 %</b>
<b>Bout. Moy.</b>	<b>Dampierre</b>	<b>Marais</b>	<b>388 000</b>	<b>2 122 000</b>	<b>35</b>	<b>1,5.10<sup>-4</sup></b>	<b>5 %</b>
<b>Brédoire</b>	<b>Aulnay</b>	<b>Cressonnière</b>	<b>390 150</b>	<b>2 117 600</b>	<b>44</b>	<b>1,7.10<sup>-2</sup></b>	<b>5 %</b>
<b>Nie</b>	<b>Varaize</b>	<b>Galanchat</b>	<b>387 100</b>	<b>2 106 980</b>	<b>35</b>	<b>4,7.10<sup>-2</sup></b>	<b>1 %</b>
<b>Nie</b>	<b>St-Julien de l'Escap</b>	<b>Talbot</b>	<b>380 300</b>	<b>2 107 050</b>	<b>17</b>	<b>7,5.10<sup>-3</sup></b>	<b>1 %</b>
<b>Bout. Aval.</b>	<b>Ternant</b>	<b>Ganochaud</b>	<b>374 980</b>	<b>2 109 800</b>	<b>8</b>	<b>4,5.10<sup>-2</sup></b>	<b>5.10<sup>-3</sup></b>
Bout. Aval.	Ternant	Logis	374 100	2 109 750	10	5,8.10 <sup>-2</sup>	5.10 <sup>-4</sup>
Bout. Aval.	Les Nouillers	Tricholet	365 600	2 110 000	10	7,0.10 <sup>-2</sup>	9.10 <sup>-3</sup>
Bout. Aval.	Bignay	Grand Moulin	371 450	2 107 700	20	1,5.10 <sup>-2</sup>	9.10 <sup>-3</sup>
Bout. Aval.	Voissay	Richardde	372 500	2 109 800	7	1,7.10 <sup>-2</sup>	9.10 <sup>-3</sup>
Soie	Villeneuve	Landes	372 450	2 114 050	23	3,5.10 <sup>-2</sup>	9.10 <sup>-3</sup>

Sur notre zone d'étude, la nappe contenue dans les fissures des formations carbonatées du Jurassique supérieur, milieu lui-même hétérogène et dont les valeurs de paramètres hydrauliques sont susceptibles de varier sensiblement d'un point à un autre, les valeurs moyennes suivantes avaient été choisies, par secteur :

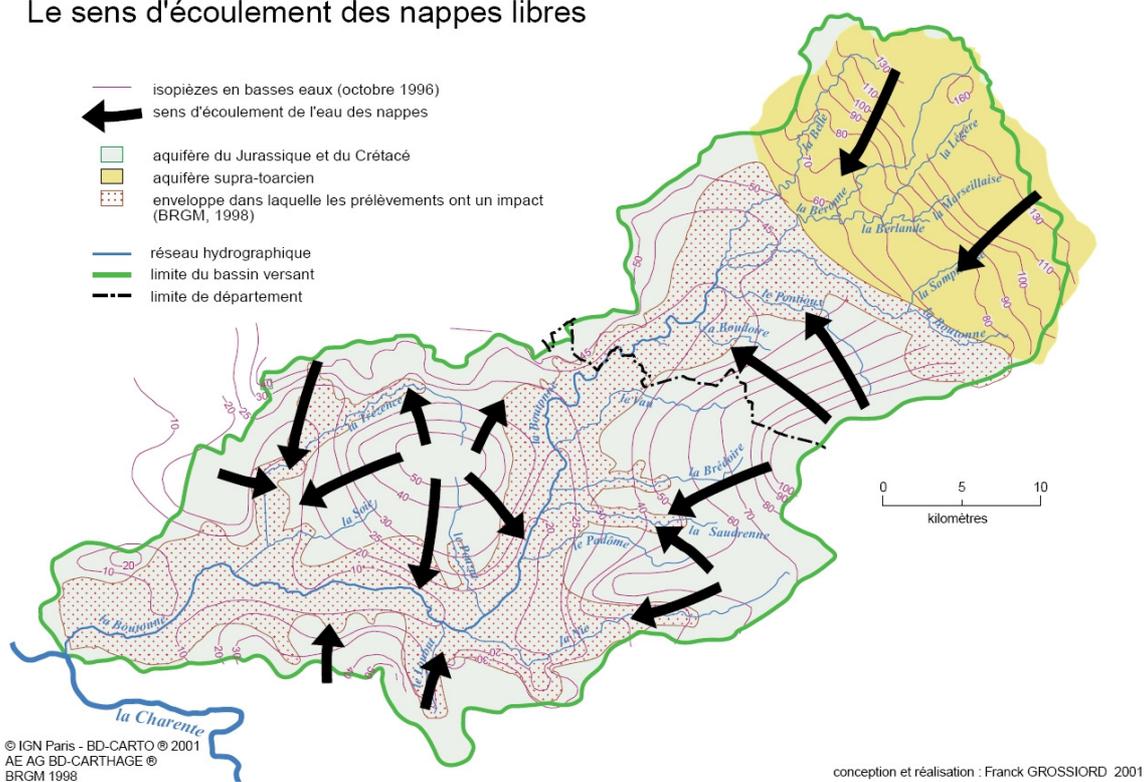
- Boutonne moyenne de Chizé à Saint-Jean d'Angély :
  - T = 1.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s,
  - S = 2 % ;
- Basse vallée de la Boutonne de Saint-Jean d'Angély à Tonnay-sur-Boutonne :
  - T = 4.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s,
  - S = 5 %.

La cartographie de la nappe d'accompagnement de la Boutonne qui avait été proposée était basée sur un calcul de seuil d'impact de 15 % avec ces paramètres, représentant le rapport du volume d'eau soutiré aux rivières principales (Boutonne et Nie) au volume pompé durant la période d'irrigation estivale estimée à 80 jours, limitée latéralement quand les gradients étaient très importants, c'est-à-dire- supérieurs à 1 % (forêts de Chizé et d'Aulnay).



C'est cette cartographie de la nappe d'accompagnement de la Boutonne qui a été reprise dans les documents du SAGE de la Boutonne.

### Le sens d'écoulement des nappes libres



(carte extraite des documents du SAGE Boutonne)

## 2.3- Cadre hydrologique et réglementaire

### 2.3.1- Hydrographie

La zone concernée par le projet de substitution couvre les bassins moyens et aval de la Boutonne, depuis le village du Vert à l'amont jusqu'à l'aval de Tonnay-Boutonne.

La moyenne Boutonne reçoit surtout les apports d'une série d'affluents de rive gauche, dont les principaux sont, du Nord au Sud :

- la Brédoire (Bassin d'alimentation d'au moins 52,5 km<sup>2</sup>) ;
- la Saudrenne (Bassin d'alimentation d'au moins 39,5 km<sup>2</sup>) ;
- le Padôme (Bassin d'alimentation d'au moins 42,5 km<sup>2</sup>) ;
- la Nie, le plus important (Bassin d'alimentation d'au moins 90 km<sup>2</sup>).

Les bassins affluents de rive droite sont, en moyenne Boutonne, moins étendus. Le bassin principal, le Pouzat, n'atteint en effet qu'une trentaine de km<sup>2</sup> (bassin d'alimentation d'au moins 35 km<sup>2</sup>).

Le reste de la partie occidentale du bassin est drainé par la Trézence (bassin d'alimentation de la Haute-Trézence d'au moins 75 km<sup>2</sup>), qui ne rejoint la Boutonne que dans son cours aval, via les Marais des Landes drainé par le canal de Saint-Julienne.

Au total, le bassin drainé passe ainsi de 523 km<sup>2</sup> à l'entrée dans la zone du projet à 1 320 km<sup>2</sup> à sa sortie.



### 2.3.2- Chroniques hydrologiques disponibles

Les 3 stations hydrologiques, dont les chroniques de débits disponibles dans la banque nationale de données HYDRO, seront utilisées dans le cadre de l'étude, sont les suivantes, d'amont vers l'aval :

- La Boutonne au Vert [Pont du Vert] de 1969 à 1996 (523 km<sup>2</sup>, 35 m NGF) ;
- La Boutonne à Saint-Séverin [Moulin de Châtre] de 1998 à 2009 (535 km<sup>2</sup>, 35 m NGF) ;
- La Boutonne à Saint-Jean d'Angély :
  - [Ecluses de Bernoué] de 2001 à 2003 (949 km<sup>2</sup>, 5 m NGF),
  - [Bernoué section totale] de 2003 à 2006 (949 km<sup>2</sup>, 5 m NGF) ;
- La Boutonne à Cabariot [Carillon] de 2002 à 2006 (1 320 km<sup>2</sup>, 3 m NGF)

La superficie de la zone d'étude est ainsi de l'ordre de 800 km<sup>2</sup>. Parmi ces stations, seule la station du Pont du Vert, déplacée en 1997 au Moulin de Châtre voisin, ce qui permet de les considérer comme une station unique, présente une chronique suffisamment longue et fiable pour caractériser l'hydrologie du bassin de la Boutonne. Cependant, cette station n'est représentative que de l'amont de la zone d'étude, avec un bassin de l'ordre de 525 km<sup>2</sup> dont l'hydrogéologie est hétérogène avec la présence de nappes qui peuvent représenter une réserve plus importante que les nappes du jurassique supérieur qui concernent la zone d'étude.<sup>21</sup>

Les stations plus à l'aval<sup>22</sup> de la Boutonne moyenne (Saint-Jean d'Angély) et de la Boutonne aval (Carillon) ont eu des périodes de fonctionnement trop courtes et surtout de gros problèmes de tarage qui les rendent difficilement utilisables pour notre analyse. Plusieurs tentatives d'interprétation ont été menées, dont une dans le cadre des études sur le barrage de la Trézence (CACG, 1996), et, de manière générale, les débits au Vert étaient transférés aux autres stations lus à l'aval par simple correction de bassin.

Les seules chroniques de débit disponibles sur un affluent de la Boutonne dans la zone d'étude sont celles sur la Trézence, dont la station n'est plus en service depuis 2004 :

- La Trézence à Puyrolland de 1972 à 2004 (75 km<sup>2</sup>, 10 m NGF).

<sup>21</sup> Alors que le secteur d'étude de la Boutonne moyenne et aval (en Charente-Maritime, 17) est exclusivement concerné par la nappe fissurée du Jurassique supérieur, le secteur de la Boutonne à l'amont (en Deux-Sèvres, 79) n'est concerné qu'en partie par le Jurassique supérieur. Tandis que la nappe du Jurassique supérieur réduite à quelques dizaines de mètres d'épaisseur s'épuise rapidement, les nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien permettent d'assurer un certain débit aux rivières en période d'étiage, qui alimentent la Boutonne jusqu'au débouché du couloir de failles à Brioux-sur-Boutonne.

<sup>22</sup> Les données de la station sur la Boutonne à Torxé sont publiées sans être assez validées pour être considérées dans notre étude.

### 2.3.3- Données météorologiques et estimations de l'écoulement

On considérera dans l'étude que l'écoulement de l'eau liquide de l'amont vers l'aval se répartit en deux termes :

- le ruissellement via les cours d'eau (eaux dites superficielles),
- le sous-écoulement via la nappe (eaux dites souterraines).

Dans le cadre de cette étude, nous considérerons un modèle hydrologique global simplifié selon lequel cet écoulement est - au pas de temps annuel ou mensuel - la différence entre :

- les précipitations sur le bassin d'alimentation amont du point (dit de drainage) considéré (stations de mesures hydrologiques et points d'observation des écoulements dans les cours d'eau) ;
- l'évapotranspiration réelle (ETR) totale sur ce bassin évaluée par la formule globale de Turc, égale au pas de temps annuel ou mensuel à :

$$ETR = \frac{P}{(0,9 + P^2 / L^2)^{1/2}}$$

$$L = 0,05T^3 + 25T + 300$$

**P** précipitations en mm

**T** température en °C

**ETR** en mm par an

Afin d'estimer la part de sous-écoulement à la station du Moulin de Châtre, nous avons considéré les données suivantes issues de l'atlas national de METEO France pour les stations départementales de Niort (79) et de la Rochelle (17) :

<b>Stations météorologiques</b> <b>(Données sur 30 ans de 1971 à 2000)</b>	<b>Niort (79)</b> <b>Latitude 46,317° Nord</b>	<b>La Rochelle (17)</b> <b>Latitude 46, 167° Nord</b>
Température moyenne annuelle	12,2 °C	13,0 °C
Précipitations moyennes annuelles	872,3 mm	763,4 mm
ETR Turc annuelle	554,8 mm	542,6 mm
Potentiel d'écoulement calculé par la formule de Turc annuelle	317,5 mm	220,8 mm
<b>Potentiel d'écoulement calculé par la formule de l'ETP<sup>23</sup> Turc mensuelle et la méthode de Thornwaite avec une réserve facilement utilisable maximale (RFUmax) de 100 mm</b>	<b>239,4 mm</b>	<b>166,1 mm</b>
<b>Ruissellement annuel moyen</b>	<b>Boutonne au Moulin de Châtre (données sur 41 ans) 324 mm</b>	<b>Trézence à Puyrolland (données sur 33 ans) 284 mm</b>

<sup>23</sup> Evapotranspiration potentielle (ETP)

A l'échelle annuelle, selon que le pas de calcul est annuel ou mensuel, la totalité ou la majorité de l'écoulement potentiel est observé en ruissellement.

Dans la suite de l'étude, nous considérerons en première approche, n'ayant pas de données suffisantes permettant de l'évaluer, que la part de sous-écoulement de la nappe au niveau d'une station de contrôle comme celle du Moulin de Châtre (MDC) sur la Boutonne, ou comme celle de Puyrolland (PUY) sur la Trézence, est négligeable, et que les débits (ruissellement) qui sont mesurés à de tels points de contrôle représentent la totalité de l'écoulement (ruissellement dans les cours d'eau et sous-écoulement des cours d'eau dans la nappe phréatique).

Le mode de calcul du bilan hydrologique décrit dans l'étude d'impact initiale, qui intègre la moyenne des données pluviométriques des stations météorologiques de Niort, Poitiers et Cognac pour le bassin amont, est repris ci-après pour comparer les bassins amont (données météorologiques de Niort avec débits écoulés au Moulin de Châtre Q-MDC) et les bassins affluents de la Boutonne moyenne et aval (données météorologiques de La Rochelle avec débits écoulés à Puyrolland Q-PUY).

Au cours de l'année, la comparaison entre les bilans réalisés sur les données moyennes est la suivante :

#### Bassin amont de la Boutonne

NIORT	P (en mm)	ETP (en mm)	P-ETP (en mm)	ETR (en mm)	RFU (en mm)	E (en mm)	Q MDC (en mm)	P-Q (en mm)	(P-Q)/P <sup>24</sup>
Janvier	88,5	15,6	72,9	15,6	100	72,9	56	32,5	36,7 %
Février	78,7	24,0	54,7	24,0	100	54,7	56	22,7	28,9 %
Mars	61,3	46,5	14,8	46,5	100	14,8	43	18,3	29,9 %
Avril	68,5	65,9	2,6	65,9	100	2,6	35	33,5	48,9 %
Mai	73,5	95,6	-22,1	95,6	77,9	0	25	48,5	66,0 %
Juin	58,3	112,1	-53,8	112,1	24,1	0	15	43,3	74,3 %
Juillet	46,7	121,7	-75,0	70,8	0	0	7	39,7	85,0 %
Août	50,5	114,6	-64,1	50,5	0	0	4	46,5	92,1 %
Septembre	69,4	78,2	-8,8	69,4	0	0	4	65,4	94,2 %
Octobre	88,0	44,6	43,4	44,6	43,4	0	11	77,0	87,5 %
Novembre	91,8	23,3	68,5	23,3	100	11,9	22	69,4	75,6 %
Décembre	97,1	14,7	82,4	14,7	100	82,4	40	57,1	58,8 %

<sup>24</sup> P-Q correspond à la somme de l'évapotranspiration des plantes, des prélèvements par pompage pour les besoins de l'irrigation et des variations de la réserve aquifère, rapportée à la taille des bassins et exprimée en lame d'eau en mm

### Bassin moyen et aval de la Boutonne

LA ROCHELLE	P (en mm)	ETP (en mm)	P-ETP (en mm)	ETR (en mm)	RFU (en mm)	E (en mm)	Q PUY (en mm)	P-Q (en mm)	(P-Q)/P
Janvier	78,3	19,3	59,0	19,3	100,0	59,0	61	17,3	22,1 %
Février	67,2	27,9	39,3	27,9	100,0	39,3	51	16,2	24,1 %
Mars	50,8	51,5	-0,7	51,5	99,3	0,0	26	24,8	48,8 %
Avril	61,9	70,2	-8,3	70,2	90,9	0,0	29	32,8	53,0 %
Mai	59,0	97,5	-38,5	97,5	52,4	0,0	14	45,0	76,3 %
Juin	39,9	113,8	-73,9	110,7	0,0	0,0	6	33,9	85,0 %
Juillet	36,0	122,0	-86,0	36,0	0,0	0,0	2	34,0	94,4 %
Août	41,9	115,4	-73,5	41,9	0,0	0,0	0	41,9	99,9 %
Septembre	66,3	81,6	-15,3	66,3	0,0	0,0	2	64,3	97,0 %
Octobre	86,1	49,7	36,4	49,7	36,4	0,0	10	76,1	88,4 %
Novembre	90,6	27,1	63,5	27,1	99,9	0,0	32	58,6	64,7 %
Décembre	85,4	17,4	68,0	17,4	100,0	67,8	46	39,4	46,1 %

La période potentiellement excédentaire, où l'évaporation des plantes et les variations de la réserve aquifère (P-Q) sont faibles par rapport aux précipitations (P) qui participent ainsi majoritairement au ruissellement (Q), s'étend d'après cette analyse mensuelle sur l'année moyenne de janvier à mars. Une analyse statistique des débits spécifiques ruisselés affinée par quinzaine permet ci-après de mieux cerner cette période excédentaire propice au remplissage.

### 2.3.4- Les débits moyens et spécifiques caractéristiques mensuels et par quinzaine

Les tableaux suivants présentent les résultats de premières analyses statistiques sur les débits disponibles préalables aux simulations de remplissage, aux pas de temps du mois et de la quinzaine.

Les débits caractéristiques calculés pour une année moyenne et des périodes de retour biennale, quinquennale et décennale sèche, ont été comparés par rapport à des seuils indicateurs de la disponibilité des débits maximums de remplissage (définis plus loin).

On a voulu ainsi comparer le régime des écoulements spécifiques du bassin amont, connus à la seule station valide et fonctionnelle qu'est celle du Moulin de Châtre sur la Boutonne, en entrée du système qui nous intéresse et envisagée comme base du modèle hydrologique qui permettra par la suite d'évaluer les impacts, avec celle qu'est le Moulin de Puyrolland sur la Trézence du seul bassin affluent concerné par le projet et par ailleurs représentatif potentiellement des autres, sur lequel une station a pu fonctionner suffisamment d'années.

Dans chacun des tableaux suivants correspondant à des années hydrologiques types, les valeurs de débits caractéristiques de l'écoulement ont été coloriées en fonction de ces indicateurs de disponibilité de la ressource, avant les simulations que nous verrons plus loin.

#### Légende des couleurs de remplissage des cases dans les tableaux suivants :

##### Pour la Boutonne amont

- seuil d'information au Moulin de Châtre : 2 700 l/s
- seuil de remplissage au Moulin de Châtre : 2 200 l/s
- débit fictif remplissage total maximum : 1 300 l/s

(globalement entre le Moulin de Châtre et Carillon)

< 1 300 l/s / < 2 200 l/s / < 2 700 l/s

> 2 700 l/s ==> seuil de remplissage au débit maximum

##### Pour la Haute-Trézence

- débit fictif remplissage R28<sup>25</sup> maximum : 100 l/s

(localement à l'amont de Puyrolland)

<1x : 100 l/s / <2x : 200 l/s / <3x : 300 l/s / <4x : 400 l/s / <5x : 500 l/s / <10 x : 1 000 l/s

> 10x : 1 000 l/s

<sup>25</sup> les forages de remplissage prévus pour la retenue R28 à Bernay-Saint-Martin appartiennent tous à ce bassin affluent

(Année moyenne) MOY	Boutonne amont Pont du Vert / Moulin de Châtre (535 km <sup>2</sup> )		Haute-Trézence Moulin de Puyrolland (75 km <sup>2</sup> )	
	1969 – 2009		1972 – 2004	
	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
<u>Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données continues communes aux deux stations*</u>				
01/10-15/10	1 485	2,775	118	1,573
15/10-31/10	2 813	5,256	297	3,960
01/11-15/11	3 839	7,175	538	7,173
16/11-30/11	5 954	11,128	843	11,24
01/12-15/12	8 360	15,626	1 149	15,32
16/12-31/12	9 934	18,568	1 217	16,226
01/01-15/01	12 549	23,456	1 650	22,000
16/01-31/01	13 024	24,343	1 686	22,480
01/02-15/02	13 857	25,900	1 839	24,520
16/02-29/02	12 029	22,484	1 384	18,453
01/03-15/03	8 413	15,725	834	11,12
16/03-31/03	7 637	14,274	771	10,28
<u>Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données disponibles aux deux stations</u>				
Octobre	2 060	3,910	300	4,054
Novembre	4 470	8,501	930	12,397
Décembre	7 950	15,165	1 310	17,442
Janvier	11 540	21,934	1 710	22,837
Février	11 990	22,828	1 540	20,502
Mars	8 590	16,311	750	9,881
<b>Moyenne Déc/Jan/Fev</b>	<b>10 493</b>	<b>19,613</b>	<b>1 520</b>	<b>20, 260</b>

\* 26 années de référence pour le calcul du débit moyen par quinzaine au Moulin de Puyrolland et au Moulin de Châtre : 10/1972 à 09/1980, 10/1981 à 09/1996, 10/1998 à 09/1999, 10/2002 à 09/2004

- Au regard de la condition 1 (ruissellement général du bassin de la Boutonne), la période de remplissage au débit maximum en année moyenne pourrait démarrer à la mi-octobre,
- Au regard de la condition 2 (ruissellement à l'aval du bassin de la Trézence), la période de disponibilité de débits dix fois plus importants que le débit maximum de remplissage de la retenue R28 se situe en année moyenne de début décembre à fin février.

(Année médiane) F = 0.5 <sup>26</sup>	Boutonne amont Pont du Vert / Moulin de Châtre (535 km <sup>2</sup> )		Haute-Trézence Moulin de Puyrolland (75 km <sup>2</sup> )	
	1969 – 2009		1972 – 2004	
	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données continues communes aux deux stations*				
01/10-15/10	1 156	2.161	17	0.227
15/10-31/10	1 859	3.475	51	0.680
01/11-15/11	2 583	4.828	134	1.787
16/11-30/11	3 838	7.174	228	3.040
01/12-15/12	5 246	9.806	382	5.093
16/12-31/12	6 799	12.708	721	9.613
01/01-15/01	8 327	15.564	923	12.307
16/01-31/01	9 636	18.011	1 122	14.960
01/02-15/02	10 380	19.402	1 200	16.000
16/02-29/02	9 679	18.092	971	12.947
01/03-15/03	7 161	13.385	661	8.813
16/03-31/03	6 279	11.736	546	7.280
Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données disponibles aux deux stations <sup>27</sup>				
Octobre	1 400	2,616	43	0,576
Novembre	2 920	5,457	235	3,133
Décembre	5 370	10,037	737	9,826
Janvier	8 580	16,037	1 150	15,333
Février	9 650	18,037	1 090	14,533
Mars	7 250	13,551	589	7,853
<b>Moyenne Déc/Jan/Fev</b>	<b>7 866</b>	<b>14,702</b>	<b>992</b>	<b>13,226</b>

\* 26 années de référence pour le calcul du débit moyen par quinzaine au Moulin de Puyrolland et au Moulin de Châtre : 10/1972 à 09/1980, 10/1981 à 09/1996, 10/1998 à 09/1999, 10/2002 à 09/2004 / ajustement statistique selon une loi log-normale (Galton) comme celle utilisée par la banque HYDRO pour définir des débits caractéristiques d'étiage, comblement des valeurs nulles par la valeur 1 l/s pour la station de Puyrolland lorsqu'il n'y avait pas d'écoulement observé

- Au regard de la condition 1 (ruissellement général du bassin de la Boutonne), la période de remplissage au débit maximum pourrait au moins une année sur deux démarrer à la mi-novembre,
- Au regard de la condition 2 (ruissellement à l'aval du bassin de la Trézence), la période de disponibilité de débits dix fois plus importants que le débit maximum de remplissage de la retenue R28 serait une année sur deux garantie entre la mi-janvier et la fin février, celle de débits cinq fois plus importants entre la mi-décembre et la fin-mars.

<sup>26</sup> Période de retour de deux ans correspondant à une fréquence statistique de 0,5, c'est à dire que les valeurs de débits du tableau seraient dépassées une année sur deux

<sup>27</sup> Résultats issus de l'application en ligne de la Banque Hydro par ajustement selon une loi de Galton

(Année quinquennale sèche) F = 0,2 <sup>28</sup>	Boutonne amont Pont du Vert / Moulin de Châtre (535 km <sup>2</sup> )		Haute-Trézence Moulin de Puyrolland (75 km <sup>2</sup> )	
	1969 – 2009		1972 – 2004	
	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
<u>Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données continues communes aux deux stations*</u>				
01/10-15/10	616	1.151	3	0.040
15/10-31/10	883	1.650	7	0.093
01/11-15/11	1 198	2.239	23	0.307
16/11-30/11	1 728	3.230	39	0.520
01/12-15/12	2 318	4.333	73	0.973
16/12-31/12	3 229	6.036	277	3.693
01/01-15/01	3 540	6.617	345	4.600
16/01-31/01	4 458	8.333	455	6.067
01/02-15/02	5 168	9.660	492	6.560
16/02-29/02	5 372	10.041	453	6.040
01/03-15/03	4 401	8.226	349	4.653
16/03-31/03	3 690	6.897	263	3.507
<u>Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données disponibles aux deux stations<sup>29</sup></u>				
Octobre	680	1.271	10	0,133
Novembre	1 340	2,504	39	0,520
Décembre	2 490	4,654	257	3,426
Janvier	4 130	7,719	476	6,346
Février	5 330	9,962	502	6,693
Mars	4 310	8,056	312	4,160
<b>Moyenne Déc/Jan/Fev</b>	<b>3 983</b>	<b>7,445</b>	<b>411</b>	<b>5,488</b>

\* 26 années de référence pour le calcul du débit caractéristique par quinzaine au Moulin de Puyrolland et au Moulin de Châtre : 10/1972 à 09/1980, 10/1981 à 09/1996, 10/1998 à 09/1999, 10/2002 à 09/2004 / ajustement statistique selon une loi log-normale (Galton) comme celle utilisée par la banque HYDRO pour définir des débits caractéristiques d'étiage, comblement des valeurs nulles par la valeur 1 l/s pour la station de Puyrolland lorsqu'il n'y avait pas d'écoulement

- Au regard de la condition 1 (ruissellement général du bassin de la Boutonne), la période de remplissage au débit maximum serait garantie quatre années sur cinq à partir de la mi-décembre.
- Au regard de la condition 2 (ruissellement à l'aval du bassin de la Trézence), la période de disponibilité de débits seulement quatre fois plus importants que le débit de remplissage maximum de la retenue R28 ne serait garantie quatre années sur cinq que sur de la première quinzaine de janvier à la deuxième quinzaine de février, les débits disponibles diminuant d'une tranche chaque quinzaine avant et après cette période, pour une disponibilité de deux fois ce débit maximum de mi-décembre à fin mars.

<sup>28</sup> Période de retour de cinq ans correspondant à une fréquence statistique de 0,2, c'est à dire que les valeurs de débits du tableau seraient dépassées quatre années sur cinq

<sup>29</sup> Résultats issus de l'application en ligne de la Banque Hydro par ajustement selon une loi de Galton

(Année décennale sèche) F = 0,1 <sup>30</sup>	Boutonne amont Pont du Vert / Moulin de Châtre (535 km <sup>2</sup> )		Haute-Trézence Moulin de Puyrolland (75 km <sup>2</sup> )	
	1969 2009		1972 2004	
	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )	Débit moyen mensuel (l/s)	Débit spécifique (l/s/km <sup>2</sup> )
<u>Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données continues communes aux deux stations*</u>				
01/10-15/10	443	0,828	1	0,013
15/10-31/10	598	1,118	3	0,040
01/11-15/11	801	1,497	9	0,120
16/11-30/11	1 138	2,127	15	0,200
01/12-15/12	1 512	2,826	30	0,400
16/12-31/12	2 187	4,088	168	2,240
01/01-15/01	2 263	4,230	206	2,747
16/01-31/01	2 978	5,566	284	3,787
01/02-15/02	3 588	6,707	308	4,107
16/02-29/02	3 948	7,379	304	4,053
01/03-15/03	3 412	6,378	250	3,333
16/03-31/03	2 794	5,222	180	2,400
<u>Données issues de la banque hydro calculées sur toute la période de données disponibles aux deux stations<sup>31</sup></u>				
Octobre	460	0,859	2	0,026
Novembre	895	1,672	15	0,200
Décembre	1 660	3,102	147	1,96
Janvier	2 810	5,252	476	6,346
Février	3 900	7,289	335	4,466
Mars	3 280	6,130	224	2,986
<b>Moyenne Déc/Jan/Fev</b>	<b>2 790</b>	<b>5,214</b>	<b>319</b>	<b>4,257</b>

\* 26 Années de référence pour le calcul du débit caractéristique par quinzaine au Moulin de Puyrolland et au Moulin de Châtre : 10/1972 à 09/1980, 10/1981 à 09/1996, 10/1998 à 09/1999, 10/2002 à 09/2004 / ajustement statistique selon une loi log-normale (Galton) comme celle utilisée par la banque HYDRO pour définir des débits caractéristiques d'étiage, comblement des valeurs nulles par la valeur 1 l/s pour la station de Puyrolland lorsqu'il n'y avait pas d'écoulement observé

- Au regard de la condition 1 (ruissellement général du bassin de la Boutonne), la période de remplissage au débit maximum serait garantie 9 années sur dix à partir de la mi-janvier,
- Au regard de la condition 2 (ruissellement à l'aval du bassin de la Trézence), la période de disponibilité de débits trois fois plus importants que le débit maximum de remplissage de la retenue R28 ne serait garantie qu'au mois de février, pour une disponibilité de deux fois ce débit maximum de début janvier à mi-mars.

<sup>30</sup> Période de retour de dix ans correspondant à une fréquence statistique de 0,1, c'est à dire que les valeurs de débits du tableau seraient dépassées neuf années sur dix

<sup>31</sup> Résultats issus de l'application en ligne de la Banque Hydro par ajustement selon une loi de Galton

Ces premières observations statistiques nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

- **la Trézence**, dont le bassin considéré, affluent de la Boutonne aval et **comparable du point de vue hydrogéologique aux bassins affluents de la Boutonne moyenne** est plus petit que celui de la Boutonne amont, **ruisselle plus tard et moins en hautes eaux, et se tarit plus vite, surtout en années sèches**,
- l'analyse des débits moyens et décennaux secs à l'échelle bi-mensuelle permet toutefois de définir la **période de hautes eaux où les débits spécifiques sont du même ordre de grandeur, du mois de Décembre au mois de Février**.

Pour valider une répartition « étalée » sur les bassins affluents et le long de la vallée de la Boutonne des prélèvements pour le remplissage et de la « pression » qu'ils exercent sur la ressource en période toutefois normalement excédentaire, nous comparerons par la suite cette « pression » au débits caractéristiques suivant :

- Débit spécifique moyen sur la période Décembre/Janvier/Février : 20 l/s/km<sup>2</sup> ;
- Débit spécifique décennal sec sur la période Décembre/Janvier/Février : 5 l/s/km<sup>2</sup>.

### 2.3.5- Données historiques ponctuelles de jaugeage

Les seules données de débits historiques relatives aux affluents de la Boutonne moyenne sont accessibles dans les trois dossiers suivants de points de jaugeages recensés à la Banque du Sous-Sol :

#### 2.3.5.1- Boutonne à Saint-Pardoult (728,5 km<sup>2</sup>)

Date	Heure	Débit mesuré	Débit spécifique	QMJ au Vert	Débit spécifique
05/07/1967	?	1 469 l/s	2,016 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
02/08/1967	10 :00 - 15 :30	1 041 l/s	1,429 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
14/09/1967	08 :30 – 10 :00	900 l/s	1,235 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
12/10/1967	09 :00 – 10 :30	1 250 l/s	1,716 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
28/03/1968	14 :30 – 15 :30	8 899 l/s	12,216 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
05/08/1968	11 :30 – 15 :00	1 740 l/s	2,388 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
03/10/1968	11 :30 – 14 :30	2 521 l/s	3,461 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
29/08/1969	11 :00 – 14 :00	986 l/s	1,353 l/s/km <sup>2</sup>	1 680 l/s	3,212 l/s/km <sup>2</sup>

#### 2.3.5.2- Padôme à Vervant (31,5 km<sup>2</sup>)

Date	Heure	Débit	Débit spécifique	QMJ au Vert	Débit spécifique
26/09/1968	15 :30	41 l/s	1,30 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
03/10/1968	15 :30	68 l/s	2,15 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.

#### 2.3.5.3- Nie à Varaize (58 km<sup>2</sup>)

Date	Heure	Débit	Débit spécifique	QMJ au Vert	Débit spécifique
03/08/1967	11 :00	20 l/s	0,345 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
23/03/1968	13 :00	326 l/s	5,621 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
09/08/1968	16 :30	41 l/s	0,707 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
03/10/1968	10 :30	26 l/s	0,448 l/s/km <sup>2</sup>	n.d.	n.d.
27/03/1970	15 :00	578 l/s	9,966 l/s/km <sup>2</sup>	9 450 l/s	18,068 l/s/km <sup>2</sup>
01/07/1970	15 :30	98 l/s	1,690 l/s/km <sup>2</sup>	2 480 l/s	4,741 l/s/km <sup>2</sup>
22/07/1970	16 :30	48 l/s	0,828 l/s/km <sup>2</sup>	1 170 l/s	2,237 l/s/km <sup>2</sup>
21/08/1970	11 :30	14 l/s	0,241 l/s/km <sup>2</sup>	1 120 l/s	2,141 l/s/km <sup>2</sup>

#### 2.3.5.4- Conclusion sur les données historiques de jaugeages intermédiaires

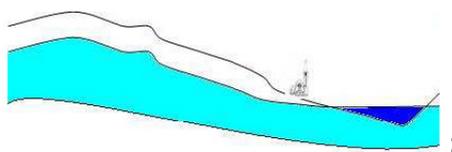
Ces débits spécifiques issus de données historiques disponibles dans la Banque du Sous-Sol du BRGM ne peuvent être comparées en période hivernale aux stations hydrologiques de la Banque Hydro qui ne démarrent qu'au cours de l'année 1969.

Sur les mesures effectuées en été, les débits spécifiques sont cependant tous plus faibles à l'aval qu'au Vert, sur les affluents, comme sur la Boutonne.

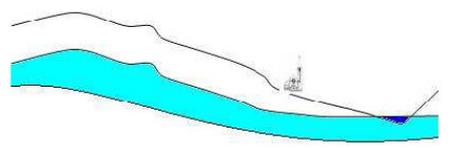
### 2.3.6- Description du fonctionnement hydrologique et des asssecs des cours d'eau

L'étude sur l'historique des assèchements de cours d'eau sur le bassin de la boutonne, réalisée par le SYMBO dans le cadre du SAGE en 2007 a schématisé ainsi le fonctionnement des asssecs qui affectent les cours d'eau en relation avec la nappe :

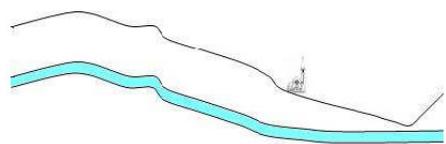
- en situation de crue (les cours d'eau alimentent globalement la nappe) :



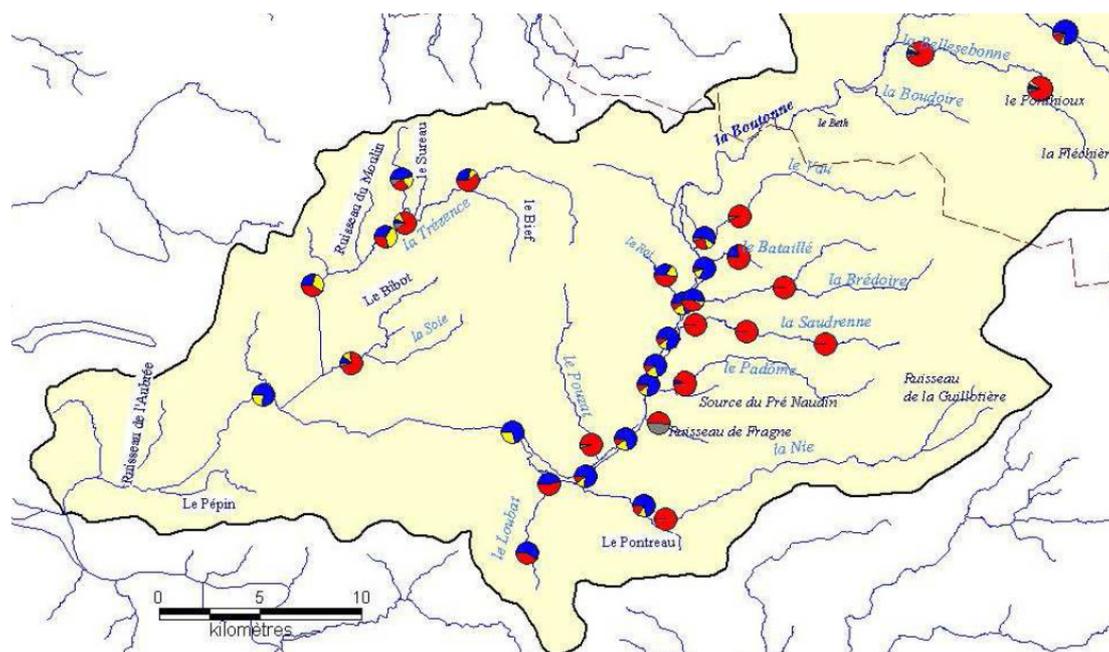
- en situation d'étiage (la nappe alimente globalement les cours d'eau) :



- en situation de sécheresse (sous l'effet des prélèvements/sécheresse) :



Au moment de l'étiage, une partie du linéaire des cours d'eau est ainsi affectée, l'analyse suivante des fréquences de ruptures d'écoulement (en jaune) et d'asssecs (en rouge) a été faite sur 17 années de 1990 à 2006 par l'ONEMA :



L'apparition de ces assecs, caractéristique du fonctionnement normal en fin de période d'étiage, serait plus importante et plus avancée dans la saison depuis l'augmentation des prélèvements en nappe des dernières décennies. D'après les réunions publiques organisées dans le cadre de ces études, ces cours d'eau affluents couleraient cependant en permanence en période hivernale, même si leur re-calibrage à l'occasion des aménagements de remembrement agricole les aurait rendus plus sensibles à l'assèchement.

Les éléments descriptifs suivants sont extraits du rapport de ces réunions, pour les affluents et partie du cours de la Boutonne concernés par le remplissage hivernal des retenues du présent projet de substitution, qui ne présentaient pas d'assecs avant les années 70/80 et subissent actuellement des assèchements chroniques\* :

#### BOUTONNE MOYENNE

- **La Boutonne moyenne\*** : « Cette rivière a connu des assecs en 1989, 1990, 1991, 1995 et 1996. (...) Au lieu-dit la Fosse, près de Coivert, un bras de la Boutonne est à sec un mois ou deux tous les étés, depuis le tout début des années 1980, soit depuis l'intensification des prélèvements d'eau. » « La Boutonne a connu des assecs de Nuaillé-sur-Boutonne au bief de Passavant les années 1989, 1990, 1991, 1992, 1995 et 1996. (...) Auparavant, en été, les niveaux d'eau étaient bas mais pas à ces niveaux là, même en 1976. »

#### SOUS-BASSIN BATAILLE-BREDOIRE

- **Le Bataillé\*** : « Ce cours d'eau court environ dix mois sur douze, mais en 2006, l'eau a coulé toute l'année. Recalibré en 1988 sur une portion allant de la fontaine Saint Martin au lavoir, il s'assèche régulièrement. Quelques sources alimentent ce cours d'eau, qui est bien en eau au niveau de Moissay. Dans les années 1960, le Bataillé était toujours en eau. »
- **Le Palud (affluent de la Brédoire)** : « Depuis sa source jusqu'au niveau de la route départementale (D121), le Palud montre un fonctionnement hydraulique uniquement lié à la pluviométrie. Les sources situées au lieu-dit « le Palud » alimentent le cours d'eau du mois d'octobre à la fin du mois de mai. Les assèchements réguliers (tous les ans) débutent par l'aval, à la Cressonnière. La source de Pinsenelle est toujours en eau. En été, c'est la STEP de la Pinsenelle qui alimente le cours d'eau sur 300m. Dans les années 1960, ce cours d'eau présentait quelques tarissements naturels ou étiages sévères mais moins étalés dans le temps. Aujourd'hui, les assecs sont plus précoces et peuvent durer plus longtemps. »

- **La Brédoire\*** : « De sa source située en forêt d'Aulnay jusqu'à Saint Mandé, le fonctionnement serait (...) dépendant entièrement de la pluviométrie. A Saint Mandé, une des sources importante de la Brédoire alimente le cours d'eau : la fontaine Saint Aubin. Plusieurs autres sources alimentent tout son cours jusqu'à Aulnay. Cette portion est à sec depuis le mois de juin jusqu'au mois de septembre, et ce tous les ans. (...) Entre Saint Mandé et Aulnay, les assèchements durent du mois de juin au mois d'octobre alors que dans les années 1960, seuls les mois d'août et septembre subissaient les étiages sévères. Entre Aulnay et la Cressonnière, quelques « sources » comme celle du « Pré Contau » issues des drainages des terres de l'ancien lit alimentent le cours d'eau. Le remembrement a eu lieu en 1968, et le drainage en 1986. La source de Rocherou, caractérisée par un important débit, a connu un seul tarissement en 1976 et de nombreux depuis le début des années 1980. La source de la Cressonnière montre un tarissement ces dernières années. (...) La fontaine à Piron (à proximité de la grande Oulme) coule faiblement actuellement l'été. Son écoulement ne participe pas visiblement à la Brédoire, mais l'eau alimente les champs aux alentours. Auparavant cette source ne tarissait pas, tandis qu'aujourd'hui oui. Près de la Vacherie, les fossés sont toujours en eau. La source de la Bournaise à Réveillon ne connaît aucun tarissement. A l'époque actuelle, la portion du cours d'eau situé entre Nuailles-sur-Boutonne et Réveillon s'assèche. Elle commence à s'assécher par la partie aval, soit Nuailles-sur-Boutonne. »

#### BASSIN SAUDRENNE

- **La Saudrenne\*** : « Ce cours d'eau prend sa source à hauteur de Villemorin. Ce cours d'eau présente des assecs réguliers entre les mois de juin et septembre. A Villarçay, une irrigation des prairies était réalisée par de multiples déviations du cours d'eau grâce à des bouchots. Depuis, un curage de la rivière a été effectué. Le lit de la rivière est maintenant homogène. Au niveau du Grand Virollet, une partie du cours d'eau qui ne s'asséchait jamais présentait un faciès irrégulier caractérisé par la présence de fosses aux endroits les plus sableux. Cette portion a été à sec une seule fois dans les années 1970 pendant les mois d'août et septembre. Depuis, cette même portion a été recalibrée. Aujourd'hui, ce tronçon, près du Grand Virollet, est à sec depuis le mois de juin jusqu'au mois d'octobre parfois jusqu'à décembre, en fonction de la pluviométrie automnale. En 1956, l'été était pluvieux et la Saudrenne était en eau. Parallèlement, le niveau d'eau dans certains puits était extrêmement bas. En 1921, les puits étaient taris. A l'époque, un puits situé à Villarçay ne tarissait jamais et depuis 15 ans, il tarit. La partie proche de Villemorin n'a pas connu de re-calibrage. »

#### BASSIN DU PADÔME

- **Le Padôme\*** : « Actuellement, les assèchements sont repérés à partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre ou novembre, suivant la pluviométrie. Au lieu dit « dessus les Prés » (à l'aval de Paillé), des assèchements ont été observés dans les années 1960, mais aucun sur une autre portion du cours d'eau. Depuis, un remembrement et un re-profilage du cours d'eau ont été réalisés. »

### BASSIN DU POUZAT

- **Le Pouzat** : « Ce cours d'eau est à sec d'avril à septembre depuis 4 ans, tandis que l'eau coulait auparavant. En 1998, des travaux de remise en état du Pouzat ont été effectués afin de déplacer le lit, aujourd'hui surélevé. Le cours d'eau a également été re-calibré pendant le remembrement. A l'aval du Pouzat, un bief alimenté par un déversoir a été bouché. L'eau s'écoule aujourd'hui uniquement dans le cours principal et n'arrive plus au moulin. »

### BASSIN DE LA NIE

- **Le Pontreau (affluent de la Nie)** : « Il s'agit d'un affluent de la Nie à hauteur du lieu-dit de la Richardière. Ce cours d'eau, alimenté par des sources, est à sec à partir du mois de mai à la période actuelle. »
- **La Nie** : « La Nie prend sa source dans le bourg de Néré où il y a un lavoir. En 1954, ce cours d'eau ne coupait pas, mais depuis les années 1983-84, des assecs sont constatés chaque année en juillet et en août. Ces assèchements ont été les plus intenses dans les années 1990, mais depuis 7 ou 8 années, ils sont repérés plus tardivement dans la saison. Cela est peut-être à relier avec la diminution du nombre d'irrigants sur les lieux. Lorsque les cours d'eau sont asséchés, les sources donnent très peu d'eau, simplement un filet qui alimente le lavoir. Un riverain signale le comportement similaire des sources de la Nie et celles se trouvant sur le bassin versant de l'Antenne. Un étang est alimenté par des sources près du puits du château d'eau. En hiver ces sources montent en pression et déstabilisent le sol de l'étang. »

### BOUTONNE AVAL

- **La Trézence\* (affluent de la Boutonne)** : « Elle prend sa source à hauteur de Loulay. Cette rivière entièrement redressée et recalibrée, serpentait autrefois dans les plaines » ;
- **La Boutonne aval** : « Avant la construction du barrage de Carillon, une portion de la Boutonne était soumise aux effets des marées. L'été, seul un filet d'eau pouvait être observé. Un plan d'eau permanent existe aujourd'hui grâce à la construction du barrage. En été, une baisse rapide du niveau de ce plan d'eau est observée à raison de 1 cm par jour. Certains réseaux de fossés sont à secs, peut-être en raison de l'absence de curage. Plusieurs sources alimentent ce marais (...) il existe un ruisseau intermittent sur la partie amont de la Vacherie, l'Aubrée, caractérisé par un petit débit. Sa source se situe à la fontaine à la Vieille. »

### 2.3.7- Débits réglementaires à la station du Moulin de Châtre

Les débits réglementaires suivants à la station du Moulin de Châtre sont considérés dans le cadre de gestion de la ressource en eau du bassin versant de la Boutonne en Charente-Maritime (17) et pour la zone 8a dans les Deux-Sèvres, pour la gestion de printemps (du 1<sup>er</sup> avril au 15 juin) et estivale (du 16 juin au 31 septembre) des prélèvements agricoles superficiels en eau de surface (ESU) et dans les eaux souterraines directement liée (ESO) :

- Seuil d'information dans les Deux-Sèvres et de mise en place d'une cellule de vigilance puis de mesures appropriées en Charente-Maritime pour la gestion de printemps : **Seuil Info / Vigilance à 2,70 m<sup>3</sup>/s** ;
- **Seuil de coupure (arrêt total) en gestion de printemps** et du premier seuil d'alerte ou débit seuil d'alerte (DSA) en gestion estivale (mesures de restrictions consistant en des réductions du volume autorisé restant) : Débit Objectif d'Etiage (DOE<sup>32</sup>) à **0,80 m<sup>3</sup>/s** ;
- **Débit Objectif d'Etiage révisé (DOE)** dans le SDAGE 2010-2015 à **0,68 m<sup>3</sup>/s** ;
- **Deuxième seuil d'alerte ou débit intermédiaire (DI) en gestion estivale** (mesures de restrictions consistant en des réductions supplémentaires du volume) à **0,60 m<sup>3</sup>/s** ;
- **Seuil de coupure (arrêt total) en gestion estivale** à **0,42 m<sup>3</sup>/s** ;
- **Débit de Crise Réglementaire (DCR<sup>33</sup>)** à **0,40 m<sup>3</sup>/s**.

### 2.3.8- Débits moyens caractéristiques à la station du Moulin de Châtre (535 km<sup>2</sup>)

Modules inter-annuels naturels – données calculées sur 41 ans (1969-2009) :

Fréquence Quinquennale sèche : 4,100 m<sup>3</sup>/s soit 7,7 l/s/km<sup>2</sup> ou 129 mm

Module (moyenne) : 5,480 soit 10,2 l/s/km<sup>2</sup> ou 173 mm

Fréquence médiane : 5,500 m<sup>3</sup>/s soit 10,3 l/s/km<sup>2</sup> ou 173 mm

Fréquence quinquennale humide : 7,100 m<sup>3</sup>/s soit 13,3 l/s/km<sup>2</sup> ou 224 mm

Débits moyens sur la période du 16/11 au 31/03 – données calculées sur 26 ans par quinzaine :

Fréquence décennale sèche : 2,646 m<sup>3</sup>/s soit 4,9 l/s/km<sup>2</sup> ou 31 mm

Fréquence quinquennale sèche : 3,767 m<sup>3</sup>/s soit 7,0 l/s/km<sup>2</sup> ou 44 mm

Fréquence médiane : 7,482 m<sup>3</sup>/s soit 14,0 l/s/km<sup>2</sup> ou 87 mm

Module (moyenne) : 10,195 m<sup>3</sup>/s soit 19,1 l/s/km<sup>2</sup> ou 119 mm

<sup>32</sup> Le DOE est la valeur de débit mensuelle au-dessus de laquelle sont assurés la coexistence normale de tous les usages et le bon fonctionnement du milieu aquatique, et qui devrait être respectée au moins 8 années sur 10.

<sup>33</sup> Le DCR est la valeur de débit journalière en-dessous de laquelle sont mis en péril l'alimentation en eau potable et la survie des espèces présentes dans le milieu, et qu'il convient donc de ne pas franchir en appliquant toute mesure préalable.

### 2.3.9- Débits seuil proposé pour le remplissage des retenues à l'amont

Le projet de substitution des prélèvements à l'amont dans le département des Deux Sèvres a proposé de fixer un débit seuil à partir duquel le remplissage des retenues peut être effectué à : **Seuil de remplissage à 2,2 m<sup>3</sup>/s**. Le débit maximum de prélèvement concernant les eaux superficielles (ESU et ESO) de ce projet, de l'ordre de 0,4 m<sup>3</sup>/s sera adapté au voisinage de cette valeur et la période la plus favorable permettant d'envisager un remplissage complet des ouvrages 9 années sur 10 qui a été analysée est celle du 16 octobre au 15 avril.

Le volume de stockage utile concerné à prélever en eaux superficielles et nappe d'accompagnement représente environ 1,95 Mm<sup>3</sup> pour une période de remplissage « autorisée » d'une durée de six mois et demi du 1<sup>er</sup> octobre au 15 avril.

### 2.3.10- Evolution des volumes autorisés pour les prélèvements agricoles

L'objectif du Plan de Gestion des Etiages établi en 2004 sur le bassin de la Charente était d'atteindre un volume prélevé de 2,8 Mm<sup>3</sup> sur le bassin de la Boutonne, hors zone Infra dans les Deux Sèvres, ou de 2,7 Mm<sup>3</sup> du 15/06 au 31/09.

Ainsi, les volumes autorisés et déclarés pour la redevance prélèvement à l'AEAG sont réduits d'année en année, de la manière suivante sur la partie Charente-Maritime du bassin de la Boutonne :

- 16,3 Mm<sup>3</sup> en 2006 pour un volume prélevé de 11,5 Mm<sup>3</sup>,
- 15,0 Mm<sup>3</sup> en 2007 pour un volume prélevé de 7,1 Mm<sup>3</sup>,
- 13,4 Mm<sup>3</sup> en 2008 pour un volume prélevé de 8,2 Mm<sup>3</sup>.

Pour mémoire, les volumes prélevés les années précédentes sur cette même partie du bassin étaient les suivants :

- 2001 : 18,2 Mm<sup>3</sup>,
- 2002 : 13,9 Mm<sup>3</sup>,
- 2003 : 15,1 Mm<sup>3</sup>,
- 2004 : 15,8 Mm<sup>3</sup>,
- 2005 : 11,9 Mm<sup>3</sup>.

### 2.3.11- Augmentation des ressources disponibles (retenues de substitution)

D'après le rapport du tableau de bord de suivi du SAGE pour l'année 2008, un volume actuel de 664 000 m<sup>3</sup> serait déjà stocké dans 8 retenues de substitution autorisées sur la partie en Charente-Maritime du bassin de la Boutonne.

Le volume de stockage du présent projet porté par l'ASA de la Boutonne en Charente-Maritime représentait à l'origine 6,5 Mm<sup>3</sup>, tandis que le projet de retenues dans les Deux Sèvres autorisé le 4 octobre 2007 porterait sur 2,4 Mm<sup>3</sup>.

### 2.3.12- Volumes prélevables définis dans le cadre du SAGE Boutonne

La Commission Locale de l'Eau (CLE) du Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau du bassin de la Boutonne (SAGE Boutonne), réunie en séance plénière le 11 janvier 2010, a défini les volumes prélevables suivants pour l'agriculture :

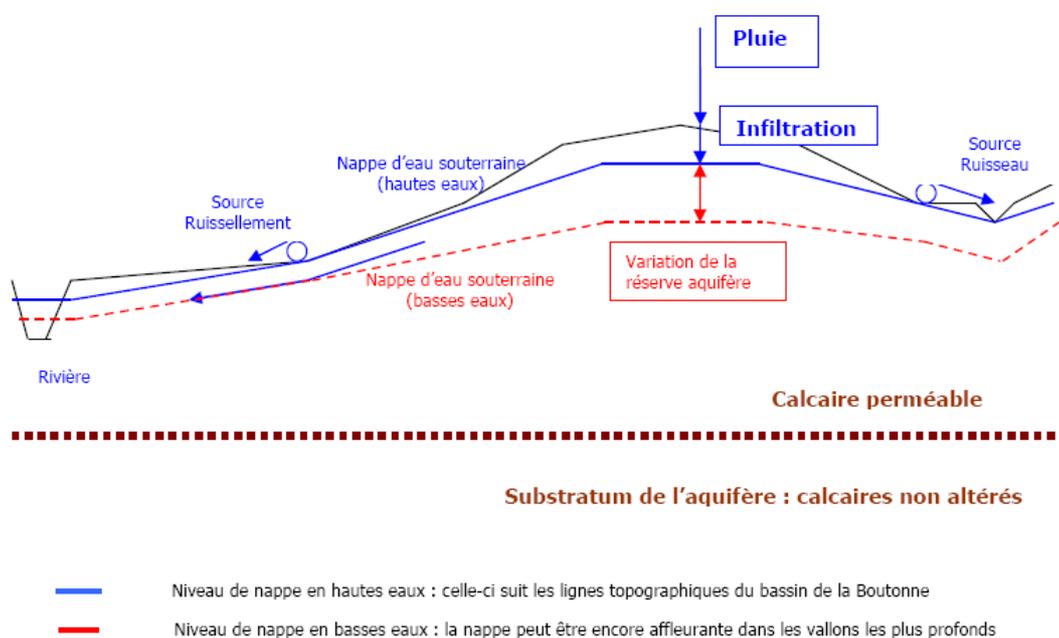
- 0,75 à 3,8 Mm<sup>3</sup> pour les eaux superficielles et la nappe d'accompagnement du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre (printemps et été) ;
- 3,1 Mm<sup>3</sup> en incluant également la nappe de l'Infratoarcien en Deux Sèvres en hiver par rapport notamment aux besoins de remplissage total du projet de retenues dans les Deux-Sèvres, volume qui sera « révisé dès que les autres projets de retenues de substitution auront obtenus l'autorisation préfectorale validant les études d'impact ».

## 2.4- Considérations actuelles

L'étude d'impact initiale décrit les impacts globaux du projet sur la nappe phréatique et la Boutonne, que la présente étude cherche à compléter suite aux questions de la DISE, en ce qui concerne particulièrement les impacts locaux du remplissage hivernal sur la vallée de la Boutonne et ses bassins affluents, de l'amont vers l'aval.

### 2.4.1- Conclusions de la première étude d'impact (BURGEAP)

Le schéma hydrogéologique de l'aquifère du Malm suivant a été proposé :



Ce modèle considère une nappe continue et présente tout au long de l'année sur tout le domaine d'étude<sup>34</sup>, mais dont l'orientation de l'écoulement change sensiblement entre les périodes de hautes eaux (vers la partie aval drainante et encore en eau des ruisseaux) et de basses eaux (vers la Boutonne lorsque tout le cours d'eau est asséché).

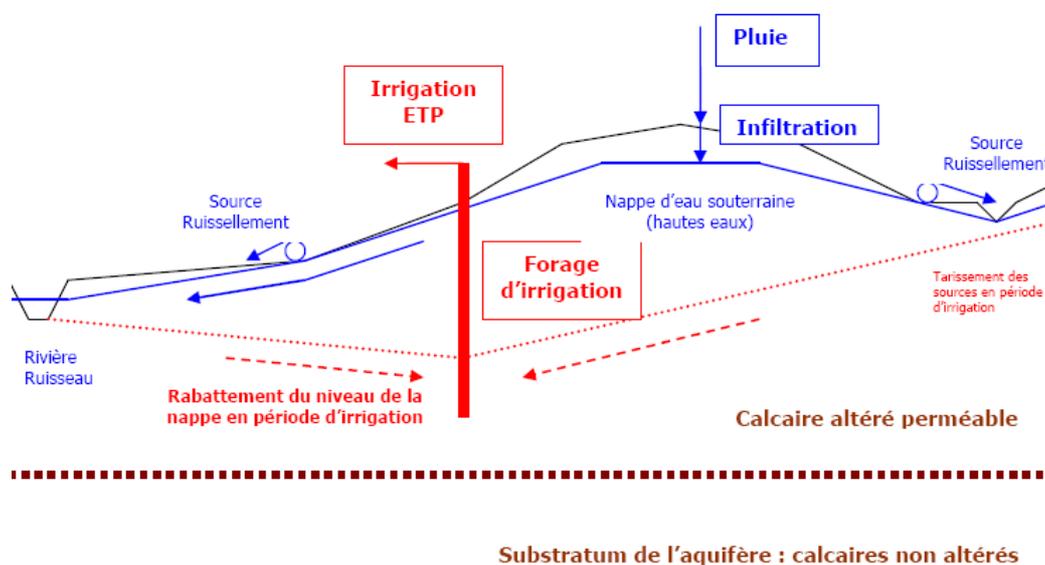
<sup>34</sup> ce modèle ne prend pas en compte le tarissement complet de la nappe qui peut se produire aux interfluves et compartimenter la nappe en bassins affluents (cf. cartes piézométriques d'étiage des thèses de Mazeau et Orsingher) dont des extraits sont repris dans les rapports d'étude d'impact initiale et de projet concernant chaque retenue)

En se plaçant au niveau de la Boutonne, avec un bassin intermédiaire de 785 km<sup>2</sup> entre le Moulin de Châtre et Carillon, dont le débit spécifique caractéristique est estimé à 10,3 l/s/km<sup>2</sup> à partir des seules données fiables au Moulin de Châtre, le débit de hautes eaux de la nappe en période hivernale est considéré comme équivalent à celui cumulé des affluents rive gauche et rive droite et égal à 4 m<sup>3</sup>/s, soit un coefficient de ruissellement sur le bassin moyen et aval de 50 %, tandis que la totalité de l'écoulement (souterrain en nappe d'accompagnement et de surface en cours d'eau) est considéré comme ruisselant au Moulin de Châtre, qui constitue du point de vue géomorphologique un verrou avec le resserrement de la vallée à cet endroit.

Avec un remplissage des retenues au débit de pompage hivernal de 1,33 m<sup>3</sup>/s, le débit représenterait selon l'étude d'impact initiale moins de 35 % du débit de la nappe en période de hautes eaux. L'impact global de ces prélèvements sur le débit moyen de la Boutonne est donné pour les mois de janvier (- 5,5 %) et février (- 7 %) si le remplissage était concentré sur ces deux mois seulement.

Cette incidence négative en période de remplissage, inférieure à 10 %, est mis en balance avec l'incidence positive de la substitution de 0,6 m<sup>3</sup>/s de prélèvements estivaux donné pour les mois de juin (+ 11,8 %), juillet (+ 25 %), août (+ 40 %) et septembre (+33,3 %) si la substitution s'appliquait à ces quatre mois seulement.

Pour préciser cette évaluation, l'influence des rabattements en pompage a été présentée de la manière suivante :



Selon ce modèle, le rabattement du niveau de la nappe en période d'irrigation :

- accentue le tarissement des sources en période d'été,
- sollicite la rivière (Boutonne) et les ruisseaux (affluents).

Les incidences du remplissage hivernal à partir de la nappe ont été estimées (cf. Chapitre 12.4 et Annexe 11 du rapport d'étude d'impact initiale) à partir d'applications de la formule de Jacob (présentée précédemment) et de paramètres hydrodynamiques de la nappe (Transmissivité et Emmagasinement) régionalisés pour les sous-bassins « moyen »<sup>35</sup> et « aval »<sup>36</sup>, pour des temps de pompage compatibles avec les débits des forages de remplissage des réserves :

- au niveau local pour chaque réserve en termes de rabattement<sup>37</sup> (maximal) à un mètre du forage de remplissage le plus important au bout du temps de remplissage (minimal) :

⇒ rabattement maximums compris entre 0,57 et 6,6 m (moyenne de 3,6 m) ;

*(Rq1 : ce rabattement maximal - estimé à une distance d'un mètre pour des besoins pratiques de validité de la formule de Jacob (inapplicable au point zéro) - du forage le plus pompé s'estompe progressivement en s'éloignant des forages pompés)*

⇒ rayon d'action moyen de l'ordre de 2 340 m autour des forages pompés.

*(Rq2 : ce rayon d'action potentiel ou le rabattement serait non négligeable est défini par inversion de la formule de Jacob qui elle-même correspond à un développement limité plus accessible de la formule théorique de Theis et dépend uniquement du temps et des paramètres de l'aquifère)*

**Ces deux paramètres caractérisent à titre indicatif les dimensions maximales aux extrémités du cône théorique de rabattement sans prendre en compte les limites d'alimentation que constituent la rivière et les ruisseaux en eau.**

- au niveau global sur le débit de la Boutonne par une estimation des volumes soustraits à la rivière (directement ou via les ruisseaux affluents) pendant le remplissage hivernal :

⇒ **débit moyen soutiré de 0,43 % au Moulin de Châtre** (Q MDC sur un bassin de 535 km<sup>2</sup>) influencé par le remplissage de la retenue R5 à l'amont de cette station ;

⇒ **débit moyen soutiré de l'ordre de 5 % à Saint Jean d'Angély** (Q SJA sur un bassin de 949 km<sup>2</sup>) influencé par le remplissage des retenues du bassin « moyen » et R5 à l'amont de cette station ;

⇒ **débit moyen soutiré de l'ordre de 4,1 % à Cabariot** (Q SJA x 1320/949 sur un bassin 1320 km<sup>2</sup>) influencé par le remplissage des retenues des bassins « aval », « moyen » et R5 à l'amont de cette station.

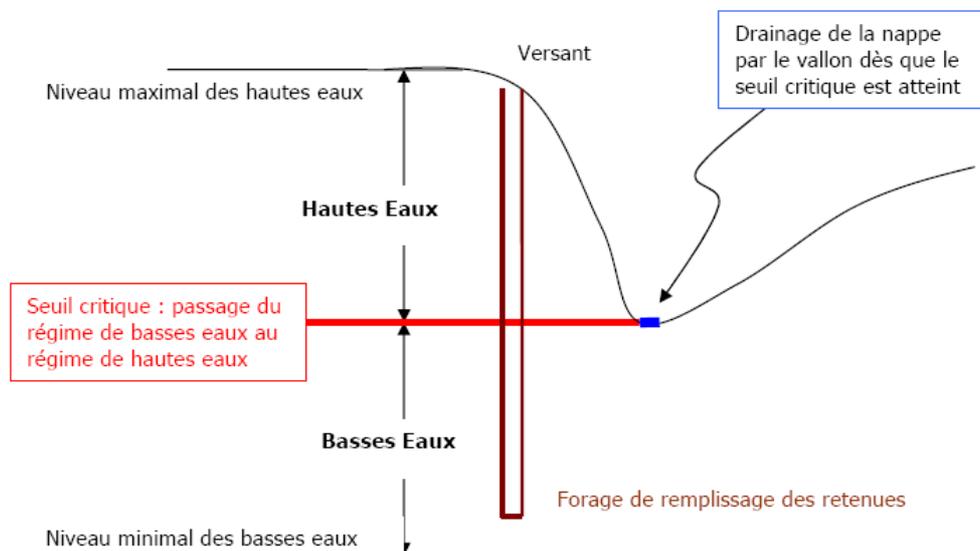
**Ces estimations des volumes soutirés à la rivière ou à ses ruisseaux affluents sont basées sur un calcul de la part du volume pompé soustrait au cours d'eau - depuis la sollicitation de cette limite d'alimentation - comprise entre 35 et 99 % suivant la distance hydraulique depuis les forages de pompage.**

<sup>35</sup> entre Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély : T = 1.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s ; S = 2 %

<sup>36</sup> entre Saint-Jean d'Angély et Carillon : T = 4.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s ; S = 5 %

<sup>37</sup> ce calcul ne prend en compte ni les limites éventuelles d'alimentation ou étanques, ni la forme du cône de rabattement (la définition du rayon d'action est liée essentiellement au développement limité de la formule de Jacob)

En considérant que le remplissage se fera en période excédentaire, caractérisée par une nappe reconstituée et un drainage par les cours d'eau (sources, vallons) par conséquent en écoulement, le schéma suivant de principe d'un seuil critique des hautes eaux a été proposé :



Un réseau de sept piézomètres implantés à proximité de points de contrôle des vallons affluents, d'interfluves ou dans la vallée moyenne de la Boutonne est proposé (cf. Tableau 21 de l'étude d'impact initiale) pour définir ce seuil critique calé à partir d'une période d'observation de deux années.

Dans le cas, envisagé en l'absence d'informations, où un phénomène d'écoulement sous-alluvial peut exister sous les vallons affluents, ce seuil critique a été proposé pour la première année de mise en service à :

- **Seuil critique** = (égale à) **Cote NGF du point de drainage** – (moins) **3 mètres**.

Cette marge de 3 mètres est censée prendre en compte le sous-écoulement des cours d'eau affluents en l'absence d'éléments sur ce phénomène qui seront apportés par des suivis piézométriques en sept points de contrôle préconisés à l'aval des bassins affluents.

Le rapport insiste ainsi sur l'utilité d'une modélisation numérique du système aquifère de la Boutonne et la nécessité de suivis piézométriques pour valider la définition de ces points et seuils de gestion des forages de remplissage des retenues.

Il est envisagé que la période de remplissage soit concentrée sur les deux premiers mois de janvier et février de la période excédentaire identifiée de janvier à mars à partir du bilan hydrologique (rappelé précédemment).

## 2.4.2- Eléments apportés par les études de phase projet (ANTEA)

Des mesures piézométriques ont été réalisées du 29 novembre 2005 au mai 2006 pour les projets équipés d'un dispositif de mesure automatique en continu (suivi uniquement des « hautes eaux » hivernales et des « moyennes eaux » caractéristiques de la vidange de printemps) et entre février et mai 2006 (suivi seulement sur la fin de cette période) pour les projets dont les relevés manuels ponctuels était assuré par les exploitants agricoles.

Les éléments principaux de volumes et phasage des projets de réserves sont mis à jour dans un fichier intitulé « Volume et phasage travaux » initialement édité par l'assistant au maître d'ouvrage (DDAF) et mis à jour par nos soins au fur et à mesure des modifications transmises par le maître d'ouvrage (ASA) au cours de l'année 2009. Ce tableau arrêté en décembre 2009 est disponible en annexe.

Outre un volume de lestage (V1) permanent des retenues nécessaire pour la mise en tension de la bêche et son humidification d'une épaisseur de un mètre, qui devra être rempli lors de la réalisation des réserves, il avait dans ce rapport été fortement recommandé de disposer d'un volume de pré-remplissage correspondant au volume de rééquilibrage des pressions (V2) fin-novembre en débutant les opérations de remplissage mi-septembre, pour protéger contre les sous-pressions éventuelles les retenues pour lesquelles le niveau de plus hautes eaux de la nappe dépasserait le fond. Le volume total est complété par un volume (V3) rempli au cours de la période excédentaire des deux mois de janvier et février.

***D'après ce tableau, les volumes de pré-remplissage pour la sécurité des ouvrages sont néanmoins relativement réduits :***

- ***le volume de lestage (V1) varie entre 1 350 et 10 280 m<sup>3</sup>, ce qui représente au maximum une semaine uniquement lors du premier remplissage à un débit de l'ordre de 8 à 60 m<sup>3</sup>/h ;***
- ***le volume de rééquilibrage (V2) varie entre 2 486 et 31 520 m<sup>3</sup>, ce qui représente au maximum deux semaines uniquement lors des utilisations exceptionnelles de la totalité du volume utile (V2 +V3) à un débit de 8 à 90 m<sup>3</sup>/h.***

Le projet est prévu en trois phases et les travaux de terrassement devraient alors commencer à partir du mois de main, avec les volumes utiles (V2+V3) renouvelable chaque année suivant :

- Tranche 1 opérationnelle pour la campagne 2011 : 6 retenues<sup>38</sup> pour 2,196 Mm<sup>3</sup> ;
- Tranche 2 opérationnelle pour la campagne 2012 : 10 retenues<sup>39</sup> pour 2,308 Mm<sup>3</sup> ;
- Tranche 3 opérationnelle pour la campagne 2013 : 8 retenues<sup>40</sup> pour 1,371 Mm<sup>3</sup>.

==> soit au total : 24 retenues pour 5,875 Mm<sup>3</sup> opérationnelles pour la campagne 2013.

<sup>38</sup> R02, R05, R08, R09, R18, R19

<sup>39</sup> R01, R03, R04, R07, R10, R12, R13, R25, R26, R28

<sup>40</sup> R11, R14, R16, R20, R21, R22, R23, R29

### 2.4.3- Questions de l'administration (DISE)

Nous rappelons ci-après les extraits de la lettre de la DISE demandant des compléments à ces conclusions et qui rentrent dans le cadre du programme de la présente étude du remplissage hivernal :

« (...)

#### *EAUX SUPERFICIELLES*

##### Point 2

L'évaluation des incidences est (..) axée sur le cours d'eau de la Boutonne uniquement. Le manque de présentation chiffrées concernant les affluents ne permet pas de vérifier l'impact sur les affluents des pompages, lié à la très grande relation nappe/rivière, et de confirmer l'absence d'impact avancée, pendant et en fin des périodes de pré-remplissage et de remplissage (...).

L'approche théorique d'évaluation des impacts potentiels de diminution des cours d'eau induit une marge d'incertitude significative à laquelle il convient d'apporter des garanties sur la préservation des ressources en eaux superficielles. C'est l'objectif des seuils et modalités de remplissage.

(...)

#### *EAUX SOUTERRAINES*

(...)

##### Point 2

(...)

Il est en effet peu rigoureux d'utiliser les valeurs « moyennes » des caractéristiques hydrodynamiques dans un aquifère superficiel fissuré aussi hétérogène que celui du Jurassique supérieur. La consultation et la valorisation d'études réalisées (notamment auprès du BRGM) sur ce secteur vous permettra de découper ce territoire en zones hydrogéologiquement plus restreintes mais plus homogènes avec des caractéristiques (notamment la transmissivité) différentes.

(...)

##### Point 3

Ces essais utilement couplés à un suivi des eaux superficielles permettraient, en outre, de compléter et d'illustrer l'impact du projet tant sur la nappe (cône de rabattement) que sur les cours d'eau (débit soutiré), et de proposer des mesures de réduction d'impact appropriées.

(...)

##### Point 4

Mesures compensatoires : vous proposez comme modalité de gestion des réserves un démarrage de la période de pré-remplissage variant du 1<sup>er</sup> au 15 septembre selon les retenues. Le dossier ne justifie pas le recours à ce pré-remplissage (un suivi a-t-il été fait dans les piézomètres réalisés au droit des retenues .) et ne prévoit aucune cote d'alerte de la remontée du niveau d'eau qui limiterait ce remplissage aux situations qui risqueraient de porter préjudice à l'ouvrage. La nécessité de cette phase de remplissage, qui doit rester exceptionnelle, doit être justifiée et le cas échéant, sa mise en œuvre encadrée.

Pour le remplissage a proprement parlé, une date minimale de démarrage a été fixée au 1<sup>er</sup> janvier. Son intérêt mérite d'être justifiée (un seuil piézométrique ou de débit ne serait-il pas suffisant pour déclencher le démarrage ?) et le cas échéant son éventuel décalage (au 15 décembre par exemple) étudié afin de ne pas restreindre inutilement la période de remplissage.

Compte tenu de l'impact différé d'un prélèvement en nappe sur le cours d'eau, une date de fin de remplissage devra être proposée au dossier.

Pour le déclenchement du remplissage, le principe de le lier à l'état d'un cours d'eau proche est intéressant. Par contre, la proposition de fixation d'un niveau égal à la cote NGF du point de drainage le plus proche (non localisé dans les dossiers de retenues) à laquelle sont soustraits 3 mètres est, en la matière, largement insuffisante, ne permettant pas de garantir le maintien de l'alimentation des cours d'eau en période de remplissage. Elle nécessite d'être modifiée et la nouvelle proposition justifiée, compte tenu de son aspect fondamental. L'installation et l'utilisation de quelques échelles limnimétriques positionnées judicieusement pour pouvoir gérer plusieurs réserves impactant une zone homogène est une orientation que nous vous engageons à étudier.

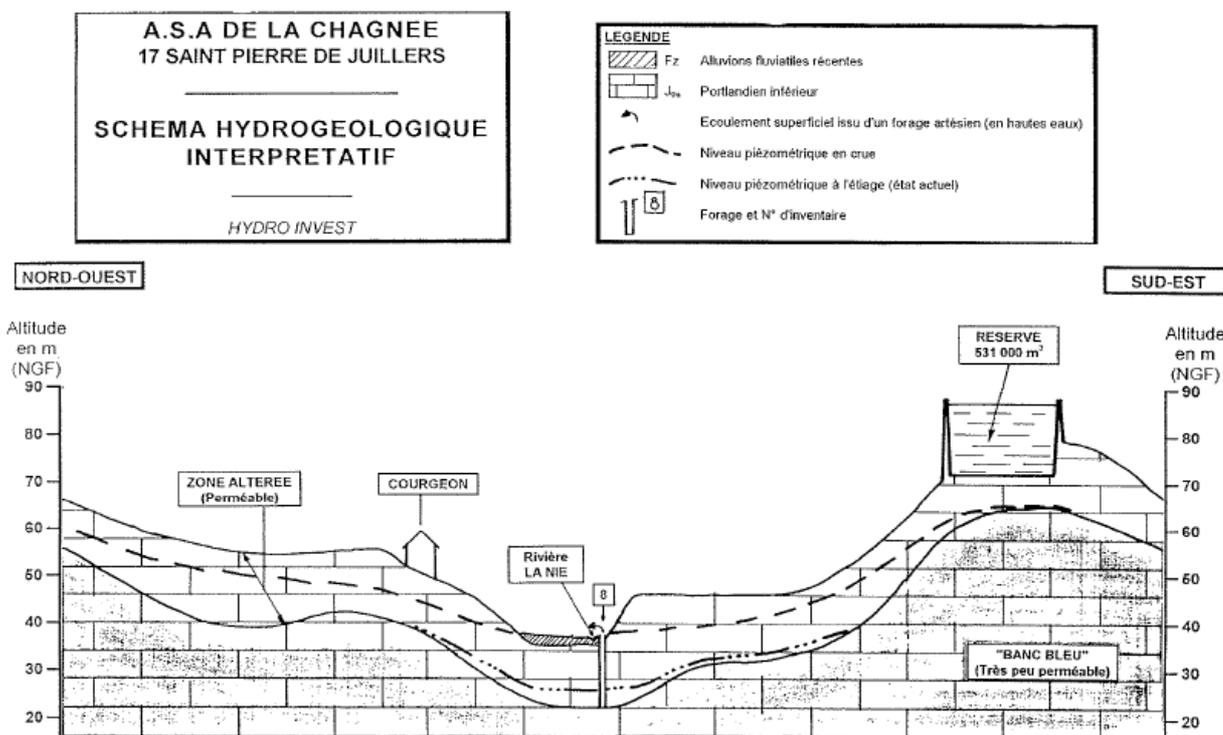
(...)

»

#### **2.4.4- Démarche de la présente étude (CACG)**

##### ***2.4.4.1- Schématisation des relations nappe - rivière***

La limite du modèle conceptuel précédent tient dans la modélisation du « banc bleu » que l'on peut considérer comme le substratum de l'aquifère calcaire fissuré. D'après les thèses et études hydrogéologiques précédentes, celui-ci aurait aussi des variations liées à la topographie des vallées et coteaux, comme sur la figure suivante, extraite d'un document d'incidence rédigé par HYDROINVEST en 1998 pour un projet de réserve repris dans le projet actuel par la R19 :



Ce schéma que nous retiendrons traduit le confinement de la nappe dans les fonds de vallée lors de sa vidange naturelle et sa disparition variable sur les coteaux au niveau des interfluvies entre bassins des affluents de la Boutonne.

Cela explique que la majeure partie des forages agricoles existants, dont sont extraits ceux prévus pour le remplissage, se situe en fond de vallée à une distance de quelques centaines de mètres maximum de la Boutonne ou de ses affluents qui tant qu'ils coulent devraient effectivement constituer d'une part une limite d'alimentation ; la disparition de la nappe sur les coteaux constituant d'autre part une limite étanche.

Dans les conditions « excédentaires » où la rivière, les ruisseaux, fossés et sources qui drainent les bassins affluents « courent », la part prélevée en pompant dans la nappe indirectement sur le débit des eaux de surface, a déjà été systématiquement estimée comme supérieure à 50 %, les forages étant tous situés à quelques centaines de mètres maximum d'un cours d'eau en écoulement normal en cette période. Nos observations sur le terrain nous ont amené à observer un réseau hydrographique encore plus dense en période excédentaire, avec des fossés sous-affluents drainant la nappe à plus forte proximité parfois que les affluents identifiés lors de l'étude initiale et jouant ce rôle de limite d'alimentation.

Nous considérerons donc, hypothèse maximisant également par sécurité les incidences, que **la totalité des prélèvements prévus pour le remplissage en période excédentaire impacte immédiatement le débit des écoulements de surface** collectés par la rivière et ses affluents pour l'évaluation des incidences locales et globales sur les eaux superficielles.

#### ***2.4.4.2- Paramètres hydrodynamiques de la nappe et calcul des rabattements***

La complexité des phénomènes de limites d'alimentation et étanches, ainsi que l'hétérogénéité des contextes (fonds de vallée, coteaux), des milieux aquifères (fissuré, mixte), des conditions de la nappe (libre, captive), des lithologies stratigraphiques (marnes et calcaires du Jurassique supérieur), même si la schématisation permet une compréhension synthétique du fonctionnement de la nappe, nous interdit de proposer un zonage des paramètres hydrodynamiques plus pertinent que celui déjà proposé, pour l'estimation des rabattements induits par l'ensemble des forages de remplissage du projet.

Cependant, à l'issue de l'interprétation des essais de pompages réalisés dans le cadre de l'étude au printemps 2009, nous avons proposé des **cartes de rabattements obtenues à partir des paramètres de transmissivité et d'emménagement déterminés pour chacun des sites de remplissage testés**. Ces cartes de courbes d'iso-rabattement ne prennent pas non plus en compte ces limites potentielles d'alimentation et sont à considérer en termes de **zonage d'incidences locales sur les eaux souterraines**.

#### ***2.4.4.3- Périodes d'étude du remplissage***

Le pré-remplissage des retenues pour la sécurisation des ouvrages par rapport aux remontées de nappe peut-être géré des deux manières suivantes, par rapport aux découpage en volumes de lestage (V1), ré-équilibrage (V2) et complément du volume utile (V3) considéré dans le projet :

- quand ou si le volume V1+V2 sera encore présent en fin de campagne, il n'y en aura pas besoin,
- quand ou si le volume V2 aura été entamé en fin de campagne, il faudra bien avoir reconstitué ce volume de pré-remplissage avant la remontée automnale des niveaux de nappe, et la date de démarrage variant du 1<sup>er</sup> septembre au 15 septembre a été effectivement proposée en fonction de l'évaluation du risque et des vitesses de remontée dans le cadre du projet ; ces remontées peuvent être rapides, et seulement un piézomètre implanté en pied de chacune des retenue permettrait à terme de définir des seuils d'alerte, en fonction des vitesses de remontée observée au cours des saisons précédentes et des capacités maximales de remplissage de chaque retenue.

***Rq :*** *Ce point problématique ne relève pas du cahier des charges de cette étude du remplissage hivernal mais impose que des éléments complémentaires à la sécurisation du projet de retenues soient apportés, éventuellement cruciaux en ce qui concerne un dispositif de pompage de secours ou un système de drainage périphérique avec des clapets à un débit suffisamment important et le suivi de la remontée des niveaux consécutifs à la recharge automnale...*

Dans ce deuxième cas, les volumes V2 sont compris environ entre 2 500 et 30 000 m<sup>3</sup>, ce qui représenterait, pour un remplissage « préventif » en deux mois, un débit à pomper de l'ordre de 0,5 l/s à 6 l/s, le débit total pour remplir le volume total de rééquilibrage (environ 360 000 m<sup>3</sup>) sur le projet en deux mois serait ainsi de 70 l/s à l'échelle du bassin.

En ce qui concerne la période de remplissage permettant de compléter le volume utile (V3), notre analyse portera par sécurité (pour déterminer les taux de remplissage notamment), sur le volume utile V2+V3 susceptible d'être distribué au cours de la campagne suivante<sup>41</sup>.

Si les capacités de remplissage de chacune des retenues permettent de leur définir un temps de remplissage minimum, il n'y a aucune raison de restreindre la période d'autorisation potentielle du remplissage (à condition d'observer les conditions d'autres seuils de remplissage qui seront proposée plus loin) et on peut donc étudier toute la période où un volume prélevable pour le stockage agricole sera adopté par le SAGE entre le 1<sup>er</sup> octobre et le 31 mars.

**Rq :** *Nous n'avons pas tenu compte jusqu'ici des contraintes de tarifs d'électricité qui n'étaient pas explicitées dans le projet et ne faisaient pas partie du cahier des charges de la présente étude.*

#### **2.4.4.4- Conditions de remplissage**

La proposition de seuils de remplissage sur les sept piézomètres proposés dans le cadre de l'étude d'impact initiale correspondant au point de drainage le plus proche moins trois mètres, même temporaire doit être effectivement revue car peu généralisable vu la variabilité des contextes d'affleurement des cours d'eau par rapport à la nappe.

Dans un souci de simplification de la procédure de remplissage, on réalisera nos simulations à partir de la donnée de débit spécifiques mesurés au Moulin de Châtre et donnant l'écoulement caractéristique du bassin intermédiaire (Boutonne moyenne et aval et les six principaux bassins de ruisseaux affluents concernés par le remplissage<sup>42</sup>) et les conditions de remplissage proposées seront liées :

- à un débit objectif au point nodal du Moulin de Châtre de 2,2 m<sup>3</sup>/s (correspondant à un débit spécifique naturel de 4-5 l/s/km<sup>2</sup>), transposable par la suite aux stations en cours de remise en service de Saint-Jean d'Angély et Carillon,
- à l'observation d'écoulements des bassins affluents concernés, caractéristiques de la situation excédentaire recherchée pour le remplissage, au niveau de points sur les cours d'eau contrôlant tous les sites de remplissage de ce bassin affluent, transposable par la suite en débit de consigne ou en niveau piézométrique à proximité après une période de calage d'au moins trois saisons de remplissage,
- à l'observation d'un écoulement du cours d'eau le plus proche au droit ou à l'amont immédiat des pompages (Boutonne, affluent ou affluent d'affluent), ce point ne pouvant pas être simulé mais faisant partie des exigences de gestion développée plus loin avec des stations d'observation des écoulements en proximité amont des zones de prélèvement pour le remplissage.

---

<sup>41</sup> Par principe pour la plupart des projets de réserves en climat tempéré, on considère que les précipitations annuelles directes sur le plan d'eau compensent son évaporation, ce qui permet de s'abstenir de l'estimation plus ou moins difficile de ces deux paramètres (précipitations et évaporation directe).

<sup>42</sup> Brédoire-Batailler, Saudrenne, Padôme, Nie, Pouzat et Haute-Trézence

## 3- MOYENS MIS EN OEUVRE ET DEROULEMENT DE L'ETUDE

### 3.1- Sélection des sites retenus

#### 3.1.1- Mission de reconnaissance

Au cours de la réunion de lancement de l'étude, du mercredi 18 février 2009, avec le bureau de l'ASA, nous avons rappelé les contraintes liées à la nécessité, pour le maître d'ouvrage, de réaliser les essais de pompage et l'étude avant la fin de l'année 2009. Il s'agissait alors de récolter, au printemps - période définies par les « moyenne eaux » - des informations utiles sur l'impact des prélèvements prévus pour le remplissage sur la nappe et les écoulements superficiels, pour caractériser l'impact de ces prélèvements en période hivernale de « hautes eaux ». La stratégie consistait à considérer déjà les débits de la Boutonne à la station du Moulin de Châtre comme un indicateur de l'état de la ressource et de la caractérisation de l'hydraulicité du milieu, pour transposer les résultats obtenus au printemps à une situation critique pendant la période de remplissage potentielle hivernale.

Le débit de la Boutonne était d'environ 5 m<sup>3</sup>/s et le principe a été admis que les essais auraient toute leur valeur tant qu'il resterait autour de 3 à 3,5 m<sup>3</sup>/s, en posant comme indicateurs forts de représentativité de la mesure le seuil d'information de 2,7 m<sup>3</sup>/s au printemps et le seuil objectif de remplissage de 2,2 m<sup>3</sup>/s considéré pour le remplissage des retenues dans les Deux Sèvres.

Du point de vue du double objectif des essais (vérification de la capacité des forages et estimation des impacts), la capacité des forages est connue et c'est elle qui a déterminé la ventilation des débits attribués dans les autorisations de prélèvement. Le problème ne se posait que pour certains pompages de surface qui étaient regroupés pour le remplissage. Il a été bien précisé qu'avec les installations existantes (pompes en place avec souvent des surpresseurs et installations électriques existantes parfois vétustes ou compliquée), les tentatives de testage des puits à différents débit n'aurait comme objectif assuré que de régler le débit des essais dits de longue durée (et donc l'estimation des impacts), et non l'établissement des courbes caractéristiques des ouvrages, ce qui aurait nécessité la dépose/repose des matériels en place et l'aménagement/replacement de matériels de pompage externes.

**Rq :** Rappelons que la présente étude concerne le projet de remplissage prévu à partir de forages agricoles existants avec leur équipement actuel.

Du point de vue de la faisabilité des essais, nous avons rappelé les contraintes et objectifs de :

- identifier des sites où le refoulement des eaux pompées serait fait suffisamment à l'aval ou sur un autre bassin pour ne pas venir perturber les influences de l'essai de pompage sur la nappe (rabattement) et les eaux superficielles (diminution de débit éventuelle),
- bien connaître le nivellement des mesures piézométriques que nous allons effectuer (disposer de repères nivelés et de tubes de mesures dans les ouvrages),

- avoir la possibilité d'accéder à des mesures de débits sur les cours d'eau à proximité (disposer de seuils déversoirs de dimensions géométriques simples).

Après avoir rappelé le fait que les lacunes de l'étude précédente – auquel il faudrait répondre pour apporter du poids au dossier – consistaient en une faible description et une faible prise en compte de l'aspect des cours d'eau affluents de la Boutonne et du découpage de son bassin, nous avons identifié les différents types de milieux caractéristiques des sites de retenues :

- sites dans la vallée de la Boutonne moyenne à proximité du cours d'eau principal,
- sites dans les marais de la Boutonne avec des pompages en nappe et de surface,
- sites dans les bassins affluents en parties amont (interfluves), médiane et aval.

Les bassins affluents potentiellement impactés par les prélèvements agricoles en période d'étiage, concernés par les projets ont été décrits par le maître d'ouvrage de l'étude et considérés comme sensibles ou importants par rapport à la pêche (présence de truite) :

- le bassin de la Nie très exploité et connaît des assecs (« coupures ») quasi systématiques, concerné par plusieurs projets,
- le bassin de la Brédoire, avec des assecs sur une partie du linéaire et probablement un sous-écoulement, concerné par plusieurs projets et important pour les pêcheurs,
- le bassin du Padôme, concerné par un gros projet en aval et un en amont, mais dont le cours aval coule assez longtemps.

Les sites suivants ont été visités le jeudi 19 février 2009, afin de découvrir les contraintes de terrain et d'envisager des dispositifs et configuration d'essais de pompage pertinents que nous pourrions envisager dans différentes situations :

- le site R29 à l'amont de Saint-Jean d'Angély, alimenté par un forage en rive gauche dans la vallée de la Boutonne à quelques dizaines de mètre d'un bras canalisé, et un groupe de deux forage avec une installation de pompage avec un réservoir citerne-tampon dans la vallée aval de la Nie, entre le canal d'un Moulin, des petits canaux et la Nie,
- le site R20 à Saint-Martin de Juillers, alimenté par deux forages voisins à quelques dizaines de mètres en rive gauche de la Nie, où des « sources » ou « fontaines » coulent de part et d'autre du lit re-calibré,
- le site R25 à Cherbonnières, alimenté par un forage à l'amont du village et un à l'aval, sur un plateau de part et d'autre d'un fossé drainant affluent du Padôme,
- le site R03 à Dampierre-sur-Boutonne, alimenté par deux forages en rive droite de la vallée de la Boutonne, à quelques centaines et dizaines de mètre du bras de la Boutonne, d'un fossé de ceinture du marais de fonds de vallée et de « sources »,
- le site R04 à Coivert, alimenté par un groupe complexe de forages au bourg et un autre groupe de trois autres forages vers le lieu-dit de la Maison Neuve, tous en rive droite du fossé (ou drain agricole) affluent du fossé de la Grande Planche, affluent rive droite des marais de la Boutonne moyenne.

Les sites suivants ont été visités le vendredi 20 février 2009, avec le président de l'ASA de la Boutonne :

- le site R1 à Saint-Denis du Pin, avec trois forages alimentant un bassin tampon creusé dans la nappe (non étanche) en bordure de la route bordant le lit majeur du Pouzat et d'un fossé ou « source » affluent, à l'amont d'un passage busé,
- le site R21 à Puy-du-Lac, prévu initialement pour être alimenté à partir d'un forage et un pompage en eau de surface en bordure des marais rive droite de la Boutonne aval, affectés d'un réseau de canaux drainant la nappe en période hivernale,
- le site R29 à Ternant, rempli à partir de deux forages en rive gauche du canal des marais en rive gauche de la Boutonne, avec une station de pompage en bordure d'un bassin « puits » creusé dans la nappe.

### **3.1.2- Visite de l'ensemble des sites**

Suite à cette première prise de contact avec les contraintes potentielles de réalisation des essais, nous avons pris le parti de visiter l'ensemble des sites concernés par un remplissage potentiel à partir de forages pour imaginer les dispositifs d'essai s'y afférant et pouvoir ensuite organiser un programme d'essais à raison d'un site par semaine après installation des dispositifs de suivi de la ressource (échelles limnimétriques à lecture visuelle et enregistrement automatique des niveaux de nappe) avant le début de la saison d'irrigation « estivale ».

Ces visites ont eu lieu au cours de la semaine du lundi 2 au vendredi 6 mars 2009.

### 3.1.3- Equipement des sites

Nous avons demandé à l'ASA d'effectuer les aménagements suivants pour permettre d'améliorer la faisabilité du dispositif de mesures et de suivi de la ressource sur certains essais, qui ont été effectués à temps au cours du mois de mars 2009 avant le démarrage des essais :

- réalisation de six piézomètres d'une quinzaine de mètres de profondeur à proximité de forages à tester :

<u>Numéro</u>	<u>Commune</u>	<u>Proximité de puits de remplissage</u>	<u>Distance</u>	<u>Repères</u>	<u>Observations</u>
R05-PzASA	Dampierre-sur-Boutonne	<i>La Touche</i> R05-1 (40 m <sup>3</sup> /h) GAEC La Plaine de L'Etang	52 m	Repère : 39,19 m NGF Fond : ~ 24,19 m NGF	Pied du talus du chemin communal de la Touche à la Sauzaie du côté vallée
R04-PzASA	Coivert	<i>Les Maingauds</i> R04-1 (40 m <sup>3</sup> /h) EARL Maison Neuve	253 m	Repère : 35,15 m NGF Fond : ~ 20,15 m NGF	Bande enherbée en rive gauche du fossé des Maingauds
R12-PzASA	Nuaillé-sur-Boutonne	<i>La Fragnée</i> R12-5 (90 m <sup>3</sup> /h) EARL Les Quatre Vents	9 m	Repère : 25,23 m NGF Fond : ~ 10,23 m NGF	Champ cultivé en maïs de l'autre côté du forage par rapport à la Saudrenne
R08-PzASA	Vervant	<i>Les Chétifs Prés</i> R08-4 (130 m <sup>3</sup> /h) EARL Ecurie Argenteuil	56 m	Repère : 23,86 m NGF Fond : ~ 8,86 m NGF	Champ cultivé en herbe à mi-distance entre le forage et le Padôme
R19-PzASA	Saint-Pierre de Juillers	<i>Les Prés de Courjon</i> R19-5 (70 m <sup>3</sup> /h) EARL Le Grand Clou	28 m	Repère : 40,74 m NGF Fond : ~ 25,74 m NGF	Bord du chemin en long de haie de l'autre côté du forage par rapport à la Nie
R28-PzASA	Bernay Saint-Martin	<i>La Garenne</i> R28-3 (30 m <sup>3</sup> /h) Severine SORIN	36 m	Repère : 23,73 m NGF Fond : ~ 8,73 m NGF	Champ cultivé le long de la clôture à mi-chemin entre le forage et la Trézence

- installation de six batardeaux en bois avec seuils à lame mince à l'aval des sites testés sur de petits cours d'eau potentiellement impactés pour jaugeage direct manuel :

<b>Projet</b>	<b>Commune</b>	<b>Lieu-dit</b>	<b>Cours d'eau</b>	<b>Echelle à l'amont</b>	<b>Observations</b>
R04	Coivert	<i>Les Maingauds</i>	Fossé de Coivert	R04-Ech1	Déversoir triangulaire en contreplaqué contre la buse du passage agricole
R14	Aulnay	<i>Le Puits de Lusignan</i>	Fossé du Puits de Lusignan	R14-Ech1	Batardeau étanché avec des sacs de sable avant le ponton du chemin communal
R01	St-Denis du Pin	<i>Motte des Guédeaux</i>	Fossé des Guédeaux	R01-Ech2	Déversoir triangulaire en contreplaqué à l'amont de la confluence avec le Pouzat
R19	St-Pierre de Juillers	<i>La Gravelle</i>	Fossé de la source	R19-Ech1	Déversoir triangulaire en contreplaqué à l'amont de la confluence avec la Nie
R28	Bernay – St-Martin	<i>Fief de l'Etang</i>	Fossé du Fief de l'Etang	R28-Ech2	Déversoir rectangulaire en contreplaqué contre la buse du passage privé
R28	Bernay – St-Martin	<i>Le Turgeau</i>	Ruisseau du Sureau	R28-Ech3	Batardeau en poutres avec déversoir trapézoïdal à l'amont du passage piéton

L'équipement des sites d'essai a été réalisé par la CACG essentiellement au cours de la semaine du lundi 16 au vendredi 20 mars 2009, par notre installation des dispositifs de suivi de la ressource et des impacts potentiels des pompages suivants :

- équipement temporaire de dix sondes-enregistreurs de pression différentielle (OTT MiniORPHEUS) pour suivi automatique des niveaux de nappe (enregistrement des hauteurs d'eau au pas de temps horaire) à proximité à l'amont des sites testés :

<b>Numéro</b>	<b>Commune</b>	<b>Lieu-dit</b>	<b>Distance au forage testé plus proche</b>	<b>Repères</b>	<b>Observations</b>
R05-OTT	Dampierre	La Touche	192 m	Repère : 46,18 m NGF Profondeur : 11,5 m env.	Puits privé dans hameau
R04-OTT	Coivert	La Maison Neuve	736 m	Repère : 40,40 m NGF Profondeur : 10 m env.	Puits dans jardin privé
R14-OTT	Aulnay	Le Puits de Lusignan	323 m	Repère : 57,16 m NGF Profondeur : 10 m env.	Piézomètre ANTEA (R14)
R12-OTT	Eglises	Le Grand Marais	447 m	Repère : 26,25 m NGF Profondeur : 15 m env.	Forage agricole à axe vertical
R08-OTT	Eglises	Allée des Jardins	508 m	Repère : 35,48 m NGF Profondeur : 13,9 m env.	Puits collectif dans le bourg
R10-OTT	St-Pardoult	Impasse du Chêne	217 m	Repère : 22,54 m NGF Profondeur : 3 m env.	Puits privé dans le bourg
R19-OTT	St-Pierre	Courgeon	286 m	Repère : 40,07 m NGF Profondeur : 17,4 m env.	Puits dans jardin maraîcher
R01-OTT	St-Denis	Les Nivards	761 m	Repère : 35,58 m NGF Profondeur : 15 m env.	Sondage abandonné
R29-OTT	Ternant	Les Portes	127 m	Repère : 9,56 m NGF Profondeur : 5,3 m env.	Puits dans jardin privé
R28-OTT	Bernay	La Planche	926 m	Repère : 31,39 m NGF Profondeur : 15 m env.	Forage agricole (R28-9)

- équipement définitif de dix-sept échelles limnimétriques pour le relevé manuel de niveaux des eaux de surface à proximité à l'amont des points de rejet et à l'aval des sites testés :

<u>Numéro</u>	<u>Commune</u>	<u>Dénomination</u>	<u>Description</u>	<u>Repères</u>	<u>Observations</u>
R05-Ech2	<u>Dampierre-sur-Boutonne</u>	Source de la Sauzaie	Marque nivellée sur l'ouvrage	Dalle 37,80 m NGF Marque 36,70 m NGF	Sources de Dampierre en pied de talus en rive droite de la vallée de la Boutonne (1,055 km <sup>2</sup> )
R05-Ech1		Mare de la Touche	Echelle sur pieu CACG	Pieu 35,99 m NGF Zéro 34,89 m NGF	
R04-Ech1	<u>Coivert</u>	Fossé des Maingauds (12,8 km <sup>2</sup> )	Echelle sur pieu CACG	Pieu 32,81 m NGF Zéro 31,66 m NGF	Fossé de drainage agricole de la Grande Planche à l'amont du bourg de Coivert
R14-Ech2	<u>Aulnay-de-Saintonge</u>	Source du Puits de Lusignan (4,2 km <sup>2</sup> )	Echelle sur pieu CACG	Pieu 51,29 m NGF Zéro 50,19 m NGF	Source aménagée déversant dans le fossé agricole du Puits de Lusignan
R14-Ech1		Fossé du Puits de Lusignan (4,4 km <sup>2</sup> )	Echelle sur pieu CACG	Pieu 51,31 m NGF Zéro 50,20 m NGF	Fossé de drainage agricole du Puits de Lusignan à l'amont du bourg d'Aulnay
R12-Ech1	<u>Nuailé-sur-Boutonne</u>	Ruisseau de la Saudrenne (39 km <sup>2</sup> )	Echelle sur pieu CACG	Pieu 23,90 m NGF Zéro 22,62 m NGF	Saudrenne à la Fragnée au débouché dans la vallée de la Boutonne
R10-Ech1	<u>Saint-Pardoult</u> (Boutonne) 730 km <sup>2</sup> au pont D220)	Canal des Basses Rues	Echelle sur pieu CACG	Pieu 22,39 m NGF Zéro 21,06 m NGF	Canal en rive droite de la Boutonne du Bourg de Saint-Pardoult au Moulin à Drap
R10-Ech2		Bras droit de la Boutonne	Echelle spittée CACG	Support 21,94 m NGF Zéro 20,93 m NGF	Bras droit de la Boutonne à l'amont de sa confluence avec le canal des Basses Rues
R08-Ech1bis	<u>Vervant</u>	Ruisseau du Padôme (33,5 km <sup>2</sup> )	Piquet avec un mètre-ruban	Piquet 22,87 m NGF Zéro 21,42 m NGF	Padôme à l'amont de la confluence avec le fossé de la source du Pré Naudin
R08-Ech1		Ruisseau du Padôme (42 km <sup>2</sup> )	Echelle spittée CACG	Support 22,34 m NGF Zéro 20,86 m NGF	Padôme à l'aval de la confluence avec la source du Pré Naudin
R01-Ech2	Saint-Denis-du-Pin	Fossé des Guédeaux	Echelle sur pieu CACG	Pieu 30,32 m NGF Zéro 29,20 m NGF	Fossé d'une source affluent en rive gauche du Pouzat à l'aval du lieu-dit Guédeaux
R01-Ech1		Ruisseau du Pouzat (25,5 km <sup>2</sup> )	Echelle sur pieu CACG	Pieu 29,97 m NGF Zéro 28,85 m NGF	Cours principal du ruisseau du Pouzat à l'amont du lieu-dit des Rousseaux
R19-Ech1	<u>Saint-Pierre de Juillers</u> (Nie à la Gravelle 46,5 km <sup>2</sup> )	Fossé de source de la Nie	Echelle sur pieu CACG	Pieu 37,07 m NGF Zéro 35,97 m NGF	Fossé d'une source affluent en rive droite de la Nie à l'aval du lieu-dit Courgeon
R19-Ech2		Ruisseau de la Nie	Echelle sur pieu CACG	Pieu 36,94 m NGF Zéro 35,82 m NGF	Cours principal du ruisseau de la Nie à l'amont du lieu-dit de la Gravelle

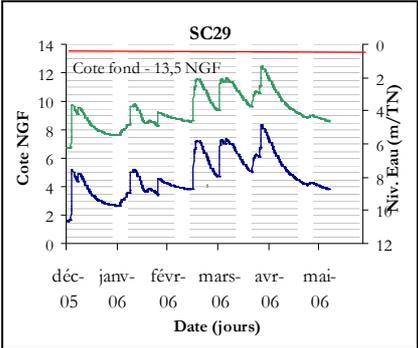
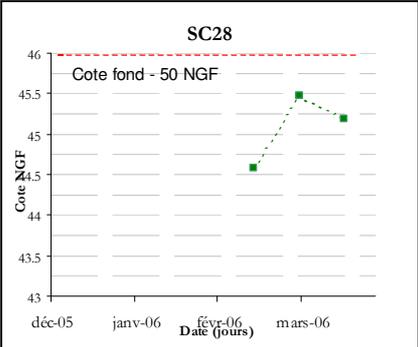
<u>Numéro</u>	<u>Commune</u>	<u>Dénomination</u>	<u>Description</u>	<u>Repères</u>	<u>Observations</u>
R29-Ech2	Ternant (Boutonne aux	Canal de Ternant	Echelle sur pieu CACG	Pieu 6,78 m NGF Zéro 5,67 m NGF	Canal dérivé de la Boutonne par une prise en rive gauche aux écluses de Bernoué
R29-Ech1	écluses de Bernouet 949 km <sup>2</sup> )	Mare du Pré Pitard	Echelle sur pieu CACG	Pieu 6,49 m NGF Zéro 5,37 m NGF	Mare creusée initialement sous les limons pour des prélèvements agricoles
R28-Ech1	<u>Bernay- Saint- Martin</u>	Ruisseau de la Trézence (49,5 km <sup>2</sup> )	Echelle spittée CACG	Support 22,88 m NGF Zéro 21,23 m NGF	Ruisseau de la Trézence à l'aval du lieu-dit de Marnay au niveau d'un seuil mobile
R28-Ech2		Fossé du Fief de l'Etang (2,3 km <sup>2</sup> )	Echelle spittée CACG	Support 25,06 m NGF Zéro 24,06 m NGF	Fossé du Fief de l'Etang à l'amont du bourg de Saint- Martin de la Coudre
R28-Ech3		Ruisseau du Sureau (5,3 km <sup>2</sup> )	Echelle sur pieu CACG	Pieu 31,13 m NGF Zéro 30,13 m NGF	Ruisseau du Sureau à l'amont du bourg de Bernay au niveau d'un passage piéton

### 3.1.4- Piézomètres en état d'usage récupérables des études d'avant-projet

Les piézomètres suivants réalisés par ANTEA au centre des terrains projetés pour l'implantation des réserves lors des études d'avant-projet ont été recherchés et leur état a été évalué pour qu'ils puissent être intégrés aux dispositifs d'essais, sur les sites sélectionnés.

<u>Numéro</u>	<u>Puits le plus pompé en test à proximité</u>	<u>Distance au forage testé le plus pompé</u>	<u>Repères</u>	<u>Mesures effectuées de décembre 2005 à mai 2006 (figures de source ANTEA)</u>
PzR04	<i>Les Maingauds</i> R04-1 (40 m <sup>3</sup> /h) EARL Maison Neuve	992 m	Repère : 51,61 m NGF  Fond : ~ 41,61 m NGF  (Fonctionnel)	<p>SC4 Cote fond - 42,1 NGF</p>
PzR14	<i>Le Puits de Lusignan</i> R14-1 (100 m <sup>3</sup> /h) Herve SANSON	323 m	Repère : 57,16 m NGF  Fond : ~ 47,16 m NGF  (Réhabilité)	<p>SC14 Cote fond - 51,3 NGF</p>

PzR12	La Fragnée R12-5 (90 m3/h) EARL Les Quatre Vents	555 m	Repère : 36,92 m NGF  Fond : ~ 26,92 m NGF  (Fonctionnel)	<p>SC12 Cote fond - 33,35 NGF</p>
PzR10	Le Moulin à Drap R10-1 (130 m3/h) Max RENAUD	~ 1 300 m	Repère : ~ 35,62 m NGF  Fond : ~ 25,52 m NGF  (Fonctionnel)	<p>SC10 Cote fond - 32 NGF</p>
PzR08	Les Chétifs Prés R08-4 (130 m3/h) EARL Ecurie Argenteuil	946 m	Repère : 50,11 m NGF  Fond : ~ 40,11 m NGF  (Fonctionnel)	<p>SC8 Cote fond - 45 NGF</p>
PzR19	Prés de Courjon R19-5 (70 m3/h) EARL Le Grand Clou	~ 1 200 m	Repère : 76,5 m NGF Fond : 65,25 m NGF (Détruit)	Piézomètre à sec lors des mesures ponctuelles des 08/02, 14/02, 25/02, 03/03, 09/03 et 15/03
PzR01	Mottes de l'Aubrée R01-7 (50 m3/h) Claude Michel MARTINEAUD	180 m	Repère : 38,30 m NGF  Fond : ~ 28,11 m NGF  (Fonctionnel) (Non renivellé)	<p>SC1 Cote fond - 34,4 NGF</p>

PzR29	Pré Pitard R29-3 (240 m <sup>3</sup> /h) SCEA Ternant	~ 450 m	Repère : (Détruit)	 <p>SC29 Cote NGF Cote fond = 13,5 NGF Niv. Eau (m/TN) Date (jours) déc-05 janv-06 févr-06 mars-06 avr-06 mai-06</p>
PzR28	Pisse-Grenouille R28-14 (60 m <sup>3</sup> /h) EARL Pacaud	1 197 m	Repère : ~ 53,08 m NGF  Fond : 43,08 m NGF  (Trou nu avec capot métallique désolidarisé) (Non renivellé)	 <p>SC28 Cote NGF Cote fond = 50 NGF Date (jours) déc-05 janv-06 févr-06 mars-06</p>

Courbes et points en vert foncé : altitude du niveau d'eau en mètres selon le nivellement général de la France

Courbes et points en bleu foncé : profondeur du niveau d'eau en mètres par rapport au sommet du tube

Ces suivis piézométriques réalisés en hiver et au printemps 2005, implantés par conséquent en général sur les flancs de vallée et parfois en situation d'interfluves, témoignent du battement potentiel important de la nappe au-dessus du banc bleu pouvant correspondre aux niveaux de base à plus de 10 mètres de profondeur dans cette situation.

### 3.2- Description des sites testés

La faisabilité de tester chacun des sites prévus pour le remplissage à partir de forage a été évaluée, en intégrant particulièrement la contrainte d'un rejet suffisamment à l'aval des pompages pour ne pas venir perturber l'impact que l'on cherchait à identifier sur les cours d'eau et l'objectif de pomper sur une majorité des forages prévus pour le remplissage afin de se rapprocher du débit maximum de remplissage envisagé par le projet.

Le programme suivant a été finalement validé lors d'une réunion avec le bureau de l'ASA et un représentant des services de l'état qui assuraient leur assistance au maître d'ouvrage, sur les dix sites suivants représentatifs de différentes situations rencontrées (vallée de la Boutonne moyenne et bassins des affluents).

#### **Légendes des figures suivantes**

Symbole vert (carré plein) ==> Implantation des projets de retenues de substitution

Symbole rouge (rond plein) ==> Forages prévus pour le remplissage (testés au printemps 2009)

Symbole bleu (rectangle) ==> Echelles limnimétriques installées en mars 2009 par la CACG

Symbole bleu (rond vide) ==> Points de rejet des essais de pompage du printemps 2009

Symbole bleu (étoile pleine) ==> Echelles limnimétriques installées en 2009/2010 pour le SAGE

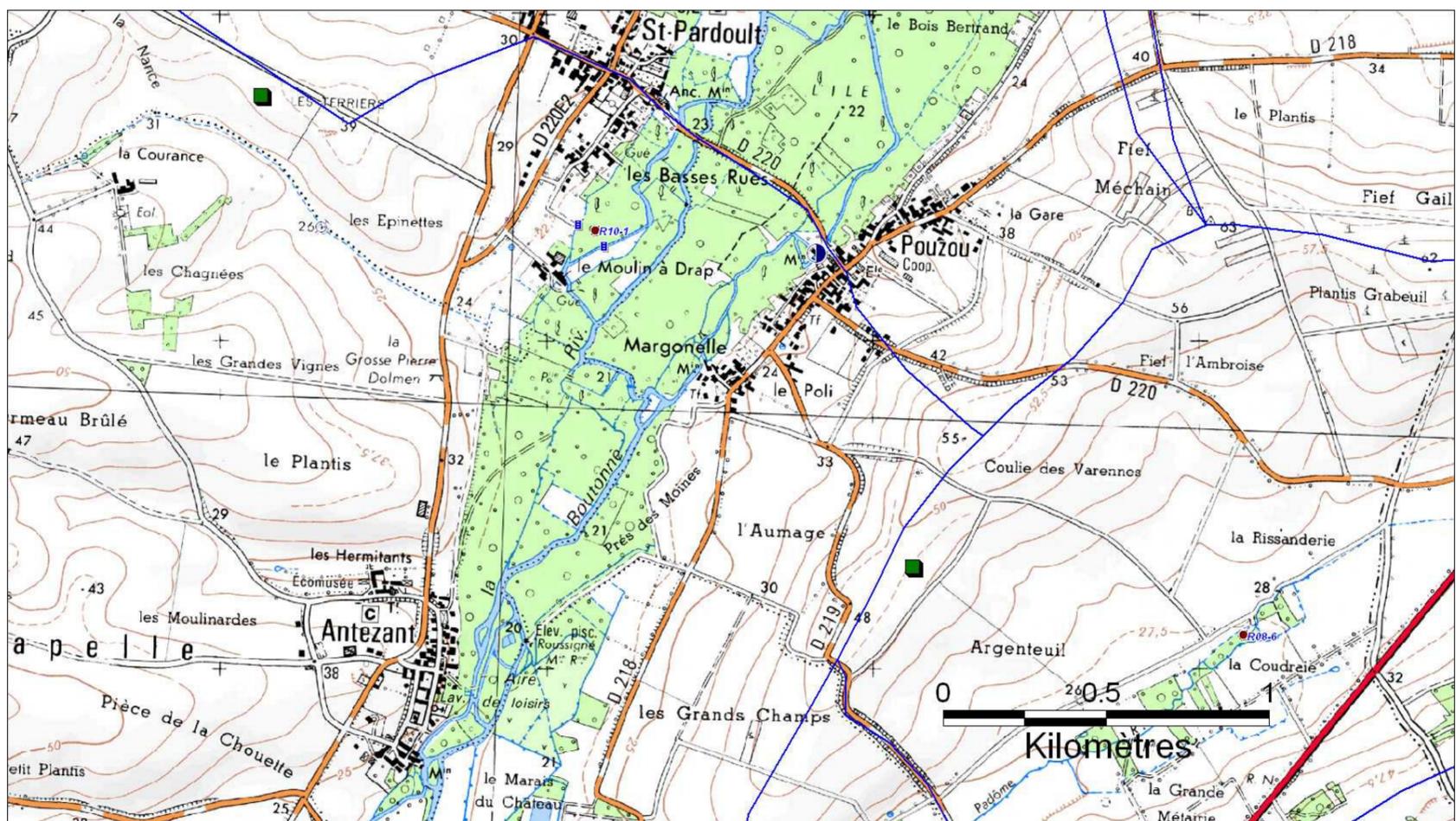
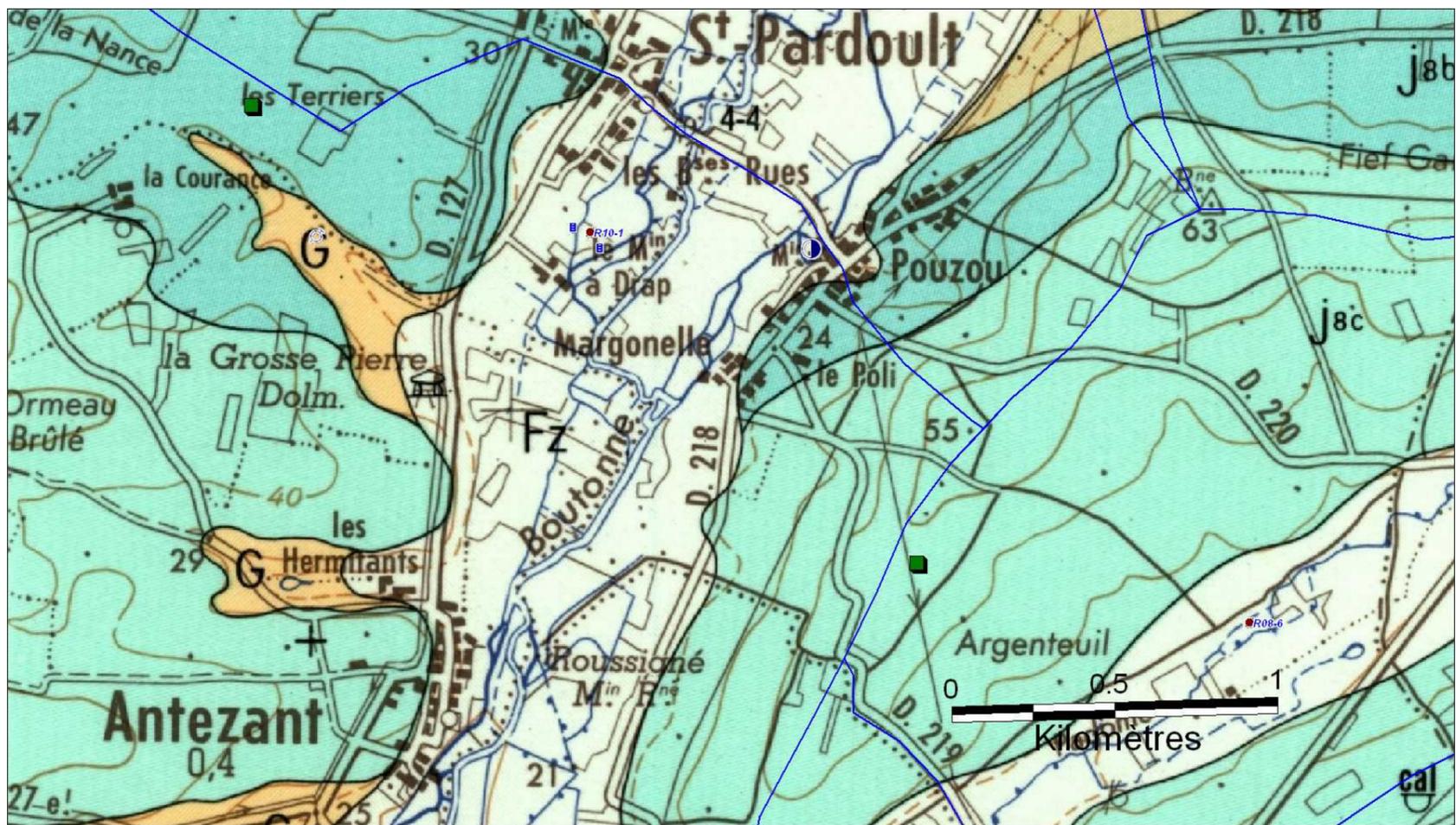
Polygones bleus ==> Limites de découpage des sous-bassins

*Rq1 : Les premières cartes ont pour fonds la carte géologique à l'échelle 1/50 000 du BRGM*

*Rq2 : Les deuxièmes cartes ont pour fonds la carte topographique à l'échelle 1/25 000 de l'IGN*

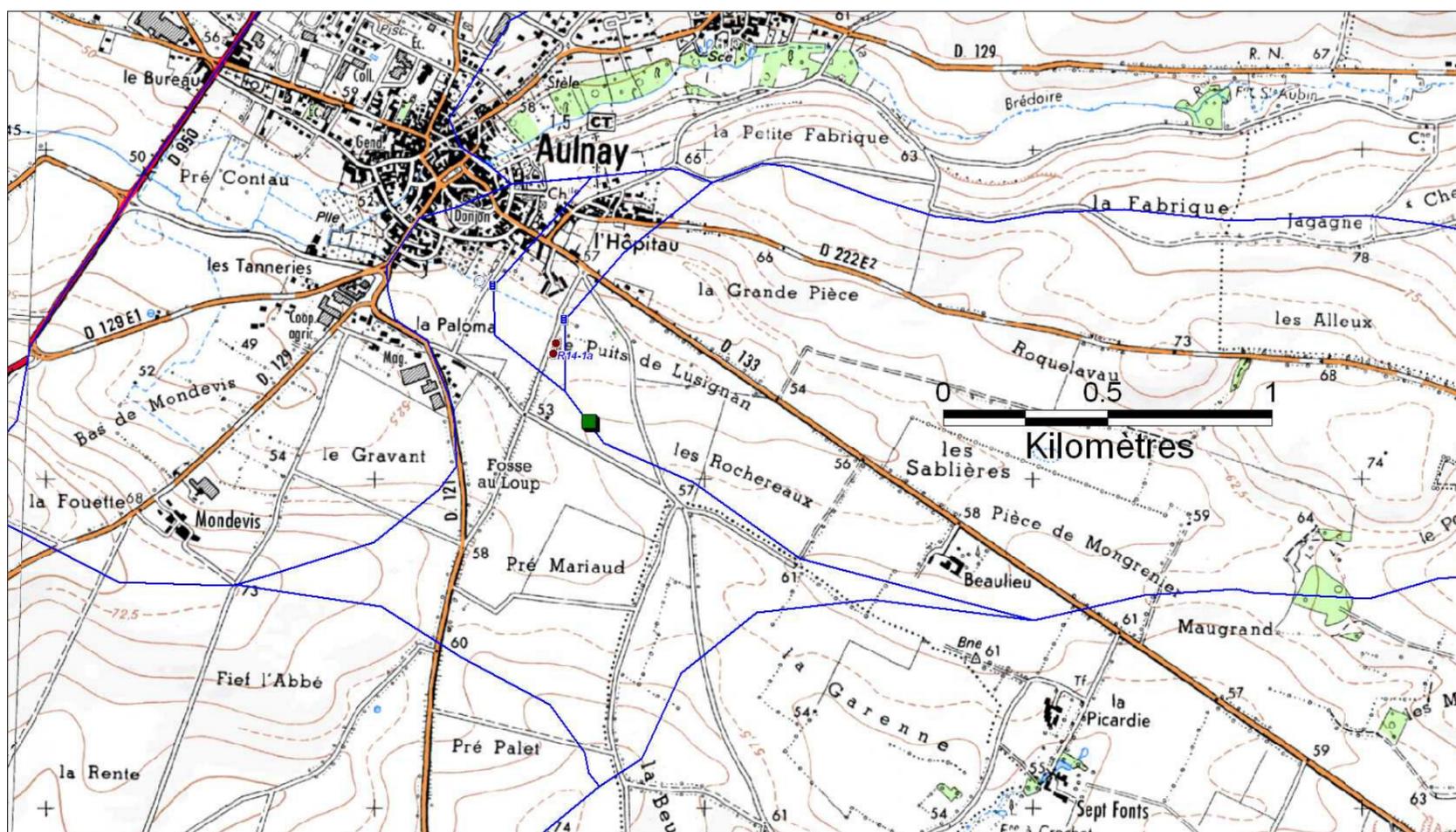
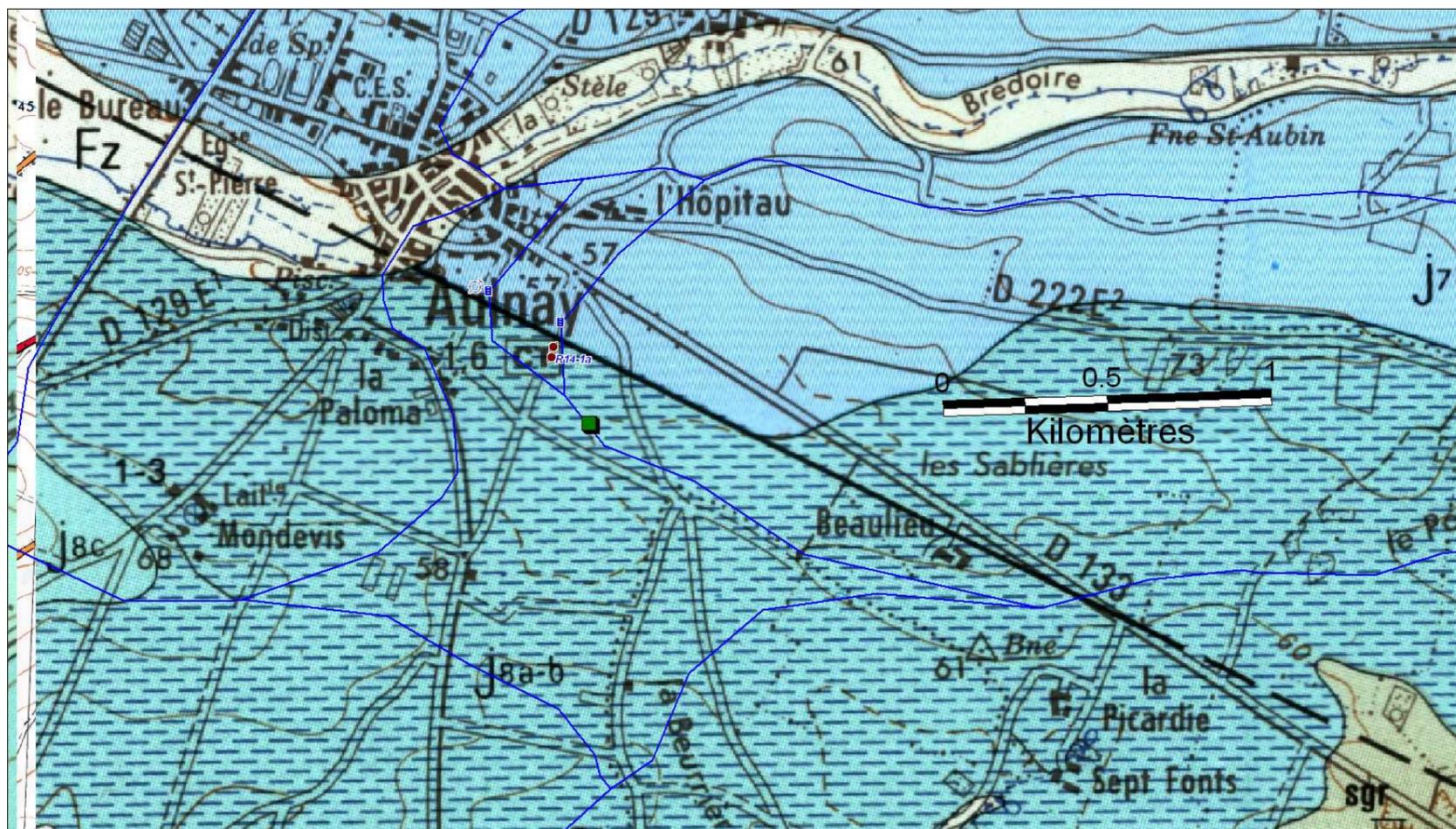
## 1) Semaine 13 du lundi 23 au vendredi 27 mars 2009 (Guillaume Boisset &amp; Max Renaud)

- **Site R10** à Saint-Pardoult au lieu-dit **le Moulin à Drap** dans la *vallée moyenne de la Boutonne*, avec un pompage à 130 m<sup>3</sup>/h sur le seul forage de remplissage prévu R10-1, situé entre le bras droit de la Boutonne et le canal du Moulin de Saint-Pardoult en rive droite, à équiper de deux échelles limnimétriques, et le rejet via le réseau d'irrigation enterré dans un fossé affluent rive droite de la Boutonne à l'aval du Moulin à Drap :



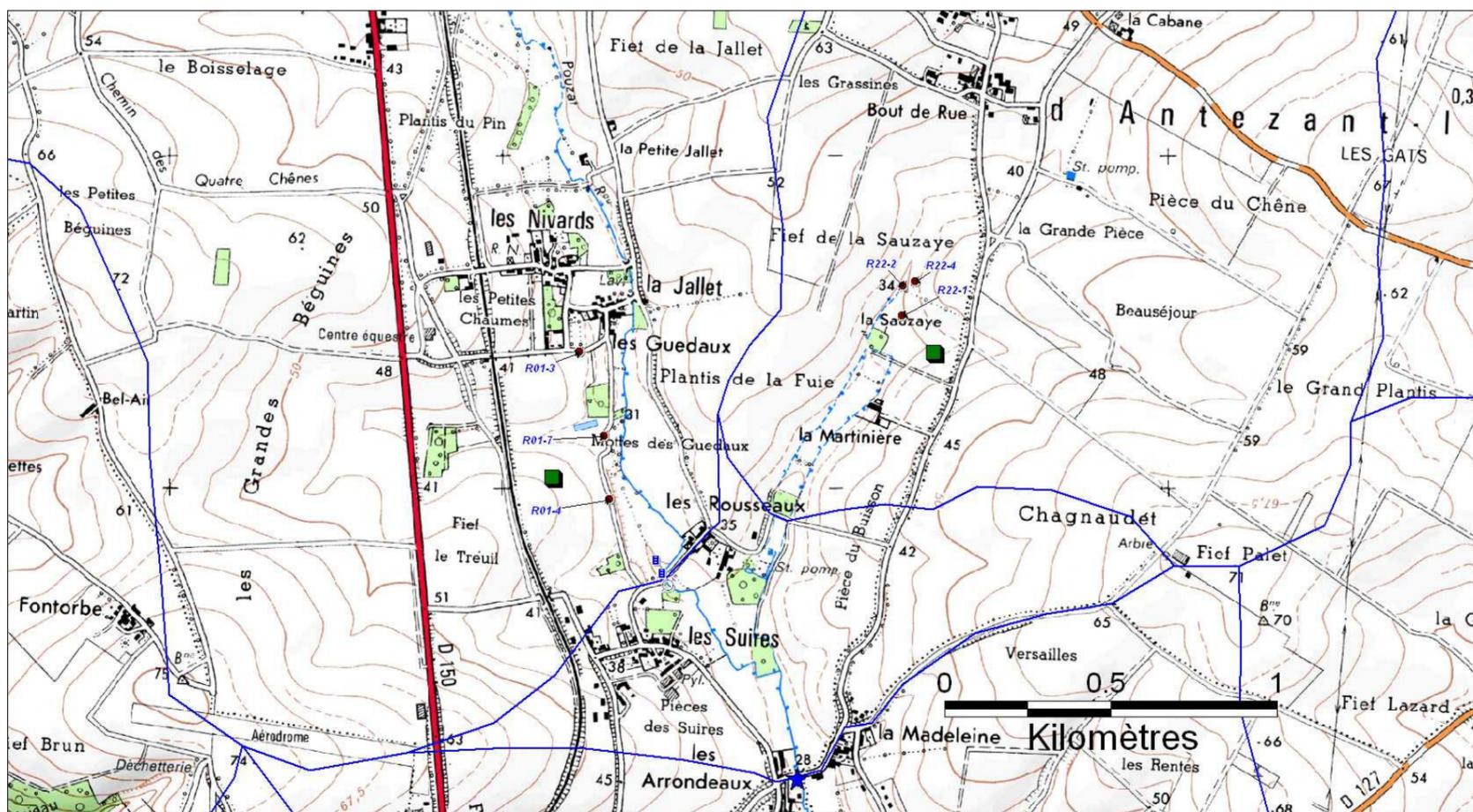
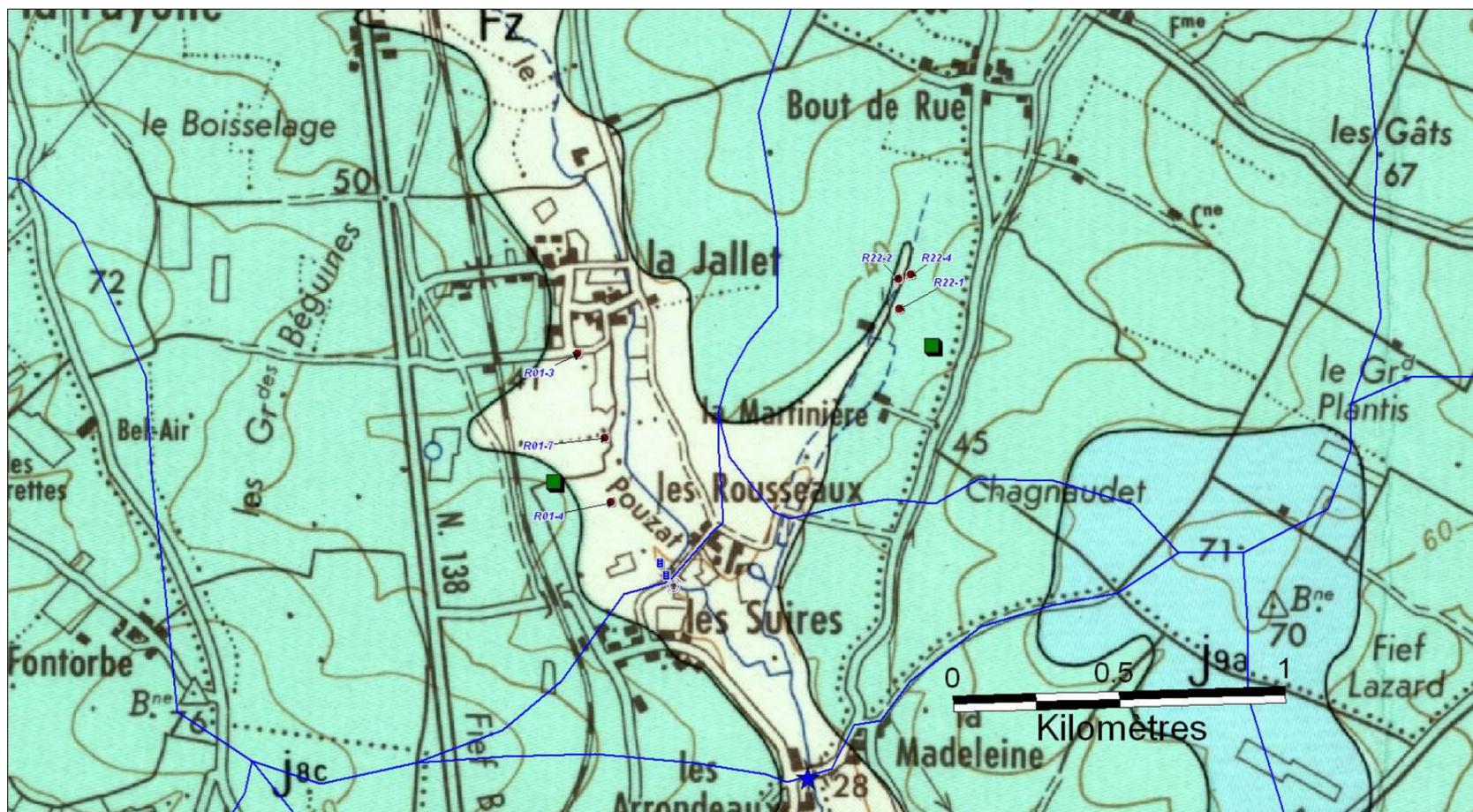
## 2) Semaine 14 du lundi 30 au vendredi 3 mars 2009 (Philippe Navarro &amp; Hervé Sanson)

- **Site R14 à Aulnay** au lieu-dit **le Puits de Lusignan** dans le *bassin de la Brédoire*, avec un pompage à 100 m<sup>3</sup>/h sur les deux seuls forages de remplissage prévus R14-1a et R14-1b, situé à proximité de la source du Puits de Lusignan déversant dans un fossé affluent rive droite de la Brédoire, à équiper (source et fossé à l'amont du rejet) de deux échelles limnimétriques, et le rejet via la pose d'un réseau aérien et d'un batardeau dans le fossé :



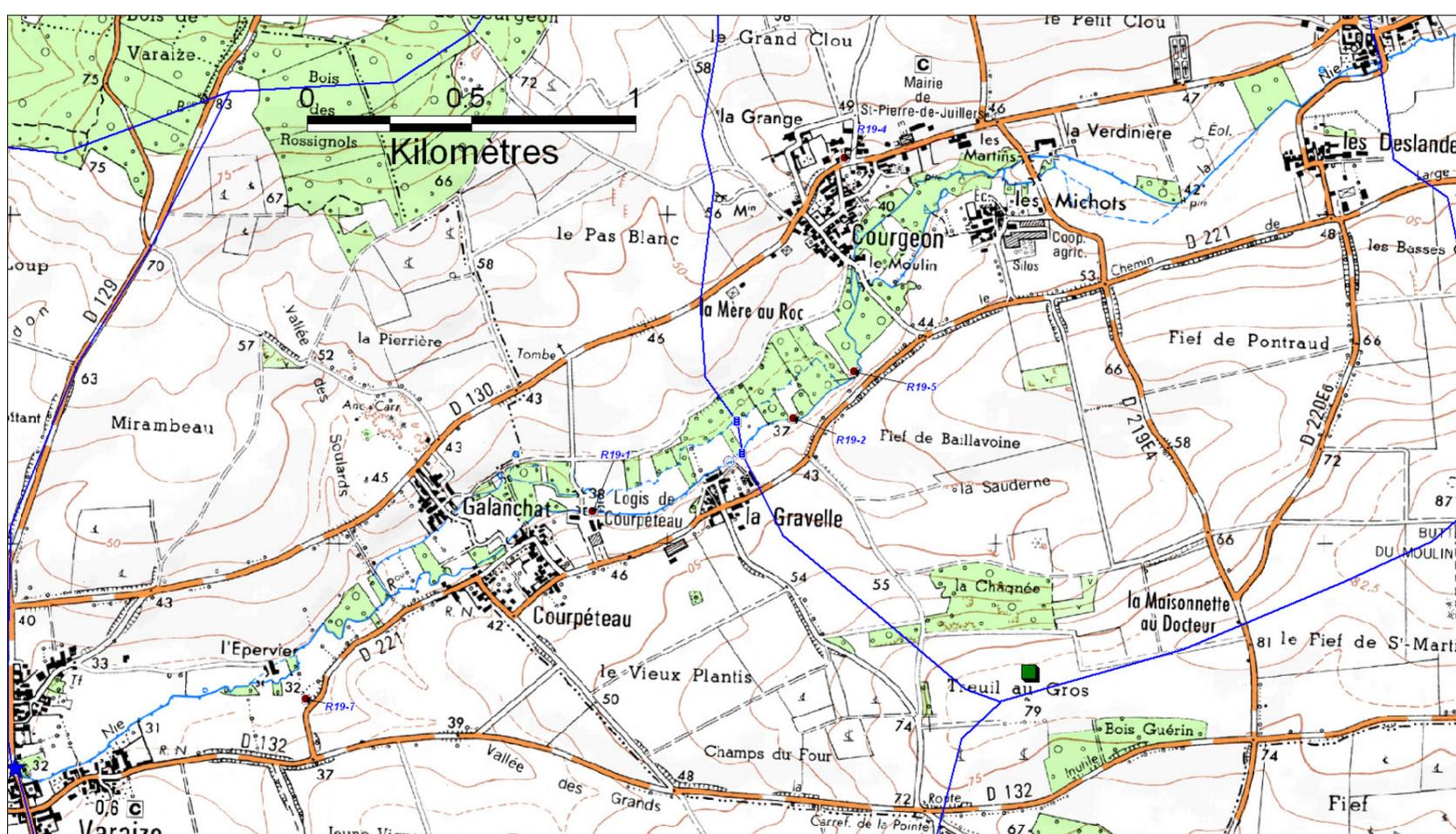
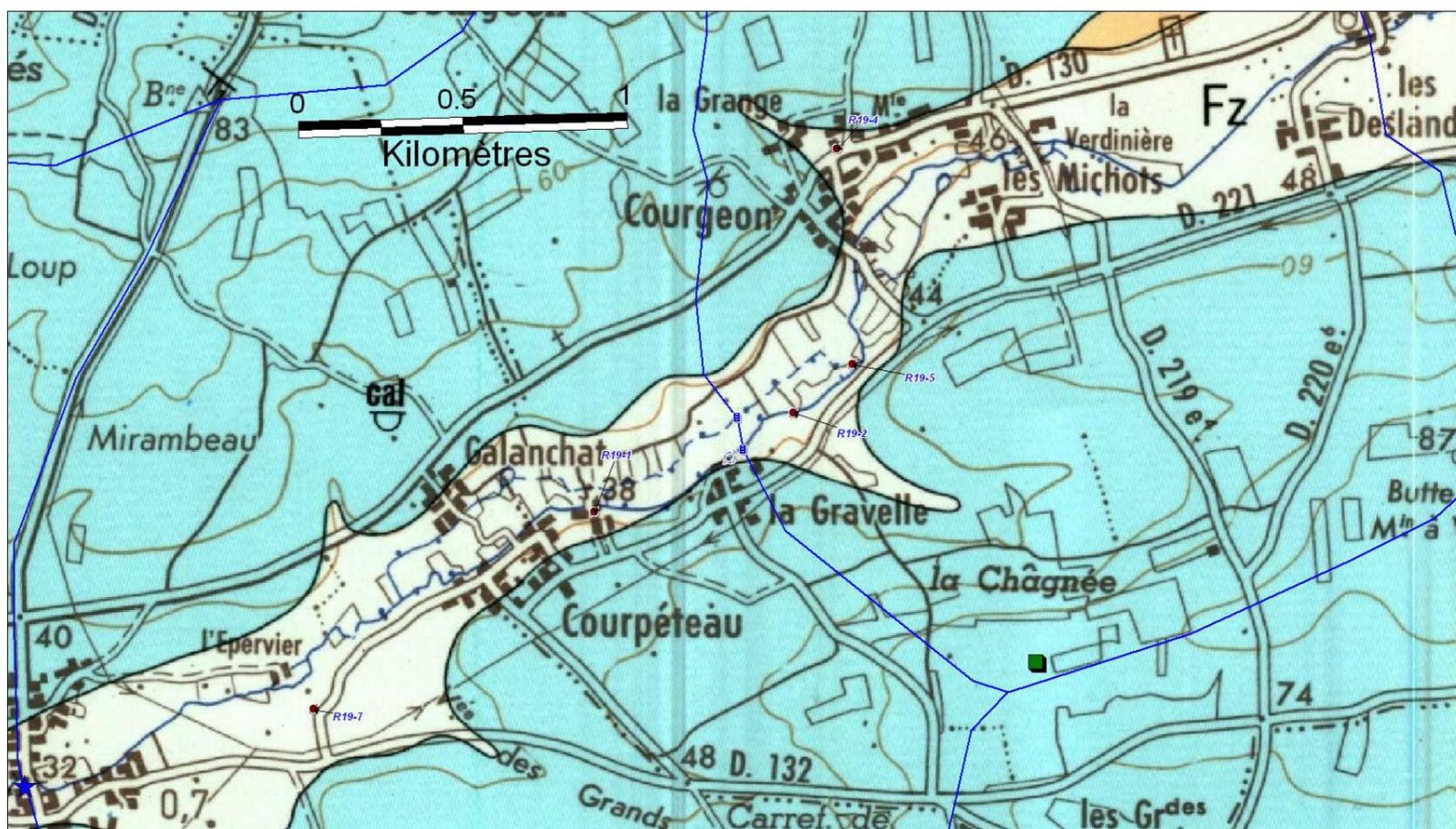
## 3) Semaine 15 du lundi 6 au vendredi 10 mars 2009 (Philippe Frouin &amp; Claude Michel MARTINEAUD)

- **Site R01 à Saint-Denis du Pin** au lieu-dit **Mottes des Guédeaux** dans le *bassin du Pouzat*, avec un pompage à 130 m<sup>3</sup>/h sur R01-4 et R01-7, deux des trois forages prévus pour le remplissage à 180 m<sup>3</sup>/h, situés à proximité d'un fossé affluent rive droite du Pouzat, à équiper (fossé et ruisseau à l'aval de la confluence et à l'amont du rejet), de deux échelles limnimétriques, et le rejet via la pose d'un réseau aérien à l'aval du passage busé des Rousseaux :



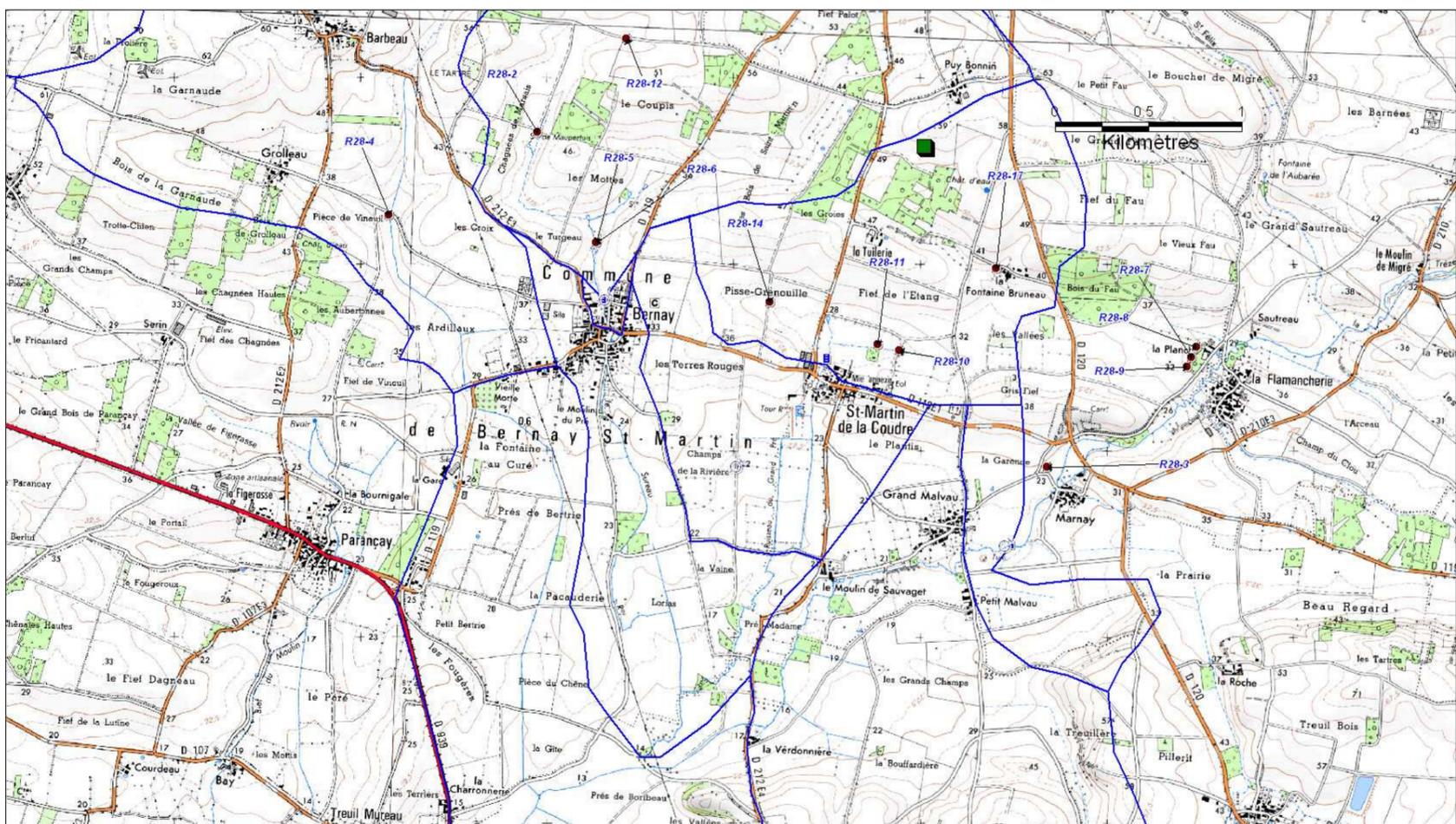
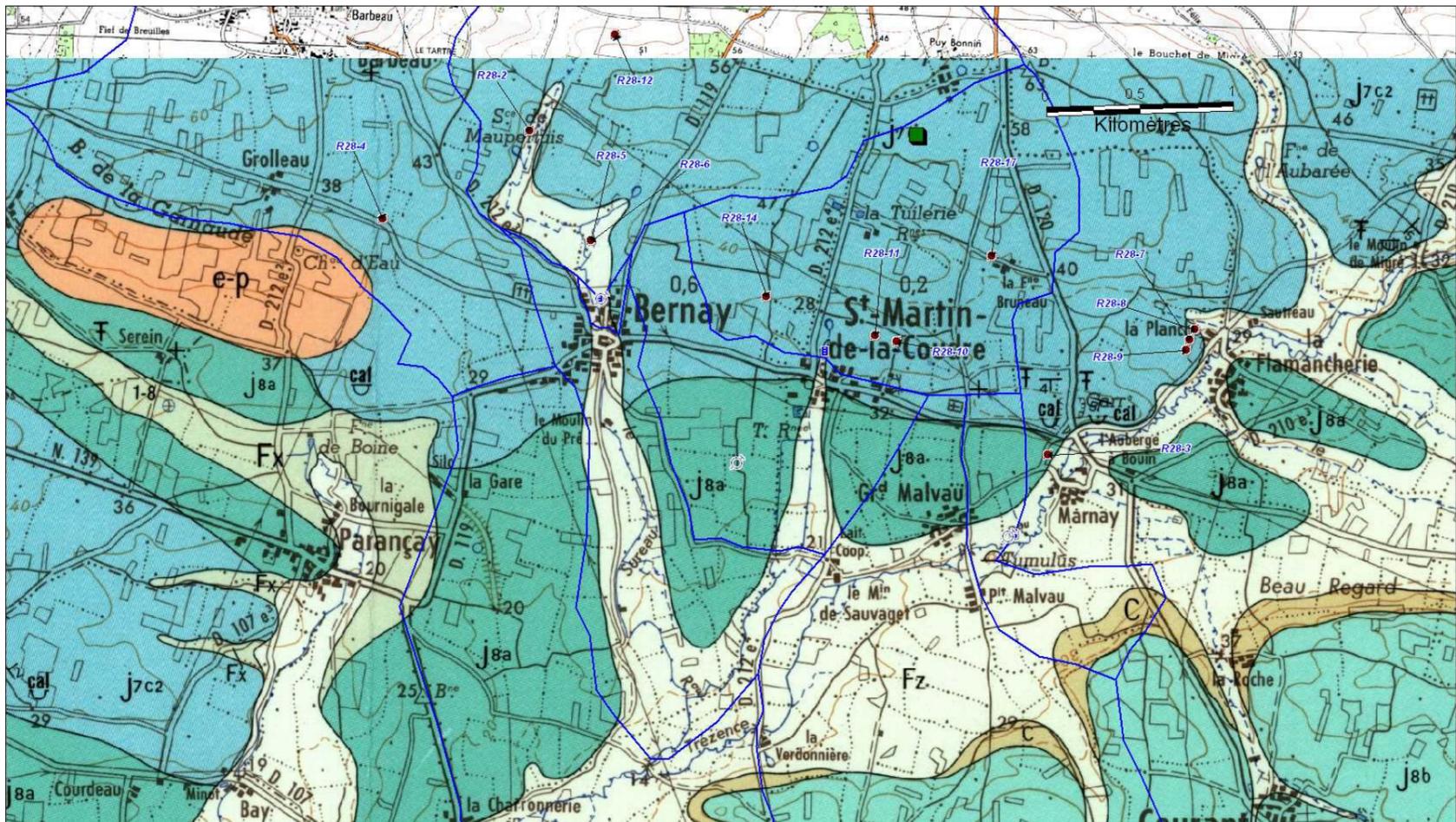
## 4) Semaine 16 du mardi 14 au vendredi 17 avril 2009 (Philippe Navarro et Jean-Claude Defois)

- **Site R19** à **Saint-Pierre de Juillers** aux lieux-dits **La Gravelle** et **Courgeon** dans le *bassin de la Nie*, avec un pompage à 200 m<sup>3</sup>/h sur R19-2, R19-4 et R19-5, trois des cinq forages prévus pour un remplissage à 290 m<sup>3</sup>/h, situés à proximité du ruisseau de la Nie et d'un fossé issu d'une source affluent en rive droite, à équiper (fossé et ruisseau à l'amont du rejet), de deux échelles limnimétriques, et les rejets via la pose d'un réseau aérien à l'aval d'une mise en vitesse à l'entrée de la Gravelle dans la Nie (pour R19-5 et R19-2) et via le réseau d'irrigation enterré dans un fossé affluent du bassin du ruisseau de Fragne au Nord (pour R19-4) :



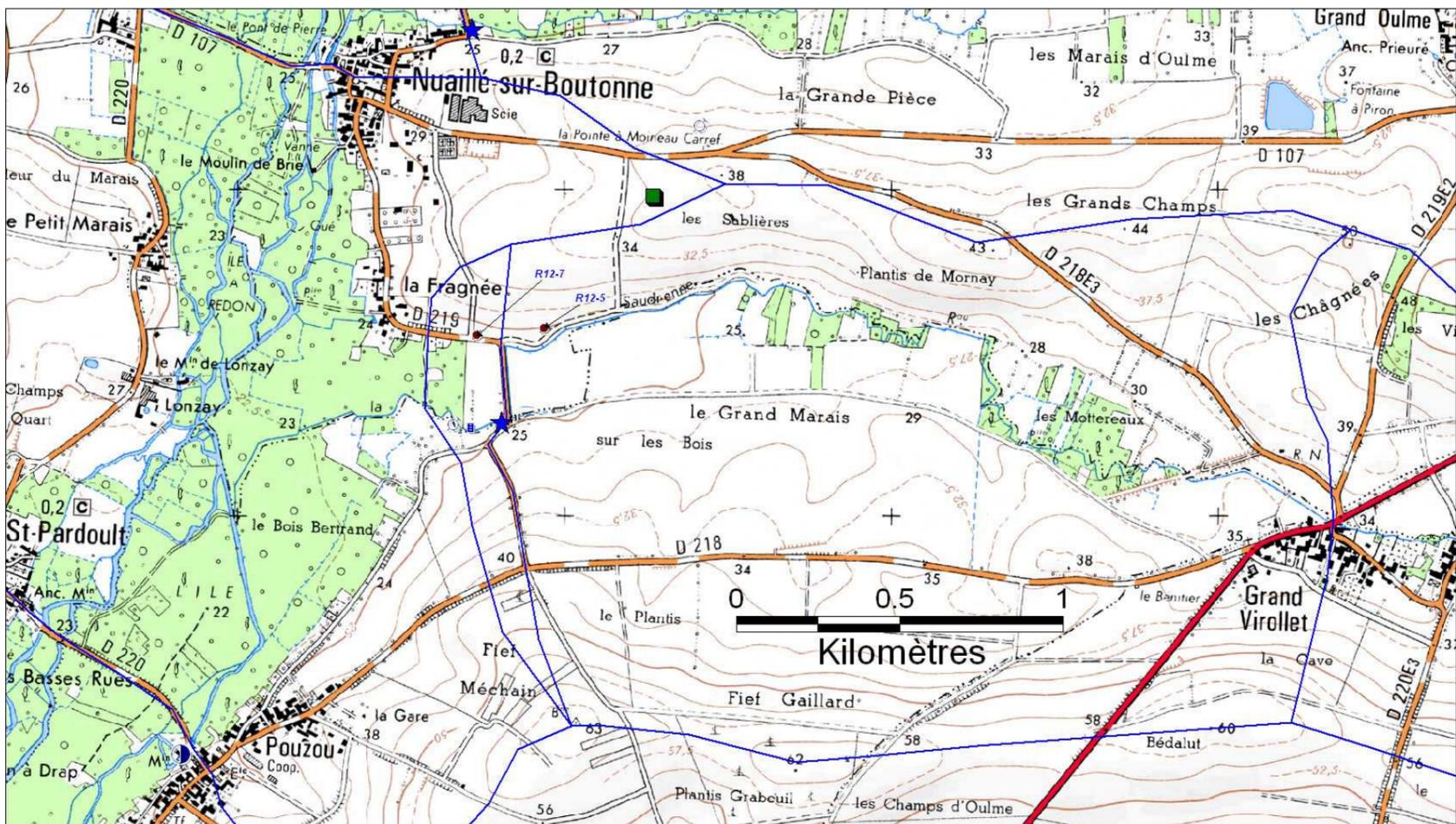
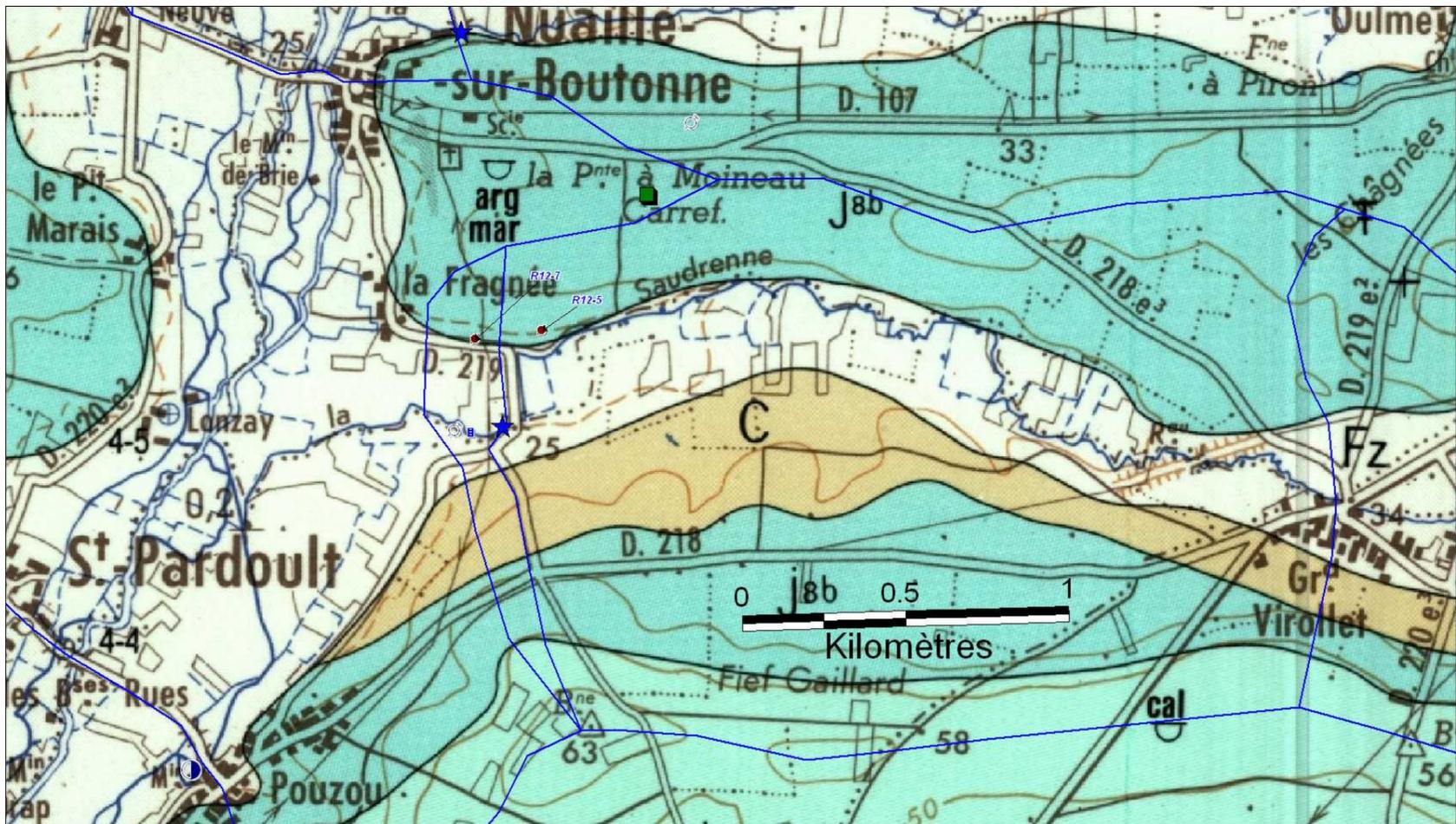
## 5) Semaine 17 du lundi 20 au vendredi 24 avril 2009 (Jean-Yves Coffin et Albert Pacaud)

- **Site R28** à **Bernay-Saint-Martin** aux lieux-dits **La Garenne** (Marnay), **Pisse-Grenouille** (Saint-Martin de la Coudre) et **le Turgeau** (Bernay) dans le *bassin de la Haute-Trézence*, avec trois essais simultanés respectivement à 30 m<sup>3</sup>/h sur R28-3, 60 m<sup>3</sup>/h sur R28-14 et 35 m<sup>3</sup>/h sur R28-5&6, soit un total de 125 m<sup>3</sup>/h sur trois des neuf sites prévus pour un remplissage à 337 m<sup>3</sup>/h, situés à proximité du ruisseau de la Trézence ou de fossés affluents en rive droite, à équiper de 3 échelles limnimétriques (Seuil mobile sur la Trézence, buse du Fief de l'Etang, mise en vitesse sur le Sureau) et les rejets à l'aval de ces points via des réseaux d'irrigation enterrés existants et la pose de réseaux aériens.



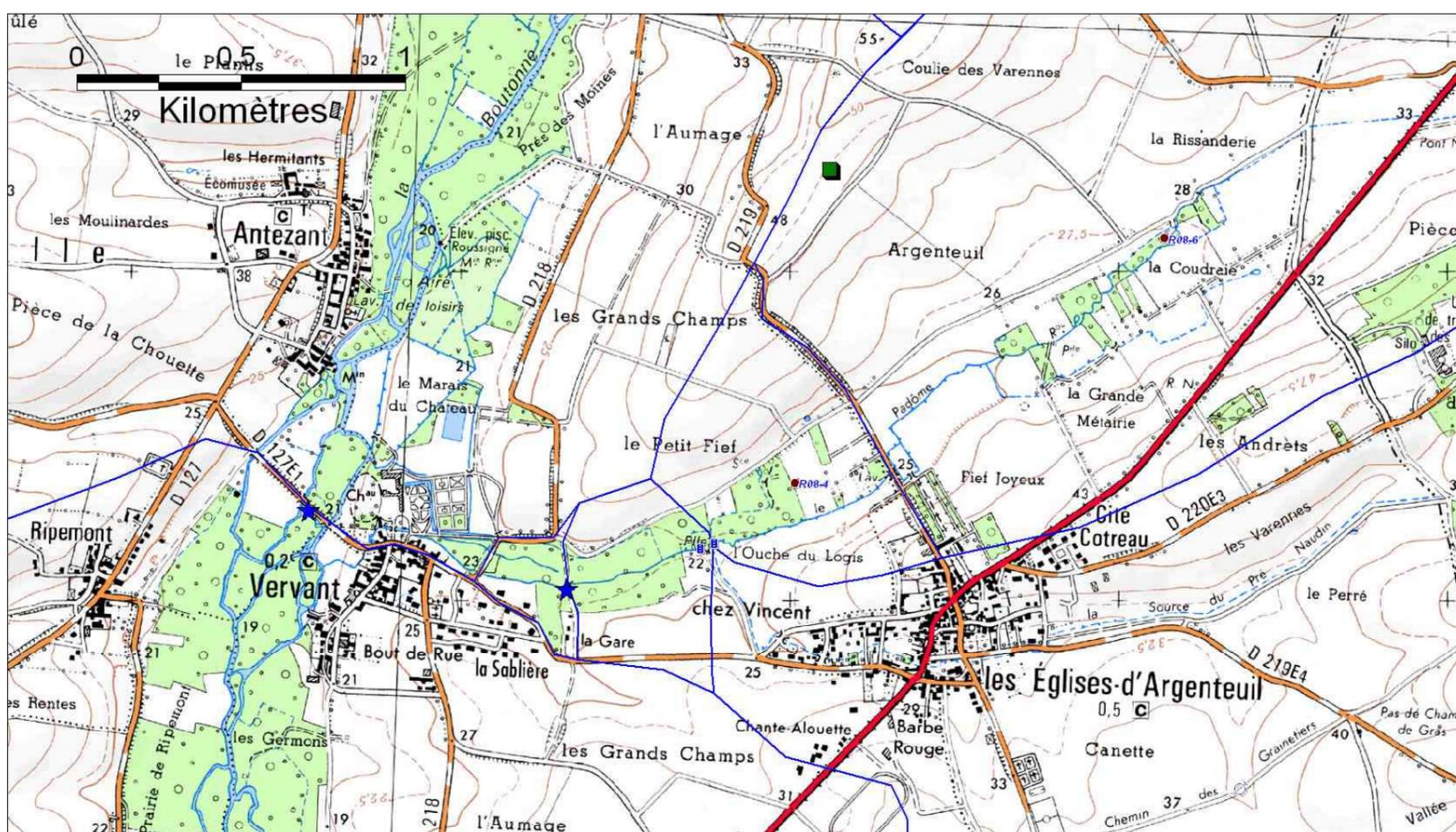
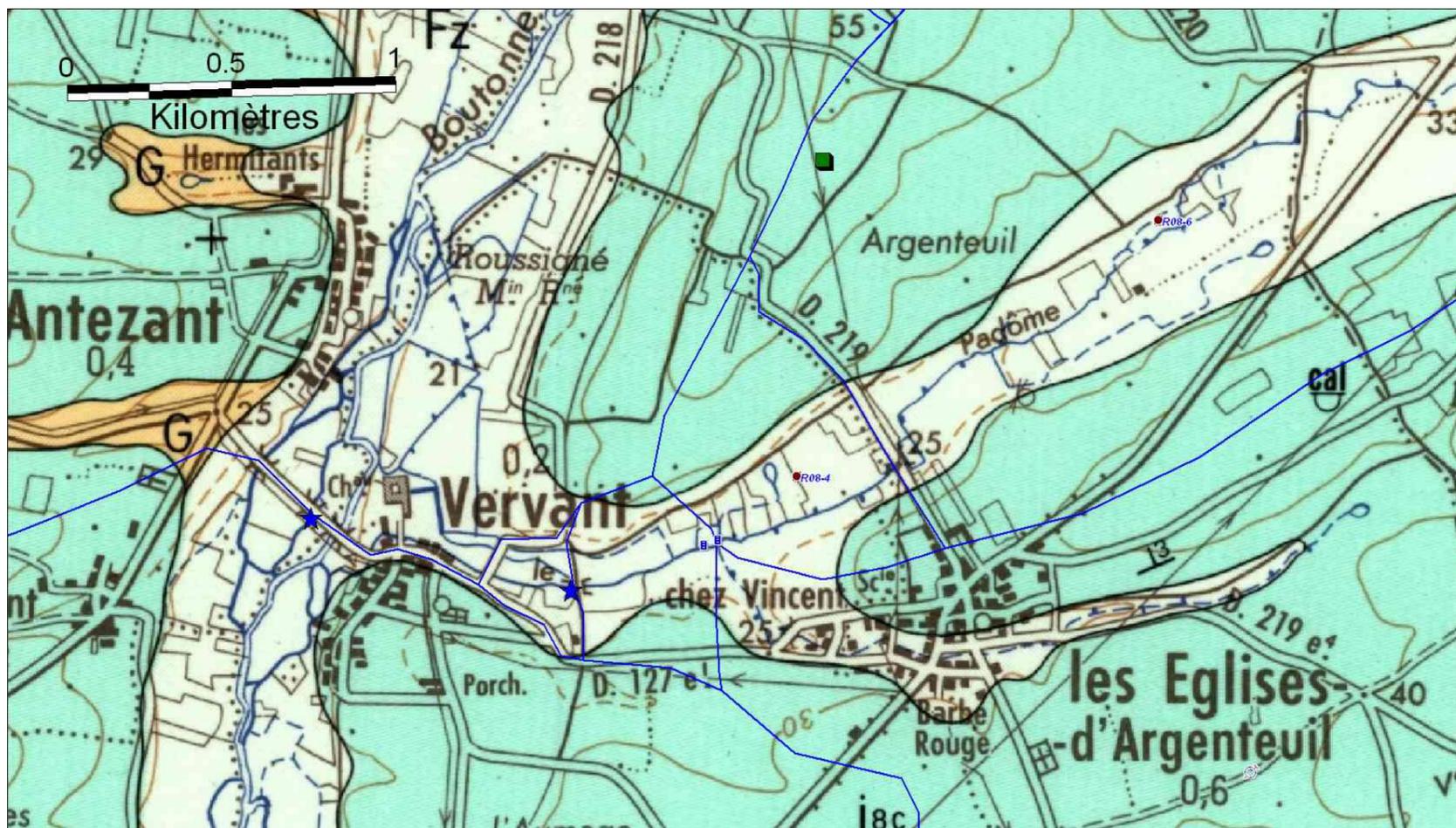
## 6) Semaine 18 du lundi 27 au jeudi 30 avril 2009 (Philippe Navarro et Pierre Ravon)

- **Site R12 à Nuaille-sur-Boutonne** au lieu-dit **La Fragnée** dans le **bassin de la Saudrenne**, avec un pompage à 150 m<sup>3</sup>/h sur les deux seuls ouvrages prévus pour le remplissage, R12-5 et R12-7, situés à proximité du ruisseau de la Saudrenne, à équiper d'une échelle limnimétrique (ruisseau en amont de rejet), et les rejets via le réseau d'irrigation enterré et un réseau aérien à poser (R12-5) et via le réseau enterré d'irrigation vers un fossé affluent du bassin de la Brédoire au Nord (R12-7).



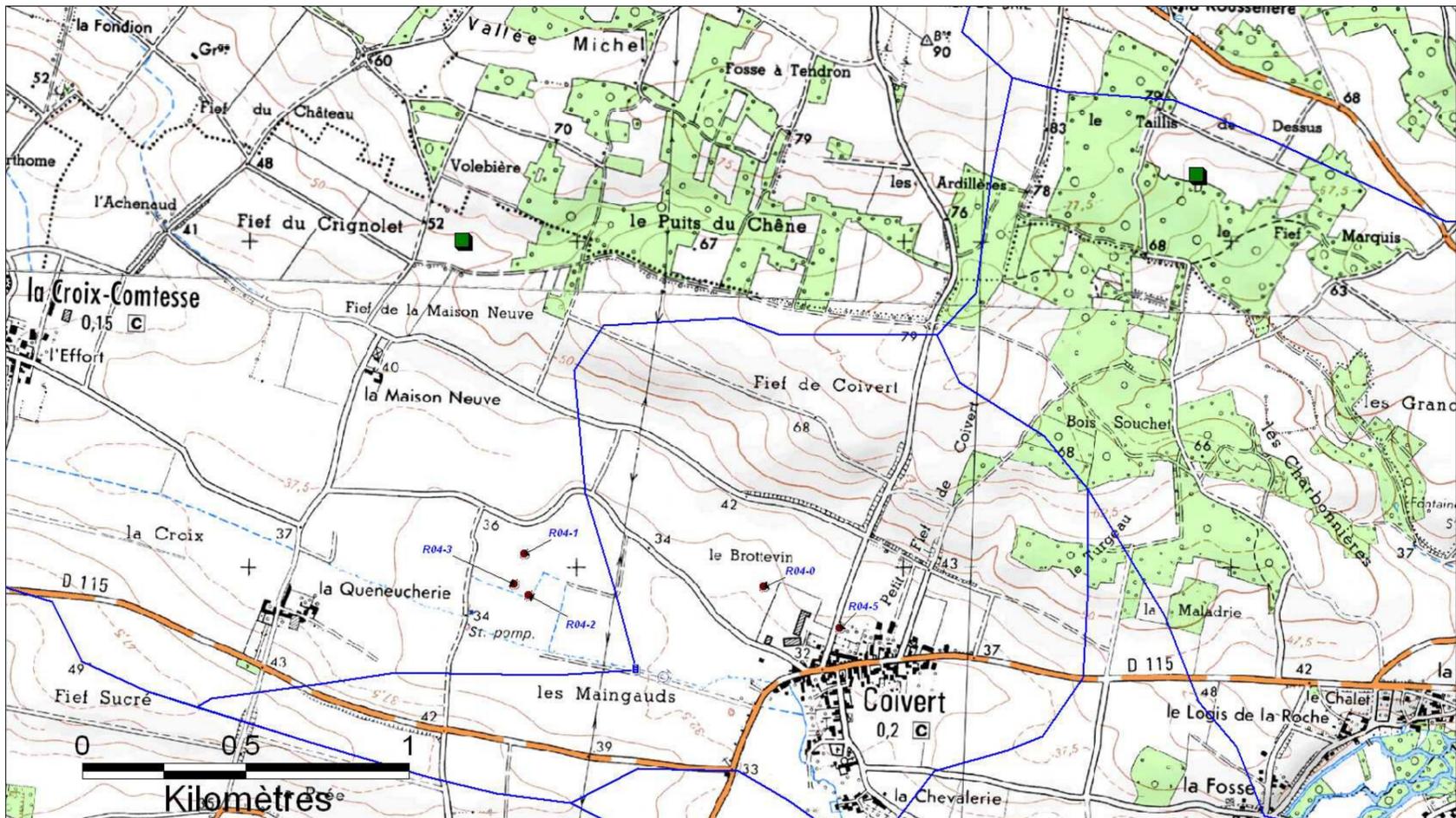
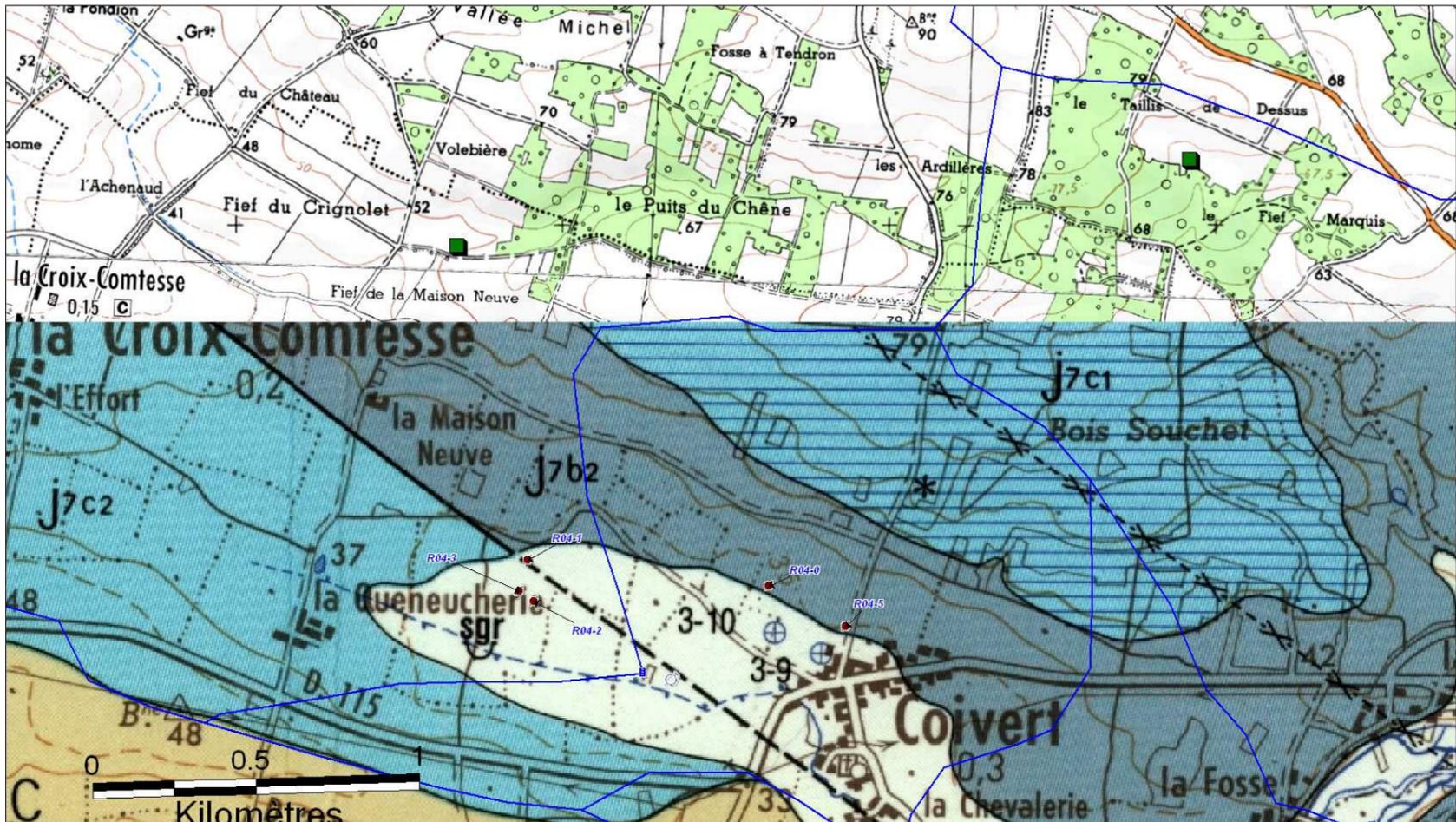
## 7) Semaine 19 du lundi 4 au jeudi 7 mai 2009 (Guillaume Boisset et Alain Moizand)

- **Site R08 à Vervant** au lieu-dit **l'Ouche du Logis** dans le **bassin du Padôme**, avec un pompage à 130 m<sup>3</sup>/h sur R08-4, un des deux forages prévus pour un remplissage à 190 m<sup>3</sup>/h, situé à proximité du ruisseau du Padôme, à équiper de deux échelles limnimétriques (ruisseau du Padôme à l'amont et à l'aval de sa confluence avec le fossé de la Source du Pré Naudin), le rejet se faisant via un réseau d'irrigation enterré sur un fossé affluent du fossé de la Source du Pré Naudin, affluent en rive gauche du ruisseau du Padôme :



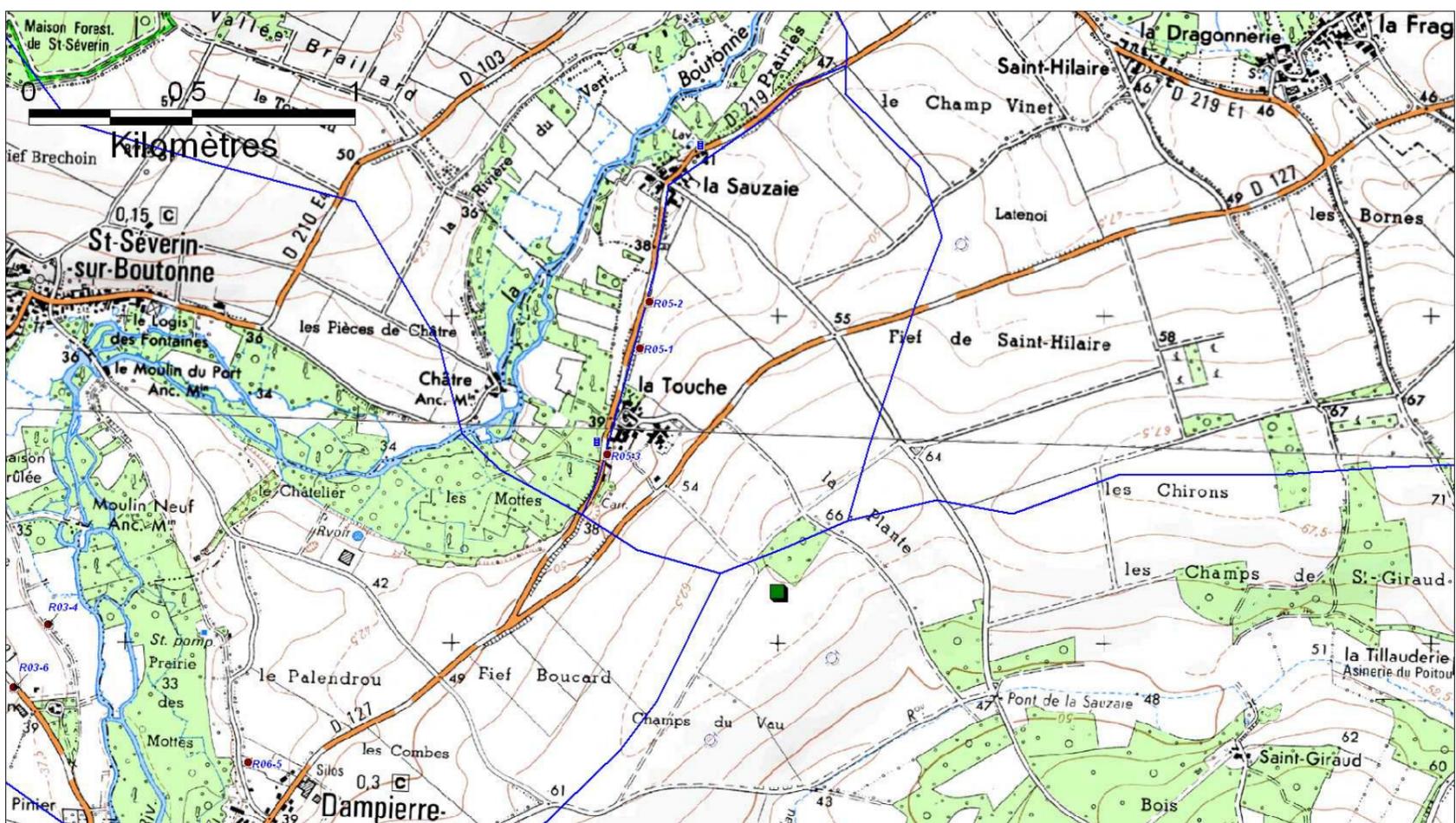
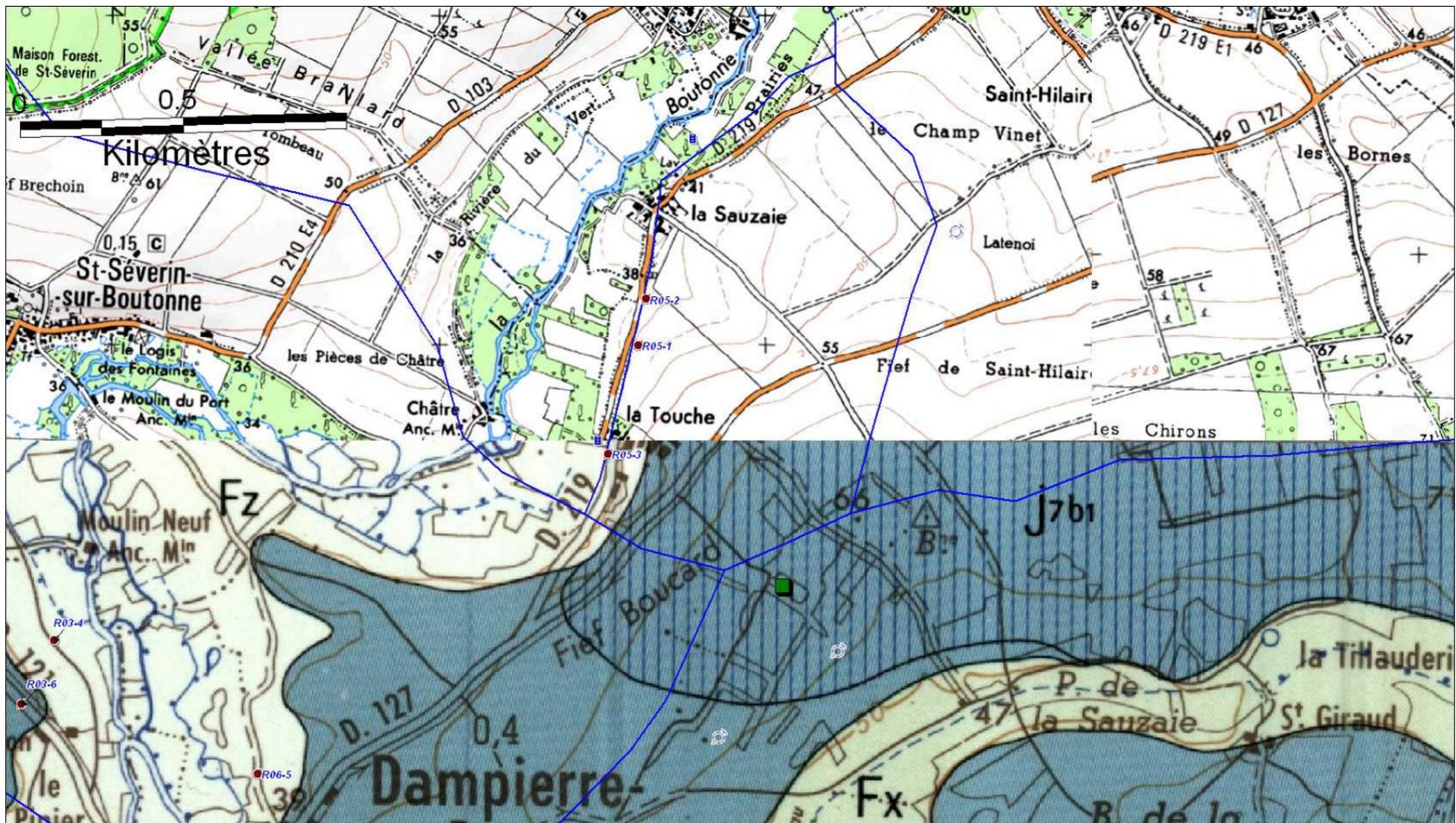
## 8) Semaine 20 du lundi 11 au vendredi 15 mai 2009 (Philippe Frouin et Patrice Charriau)

- **Site R04 à Coivert** au lieu-dit **Les Maingauds** dans le sous-bassin du fossé de Coivert affluent du fossé de la Grande Planche, rattaché à la vallée moyenne de la Boutonne, avec un pompage à 120 m<sup>3</sup>/h sur les trois forages R04-1, R04-2 et R04-3 (substitués en été par la retenue R04 mais prévus pour remplir la retenue R16 sur la commune de Villeneuve-le-Comtesse mais dont les forages initialement prévus pour le remplissage se trouvent soit sur le bassin du Mignon (hors bassin de la Boutonne), soit ne sont pas assez productifs), situés à proximité du fossé de Coivert, à équiper d'une échelle (fossé à l'amont du rejet), avec un rejet via un réseau aérien à poser à l'aval d'un passage agricole busé sur le fossé de Coivert.



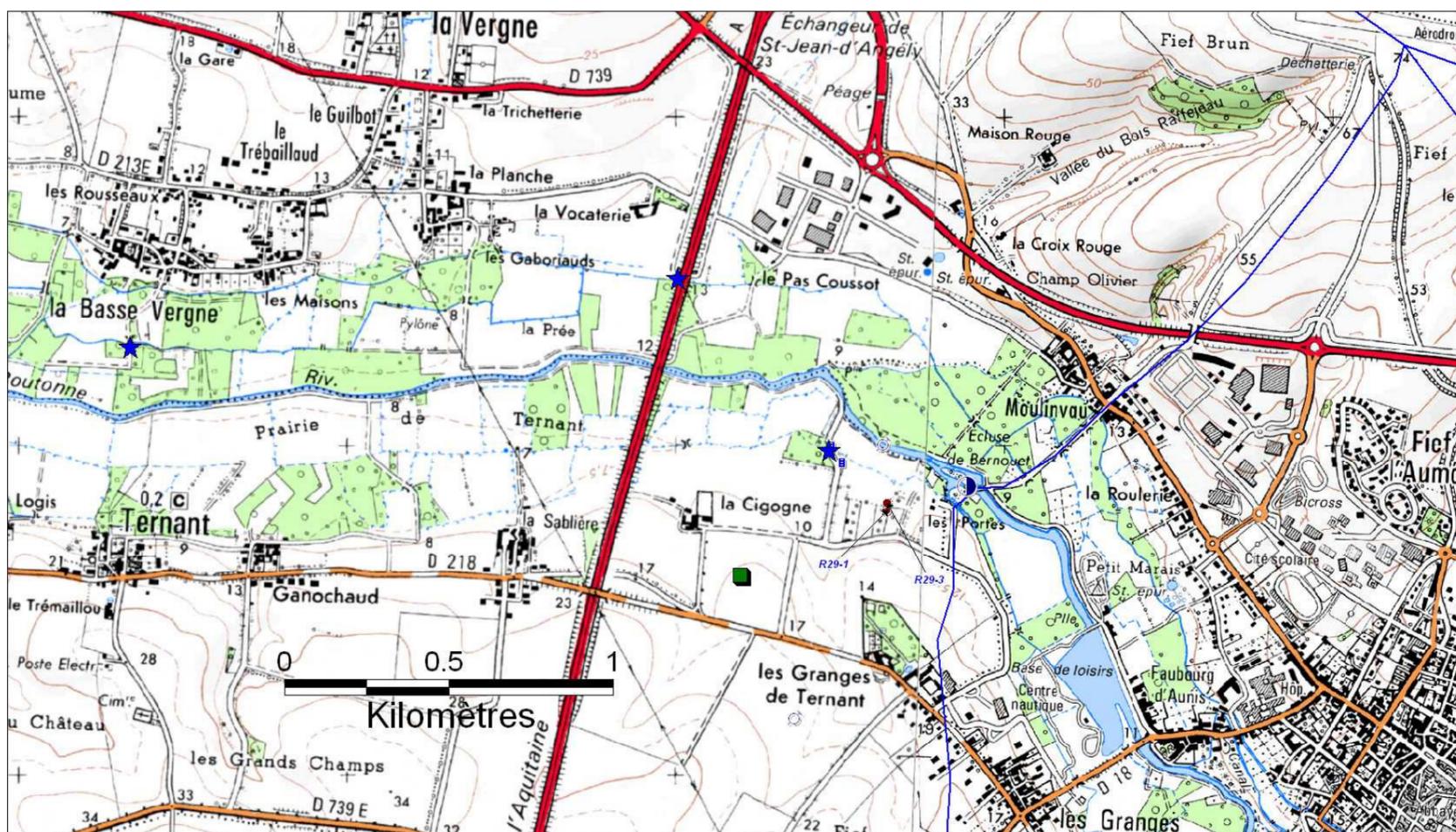
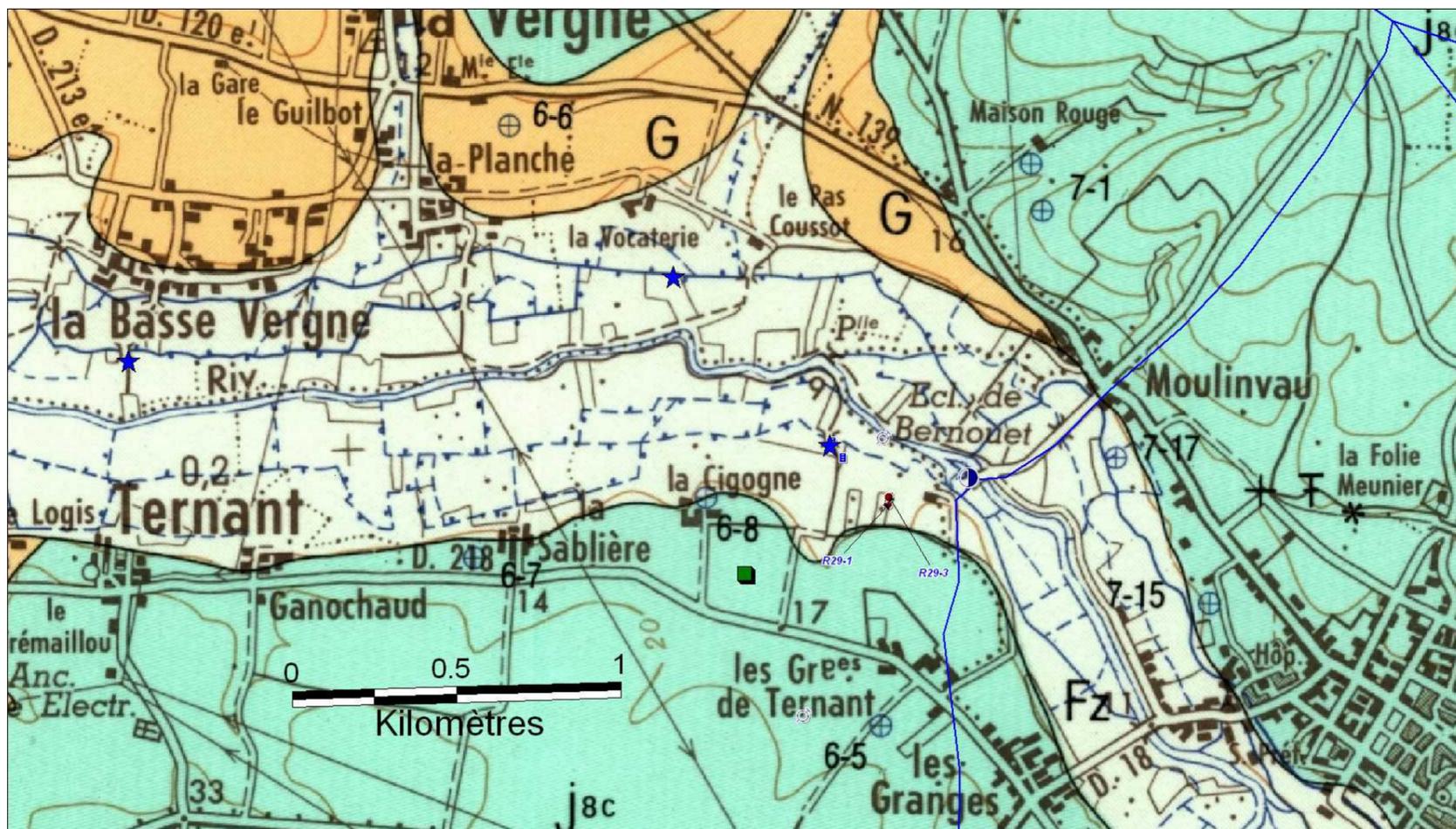
## 9) Semaine 22 du lundi 25 au vendredi 29 mai 2009 (Philippe Navarro et Philippe Jousson)

- **Site R05 à Dampierre-sur-Boutonne** au lieu-dit **La Touche**, dans le bassin amont de la Boutonne entre l'ancienne station du Vert et la station du Moulin de Châtre qui l'a remplacée, avec un pompage à 206 m<sup>3</sup>/h sur trois des quatre forages prévus pour le remplissage à un débit de 346 m<sup>3</sup>/h, situés à proximité de la rivière de la Boutonne et de zones humides et peupleraies alimentées par des sources, dont deux à équiper (mare de la Touche et source de la Sauzaie), avec un rejet sur des cultures de céréales de printemps en développement.



## 10) Semaine 23 du mardi 2 au vendredi 5 juin 2009 (Guillaume Boisset et Francis Fogear-Grignon)

- **Site R29 à Ternant** au lieu-dit **Les Granges**, dans le bassin aval de la Boutonne à l'aval des écluses de Bernouet (Saint-Jean d'Angély), avec un pompage à 340 m<sup>3</sup>/h sur les deux seuls forages R29-1 et R29-3 prévus pour le remplissage, situés à proximité du canal de Ternant en rive gauche de la Boutonne et d'un ancien puits agricole aménagé en mare, tous deux à équiper d'échelles limnimétriques (canal, mare), avec un rejet sur des cultures de céréales de printemps (R29-3) et dans la Boutonne (R29-1) :



### 3.3- Caractérisation de la période des essais

#### 3.3.1- Chronologie et programme systématique des essais

Les essais se sont déroulés à raison de l'étude d'un site par semaine, sous la forme de missions s'enchaînant comme suit :

- revue des dispositifs de mesures, de rejet et réglage du débit la première journée, lorsqu'il y avait un problème à régler, le programme était décalé d'une journée, installation des sondes enregistreurs automatique de pression absolue (pression à convertir en niveau d'eau enregistré toute les 5 minutes) sur deux à quatre points autour du forage à tester au débit le plus important incluant ce dernier, enquête de quartier pour la recherche de points d'accès à des niveaux de nappe dans les environs de l'essai ;
- piézométrie et jaugeage de l'état initial et démarrage de l'essai de pompage de longue durée la deuxième journée avec un suivi manuel resserré au cours de la première heure de pompage
- campagnes piézométriques au cours de la descente du niveau de nappe, mesures de débit sur les compteurs, suivi des niveaux sur les échelles limnimétriques et jaugeage au bout d'un à deux jours de pompage,
- arrêt des pompages au bout de trois jours par les exploitants et enregistrement automatique des paramètres de la remontée (évolution des niveaux de nappe résiduels),
- campagne piézométrique plusieurs jours après l'arrêt du pompage et jaugeage sur les cours d'eau potentiellement impactés, enlèvement des sondes automatiques de pression absolue (SCHLUMBERGER MicroDIVER) et transfert d'un site à l'autre.

En complément du suivi des niveaux piézométriques aux stations VILLENOU, POIMIER et JUILLETS et du suivi des débits écoulés à MOULIN DE CHATRE, le suivi de la ressource au cours de la période était assuré :

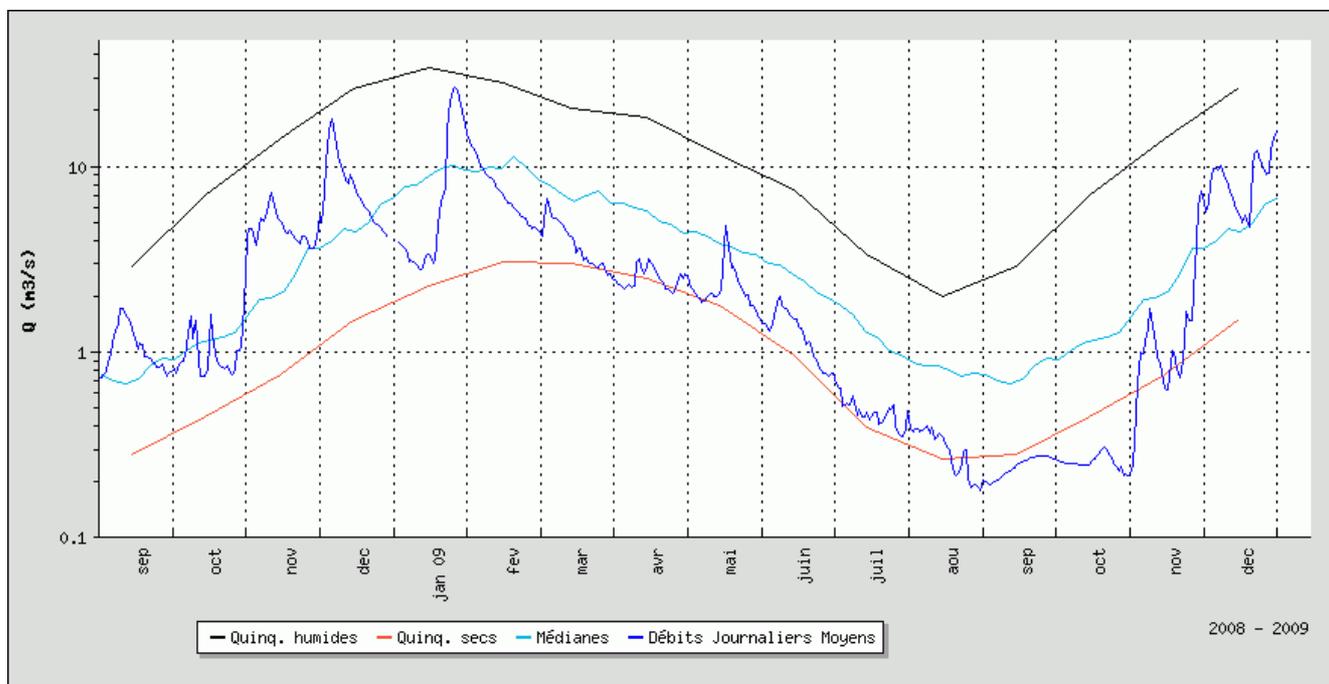
- automatiquement par les dix sondes de pression différentielles implantées à proximité des dix sites de remplissage testés, pour la nappe du Jurassique supérieur,
- manuellement par les relevés ponctuels, ou au mieux de fréquence quotidienne à hebdomadaire, confiés aux membres de l'ASA responsables de chaque site.

Site	Commune	Lieu-dit	Débit testé sur projeté	Dates et durée de pompage	Bassin contrôlé
<b>R10</b>	<b>Saint-Pardout</b>	<b>Moulin à Drap</b>	132 m3/h (sur 130 m3/h)	Mardi 24/03/2009 18:00 Vendredi 27/03/2009 18:00 (72 heures)	Boutonne moyenne et amont (728,5 km <sup>2</sup> )
<b>R14</b>	<b>Aulnay de Saintonge</b>	<b>Puits de Lusignan</b>	108 m3/h (sur 100 m3/h)	Mardi 31/03/2009 18:00 Vendredi 03/04/2009 18:00 (72 heures)	Puits de Lusignan (5,5 km <sup>2</sup> )
<b>R01</b>	<b>Saint-Denis du Pin</b>	<b>Mottes des Guédeaux</b>	143 m3/h (sur 180 m3/h)	Mardi 07/04/2009 18:00 Vendredi 10/04/2009 18:00 (72 heures)	Pouzat (25,5 km <sup>2</sup> )
<b>R19</b>	<b>Saint-Pierre de Juillers</b>	<b>Gravelle</b>	200 m3/h (sur 290 m3/h)	Mercredi 15/04/2009 18:00 Samedi 18/04/2009 18:00 (72 heures)	Nie (46,5 km <sup>2</sup> )
<b>R28</b>	<b>Bernay-Saint-Martin</b>	<b>Garenne Pisse-Grenouille Turgeau</b>	30 m3/h (sur 60 m3/h 337 35 m3/h m3/h)	Mercredi 22/04/2009 18:00 Samedi 25/04/2009 18:00 (72 heures)	Trézence (49,5 km <sup>2</sup> ) Grand Pré (2,3 km <sup>2</sup> ) Sureau (5,3 km <sup>2</sup> )
<b>R12</b>	<b>Nuailly-sur-Boutonne</b>	<b>Fragnée</b>	155 m3/h (sur 155 m3/h)	Mardi 28/04/2009 18:00 Vendredi 01/05/2009 18:00 (72 heures)	Saudrenne (39 km <sup>2</sup> )
<b>R08</b>	<b>Vervant</b>	<b>Ouche du Logis</b>	130 m3/h (sur 190 m3/h)	Mercredi 06/05/2009 11:00 Samedi 09/05/2009 11:00 (72 heures)	Padôme (33,5 km <sup>2</sup> ) Pré Naudin (8,6 km <sup>2</sup> )
<b>R04</b>	<b>Coivert</b>	<b>Maingauds</b>	120 m3/h (sur 120 m3/h)	Mercredi 13/05/2009 09:00 Samedi 16/05/2009 09:00 (72 heures)	Fossé des Maingauds (12,8 km <sup>2</sup> )
<b>R05</b>	<b>Dampierre-sur-Boutonne</b>	<b>Touche</b>	206 m3/h (sur 346 m3/h)	Mardi 02/06/2009 20:00 Mercredi 03/06/2009 08:00 (12 heures) Mercredi 03/06/2009 20:00 Jeudi 04/06/2009 08:00 (12 heures)	Versant à l'amont du talus des sources de la Sauzaie et de la Touche (1 km <sup>2</sup> )
<b>R29</b>	<b>Ternant</b>	<b>Granges</b>	340 m3/h (sur 340 m3/h)	Jeudi 04/06/2009 12:00 Dimanche 07/06/2009 12:00 (72 heures)	Bassin versant de la Boutonne à Bernouet (949 km <sup>2</sup> )

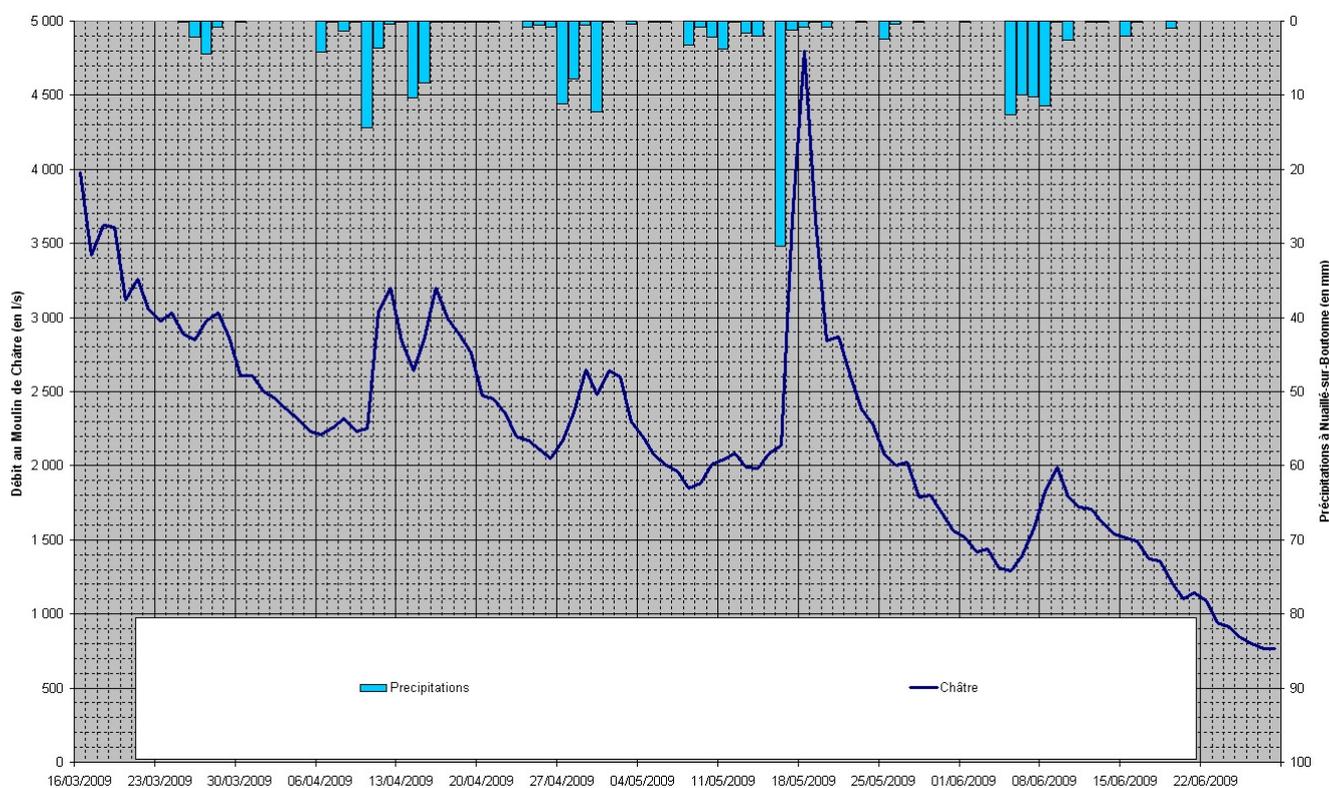
### Programme des essais réalisés sur dix sites de remplissage au cours du printemps 2009

### 3.3.2- Contexte hydroclimatique

Les essais de pompage se sont déroulés en situation de vidange de la ressource au printemps 2009 après la recharge de l'automne 2008 et de l'hiver 2009.



Contexte hydro-climatique du printemps 2009



Cette période de vidange caractéristique des ressources constituées dans la zone de battement de la nappe a été affectée par plusieurs épisodes pluvieux normaux qui ont perturbé certains de ces essais.

Ainsi, le niveau de base des débits observés au Moulin de Châtre, que nous avons utilisé comme donnée caractéristique de l'écoulement sur le bassin de l'étude, s'est calé, dès le début du printemps, sur les niveaux quinquennaux secs entre des épisodes de recharge globalement caractéristiques d'années plus sèches que la médiane.

Par rapport aux indicateurs que seraient 2 700 l/s, le seuil d'information en période printanière et 2 200 l/s le seuil de remplissage des retenues à l'amont du projet, seuil minimal à considérer pour le projet en Charente-Maritime, les essais de pompage, si l'on considère une durée équivalente de remontée égale à la durée du pompage comme faisant partie de l'essai, se sont déroulés dans les conditions d'hydraulicité suivantes :

- Débit supérieur à 2 700 l/s pour le site R10 testé à 37 l/s, avec un petit épisode de pluies inférieures à 5 mm/j pendant le pompage (jeudi, vendredi supérieurs à 2 mm/j),
- Débit compris entre 2 700 et 2 200 l/s pour le site R14 testé à 30 l/s, avec un petit épisode de pluies inférieures à 5 mm/j en fin de remontée (lundi),
- Débit proche de 2 200 l/s pour le site R01 testé à 40 l/s, avec un épisode de pluie supérieure à 10 mm/s perturbant le dernier jour de pompage (vendredi), ayant porté le débit à 3 200 l/s (dimanche),
- Débit supérieur à 2 700 l/s pour le site R19 testé à 55 l/s, avec un épisode de pluie supérieures à 8 mm/j les deux premiers jours de l'essai (mardi et mercredi) ayant reporté le débit à 3 200 l/s (jeudi), qui a ensuite baissé jusqu'à environ 2 500 l/s (lundi et mardi),
- Débit compris entre 2 700 et 2 200 l/s pour les site R28 testés à 35 l/s au total, avec une baisse poursuite en-dessous de 2 200 l/s le samedi et le dimanche (proche de 2 000 l/s) et des pluies supérieures à 7,5 mm/j perturbant la fin de la remontée (lundi),
- Débit compris entre 2 200 et 2 700 l/s pour le site R12 testé à 45 l/s, avec des précipitations supérieures à 7,5 mm/j les deux premiers jours (mardi et mercredi),
- Débit inférieur à 2 200 l/s pour le site R08 testé à 35 l/s, avec des précipitations supérieures à 2 mm en fin de semaine (vendredi, dimanche, lundi) ayant empêché ce débit de descendre en dessous de 1 800 l/s,
- Débit compris entre 2 000 et 2 200 l/s pour le site R04 testé à 35 l/s, avec un épisode de précipitations fortes de 30 mm le jour de l'arrêt du pompage (samedi), ayant fait remonté le débit à 4 800 l/s le lundi,
- Débit compris entre 1 500 et 1 300 l/s pour le site R05 testé à 55 l/s deux fois pendant la nuit du mardi au mercredi et celle du mercredi au jeudi, par temps chaud et sec,
- Débit compris entre 1 300 et 2 000 l/s pour le site R29 testé à 95 l/s, avec un épisode de quatre jours de précipitations supérieurs à 10 mm/j du deuxième jour de pompage (vendredi) au lendemain de l'arrêt (lundi).

Ces essais se sont effectivement déroulés dans des situations d'hydraulicité représentatives, du moins pour les huit premiers sites testés, de débits quinquennaux secs de la période hivernale ou de débits médians de la période automnale, avec des débits critiques au Moulin de Châtre, compris entre 2 200 et 2 700 l/s, qui correspondent aux mesures de limitation des prélèvements que nous préconiserons pour le remplissage.

Les deux derniers essais sur des sites présentant des contextes particuliers en bords de Boutonne se sont par contre déroulés dans des conditions d'hydraulicité plus critiques, correspondant cette fois-ci à des débits quinquennaux secs de la période automnale.

### ***3.3.2.1- Contexte piézométrique***

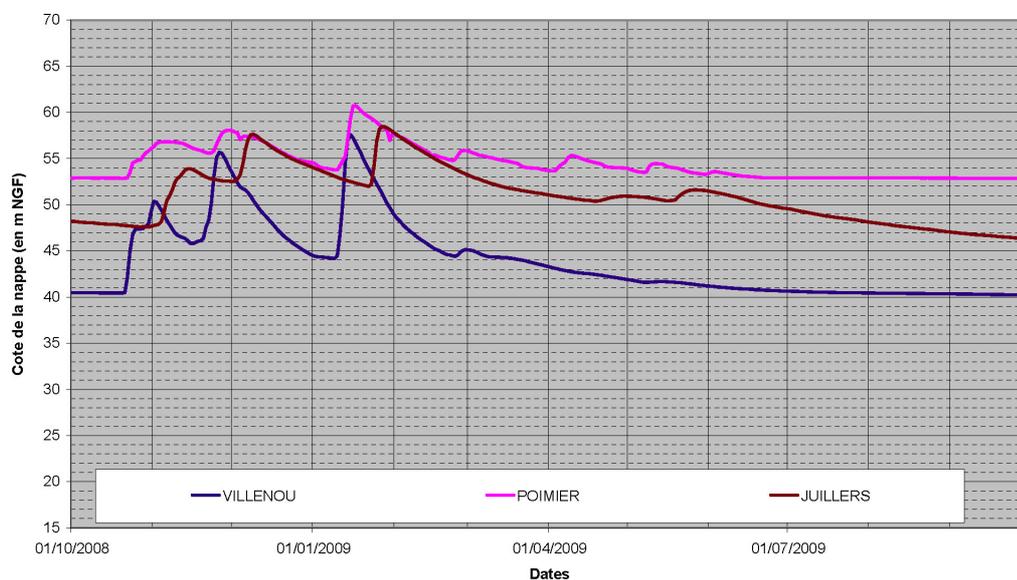
Du point de vue des niveaux piézométriques de la nappe du Jurassique supérieur, l'ensemble des suivis piézométriques que nous avons réalisés sont représentatifs de situations en partie moyenne ou aval des bassins affluents (R14, R19, R04, R01, R28 et R12) ou dans la vallée de la Boutonne (R05, R10, R29), tandis que les piézomètres du Conseil Régional se trouvent en situation amont (POIMIER) et en interfluve (VILLENOU, JUILLERS).

Dans un contexte général de vidange naturelle de la nappe au cours du printemps 2009, ralenti par les quelques épisodes pluvieux qui apparaissent sur les signaux piézométriques de ces derniers (Réseau du Conseil Régional), l'amplitude de variation des niveaux piézométrique en fond de vallée à proximité des sites de remplissage envisagés (Réseau CACG 2009) a été cependant plus faible.

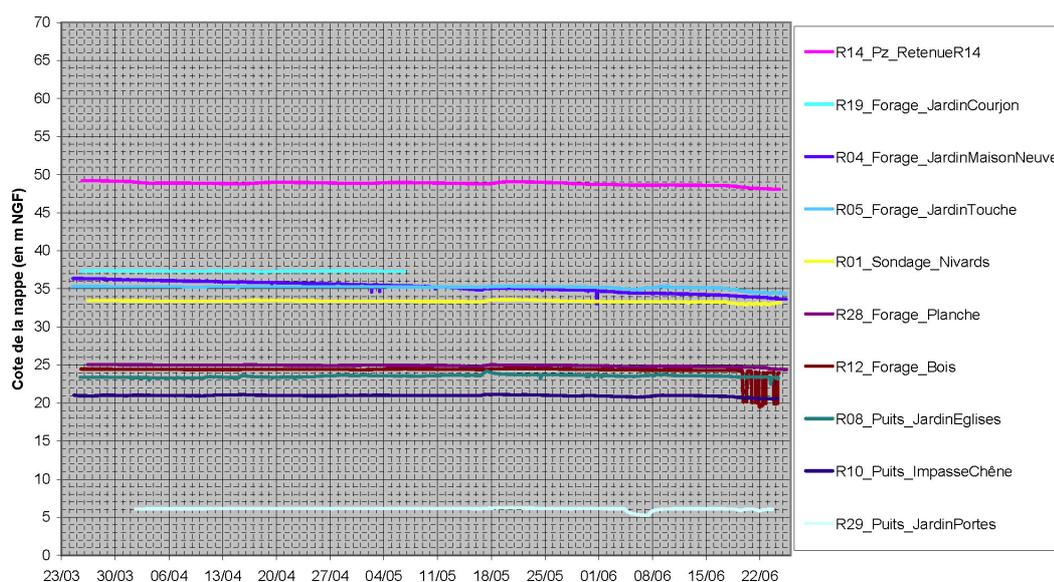
On peut retenir que tous les piézomètres traduisent une vidange naturelle générale de la nappe au cours du printemps 2009, sans atteindre les niveaux de fin d'été rencontrés au mois d'octobre précédent (du moins sur les piézomètres du conseil régional).

Les niveaux de la nappe au cours de la période des essais peuvent donc bien être représentatifs d'une situation critique pouvant être rencontrée lors de la période potentielle de remplissage des retenues de substitution d'octobre à mars.

Suivi piézométrique de la nappe libre du jurassique supérieur dans la zone d'étude



Suivis piézométrique au printemps 2009



### 3.3.3- Irrigations de printemps

Quelques prélèvements pour des irrigations de printemps par des exploitants voisins des membres de l'ASA participant aux projets de retenues ont pu avoir lieu entre les essais des sites R08 et R12 fin avril/début mai. Ces prélèvements potentiels auraient été trop éloignés pour avoir un impact perturbateur identifiable sur ces essais.

En revanche, les essais sur les sites R05 et R29 et qui se sont déroulés par temps chaud et sec, du moins au démarrage, ont été faits alors que des irrigations avaient lieu. C'est pourquoi, dans ces deux derniers cas, les parcelles irriguées ont été identifiées dans le secteur d'étude de chacun de ces essais somme appartenant aux exploitants concernés par l'essai et les eaux pompées ont été envoyées sur les cultures, l'irrigation étant intégrée à l'essai via les dispositifs d'aspersion par enrouleurs et/ou pivots.

### 3.3.4- Hydrométrie des cours d'eau affluents (ruisseaux, fossés, sources et canaux)

La fréquence des mesures limnimétriques récupérées au cours du printemps 2009 a été hétérogène, même si localement ces mesures ont suffi à encadrer les essais réalisés.

***Le graphique page suivante récapitule l'ensemble de ces mesures ponctuelles sur la période de suivi des essais avec les précipitations quotidiennes à Nuaillé-sur-Boutonne, qui présentent les quatre évènements de recharge supérieurs à 10 mm de pluie qui ont affecté le bassin.***

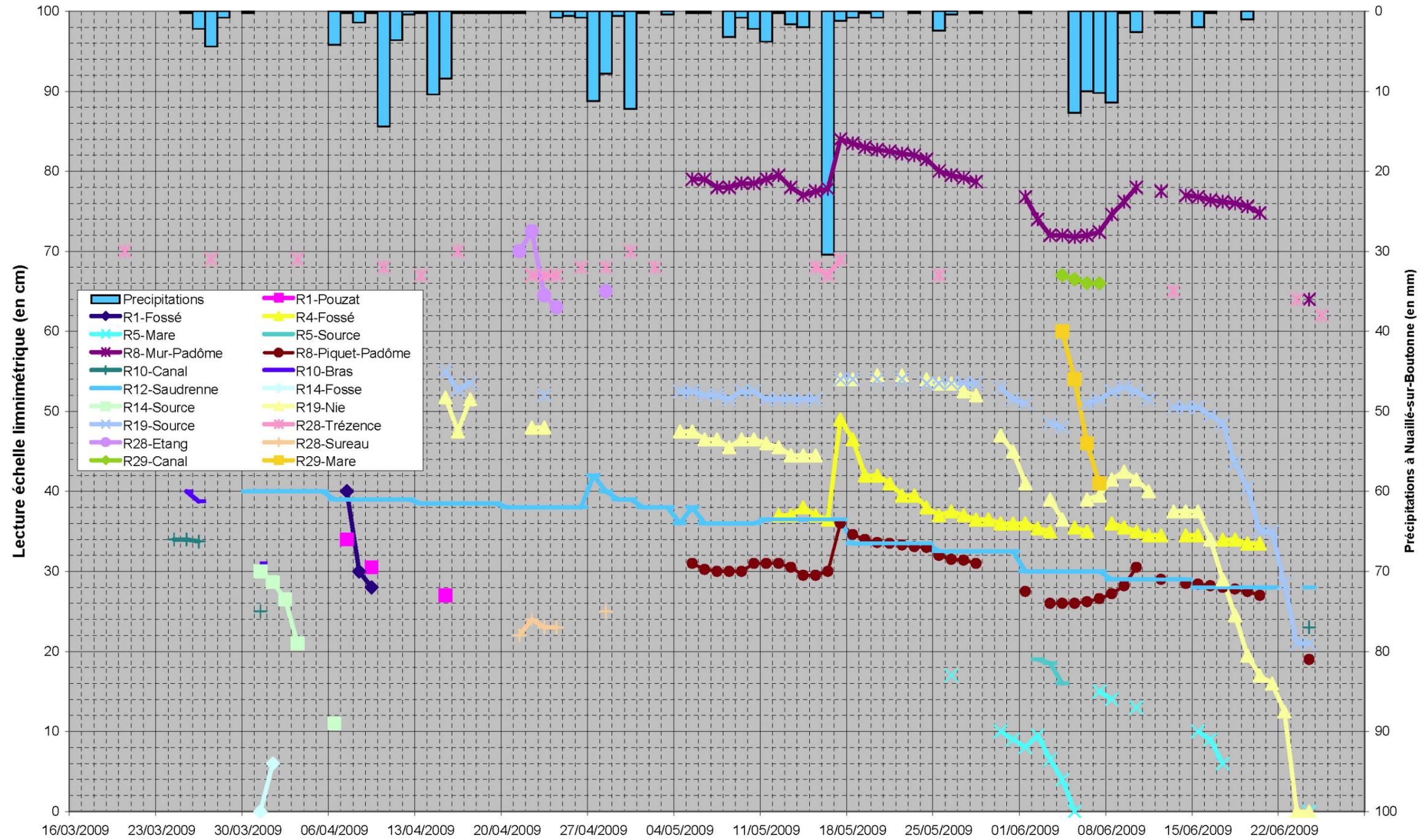
Globalement, sauf pour le fossé de la source du Puits de Lusignan (R14) qui s'est asséché au cours de l'essai de pompage lors de la dernière semaine du mois de mars 2009, tous les ruisseaux, sources, canaux et plans d'eau des sites retenus identifiés fin février et début mars 2009 coulaient ou étaient en eau pendant le déroulement des essais.

De même que pour le débit de la Boutonne au Moulin de Châtre à l'entrée amont du bassin de l'étude et les niveaux de la nappe du jurassique supérieur en différents points des bassins affluents, le phénomène de vidange naturelle globale de ces cours d'eau a été observé, avec des recharges liées aux épisodes pluvieux comme celui du samedi 16 mai 2009 (30 mm) et du vendredi 5 au lundi 8 juin 2009 (plus de 10 mm/j pendant 4 jour).

Le décrochement des niveaux lié vraisemblablement à la montée en puissance des irrigations d'été à la deuxième quinzaine mois de juin à été flagrant sur la Nie et sa source Saint-Pierre de Juillers (avec des mesures quotidiennes), ainsi que décelable sur le Padôme et la Trézence (avec des mesures ponctuelles).

L'impact potentiel local des essais sur les cours d'eau à proximité sera examiné pour chaque essai de pompage réalisé dans les interprétations présentées dans le chapitre suivant.

### Niveaux des cours d'eau affluents au printemps 2009



## 4- INTERPRETATION DES ESSAIS

### 4.1- Mesures détaillées et interprétations site par site

Nous présentons ici les résultats des essais réalisés et leur interprétation site par site, en fonction du cours d'eau le plus proche sur lequel la mesure des impacts a été recherchée et de l'indication en fin de titre de la taille du bassin versant contrôlé.

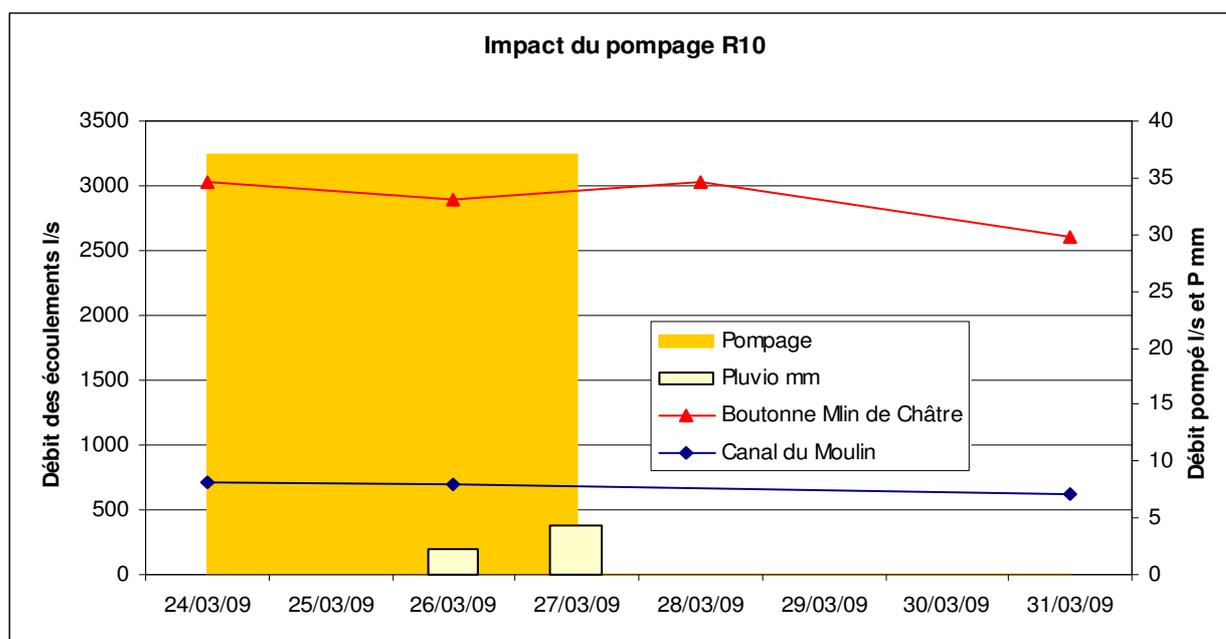
Pour chaque essai, on donne les éléments suivants :

- un tableau présentant les résultats de jaugeages (l/s) effectués par rapport aux forages testés (m<sup>3</sup>/h) et aux caractéristiques du pompage d'essai (période, durée et débit) ;
- les précipitations quotidiennes ayant affecté l'essai (mm) ;
- la dynamique des débits au Moulin de Châtre (l/s) pris comme indicateur du potentiel d'écoulement de la ressource sur le bassin testé (l/s/km<sup>2</sup>) ;
- un graphique éventuel schématisant ces informations ;
- la caractérisation des impacts sur les eaux superficielles par l'analyse des jaugeages et échelles installées sur les cours d'eau, fossés, sources ou mares ;
- la dynamique des niveaux de nappe à la station piézométrique du bassin équipée pour le suivi pendant la période des essais (sonde-enregistreur OTT MiniOrpheus) ;
- les rabattements maximums observés sur l'ensemble des points de mesure du niveau de la nappe en fonction de leur distance à l'ouvrage le plus pompé lors de l'essai ;
- la localisation hydraulique du rejet du pompage d'essai ;
- les valeurs caractéristiques apparentes de la nappe interprétées essentiellement par la méthode de Jacob (transmissivité, emmagasinement) et effets spécifiques observés (effets de limite étanche ou d'alimentation, de vidange de nappe libre ou fissurée) ;
- le graphique du suivi piézométrique automatique du bassin testé sur la période des essais (sonde-enregistreur OTT - MiniOrpheus) ;
- le graphique du suivi piézométrique du bassin testé sur les 4 semaines encadrant l'essai (sonde-enregistreur OTT – MiniOrpheus) ;
- le graphique de suivi automatique des rabattements sur les points équipés de capteurs-enregistreur (capteurs-enregistreurs Schlumberger Water Services – Diver) en fonction du logarithme du temps, à partir d'impressions d'écran du logiciel d'interprétation (Schlumberger Water Services – Aquifer Test).

#### 4.1.1- Site R10 : Canal du Moulin à Saint-Pardoult (BV Boutonne : 728,5 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s) (débit testé)</u>	<u>Débit de l'essai</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mardi 24/03/2009	16 :00 – 17 :00	718 l/s	R10-1 (132 m3/h)	Avant l'essai (démarrage à 18 h)	
Jeudi 26/03/2009	16 :00 – 17 :00	698 l/s		132 m3/h soit 37 l/s	2 jours
Mardi 31/03/2009	09 :00 – 11 :00	615 l/s		Après l'essai (arrêt le vendredi 27/03 à 18h après 3 jours de pompage)	

- Précipitations à Nuailé-sur-Boutonne : 2,2 mm le jeudi 26/03, 4,4 mm le vendredi 27/03 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : vidange naturelle globale de 3 030 l/s (soit 5,6 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 24/03 à 2 610 l/s (soit 4,9 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 31/03 avec un maximum local à 3 030 l/s (soit 5,6 l/s/km<sup>2</sup>) le samedi 28/03, consécutif à la pluie du vendredi 27/03 ;



#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

Le pompage s'est déroulé pendant une phase de vidange naturelle de la Boutonne, à peine perturbée par les petites pluies des 26 et 27/03. Le ratio entre le débit mesuré dans le canal du Moulin à Saint-Pardoult et celui de la Boutonne à l'amont (Moulin de Châtre) est resté rigoureusement identique entre le début et la fin de la période de mesure :  $718/3030 = 615/2610$ . On peut en déduire que l'essai de pompage (mené au débit de 37 l/s) n'est en rien responsable de la baisse de débit mesurée sur le canal (718 moins 615 = 103 l/s), qui serait entièrement imputable à cette vidange naturelle.

### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi au Puits de l'Impasse du Chêne, 217 mètres à l'amont de R10-1 : baisse de 21,031 m NGF le mardi 24/03 à 15 :00 à 20,948 m NGF le jeudi 26/03 à 22 :00 puis remontée à 21,042 m NGF le samedi 28/03 à 14 :00 suivie d'une baisse jusqu'à 20,974 m NGF le mardi 31/03 à 14 :00 ==> le niveau de la nappe est fortement dépendant des manipulations des pelles sur le canal du Moulin et donc des débits de la Boutonne.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance Pompage</u>	<u>Distance Boutonne</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (24/03/2009)</u>	<u>NS (24/06/2009)</u>
Puits Renaud	451 m		1,66 jours	5 cm	21,44 m NGF	21,01 m NGF
Puits Melon	232 m		2 jours	8 cm	21,20 m NGF	20,75 m NGF
Puits (sonde OTT) Impasse du Chêne	217 m		2 jours	7 cm	21,24 m NGF	20,79 m NGF
Forage R10-1 (132 m <sup>3</sup> /h)	-	55 m	2 jours	47 cm	20,89 m NGF	20,10 m NGF
Canal du Moulin (Ech. 1)	55 m		2 jours	1,5 cm	21,40 m NGF	21,29 m NGF
Bras droit Boutonne (Ech.2)	58 m		n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Sondage Piézomètre 1	88 m		2 jours	14 cm	20,80 m NGF	20,34 m NGF
Sondage Piézomètre 2	87 m		2 jours	14 cm	20,90 m NGF	20,44 m NGF
Forage Moulin à Drap	222 m		2 jours	9 cm	20,80 m NGF	20,39 m NGF
Puits Moulin à Drap	247 m		2 jours	1 cm	20,77 m NGF	20,40 m NGF
Piézomètre R10	~ 1 300 m		n.m.	n.m.	(sec) < 24,77 m NGF	n.m.

(Rejet dans un fossé à 26 m NGF qui rejoint la vallée de la Boutonne à l'aval du Moulin à Drap à environ 21 m NGF)

**Transmissivité calculée sur Pz1, Pz2 et puits de l'impasse du Chêne : 1,75.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s**

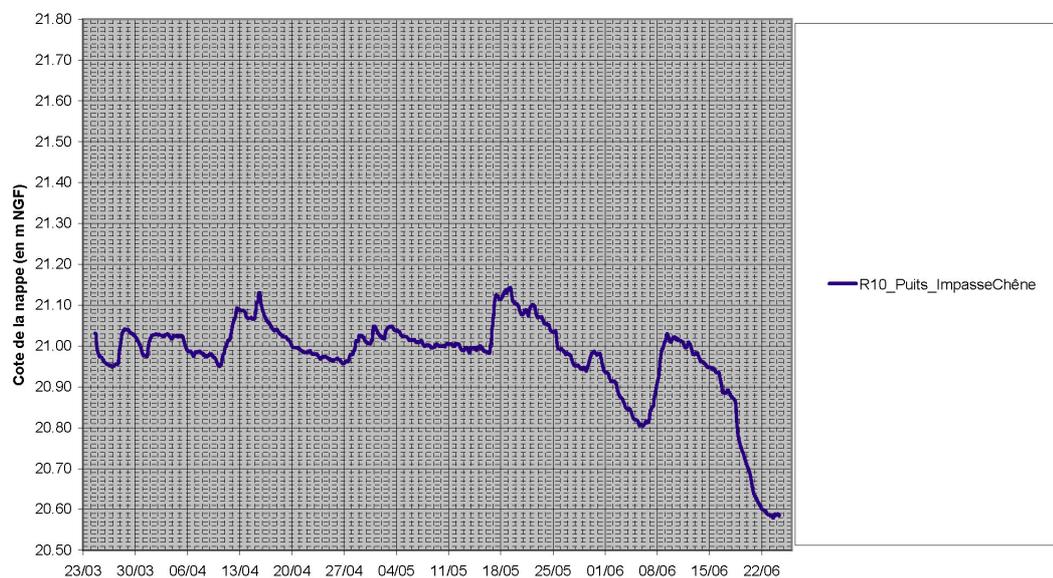
Emmagasinement sur les piézomètres 1 et 2 : 1.10<sup>-3</sup>

**Emmagasinement sur le puits de l'impasse du Chêne : 1,25 %**

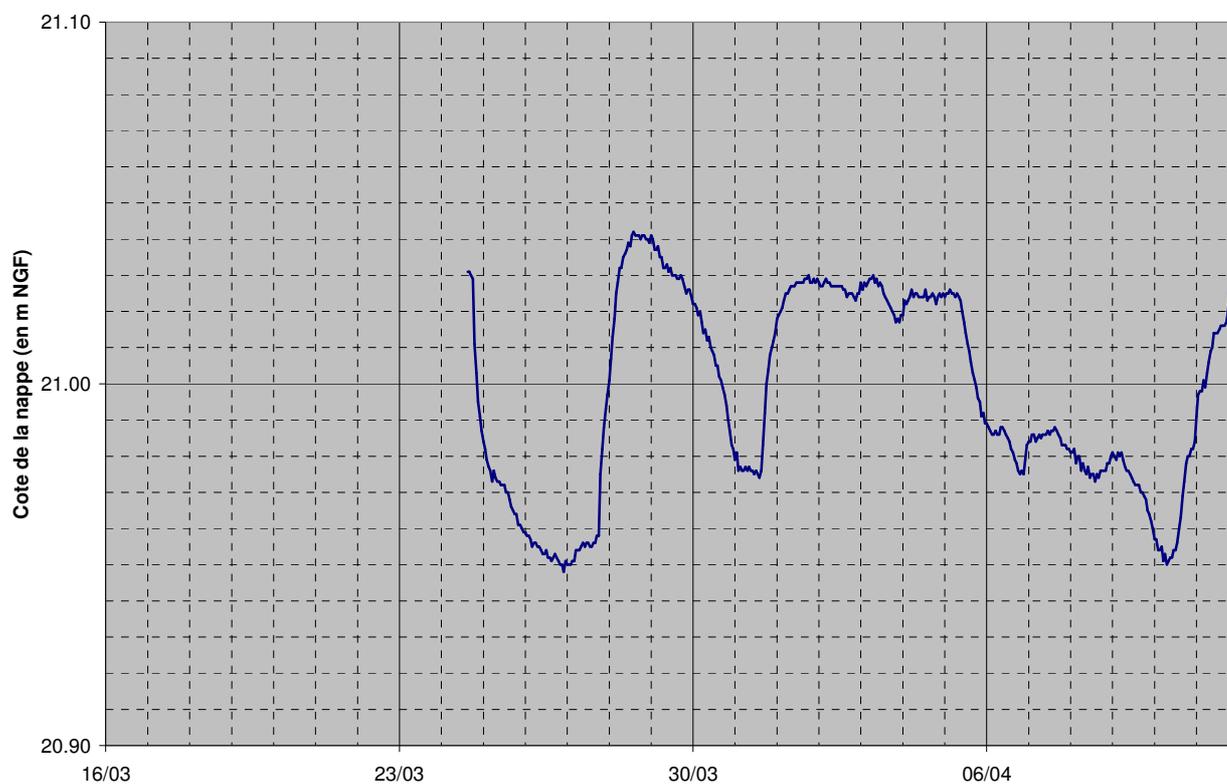
Temps de stabilisation sur les Piézomètres 1 et 2 : (effet de limite d'alimentation) : 8 heures

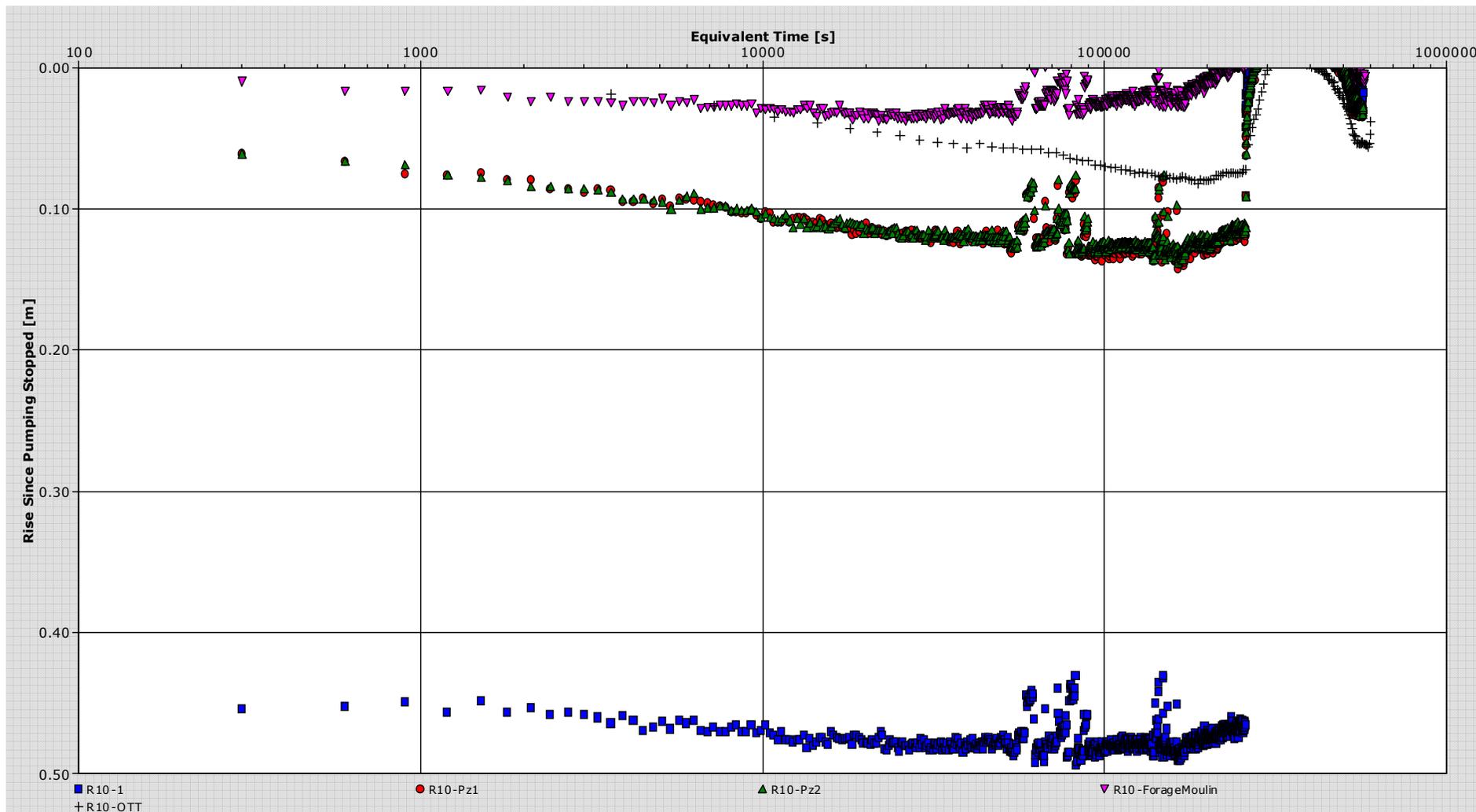
⇒ effet d'alimentation induite par la Boutonne

## Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (R10\_Puits\_ImpasseChêne)





Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.2- Site R14 : Source du Puits de Lusignan à Aulnay (BV affluent Brédoire : 5,5 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s) (débit testé)</u>	<u>Débit de l'essai</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mardi 31/03/2009	17 :00	Faible (quelques l/s)	R14-1a (72 m3/h) R14-1b (36 m3/h)	<i>Avant l'essai (démarrage à 18h)</i>	
Jedi 02/04/2009	18 :00	Nul (0 l/s)		108 m3/h soit 30 l/s	2 jours
Lundi 06/04/2009	09 :00	Nul (0 l/s)		<i>Après l'essai (arrêt le vendredi 03/04 à 18h après 3 j. de pompage)</i>	

- Précipitations à Nuaillé-sur-Boutonne : 4,2 mm le lundi 06/04 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : vidange naturelle globale de 2 610 l/s (soit 4,9 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 31/03 à 2 210 l/s (soit 4,1 l/s/km<sup>2</sup>) le lundi 06/04 ;

#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

Dans le contexte général de vidange naturelle du bassin, on ne peut pas conclure à responsabilité de l'essai, mené au débit total de 30 l/s, dans l'assèchement de la source.

### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi au piézomètre de la retenue, 324 mètres à l'amont de R14 1a : vidange naturelle de 49,224 m NGF le mercredi 25/03 18 :00 à 49,110 m NGF le mardi 31/03 vers 18 :00, puis baisse accélérée jusqu'à 48,864 m NGF le vendredi 03/04 vers 18 :00, puis remontée jusqu'à 48,906 le dimanche 05/04 16 :00 et poursuite d'une vidange naturelle jusqu'à 48,803 m NGF le mercredi 15/04 10 :00 ==> dans ce secteur, la nappe constitue une réserve qui subit une vidange naturelle régulière ponctuée par des recharges ponctuelles ; elle est drainée au-delà d'une cote de débordement à environ 50 m NGF par la source du Puits de Lusignan dont le fossé se jette dans la Brédoire.

Ouvrages suivis	Distance	Fossé Boutonne	Temps	Rabattement	NS (31/03/2009)	NS (24/06/2009)
Piézomètre POC POIMIER	5 490 m		3 jours	11 cm	54,10 m NGF	53,08 m NGF
Forage Verger Puits Lusignan	427 m		2,6 jours	11 cm	51,46 m NGF	50,12 m NGF
Piézomètre R14 Sonde OTT	323 m		2,6 jours	23 cm	49,65 m NGF	48,63 m NGF
R14-1a (72 m <sup>3</sup> /h)	-	110 m 6 110 m	2,6 jours	61 cm	49,59 m NGF	48,19 m NGF
Forage Cabane Piézomètre 1	5 m		2,6 jours	62 cm	49,57 m NGF	48,21 m NGF
R14-1b (36 m <sup>3</sup> /h)	33 m	75 m 6 110 m	2,6 jours	63 cm	49,66 m NGF	48,24 m NGF
Source du Puits de Lusignan (Ech. 2)	109 m		2,6 jours	9 cm	50,48 m NGF	< 50,19 m NGF (Sec)
Forage Jardin Piézomètre 2	273 m		2,6 jours	1 cm	49,97 m NGF	48,83 m NGF
Fossé du Puits de Lusignan (Ech. 1)	278 m		2,6 jours	7 cm	50,19 m NGF	< 50,09 m NGF (Sec)
Forage Hangar Bourg Aulnay	469 m		2,6 jours	11 cm	51,58 m NGF	50,23 m NGF

(Rejet dans le fossé du Puits de Lusignan à l'aval de l'échelle 2 à environ 50 m NGF)

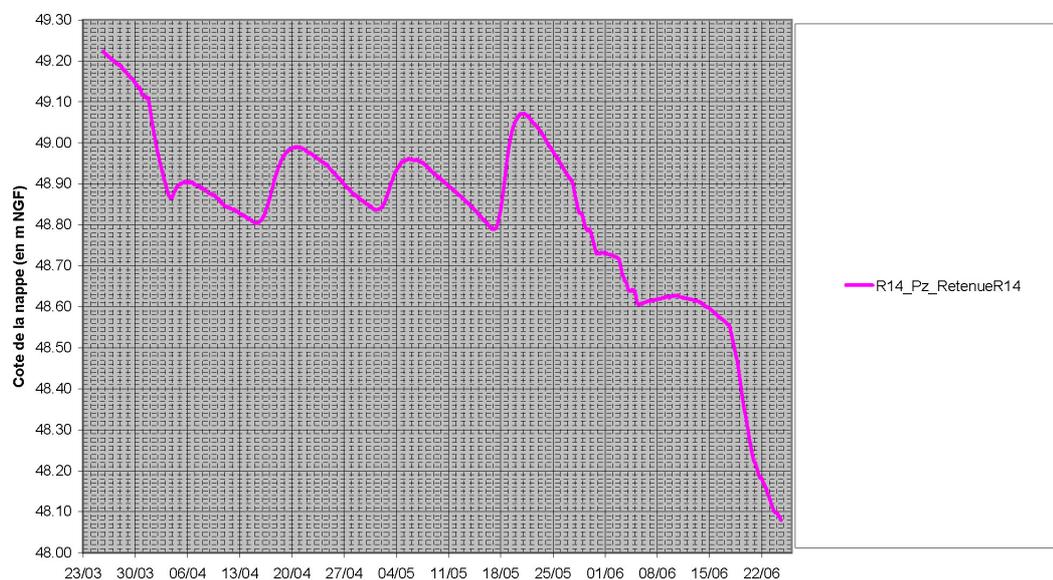
**Transmissivité calculée sur Pz1 : 2,65.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s**

**Emmagasinement calculé sur Pz1 : 14 %**

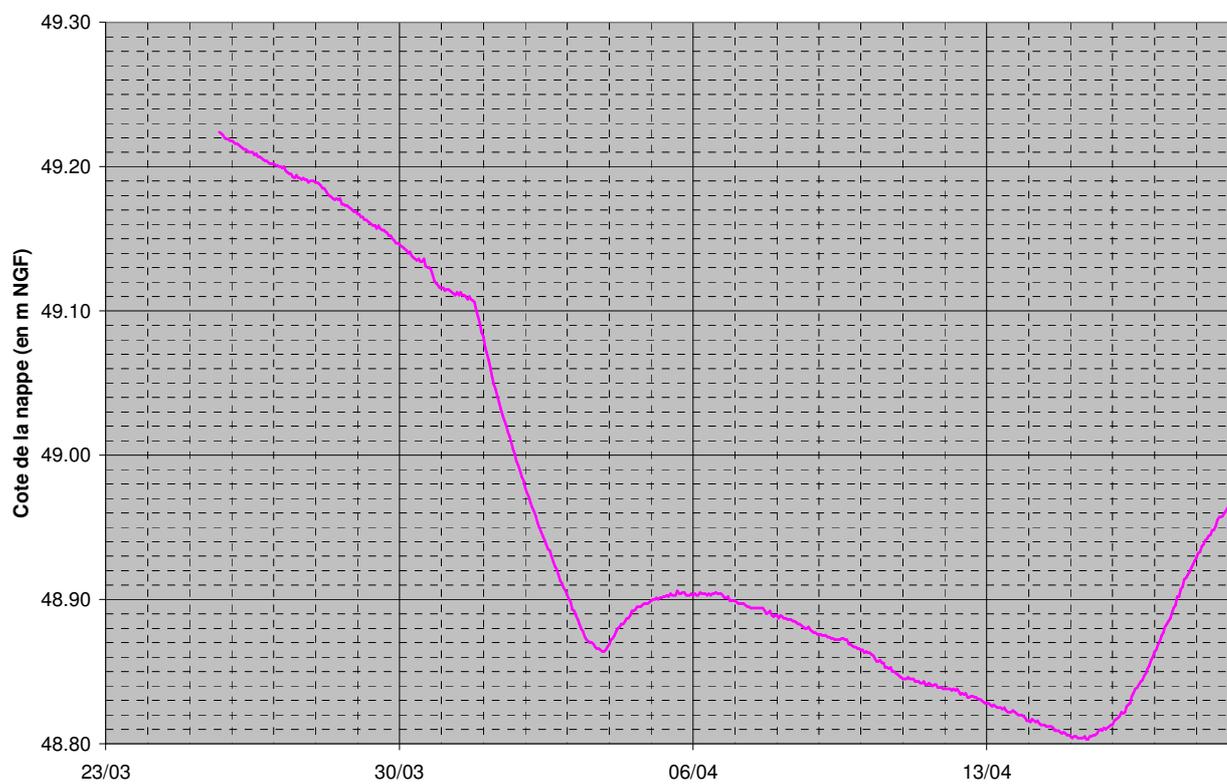
Temps de division par deux de la transmissivité apparente (effet de limite étanche) : 12 heures

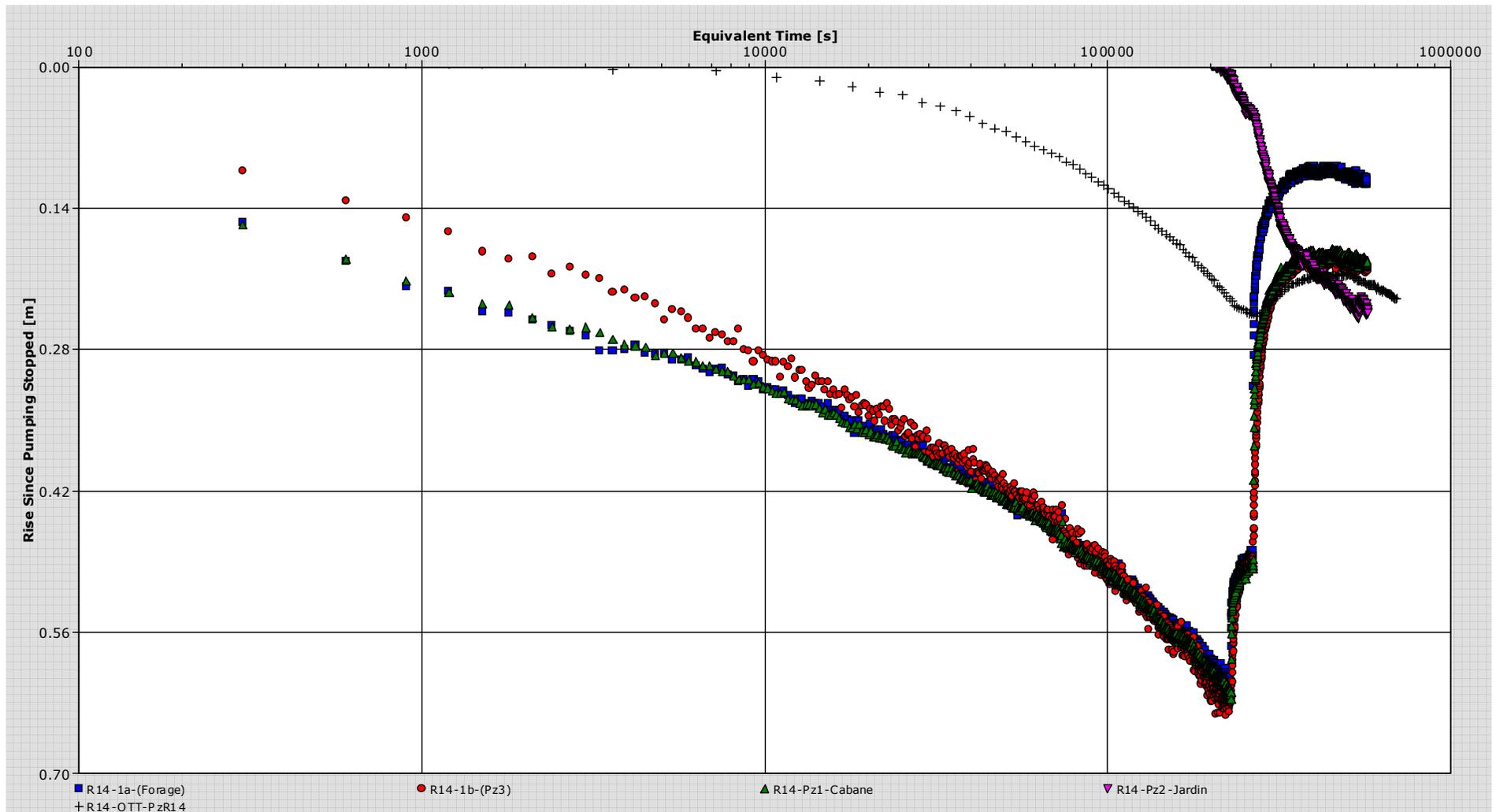
⇒ effet de limite étanche par la faille Aulnay – Coivert

## Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (R14\_Pz\_Retenuer14)





Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.3- Site R01 : Source et Pouzat à St-Denis du Pin (BV Pouzat : 25,5 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s)</u>	<u>Débit de pompage</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mardi 07/04/2009	14 :00 – 15 :00	Fossé : 57 l/s <b>Pouzat : 190 l/s soit 7,5 l/s/km<sup>2</sup></b>	R01-4 (56 m3/h) R01-7 (87 m3/h)	<i>Avant l'essai (démarrage à 18h)</i>	
Mercredi 08/04/2009	17 :20	Fossé : 7,5 l/s		143 m3/h soit 40 l/s	1 jour
Judi 09/04/2009	14 :00 – 15 :00	Fossé : 1,5 l/s <b>Pouzat : 70 l/s soit 2,75 l/s/km<sup>2</sup></b>			2 jours
Mercredi 15/04/2009	10 :00 – 11 :00	Fossé : 0 l/s <b>Pouzat : 48 l/s soit 1,88 l/s/km<sup>2</sup></b>		<i>Après l'essai (arrêt le vendredi 10/04 après 3 j. de pompage)</i>	

- Précipitations à Nuaillé-sur-Boutonne : 1,4 mm le mercredi 08/03, 14,4 mm le vendredi 10/04, 3,6 mm le samedi 11/04, 10,4 mm le mardi 14/04, 8,4 mm le mercredi 15/04 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : recharge par des épisodes pluvieux faisant passer le débit de 2 260 l/s (soit 4,2 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 07/04 à 2 870 l/s (soit 5,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mercredi 15/04, avec un maximum local à 3 200 l/s (soit 6,0 l/s/km<sup>2</sup>) le dimanche 12/04 ;

#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

La baisse de débit mesurée pendant les 3 jours de l'essai atteint 55 l/s sur le Fossé et 120 l/s sur le Pouzat, c'est-à-dire plus que le débit extrait dans les deux forages (40 l/s). On pourrait en déduire que les impacts des pompages sur la piézométrie engendrent des répercussions au large dont la traduction en débit sur les débits drainés par les thalwegs dépasse de loin les débits extraits. Cependant, les mesures du Mercredi 15, soit 6 jours après l'arrêt de l'essai, montrent que les deux cours d'eau ont continué à se tarir, alors que le débit de la Boutonne a crû assez fortement à la suite des pluies (38,2 mm enregistrés au total).

### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi au forage abandonné des Nivards, 762 mètres à l'amont de R01-7 : vidange naturelle relativement régulière de 33,443 m NGF le vendredi 27/03 16 :00 à 33,370 m NGF le vendredi 10/03 10 :00, puis remontée jusqu'à 33,390 m NGF le dimanche 12/04 07 :00, baisse jusqu'à 33,379 le mardi 14/04 22 :00 et recharge jusqu'à 33,477 m NGF le 17/04 08 :00 suivie d'une vidange naturelle ==> la nappe, drainée par le Pouzat et son affluent le fossé des Guédeaux, subit un vidange naturelle régulier retardé par des remontées ponctuelles à la faveur d'épisodes pluvieux sur le sous-bassin amont.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Pouzat Boutonne</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (07/04/2009)</u>	<u>NS (15/04/2009)</u>
Sondage Michaud Sonde OTT	761 m		3 jours	1 cm	33,38 m NGF	33,48 m NGF
Tube Bassin Motte Guédeaux	45 m		2,8 jours	7 cm	31,07 m NGF	31,07 m NGF
Sondage Cabane Piézomètre 2	31 m		3 jours	19 cm	30,90 m NGF	30,91 m NGF
R01-7 (87 m <sup>3</sup> /h)	-	55 m 3 775 m	3 jours	147 cm	30,53 m NGF	30,54 m NGF
Forage entre les 2 Piézomètre 1	80 m		3 jours	35 cm	30,41 m NGF	n.m.
Piézomètre R01 ANTEA	180 m		n.m.	n.m.	n.m.	30,56 m NGF
R01-4 (56 m <sup>3</sup> /h)	192 m	80 m 3 640 m	3 jours	54 cm	29,97 m NGF	n.m.
Ruisseau du Pouzat (Ech. 1)	451 m		2,9 jours	4 cm	29,19 m NGF	29,12 m NGF
Fossé des Guédeaux (Ech. 2)	409 m			12 cm	29,60 m NGF	< 29,20 m NGF (Sec)

(Rejet dans le ruisseau du Pouzat à l'aval de l'échelle 2 à environ 29 m NGF)

#### **Transmissivité apparente finale calculée sur R1-4, R1-7, Pz1, Pz 2 : 4.10-2 m<sup>2</sup>/s**

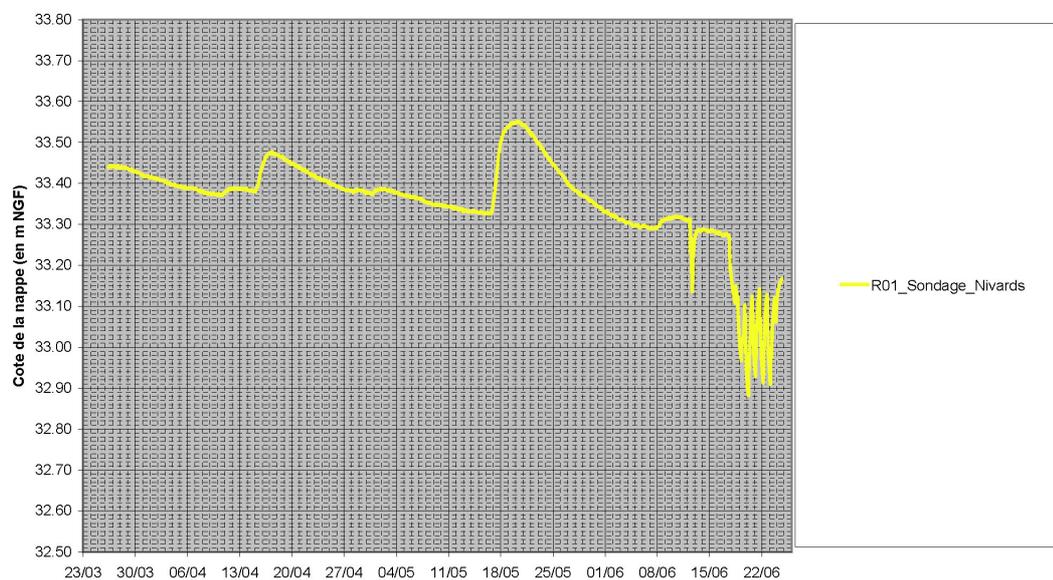
Emmagasinement apparent finale calculé sur Pz2 : 50 % (proximité d'un bassin non étanche)

#### **Emmagasinement apparent finale calculé sur Pz1 : 3.10-3**

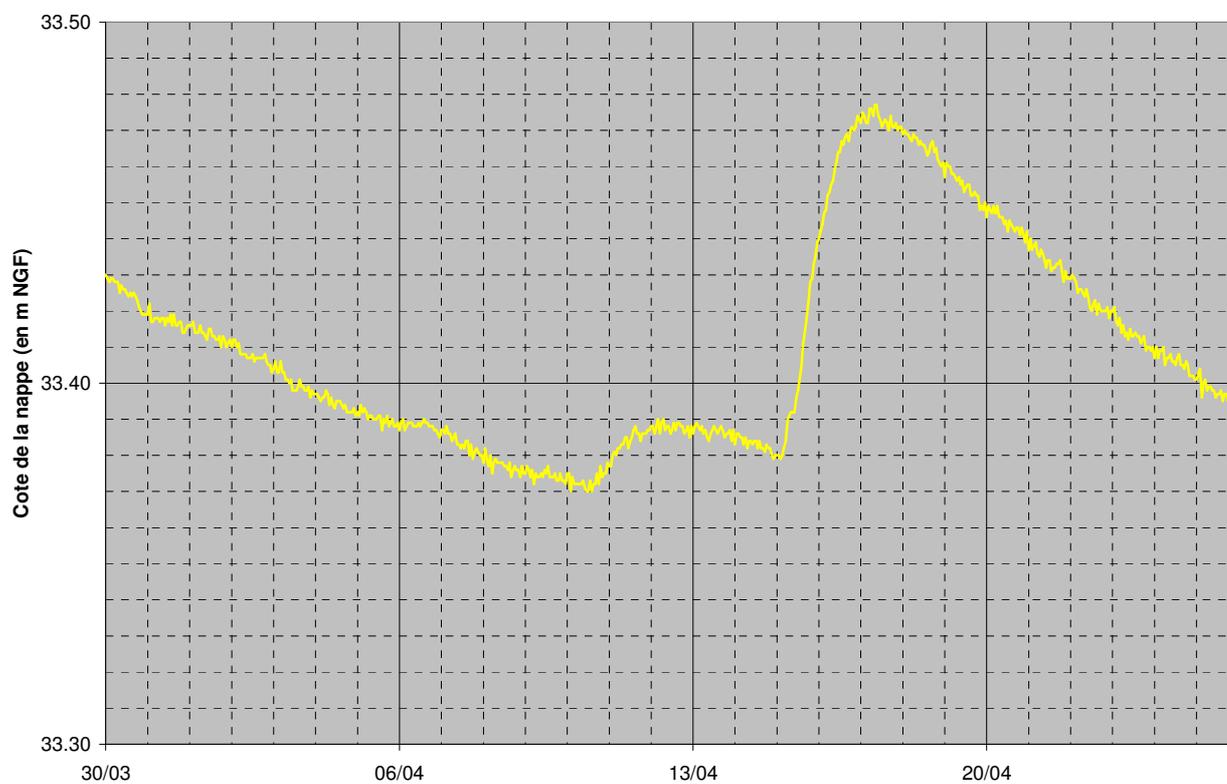
Temps de stabilisation partielle sur les piézomètres Pz1 et Pz2 : 24 heures

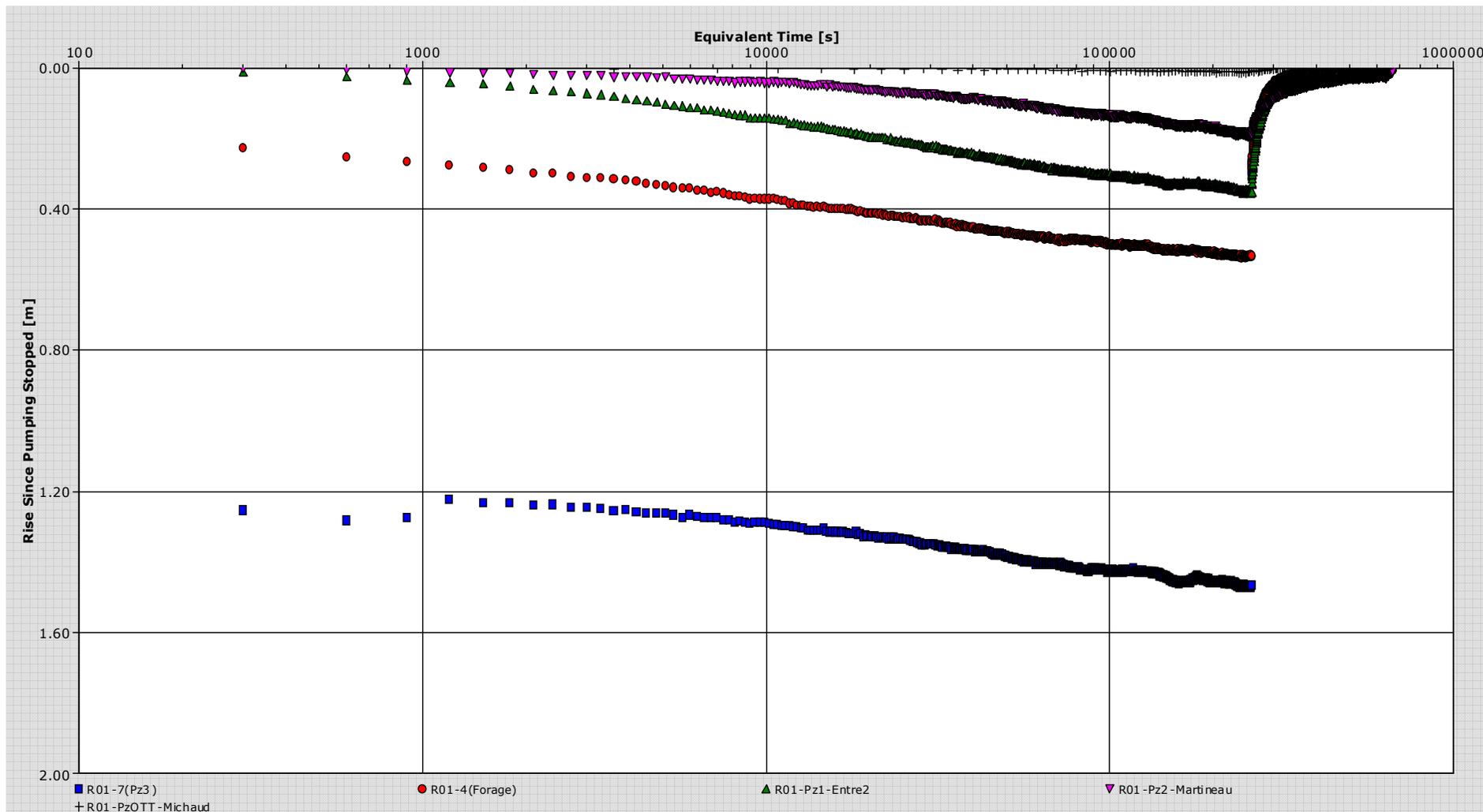
- ⇒ effet d'alimentation induite par le Pouzat avec vidange naturelle concomitant de la nappe

## Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (R01\_Sondage\_Nivards)





Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.4- Site R19 : Source et Nie à St-Pierre de Juillers (BV Nie : 46,5 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s)</u>	<u>Débit de pompage</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mercredi 15/04/2009	16 :00 – 17 :00	<b>Source : 91 l/s Nie : 171 l/s soit 5,6 l/s/km<sup>2</sup></b>		Avant l'essai (démarrage à 18h)	
Jeudi 16/04/2009	14 :00	<b>Source : 59 l/s Nie : 91 l/s soit 3,2 l/s/km<sup>2</sup></b>	R19-2 (55 m <sup>3</sup> /h) R19-4 (75 m <sup>3</sup> /h) R19-5 (70 m <sup>3</sup> /h)	200 m <sup>3</sup> /h soit 55 l/s	1 jour
Jeudi 23/04/2009	14 :00	<b>Source : 59 l/s Nie : 109 l/s soit 3,6 l/s/km<sup>2</sup></b>		Après l'essai (arrêt le samedi 18/04 après 3 j. de pompage)	

- Précipitations à Nuillé-sur-Boutonne : 10,4 mm le mardi 14/04, 8,4 mm le mercredi 15/04 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : le débit passe de 2 870 l/s (soit 5,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mercredi 15/04 avant l'essai à un maximum de 3 200 l/s (soit 6,0 l/s/km<sup>2</sup>) le jeudi 16/04 avant de tomber à 2 200 l/s (soit 4,1 l/s/km<sup>2</sup>) le jeudi 23/04 ; on constate donc une recharge consécutive aux pluies des 14 et 15/04 suivie d'une vidange naturelle globale ;

#### Impacts des pompage sur les eaux superficielles

On observe un phénomène du même type que précédemment : la baisse de débit mesurée sur la Nie est supérieure (80 l/s) au débit total de l'essai, alors que l'on se situe en phase de recharge, avec des pluies significatives (18.8 mm) pendant les deux premiers jours d'essai.

#### Impacts des pompages sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi au forage maraîcher de Courjon, 286 mètres à l'amont de R19-5 : tarissement de 37,355 m NGF le dimanche 12/04 08 :00 à 37,315 le mardi 14/04 22 :00 puis recharge jusqu'à 37,387 le mercredi 15/04 18 :00 puis rabattement jusqu'à 37,236 le vendredi 18/04 18 :00, remontée jusqu'à 37,329 le mardi 21/04 13 :00 suivi d'une vidange naturelle faible oscillant ==> la nappe est drainée par la Nie et son niveau est fortement influencé par des manipulations de pelles.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Nie Boutonne</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (15/04/2009)</u>	<u>NS (24/06/2009)</u>
Piézomètre DIREN JUILLERS	2 883 m		3 jours	9 cm <sup>43</sup>	50,49 m NGF	49,88 m NGF
R19-4 Courgeon (75 m <sup>3</sup> /h)	653 m	220 m 5 800 m	2,65 jours	59 cm	38,73 m NGF	38,03 m NGF (En pompage)
Sondage Courgeon Piézomètre 2	653 m		2,65 jours	49 cm	38,72 m NGF	38,12 m NGF
Forage Jardin Le Moulin	340 m		2,65 jours	8 cm	37,50 m NGF	37,46 m NGF
Forage Verger Sonde OTT	286 m		2,65 jours	11 cm	37,38 m NGF	n.m.
Piézomètre ASA Piézomètre 3	28 m		2,65 jours	18 cm	37,21 m NGF	36,51 m NGF
R19-5 Ballavoine (70 m <sup>3</sup> /h)	-	10 m 6 100 m	2,65 jours	34 cm	37,23 m NGF	n.m. (En pompage)
R19-2 Bechet (55 m <sup>3</sup> /h)	233 m	5 m 6 000 m	2,65 jours	165 cm	36,93 m NGF	n.m. (En pompage)
Fossé de la source de la Nie (Ech. 2)	388 m		1 jour	3 cm	36,37 m NGF	36,03 m NGF
Ruisseau de la Nie (Ech. 1)	423 m		1 jour	4 cm	36,48 m NGF	< 35,97 m NGF (Sec)

(Rejet de R19-5&2 dans le ruisseau de la Nie à l'aval de l'échelle 1 à environ 36 m NGF)

(Rejet de R19-4 dans le thalweg du ruisseau de Frâgne ) environ 51 m NGF (autre bassin)

Dans le secteur des forages proches de la Nie à l'amont du lieu-dit La Gravelle (R19/2&5) :

**Transmissivité calculée sur Pz3 :  $6.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s**

**Emmagasinement calculé sur Pz3 : 8 %**

Temps de division par deux de la transmissivité : 12 heures

⇒ effet de limite étanche de la nappe en bordure du coteau

Dans le secteur du forage en pied de coteau en rive droite de la Nie à Courgeon (R19/4) :

Transmissivité calculée sur Pz2 :  $1,75.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

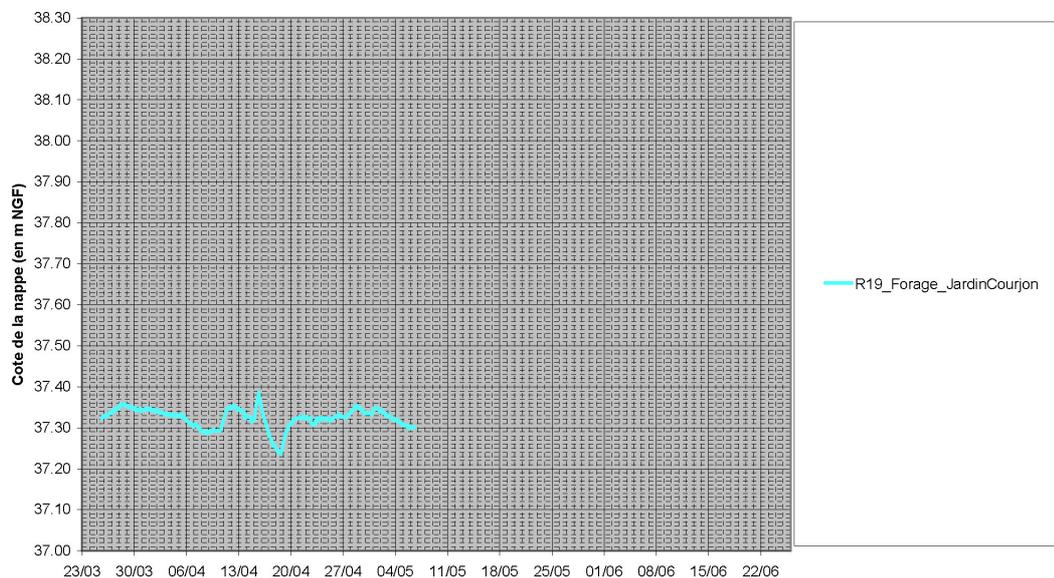
Emmagasinement calculé sur Pz2 :  $2,75.10^{-5}$

Temps de stabilisation partielle sur le piézomètre Pz2 : 16 heures

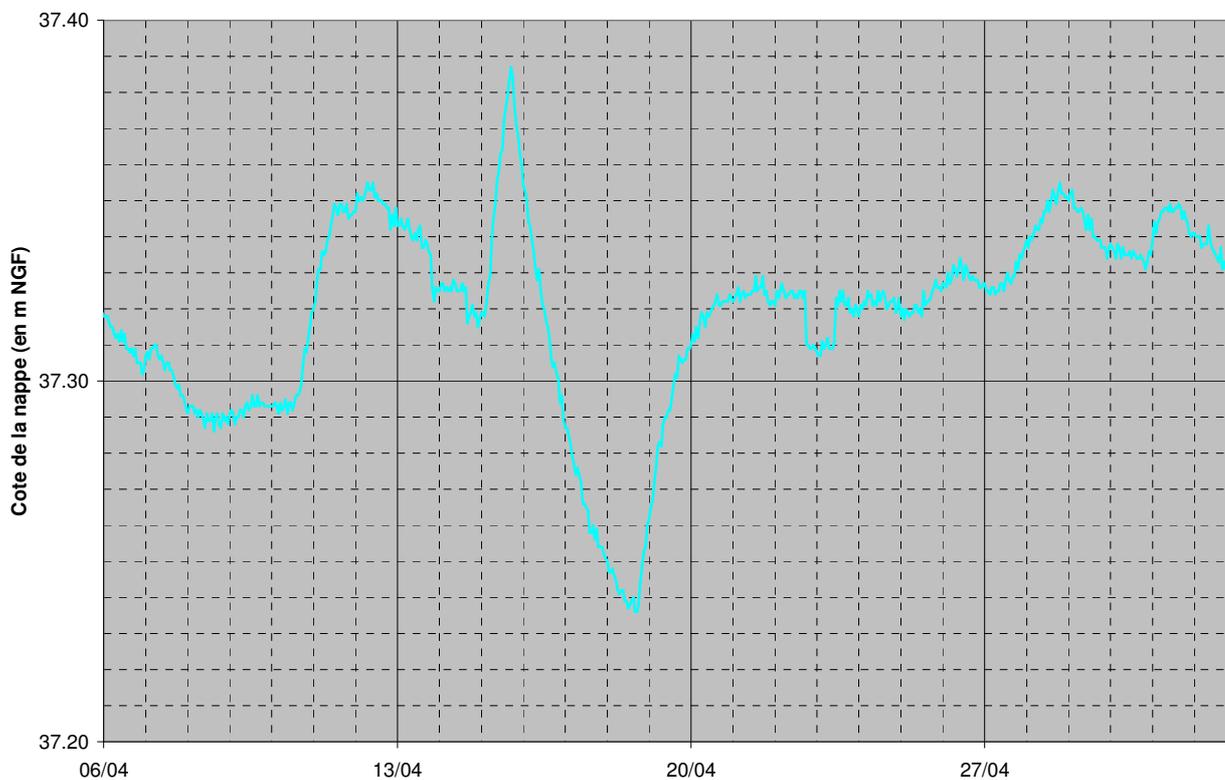
==> effet d'alimentation induite par la Nie avec vidange naturelle concomitant de la nappe

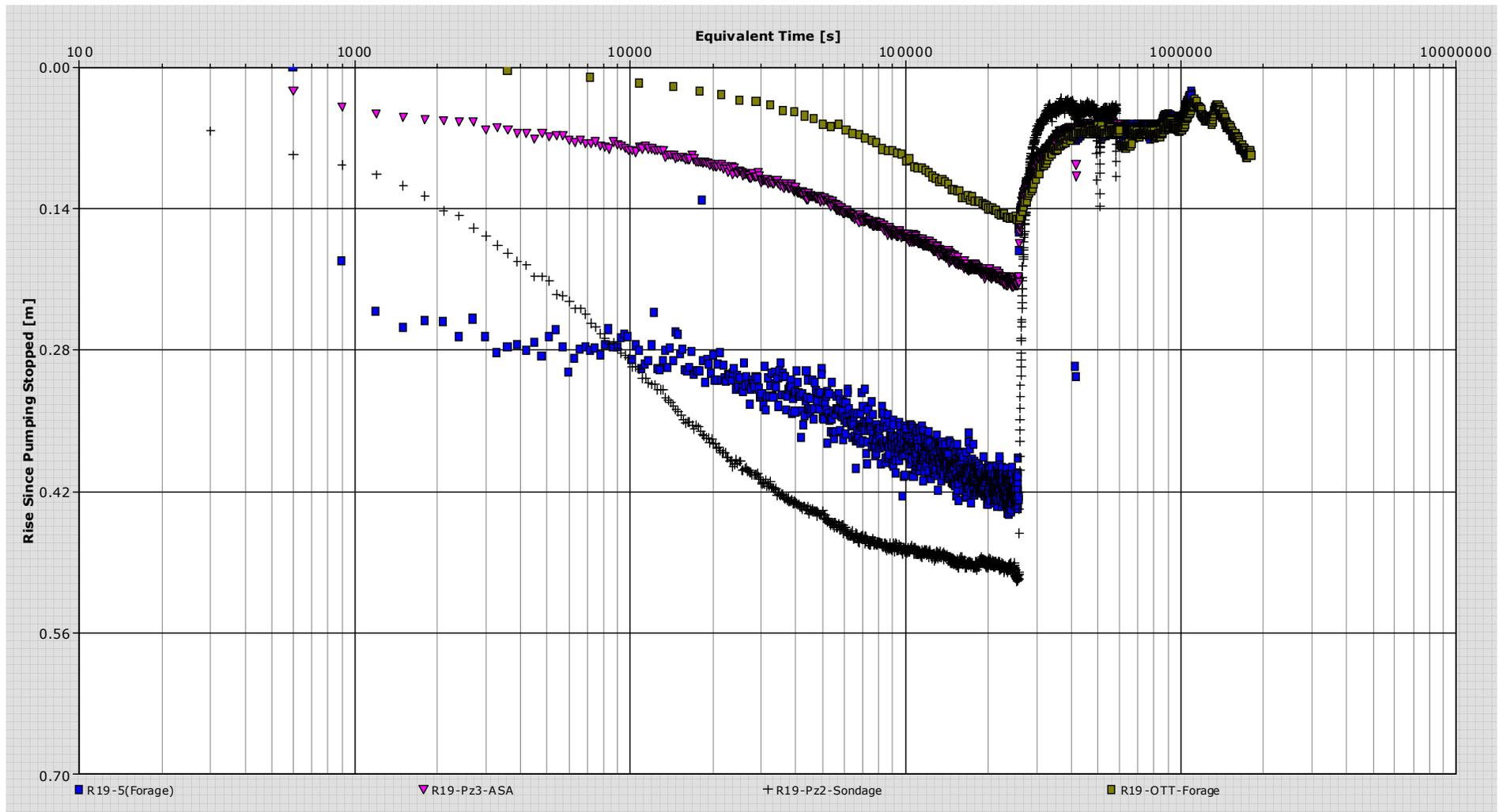
<sup>43</sup> d'après les hauteurs moyennes journalières (HMJ) du 15/05/2009 et du 18/05/2009

Suivis piézométrique au printemps 2009



Suivi piézométrique (R19\_ForageJardinCourjon)





Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.5- Site R28-3 : Trézence à Marnay (BV Trézence : 49,5 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s)</u>	<u>Débit de pompage</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mercredi 22/04/2009	15 :40	Trézence : 168,5 l/s soit 3,40 l/s/km <sup>2</sup>	R28-3 (34 m <sup>3</sup> /h)	<i>Avant l'essai (démarrage à 18h)</i>	
Vendredi 24/04/2009	08 :40	Trézence :168,5 l/s soit 3,40 l/s/km <sup>2</sup>		34 m <sup>3</sup> /h soit 10 l/s	1,5 jour
Mardi 28/04/2009	10 :00	Trézence : 171 l/s soit 3,45 l/km <sup>2</sup>		<i>Après l'essai (arrêt le samedi 25/04 après 3 j. de pompage)</i>	

- Précipitations à Nuaillé-sur-Boutonne : 11,2 mm le lundi 27/04, 7,8 mm le mardi 28/04 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : le débit passe de 2 350 l/s (soit 4,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mercredi 22/04 à 2 050 l/s (soit 3,8 l/s/km<sup>2</sup>) le dimanche 26/04, avant de remonter à 2 360 l/s/km<sup>2</sup> (soit 4,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 28/04 ; on est donc dans une phase de vidange naturelle pendant la période d'essai, suivie d'une recharge la semaine suivante ;

#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

Le pompage du R28-3 à 10 l/s n'entraîne aucune diminution sensible du débit de la Trézence (autour de 170 l/s) pendant les 38 premières heures de pompage.

### **Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe**

- Niveau de la nappe suivi au forage abandonné de la Planche, 923 mètres à l'amont de R28-3 : vidange naturelle de 25,040 m NGF le jeudi 16/04 08 :00 jusqu'à 24,932 m NGF le 26/04/2009 15 :00, remontée jusqu'à 24,994 m NGF le 03/05 04 :00 ==> la nappe subit globalement une vidange naturelle ralentie par des recharges brèves ou plus soutenues en fonction des caractéristiques des épisodes pluvieux.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (22/04/2009)</u>	<u>NS (28/04/2009)</u>
R28-9 Bessonnet Sonde OTT	926 m	3 jours	1 cm	24,96 m NGF	24,96 m NGF
R28-3 Cosset (34 m <sup>3</sup> /h)	-	2,6 jours	386 cm	22,36 m NGF	21,42 m NGF
Piézomètre ASA Piézomètre 3	36 m	3 jours	264 cm	22,31 m NGF	21,46 m NGF
Ruisseau de la Trézence (Ech. 1)	458 m	3 jours	0 cm	21,90 m NGF	21,91 m NGF
<i>Piézomètre POC REORTE</i>	<i>8 177 m</i>	<i>3 jours</i>	<i>5 cm</i>	<i>24,05 m NGF</i>	<i>23,93 m NGF</i>

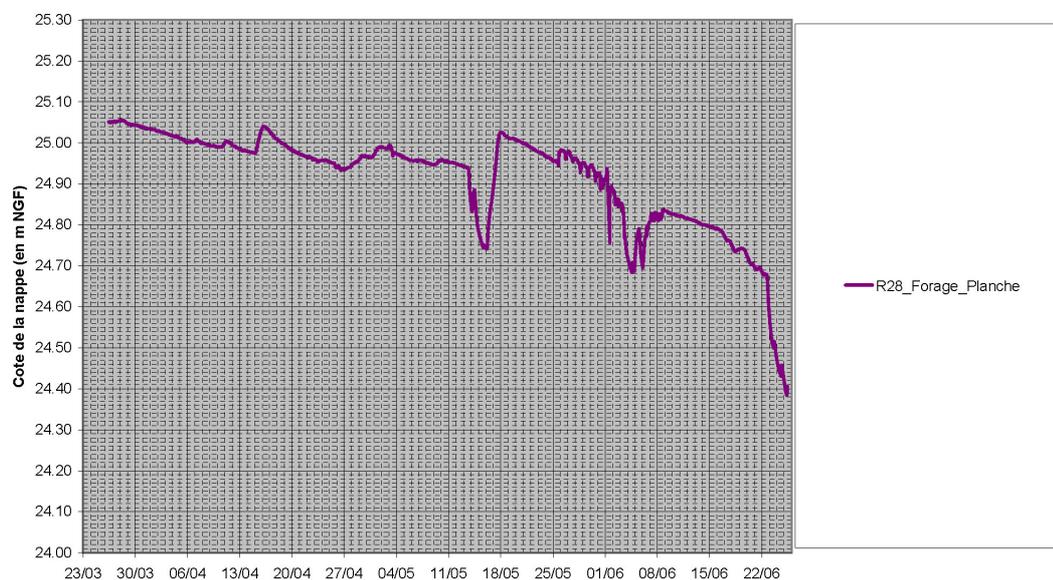
(Rejet de R29-3 dans la Trézence à l'aval du seuil mobile (échelle 1) à environ 21 m NGF)

**Transmissivité apparente finale calculée sur Pz3 : 4.10-4 m<sup>2</sup>/s**

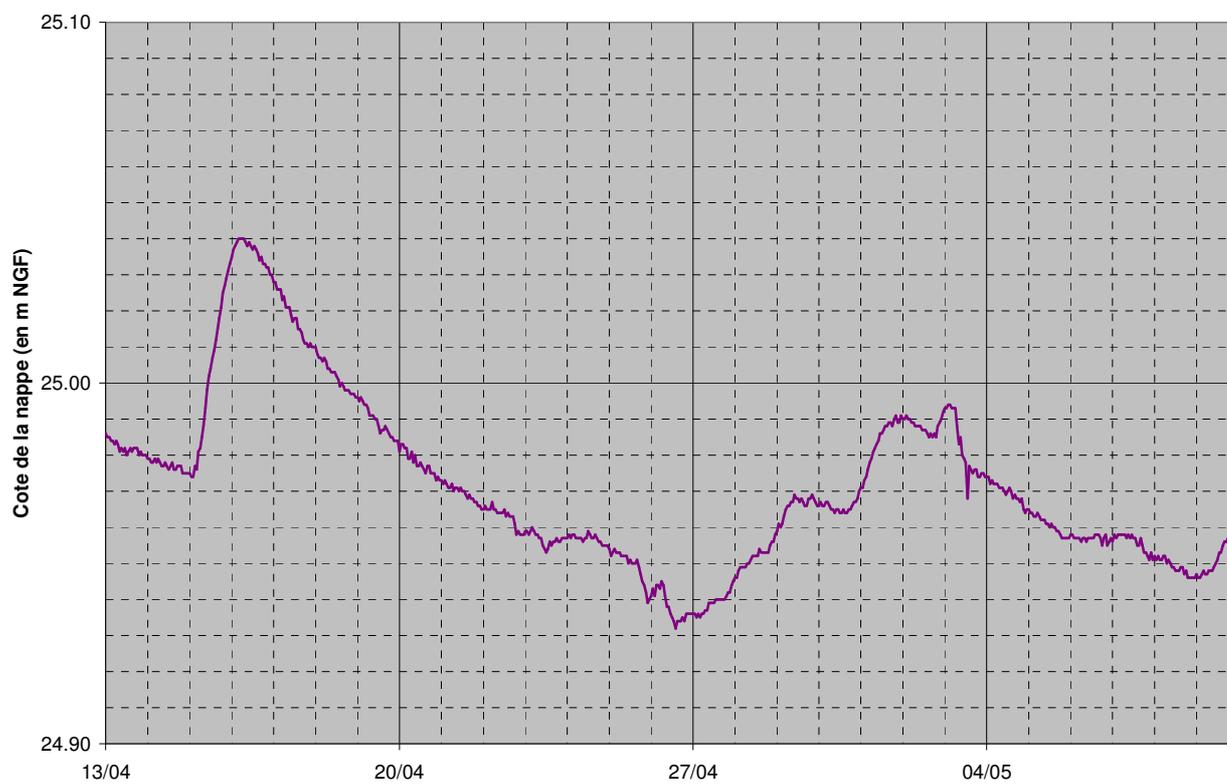
**Emmagasinement apparent final calculé sur Pz3 : 4.25 %**

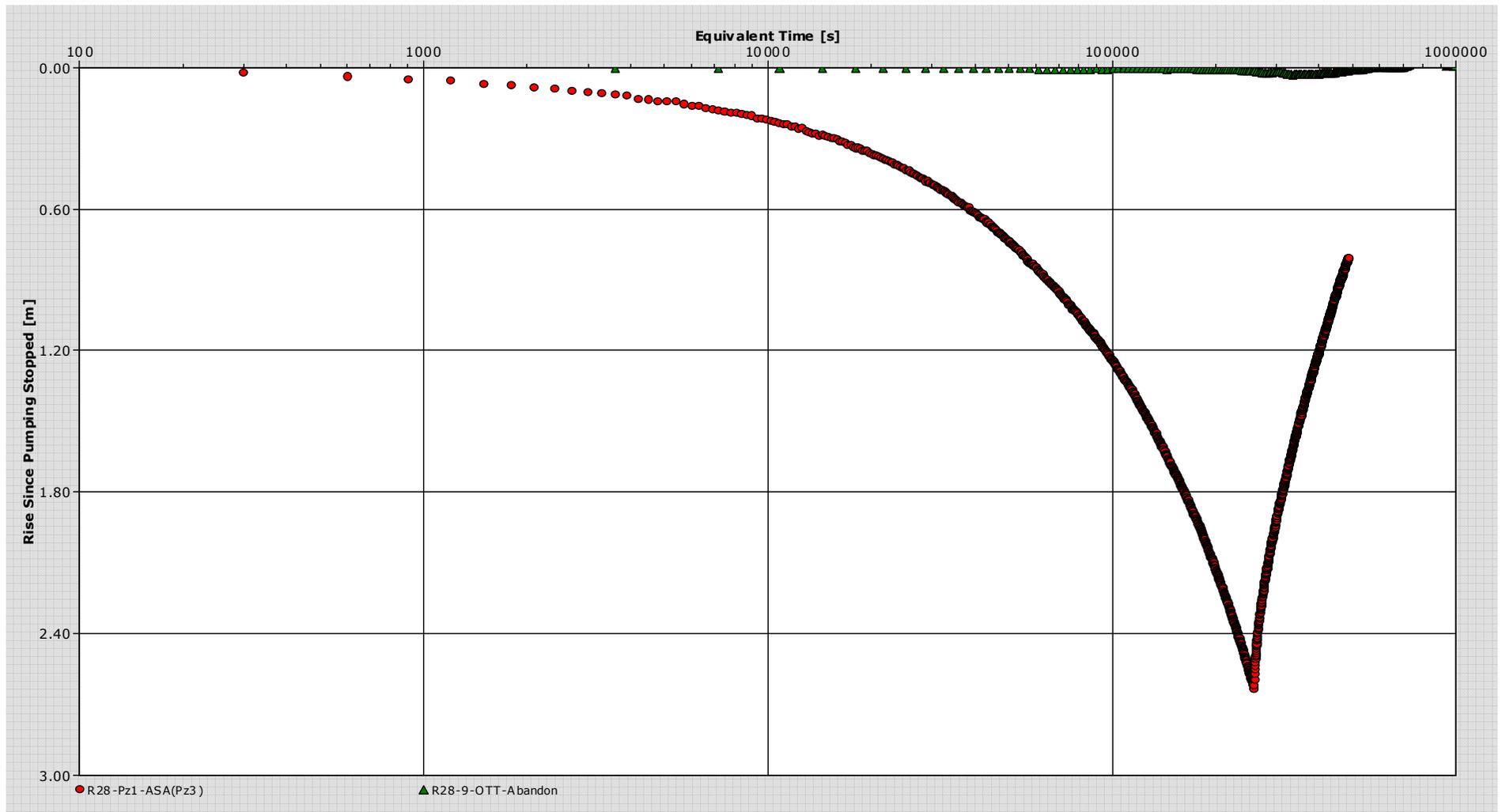
- ⇒ Transmissivité diminue continuellement comme par effet de vidange de nappe libre

## Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (R28\_Forage\_Planche)





Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.6- Site R28-14 : Etang à St-Martin de la Coudre (BV affluent Trézence : 2,3 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s)</u>	<u>Débit de pompage</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mercredi 22/04/2009	16 :00	<b>Fossé : 11 l/s soit 4,78 l/s/km<sup>2</sup></b>	R28-14-P1 (39 m <sup>3</sup> /h)	<i>Avant l'essai (démarrage à 18h)</i>	
Vendredi 24/04/2009	09 :00	<b>Fossé : 9,5 l/s soit 4,13 l/s/km<sup>2</sup></b>	R28-14-P2 (10 m <sup>3</sup> /h)	62 m <sup>3</sup> /h soit 17 l/s	1,5 jour
Mardi 28/04/2009	10 :00	<b>Fossé : 10 l/s soit 4,35 l/s/km<sup>2</sup></b>	R28-14-P4 (13 m <sup>3</sup> /h)	<i>Après l'essai (arrêt le samedi 25/04 après 3 j. de pompage)</i>	

- Précipitations à Nuaillé-sur-Boutonne : 11,2 mm le lundi 27/04, 7,8 mm le mardi 28/04 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : vidange naturelle puis recharge de 2 350 l/s (soit 4,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mercredi 22/04 à 2 360 l/s/km<sup>2</sup> (soit 4,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 28/04 avec un minimum local à 2 050 l/s (soit 3,8 l/s/km<sup>2</sup>) le dimanche 26/04 ;

#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

Le pompage de 17 l/s sur les 3 forages n'entraîne aucune diminution sensible du débit du fossé sur la période de mesure.

### **Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe**

- Niveau de la nappe suivi au forage abandonné de la Planche, 2 267 mètres à l'amont de R28-14-P1 sur le bassin de la Trézence : vidange naturelle de 25,040 m NGF le jeudi 16/04 08 :00 jusqu'à 24,932 m NGF le 26/04/2009 15 :00, remontée jusqu'à 24,994 m NGF le 03/05 04 :00 ==> la nappe subit globalement une vidange naturelle ralentie par des recharges brèves ou plus soutenues en fonction des caractéristiques des épisodes pluvieux.

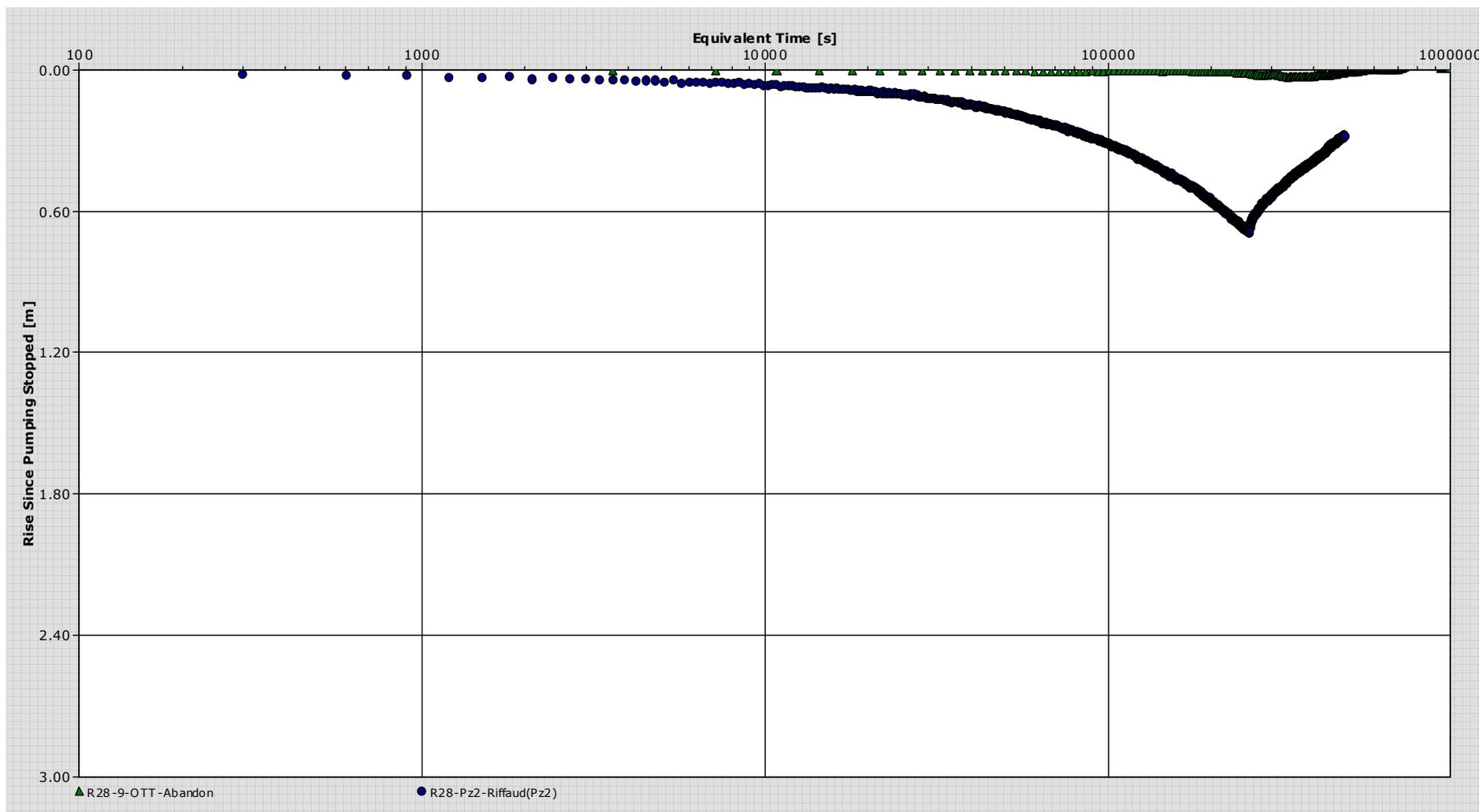
<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (22/04/2009)</u>	<u>NS (28/04/2009)</u>
Piézomètre R28 ANTEA	1 197 m	n.m	n.m.	n.m.	n.m.
R28-14 Pacaud P1 (39 m <sup>3</sup> /h)	-	1,6 jours	74 cm	24,99 m NGF	24,68 m NGF
R28-14 Pacaud P6	121 m	1,6 jours	46 cm	24,98 m NGF	24,72 m NGF
R28-14 Pacaud P2 (10 m <sup>3</sup> /h)	147 m	1,6 jours	57 cm	24,88 m NGF	24,64 m NGF
R28-14 Pacaud P4 (13 m <sup>3</sup> /h)	299 m	1,6 jours	58 cm	24,87 m NGF	24,57 m NGF
R28-1 Riffaud Piézomètre 2	311 m	3 jours	69 cm	24,84 m NGF	24,56 m NGF
Fossé du Fief de l'Etang (Ech. 2)	431 m	1,6 jours	10 cm	24,79 m NGF	24,71 m NGF
R28-14 Pacaud P5	575 m	1,6 jours	2 cm	22,88 m NGF	22,85 m NGF
Piézomètre POC REORTE	8 177 m	3 jours	5 cm	24,05 m NGF	23,93 m NGF

(Rejet de R28-14 dans le fossé du chemin des Champs de la Rivière à environ 22 m NGF)

**Transmissivité apparente finale calculée sur Pz2 : 9.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s**

**Emmagasinement apparent final calculé sur Pz2 : 1,05.10<sup>-4</sup>**

- ⇒ Transmissivité diminue continuellement comme par effet de vidange de nappe fissurée



Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.7- Site R28-5&6 : Sureau à Bernay (BV affluent Trézence : 5,3 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s)</u>	<u>Débit de pompage</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mercredi 22/04/2009	17 :00	<b>Sureau : 12,5 l/s soit 2,36 l/s/km<sup>2</sup></b>	R28-5 (13 m3/h) R28-6 (12 m3/h)	<i>Avant l'essai (démarrage à 18h)</i>	
Vendredi 24/04/2009	12 :00	<b>Sureau : 10 l/s soit 1,89 l/s/km<sup>2</sup></b>		25 m3/h soit 7 l/s	1,5 jour
Mardi 28/04/2009	11 :00	<b>Sureau : 15 l/s soit 2,83 l/s/km<sup>2</sup></b>		<i>Après l'essai (arrêt le samedi 25/04 après 3 j. de pompage)</i>	

- Précipitations à Nuaille-sur-Boutonne : 11,2 mm le 27/04, 7,8 mm le 28/04 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : vidange naturelle puis recharge de 2 350 l/s (soit 4,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mercredi 22/04 à 2 360 l/s/km<sup>2</sup> (soit 4,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 28/04 avec un minimum local à 2 050 l/s (soit 3,8 l/s/km<sup>2</sup>) le dimanche 26/04 ;

#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

Le pompage de 7 l/s sur les deux forages est concomitant d'une baisse de débit du ruisseau de 2,5 l/s au bout d'une journée et demie, mais il n'est pas possible de distinguer la part de vidange naturelle de l'effet de pompage induit.

#### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

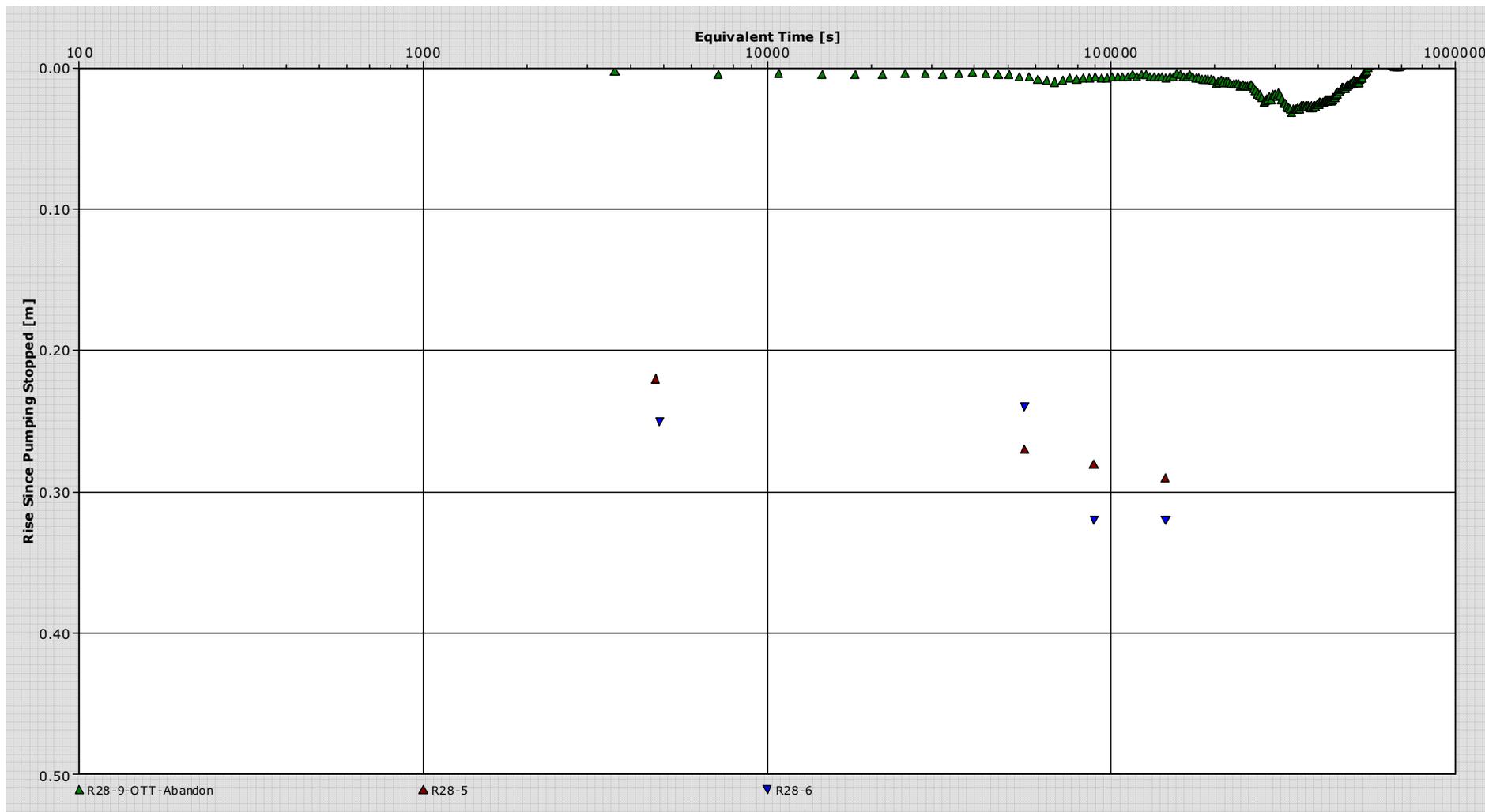
- Niveau de la nappe suivi au forage abandonné de la Planche, 3 241 mètres à l'amont de R28-5&6 sur le bassin de la Trézence : vidange naturelle de 25,040 m NGF le jeudi 16/04 08 :00 jusqu'à 24,932 m NGF le 26/04/2009 15 :00, remontée jusqu'à 24,994 m NGF le 03/05 04 :00 ==> la nappe subit globalement une vidange naturelle ralenti par des recharges brèves ou plus soutenues en fonction des caractéristiques des épisodes pluvieux.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (22/04/2009)</u>	<u>NS (28/04/2009)</u>
R28-5 Florac (13 m3/h)	-	1,6 jours	27 cm	30,63 m NGF	30,64 m NGF
R28-6 Florac (12 m3/h)	4	1,6 jours	32 cm	30,61 m NGF	30,62 m NGF
Ruisseau du Sureau (Ech. 3)	312 m	1,6 jours	1 cm	30,37 m NGF	30,38 m NGF
Piézomètre POC REORTE	7 307 m	3 jours	5 cm	24,05 m NGF	23,93 m NGF

(Rejet de R28-5&6 dans le ruisseau du Sureau à l'aval de l'échelle 1 à environ 30 m NGF)

**Transmissivité apparente calculée sur R28-5 : 3,56.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s**

**Transmissivité apparente calculée sur R28-6 : 3,75.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s**



Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.8- Site R12 : Saudrenne à Nuillé-sur-Boutonne (BV Saudrenne : 39 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u>	<u>Forage(s) testé(s)</u>	<u>Débit de pompage</u>	<u>Durée de pompage</u>
Mardi 28/04/2009	16 :00 – 17 :00	<b>Saudrenne : 75 l/s soit 1,92 l/s/km<sup>2</sup></b>		<i>Avant l'essai (démarrage à 18h)</i>	
Mercredi 29/04/2009	15 :00	<b>Saudrenne : 71 l/s soit 1,82 l/s/km<sup>2</sup></b>	R12-5 (97,5 m3/h) R12-7 (57,5 m3/h)	155 m3/h soit 43 l/s	1 jour
Mardi 05/05/2009	10 :00 – 11 :00	<b>Saudrenne : 67 l/s soit 1,72 l/s/km<sup>2</sup></b>		<i>Après l'essai (arrêt le vendredi 01/05 après 3 j. de pompage)</i>	

- Précipitations à Nuillé-sur-Boutonne : 11,2 mm le lundi 27/04, 7,8 mm le mardi 28/04, 12,2 mm le jeudi 30/04 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : le débit passe de 2 360 l/s (soit 4,4 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 28/04 à 2 650 l/s (soit 5,0 l/s/km<sup>2</sup>) le mercredi 29/04, pour redescendre à 2 070 l/s (soit 3,9 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 05/05 ; il y a donc recharge suite aux pluies des 27, 28 et 30/04 (total précipité de 31,2 mm), puis vidange naturelle rapide ;

#### **Impacts du pompage sur les eaux superficielles**

La Saudrenne reste en régime de vidange lent pendant la période de mesure, mais le manque de mesures ne permet pas de conclure à un effacement de la recharge par les effets induits du pompage.

### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi au forage à axe vertical sur les Bois, 447 mètres à l'amont de R12-5 de l'autre côté de la Saudrenne : vidange naturelle de 24,457 m NGF le lundi 20/04 05 :00 à 24,426 m NGF le mardi 28/04 18 :00, puis accéléré jusqu'à 24,374 le jeudi 30/04 23 :00, puis remontée jusqu'à 24,484 m NGF le mercredi 06/05 17 :00 ==> la nappe, en relation hydraulique avec la Saudrenne, subit une alternance de phases de vidanges naturelles régulières et de recharges suite aux épisodes pluvieux de printemps.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (28/04/2009)</u>	<u>NS (24/06/2009)</u>
Piézomètre R12	555 m	n.m.	n.m.	< 26,50 m NGF (Sec)	< 26,50 m NGF (Sec)
R12-5 Ravon (97,5 m <sup>3</sup> /h)	-	2 jours	145 cm	23,01 m NGF	22,80 m NGF
Piézomètre ASA Piézomètre 1b	9 m	2 jours	93 cm	22,56 m NGF	22,25 m NGF
R12-7 Gobin (57,5 m <sup>3</sup> /h)	214 m	2 jours	48 cm	23,04 m NGF	22,69 m NGF
R12-6 Ravon Piézomètre 2	269 m	2 jours	27 cm	22,99 m NGF	22,65 m NGF
Ruisseau de la Saudrenne (Ech. 1)	359 m	1,6 jours	3 cm	23,04 m NGF	22,90 m NGF
Forage Gd Marais Sonde OTT	447 m	2 jours	5 cm	24,43 m NGF	23,96 m NGF
R12-1 Bonneaud	812 m	1,6 jours	0 cm	25,96 m NGF	n.m. (Pompage)

(rejet de R12-5 dans le ruisseau de la Saudrenne à l'aval de l'échelle 1 à environ 23 m NGF)

(rejet de R12-7 vers la Grande Pièce sur le bassin de la Brédoire à environ 35 m NGF)

Stabilisation provisoire observée entre 8 et 16 heures

⇒ effet de ré-alimentation partielle par la Saudrenne

De l'autre côté des forages testés par rapport au ruisseau de la Saudrenne :

Transmissivité apparente finale calculée sur OTT :  $7,5.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

Emmagasinement apparent final calculé sur OTT : 2,76 %

Du côté des forages testés par rapport au ruisseau de la Saudrenne :

Transmissivité apparente finale calculée sur Pz1b :  $2,74.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

Emmagasinement spécifique apparent calculé sur Pz1b :  $3,35.10^{-4}$

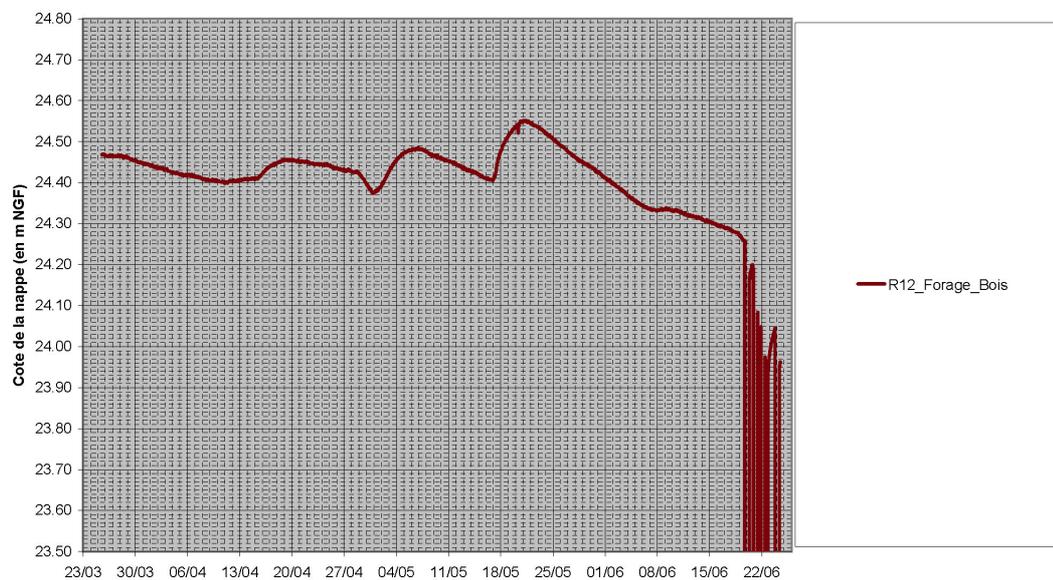
**Transmissivité apparente finale calculée sur Pz2 :  $2,89.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s**

**Emmagasinement spécifique apparent calculé sur Pz2 :  $2,86.10^{-3}$**

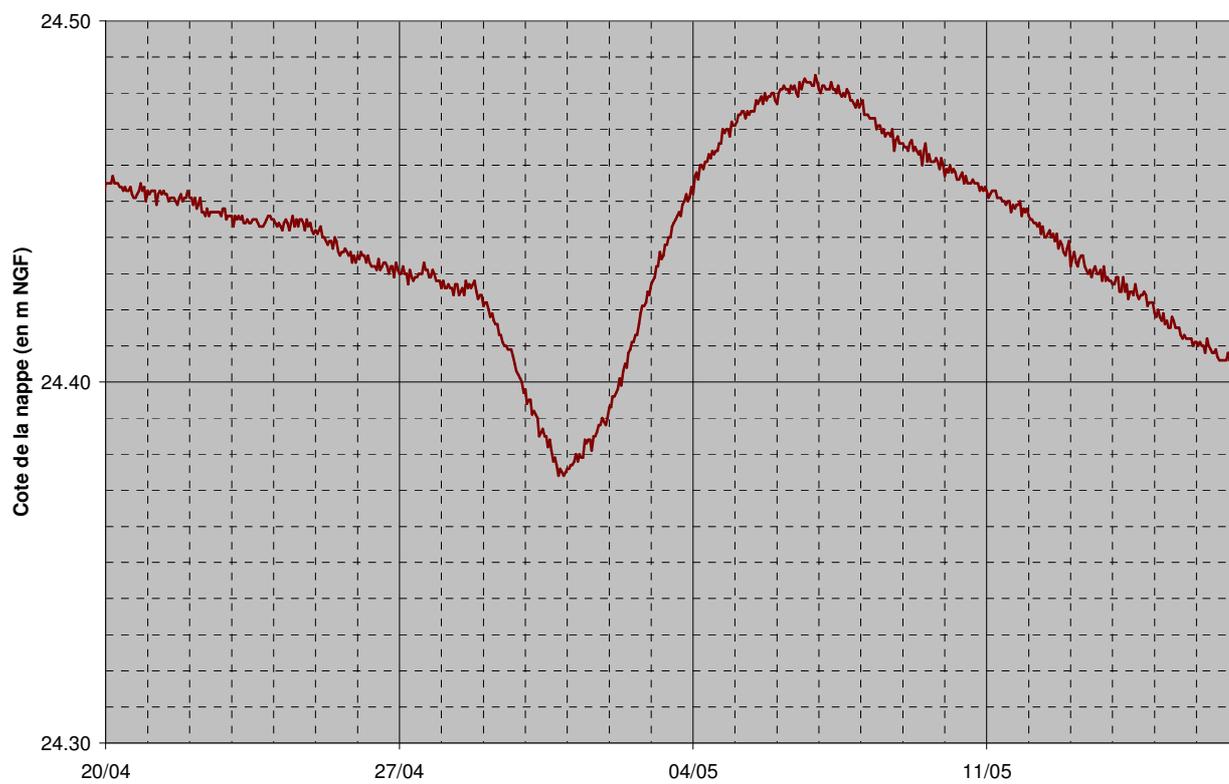
Transmissivité apparente finale calculée sur R12-5 :  $2,33.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

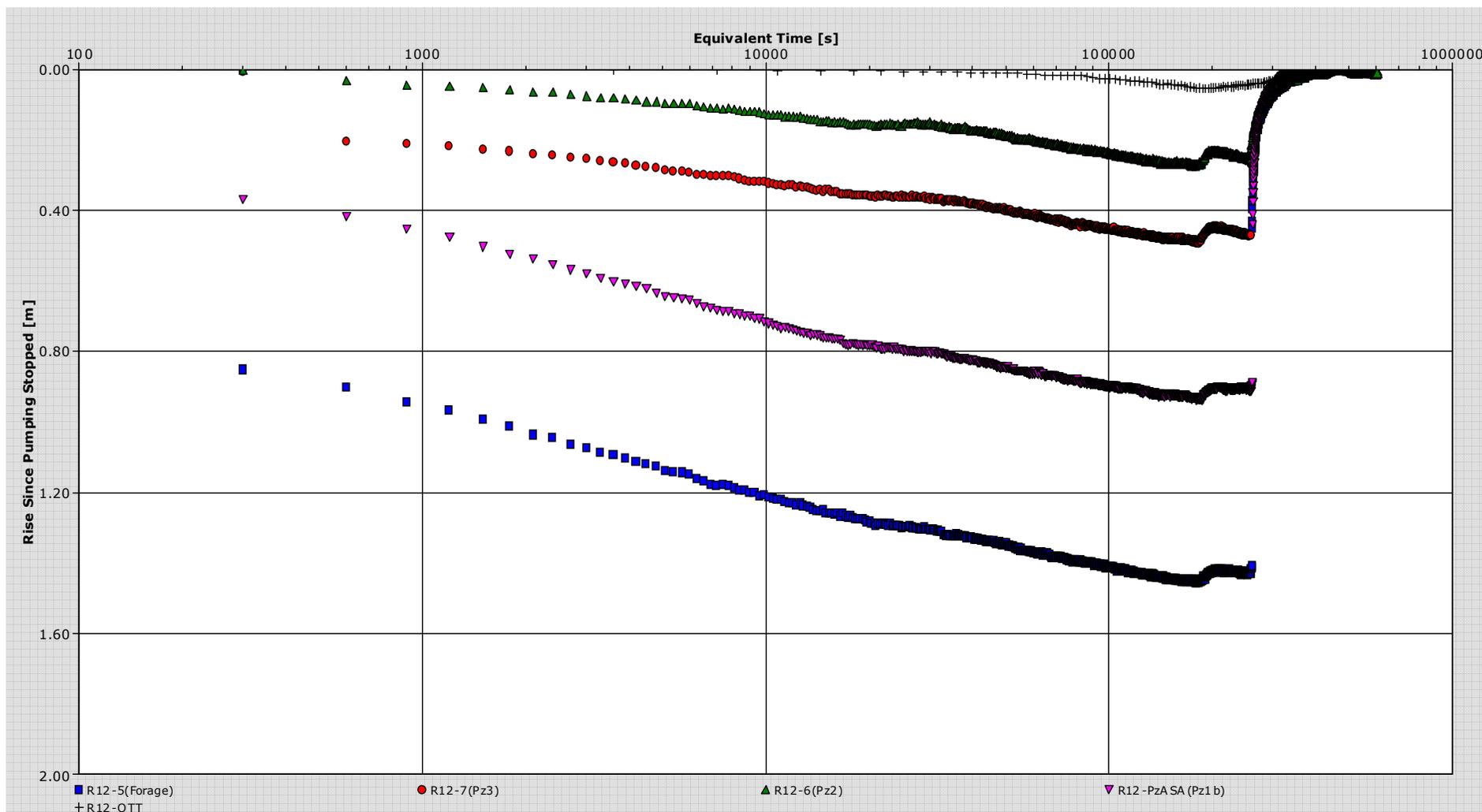
Transmissivité apparente finale calculée sur R12-7 : 2,74.10<sup>-2</sup>

Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (R12\_Forage\_Bois)



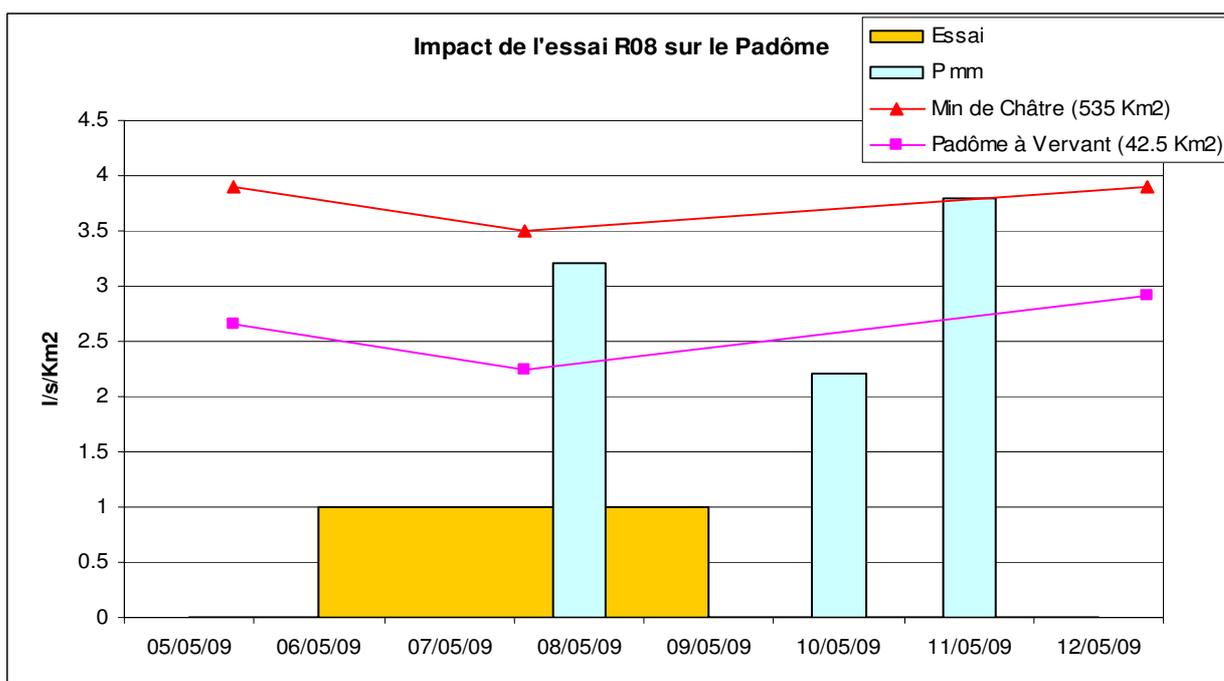


Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.9- Site R08 : Padôme à Vervant (BV Padôme<sup>44</sup> : 33,5 km<sup>2</sup>)

Date	Heure	Débit	Forage(s) testé(s)	Débit de pompage	Durée de pompage
Mardi 05/05/2009	08 :00 – 09 :00	Padôme : 113 l/s soit 3,37 l/s/km <sup>2</sup>	R08-4 (130 m <sup>3</sup> /h)	Avant l'essai (démarrage le mercredi 06/05 à 11h)	
Jeudi 07/05/2009	14 :00 – 15 :00	Padôme : 95 l/s soit 2,84 l/s/km <sup>2</sup>		130 m <sup>3</sup> /h soit 36 l/s	1 jour
Mardi 12/05/2009	08 :00 – 09 :00	Padôme : 124 l/s soit 3,70 l/s/km <sup>2</sup>		Après l'essai (arrêt le samedi 09/05 après 3 j. de pompage)	

- Précipitations à Nuaille-sur-Boutonne : 3,2 mm le vendredi 08/05, 2,2 mm le dimanche 10/05, 3,8 mm le lundi 11/05 ;
- Ruissellement au Moulin de Châtre : le débit passe de 2 070 l/s (soit 3,9 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 05/05 à 1 850 l/s (soit 3,5 l/s/km<sup>2</sup>) le 08/05, pour remonter à 2 080 l/s (soit 3,9 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 12/05 ; on observe donc à nouveau une phase de vidange naturelle pendant la période de l'essai, suivi d'une légère reprise du débit avec les petites pluies des 08-10 et 11/05 (seulement 9,2 mm au total) ;



#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

La légère baisse de débit enregistrée sur le Padôme entre le 5 et le 7/05 (18 l/s) ne peut pas être imputée, ou seulement très partiellement, au pompage du R08-4 (36 l/s) ; comme l'indique le graphique ci-après, la variation des débits spécifiques est en effet analogue sur le sous-bassin concerné par l'essai et sur l'ensemble du bassin amont de la Boutonne.

<sup>44</sup> à l'amont de la confluence avec le fossé de la source du pré Naudin (BV de 8,6 km<sup>2</sup>) en assec lors des essais

### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi au puits de l'impasse des Jardins, 509 mètres à l'amont de R08-4, de l'autre côté du Padôme sur le bassin versant de la source du Pré Naudin : vidange naturelle de 23,694 m NGF le vendredi 01/05/2009 06 :00 à 23,592 m NGF le dimanche 03/05 08 :00, puis remontée chahutée jusqu'à 23,616 m NGF le lundi 04/05 17 :00, baisse jusqu'à 23,586 m NGF le mardi 05/05/2009 08 :00, pompage entre 08 :00 et 11 :00, remontée jusqu'à 23,573 m NGF à 19 :00, puis baisse jusqu'à 23,566 le mercredi 06/05 de 01 :00 à 04 :00, remontée jusqu'à 23,576 à 16 :00 et baisse jusqu'à 23,538 le vendredi 08/05, puis remontée chahutée jusqu'à 23,661 le mardi 12/05 08 :00 avant vidange jusqu'à 23,634 m NGF le jeudi 14/05 22 :00 ==> la nappe, en relation hydraulique avec le fossé de la Source du Pré Naudin, subit des vidanges naturelles et des recharges à la faveur des épisodes pluvieux de printemps, mais aussi dans le bourg des Eglises d'Argenteuil des pertes probables des réseaux d'eau usées et pluviales et pendant l'essai des pertes du refoulement dans le fossé ; le puits a été également pompé ponctuellement pour l'irrigation des jardins, ce qui apparaît sous la forme de pics vers le bas.

Ouvrages suivis	Distance	Temps	Rabattement	NS (05/05/2009)	NS (24/06/2009)
Piézomètre R08	946 m	n.m.	n.m.	< 40,10 m NGF (Sec)	< 40,10 m NGF (Sec)
Forage Jardin 3 (Amont)	1 444 m	1,75 jours	0 cm	26,72 m NGF	26,44 m NGF
R08-6 Baillarguet	1 347 m	1,75 jours	0 cm	26,44 m NGF	25,62 m NGF
R08-3 Grollet	1 048 m	1,75 jours	0 cm	25,05 m NGF	24,80 m NGF
Forage Citerne	822 m	1,75 jours	2 cm	24,55 m NGF	24,37 m NGF
Puits Allée Jardins (Sonde OTT)	508 m	3 jours	3 cm	23,57 m NGF	23,37 m NGF
Forage Jardin 2 Pz3 (Médian)	285 m	3 jours	8 cm	23,10 m NGF	22,79 m NGF
R08-4 Moizand (130 m <sup>3</sup> /h)	-	3 jours	154 cm	22,76 m NGF	21,15 m NGF (En Pompage)
R08-5 Moizand Piézomètre 1b	6 m	3 jours	74 cm	22,78 m NGF	21,89 m ngf
Piézomètre ASA Piézomètre Pz2	56 m	3 jours	32 cm	22,71 m NGF	22,26 m NGF
Ruisseau du Padôme <sup>45</sup> (Ech. 1b)	308 m	1,75 jours	2 cm	21,73 m NGF	21,61 m NGF
Forage Jardin 1 (Aval)	346	1,75 jours	2 cm	21,61 m NGF	21,40 m NGF
Ruisseau du Padôme <sup>46</sup> (Ech. 1)	353 m	1,75 jours	1 cm	21,66 m NGF	21,50 m NGF

(Rejet de R08-4 sur le bassin du fossé de la Source du Pré Naudin à environ 34 m NGF)

<sup>45</sup> à l'amont de la confluence avec le fossé de la Source du Pré Naudin (fossé où s'est fait le rejet des eaux pompées)

<sup>46</sup> à l'aval de la confluence avec le fossé de la Source du Pré Naudin (fossé où s'est fait le rejet des eaux pompées)

De l'autre côté du forage testé par rapport au ruisseau du Padôme :

Transmissivité apparente calculée sur Pz3 :  $1,24 \cdot 10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s

Emmagasinement apparent calculé sur Pz3 : 2,84 %

Transmissivité apparente finale calculée à la remontée sur Pz3 :  $1,16 \cdot 10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s

Du même côté que le forage testé par rapport au ruisseau du Padôme :

**Transmissivité apparente finale calculée à la descente sur Pz2 :  $5,78 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s**

Transmissivité apparente finale calculée à la remontée sur Pz2 :  $4,80 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

**Emmagasinement apparent final calculé à la descente sur Pz2 : 1,67 %**

Transmissivité apparente finale calculée à la descente sur Pz1b :  $4,08 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

Transmissivité apparente finale calculée à la remontée sur Pz1b :  $3,68 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

Emmagasinement apparent calculé à la descente sur Pz1b : 1,67 %

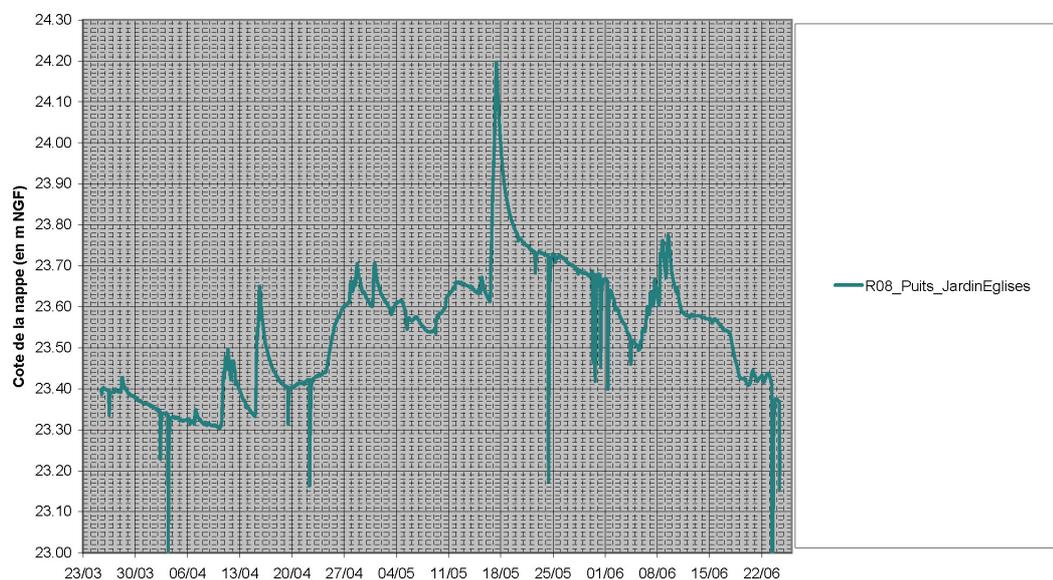
Transmissivité apparente finale calculée à la descente sur R08-4 (130 m<sup>3</sup>/h) :  $4,32 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

Transmissivité apparente finale calculée à la remontée sur R08-4 (130 m<sup>3</sup>/h) :  $3,66 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

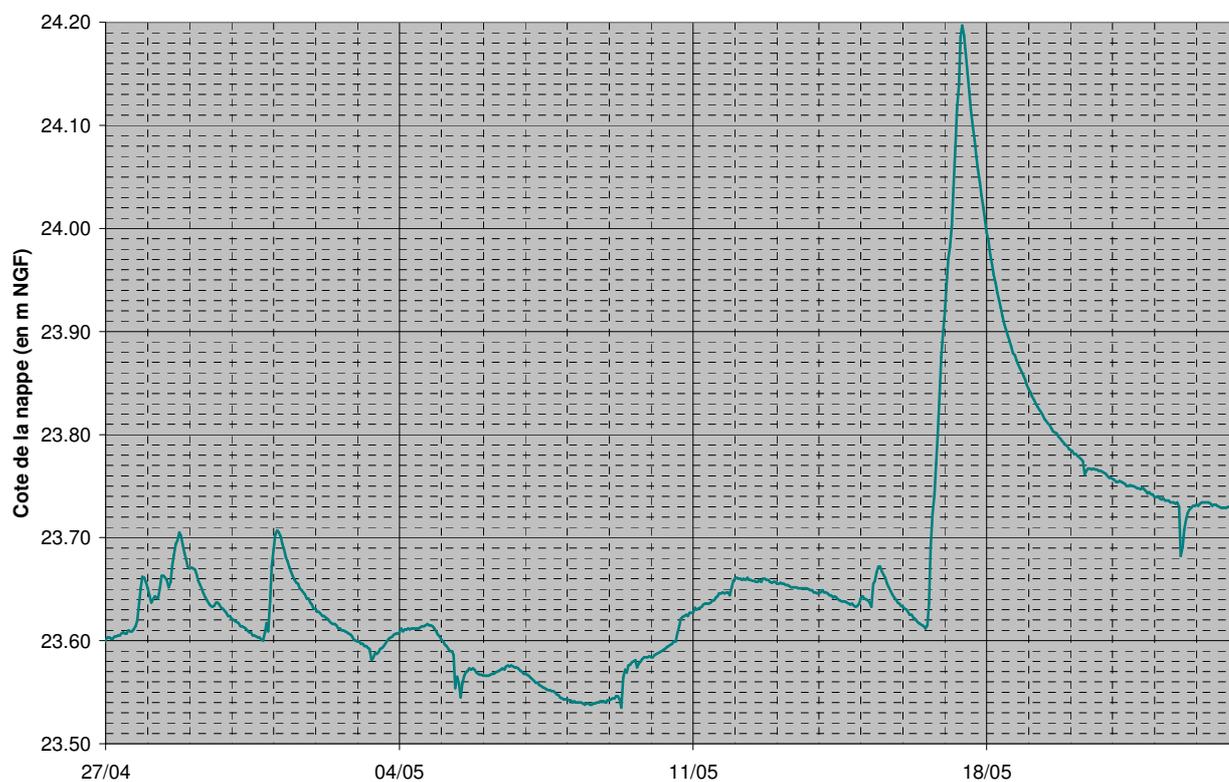
Stabilisation partielle du rabattement à partir de 1,5 jours de pompage

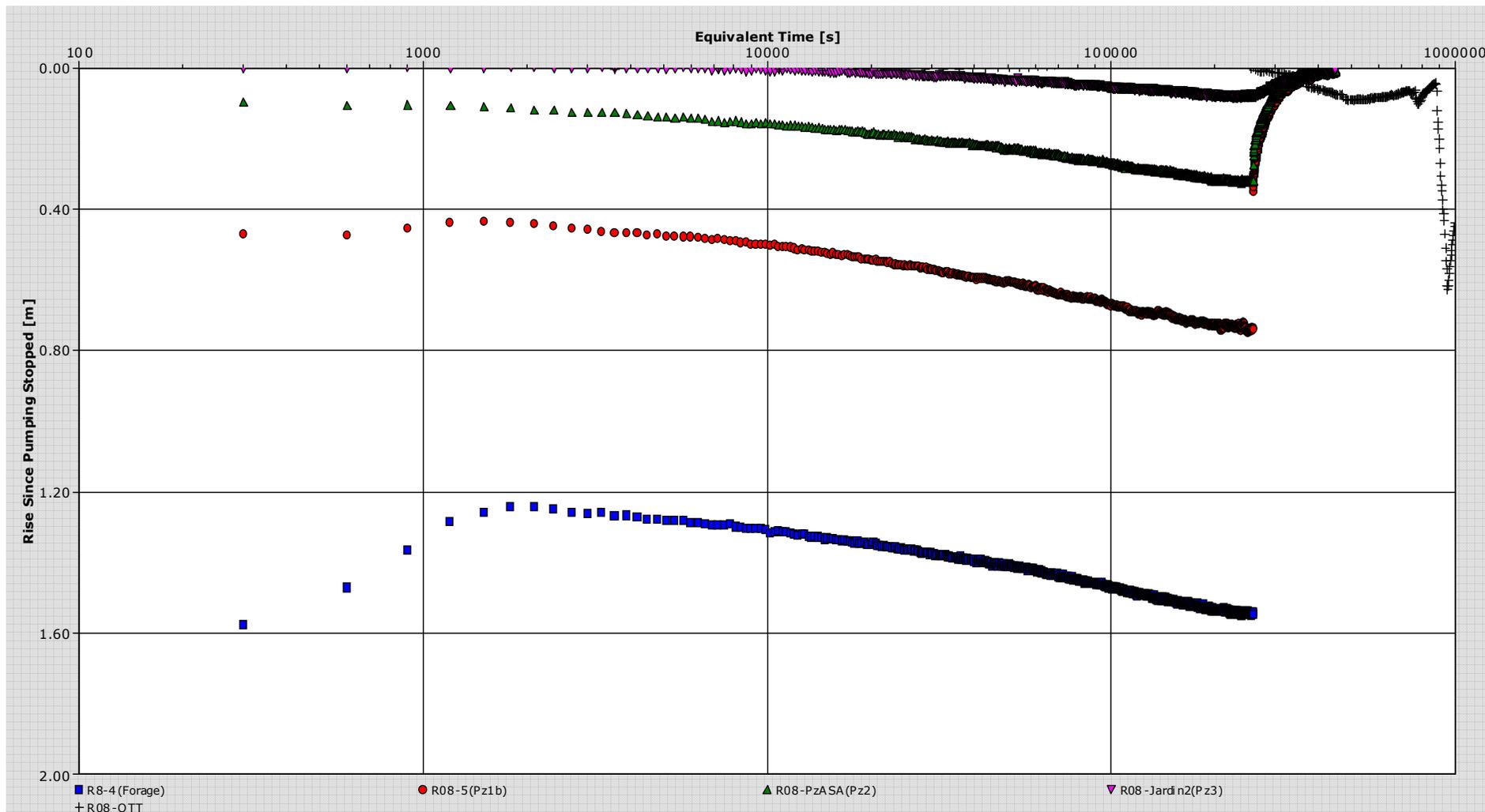
⇒ effet de ré-alimentation partielle par le Padôme

## Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (R08\_Puits\_JardinEglises)



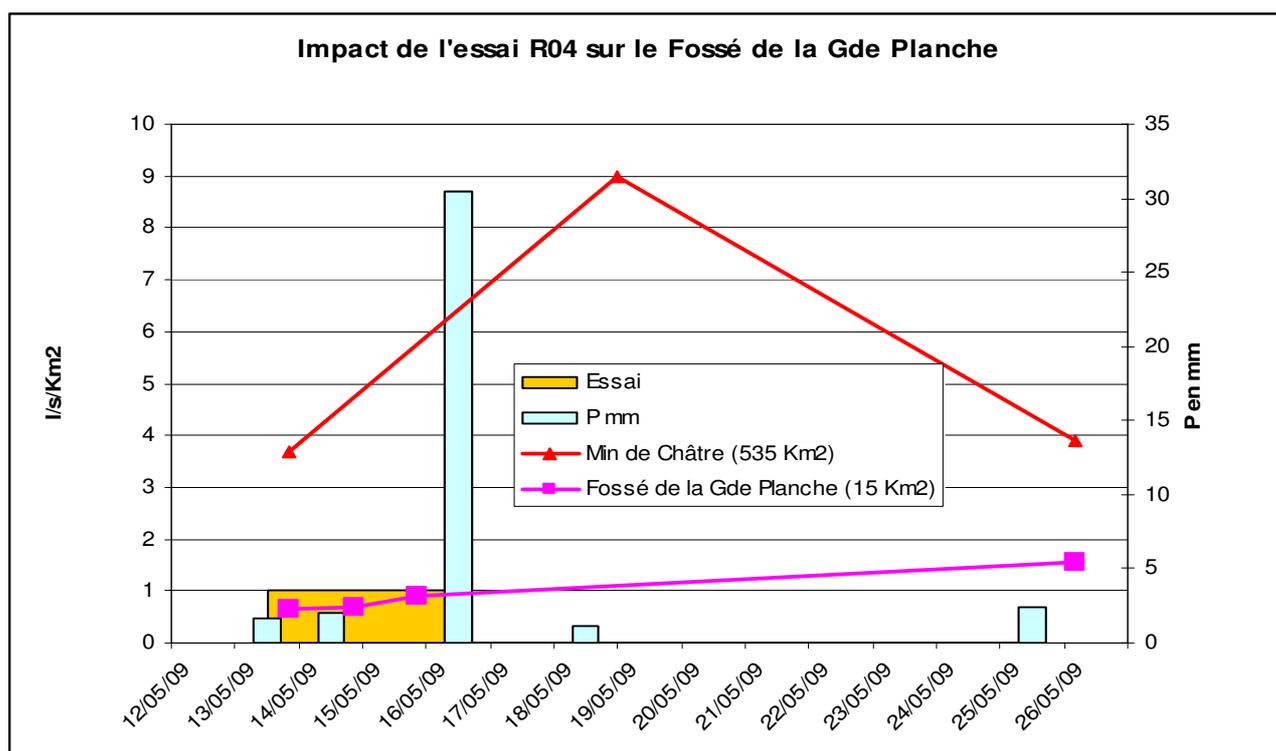


Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.10- Site R04 : Fossé à Coivert (BV affluent Boutonne : 12,8 km<sup>2</sup>)

Date	Heure	Débit	Forage(s) testé(s)	Débit de pompage	Durée de pompage
Mercredi 13/05/2009	08 :15	<b>Fossé : 9,5 l/s soit 0,74 l/s/km<sup>2</sup></b>	R04-1 (40 m <sup>3</sup> /h) R04-2 (40 m <sup>3</sup> /h) R04-3 (40 m <sup>3</sup> /h)	Avant l'essai (démarrage à 9h)	
Judi 14/05/2009	09 :00	<b>Fossé : 10,5 l/s soit 0,82 l/s/km<sup>2</sup></b>		119 m <sup>3</sup> /h soit 33 l/s	1 jour
Vendredi 15/05/2009	08 :45	<b>Fossé : 13,5 l/s soit 1,05 l/s/km<sup>2</sup></b>		2 jours	
Lundi 25/05/2009	16 :00	<b>Fossé : 23,5 l/s soit 1,84 l/s/km<sup>2</sup></b>		Après l'essai (arrêt le samedi 16/05 après 3 j. de pompage)	

- Précipitations à Nuailé-sur-Boutonne : 2,2 mm le dimanche 10/05, 3,8 mm le lundi 11/05, 1,6 mm le mercredi 13/05, 2,0 mm le jeudi 14/05, 30,4 mm le samedi 16/05, 1,2 mm le lundi 17/05, 2,4 mm le lundi 25/05 ;
- Ruissellement spécifique au Moulin de Châtre : le débit augmente de 1 990 l/s (soit 3,7 l/s/km<sup>2</sup>) le mercredi 13/05 à 4 800 l/s (soit 9 l/s/km<sup>2</sup>) le lundi 18/05, pour redescendre à 2 080 l/s (soit 3,9 l/s/km<sup>2</sup>) le 25/05 ; la période de l'essai correspond donc à une forte recharge au niveau de la Boutonne amont, engendrée surtout par la forte pluie du 16/05, suivie d'une vidange rapide jusqu'au 25/05 ;



#### Impacts du pompage sur les eaux superficielles

Le débit du Fossé semble croître lentement pendant toute la période de mesure, mais le manque de mesures pourrait masquer une probable remontée plus nette après la pluie du 16/05, suivie d'un vidange naturelle analogue à celle mesurée sur la Boutonne ; il n'apparaît en tous cas aucun effet visible induit par le pompage.

### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi au forage du jardin de la Maison Neuve, 734 mètres à l'amont de R04-1 : vidange naturelle régulière de 36,364 m NGF le mardi 24/03 15 :00 à 35,149 le mercredi 13/05 09 :00, puis accéléré jusqu'à 34,864 le samedi 16/05 10 :00, remontée jusqu'à 35,095 m NGF le mercredi 20/05 05 :00 et vidange naturelle constante mais irrégulière jusqu'à 33,646 le jeudi 25/06 11 :00 ==> la nappe rechargée en hiver subit une vidange naturelle régulière parfois rechargée par un épisode pluvieux notable au printemps.

Ouvrages suivis	Distance	Temps	Rabatement	NS (13/05/2009)	NS (25/05/2009)
Piézomètre DIREN VILLENOU	1 684 m	3 jours	15 cm	41,84 m NGF	41,68 m NGF
Piézomètre R04	992 m	n.m.	n.m.	< 41,00 m NGF (Sec)	< 41,00 m NGF (Sec)
Forage Maison Neuve (Sonde OTT)	736 m	1 jour	13 cm	35,15 m NGF	35,04 m NGF
Forage Queneucherie Piézomètre 1b	581 m	1 jour	44 cm	32,65 m NGF	32,53 m NGF
R04-3 Charruau (40 m3/h)	97 m	1 jour	95 cm	32,06 m NGF	31,99 m NGF
R04-1 Charruau (40 m3/h)	-	1 jour	225 cm	32,05 m NGF	31,98 m NGF
R04-2 Charruau (40 m3/h)	127 m	1 jour	229 cm	32,02 m NGF	31,95 m NGF
Piézomètre ASA Piézomètre 3	253 m	1 jour	71 cm	32,02 m NGF	31,96 m NGF
Fossé des Maingauds (Ech. 1)	491 m	1 jour	0 cm	32,44 m NGF	32,44 m NGF

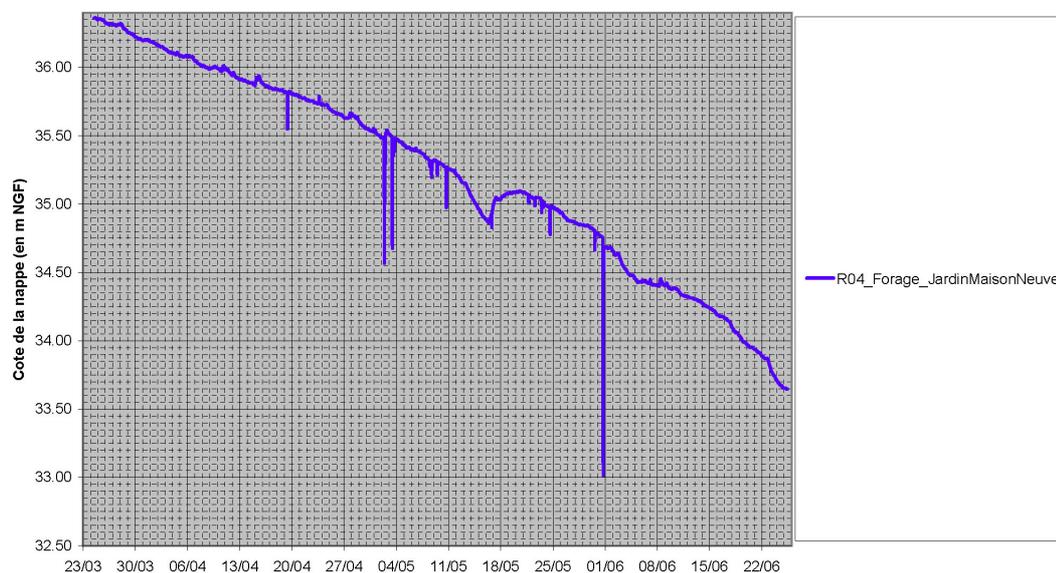
(Rejet de R04-1,2&3 dans le fossé des Maingauds à environ 32 m NGF)

### Transmissivité et Emmagasinement calculés

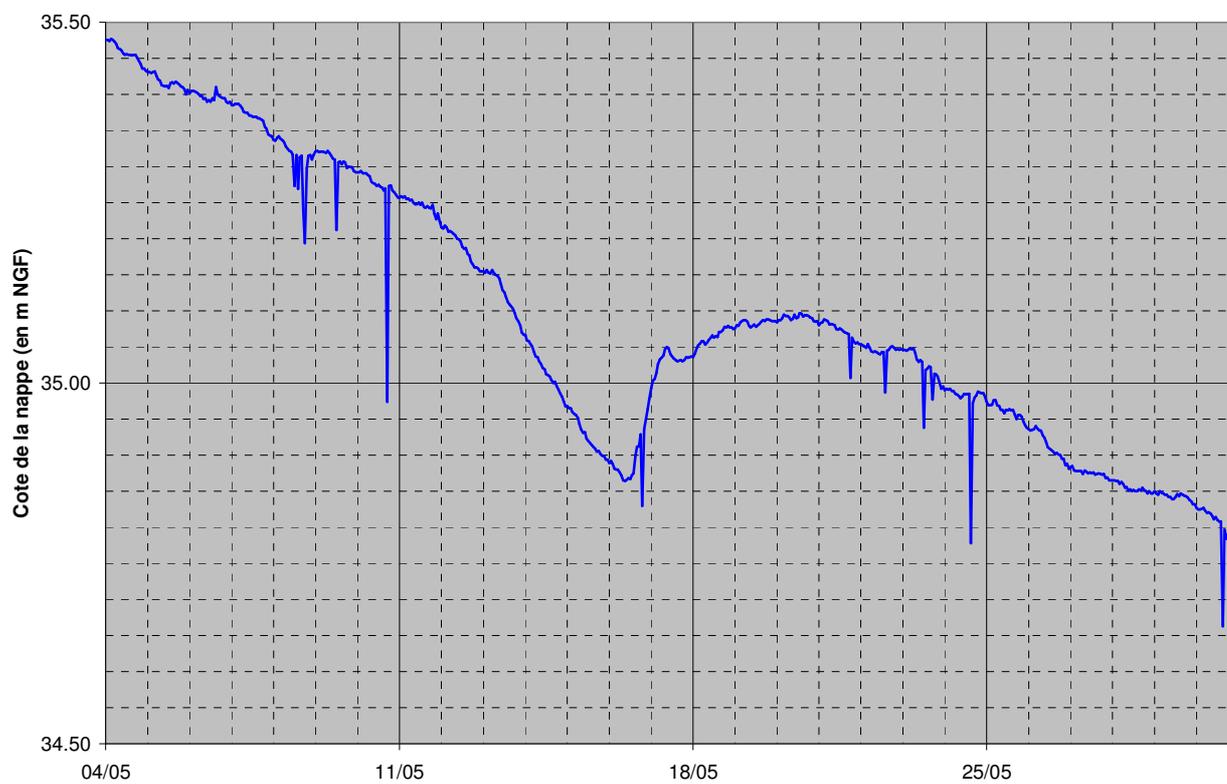
	T Jacob I 1 à 6 h	S Jacob I 1 à 6 h	Jacob II 1h	T Jacob II 6h	T Jacob II 24h
Pz1b-Pz3			T = 5,2.10 <sup>-3</sup> m2/s S = 5,9.10 <sup>-5</sup>	<b>T = 4,9.10<sup>-3</sup> m2/s</b> <b>S = 1,8.10<sup>-4</sup></b>	T = 5,3.10 <sup>-3</sup> m2/s S = 2,2.10 <sup>-4</sup>
R4-1 (40 m3/s)					
R4-2 (40 m3/h)	1,26.10 <sup>-2</sup> m2/s	-			
R4-3 (40 m3/h)	1,19.10 <sup>-2</sup> m2/s	-			
Pz3	1,18.10 <sup>-2</sup> m2/s	6,3.10 <sup>-6</sup>			
Pz1b	1,39.10 <sup>-2</sup> m2/s	4,6.10 <sup>-5</sup>			
OTT	5,0.10 <sup>-2</sup> m2/s	6,8.10 <sup>-4</sup>			

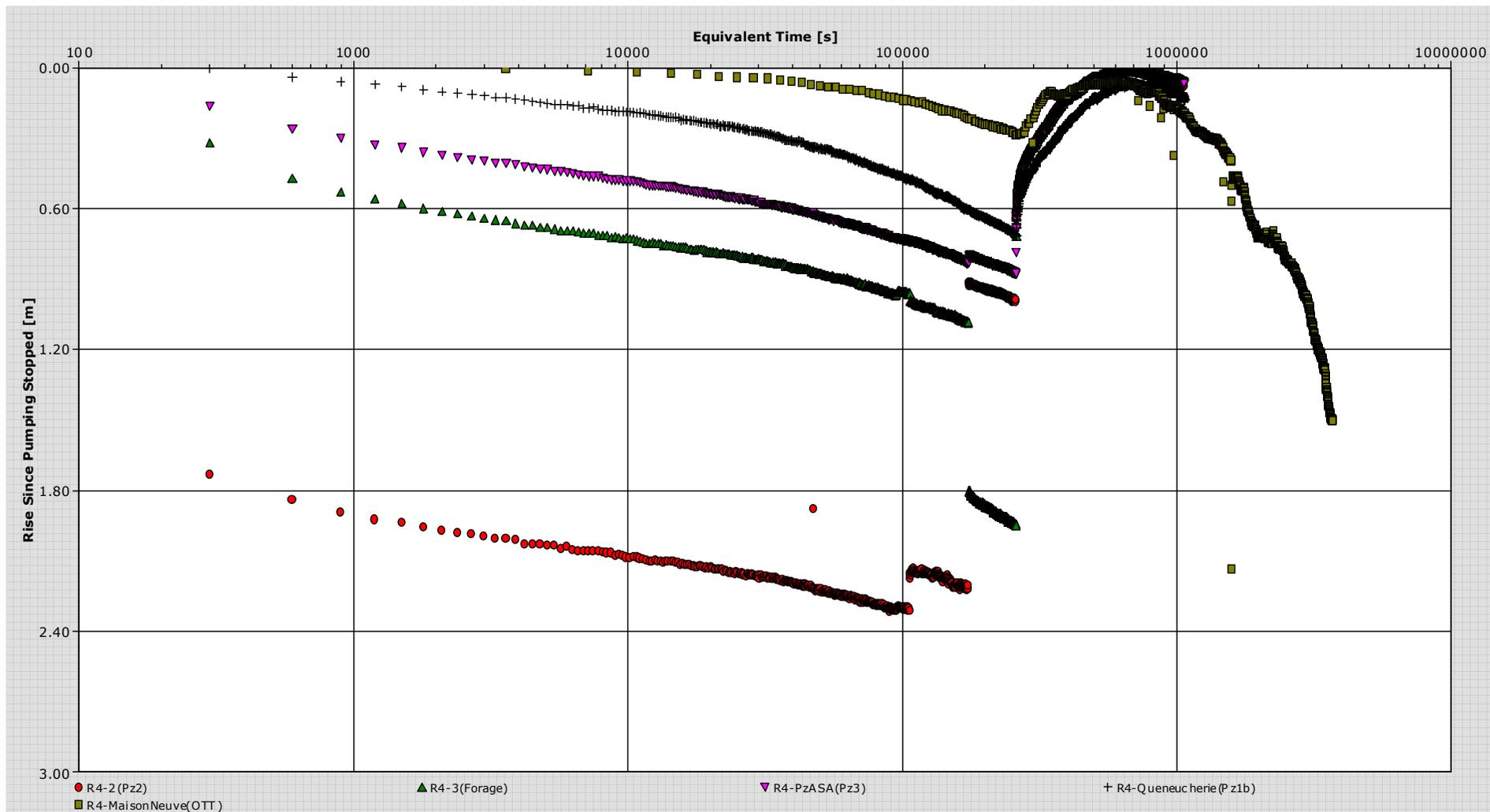
⇒ effet de vidange de nappe fissurée

## Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (Forage\_JardinMaisonNeuve)



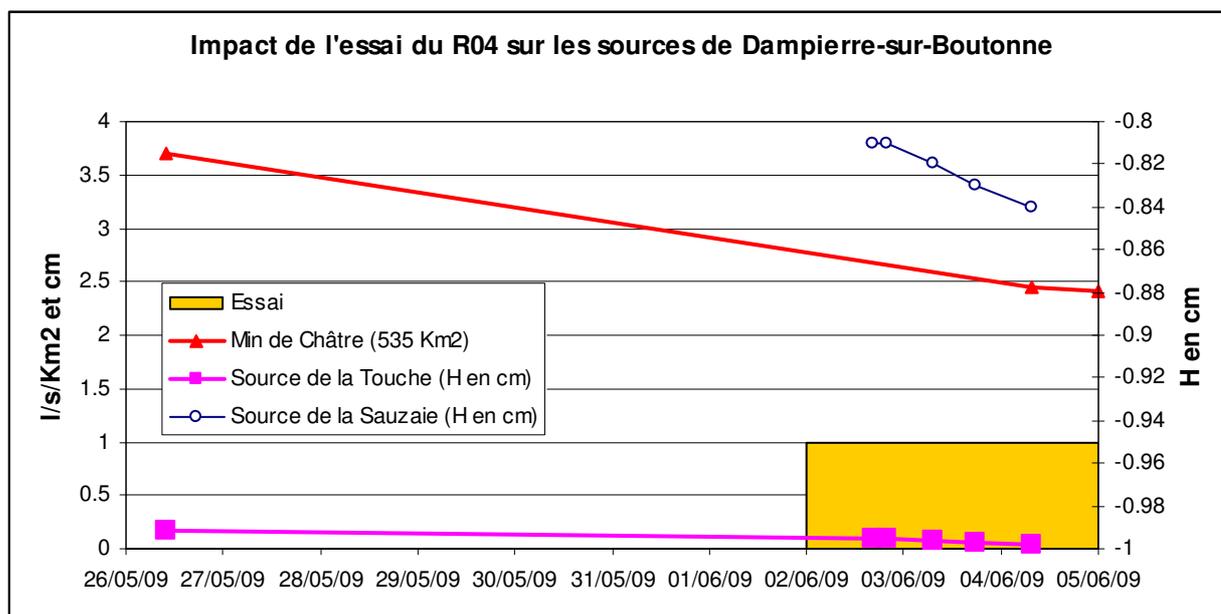


Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### 4.1.11- Site R05 : Sources à Dampierre-sur-Boutonne (BV affluent Boutonne : 1 km<sup>2</sup>)

Date	Heure	Hauteur (cm lecture)	Forage(s) testé(s)	Débit de pompage max.	Durée de pompage max.
Mardi 26/05/2009	10 :00	La Touche : +0,17	R05-1 (40 m3/h) R05-2 (40 m3/h) <sup>47</sup> R05-3 (126 m3/h) <sup>48</sup>	1 semaine avant les essais (démarrage le mardi 02/06 à 20h)	
Mardi 02/06/2009	16 :30	La Touche : +0,10 La Sauzaie : -0,81		Avant le premier essai (démarrage à 20h)	
Mardi 02/06/2009	19 :30	La Touche : +0,09 La Sauzaie : -0,81		Avant le premier essai (démarrage à 20h)	
Mercredi 03/06/2009	07 :30	La Touche : +0,08 La Sauzaie : -0,82		166 m3/h soit 46 l/s	½ journée
Mercredi 03/06/2009	17 :30	La Touche : +0,05 La Sauzaie : -0,83		Après le 1er essai (12 heures) Avant le 2ème essai (démar. à 20h)	
Jeudi 04/06/2009	07 :30	La Touche : +0,04 La Sauzaie : -0,84		166 m3/h soit 46 l/s	½ journée

- Précipitations à Nuaillé-sur-Boutonne : 2,4 mm le lundi 25/05, 12,7 mm le vendredi 05/06, 10,1 mm le samedi 06/06 ;
- Ruissellement spécifique au Moulin de Châtre : vidange naturelle globale de 2 000 l/s (soit 3,7 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 26/05 à 1 310 l/s (soit 2,4 l/s/km<sup>2</sup>) le jeudi 04/06, et 1 290 l/s (soit 2,4 l/s/km<sup>2</sup>) le vendredi 05/06 ;



#### Impacts des pompages sur les eaux superficielles

<sup>47</sup> R05-2 (Jousson) arrêté lors du deuxième essai à 05 :11 :28

<sup>48</sup> R05-3 (Jousson) arrêté lors du premier essai à 23 :40 :24

Le pompage à un débit total de 46 l/s induit peut-être une baisse du niveau des sources, qui avaient déjà cessé de débiter ; cependant, il n'est pas possible de distinguer cet impact éventuel de la vidange naturelle générale du bassin, illustrée par la chute du débit au Moulin de Châtre.

### Impacts des pompages sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi dans un puits du hameau de la Touche, 171 mètres à l'amont de R05-3 : vidange naturelle régulière de 35,296 m NGF le mardi 26/05 11 :00 à 35,165 m NGF le mardi 02/06 20 :00, puis accéléré par paliers jusqu'à 34,897 le samedi 06/06 00 :00, remontée chahutée jusqu'à 35,459 m NGF le mercredi 10/06 01 :00 et vidange naturelle régulière jusqu'à environ 37,1 m NGF mercredi 17/06, ensuite accéléré jusqu'à environ 34,5 m NGF le 25/06 ==> la nappe en relation avec le niveau de la Boutonne subit des périodes de vidange avec des épisodes de recharge et une vidange accélérée en fin de printemps.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (02/06/2009)</u>	<u>NS (03/06/2009)</u>
<i>Piézomètre POC POIMIER</i>	4 466 m	2 jours	11 cm	53,56 m NGF	53,08 m NGF
Fontaine La Sauzaie (Ech. 2)	648 m	0,5 jour	1 cm (1 <sup>er</sup> essai) 1 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,89 m NGF	35,87 m NGF
Puits Elie La Sauzaie	481 m	0,5 jour	1 cm (1 <sup>er</sup> essai) 1 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	36,88 m NGF	36,86 m NGF
Forage Tas de Bois La Sauzaie	243 m	0,5 jour	23 cm (1 <sup>er</sup> essai) 12 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,32 m NGF	35,26 m NGF
R05-2 Jousson (40 m3/h)	144 m	0,5 jour	382 cm (1 <sup>er</sup> essai) 27 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,16 m NGF	35,09 m NGF
R05-1 Texier (40 m3/h)	-	0,5 jour	285 cm (1 <sup>er</sup> essai) 253 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,11 m NGF	35,04 m NGF
Piézomètre ASA Piézomètre 1b	52 m	0,5 jour	12 cm (1 <sup>er</sup> essai) 16 cm (1 <sup>ème</sup> essai)	35,12 m NGF	35,06 m NGF
Puits Irlandais (Sonde OTT)	192 m	0,5 jour	10 cm (1 <sup>er</sup> essai) 9 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,17 m NGF	35,06 m NGF
Puits Jousson La Touche	251 m	0,5 jour	9 cm (1 <sup>er</sup> essai) 12 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,07 m NGF	35,01 m NGF
Mare La Touche (Ech. 1)	318 m	0,5 jour	1 cm (1 <sup>er</sup> essai) 1 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	34,98 m NGF	34,94 m NGF
R05-3 Jousson (126 m3/h)	343 m	0,5 jour	8 cm (1 <sup>er</sup> essai) 103 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,08 m NGF	35,02 m NGF
Forage Benoît La Touche	371 m	0,5 jour	7 cm (1 <sup>er</sup> essai) 31 cm (2 <sup>ème</sup> essai)	35,08 m NGF	35,03 m NGF

(Rejet de R05-3 dans les champs du Vau à plus de 50 m NGF)

(Rejets de R05-1 et R05-2 dans les champs de la Sauzaie à plus de 40 m NGF)

Résultats du premier essai (avant l'arrêt de R04-3 entre 1 et 4 heures de pompage) :

Transmissivité finale apparente calculée sur Pz1b et OTT :  $T = 1,65 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

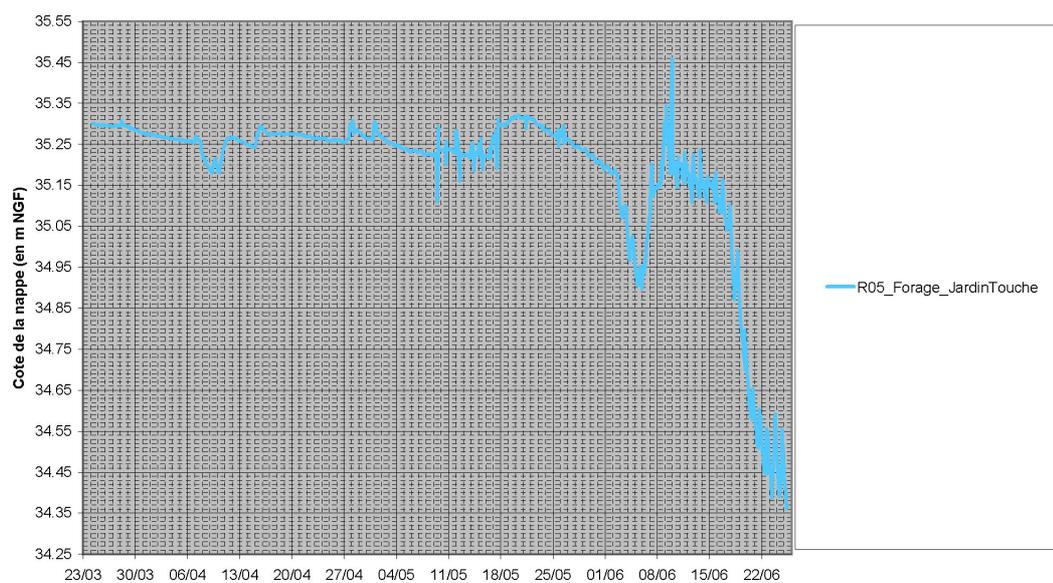
Emmagasinement apparent calculé sur Pz1b :  $S = 1$  %, calculé sur OTT :  $S = 2 \cdot 10^{-3}$ ,

Résultats du premier essai (avant l'arrêt de R04-2 entre 4 et 8 heures de pompage) :

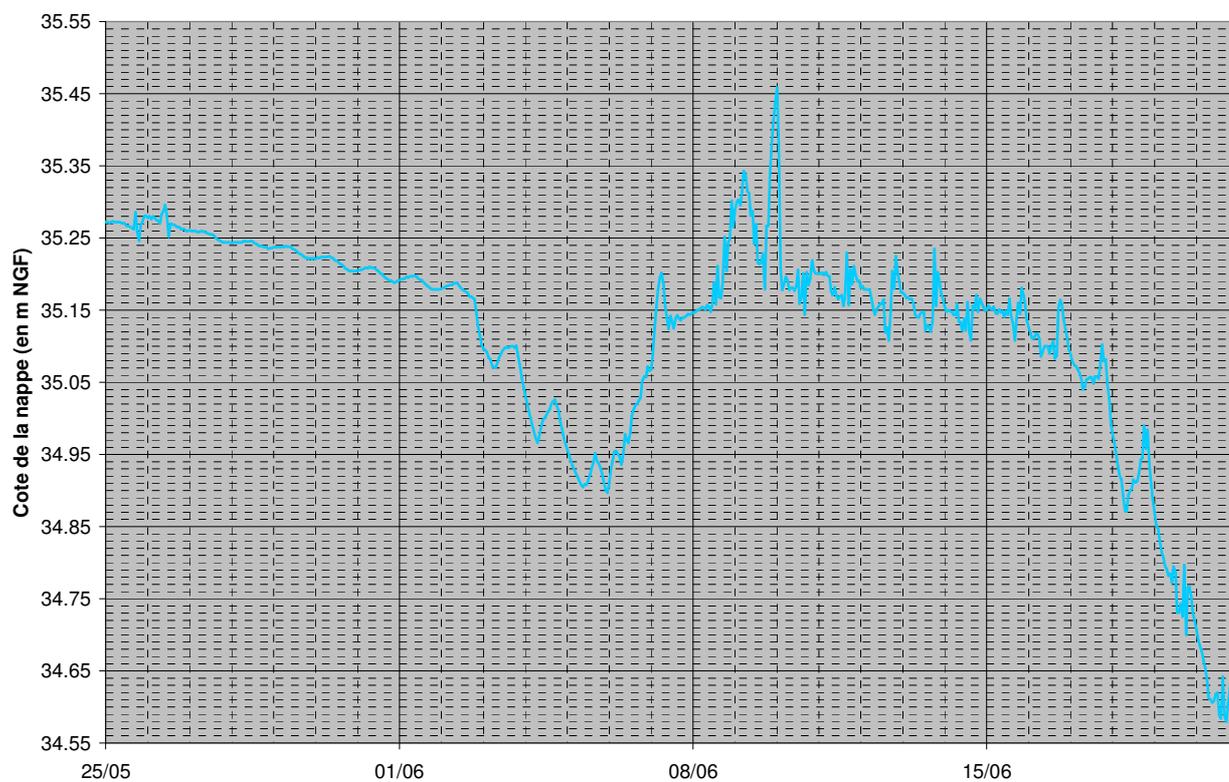
Transmissivité calculée sur Pz1b et OTT :  $T = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

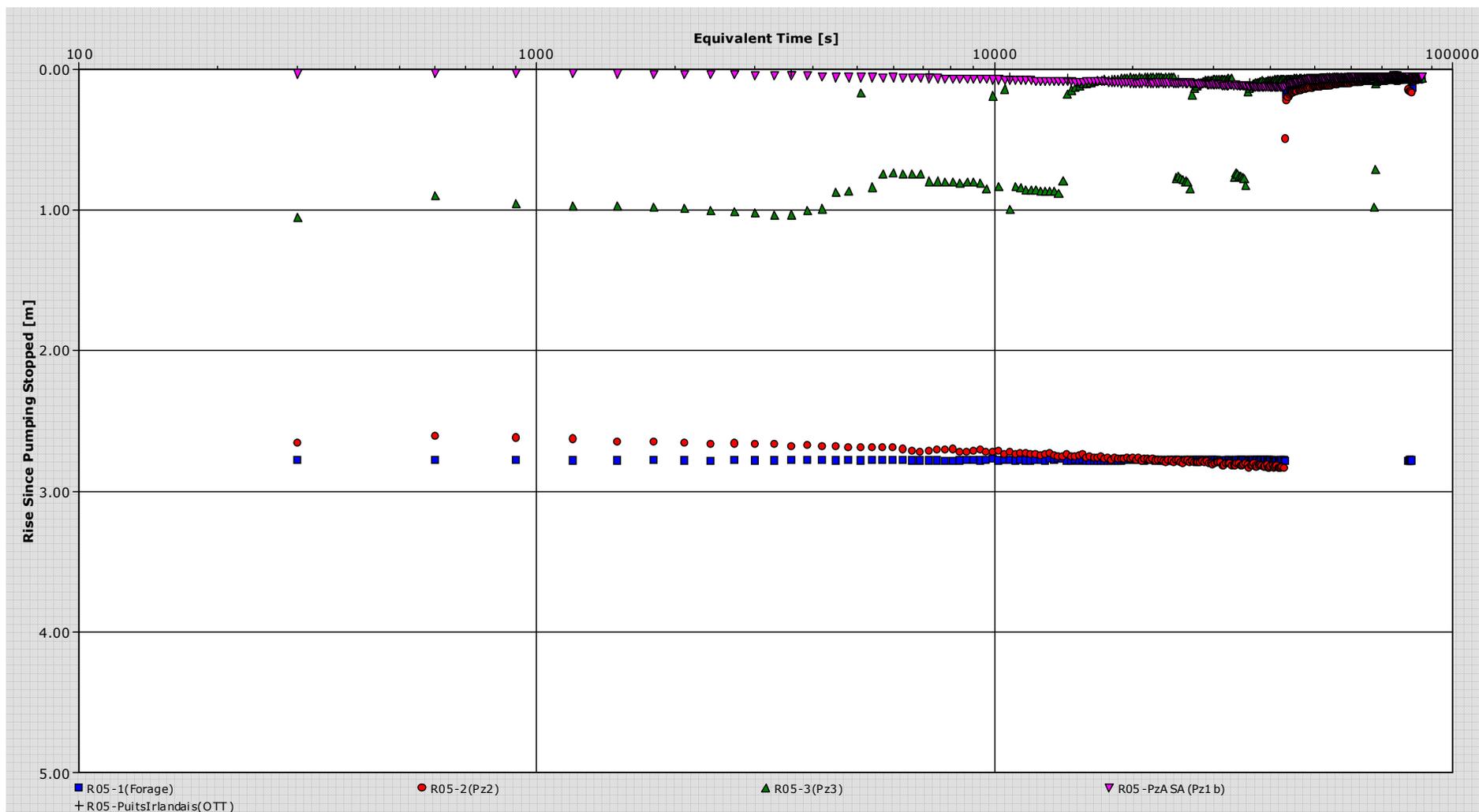
Emmagasinement apparent calculé sur Pz1b :  $S = 4,6 \%$ , calculé sur OTT :  $S = 5,1 \cdot 10^{-3}$ ,

Suivis piézométrique au printemps 2009

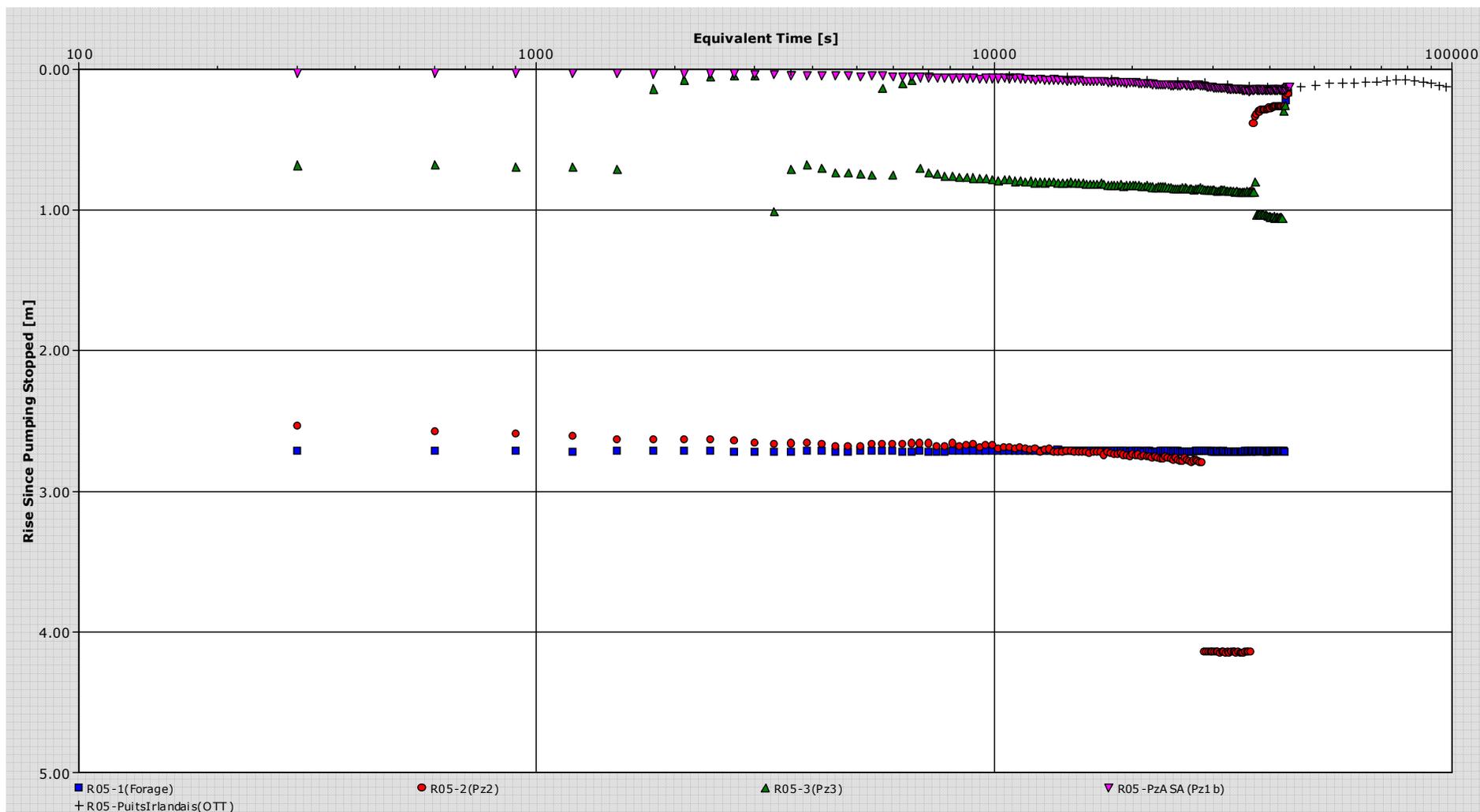


## Suivi piézométrique (Forage\_JardinTouche)





Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage (1<sup>er</sup> essai du mardi au mercredi)



Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage (2<sup>ème</sup> essai du mercredi au jeudi)

#### 4.1.12- Site R29 : Mare et canal à Ternant (BV Boutonne : 949 km<sup>2</sup>)

<u>Date</u>	<u>Heure</u>	<u>Débit</u> <u>Hauteur</u>	<u>Forage(s)</u> <u>testé(s)</u>	<u>Débit de</u> <u>pompage</u>	<u>Durée de</u> <u>pompage</u>
Jeudi 04/06/2009	11 :00	Canal : 69 l/s Mare : +60 cm	R29-1 (100 m3/h) R29-2-3 (240 m3/h)	<i>Avant l'essai (démarrage à 12h)</i>	
Vendredi 05/06/2009	11 :00	Canal : 69 l/s Mare : +56 cm		1 jour	
Samedi 06/07/2009	11 :00	Canal : 69 l/s Mare : +46 cm		2 jours	
Dimanche 07/07/2009	11 :00	Canal : 69 l/s Mare : +41 cm		3 jours	

- Précipitations à Nuillé-sur-Boutonne : 12,7 mm le vendredi 05/06, 10,1 mm le samedi 06/06, 11,4 mm le lundi 08/06, 2,6 mm le mercredi 10/06, 2,0 mm le lundi 15/06, 1,0 mm le vendredi 19/06 ;
- Ruissellement spécifique au Moulin de Châtre : le débit passe de 1 310 l/s (soit 2,4 l/s/km<sup>2</sup>) le jeudi 04/06 à 1 290 l/s (soit 2,4 l/s/km<sup>2</sup>) le vendredi 05/06, puis augmente jusqu'à un maximum de 1 990 l/s (soit 3,7 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 09/06, avant de redescendre à 944 l/s (soit 1,8 l/s/km<sup>2</sup>) le mardi 23/06. Il y a donc vidange au début de l'essai, puis recharge par les pluies des 05 et 06/06, et reprise de la vidange après le 09/06 ;

#### Impacts des pompages sur les eaux superficielles

L'essai à fort débit (95 l/s) entraîne une baisse sensible du niveau de la mare (située à environ 200 mètres des forages pompés) ; par contre, on n'observe aucune variation sensible du débit du canal, alors que l'on se situe dans un contexte global de vidange.

### Impacts du pompage sur la piézométrie de la nappe

- Niveau de la nappe suivi dans un puits de la ferme des Portes, 127 mètres à l'amont de R29-2-3 : vidange régulière de 6,148 m NGF le vendredi 29/05 15 :00 à 6,110 m NGF le jeudi 04/06 09 :00, puis accéléré jusqu'à 5,218 m NGF le dimanche 07/06 05 :00, suivi d'une remontée jusqu'à 6,124 m NGF le vendredi 12/06 05 :00 ==> la nappe, ici captive sous les limons argileux de la vallée de la Boutonne, est en relation de pression avec les niveaux de la Boutonne contrôlés aux écluses de Bernouet, elle subit un rabattement important, suivi d'une remontée équivalente, dus à l'essai de pompage.

<u>Ouvrages suivis</u>	<u>Distance</u>	<u>Temps</u>	<u>Rabattement</u>	<u>NS (04/06/2009)</u>	<u>NS (23/06/2009)</u>
Puits Les Portes (Sonde OTT)	127 m	1 jour 3 jours	62 cm	6,08 m NGF	6,01 m NGF
R29-1 Bolleau (100 m <sup>3</sup> /h)	21 m	1 jour 3 jours	286 cm	6,02 m NGF	5,27 m NGF
Puits Jardin Pré Pitard	17,5 m	1 jour 3 jours	163 cm	6,03 m NGF	5,48 m NGF
R29-3 Fogeard (240 m <sup>3</sup> /h)	-	1 jour 3 jours	362 cm	6,08 m NGF	3,85 m NGF (Pompage)
R29-2 Fogeard « Forage »	100 m	1 jour 3 jours	26 cm	6,05 m NGF	5,87 m NGF
Puits Abandonné « Piézomètre 3 »	129 m	1 jour 3 jours	45 cm	6,04 m NGF	5,95 m NGF
R29-4 Fogeard « Piézomètre 1b »	161 m	1 jour 3 jours	15 cm	6,01 m NGF	5,80 m NGF
Mare Fogeard (Ech. 2)	183 m	1 jour 3 jours	4 cm 19 cm	5,97 m NGF	n.m.
Canal de Ternant (Ech. 1)	240 m	1 jour 3 jours	0 cm 0 cm	6,34 m NGF	n.m.

(Rejet de R29-1 dans la Boutonne à environ 5 m NGF)

(Rejet de R29-2 dans les champs des Granges à plus de 10 m NGF)

Résultats à la descente entre 3 et 6 heures de pompage :

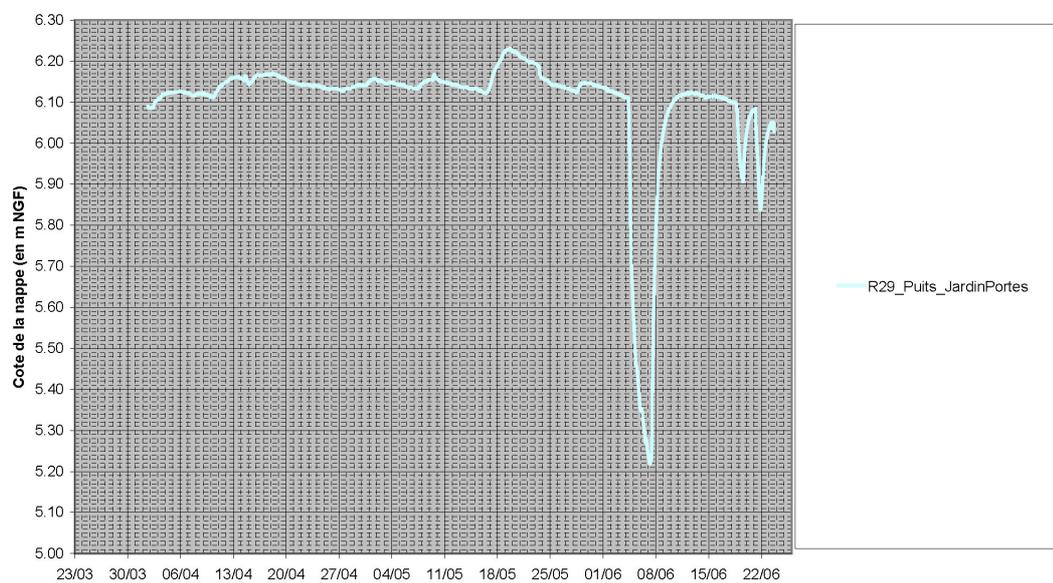
Transmissivité calculée sur OTT :  $3,4.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s

Emmagasinement calculé sur OTT : 2,8 %

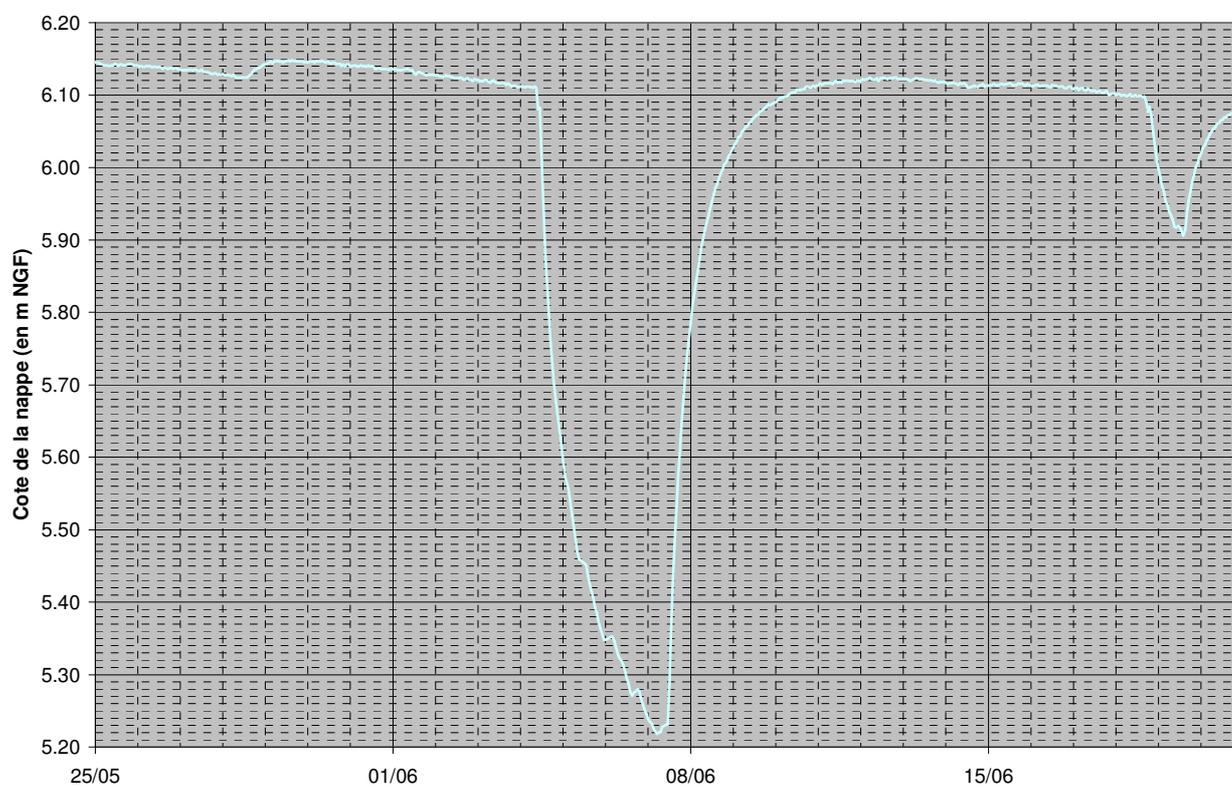
**Transmissivité calculée sur Pz3 :  $5,0.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s**

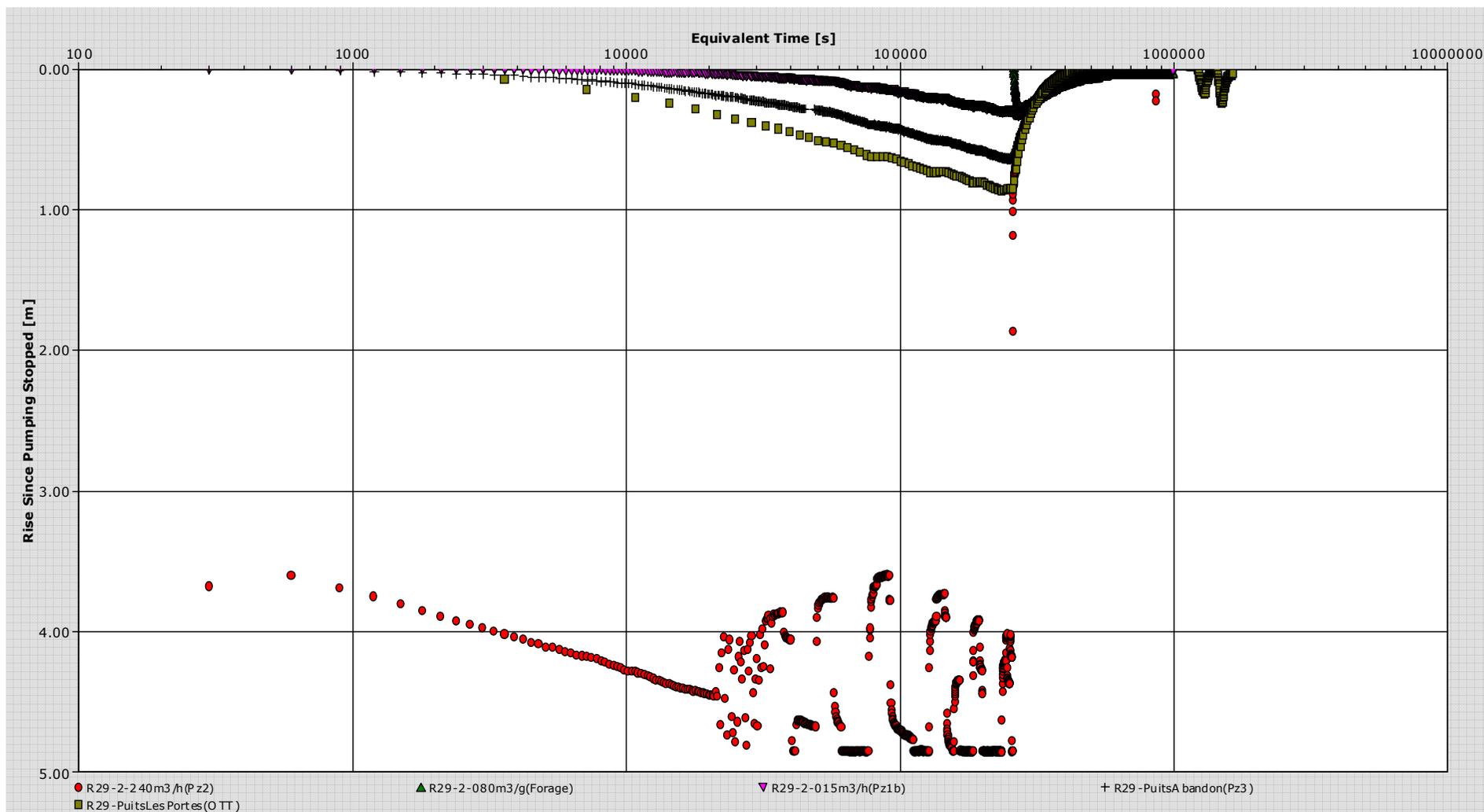
**Emmagasinement calculé sur Pz3 : 5,5 %**

## Suivis piézométrique au printemps 2009



## Suivi piézométrique (R29\_Puits\_JardinPortes)





Evolution du rabattement aux points suivis en automatique en fonction du logarithme du temps de pompage

#### **4.1.13- Remarques sur les impacts des pompages d'essai sur les eaux superficielles**

Les mesures effectuées dans les cours d'eau ou les mares avant, pendant et après les essais de pompage apportent des enseignements contrastés, parfois difficiles à interpréter. Ces difficultés découlent d'une part des perturbations apportées par les pluies, abondantes pendant la période des essais. Elles sont dues d'autre part au trop petit nombre d'observations disponibles. Seul un enregistrement en continu du débit des ruisseaux aurait pu permettre une interprétation fine.

Il se confirme d'une part que les pompages d'essai proches de la Boutonne n'ont aucun effet visible sur celle-ci ou ses annexes.

Ensuite, certains pompages d'essai ont des impacts visibles, rapides, sur les écoulements de sources ou fossés proches (R14, R01), dont ils provoquent un assèchement précoce.

D'autres pompages d'essai, assez nombreux, ne créent aucun effet mesurable sur les ruisseaux (R28, R08, R12), ce qui ne signifie pas bien sûr que cela resterait le cas pour des pompages de plusieurs mois.

Enfin, un certain nombre d'essais ont été trop perturbés par la pluie pour pouvoir en tirer des conclusions claires ; il en ressort cependant que les sous-bassins (et même la Boutonne elle-même) sont extrêmement réactifs, chaque pluie engendrant un pic de débit de courte durée, rapidement suivi d'une décrue.

Les débits spécifiques des affluents semblent systématiquement inférieurs, parfois de beaucoup, à ceux de la Boutonne en cette période de vidange naturelle au printemps marquant la transition entre la recharge hivernale et l'étiage estival.

## 4.2- Productivité des forages testés

Pour tous les essais réalisés, le débit des forages a été réalisé au débit déduit de l'autorisation de prélèvement estival. Les essais ayant été réalisés au printemps dans des conditions hydrologiques et piézométriques correspondant à celles d'hivers quinquennaux secs et d'automne médians, nous garantissons que ces débits considérés pour le remplissage des retenues de substitution seront atteints, sauf problème technique lié à un équipement de pompage en panne comme c'était le cas sur R01-3 auquel il sera remédié lors de la réalisation du projet.

### 4.3- Paramètres hydrauliques de la nappe et zonage

Les essais de pompage ont été réalisés quasi-systématiquement sur une période de 72 heures, avec un suivi de la remontée sur 48 heures au moins, sauf pour le site R5 qui n'a pu être testé que par deux pompages d'environ 12 heures espacés de 12 heures.

D'après notre constat de la particularité et de l'hétérogénéité du contexte hydrogéologique de la nappe du jurassique supérieure captée, nous ne pouvons pas proposer d'homogénéisation et de zonation des paramètres de nappe retenus pour chacun des sites, ni les extrapoler à d'autres sites.

Les valeurs considérées dans le chapitre suivant pour évaluer les impacts potentiels maximaux sur la piézométrie sont les suivantes, récapitulées dans un tableau qui reprend les résultats en gras dans le sous-chapitre précédent :

Site de remplissage	Transmissivité apparente (T)	Emmagasinement apparent (S)	Effets de limite observés et interprétés
<b>R10/1</b>	<b>1,75.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>0,1 %</b>	Limite d'alimentation par la Boutonne (8 h)
<b>R14/1a&amp;b</b>	<b>2,65.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>14 %</b>	Limité étanche par la faille d'Aulnay (12 h) avec vidange naturelle concomitante de la nappe
<b>R01/4&amp;7</b>	<b>4.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>0,3 %</b>	Limite d'alimentation partielle par le Pouzat avec vidange naturelle concomitante de la nappe
<b>R19/2&amp;5</b>	<b>6.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>8 %</b>	Limite étanche en bordure de coteau (12 h)
R19/4	1.75.10 <sup>-2</sup>	0,00275 %	Limite d'alimentation partielle par la Nie avec vidange naturelle concomitante de la nappe
<b>R28/3</b>	<b>4.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>4,25 %</b>	Effet de vidange de nappe libre
R28/14	9.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s	0,0105 %	Effet de vidange de nappe fissurée
R28/5	3,56.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s	-	<i>Néant</i>
R28/6	3,75.10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s	-	<i>Néant</i>
<b>R12/5&amp;7</b>	<b>2,89.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>0,286 %</b>	Effet de réalimentation partielle par la Saudrenne
<b>R08/4</b>	<b>5,78.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>1,67 %</b>	Effet de réalimentation partielle par le Padôme
<b>R04/1,2&amp;3</b>	<b>4,9.10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>0,018 %</b>	Effet de vidange de nappe fissurée
<b>R05/1,2&amp;3</b>	<b>1,5.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>4,6 %</b>	<i>Néant</i>
<b>R29</b>	<b>5.10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s</b>	<b>5,5 %</b>	<i>Néant</i>

Les transmissivités sont importantes et majoritairement comprises dans l'ordre de grandeur entre 10<sup>-2</sup> et 10<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>/s, tandis que les valeurs d'emmagasinement sont très dispersées et traduisent lorsqu'elles sont faibles le caractère localement captif ou fissuré de la nappe qui siège dans les formations calcaires altérées et fissurées au-dessus du banc bleu, souvent en vallée sous des colluvions ou des alluvions limoneuses peu perméables.

Ainsi, en faisant le rapport S/T, on obtient systématiquement des valeurs de diffusivité relativement fortes qui indiquent une sollicitation rapide, au bout de quelques heures maximum, des limites d'alimentation (cours d'eau en relation hydraulique avec la nappe) et de limites étanches (coteau où l'épaisseur mouillée de la nappe au-dessus du banc bleu s'amenuise, puis disparaît).

## 5- IMPACTS DU REMPLISSAGE SUR LES USAGES ET LE MILIEU

### 5.1- Impacts sur la piézométrie

Les impacts des prélèvements pour le remplissage sur la piézométrie, accessibles par des calculs de rabattements, ont été traités dans l'étude précédente réalisée par BURGEAP en considérant le zonage des paramètres hydrauliques de la nappe proposé par le BRGM dans le cadre de l'étude de définition de la nappe d'accompagnement de la Boutonne, où se trouve la quasi-totalité des forages d'irrigation (cf. cadrages en début de rapport).

Rappelons que ces calculs présentés dans l'annexe de ces rapports ont permis de définir le cône d'influence de chaque groupe de pompage, qui dépend de la durée de pompage essentiellement, et le rabattement maximal, par principe calculé à un mètre du forage le plus pompé. Dans cette étude étaient également proposés des temps d'atteinte de limite d'alimentation, soit sur les cours d'eau affluents (lorsqu'ils courent en période de hautes et moyennes eaux), soit sur la Boutonne (lorsque c'est le cours d'eau le plus proche), mais ces effets de limite d'alimentation par une stabilisation attendue n'étaient pas pris en compte dans le calcul du rabattement.

Dans les rapports d'interprétation des essais de pompage produits avec le logiciel d'interprétation Aquifer Test Pro, nous avons représenté une image du cône de rabattement induit selon la même méthode de calcul (Formule de Jacob simple sans prise en compte d'effets de limite), pour les pompages testés et pour les durées de pompage minimales (déterminées au débit maximum avec tous les forages de remplissage prévus pour le remplissage de chacune des retenues – cf. plus loin –). Ce cône de rabattement est symbolisé par des courbes concentriques d'égal rabattement centrées sur les pompages pour le remplissage.

Ces images des cônes de rabattement maximaux sont à superposer à titre informatif aux inventaires synthétiques réalisés dans le cadre de la mise à jour de l'étude d'impact sur la faune et la flore, mais si l'on fait l'hypothèse qu'en hautes eaux, un effet de limite d'alimentation par les cours d'eau avec une stabilisation devrait être atteint au cours des pompages (quelques jours maximum), et que la nappe est très réactive aux recharges hivernales (cf. suivis piézométriques), ces estimations de l'impact sur la piézométrie sont largement surestimées.

Cependant, ces essais et ces calculs n'ont pas été vains et permettent de proposer, en considérant une relation directe entre la nappe et les cours d'eau en période potentielle de remplissage, le principe d'une méthode d'analyse des impacts des prélèvements pour le remplissage sur le potentiel d'alimentation des sous-bassins contrôlés, et donc des écoulements du réseau hydrographique (ruissellement des cours d'eau et sous-écoulement des cours d'eau dans la nappe phréatique).

## 5.2- Impacts sur le réseau hydrographique

L'analyse des impacts sur le réseau hydrographique est ainsi présentée :

- par bassins d'alimentation des sites de remplissage (bassins affluents et sections de sous-bassins de la Boutonne qui seront rassemblés plus tard en unités d'analyse) ;
- par intégration successivement des effets cumulés du remplissage de l'amont vers l'aval sur ces bassins affluents et sous-bassins.

Ainsi, la zone d'étude a été découpée en première analyse par sous-bassins topographiques (numérisés sur fonds d'images scannées et géo-référencées IGN 1/25 000) en fonction de points de contrôle potentiels des écoulements à l'aval des sites de remplissage de retenues de substitution, pour évaluer les taux de pression surfacique des points de prélèvements pour le remplissage sur le potentiel d'écoulement et valider ou améliorer le cas échéant leur répartition spatiale :

- en sous-bassins affluents de la Boutonne moyenne entre les stations du Moulin de Châtre et de Saint-Jean d'Angély, rattachés à l'unité d'analyse « Boutonne médiane » :
  - **Fossé de la Grande Planche (20 km<sup>2</sup>)** pour les retenues R16, R4 et R2 (rattaché à l'unité d'analyse « Boutonne médiane » car les fossés sont ici déconnectés des eaux souterraines qui rencontrent directement les marais de la Boutonne comme limite d'alimentation) ;
  - **Ruisseau du Batailler (5 km<sup>2</sup>)** pour une partie de la retenue R7 (rattaché à l'unité d'analyse « Batailler-Brédoire » car seule une alimentation par le bassin de la Brédoire peut expliquer les débits de sa source principale) ;
  - **Ruisseau de la Brédoire (52,5 km<sup>2</sup>)** constituant l'unité d'analyse « Brédoire » pour l'autre partie de la retenue R7 et les retenues R13, R14 et R26 ; cette dernière étant remplie à partir des eaux de surface ;
  - **Ruisseau de la Saudrenne (40 km<sup>2</sup>)** constituant l'unité d'analyse « Saudrenne » pour la retenue R12, dont un des deux forages de remplissage est rattaché – le plus à l'aval – est rattaché à l'unité « Boutonne Moyenne » car il est situé à l'aval hydraulique du point de contrôle potentiel et très proche de la vallée principale de la Boutonne ;
  - **Ruisseau du Padôme (42,5 km<sup>2</sup>)** constituant l'unité d'analyse « Padôme » pour les retenues R25 et R8 ;
  - **Ruisseau du Pouzat (32,5 km<sup>2</sup>)** constituant l'unité d'analyse « Pouzat » pour les retenues R1 et R22 ;
  - **Ruisseau de la Nie (90 km<sup>2</sup>)** constituant l'unité d'analyse « Nie » pour les retenues R20, R19, R18 et une partie de la retenue R9 ;

- en sous-bassins affluents de la Boutonne aval entre les stations de Saint-Jean d'Angély et Carillon, rattachés à l'unité d'analyse « Boutonne aval » :
  - **Ruisseau de la Haute-Trézence (75 km<sup>2</sup>)** constituant l'unité d'analyse « Haute-Trézence » pour la retenue R28, à l'amont de l'ancienne station de la Trézence au moulin de Puyrolland ;
  - Ruisseau de l'Aubrée (10 km<sup>2</sup>) pour la retenue R11 (rattaché à l'unité d'analyse « Boutonne aval » car son unique prélèvement de surface est effectué dans le ruisseau au niveau des marais de la Boutonne dont le niveau est régulé par notamment le barrage de Carillon ;
  
- Une partie de la retenue R5 est rattachée à l'**unité d'analyse « Boutonne amont »** avec également pour l'analyse l'impact des prélèvements associés au remplissage des retenues de substitution du département des Deux Sèvres dans le bassin amont de la Boutonne ;
  
- L'autre partie de la retenue R5, ainsi que les retenues R3, R10, l'autre partie de la retenue R9 et toutes les autres retenues précédentes à l'amont des écluses de Bernouet à Saint-Jean d'Angély sont rattachées à l'unité d'analyse « **Boutonne médiane** » ;
  
- Les retenues R29 et R21, ainsi que toutes les retenues précédentes à l'amont du barrage de Carillon sont rattachées à l'**unité d'analyse « Boutonne aval »** qui regroupe ainsi l'influence de tous les pompages de remplissage de l'ensemble des retenues du bassin de la Boutonne de l'amont dans le département des Deux Sèvres à l'aval dans le département de la Charente-Maritime.

***Pour chacun de ces sous-bassins, des points de suivi existants ou à installer dans le cadre du projet (cf. propositions de protocoles de suivi en conclusion générale) sont proposés pour :***

- ***L'application de seuils de gestion pour le remplissage à partir des points appartenant au sous-bassin (observation d'écoulements dans les cours d'eau affluents aux points de contrôle, à l'amont proche et au droit des points de prélèvement et/ou débits sur des stations de la boutonne) ;***
- ***Le suivi éventuel d'indicateur de l'état de la ressource (niveau de piézomètre du conseil général) dans un seul objectif de connaissance, sans que n'y soit pour l'instant appliqué de seuil de gestion.***

### 5.2.1- Analyse par bassins d'alimentation des sites de remplissage

Afin d'évaluer l'impact des remplissages sur les sous-bassins concernés par les différentes retenues, nous avons procédé à un découpage de ces sous-bassins en affectant à chaque retenue la portion du sous-bassin susceptible d'être affectée par son remplissage. On peut alors comparer à l'exutoire de ce sous-bassin le débit de remplissage (dans l'hypothèse pessimiste où ce débit se répercuterait intégralement sur les affluents) aux débits d'écoulement moyens et décennaux secs sur les mois de décembre à février, évalués par simple application des valeurs spécifique calculées sur les chroniques du Moulin de Châtre (on a retenu en première analyse la valeur de 20 l/s/km<sup>2</sup> pour une année médiane et 5 l/s/km<sup>2</sup> pour une année décennale sèche).

Cette analyse est effectuée d'amont en aval, les effets d'un remplissage à l'amont du bassin se propageant vers l'aval jusqu'au confluent avec la Boutonne, en s'atténuant évidemment avec l'augmentation des débits, sauf si de nouvelles retenues viennent ajouter de nouveaux impacts.

#### Légende

**240 l/s (moyen)** : pression de remplissage supérieure à 10 % du débit spécifique moyen (pris comme égal à 20 l/s/km<sup>2</sup> d'après la première analyse des débits en début de rapport)

*Rq : (indicateur pour caractériser l'impact quantitatif sur le potentiel d'écoulement)*

**60 l/s (1/10)** : pression de remplissage supérieure au débit spécifique décennal (pris comme égale à 5 l/s/km<sup>2</sup> d'après la première analyse des débits en début de rapport)

*Rq : (indicateur pour caractériser la garantie décennale de remplissage)*

Sous-bassin	de l'affluent du	cours	d'eau	principal
Bassin	affluent du	cours	d'eau	principal
Sous-bassin	du	cours	d'eau	principal

*Rq : (couleur de remplissage pour hiérarchiser le découpage)*

- **On propose un critère de gestion sur le débit de la Boutonne pour les sous-bassins rattachés à la vallée de la Boutonne (ensemble Boutonne amont, Boutonne médian et Boutonne aval) et un critère de gestion sur le contrôle de l'écoulement des affluents pour les bassins considérés (ensembles supérieurs à 20 km<sup>2</sup> : Batailler-Brédoire, Saudrenne, Padôme, Pouzat, Nie, et Haute-Trézence).**
- On propose des indicateurs de suivi de la ressource en fonction de leur pertinence selon les bassins et des vérifications de l'écoulement des cours d'eau à proximité des prélèvements sur les sous-bassins affluents considérés.

**5.2.1.1- Sous-bassin du Fossé de la Grande Planche (20 km<sup>2</sup> minimum)**

(rattaché à la vallée de la Boutonne moyenne)

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Ecoulements caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
R04-0/1/2/3/5 (270 m <sup>3</sup> /h soit 75 l/s)	15,04 km <sup>2</sup>	Fossé de la Grande Planche	Petite Boutonne	240 l/s (moyen) 60 l/s (1/10)	Pont de Coivert
R02-13/17 (130 m <sup>3</sup> /h soit 37 l/s)	3,989 km <sup>2</sup>	Fossé de la Gibetière	Fossé de la Grande Planche	79 l/s (moyen) 19 l/s (1/10)	Chemin de la ville d'Ai

**R16 (Villeneuve la Comtesse)<sup>49</sup>** : Volume utile de **198 245 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 120 m<sup>3</sup>/h** par les trois forages R04-1, R04-2, R04-3 sur un même compteur en **69 jours** (1 site de remplissage : Les Maingauds à Coivert)

**R04 (Coivert)** : Volume utile de **349 295 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 150 m<sup>3</sup>/h** par les deux forages R04-0 (50 m<sup>3</sup>/h) et R04-5 (100 m<sup>3</sup>/h) sur un même compteur en **98 jours** (1 site de remplissage : Le Bourg à Coivert)

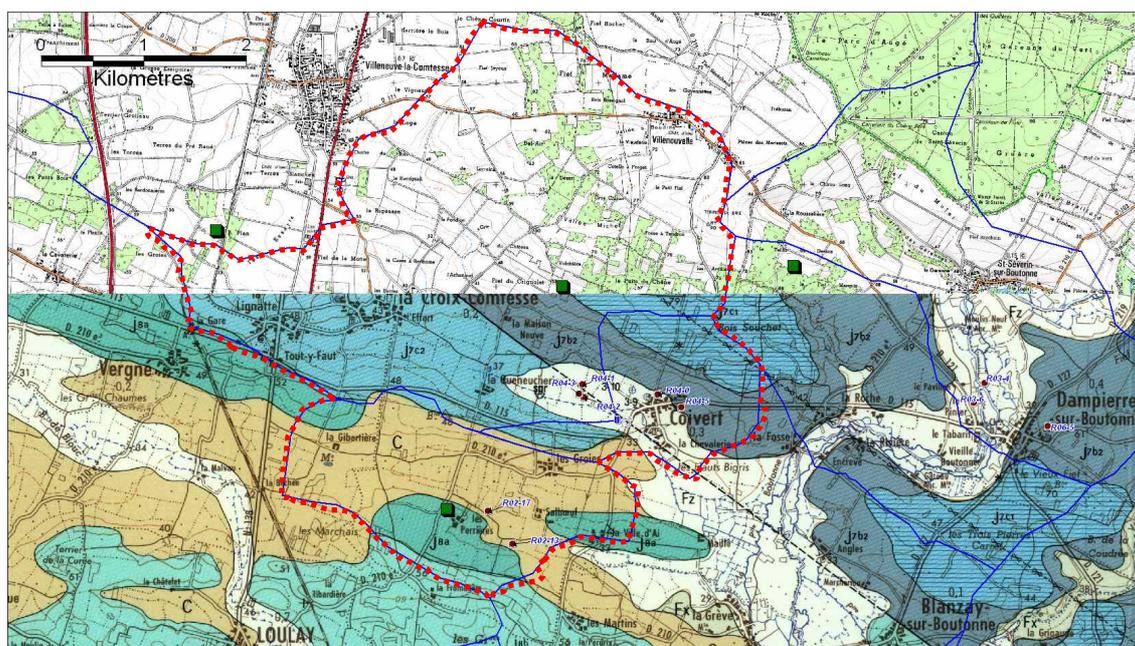
**R02 (Coivert)** : Volume utile de 155 347 m<sup>3</sup> remplie à **Q<sub>max</sub> = 130 m<sup>3</sup>/h** par les deux forages R02-13 (80 m<sup>3</sup>/h) et R02-17 (50 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs en **50 jours** (1 site de remplissage : Les Perrières à Coivert)

<sup>49</sup> Les forages initialement prévus pour le remplissage de la retenue R16 se trouvaient sur le bassin du Mignon ou n'étaient pas assez productifs, tandis que la majorité des forages substitués sont sur le bassin de la Boutonne. C'est pourquoi il a finalement été décidé de remplir cette retenue à partir de forages initialement prévus pour remplir R4 mais qui resteront substitués par cette dernière.

- **Seuils de gestion sur le débit de la Boutonne à Saint-Jean d'Angély ==> remplissage R16, R04 et R02**

#### INDICATEUR DE SUIVI DE L'ETAT DE LA RESSOURCE

- Piézomètre VILLENOU du réseau du conseil régional à 1 km à l'amont des Maingauds
- Stations de la Boutonne au Moulin de Châtre et à Saint-Jean d'Angély



**5.2.1.2- Bassin du Batailler (5 km<sup>2</sup> minimum)**

(rattaché à un ensemble Batailler-Brédoire)

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Ecoulements caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
R07-5 (120 m <sup>3</sup> /h soit 34 l/s)	1,998 km <sup>2</sup>	Fontaine Saint-Martin et Batailler	Jeune Boutonne	39 l/s (moyen) 9 l/s (1/10)	D219E2 Lavoir du Pont
	2,212 km <sup>2</sup>	Vallée sous bois et source de St-Georges de Longuepierre	Ruisseau du Batailler	44 l/s (moyen) 11 l/s (1/10)	D219E2 Lavoir du Pont
R07-5 (120 m <sup>3</sup> /h soit 34 l/s)	+ 0,594 km <sup>2</sup> soit 4,804 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Batailler	Jeune Boutonne	96 l/s 24 l/s (1/10)	D219 St-Georges / Nuillé

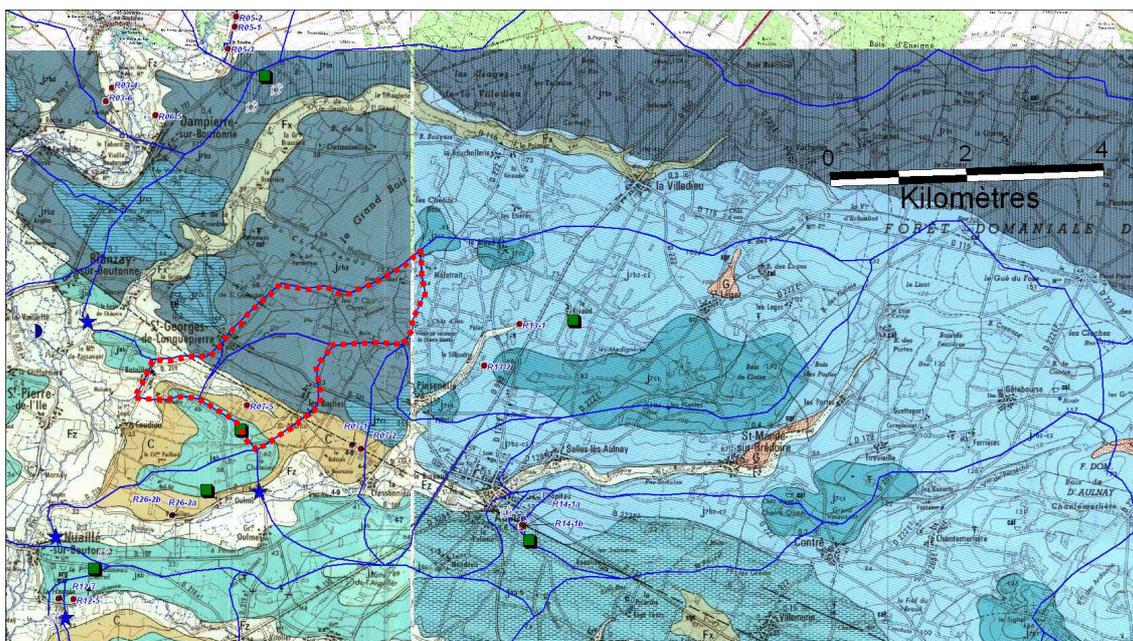
**R07 (Saint-Georges-de-Longuepierre) :** Volume utile de **334 244 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 245 m<sup>3</sup>/h** par d'une part les deux forages R07-1 (50 m<sup>3</sup>/h) et R07-2 (75 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs (1 site de remplissage sur le bassin de la Brédoire : Les Grosses Terres à Aulnay) et d'autre part le forage R07-5 (120 m<sup>3</sup>/h) (1 site de remplissage sur le bassin du Batailler : Pièce de la Chaudrolle à Saint-Georges de Longuepierre), en **57 jours**

- Contrôle de l'écoulement à *Batailler (D219)* ==> remplissage R7-5 (49%)

==> échelle à installer

#### VERIFICATION DE L'ÉCOULEMENT

- Fontaine Saint-Martin (source du Batailler) à 500 mètres à l'amont de R07-5
- Ruisseau du Batailler au Lavoir du Pont (D219E2) à 775 mètres à l'aval de R07-5



### 5.2.1.3- Bassin de la Brédoire (52,5 km<sup>2</sup> minimum)

(rattaché à un ensemble Batailler-Brédoire)

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Écoulement caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
	17,39 km <sup>2</sup>	Brédoire	Boutonne	347 l/s (moyen) 86 l/s (1/10)	Lavoir à l'entrée du d'Aulnay
R14-1 (100 m <sup>3</sup> /h soit 28 l/s)	5,507 km <sup>2</sup>	Puits de Lusignan	Brédoire	110 l/s (moyen) 27 l/s (1/10)	D129 Aulnay / Varaize
R14-1 (100 m <sup>3</sup> /h soit 28 l/s)	+ 2,296 km <sup>2</sup> soit 25,183 km <sup>2</sup>	Brédoire	Boutonne	503 l/s (moyen) 125 l/s (1/10)	D950 Villedieu / Eglises d'Arengenteuil
R13-1/2 (200 m <sup>3</sup> /h soit 56 l/s)	15,64 km <sup>2</sup>	Palud	Brédoire	312 l/s (moyen) 78 l/s (1/10)	D121 St- Georges / Aulnay
R13 et R14 (300 m <sup>3</sup> /h soit 84 l/s)	+ 2,736 km <sup>2</sup> soit 43,559 km <sup>2</sup>	Brédoire	Boutonne	871 l/s (moyen) 217 l/s (1/10)	D222E2 La Cressonnière
+ R07-1/2 (125 m <sup>3</sup> /h soit 35 l/s) soit 119 l/s	+ 3,746 km <sup>2</sup> soit 47,305 km <sup>2</sup>	Brédoire	Boutonne	946 l/s (moyen) 236 l/s (1/10)	D219E2 St-Georges / Grand Oulme
+ R26-1/2 (95 m <sup>3</sup> /h soit 26 l/s) <sup>50</sup> soit 145 l/s	+ 4,546 km <sup>2</sup> soit <b>51,851 km<sup>2</sup></b>	Brédoire	Boutonne	1 037 l/s (moyen) 259 l/s (1/10)	D219 St-Georges / Nuillé-s-B.

**R14 (Aulnay)** : Volume utile de **95 124 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 100 m<sup>3</sup>/h** par les forages R14-1a et R14-1b correspondent au même compteur (1 site de remplissage sur le sous-bassin du Puits de Lusignan : *Le Puits de Lusignan* à Aulnay), en **40 jours**

**R13 (Aulnay)** : Volume utile de **104 986 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 200 m<sup>3</sup>/h** par les forages R13-1 (100 m<sup>3</sup>/h) et R13-2 (100 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs (2 sites de remplissage sur le sous-bassin du ruisseau du Palud : *Plaisance* et *Palud* à Aulnay), en **22 jours**

**R07 (Saint-Georges-de-Longuepierre)** : Volume utile de **334 244 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 245 m<sup>3</sup>/h** par d'une part les deux forages R07-1 (50 m<sup>3</sup>/h) et R07-2 (75 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs (1 site de remplissage sur le bassin de la Brédoire : *Les Grosses Terres*<sup>50</sup> à Aulnay) et d'autre part le forage R07-5 (120 m<sup>3</sup>/h) (1 site de remplissage sur le bassin du Batailler : *Pièce de la Chaudrolle* à St-Georges de Longuepierre), en **57 jours**

**R26 (Nuillé-sur-Boutonne)** : Volume utile de **61 400 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 95 m<sup>3</sup>/h** par deux pompages de surface R26-2a (35 m<sup>3</sup>/h) et R26-2b (60 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs (1 site de remplissage sur le bassin de la Brédoire : *Réveillon* à Nuillé/Boutonne), en **27 jours**

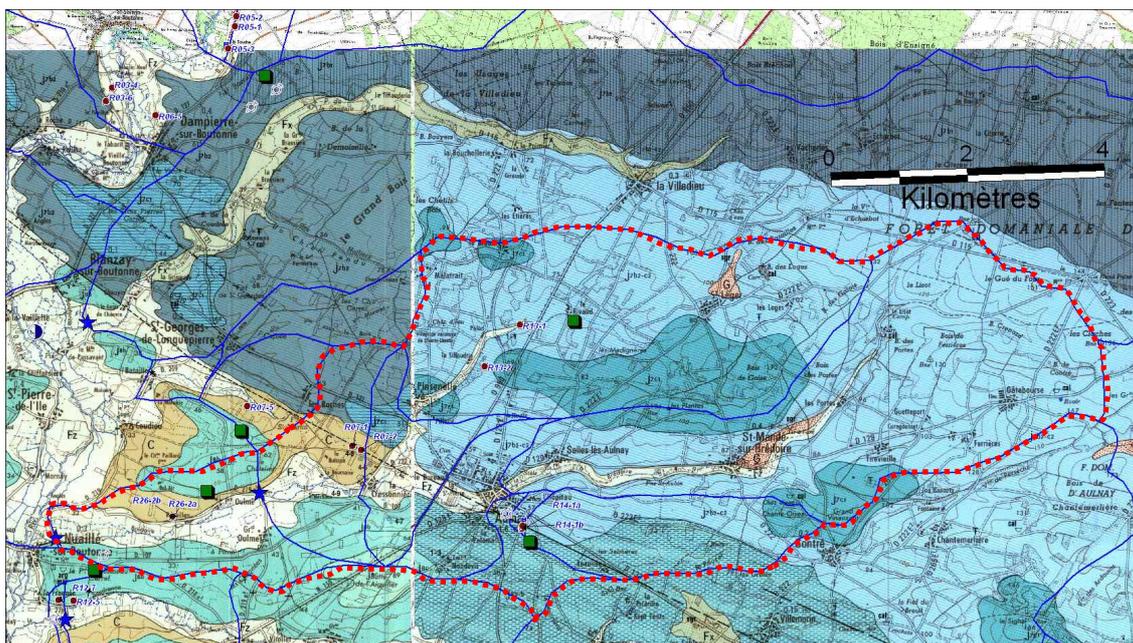
<sup>50</sup> Prélèvement de surface directement en rivière

- Contrôle de l'écoulement du ruisseau de la Brédoire à Nuillé-sur-Boutonne (D219) ==> remplissage R26, R7-1&2 (51%), R13 et R14

==> échelle existante

#### VERIFICATION DE L'ECOULEMENT

- Fontaine (source du fossé du Puits de Lusignan) à 125 mètres du forage R14-1,
- Ruisseau du Palud à Pinsenelle (D121) à 1 300 mètres à l'aval de R13-2,
- Ruisseau de la Brédoire à la Cressonnière (D222E2) à 450 mètres au droit de R7-1,
- Ruisseau de la Brédoire au *Grand Oulme* (D219E2) à 1 500 mètres à l'aval de R7-2.



**5.2.1.4- Bassin de la Saudrenne (40 km<sup>2</sup> minimum)**

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Écoulement caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
	27,74 km <sup>2</sup>	Saudrenne	Boutonne	554 l/s (moyen) 138 l/s (1/10)	D121 Aulnay / Cherbonnières
	+ 7,481 km <sup>2</sup> soit 35,221 km <sup>2</sup>	Saudrenne	Boutonne	704 l/s (moyen) 176 l/s (1/10)	D950 Aulnay / Eglises d'A.
R12-5 (90 m <sup>3</sup> /h soit 25 l/s)	+ 3,902 km <sup>2</sup> soit 39,123 km <sup>2</sup>	Saudrenne	Boutonne	782 l/s (moyen) 195 l/s (1/10)	D219 Nuaillé / Pouzou
+ R12-7 (60 m <sup>3</sup> /h soit 17 l/s) soit 42 l/s	+ 0,2111 soit <b>39,334 km<sup>2</sup></b>	Saudrenne	Boutonne	786 l/s (moyen) 196 l/s (1/10)	Chemin de la Fragnée / riv.

**R12 (Nuaillé-sur-Boutonne) :** Volume utile de **171 326 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 150 m<sup>3</sup>/h** par deux forages : R12-5 (90 m<sup>3</sup>/h) et R12-7 (60 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs (1 site de remplissage sur le bassin de la Saudrenne : *Pièce du Moulin à Vent* à Nuaillé-sur-Boutonne), en **48 jours**

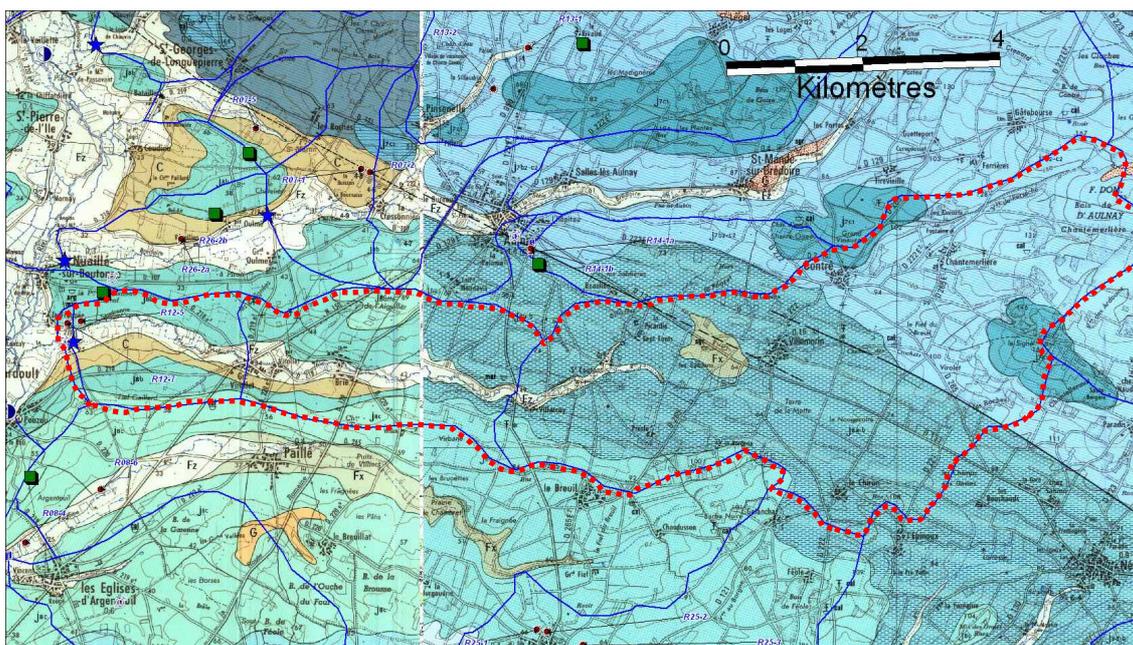
- Contrôle de l'écoulement du ruisseau de la Saudrenne à *La Fragnée* (D 219) ==> remplissage R12-5 (60%)

==> échelle existante

- Seuils de gestion sur le débit de la Boutonne à Saint-Jean d'Angély ==> remplissage R12-7 (40%)

#### VERIFICATION DE L'ÉCOULEMENT

- Ruisseau de la Saudrenne à Grand Virollet (D950) à 2 500 m à l'amont de R12-5



### 5.2.1.5- Bassin du Padôme (42,5 km<sup>2</sup> minimum)

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Écoulement caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
R25-1/2/3 (164 m <sup>3</sup> /h soit 46 l/s)	10,89 km <sup>2</sup>	Fossé de Cherbonnières	Padôme	217 l/s (moyen) 54 l/s (1/10)	Confluence à la Grande Pièce
+ R08-6 (60 m <sup>3</sup> /h soit 17 l/s) soit 63 l/s	+ 22,12 km <sup>2</sup> soit 33,01 km <sup>2</sup>	Padôme	Boutonne	660 l/s (moyen) 165 l/s (1/10)	D219 Pouzou / Les Eglises d'Argenteuil
+ R08-4 (130 m <sup>3</sup> /h soit 37 l/s) soit 99 l/s	+ 0,45 km <sup>2</sup> soit 33,46 km <sup>2</sup>	Padôme	Boutonne	669 l/s (moyen) 167 l/s (1/10)	Pont de l'Ouche du Logis
	8,635 km <sup>2</sup>	Source du Pré Naudin	Padôme	172 l/s (moyen) 43 l/s (1/10)	Confluence avec le Padôme
R08 et R25 (354 m <sup>3</sup> /h soit 99 l/s)	+ 0,2213 km <sup>2</sup> soit 42,3163 km <sup>2</sup>	Padôme	Boutonne	846 l/s (moyen) 211 l/s (1/10)	Chemin de la Gare (Vervant)
R08 et R25 (354 m <sup>3</sup> /h soit 99 l/s)	+ 0,07121 km <sup>2</sup> soit 42,38751 km <sup>2</sup>	Padôme	Boutonne	847 l/s (moyen) 211 l/s (1/10)	D218 Pouzou / Vervant

**R25 (Saint-Pierre de Juillers) :** Volume utile de **144 000 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 164 m<sup>3</sup>/h** par d'une part R25-1 (57 m<sup>3</sup>/h) et R25-2 (57 m<sup>3</sup>/h) correspondant au même compteur (1 site de remplissage sur la bassin du fossé de Cherbonnières : *Les Boisselages* à Cherbonnières) et d'autre part R25-3 (50 m<sup>3</sup>/h) (1 site de remplissage sur le bassin du fossé de Cherbonnières : *Le Vieux Fief* à Cherbonnières), en **37 jours**

**R08 (Les Eglises d'Argenteuil) :** Volume utile de **406 608 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 190 m<sup>3</sup>/h** par d'une part le forage R08-4 (130 m<sup>3</sup>/h) (1 site de remplissage sur le bassin du Padôme : *Les Chétifs Prés* à Vervant) et d'autre part le forage R08-6 (60 m<sup>3</sup>/h) (1 site de remplissage sur le bassin du Padôme : *Les Mottes Charbonnières* aux Eglises d'Argenteuil), en **90 jours**

- Contrôle de l'écoulement du Padôme au chemin de la Gare à Vervant ==> remplissage R8 et R25

==> échelle existante

#### VERIFICATION DE L'ECOULEMENT

- Ruisseau du Padôme au Pont de chez Ganne à Paillé (D220E3) à 5 000 m à l'aval de R25-1 et à 800 m à l'amont de R08-6
- Ruisseau du Padôme au lavoir des Eglises d'Argenteuil (D219) à 1 150 m à l'aval de R08-6 et 300 m à l'amont de R08-4



### 5.2.1.6- Bassin du Pouzat (35 km<sup>2</sup> minimum)

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Écoulements caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
R01-3/4/7 (180 m <sup>3</sup> /h soit 50 l/s)	25,52 km <sup>2</sup>	Pouzat	Canal de Saint-Eutrope	510 l/s (moyen) 127 l/s (1/10)	Les Rousseaux
R22-1/2/4 (110 m <sup>3</sup> /h soit 31 l/s)	3,944 km <sup>2</sup>	Fossé de la Martinière	Pouzat	78 l/s (moyen) 19 l/s (1/10)	Les Rousseaux
R01 et R22 (290 m <sup>3</sup> /h soit 81 l/s)	+ 0,9787 km <sup>2</sup> soit 30,443 km <sup>2</sup>	Pouzat	Canal de Saint-Eutrope	608 l/s (moyen) 152 l/s (1/10)	Madeleine / Arrondeaux
R01 et R22 (290 m <sup>3</sup> /h soit 81 l/s)	+ 4,8 km <sup>2</sup> soit 32,2427 km <sup>2</sup>	Pouzat	Canal de Saint-Eutrope	644 l/s (moyen) 161 l/s (1/10)	D218 St-Jean / Courcelles
R01 et R22 (290 m <sup>3</sup> /h soit 81 l/s)	+ 0,8607 km <sup>2</sup> soit <b>33,1034 km<sup>2</sup></b>	Pouzat	Canal de Saint-Eutrope	662 l/s (moyen) 165 l/s (1/10)	Arrivée sur le Canal de Saint-Eutrope

**R01 (Saint-Denis du Pin) :** Volume utile de **256 487 m<sup>3</sup>** remplie à **Qmax = 180 m<sup>3</sup>/h** par d'une part le forage R01-3 (50 m<sup>3</sup>/h) et d'autre part les deux forages correspondant à un même compteur R01-4 (80 m<sup>3</sup>/h) et R01-7 (50 m<sup>3</sup>/h) (1 site de remplissage sur le bassin du Pouzat : *Mottes de l'Aubrée* à Saint-Denis du Pin), en **60 jours**

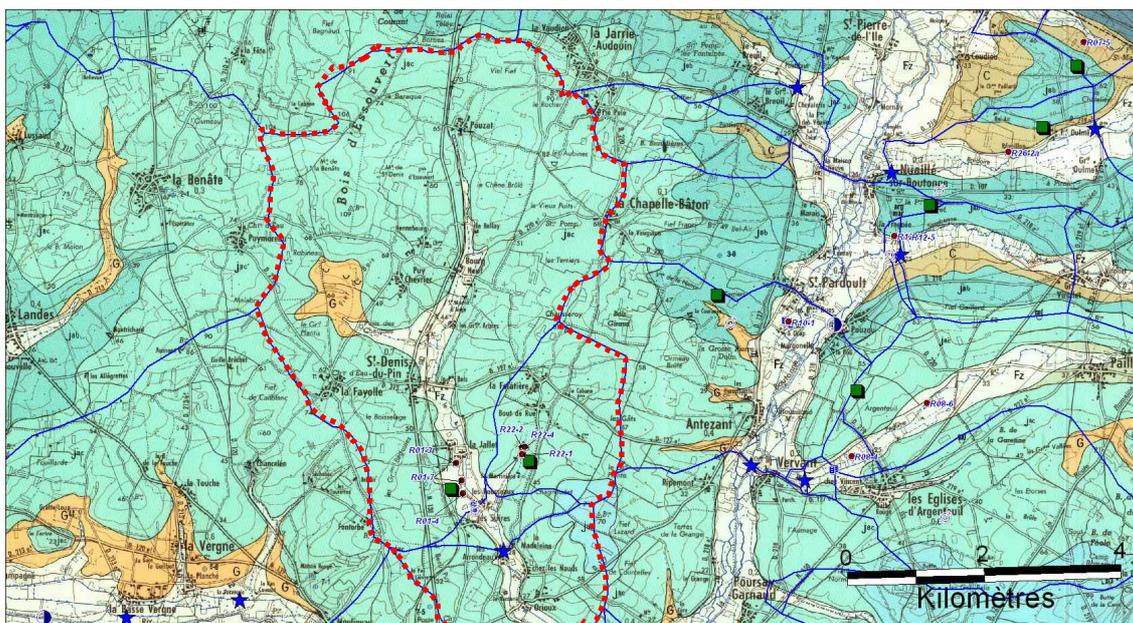
**R22 (Saint-Denis du Pin) :** Volume utile de **119 761 m<sup>3</sup>** remplie à **Qmax = 110 m<sup>3</sup>/h** par d'une part le forage R22-1 (60 m<sup>3</sup>/h) et d'autre part les deux forages correspondant à un même compteur R22-2 (30 m<sup>3</sup>/h) et R22-4 (20 m<sup>3</sup>/h) (1 site de remplissage sur le bassin du fossé de la Martinière : *Fief de la Sauzaie* à Saint-Denis du Pin), en **46 jours**

- **Contrôle de l'écoulement du Pouzat à La Madeleine / Les Arrondeaux (Pont) ==> remplissage R01 et R22**

**==> échelle existante**

#### VERIFICATION DE L'ECOULEMENT

- Ruisseau du Pouzat au lavoir des Nivards, à 300 mètres à l'amont de R01-3
- Ruisseau du Pouzat au passage des Rousseaux, à 400 mètres à l'aval de R01-4
- *Fossé de la Martinière au passage des Rousseaux, à 700 mètres à l'aval de R22-1*



### 5.2.1.7- Bassin de la Nie (90 km<sup>2</sup> minimum)

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Ecoulements caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
R20-2/7 (190 m <sup>3</sup> /h soit 53 l/s)	41,28 km <sup>2</sup>	Nie	Boutonne	825 l/s (moyen) 206 l/s (1/10)	D130 St-Pierre de Juillers
+ R19-1/2/4/5/7 (290 m <sup>3</sup> /h soit 81 l/s) soit 134 l/s	+ 11,92 km <sup>2</sup> soit 53,20 km <sup>2</sup>	Nie	Boutonne	1 064 l/s (moyen) 266 l/s (1/10)	D129 Varaize
+ R18-4 (65 m <sup>3</sup> /h soit 19 l/s) soit 152 l/s	+ 5,448 km <sup>2</sup> 58,648 km <sup>2</sup>	Nie	Boutonne	1 172 l/s (moyen) 293 l/s (1/10)	VF Fontenet-St-Jean d'Y.
R18-1/2/3/5 (233 m <sup>3</sup> /h soit 65 l/s)	17,18 km <sup>2</sup>	Pontreau	Nie	343 l/s (moyen) 85 l/s (1/10)	VF Fontenet-St-Jean d'Y.
R18, R19 et R20 (778 m <sup>3</sup> /h soit 217 l/s)	+ 0,306 km <sup>2</sup> soit 76,134 km <sup>2</sup>	Nie	Boutonne	1 522 l/s (moyen) 380 l/s (1/10)	D221 Fontenet
+ R09-2 (165 m <sup>3</sup> /h soit 46 l/s) soit 262 l/s	+ 10,72 km <sup>2</sup> soit 86,854 km <sup>2</sup>	Nie	Boutonne	1 737 l/s (moyen) 434 l/s (1/10)	D228 St-Julien de l'Escap
R09-2, R18, R19 et R20 (943 m <sup>3</sup> /h soit 262 l/s)	+ 2,437 km <sup>2</sup> soit <b>89,291 km<sup>2</sup></b>	Nie	Boutonne	1 785 l/s (moyen) 446 l/s (1/10)	Ponts chemin Moulin Brun / St-Julien

**R20 (Saint-Martin de Juillers)** : Volume utile de **194 632 m<sup>3</sup>** remplie à **Qmax = 190 m<sup>3</sup>/h** par deux forages R20-2 (100 m<sup>3</sup>/h) et R20-7 (90 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs (1 site de remplissage sur le bassin de la Nie : *Villotte* à Saint-Martin de Juillers), en **43 jours**

**R19 (Saint-Pierre de Juillers)** : Volume utile de **410 973 m<sup>3</sup>** remplie à **Qmax = 290 m<sup>3</sup>/h** par 5 forages correspondant à 5 compteurs sur 5 sites de remplissage sur le bassin de la Nie à Saint-Pierre de Juillers : R19-1 (30 m<sup>3</sup>/h, *Fief du Chemin Neuf*), R19-2 (55 m<sup>3</sup>/h, *Pré de la Cour*), R19-4 (75 m<sup>3</sup>/h, *Courjon*), R19-5 (70 m<sup>3</sup>/h, *Prés de Courjon*) et R19-7 (60 m<sup>3</sup>/h, *Pré de la Cure*), en **60 jours**

**R18 (Varaize)** : Volume utile de **335 235 m<sup>3</sup>** remplie à **Qmax = 298 m<sup>3</sup>/h** par d'une part 4 forages correspondant à 4 compteurs sur 4 sites de remplissage sur le bassin du Pontreau à *La Richardière* à Varaize : R18-1 (60 m<sup>3</sup>/h, *Rue principale*), R18-2 (45 m<sup>3</sup>/h, *La Richardière*), R18-3 (80 m<sup>3</sup>/h, *La Brousse*) et R18-5 (48 m<sup>3</sup>/h, *La Borderie*) et d'autre part 1 forage sur le bassin de la Nie à Varaize : R18-4 (65 m<sup>3</sup>/h, *Prairie de Varaize*), en **47 jours**

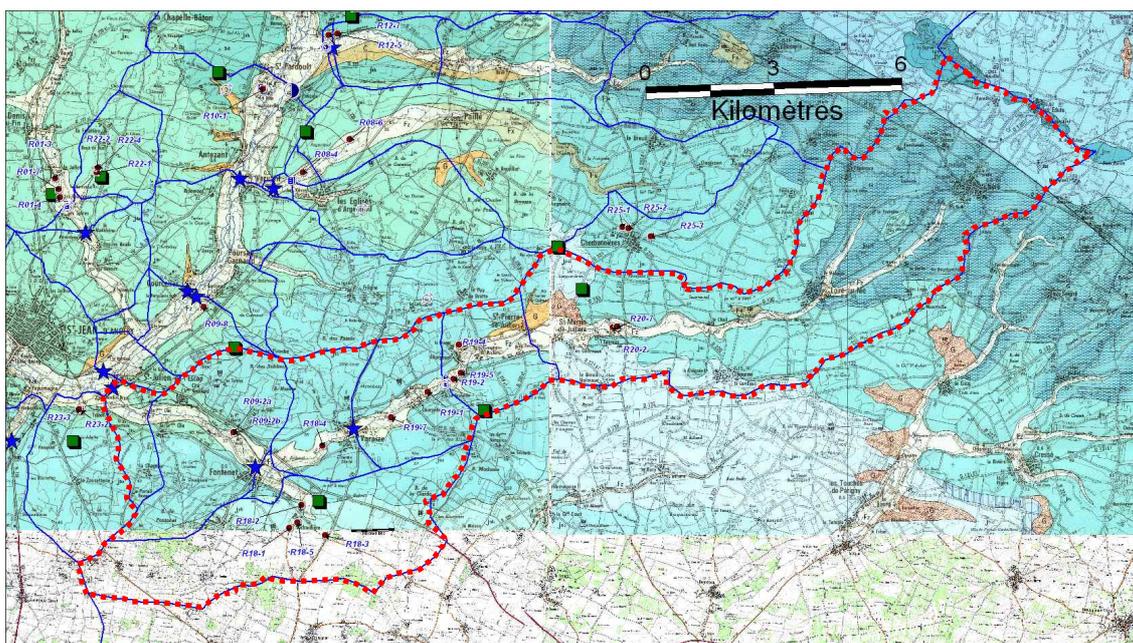
**R09 (Saint-Julien de l'Escap)** : Volume utile de **407 989 m<sup>3</sup>** remplie à **Qmax = 255 m<sup>3</sup>/h** par d'une part 1 forage sur 1 site de remplissage sur la vallée moyenne de la Boutonne à *La Grande Métairie* à Poursay Garnaud : R09-8 (90 m<sup>3</sup>/h) et d'autre part 2 forages correspondant au même compteur sur 1 site de remplissage aux *Grande Ronchères* à Fontenet sur le bassin de la Nie : R09-2a (90 m<sup>3</sup>/h) et R09-2b (75 m<sup>3</sup>/h), en **67 jours**

- **Seuil sur le débit de la Boutonne à St-Jean d'Angély ==> remplissage R09-8 (35%)**
- **Contrôle de l'écoulement de la Nie à Saint-Julien de l'Escap et Moulin Brun ==> remplissage R20, R19, R18 et R09-2a&b (65%)**

**==> échelle existante sur la Nie et à créer sur le canal du moulin Brun**

#### VERIFICATION DE L'ÉCOULEMENT

- Ruisseau de la Nie à Villotte (D121), à 175 mètres à l'amont de R20-7,
- Ruisseau de la Nie à St-Martin de Juillers (D221), à 1 250 mètres à l'aval de R20-5
- Ruisseau de la Nie aux Michauds (D219E4), à 550 mètres à l'amont de R19-4
- Ruisseau de la Nie à Varaize (D129), à 940 mètres à l'aval de R19-7 et 820 m à l'amont de R18-4 ==> **échelle existante**
- Ruisseau de la Nie à la Gare (ancienne voie ferrée) , à 1 265 mètres à l'aval de R18-4
- Ruisseau du Pontreau au Pas de la Chicane, à 1 100 mètres à l'aval de R18-5
- Ruisseau de la Nie à Fontenet, à 975 mètres à l'amont de R09-2 ==> **échelle existante**
- Ruisseau de la Nie à la Petite Clie (D228), à 2 000 mètres à l'aval de R09-2



### 5.2.1.8- Sous-bassin de la Haute-Trézence (75 km<sup>2</sup> minimum)

<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Écoulements caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
R28-3/7/8/9 (60 m <sup>3</sup> /h soit 17 l/s)	50,19 km <sup>2</sup>	Trézence	Canal de Sainte-Julienne	1 003 l/s (moyen) 250 l/s (1/10)	Chemin Grand Malvau / Petit Malvau
	+ 5,247 km <sup>2</sup> soit 55,437 km <sup>2</sup>	Trézence	Canal de Sainte-Julienne	1 108 l/s (moyen) 277 l/s (1/10)	D212E4 St-Martin / Ligueuil
R28-2/5/6/12 (115 m <sup>3</sup> /h soit 32 l/s)	5,323 km <sup>2</sup>	Sureau	Trézence	106 l/s (moyen) 26 l/s (1/10)	D119E1 Pont de Bernay
R28-10/11/14/17 (120 m <sup>3</sup> /h soit 34 l/s)	3,720 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Grand Pré	Sureau	74 l/s (moyen) 18 l/s (1/10)	Buse des champs de la rivière
R28-2/5/6/10-11/12/14/17 (235 m <sup>3</sup> /h soit 66 l/s)	+ 1,638 km <sup>2</sup> soit 10,681 km <sup>2</sup>	Sureau	Trézence	213 l/s (moyen) 53 l/s (1/10)	Chemin Parançaÿ / Ligueuil
R28-4 (42 m <sup>2</sup> /h soit 12 l/s)	4,039 km <sup>2</sup>	Fontaine au Curé	Trézence	80 l/s (moyen) 20 l/s (1/10)	D219 Bernay / Parançaÿ
R28 (337 m <sup>3</sup> /h soit 94 l/s)	+ 3,499 km <sup>2</sup> soit <b>73,656 km<sup>2</sup></b>	Trézence	Canal de Sainte-Julienne	<b>1 473 l/s (moyen)</b> 368 l/s (1/10)	D939 Tournay / Landes

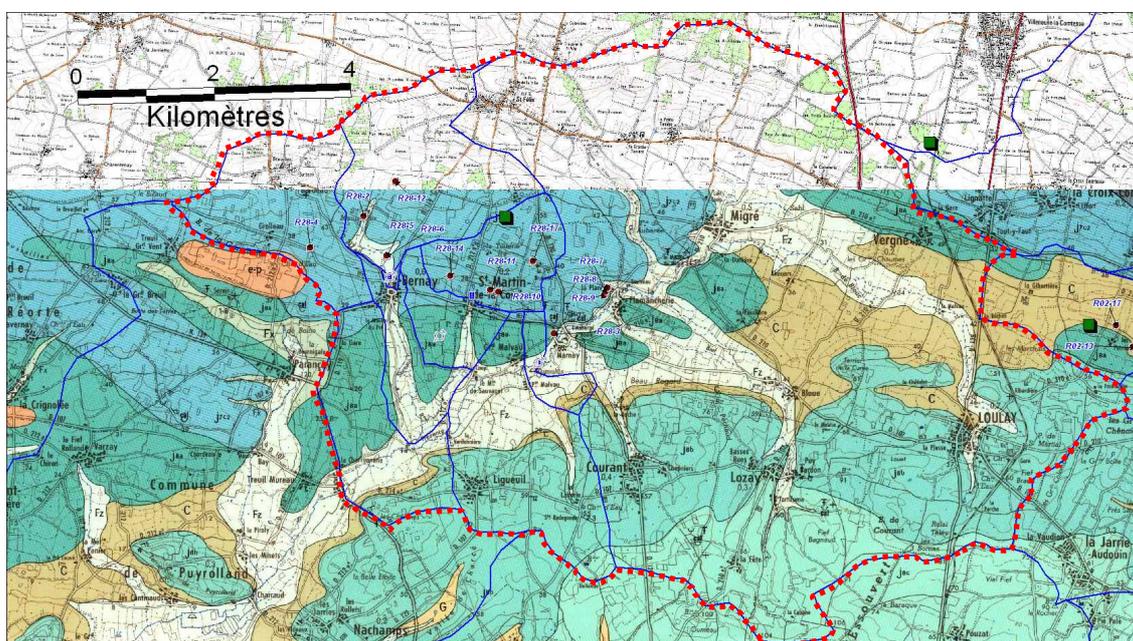
**R28 (Bernay Saint-Martin) :** Volume utile de **475 358 m<sup>3</sup>** remplie à **Qmax = 337 m<sup>3</sup>/h** par les forages de 9 sites de remplissage correspondant à 9 compteurs sur la commune de Bernay Saint-Martin, en **59 jours** :

- 2 sites de remplissage sur le bassin de la Trézence :
  - R28-7/8/9 (30 m<sup>3</sup>/h) à *La Planche*
  - R28-3 (30 m<sup>3</sup>/h) à *Marnay*
- 3 sites de remplissage sur le bassin du ruisseau du Grand Pré :
  - R28-17 (25 m<sup>3</sup>/h) à la *Fontaine Bruneau*
  - R28-10/11 (35 m<sup>3</sup>/h) au *Fief de l'Etang*
  - R28-14 (60 m<sup>3</sup>/h) à *Pisse Vieille*
- 3 sites de remplissage sur le bassin du Sureau :
  - R28-12 (50 m<sup>3</sup>/h) à *Jozon*
  - R28-2 (30 m<sup>3</sup>/h) au *Chagnées de Marsais*
  - R28-5/6 (35 m<sup>3</sup>/h) au *Turgeau*
- 1 site de remplissage sur le bassin de la Fontaine au Curé :
  - R28-4 (42 m<sup>3</sup>/h) à *La Pièce de Vineuil*

- **Contrôle de l'écoulement de la Trézence à Tournay (D939) ==> remplissage R28 ==> échelle existante**

#### VERIFICATION DE L'ECOULEMENT

- Ruisseau de la Trézence au Moulin de Migré, 1 300 mètres à l'amont de R28-7
- Ruisseau de la Trézence à la Flamancherie, 200 mètres au droit de R28-7
- Ruisseau de la Trézence à Marnay, 135 mètres au droit de R28-3
- Ruisseau du Grand Pré aux Champs de la rivière, 1 000 mètres à l'aval de R28-14
- Ruisseau du Sureau à Bernay (D119), 400 mètres à l'aval de R28-5&6
- Fontaine au Curé à Bernay (D119), 1 000 mètres à l'aval de R28-4



### 5.2.1.9- Sous-bassin de l'Aubrée (10 km<sup>2</sup> minimum)

(rattaché à la vallée de la Boutonne aval)

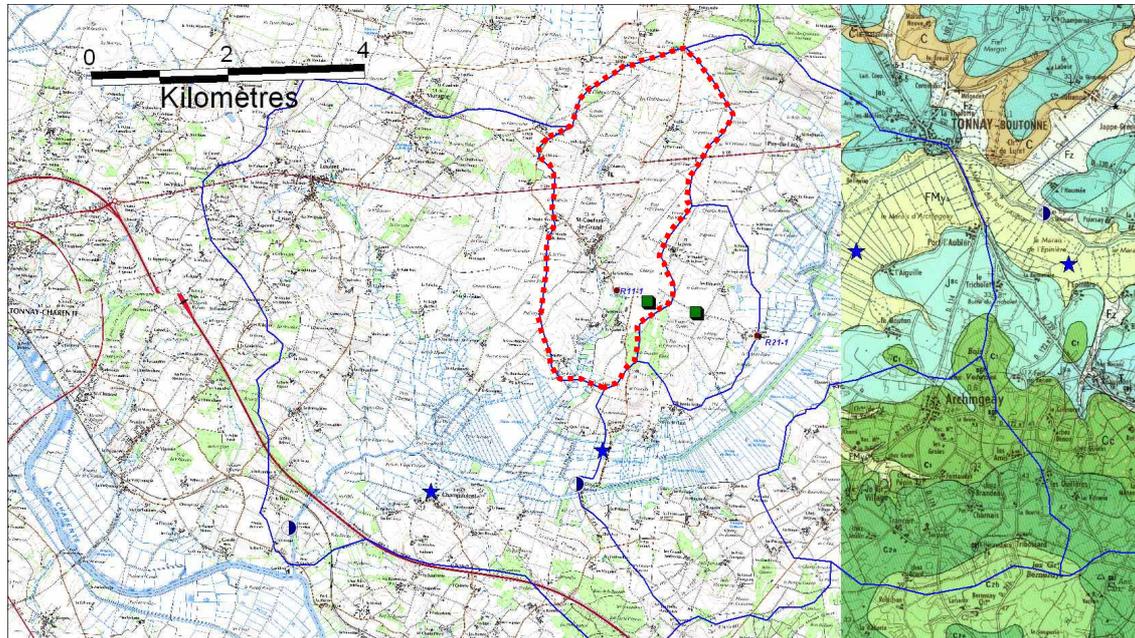
<u>Retenues et débit de remplissage</u>	<u>Superficie du bassin d'alimentation</u>	<u>Cours d'eau affluent temporaire</u>	<u>Cours d'eau principal permanent</u>	<u>Ecoulements caractéristiques en période dec/jan/fev</u>	<u>Point de contrôle aval</u>
R11-1 (100 m <sup>3</sup> /h soit 28 l/s) <sup>51</sup>	8,548 km <sup>2</sup>	Ruisseau de l'Aubrée	Marais d'Archat (Marais de la Boutonne)	170 l/s (moyen) 42 l/s (1/10)	Buse du Pré Boiteux

**R11 (Puy-du-Lac) :** Volume utile de **150 000 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 100 m<sup>3</sup>/h** par le pompage de surface R11-1 dans le ruisseau de l'Aubrée affluent rive droite des marais de la Boutonne (Marais d'Archat) au site de remplissage de *la Vacherie* en **63 jours** :

- **Seuil sur le Barrage de Carillon sur la Boutonne ==> remplissage R11**  
**==> échelle existante**

#### VERIFICATION DE L'ECOULEMENT

- Ruisseau de l'Aubrée à Saint-Coutant le Grand (D215E1), à l'amont du prélèvement de surface par pompe mobile R11-1,
- Ruisseau de l'Aubrée à Saint-Coutant le Grand (Pré Boiteux), à l'aval du prélèvement de surface par pompe mobile R11-1.



<sup>51</sup> Prélèvement en eau de surface

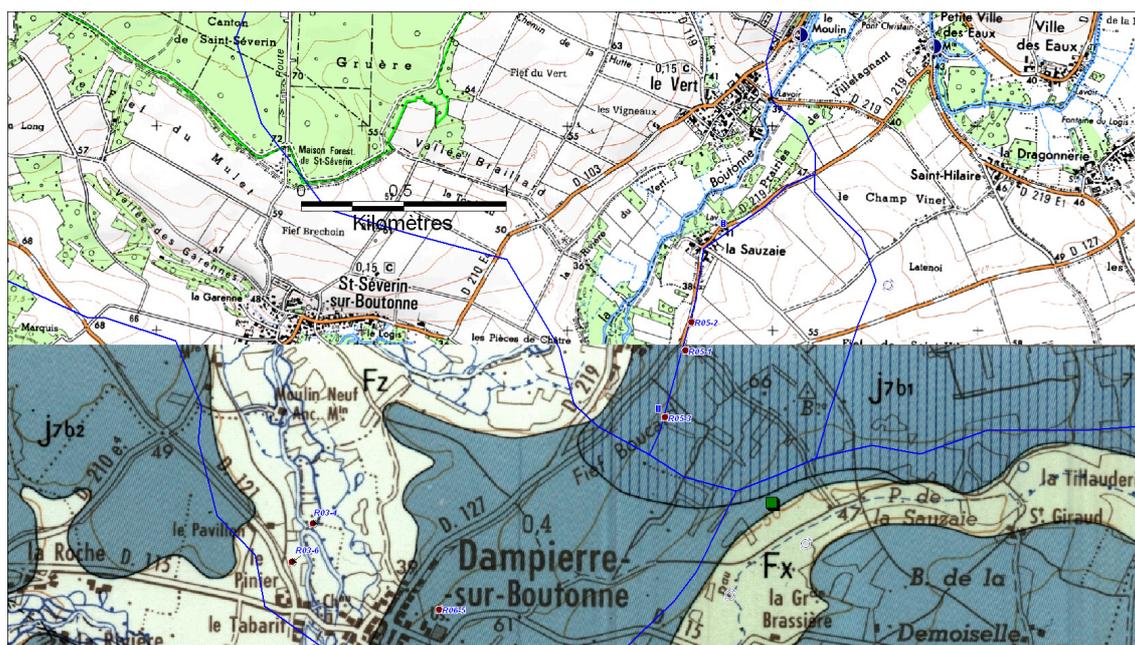
### 5.2.1.10- Vallée de la Boutonne entre Le Vert et Dampierre

**R05 (Dampierre sur Boutonne) :** Volume utile de **479 728 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 346 m<sup>3</sup>/h** par les forages de deux sites de remplissage, en **58 jours** :

- 1 site de remplissage en bordure gauche de la vallée de la Boutonne à *La Sauzaie* (entre les stations du Vert et du Moulin de Châtre) :
  - R05-1 (40 m<sup>3</sup>/h), R05-2 (40 m<sup>3</sup>/h) et R05-3 (126 m<sup>3</sup>/h) ==> 60 %
- 1 site de remplissage en bordure gauche de la vallée de la Boutonne au *Jeu de la Boule* (entre la station du Moulin de Châtre et le pont D115/D121 à Dampierre-sur-Boutonne) :
  - R06-5 (140 m<sup>3</sup>/h) ==> 40 %
- **Seuil sur le débit de la Boutonne au Moulin de Châtre ==> remplissage R05 (60%)**
- **Seuil sur le débit de la Boutonne à St-Jean d'Angély ==> remplissage R05 (40%)**

**R03 (Saint-Séverin-sur-Boutonne) :** Volume utile de 233 681 m<sup>3</sup> remplie à **Q<sub>max</sub> = 200 m<sup>3</sup>/h** par les deux forages de deux sites de remplissage en bordure droite de la vallée de la Boutonne au Pavillon à Coivert (entre la station du Moulin de Châtre et le pont D115/D121 à Dampierre-sur-Boutonne), en **49 jours** :

- R03-4 (120 m<sup>3</sup>/h) au *Pinier*
- R03-6 (80 m<sup>3</sup>/h) au *Quatres Agers*
- **Seuil sur le débit de la Boutonne à St-Jean d'Angély ==> remplissage R03**



### 5.2.1.11- Vallée de la Boutonne moyenne et amont entre Nuillé et Vervant

**R12 (Nuillé-sur-Boutonne) :** Volume utile de **171 326 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 150 m<sup>3</sup>/h** par deux forages : R12-5 (90 m<sup>3</sup>/h) et R12-7 (60 m<sup>3</sup>/h) correspondant à deux compteurs (1 site de remplissage sur le bassin de la Saudrenne : *Pièce du Moulin à Vent* à Nuillé-sur-Boutonne), en **48 jours**

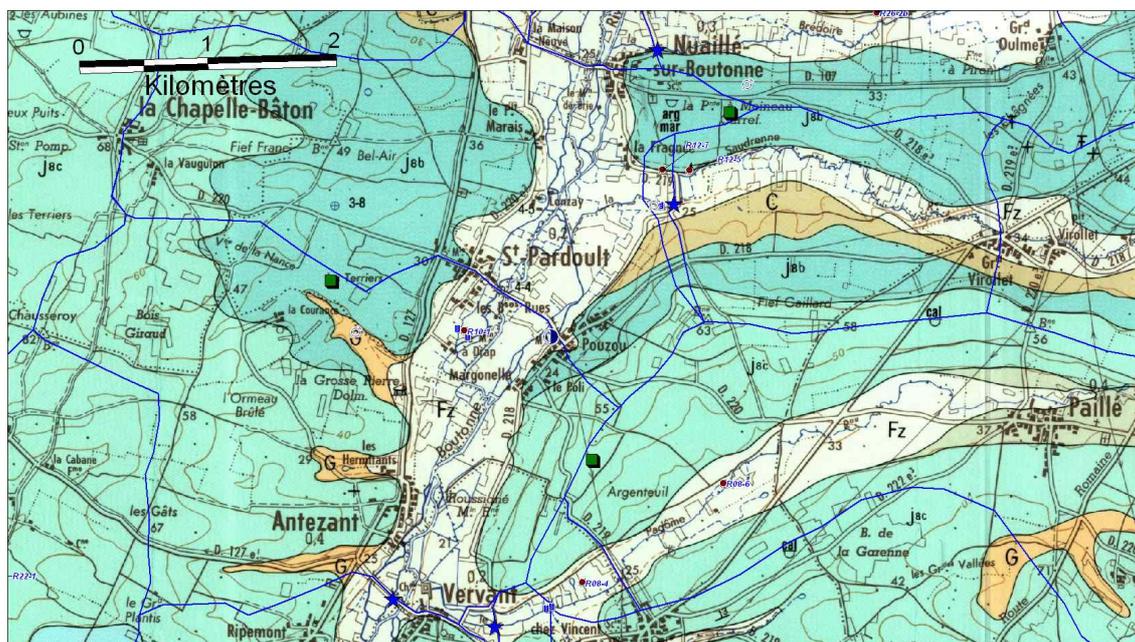
- Contrôle de l'écoulement du ruisseau de la Saudrenne à *La Fragnée* (D 219) ==> remplissage R12-5 (60%)

==> échelle existante

- Seuils sur le débit de la Boutonne à *St-Jean d'Angély* ==> remplissage R12-7 (40%)

**R10 (Saint-Pardoult) :** Volume utile de **177 328 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 130 m<sup>3</sup>/h** par le forage R10-1 de l'unique site de remplissage au *Moulin à Drap*, en **57 jours** :

- Seuil sur le débit de la Boutonne à *St-Jean d'Angély* ==> remplissage R10



### 5.2.1.12- Vallée de la Boutonne moyenne entre Poursay et les écluses de Bernouet

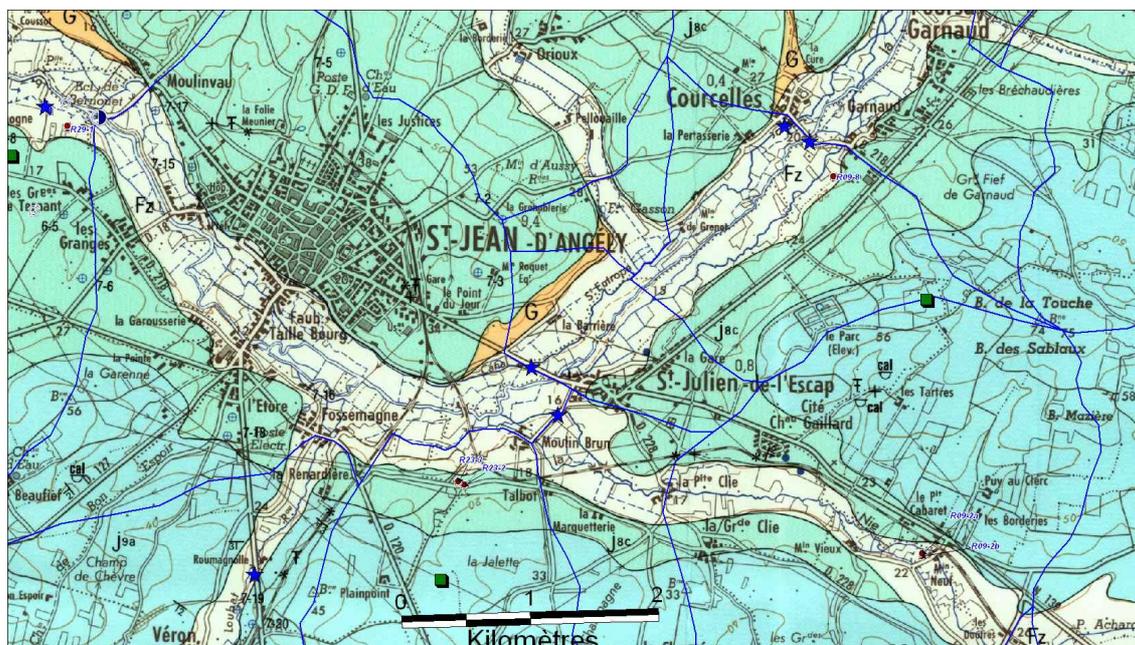
**R09 (Saint-Julien de l'Escap) :** Volume utile de **407 989 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 255 m<sup>3</sup>/h** par d'une part 1 forage sur 1 site de remplissage sur la vallée moyenne de la Boutonne à *La Grande Métairie* à Poursay Garnaud : R09-8 (90 m<sup>3</sup>/h) et d'autre part 2 forages correspondant au même compteur sur 1 site de remplissage aux *Grande Ronchères* à Fontenet sur le bassin de la Nie : R09-2a (90 m<sup>3</sup>/h) et R09-2b (75 m<sup>3</sup>/h), **en 67 jours :**

- **Seuil sur le débit de la Boutonne à St-Jean d'Angély ==> remplissage R09-8 (35%)**
- **Contrôle de l'écoulement de la Nie à Saint-Julien de l'Escap et Moulin Brun ==> remplissage R20, R19, R18 et R09-2a&b (65%)**

**==> échelle existante sur la Nie et à créer sur le canal du moulin Brun**

**R23 (Saint-Julien de l'Escap) :** Volume utile de **176 848 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 210 m<sup>3</sup>/h** par deux forages reliés au même compteur sur 1 site de remplissage en rive gauche du canal de la Nie en bordure gauche de la vallée moyenne de la Boutonne à *La Casse* à *Rivalet* à Saint-Julien de l'Escap : R23-2 (70 m<sup>3</sup>/h) et R23-4 (140 m<sup>3</sup>/h), **en 36 jours :**

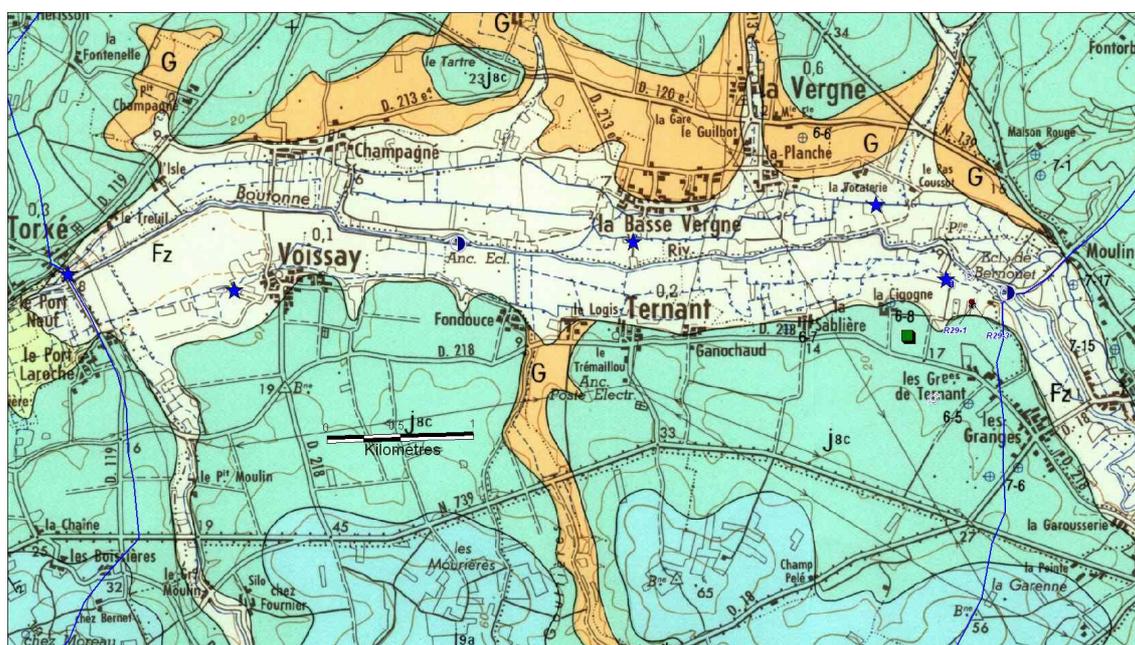
- **Seuil sur le débit de la Boutonne à Bernouet ==> remplissage R23**



### 5.2.1.13- Marais de la Boutonne aval entre les écluses de Bernouet et Voissay

**R29 (Ternant) : Volume utile de 242 550 m<sup>3</sup> remplie à Q<sub>max</sub> = 340 m<sup>3</sup>/h par deux forages correspondant à deux compteurs différents sur un même site de remplissage aux Portes à Ternant : R291- (100 m<sup>3</sup>/h) et R29-3 (240 m<sup>3</sup>/h), en 30 jours :**

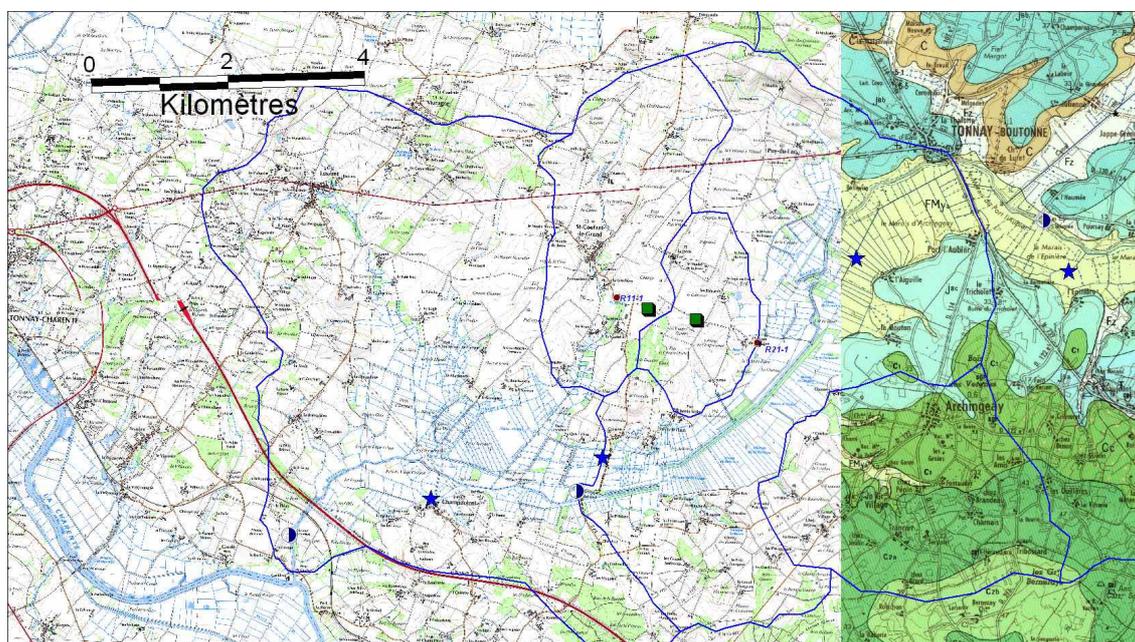
- **Seuil sur le débit de la Boutonne à Carillon ==> remplissage R29**



### 5.2.1.14- Marais de la Boutonne aval entre les écluses de l'Houmée et de Bel Ebat

**R21 (Puy-du-Lac) :** Volume utile de **193 864 m<sup>3</sup>** remplie à **Q<sub>max</sub> = 200 m<sup>3</sup>/h** par le pompage en surface R21-1 (porté à 200 m<sup>3</sup>/h au débit autorisé pour le prélèvements de surface substitués R21-1, R21-2 et R21-3) dans le canal de ceinture des marais de la Boutonne en bordure droite de la vallée de la Boutonne aval au site de remplissage de la Grève à Puy-du-Lac, en **41 jours** :

- **Seuil sur le débit de la Boutonne à Carillon ==> remplissage R21**



## 5.2.2- Analyse des impacts cumulés sur la vallée de la Boutonne de l'amont vers l'aval

### Légende

(Bassins et sous-bassins affluents sur fond blanc)

(Sous-bassins de la Boutonne sur fond bleuté)

#### *5.2.2.1- Vallée de la Boutonne du Pont du Vert à Nuillé-sur-Boutonne*

...(début du tableau à l'amont du bassin de la Boutonne)...

Retenues et débit de remplissage	Superficie du bassin d'alimentation	Cours d'eau affluent temporaire	Cours d'eau principal permanent	Écoulements caractéristiques en période dec/jan/fev	Point de contrôle aval
<i>Retenues du bassin amont en Deux-Sèvres (79)</i>	523 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	10 460 l/s (moyen) 2 615 l/s (1/10)	Station hydro du Pont du Vert
<b>R5-45% (58 l/s)</b>	+ 11,59 km <sup>2</sup> soit 535 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	10 700 l/s (moyen) 2 675 l/s (1/10)	Station hydro du Moulin de Châtre
<b>+ R5-55% (39 l/s) + R3 (56 l/s) soit 152 l/s</b>	+ 7,38 km <sup>2</sup> soit 542,38 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	10 847 l/s (moyen) 2 711 l/s (1/10)	Pont D115 Dampierre-sur-Boutonne
	+ 5,048 km <sup>2</sup> soit 547,428 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	10 948 l/s (moyen) 2 737 l/s (1/10)	Pont chemin de la Fosse à Enchrévé
<b>+ R16 (34 l/s) + R4 (42 l/s) + R2 (37 l/s) soit 112 l/s</b>	19,029 km <sup>2</sup>	Fossé de la Grande Planche	Petite Boutonne (rive droite)	<b>380 l/s (moyen)</b> <b>95 l/s (1/10)</b>	Buses chemin de Coivert à la Ville d'AI
<b>263 l/s</b>	+ 8,353 km <sup>2</sup> soit 574,81 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	11 496 l/s (moyen) 2 874 l/s (1/10)	Pont D210 Blanzay-sur-Boutonne
	48,87 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Vau	Petite Boutonne (rive gauche)	977 l/s (moyen) 244 l/s (1/10)	Pont D219E3 Blanzay / St-Georges
<b>+ R7-49% (34 l/s)</b>	4,804 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Batailler	Jeune Boutonne (rive gauche)	<b>96 l/s (moyen)</b> <b>24 l/s (1/10)</b>	Pont D219 St-Georges / Coudiou
<b>+R14 (28 l/s) +R13 (56 l/s) +R7-51% (35 l/s) +R26 (27 l/s) soit 145 l/s</b>	51,851 km <sup>2</sup>	Rivière de la Brédoire	Rivière de la Boutonne (rive gauche)	<b>1 037 l/s (moyen)</b> 259 l/s (1/10)	Pont D219 St-Georges / Nuillé
	9,308 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Roi	Rivière de la Boutonne (rive droite)	186 l/s (moyen) 46 l/s (1/10)	Pont D220E2 St-Pierre / St-Pardoult
<b>441 l/s</b>	+ 9,985 km <sup>2</sup> soit 699,428 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	13 988 l/s (moyen) <b>3 497 l/s (1/10)</b>	Pont D107 Nuillé-sur-Boutonne

...(suite dans le tableau page suivante)...

### 5.2.2.2- Vallée de la Boutonne de Nuillé-sur-Boutonne aux écluses de Bernouet

...(suite du tableau de la page précédente)...

	2,686 km <sup>2</sup>	Ruisseau de Pontieux	Rivière de la Boutonne (rive droite)	53 l/s (moyen) 13 l/s (1/10)	Pont D127 La Vaillette / Antezant
<b>+R12 (42 l/s)</b>	39,344 km <sup>2</sup>	Ruisseau de la Saudrenne	Rivière de la Boutonne (rive gauche)	786 l/s (moyen) <b>196 l/s (1/10)</b>	Au bout du chemin de la Fragnée
<b><u>483 l/s</u></b>	+ 7,887 km <sup>2</sup> soit 748,345 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	14 986 l/s (moyen) <b>3 746 l/s (1/10)</b>	Pont D220 St-Pardoult / Pouzou
<b>+R25 (46 l/s) +R8 (53 l/s) soit 99 l/s</b>	42,38751 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Padôme	Rivière de la Boutonne (rive gauche)	<b>847 l/s (moyen) 211 l/s (1/10)</b>	D218 Pouzou / Vervant
<b>+R10 (37 l/s) soit <u>617 l/s</u></b>	+ 9,381 km <sup>2</sup> soit 800,114 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	16 002 l/s (moyen) <b>4 000 l/s (1/10)</b>	Pont D127E1 Vervant / La Folatière
	11,5027 km <sup>2</sup>	Ruisseau de Fragne	Rivière de la Boutonne (rive gauche)	230 l/s (moyen) 57 l/s (1/10)	Buse chemin de Poursay à Vervant
<b><u>617 l/s</u></b>	+ 9,616 km <sup>2</sup> soit 821,2327 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	16 424 l/s (moyen) <b>4 106 l/s (1/10)</b>	Pont D218E1 Courcelles à Garnaud
<b>+R01 (50 l/s) +R22 (31 l/s) soit 81 l/s</b>	31,303 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Pouzat	Canal de Saint-Eutrope (rive droite)	<b>626 l/s (moyen) 156 l/s (1/10)</b>	D228 St-Jean / Courcelles
<b>+R9-35% (25 l/s) soit <u>723 l/s</u></b>	+ 3,496 km <sup>2</sup> soit 856,0317 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	17 120 l/s (moyen) <b>4 280 l/s (1/10)</b>	Pont D939 St-Jean-d'Angély / Matha
<b>+R20 (53 l/s) +R19 (81 l/s) +R18 (83 l/s) +R9-65% (46 l/s) soit 262 l/s</b>	89,291 km <sup>2</sup>	Rivière de la Nie	Rivière de la Boutonne (rive droite)	<b>1 785 l/s (moyen) 446 l/s (1/10)</b>	Ponts chemin Moulin Brun / St-Julien
<b>+R23 (59 l/s)</b>	7,246 km <sup>2</sup>	Canal de la Nie (apports latéraux en rive droite)	Rivière de la Boutonne (rive droite)	<b>144 l/s (moyen) 36 l/s (1/10)</b>	(du Moulin Brun à la voie ferrée)
	26,25 km <sup>2</sup>	Ruisseau du Loubat	Rivière de la Boutonne	525 l/s (moyen) 131,25 l/s (1/10)	Pont D120 Fossemagne / La Touzetterie
<b><u>1 043 l/s</u></b>	+ 10,87 km <sup>2</sup> soit 889,6887 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	17 793 l/s (moyen) <b>4 448 l/s (1/10)</b>	Station hydro des écluses de Bernouet

...(suite dans le tableau page suivante)...

**5.2.2.3- Marais de la Boutonne des écluses de Bernouet au barrage de Carillon**

...(suite du tableau de la page précédente)...

<b>+R29 (95 l/s) soit 1 137 l/s</b>	+ 52,67 km <sup>2</sup> soit 942,3587 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	18 847 l/s (moyen) <b>4 711 l/s (1/10)</b>	Pont D119 Torxé / Port Laroche
<b>+R28 (94 l/s)</b>	73,656 km <sup>2</sup>	Rivière de la Trézence	Canal de Sainte- Julienne (Trézence affluent rive droite de la Boutonne)	1 305 l/s (moyen) <b>326 l/s (1/10)</b>	D939 Tournay / Landes
	39,91 km <sup>2</sup>	Ruisseau de la Soie	Canal de Sainte- Julienne (Trézence affluent rive droite de la Boutonne)	798 l/s (moyen) 199 l/s (1/10)	Confluence avec le canal Trézence / Marais de Landière
<b><u>1 231 l/s</u></b>	+ 102,8 km <sup>2</sup> soit 1 158 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	23 160 l/s (moyen) <b>5 790 l/s (1/10)</b>	Pont D114 Tonnay-sur- Boutonne
	10,77 km <sup>2</sup>	Ruisseau de Pépin et marais de la Frélière	Rivière de la Boutonne (Marais de la Boutonne)	269 l/s (moyen) 53 l/s (1/10)	Canal latéral gauche des marais de la Boutonne
<b>+R21 (56 l/s)</b>	3,535 km <sup>2</sup>	Marais de la Grève et de Serres Nord	Rivière de la Boutonne	<b>70 l/s (moyen)</b> <b>17 l/s (1/10)</b>	Canal de ceinture des marais de la Boutonne
<b><u>1 286 l/s</u></b>	+ 23,98 km <sup>2</sup> soit 1 196,285 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	23 925 l/s (moyen) <b>5 981 l/s (1/10)</b>	Pont D215 Saint-Coutant- le-Grand / Bords
<b>+R11 (28 l/s)</b>	8,548 km <sup>2</sup>	Ruisseau de l'Aubrée	Marais d'Archat (Marais de la Boutonne)	213 l/s (moyen) 42 l/s (1/10)	Buse du Pré Boiteux
<b><u>1 314 l/s</u></b>	+ 32,84 km <sup>2</sup> soit 1 229 km <sup>2</sup>	Rivière de la Boutonne	Fleuve de la Charente	24 582 l/s (moyen) <b>6 145 l/s (1/10)</b>	Station hydro de Carillon (Pont D124 Tonnay- Charente / Bord)

...(fin du tableau à l'aval du bassin de la Boutonne à la confluence avec la Charente)...

## 6- DEFINITION DES INDICATEURS DE GESTION

### 6.1- Hypothèse de fonctionnement du système étudié

Le bassin versant de la Boutonne moyenne et aval concerné par le projet de retenues de substitution se situe entre la station du Vert, remplacée depuis une dizaine d'année par la station du Moulin de Châtre (MDC), qui contrôle une superficie de 535 km<sup>2</sup>, et la station de Carillon (CAR), qui contrôle une superficie de 1 320 km<sup>2</sup>. La station de Saint-Jean d'Angély (SJA) contrôle une superficie de l'ordre de 989 km<sup>2</sup>.

Parmi celles-ci, seule la station du Moulin de Châtre présente une série de données suffisamment longue pour avoir une signification statistique hydrologique. En ce qui concerne les bassins des affluents de la Boutonne dans ce domaine, seule la Trézence a eu une station au Moulin de Puyrolland (PUY) qui présente des séries conjointes avec la Boutonne amont (MDC).

Les différentes tentatives de corrélations effectuées sur les quelques données communes à ces stations ne permettent que de proposer une simple correction de bassin (rapport des surfaces de bassin versant topographique), pour reconstituer des séries de données entre ces stations :

- Coefficient multiplicateur de 1,9 entre MDC et SJA ;
- Coefficient multiplicateur de 2,5 entre MDC et CAR.

Par ailleurs, une modélisation hydrologique simple a montré que les débits de ruissellement mesurés en ces points sont du même ordre de grandeur que les écoulements totaux attendus (ruissellement et sous-écoulements des cours d'eau assuré par les nappes superficielles).

La nappe superficielle concernée par les prélèvements substitués utilisés pour partie pour le remplissage est la nappe qui siège dans les terrains du Jurassique supérieur (ou Malm) affleurants sur l'ensemble du domaine.

Cette nappe siège dans la frange d'altération de ces terrains calcaires sur quelques mètres à quelques dizaines de mètres, au-dessus du « banc bleu ». La piézométrie de la nappe à la crue épouse globalement la topographie du terrain, mais ses variations saisonnières sont très importantes. Ainsi, les versants de part et d'autre de la Boutonne donnent naissance à de petits affluents temporaires qui jouent le rôle de drains et en dehors des courtes périodes de très hautes eaux à la faveur des précipitations hivernales et printanières, le réservoir aquifère est asséché entre les interfluves. Au cours de la vidange de la nappe, le débit des affluents diminue et ceux-ci s'assèchent naturellement au cours du printemps, d'autant plus sous l'influence des pompes d'irrigation. Les transferts d'eau dans cette nappe qui constitue une réserve peu épaisse en milieu fissuré sont très rapides, de l'ordre de 3 à 6 semaines maximum, ce qui indique que seules les dernières recharges printanières influencent les débits d'étiage.

Le schéma général de compréhension du fonctionnement de la nappe est celui :

- d'une nappe temporaire en hautes eaux avec un fort battement sur les coteaux,
- d'une nappe permanente en relation hydraulique avec les cours d'eau dans les vallées.

Tous les forages sont ainsi situés à proximité immédiate, quelques centaines de mètres maximum d'un cours d'eau permanent ou temporaire correspondant un axe de drainage à forte transmissivité de la nappe.

La période de hautes eaux au cœur de l'hiver et celles de moyennes eaux en octobre et au printemps varient fortement d'une année sur l'autre et sont en fait une succession de périodes plus courtes de recharge directe par les précipitations et de vidanges relativement rapides. Les niveaux ne sont soutenus que par le rapprochement des périodes de recharge.

Ainsi, d'après le modèle conceptuel et le fonctionnement des relations nappe – cours d'eau proposé dans l'étude d'incidence globale (BURGEAP, 2006), les prélèvements en nappe en période excédentaire pendant la période de remplissage potentielle (définition de volumes prélevables pour le remplissage des projets de substitution entre le 1<sup>er</sup> octobre et le 31 mars) seront assimilés à des prélèvements de surface.

On distinguera dans l'étude du remplissage hivernal :

- les sites de remplissage localisés dans la vallée de la Boutonne,
- ceux situés à proximité des affluents principaux.

L'analyse considèrera que les prélèvements se font sur le potentiel d'écoulement correspondant aux apports intermédiaires calculés par extrapolation du débit mesuré au Moulin de Châtre aux différents bassins présentés sur la carte et dans les pages suivantes.

Légende :

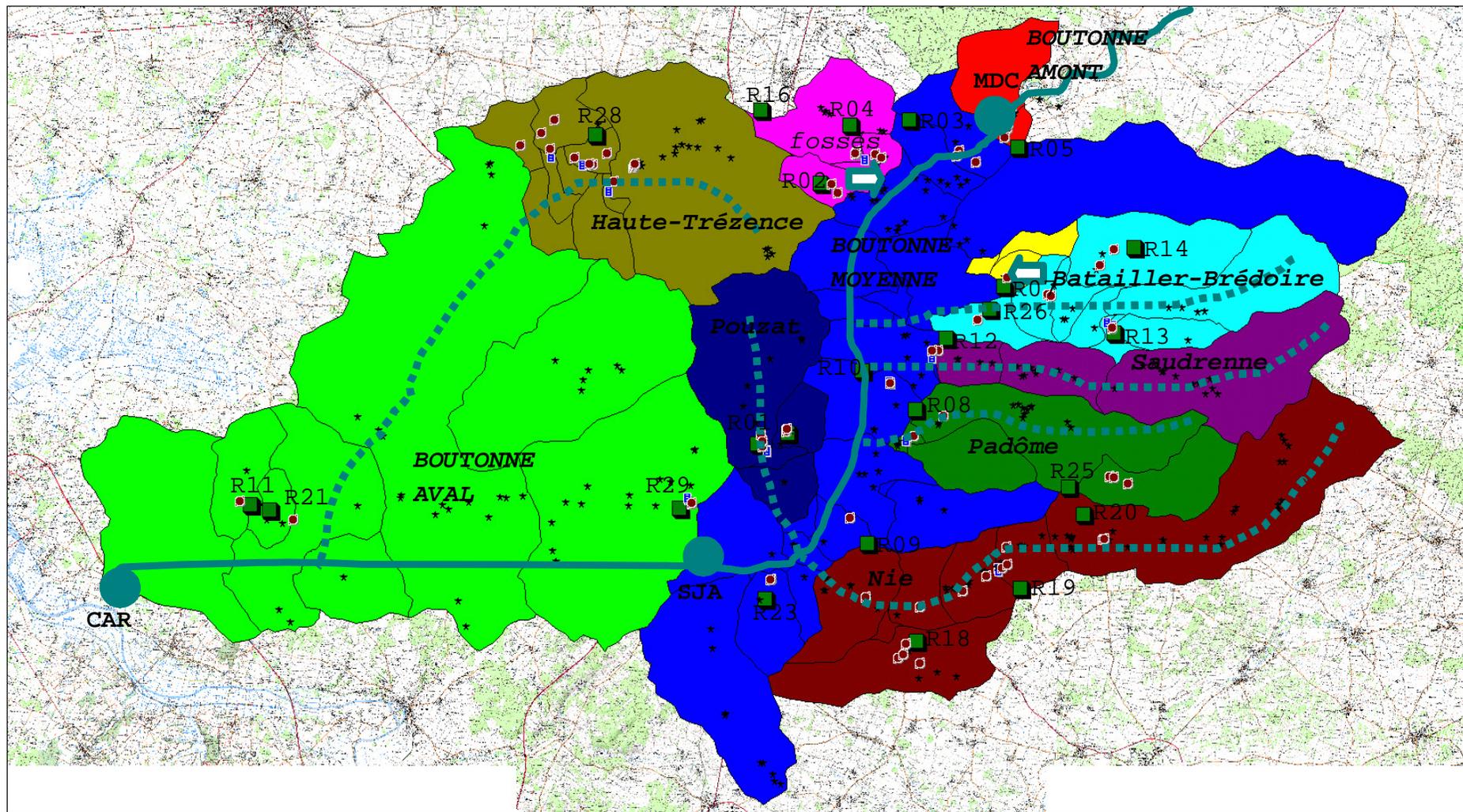
**carrés verts** : retenues                    **ronds rouges** : forages de remplissage identifiés (CACG)

**échelles bleues** : échelles CACG

**étoiles noires** : forages déclarés par les agriculteurs (DDT)

**lignes noires** : découpage fin des sous-bassins utilisé dans le chapitre précédent pour analyser la densité de pression sur le chevelu des affluents, choisir les forages de remplissage et proposer des points de vérification des écoulements<sup>52</sup> dans les cours d'eaux affluents et sous-affluents principaux à proximité (au droit, à l'amont ou à l'aval) de chaque forage de remplissage (condition supplémentaire par rapport aux stations de contrôle des écoulements)

<sup>52</sup> Certains des points des points de contrôle sont équipés d'échelles du SAGE installées en 2009-2010, d'autres d'échelles de l'ASA installées par la CACG dans le cadre du suivi des essais de pompage au printemps 2009, d'autres sont à équiper de stations d'observation des écoulements ou autre telles que définies dans les protocoles de suivi présentés en conclusion.



Schématisation des sous-bassins d'analyse

Les sous-bassins dont les sites de remplissage concernent directement la vallée de la Boutonne sont les suivants, de l'amont vers l'aval :

- *BV0 amont : Retenues du département des deux Sèvres ==> volume à prélever en rivière ou en nappe d'accompagnement d'environ 1,934 Mm<sup>3</sup> à un débit de remplissage continu de l'ordre de 0,350 m<sup>3</sup>/s sur 64 jours (pour mémoire) à adapter par le maître d'ouvrage (CAEDS) au voisinage du débit seuil de remplissage de 2,2 m<sup>3</sup>/s à Châtre ;*

Sous-bassins de la vallée de la Boutonne moyenne et aval et de ses affluents non impactés

- **BV1 intermédiaire** : R5(60% du débit maximum de remplissage), soit un volume utile de 287 837 m<sup>3</sup>, entre l'ancienne station du Vert et celle du Moulin de Châtre ;
- **BV7 intermédiaire** : R05(40%), R03, R16, R04, R02, R10, R09(35%) et R23, soit un volume utile de 1 448 583 m<sup>3</sup>, entre la station du Moulin de Châtre et celle de Saint-Jean d'Angély ;
- **BV9 intermédiaire** : R29, R21, R11 soit un volume utile de 586 414 m<sup>3</sup> entre la station de Saint-Jean d'Angély et celle de Carillon.

Les bassins affluents concernés par le ou les sites de remplissage hivernal prévu de chacune des retenues, qui comportent chacun un ou plusieurs pompages en nappe ou en eaux de surface, sont, de l'amont vers l'aval :

Bassins affluents de la Boutonne moyenne entre Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély

- les bassins affluent du **fossé de la Grande Planché** (20 km<sup>2</sup>) (Fossés des Maingauds et fossé de la Gibertière sur la commune de Coivert), pour le remplissage des retenues R16, R04 et R02, qui est un réseau de fossés de drainage agricole perché au-dessus et sans relations hydrauliques directe avec la nappe, que nous avons rattaché au bassin intermédiaire de la vallée de la Boutonne<sup>53</sup>, soit un volume utile de 702 887 m<sup>3</sup> ;
- BV2 : le bassin affluent des ruisseaux du **ruisseau du Batailler** et du **ruisseau de la Brédoire** (57 km<sup>2</sup>), les deux ruisseaux étant en relation hydrogéologique par l'intermédiaire des sources de Saint-Georges de Longuepierre, pour le remplissage des retenues R13, R14, R26 et R07, soit un volume utile de 595 754 m<sup>3</sup> ;
- BV3 : le bassin affluent du **ruisseau de la Saudrenne** (40 km<sup>2</sup>), pour le remplissage de la retenue R12, soit un volume utile de 171 326 m<sup>3</sup> ;
- BV4 : le bassin affluent du **ruisseau du Padôme** (43 km<sup>2</sup>), pour le remplissage des retenues R25 et R08, soit un volume utile de 550 608 m<sup>3</sup> ;
- BV5 : le bassin affluent du **ruisseau du Pouzat** (32 km<sup>2</sup>), pour le remplissage des retenues R01 et R22, soit un volume utile de 376 248 m<sup>3</sup> ;
- BV6 : le bassin affluent du **ruisseau de la Nie** (90 km<sup>2</sup>), pour le remplissage des retenues R20, R19, R18 et R09(65%), soit un volume utile de 1 382 881 m<sup>3</sup> ;

<sup>53</sup> La zone humide potentielle de la vallée de la Boutonne en rive droite reçoit ici des apports de la pluviométrie directe, de la nappe, des fossés et de la rivière qui constitue alors la première limite d'alimentation de la nappe et ces derniers peuvent alors être considérés comme prépondérants dans le fonctionnement hydrologique de la zone humide.

Bassin affluent de la Boutonne aval entre Saint-Jean d'Angély et Carillon

- BV7 : le bassin affluent du **ruisseau de la Trézence** (Haute-Trézence : 74 km<sup>2</sup>), pour le remplissage de la retenue R28, soit un volume utile de 475 358 m<sup>3</sup>.

Les volumes utiles<sup>54</sup> à l'amont des stations hydrologiques principales sont donc les suivants (le signe plus indique l'effet cumulatif) :

- *BV0 global : Boutonne amont, à l'amont du Pont du Vert*
  - ⇒ 1,95 Mm<sup>3</sup> pour 523 km<sup>2</sup> pour le projet CAEDS(79) ;
- BV1 global : Boutonne amont, entre le Pont du Vert et Moulin de Châtre
  - ⇒ + 287 837 Mm<sup>3</sup> pour 12 km<sup>2</sup> de bassin intermédiaire, soit 0,288 Mm<sup>3</sup> pour le projet ASA(17) à l'amont du Moulin de Châtre, pour un bassin total de 535 km<sup>2</sup> à l'amont de la station du Moulin de Châtre ;
- BV2 global : Boutonne médian, entre Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély
  - ⇒ + 4 525 400 m<sup>3</sup> pour 414 km<sup>2</sup> de bassin intermédiaire, soit 4,813 Mm<sup>3</sup> pour le projet ASA(17) à l'amont de Saint-Jean d'Angély, pour un bassin total de 949 km<sup>2</sup> à l'amont des écluses de Saint-Jean d'Angély ;
- BV3 global : Boutonne aval, entre Saint-Jean d'Angély et Pont de Carillon
  - ⇒ + 1 061 772 m<sup>3</sup> pour 371 km<sup>2</sup> de bassin intermédiaire, soit 5,875 Mm<sup>3</sup> pour le projet ASA(17) à l'amont de Carillon, pour un bassin versant total de 1 320 km<sup>2</sup> à l'amont du barrage de Carillon.

Le volume global de retenues de substitution sur le bassin de la Boutonne (en Deux-Sèvres et Charent-Maritime) dont le remplissage se ferait à partir de pompages en relation rapide avec la rivière (cours d'eau et nappe d'accompagnement) serait ainsi de l'ordre de 7,809 Mm<sup>3</sup>.

<sup>54</sup> Le volume utile ici considéré est le volume maximum utilisable c'est à dire le volume total moins le volume de lestage. Il correspond ainsi au volume de rééquilibrage V2 + le volume restant jusqu'à la cote maximale de retenue V3.

**Sur la base d'une durée homogène de remplissage théorique de 64 jours**, celle préconisée dans le projet des Deux Sèvres à l'amont, **les débits fictifs continus prélevés sur le bassin** par les deux projets seraient les suivants :

- 350 l/s à l'amont du Vert,
- 52 l/s entre le Vert et le Moulin de Châtre,
- 818 l/s entre le Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély, dont :
  - 127 l/s dans le bassin amont du fossé de la Grande Planche,
  - 108 l/s dans le bassin de la Brédoire et du Bataillé,
  - 31 l/s dans le bassin de la Saudrenne,
  - 100 l/s dans le bassin du Padôme,
  - 68 l/s dans le bassin du Pouzat,
  - 250 l/s dans le bassin de la Nie,
  - 135 l/s dans la vallée de la Boutonne ;
- 192 l/s entre Saint-Jean d'Angély et Carillon, dont :
  - 44 l/s à Ternant entre les écluses de Bernouet et les écluses de Voissay (R29),
  - 86 l/s à Bernay St-Martin dans le sous-bassin de la Haute-Trézence (R28),
  - 35 l/s à Puy-du-Lac entre les écluses de l'Houmée et de Bel Ebat (R21),
  - 27 l/s à St-Coutant-le-Grand entre les écluses de Bel Ebat et de Carillon (R11).

**Le débit total de prélèvement du projet de l'ASA (17) serait alors de 1 062 l/s.**

## 6.2- Recherche de la période des impacts minimaux

### 6.2.1- Détermination de la période optimale de remplissage

Dans l'état actuel du projet, les temps de remplissage minimaux sont déterminés par le volume utile (VU) des retenues (Volume de rééquilibrage V2 + Volume de remplissage V3, sans le volume de lestage V1), divisé par les débits déduits des autorisations de prélèvement estivales, qui correspondent généralement aux débits maximums d'exploitation des forages existants.

Ainsi, il existe pour chacun des forages de remplissage prévus un débit maximal de remplissage (Qmax), et donc une capacité maximale de prélèvement par retenue dans les bassins considérés. Les durées minimales de remplissage des retenues s'échelonnent entre 30 jours (R29) et 98 jours (R04), les capacités de prélèvement des retenues s'échelonnent entre 95 m<sup>3</sup>/h (R26) et 340 m<sup>3</sup>/h (R29) et la **capacité totale de prélèvement du projet s'élève à 4 700 m<sup>3</sup>/h, soit un débit fictif continu de 1,305 m<sup>3</sup>/s**, réparti de la manière suivante :

- 58 l/s à l'amont du Moulin de Châtre,
- 977 l/s entre Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély,
- 271 l/s entre Saint-Jean d'Angély et Carillon.

Les seuils de tests sur les historiques de débits naturels de la Boutonne, permettant de garantir un débit de 2,200 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre, extrapolé à 4 m<sup>3</sup>/s à Saint-Jean d'Angély (soit un apport intermédiaire à garantir de 1,8 m<sup>3</sup>/s) et 5,5 m<sup>3</sup>/s à Carillon (soit un apport intermédiaire à garantir de 1,5 m<sup>3</sup>/s), en prenant en compte les prélèvements à l'amont estimés à 350 l/s pour le remplissage des retenues des Deux Sèvres et 50 l/s pour le remplissage de la retenue R5 à l'amont du Moulin de Châtre seraient les suivants :

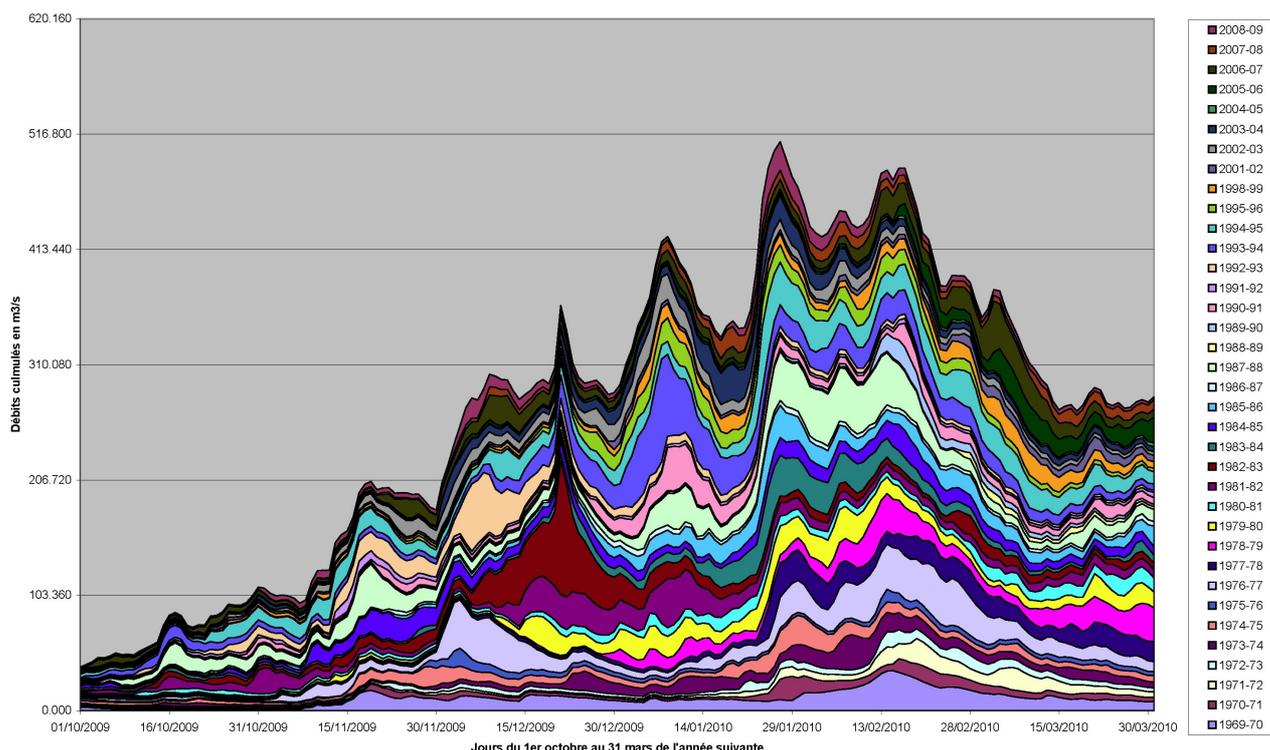
- 2,6 m<sup>3</sup>/s (=2,2+0,35+0,05) pour la Boutonne à l'amont du Moulin de Châtre,
- 2,8 m<sup>3</sup>/s (=1,8+1) pour les apports intermédiaires à la Boutonne entre le Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély (soit 3,7 m<sup>3</sup>/s (=2,8\*535/454+0,35+0,05) au Moulin de Châtre),
- 1,8 m<sup>3</sup>/s (=1,5+0,3) pour les apports intermédiaires à la Boutonne entre Saint-Jean d'Angély et Carillon (soit 3 m<sup>3</sup>/s (=1,8\*535/371+0,35+0,05) au Moulin de Châtre).

En réalité, nous avons réellement modélisé le fonctionnement du système en calculant les débits résiduels (apports naturels moins prélèvements) pour chacun des sous-bassins, ce qui permet de tester directement le remplissage avec un seuil de 2,2 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre.

Les données hydrologiques de la Boutonne au Moulin de Châtre ont été analysées sur les 36 séries qui ont pu être reconstituées de début octobre à fin mars, depuis 1969.

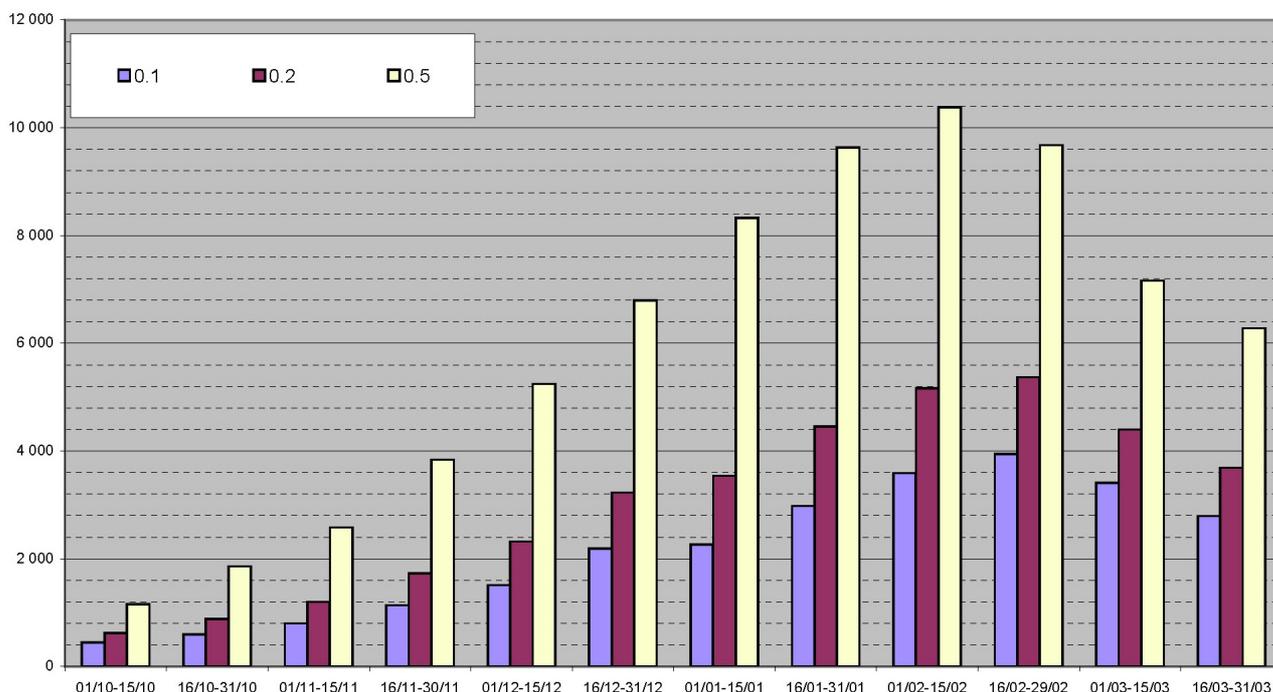
L'observation de la courbe des débits journaliers cumulés de la Boutonne au Moulin de Châtre sur les 36 séries disponibles de début octobre à fin mars permet de considérer les périodes de disponibilité des débits importants dans la Boutonne et de visualiser ainsi cette date potentielle de début du remplissage : la distribution des débits montre ainsi un premier palier à partir de la mi-novembre et un second palier début décembre, caractéristique du débit dépassé jusqu'à la fin du mois de mars. La période des plus forts débits est concentrée entre le début janvier et la mi-mars, mais l'évolution des débits reste variable d'une année sur l'autre et des épisodes de débits importants peuvent arriver déjà au mois de décembre.

Débits journaliers cumulés de la Boutonne au "Moulin de Châtre" entre du 1er octobre au 31 mars de l'année suivante



Ces courbes permettent de visualiser le comportement hydrologique moyen du bassin, mais une analyse statistique des séries permet d'approcher sa variabilité en année médiane, quinquennale sèche et décennale sèche pour donner une idée plus précise des marges de manœuvre dans la stratégie de remplissage (durée dépendant de la possibilité de démarrage et du débit de remplissage dans la limite de la capacité maximale de prélèvement).

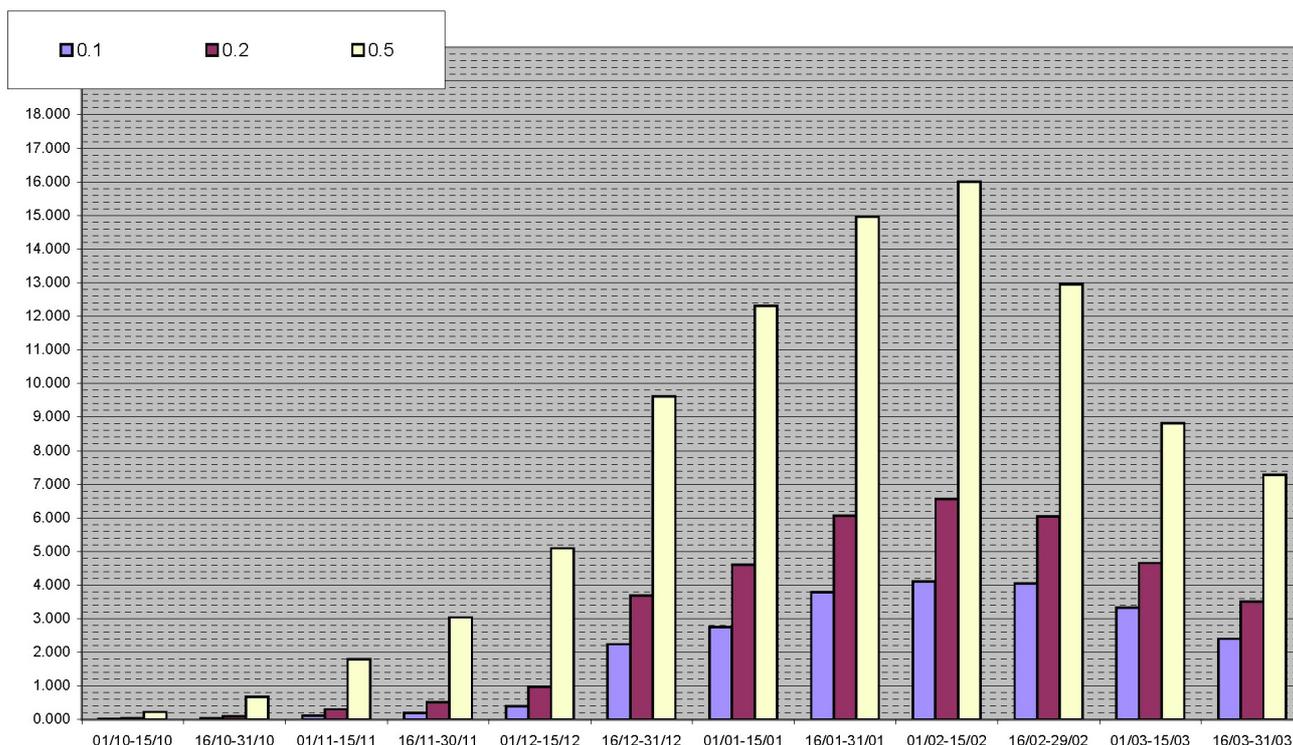
Débits moyens par quinzaine (fréquences de non-dépassement) au Moulin de Châtre en litres par seconde  
par ajustement sur les périodes communes du 1er octobre au 31mars de l'année suivante à la station du Moulin de Puyrolland sur la Trézence



En analyse fréquentielle par quinzaine, la saison hydrologique des hautes eaux dans la vallée de la Boutonne observée au Moulin de Châtre se présente de la manière suivante, et un seuil de 2,65 m<sup>3</sup>/s a déjà été atteint et dépassé :

- une année sur deux (cf. fréquence 0.5) sur le débit moyen de la deuxième quinzaine de novembre, soit quatre mois et demi jusqu'à fin mars (135 jours environ) ;
- quatre années sur cinq (cf. fréquence 0.2) sur le débit moyen de la deuxième quinzaine de décembre, soit 3 mois et demi jusqu'à fin mars (105 jours environ) ;
- neuf années sur dix (cf. fréquence 0.1) fréquence sur le débit moyen de la deuxième quinzaine de février, soit 1 mois et demi jusqu'à fin mars (45 jours environ).

Débits moyens par quinzaine (fréquences de non-dépassement) au moulin de Puyrolland en litres par seconde par ajustement sur les périodes communes du 1er octobre au 31 mars de l'année suivante à la station du Moulin de Châtre sur la Boutonne



Cette analyse par quinzaine a été réalisée sur les saisons communes avec la station de la Trézence, pour comparer le fonctionnement du bassin de la Boutonne avec celui d'un de ses affluents temporaire, qui connaissent régulièrement des assècs en période d'étiage, où ce seuil de 2,65 m<sup>3</sup>/s à Moulin de Châtre, transposé en débit spécifique de l'ordre de 5 l/s/km<sup>2</sup> (soit 372 l/s au Moulin de Puyrolland), a été atteint et dépassé :

- une année sur deux (cf. fréquence 0.5) sur le débit spécifique moyen de la Trézence pendant la première quinzaine de décembre, et deux semaines après la Boutonne, soit quatre mois jusqu'à fin mars (120 jours) ;
- quatre années sur cinq (cf. fréquence 0.2) sur le débit spécifique moyen de la Trézence de la deuxième quinzaine de janvier à la deuxième quinzaine du mois de février seulement, et un mois après la Boutonne, soit un mois et demi seulement (45 jours environ) en année quinquennale sèche ;
- neuf années sur dix (cf. fréquence 0.1) sur le débit spécifique d'aucune quinzaine calendaire, soit jamais en année décennale sèche.

Cela signifie que la période de disponibilité de ruissellements importants sur un bassin affluent comme celui de la Trézence est plus concentrée au cœur de la saison hivernale et faible que sur le bassin de la Boutonne, et que la différence est encore plus marquée en années sèches.

Si on considère le seuil de 3,677 m<sup>3</sup>/s sur les débits naturels, le pourcentage de chance de garantir le nombre de jours de disponibilité de ce débit au moins 98 jours entre le 1<sup>er</sup> octobre et le 31 mars est de l'ordre de 56 % chaque année.

Cela signifie qu'un peu moins d'une année sur deux, le remplissage total du volume utile de l'ensemble des retenues ne pourrait être garanti que si on cherche un optimum consistant à :

- allonger la période de pompage en diminuant les débits lorsque l'on est entre le seuil bas (2,2 m<sup>3</sup>/s plus débit de prélèvement à l'amont de Châtre) et un seuil haut intégrant les impacts à définir<sup>55</sup>, sur les retenues les plus rapides à remplir,

et

- diminuer la période de remplissage en augmentant les débits de remplissage des retenues les plus longues à remplir, par des pompages supplémentaires.

### **Condition 1a sur les débits objectifs quotidien en hautes eaux de la Boutonne**

Une simulation permettant de définir la période de remplissage optimale garantissant un débit de 2,200 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre, extrapolé à 4,067 m<sup>3</sup>/s à Saint-Jean d'Angély et 5,500 m<sup>3</sup>/s à Carillon, en prenant en compte les débits maximums prélevés en Deux Sèvres (350 l/s), indique une disponibilité de 4 à 76 jours pour un remplissage des retenues à un débit total minimal de 895 l/s en Charente Maritime si on veut obtenir une garantie de remplissage 9 années sur 10 à 100 % de l'ensemble des retenues.

En simulant un remplissage en 76 jours en retardant la date de démarrage potentielle, on ne peut la retarder qu'au début du mois de décembre pour conserver une garantie de remplissage total 9 années sur 10. En revanche, on ne peut en aucun cas arrêter la date d'arrêt potentielle avant la fin mars, au risque de perdre cette garantie de remplissage total 9 années sur 10.

Les retenues dont la capacité de prélèvement en l'état actuel du projet serait à augmenter seraient les retenues R04 (150 m<sup>3</sup>/h), remplie en 98 jours à Coivert et rattachée directement au bassin intermédiaire de la Boutonne, et la retenue R08 (190 m<sup>3</sup>/h), remplie en 90 jours sur le bassin du Padôme.

La capacité de prélèvement de la retenue R04 devrait être augmentée, par exemple par la mise à contribution d'un ou deux autres forages de la SCEA de Coivert.

<sup>55</sup> 5,5 m<sup>3</sup>/s à Carillon plus le débit de remplissage maximum du projet, rapporté au Moulin de Châtre (\*535/1320)

### **Condition 1b sur l'écoulement non nul des affluents de la Boutonne**

Si on considère comme condition supplémentaire de remplissage un écoulement non nul pendant la période de remplissage, la durée optimale de remplissage est comprise entre 75 et 76 jours pour obtenir une garantie de remplissage total de l'ensemble des retenues 9 années sur 10.

### **Condition 2 sur le taux de pression sur les affluents pendant la période de remplissage**

Si on considère comme condition supplémentaire de remplissage un taux maximum de 20% de pression sur le potentiel d'écoulement extrapolé aux affluents pendant la période de remplissage<sup>56</sup>, dans cette homogénéisation des débits de remplissage correspondant à un temps de remplissage sur 76 jours, les taux de remplissage bassin par bassin seraient ceux calculés sur le tableau ci-après.

Le remplissage total n'est alors plus garanti que 4 années sur 5, mais par 9 années sur 10 où les taux de remplissage garantis sont partiels sur les retenues remplies à partir des bassins affluents du Batailler-Brédoire, du Padôme, du Pouzat et de la Nie.

<b><u>Bassins affluents</u></b>	<b><u>Batailler-Brédoire</u></b>	<b><u>Saudrenne</u></b>	<b><u>Padôme</u></b>	<b><u>Pouzat</u></b>	<b><u>Nie</u></b>	<b><u>Trézence</u></b>
Débit seuil	233 l/s	161 l/s	174 l/s	133 l/s	359 l/s	301 l/s
Débit maximum de prélèvement	178 l/s	42 l/s	98 l/s	81 l/s	254 l/s	94 l/s
Capacités de prélèvement trop faibles	-		R08 (190 m <sup>3</sup> /h) en 90 jours soit 53 l/s			
Débit de prélèvement sur 76 jours	91 l/s	26 l/s	84 l/s soit 303 m <sup>3</sup> /h	57 l/s	211 l/s	72 l/s
Taux de remplissage garanti 4 années sur 5	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Taux de remplissage garanti 9 années sur 10	72 %	100 %	58 %	63 %	48 %	100 %

Une solution pour augmenter la garantie de remplissage sur les deux bassins les plus problématiques, Padôme et Nie, serait d'en remplir les retenues où c'est possible avec plus de pompages directement dans la vallée de la Boutonne :

- par exemple à Pouzou pour l'augmentation de la capacité de prélèvement de R08,
- par exemple à Poursay-Garnaud en augmentant la part pour le remplissage de R09.

<sup>56</sup> Calculé comme le volume prélevé sur le volume d'écoulement potentiel, cette valeur de 20% est celle qui a été considérée pour l'étude du remplissage des retenues des Deux Sèvres

## 6.2.2- Impacts en période potentielle de remplissage quinquennale sèche et normale<sup>57</sup>

### 6.2.2.1- Impacts sur le débit de la Boutonne

Une simulation d'un remplissage sur 76 jours nous permet d'observer que les débits suivants seraient garantis pendant la période effective de remplissage quatre années sur cinq :

- 3,080 m<sup>3</sup>/s et au-delà au Moulin de Châtre,
- 4,692 m<sup>3</sup>/s et au-delà à Saint-Jean d'Angély,
- 6,565 m<sup>3</sup>/s et au-delà à Carillon.

Sur la base d'une durée homogène de remplissage théorique de 76 jours, les débits fictifs continus prélevés sur le bassin par le projet seraient les suivants :

- **44 l/s à l'amont du Moulin de Châtre, soit un impact journalier maximum de 1,4 % (11,34 % pour l'ensemble des deux projets) ;**
- **733 l/s à l'amont de St-Jean d'Y., soit un impact journalier maximum de 13,5 % (18,75 % pour l'ensemble des deux projets) ;**
- **895 l/s à l'amont de Carillon, soit un impact journalier maximum de 12,0 % (15,94 % pour l'ensemble des deux projets).**

Les taux de pression de l'ensemble des deux projets en année quinquennale sèche calculés sur la période potentielle où le remplissage serait permis (c'est à dire non dépassés quatre années sur cinq seraient les suivants)<sup>58</sup> :

- 0,6 % à l'amont du Moulin de Châtre,
- 5 % à l'amont de Saint-Jean d'Angély,
- 5 % à l'amont de Carillon.

Les taux de pression de l'ensemble des deux projets en année médiane (c'est à dire non dépassés une année sur deux) seraient les suivants :

- 0,3 % à l'amont du Moulin de Châtre,
- 2,5 % à l'amont de Saint-Jean d'Angély,
- 2,5 % à l'amont de Carillon.

<sup>57</sup> du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars de l'année suivante

<sup>58</sup> Calcul sur la période où le remplissage aurait effectivement été permis avec les seuils proposés.

### ***6.2.2.2- Impacts sur le débit des affluents***

Sur la base d'une durée homogène de remplissage théorique de 76 jours, les impacts du remplissage réel sur le potentiel d'écoulement des affluents pendant la période où le remplissage serait permis (débit spécifique naturel reconstitué au Moulin de Châtre et correspondant à 2,2 m<sup>3</sup>/s), seraient en année quinquennale sèche de :

- 10 % sur le bassin commun de la Brédoire et du Batailler,
- 4 % sur le bassin de la Saudrenne,
- 14 % sur le bassin du Padôme,
- 12 % sur le bassin du Pouzat,
- 17 % sur le bassin de la Nie,
- 6 % sur le bassin de la Trézence.

Ces impacts en année quinquennale sèche sont tous inférieurs à 20%.

Les années sèches peuvent être problématiques mais en général, la pression est très faible :

En année médiane, les impacts non dépassés une année sur deux seraient les suivants :

- 6 % sur le bassin commun de la Brédoire et du Batailler,
- 3 % sur le bassin de la Saudrenne,
- 7% sur le bassin du Padôme,
- 6 % sur le bassin du Pouzat,
- 8 % sur le bassin de la Nie,
- 4 % sur le bassin de la Trézence.

Ces impacts en année médiane sont tous inférieurs à 10 %.

### 6.3- Proposition de conditions de remplissage

Nous proposons les conditions de remplissage suivantes :

#### Condition 1

- Pour le remplissage à partir de l'ensemble des sites de prélèvement prévus :
  - Débits objectifs de hautes eaux :
    - 2,2 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre,
    - 4,0 m<sup>3</sup>/s à Saint-Jean d'Angély,
    - 5,5 m<sup>3</sup>/s à Carillon.
  - Débit seuil de remplissage à la capacité maximale<sup>59</sup> :
    - 2,8 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre

Un ou plusieurs seuils de gestion intermédiaires pourront être calés au bout de trois saisons de remplissage du projet en phase finale sur le débit observé au Moulin de Châtre.

Au bout de trois saisons de remplissage, à son initiative, le maître d'ouvrage pourra alors solliciter un ajustement des conditions de remplissage, à :

- la station hydrologique de Saint-Jean d'Angély en cours de validation, pour le remplissage à des sites de la vallée moyenne de la Boutonne et de ses affluents entre le Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély,
- des échelles des ouvrages de gestion des niveaux de la Boutonne, pour le remplissage à partir de sites rattachés directement aux marais de la Boutonne à l'aval des écluses de Bernouet (écluses de Voissay pour la retenue n°29 à Ternant, écluses de Bel Ebat pour la retenue n°21 à Puy-du-Lac, barrage de Carillon pour la retenue n°11 à Saint-Coutant-le-Grand).

Rq : Un protocole de suivi dès la première année avec un bilan au bout d'un, deux, trois, cinq et dix ans reste à élaborer.

---

<sup>59</sup> La capacité maximale de prélèvement du projet est de 1,3 m<sup>3</sup>/s

## **Condition 2**

- Pour le remplissage à partir des sites de prélèvement localisés dans chaque bassins affluents suivants, observation d'un écoulement superficiel aux points de contrôle aval respectifs, déjà équipés d'échelles limnimétriques suivies par la structure porteuse du SAGE Boutonne :
  - Batailler et Brédoire : au niveaux des deux ponts de la D219 entre Saint-Georges et Nuailly-sur-Boutonne<sup>60</sup>,
  - Saudrenne : au niveau du pont de la D219 entre Nuailly-sur-Boutonne et les Eglises d'Argenteuil,
  - Padôme : au niveau du pont du chemin communal du lieu-dit de la Gare à Vervant,
  - Pouzat : au niveau du pont du chemin communal entre les lieux-dits de la Madeleine et des Arrondeaux,
  - Nie : au niveau des deux ponts du chemin communal du bourg de Saint-Julien de l'Escap au Moulin Brun<sup>61</sup>,
  - Trézence : au niveau du pont de la D239 à Tournay<sup>62</sup>.

Un suivi hydrométrique hebdomadaire régulier de ces points avec des jaugeages réguliers (bimestriels) au micro-moulinet sur une section identifiée et la mise en place de 7 stations piézométriques avec un enregistrement automatique des niveaux de nappe à proximité de ces 7 points de mesures devra permettre de caler des seuils de gestion au bout de trois saisons de remplissage de chaque bassin en configuration de phase finale du projet.

## **Condition 3**

- Vérification de l'écoulement des cours d'eau affluents à proximité des différents sites de pompage aux endroits à contractualiser (échelles existantes ou passages de route départementale ou chemins communaux) envisagés au chapitre précédent sur l'analyse des taux de pression bassin par bassin :
  - à l'amont immédiat des forages dans le cours moyen des affluents,
  - au droit des forages ou des pompages,
  - à l'aval immédiat des groupes de sites de remplissage.

---

<sup>60</sup> Echelle supplémentaire à installer au lieu-dit Batailler

<sup>61</sup> Echelle supplémentaire à installer au lieu-dit Moulin Brun

<sup>62</sup> Echelle supplémentaire à considérer au bourg de Tournay

### **Suivi général du fonctionnement hydrologique**

Les données caractéristiques de l'écoulement des affluents et de la relation nappe – rivière à l'aval de ces bassins seront corrélées, avec les suivis piézométriques des stations VILLENOU, POIMIER, et JUILLETS, représentatifs de la nappe du Malm dans des secteurs qui ne seront pas influencés par les remplissages.

Un piézomètre de suivi supplémentaire sera installé à proximité du site de remplissage R29, pour caractériser le fonctionnement de la nappe dans ce secteur immédiatement à l'aval des écluses de Bernouet.

Deux échelles limnimétriques complémentaires de celles suivies par le SAGE dans les marais de la Boutonne seront installées dans les canaux à proximité des deux prélèvements de surface de la retenue R11, dans le ruisseau de l'Aubrée, et de la retenue R21, dans le canal principal.

Rq : Un protocole de suivi dès la première année avec un bilan au bout d'un, deux, trois, cinq et dix ans reste à élaborer.

## **7- CONCLUSION SUR LE REMPLISSAGE HIVERNAL DES RETENUES**

### **7.1- Contexte général**

La zone d'étude concernée par les 24 retenues de substitution du projet de l'ASA des irrigants « La Boutonne » est la partie du bassin de la Boutonne située dans le département de Charente-Maritime, entre l'ancienne station hydrologique du Vert à l'amont et le barrage anti-sel de Carillon peu avant la confluence avec la Charente à l'aval.

On distingue la Boutonne amont jusqu'à la station hydrologique actuellement en fonction du Moulin de Châtre, la Boutonne moyenne jusqu'aux écluses de Bernouet à Saint-Jean d'Angély avec des vallées affluentes de petits cours d'eau qui s'assèchent en période d'étiage depuis le développement de l'irrigation et les marais de la Boutonne aval jusqu'au barrage de Carillon avec un affluent en rive droite qui est le canal de Sainte-Julienne qui draine les marais de la Trézence, dont le cours amont de cette dernière (Haute-Trézence), peut-être rattaché du point de vue morphologique à la Boutonne moyenne.

67 des points de prélèvements qui serviront à remplir les retenues (sur 70 points) font partie de ceux qui seront substitués totalement en été à partir du 1<sup>er</sup> juin (155 compteurs). Tous ces points sont essentiellement des forages dans la nappe superficielle (eaux souterraines) et quatre sont des pompages dans des canaux et cours d'eau (eaux superficielles).

La période potentielle de remplissage dans le cadre d'une substitution des prélèvements d'été et de printemps, où les volumes prélevables pour l'irrigation seront progressivement réduits (du 1<sup>er</sup> juin au 31 septembre), s'étend sur six mois en automne et hiver (du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars), sous réserve de l'observation de débits objectifs sur la Boutonne et d'écoulements sur les affluents.

### **7.2- Synthèse hydrogéologique**

Le contexte hydrogéologique et les relations entre cette nappe et les cours d'eau ont été décrites depuis une trentaine d'années dans un grand nombre d'études. La nappe, peu épaisse et intermittente sur les coteaux et les têtes de vallées affluentes, est présente surtout dans les fonds de vallée.

La nappe superficielle siège dans la frange superficielle, altérée et fissurée des calcaires (oxydation) de l'étage géologique du Jurassique supérieur (ou Malm), au-dessus du « banc bleu » (réduction) des foreurs, considéré comme le mur de l'aquifère (les terrains imperméables qui soutiennent la nappe), à une quinzaine de mètres de profondeur en moyenne.

L'analyse hydrogéologique a en particulier été affinée dans une première version de l'étude d'impact réalisée de 2006 à 2008 par BURGEAP : les impacts du remplissage hivernal ont été abordés à l'échelle de la zone d'étude, en termes de rabattement induit sur la piézométrie de la nappe (dimensions du cône de rabattement : rabattement maximal et largeur de la zone d'influence) et de part cumulée prélevée indirectement sur les cours d'eau. Ces calculs reposaient sur un zonage sommaire<sup>63</sup> des paramètres hydrauliques de la nappe (transmissivité et emmagasinement), le débit des pompages (installations existantes autorisées par l'administration) et les distances entre les pompages et les cours d'eau (Boutonne et affluents).

Suite à la demande de compléments faite par la DISE à l'ASA<sup>64</sup>, proposant en particulier que l'analyse globale des impacts soit précisée localement au niveau des affluents, une dizaine d'essais de pompage ont été réalisés au cours du printemps 2009.

### 7.3- Essais de pompage

Ces essais de pompage ont été réalisés aux moyens des installations actuelles déjà fonctionnelles pour les irrigations et prévues pour le remplissage, sur une dizaine de sites sélectionnés (après une visite complète des sites) pour leur représentativité potentielle de contextes particuliers qui peuvent être rencontrés (proximité de la Boutonne, d'affluents, situation en amont ou en aval de bassins affluents).

L'objectif des essais, au-delà de l'évaluation locale des paramètres hydrauliques de la nappe, était de tester les impacts sur les eaux superficielles en conditions de remplissage critiques. Le dispositif de refoulement et de suivi de chaque essai a été élaboré en conséquence, avec des rejets des eaux pompés à l'aval de points de mesure de fossés, sources ou cours d'eau affluents, dans d'autres bassins, ou sur des cultures de printemps pour les deux derniers sites testés, en se plaçant à chaque fois dans des conditions de débit total pompé les plus proches possible du débit maximum de remplissage prévu dans le projet.

Les chroniques piézométriques des piézomètres représentatifs de la nappe du jurassique supérieur dans le bassin de la zone d'étude (VILLENOU, POIMIER, JUILLERS) et la chronique des débits à la station du Moulin de Châtre ont permis de montrer que la ressource en eau souterraine et superficielle dans la zone d'étude au printemps 2009 correspondait à une situation hivernale quinquennale sèche et une situation automnale médiane, potentiellement critiques pour le milieu et donc à tester.

La caractérisation de l'évolution de la ressource au cours du printemps a été possible localement grâce à dix enregistreurs automatiques de niveaux de nappe localisés dans des ouvrages existants en situation amont à proximité des sites de pompage et grâce à des échelles limnimétriques implantées à l'aval des sites de pompage et à l'amont immédiat des rejets le cas échéant. Elle s'est traduite localement par une vidange interrompue par quelques épisodes ponctuels de recharge lors de précipitations supérieures à un seuil de 5 à 10 mm par jour, dans des amplitudes toutefois bien inférieures à celles observées sur les piézomètres précédent, situés plus à l'amont des bassins affluents ou en situation d'interfluves.

---

<sup>63</sup> (issu de l'étude BRGM de 1998 sur la délimitation de la nappe d'accompagnement de la Boutonne)

<sup>64</sup> suite au dépôt de ce dossier initial d'étude d'impact

Les résultats des essais de pompage en ce qui concerne les paramètres de nappe n'ont pas permis d'établir un meilleur zonage que celui qui avait été proposé, mais plutôt de confirmer la forte diffusivité de la nappe, c'est à dire la propagation rapide de l'influence de prélèvements.

Par ailleurs, nous avons fait les observations suivantes qui, avec l'interprétation des signaux piézométriques et des jaugeages des cours d'eau, permettent de confirmer la relation étroite entre la nappe et les cours d'eau :

- les limites d'alimentation ou d'émergence que constituent ces cours d'eau (ruisseaux, fossés, sources...) qui coulent normalement en période excédentaire,
- les limites étanches liées à la compartimentation de la nappe dans les fonds de vallée,
- la proximité systématique de ces prélèvements par rapport à un tel de ces cours d'eau.

#### **7.4- Synthèse hydrologique**

Finalement, les connaissances hydrogéologiques accumulées sur ce bassin conduisent à considérer que la nappe et les cours d'eau forment un ensemble en relation très forte au point que le ruissellement mesuré au Moulin de Châtre en situation excédentaire peut être considéré comme représentatif du potentiel d'écoulement sur la zone d'étude (ruissellement des cours d'eau et sous-écoulement des nappes), valeur qui est s'exprime en l/s/km<sup>2</sup>.

Cette hypothèse constitue la base de la modélisation des impacts des impacts des prélèvements hivernaux sur la ressource. Un modèle hydrologique cumulatif est ainsi proposé pour simuler le remplissage des retenues et estimer les impacts sur le milieu (cf. 7.7).

#### **7.5- Ressources en eau**

Les ressources considérées sont l'écoulement total constitué par le ruissellement des cours d'eau et le sous-écoulement des cours d'eau dans la nappe superficielle considérée.

Les apports à l'amont du système considéré sont le débit mesuré au Moulin de Châtre, station hydrologique située dans un secteur où la vallée de la Boutonne amont constitue un verrou et où le sous-écoulement peut être alors considéré comme négligeable, non influencé par le remplissage des retenues à l'amont dans les Deux Sèvres sur la période d'analyse de 36 saisons du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars de l'année suivante entre 1969 et 2009.

Les apports des bassins latéraux et intermédiaires au potentiel d'écoulement global sont calculés par simple correction de bassin.

#### **7.6- Besoins en eau**

On distingue les besoins en eau pour assurer des débits objectifs dans les cours d'eau puis les besoins pour le remplissage des retenues.

Un premier découpage fin en sous-bassins des affluents a permis de mieux répartir en les étalant les forages de remplissage envisagés dans le projet et donc de diffuser la pression qu'ils exercent sur le milieu. Nous avons ensuite systématisé ce découpage en des ensembles de gestion de deux types, d'une superficie minimale de 20 km<sup>2</sup> minimum, qui a été validée avec l'administration et le bureau d'étude en charge de la refonte de l'étude d'impact comme caractérisant un cours d'eau d'importance notable pour l'estimation de la ressource et des impacts.

Pour l'étude du remplissage hivernal, les besoins sont ainsi répartis sur 9 sous-bassins :

- 6 Bassins affluents de la Boutonne :
  - Batailler-Brédoire, Saudrenne, Padôme, Pouzat, Nie et Haute-Trézence ;
- 3 Bassins intermédiaires de la Boutonne :
  - Boutonne amont, Boutonne moyenne, Boutonne aval.

Bassin	Retenues	Forages à l'amont du point de contrôle	Débit de remplissage total des sites à l'amont	Temps de remplissage complet à partir des sites à l'amont
<b>BV1-Boutonne amont</b> <i>(535 km<sup>2</sup> cumulé depuis l'amont du bassin)</i>	R05(60%)	3	206 m <sup>3</sup> /h soit 58 l/s	58 jours (R05)
<b>BV2-Batailler-Brédoire</b> (57 km <sup>2</sup> )	R13-R14-R26-R07	9	640 m <sup>3</sup> /h soit 178 l/s	57 jours (R07)
<b>BV3-Saudrenne</b> (40 km <sup>2</sup> )	R12	2	150 m <sup>3</sup> /h soit 42 l/s	48 jours (R12)
<b>BV4-Padôme</b> (43 km <sup>2</sup> )	R25-R08	5	354 m <sup>3</sup> /h soit 99 l/s	90 jours (R08)
<b>BV5-Pouzat</b> (32 km <sup>2</sup> )	R01-R22	6	290 m <sup>3</sup> /h soit 81 l/s	60 jours (R01)
<b>BV6-Nie</b> (90 km <sup>2</sup> )	R20-R19-R18-R09(65%)	14	913 m <sup>3</sup> /h soit 254 l/s	67 jours (R09)
<b>BV7-Boutonne median</b> <i>(949 km<sup>2</sup> cumulé depuis l'amont du bassin)</i>	...+R05(40%)-R03-R16-R04-R02-R10-R09(35%)-R23	14+14+6+5+2+9+3 = 53	3 723 m <sup>3</sup> /h soit 1 035 l/s	98 jours (R04)
<b>BV8-Haute-Trézence</b> (74 km <sup>2</sup> )	R28	13	337 m <sup>3</sup> /h soit 94 l/s	59 jours (R28)
<b>BV9-Boutonne aval</b> <i>(1 320 km<sup>2</sup> cumulé depuis l'amont du bassin)</i>	...+R29-R21-R11	4+13+53 = 70	4 700 m <sup>3</sup> /h soit 1 306 l/s	98 jours (R04)

**Tableau 1 : Conditions actuelles du projet de prélèvements pour le remplissage**

Concernant les besoins pour assurer des débits minimaux dans les cours d'eau, l'objectif est déduit du débit seuil objectif de remplissage des retenues des Deux Sèvres à l'amont du projet : il a été fixé à 2,2 m<sup>3</sup>/s<sup>65</sup>.

Ce même débit objectif minimum au Moulin de Châtre sera considéré pour le remplissage de la retenue R05 à partir du site des forages R05-1,2&3 appartenant au BV1-Boutonne\_amont.

Cet objectif de débit sera transposé par simple correction de bassin pour le remplissage de l'ensemble des retenues à l'amont des points nodaux proposés suivants :

- 4,0 m<sup>3</sup>/s à Saint-Jean d'Angély (BV7 global),
- 5,5 m<sup>3</sup>/s à Carillon (BV9 global).

En ce qui concerne les ensembles affluents (BV2 à BV6 et BV8), en l'absence de mesure possible, on évaluera la disponibilité de la ressource pour le remplissage en comparant le débit de remplissage à l'amont avec le potentiel d'écoulement aux différents points de contrôle, permettant d'y garantir un écoulement non nul.

## 7.7- Adéquation des ressources aux besoins

Un modèle de calcul a été développé afin de traiter les chroniques de débit au Moulin de Châtre (du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars un peu plus d'une trentaine d'années) et déterminer les périodes de disponibilité de la ressource, en cumulant les ponctions sur le potentiel d'écoulement de l'amont vers l'aval, sur la période potentielle de remplissage.

### 7.7.1- Hypothèses

La modélisation de l'adéquation entre les besoins de remplissage et les ressources disponibles repose sur les hypothèses suivantes :

- Condition 0 : considérer comme besoin de remplissage chaque année le volume dit utile des retenues (volume de pré-remplissage V2 et volume complémentaire V3).
- Maintenir un débit minimum dans les cours d'eau pendant la période de remplissage :
  - Condition 1a : seuil de débit sur la Boutonne aux trois points nodaux proposés :
    - 2,2 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre,
    - 4,0 m<sup>3</sup>/s à Saint-Jean d'Angély,
    - 5,5 m<sup>3</sup>/s à Carillon ;
  - Condition 1b : écoulement non nul aux points de contrôle des ensembles affluents :

---

<sup>65</sup> Pour mémoire, le débit total de remplissage en continu sur 64 jours des retenues des Deux-Sèvres à partir des eaux superficielles et de la nappe d'accompagnement est de l'ordre de 350 l/s, à adapter au voisinage de ce seuil de 2,2 m<sup>3</sup>/s qui est plutôt un objectif de débit résiduel en période de prélèvement pour le remplissage.

- Batailler et Brédoire,
  - Saudrenne,
  - Padôme,
  - Pouzat,
  - Nie,
  - Haute-Trézence ;
- Condition 2 : Limiter l'impact des prélèvements sur les écoulements à 20 % maximum pendant le remplissage (volume prélevé divisé par volume transité sur la période de prélèvement).

### 7.7.2- Modélisation

Les ressources sont modélisées à partir des chroniques de débit spécifique au Moulin de Châtre, multipliées en chaque point nodal du bassin de la zone d'étude par la surface contrôlée, pour obtenir un débit correspondant au potentiel d'écoulement en chacun de ces points.

Les prélèvements sont modélisés par un débit de pression à l'amont de chaque point nodal, qui est la somme des débits de remplissage testés à partir des différents sites de remplissage contrôlés.

### 7.7.3- Indicateurs

Les indicateurs qui ont été analysés à la fois pour les simulations de remplissage et l'estimation des impacts en période de remplissage potentielle quinquennale sèche sont les suivants :

- débits simulés après prélèvements, calculés par soustraction en chaque point nodal ou de contrôle du débit de prélèvement pour le remplissage à l'amont au débit total du potentiel d'alimentation de l'écoulement.
- taux de pression sur la ressource, calculés par division en chaque point nodal ou de contrôle du volume de prélèvement pour le remplissage à l'amont sur le volume total du potentiel d'alimentation de l'écoulement pendant la période de remplissage.

## 7.7.4- Résultats

### 7.7.4.1- Garantie de re-remplissage total des retenues neuf années sur dix

#### En configuration actuelle

Si on se place dans la configuration des prélèvements présentée dans le tableau 1 aux points nodaux (Boutonne – Condition 1a) et points de contrôle (Affluents – Condition 1a) du bassin de la zone d'étude, et si on prend en compte ces débit maximums cumulés de remplissage des retenues envisagées (pour un débit total de 1 306 l/s à l'amont de Carillon), on ne peut - du fait du manque de jours de disponibilité de la ressource en quantité suffisante - garantir le remplissage total de toutes les retenues du projet actuel qu'environ une année sur deux<sup>66</sup>, notamment à cause de temps trop long de remplissage comme celui des retenues R04 (98 jours) et R08 (90 jours).

S'il faut remplir chaque année tout l'équivalent du volume utile des retenues (volume total sans volume de lestage), le projet dans sa configuration actuelle de prélèvements ne permet pas d'apporter une garantie totale de remplissage décennale sur toutes les retenues. Un optimum est à trouver :

- en allongeant la période de pompage sur les retenues les plus rapides à remplir : ce qui est possible diminuant les débits lorsqu'on est proche des débits seuils aux points nodaux, (il faut jouer sur les horaires de remplissage et le nombre de points de prélèvement utilisés simultanément ou non),
- et en diminuant la période de remplissage sur les retenues les plus longues à remplir : ce qui est possible en augmentant les débits de remplissage (il faut trouver de nouveaux points de prélèvements supplémentaires).

#### En configuration optimisée

Si on homogénéise la durée de remplissage des retenues pour ensuite l'optimiser au travers de simulations itératives, en respectant les deux conditions 1a et 1b caractérisant la disponibilité de la ressource, on définit une durée optimale de remplissage de 76 jours qui garantirait le remplissage total de l'ensemble des retenues 9 années sur 10, dans le cas où le volume de ré-équilibre et le volume utile seraient à reconstituer chaque année (c'est-à-dire qu'ils auraient été consommés chaque année). La disponibilité de la ressource pour cette période de remplissage total optimisée de 76 jours est garantie neuf années sur dix sur la période du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars, qui pourrait être retardée et réduite du 1<sup>er</sup> décembre au 31 mars en offrant la même garantie, mais dont la fin au 31 mars ne pourrait être avancée.

Si on considère alors la condition 2 de simulation qui porte sur la limitation à 20 % du taux de pression - défini précédemment - calculé en chacun des points nodaux et de contrôle, le remplissage de l'ensemble des retenues n'est garanti que quatre années sur cinq. Les seules garanties de remplissage neuf années sur dix inférieures à 100 % sont alors les suivantes :

---

<sup>66</sup> Exactement avec 56 % de chances chaque année

- 72 % pour les retenues remplies à partir de l'ensemble Batailler-Brédoire,
- 58 % pour les retenues remplies à partir de l'ensemble Padôme,
- 63 % pour les retenues remplies à partir de l'ensemble Pouzat,
- 48 % pour les retenues remplies à partir de l'ensemble Nie.

### Solutions proposées

Des solutions pratiques proposées pour garantir un taux de remplissage total 9 années sur 10 sont les suivantes (augmentation des points de prélèvement, points de prélèvement complémentaires dans la vallée de la Boutonne où la ressource est plus abondante) :

- la mise à contribution d'un ou deux forages supplémentaires de la SCEA de Coivert pour le remplissage de la retenue R04,
- la mise à contribution de points de pompages dans la vallée de la Boutonne à Pouzou pour le remplissage de la retenue R08, en complément des points du bassin du Padôme,
- la mise à contribution plus importante de points de pompage dans la vallée de la Boutonne à Poursay-Garnaud pour le remplissage de la retenue R09, en complément des points du bassin de la Nie.

#### 7.7.5- Comparaison des pressions en saisons quinquennales sèches et normales

Avec l'homogénéisation des temps de remplissage à 76 jours (pour un débit total de remplissage de 895 l/s à l'amont de Carillon) et la mise en oeuvre des solutions pratiques proposées, les impacts calculés seraient les suivants (saison du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars) :

- Impacts journaliers maximums en année quinquennale sèche de l'ensemble des retenues des deux départements (débit prélevé / potentiel d'écoulement journalier), c'est-à-dire impacts non dépassés aucun des jours de la saison quatre années sur cinq :
  - 11,34 % à l'amont du Moulin de Châtre,
  - 18,75 % à l'amont de Saint-Jean d'Angély,
  - 15,94 % à l'amont de Carillon ;
- Débits résiduels journaliers jamais nuls sur les affluents potentiellement impactés<sup>67</sup> :
  - Batailler, Brédoire, Saudrenne, Padôme, Pouzat, Nie et Haute-Trézence ;
- Taux de pression (calcul sur la période où le remplissage aurait effectivement été permis avec les seuils proposés) à l'amont des points nodaux et de contrôle suivants :

---

<sup>67</sup> cf. Condition 1b : écoulement non nul aux points de contrôle des ensembles affluents

Taux de pression (moyen sur la période de remplissage)	Année quinquennale sèche (taux non dépassés 4 années sur 5)	Année normale (taux non dépassés 1 année sur 2)
Rivière de la Boutonne au Moulin de Châtre	0,6 %	0,3 %
Ruisseau de la Brédoire et du Batailler	10 %	6 %
Ruisseau de la Saudrenne	4 %	3 %
Ruisseau du Padôme	14 %	7 %
Ruisseau du Pouzat	12 %	6 %
Ruisseau de la Nie	17 %	8 %
Rivière de la Boutonne à Saint-Jean d'Angély	5 %	2,5 %
Ruisseau de la Trézence au Moulin de Puyrolland	6 %	4 %
Rivière de la Boutonne à Carillon	5 %	2,5 %

**Tableau 2 : Taux de pressions moyens en années quinquennales sèche et normales**

Pour cette durée de remplissage de 76 jours homogénéisée, les débits moyens journaliers (QMJ) résiduels minimums pendant le remplissage qui sont garantis sur la Boutonne en année quinquennale sèche (c'est-à-dire quatre sur cinq) sont alors aux points nodaux suivants :

- 3,080 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre,
- 4,692 m<sup>3</sup>/s à Saint-Jean d'Angély,
- 6,656 m<sup>3</sup>/s à Carillon.

Notons que ces débits sont supérieurs aux débits objectif minimums en période de remplissage qui seront garantis systématiquement par le gestionnaire<sup>68</sup>, même en année sèche exceptionnelle (en dessous le remplissage ne sera pas permis) :

- 2,2 m<sup>3</sup>/s au Moulin de Châtre,
- 4,0 m<sup>3</sup>/s à Saint-Jean d'Angély,
- 5,5 m<sup>3</sup>/s à Carillon.

<sup>68</sup> Condition 1a : seuils de débits sur la Boutonne aux trois points nodaux proposés

## 7.8- Modalités de gestion

Nous proposons les conditions de remplissage suivantes, à remplir pour la gestion des pompages à l'amont des points suivants :

### **Condition 1 (Démarrage du pompage quand le débit à Châtre est supérieur à 2,8 m3/s)**

*(points dits « nodaux » correspondant à des stations hydrologiques sur la Boutonne)*

- Pour le remplissage à partir de l'ensemble des sites de prélèvement prévus :
  - Débits objectifs de hautes eaux :
    - 2,2 m3/s au Moulin de Châtre,
    - 4,0 m3/ à Saint-Jean d'Angély,
    - 5,5 m3/s à Carillon.
  - Débit seuil de remplissage à la capacité maximale<sup>69</sup> :
    - 2,8 m3/s au Moulin de Châtre

### **Condition 2 (Ecoulement non nul ou reprise d'écoulement en continu pendant 5 jours dans l'affluent à l'amont de la confluence avec la Boutonne)**

*(points dits de « contrôle » correspondant à des stations de jaugeage sur les affluents)*

- Pour le remplissage à partir des sites de prélèvement localisés dans chaque bassins affluents suivants, observation d'un écoulement superficiel aux points de contrôle aval respectifs, déjà équipés d'échelles limnimétriques suivies par la structure porteuse du SAGE Boutonne :
  - Batailler et Brédoire : au niveau des deux ponts de la D219 entre Saint-Georges et Nuaille-sur-Boutonne<sup>70</sup>,
  - Saudrenne : au niveau du pont de la D219 entre Nuaille-sur-Boutonne et les Eglises d'Argenteuil,
  - Padôme : au niveau du pont du chemin communal du lieu-dit de la Gare à Vervant,
  - Pouzat : au niveau du pont du chemin communal entre les lieux-dits de la Madeleine et des Arrondeaux,

<sup>69</sup> La capacité maximal de prélèvement du projet est de 1,3 m3/s

<sup>70</sup> Echelle supplémentaire à installer au lieu-dit Batailler

- Nie : au niveau des deux ponts du chemin communal du bourg de Saint-Julien de l'Escap au Moulin Brun<sup>71</sup>,
- Trézence : au niveau du pont de la D239 à Tournay<sup>72</sup>.

**Condition 3 (Ecoulement non nul ou reprise d'écoulement dans le cours d'eau à proximité des points de prélèvement)**

*(points dits de « vérification » correspondant à des stations d'observation des écoulements)*

- Vérification de l'écoulement des cours d'eau affluents à proximité des différents sites de pompage aux endroits à contractualiser (échelles existantes ou passages de route départementale ou chemins communaux) envisagés lors de l'analyse des taux de pression bassin par bassin :
  - à l'amont immédiat des forages dans le cours moyen des affluents,
  - au droit des forages ou des pompages,
  - à l'aval immédiat des groupes de sites de remplissage.

***Dès que l'une de ces trois conditions n'est pas remplie sur les ou les points de gestion à l'aval (condition 1 et 2) ou à proximité (condition 3) d'un forage de remplissage, ce forage doit cesser.***

***Cela impose trois niveaux de solidarité entre gestionnaires du remplissage des retenues :***

- ***au niveau du bassin de la Boutonne (condition 1),***
- ***au niveau du bassin affluent le cas échéant (condition 2),***
- ***au niveau local sur le cours d'eau le plus proche (condition 3).***

---

<sup>71</sup> D'après le SAGE Boutonne, le suivi du bras secondaire de la Nie au droit du Moulin Brun n'est pas nécessaire

<sup>72</sup> L'échelle existante de la station hydrométrique du SPC 17 au Moulin de Puyrolland, en fonction, est suffisante

## **Suivi général du fonctionnement hydrologique**

*(points dits d' « étude » permettant d'améliorer la connaissance et de reconsidérer la gestion)*

### **Lié à la condition 1**

Un ou plusieurs seuils de gestion intermédiaires pourront être calés au bout de trois saisons de remplissage du projet en phase finale sur le débit observé au Moulin de Châtre.

Au bout de trois saisons de remplissage, à son initiative, le maître d'ouvrage pourra alors solliciter un ajustement des conditions de remplissage, à :

- la station hydrologique de Saint-Jean d'Angély en cours de validation, pour le remplissage à des sites de la vallée moyenne de la Boutonne et de ses affluents entre le Moulin de Châtre et Saint-Jean d'Angély,
- des échelles des ouvrages de gestion des niveaux de la Boutonne, pour le remplissage à partir de sites rattachés directement aux marais de la Boutonne à l'aval des écluses de Bernouet (écluses de Voissay pour la retenue n°29 à Ternant, écluses de Bel Ebat pour la retenue n°21 à Puy-du-Lac, barrage de Carillon pour la retenue n°11 à Saint-Coutant-le-Grand).

Rq : Un protocole de suivi dès la première année avec un bilan au bout d'un, deux, trois, cinq et dix ans reste à élaborer.

### **Lié à la condition 2**

Un suivi hydrométrique hebdomadaire régulier de ces points avec des jaugeages réguliers (bimestriels) au micro-moulinet sur une section identifiée et la mise en place de 7 stations piézométriques avec un enregistrement automatique des niveaux de nappe à proximité de ces 7 points de mesures devra permettre de caler des seuils de gestion au bout de trois saisons de remplissage de chaque bassin en configuration de phase finale du projet.

### **Lié à la condition 3**

Les données caractéristiques de l'écoulement des affluents et de la relation nappe – rivière à l'aval de ces bassins seront corrélées, avec les suivis piézométriques des stations VILLENOU, POIMIER, et JUILLERS, représentatifs de la nappe du Malm dans des secteurs qui ne seront pas influencés par les remplissages.

Un piézomètre de suivi supplémentaire sera installé à proximité du site de remplissage R29, pour caractériser le fonctionnement de la nappe dans ce secteur immédiatement à l'aval des écluses de Bernouet.

Deux échelles limnimétriques complémentaires de celles suivies par le SAGE dans les marais de la Boutonne seront installées dans les canaux à proximité des deux prélèvements de surface de la retenue R11, dans le ruisseau de l'Aubrée, et de la retenue R21, dans le canal principal.

Rq : Un protocole de suivi dès la première année avec un bilan au bout d'un, deux, trois, cinq et dix ans reste à élaborer.