



Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine

Gestion intégrée des nappes alluviales

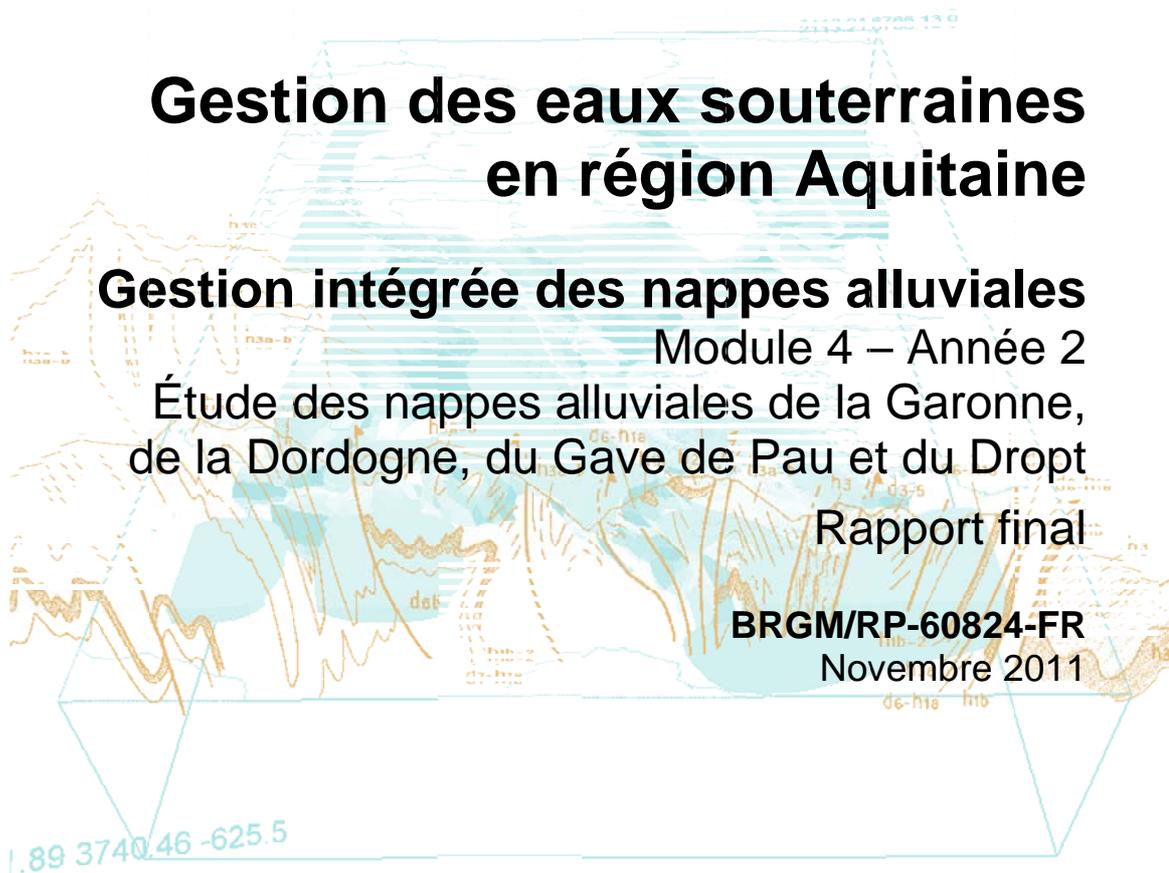
Module 4 – Année 2

Étude des nappes alluviales de la Garonne,
de la Dordogne, du Gave de Pau et du Dropt

Rapport final

BRGM/RP-60824-FR

Novembre 2011



Préfecture de la région Aquitaine
Secrétariat général pour les affaires régionales



Direction régionale
de l'Environnement,
de l'Aménagement
et du Logement

AQUITAINE



Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine

Gestion intégrée des nappes alluviales

Module 4 – Année 2

Etude des nappes alluviales de la Garonne,
de la Dordogne, du Gave de Pau et du Dropt

Rapport final

BRGM/RP-60824-FR

Novembre 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 10EAU10

P. Corbier et A. Wuilleumier

Avec la collaboration de

F. Capéran



Vérificateur :

Nom : F. Bichot

Date : 27/02/12

Signature :

Approbateur :

Nom : N. Lenôtre

Date : 01/03/12

Signature :



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

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



Mots-clés : Dordogne, Dropt, Garonne, Gave de Pau, Gironde, hydrogéologie, Lot-et-Garonne, modèle, nappe alluviale, outil de gestion, piézométrie, prototype, qualité, prélèvements, Pyrénées-Atlantiques, TEMPO.

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

Corbier P. et Wuilleumier A. avec la collaboration de Capéran F. (2011) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Gestion intégrée des nappes alluviales - Etude des nappes alluviales de la Garonne, de la Dordogne, du Gave de Pau et du Dropt - Module 4 - Année 2 - BRGM/RP-60824-FR, 58 p., 38 ill., 5 ann., 1 tab.

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la convention "Gestion des Eaux Souterraines en Région Aquitaine" signée entre l'État, la Région Aquitaine et le BRGM pour la période 2002-2006 puis pour la période 2008-2013 (renouvellement) avec le concours financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Elle correspond au projet PSP10AQI20 et au **module 4** de la convention dont l'objectif est de mettre en place des outils de gestion sur les principales nappes alluviales de la région.

En année 1 de la nouvelle convention, c'est la nappe alluviale du Dropt (quatrième site expérimental après les nappes alluviales de la Garonne en Lot-et-Garonne, de la Dordogne et du Gave de Pau) qui a fait l'objet d'une caractérisation. Les premières investigations menées ont montré que l'hydrosystème subissait de fortes pressions en matière de prélèvements et de contamination (nitrates en particulier).

En année 2 de la convention (objet du présent rapport), il était prévu de poursuivre les mesures sur les 8 enregistreurs de niveau d'eau positionnés le long du Dropt et d'utiliser ces données ainsi que les débits mesurés sur la station hydrométrique de Loubens (33) et les données climatologiques (pluie et ETP) pour modéliser le fonctionnement de l'hydrosystème.

Une campagne de pompages d'essai visant à mieux connaître les paramètres hydrodynamiques de la nappe (transmissivité et coefficient d'emmagasinement) devait aussi être réalisée. Les valeurs ainsi définies devaient être injectées dans le logiciel CONEXMIN pour ébaucher une délimitation de la nappe d'accompagnement et définir les distances au cours d'eau à partir desquelles les pompages n'ont plus d'influence sur le réseau hydrographique de surface.

Bien que le débit mesuré à Loubens soit influencé par les lâchers effectués depuis les 5 barrages, par la présence de plusieurs centaines de moulins se répartissant sur le Dropt et ses affluents et la présence de très nombreuses retenues collinaires sur le bassin versant, une approche de modélisation TEMPO a été tentée. Elle a permis en particulier de déterminer les contributions relatives de la pluie, des eaux souterraines et des lâchers de barrage au débit du Dropt sur la période de suivi.

La prise de contacts auprès des organismes en charge de la gestion de l'eau sur le bassin versant (EPIDROPT et CACG) et l'examen des règles déjà fixées dans le Plan de Gestion des Étiages (PGE) a ensuite permis de proposer une piste d'amélioration pour la gestion du bassin versant.

Il s'agirait en fait de gérer l'ensemble des données relatives au bassin versant au moyen d'un outil adapté de type WEAP (Water evaluation and planning system). Couplé à la mise en place de stations hydrométriques de contrôle supplémentaires, à un inventaire exhaustif des prélèvements ainsi qu'à l'identification de tous les ouvrages

hydrauliques (retenues, moulins ...); cet outil constituerait en effet une base solide pour la mise en place de nouveaux outils règlementaires (SAGE...) sur le territoire.

En ce qui concerne les pompages d'essai, seuls 2 couples (T et S) ont pu être déterminés. Compte tenu du faible nombre de couples disponibles et de l'hétérogénéité des résultats obtenus, aucune délimitation de la nappe d'accompagnement n'a été établie sur la base de ces valeurs.

En raison de la nature peu perméable des alluvions, les tests de pompage ne se sont pas déroulés sur 72 h comme initialement prévu mais sur 24 h voire, moins. Pour compenser cette modification, il a été proposé de procéder à une caractérisation chimique de la nappe plus poussée que celle réalisée en année 1 (analyse complète des 3 points d'eau ayant fait l'objet des tests de pompage).

Les analyses de 2009 et les 3 analyses complémentaires de 2010 ont mis en évidence une contamination généralisée de la nappe par des nitrates. Il est aussi à mentionner que des herbicides (métolachlor et déséthylatrazine) ont été retrouvés dans 2 des 3 points d'eau ayant fait l'objet d'analyses complètes.

Au terme du programme qui a concerné 4 nappes alluviales (Garonne, Dordogne, Gave de Pau et Dropt), il convient de préciser que les investigations menées ont permis d'accroître sensiblement les connaissances en matière de géométrie et de fonctionnement des hydrosystèmes. Les résultats sont consignés dans 7 rapports consultables sur le site :

<http://www.brgm.fr/publication/rapportpublic.jsp>

Sommaire

1. Introduction	7
2. Nappe alluviale de la Garonne	11
3. Nappe alluviale de la Dordogne	15
4. Nappe alluviale du Gave de Pau	21
5. Nappe alluviale du Dropt	23
5.1. RAPPELS SUR LA ZONE D'ETUDE ET OBJECTIF DE LA DEMARCHE	23
5.2. CARACTERISATION DU FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE	25
5.2.1. Présentation et analyse des données disponibles	25
5.2.2. Approche fonctionnelle des aquifères basée sur les analyses corrélatoires	31
5.3. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE PAR L'APPROCHE DE MODELISATION TEMPO	38
5.3.1. Modélisation du débit à Loubens	39
5.3.2. Modélisation des hauteurs piézométriques	39
5.3.3. Bilan de l'approche TEMPO et réflexion sur l'utilité de la mise en place d'un outil de gestion des prélèvements	43
5.4. POMPAGES D'ESSAI	47
5.5. CARACTERISATION CHIMIQUE	51
5.6. BILAN	53
6. Conclusion	55
7. Bibliographie	57

Liste des illustrations

Illustration 1 : Extension des 9 zones homogènes retenues pour le calcul des Volumes Prélevables Admissibles (VPA)	12
Illustration 2 : Répartition des Volumes Prélevables Admissibles (m ³) par zones homogènes en fonction des scénarios climatiques	12
Illustration 3 : Carte de disponibilité de la ressource en eau au sein de chaque zone	13
Illustration 4 : Modèles de transfert d'Allès, Laforce et Siorac en mode prévisionnel : représentation des niveaux piézométriques de l'aquifère pour différentes probabilités d'occurrence	17
Illustration 5 : Modèles de transfert « Débits de la Dordogne à Gardonne et à Cénac » en mode prévisionnel : représentation des débits de la Dordogne à Gardonne et à Cénac pour différentes probabilités d'occurrence (échelle semi- logarithmique)	18
Illustration 6 : Synthèse des résultats des modèles prévisionnels pour certaines dates des mois d'été en fonction de la probabilité d'occurrence.....	19
Illustration 7 : Evolution mensuelle moyenne des contributions respectives de la pluie, de la piézométrie et de la fonte des neiges pour le modèle de la station de Lescar	22
Illustration 8 : Evolution mensuelle des contributions respectives en pourcentages de la pluie, de la piézométrie et de la fonte des neiges pour le modèle de la station de Lescar.....	22
Illustration 9 : Localisation de la zone d'étude.....	23
Illustration 10 : Localisation des puits et forages équipés d'enregistreurs	25
Illustration 11 : Evolution de la pluie et/ou de l'ETP à Issigeac, Latresne et Bergerac sur la période 2001-2010 (graphe)	26
Illustration 12 : Evolution de la pluie et/ou de l'ETP à Issigeac, Latresne et Bergerac sur la période 2001-2010 (données)	26
Illustration 13 : Corrélations entre les ETP mesurées à Bergerac et Latresne sur les périodes 2001-2008 et 2009-2010	27
Illustration 14 : Pluies efficaces sur le poste d'Issigeac sur la période 2001-2011	28
Illustration 15 : Débits journaliers enregistrés sur la station de Loubens sur la période 2001-2011.....	29
Illustration 16 : Comparaison des pluies efficaces et de la lame d'eau écoulée à Loubens	29
Illustration 17 : Corrélations entre les pluies efficaces à Issigeac et la lame d'eau écoulée à Loubens en tenant compte (graphique de gauche) ou pas (graphique de droite) de l'année 2005-2006.....	30
Illustration 18 : Evolution des profondeurs du niveau d'eau dans les 8 puits et forages équipés pour les besoins de l'étude	30
Illustration 19 : Coefficients de corrélation calculés pour les différentes chroniques piézométriques (teintes rouges : faibles valeurs, teintes bleues : fortes valeurs, cases vertes : lacunes importantes)	31
Illustration 20 : Vérification du caractère impulsionnel des pluies d'Issigeac et Latresne.....	33

Illustration 21 : Auto-corrélogrammes des hauteurs piézométriques (graphique complet et zoom)	34
Illustration 22 : Auto-corrélogramme du débit à Loubens	35
Illustration 23 : Corrélogrammes croisés pluies/niveaux piézométriques	36
Illustration 24 : Corrélogramme croisé pluies/débites du Dropt	37
Illustration 25 : Exemples de corrélogrammes croisés débits/niveaux piézométriques.....	37
Illustration 26 : Modélisation du débit à Loubens à partir de la pluie optimale et de l'ETP	40
Illustration 27 : Modélisation du débit à Loubens à partir de la pluie optimale, de l'ETP et d'une composante « eau souterraine » (2 piézomètres)	40
Illustration 28 : Modélisation du débit à Loubens en tenant compte de la pluie optimale, de l'ETP, des apports de nappe ainsi que des prélèvements et du soutien d'étiage fourni par les barrages	41
Illustration 29 : Contributions relatives de la pluie, de la nappe et des lâchers de barrage (soutien d'étiage) au débit du Dropt sur la période septembre 2009-avril 2011	41
Illustration 30 : Modélisation du niveau piézométrique de l'ouvrage 08296X0022.....	42
Illustration 31 : Modélisation du niveau piézométrique de l'ouvrage 08551X0001	42
Illustration 32 : Modélisation du niveau piézométrique de l'ouvrage 08288X0015.....	43
Illustration 33 : Copies d'écran du logiciel WEAP	46
Illustration 34 : Niveaux piézométriques initiaux à Moustier	48
Illustration 35 : Distances d'impact calculées avec les valeurs de T et S déterminées à Duras (en haut) et à Monségur (en bas).....	50
Illustration 36 : Localisation des sites où les pompages d'essai et les prélèvements d'eau ont été effectués.....	51
Illustration 37 : Résultats des analyses complètes menées sur les 3 points.....	52
Illustration 38 : Diagramme de Shoeller relatif aux prélèvements effectués à Duras, Monségur et Moustier	53

Liste des tableaux

Tableau 1 : Correspondance entre les années civiles et d'études	9
---	---

Liste des annexes

Annexe 1 : Photos des points instrumentés.....	59
Annexe 2 : Sites sélectionnés en vue de la réalisation de la campagne de pompages d'essai	69
Annexe 3 : Logs des forages réalisés.....	81
Annexe 4 : Résultats des pompages d'essai.....	87
Annexe 5 : Analyses chimiques	95

1. Introduction

La présente étude s'inscrit dans le cadre de l'année 2 de la convention "Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine" signée entre l'État, la Région Aquitaine et le BRGM pour la période 2008-2013 avec le concours financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. Elle correspond au projet PSP10AQI20 et au module 4 de la convention dont l'objectif est de mettre en place des outils de gestion sur les principales nappes alluviales de la région.

Le tableau suivant permet de faire le lien entre les années civiles (en bas) et celles des années d'études des conventions successives (en haut).

		A1	A2	A3			A4	A1	A2
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011

Tableau 1 : Correspondance entre les années civiles et d'études

En année 1 de la précédente convention (2002-2006), la priorité avait été donnée à la nappe alluviale de **la Garonne** en Lot-et-Garonne. A l'issue de 3 années d'études, un outil de gestion permettant de calculer des volumes prélevables admissibles (VPA) sur des secteurs hydrogéologiques homogènes et en fonction de scénarios climatiques a été fourni aux services en charge de la gestion des prélèvements.

Parallèlement à l'étude de la nappe alluviale de la Garonne, l'étude de la nappe alluviale de **la Dordogne** a aussi été lancée en année 1 de la précédente convention. Dans la mesure où les prélèvements effectués dans cette nappe étaient mal connus, il avait été décidé d'utiliser un modèle global pour appréhender le fonctionnement de l'aquifère.

Basé sur les chroniques de pluies efficaces et de débits disponibles ainsi que sur 3 années d'enregistrement des niveaux piézométriques (2005 à 2007), le modèle établi en année 4 a permis de mieux cerner les relations entre les précipitations, le débit de la Dordogne et le niveau de l'aquifère alluvial. Il permet aussi de prévoir les niveaux piézométriques qui seront atteints en fonction des précipitations qui affecteront le système.

Conformément au cahier des charges de l'étude, une troisième nappe alluviale a été instrumentée en année 3 de la précédente convention. Il s'agit de celle **du Gave de Pau** qui est le siège de conflits d'usage entre l'AEP (la nappe permet l'alimentation en eau potable de 30 % de la population) et les activités agricoles.

La quatrième année d'étude a permis de réaliser une synthèse des données disponibles sur cette dernière nappe. La première année de la nouvelle convention a été consacrée à une étude poussée de son fonctionnement au moyen du logiciel de modélisation TEMPO développé par le BRGM.

En année 1 de la nouvelle convention, une quatrième nappe alluviale a aussi été étudiée et instrumentée. Il s'agit de celle du **Dropt**.

Le présent rapport rappelle rapidement les principaux résultats obtenus sur les 3 premières nappes alluviales et expose le travail mené au cours de la deuxième année de la nouvelle convention d'étude sur celle du Dropt.

2. Nappe alluviale de la Garonne

L'outil de gestion mis en place en année 3 de la précédente convention et son fonctionnement ont été décrits dans le rapport BRGM-RP-55243-FR.

Pour mémoire, on rappelle que ce dernier permet de calculer des volumes prélevables admissibles (VPA) sur des secteurs hydrogéologiques homogènes et en fonction de scénarios climatiques (cf. Illustrations 1 et 2).

Sur la zone d'étude considérée, il est apparu que la recharge printanière jouait un rôle primordial dans la disponibilité des ressources prélevables et qu'une recharge printanière importante (correspondant à une année quinquennale humide) était suffisante pour satisfaire tous les besoins (estimés à 5,5 millions de m³).

Dans le détail, il est aussi apparu qu'à surface égale, la disponibilité en eau était plus importante au niveau des zones 1, 2, 3 et 8 (basses terrasses et partie nord de la commune de Fauillet) et qu'elle pouvait varier au sein de chaque zone (cf. Illustration 2). Une cartographie représentant les parties à forte et à faible disponibilité complète donc les estimations de volumes prélevables (cf. Illustration 3).

Il convient enfin de noter que les VPA calculés restent entachés d'un certain degré d'incertitude. Ceci est lié au fait que les volumes prélevés par les particuliers n'ont pas été pris en compte, que les volumes agricoles retenus correspondaient à des volumes déclarés ou autorisés et non à des volumes réellement prélevés, que les flux en provenance des coteaux n'étaient pas connus et que les chroniques piézométriques prises en compte pour le calage du modèle étaient relativement courtes.

Malgré ces limites, l'outil de gestion constitue une aide précieuse lors de la phase d'autorisation des prélèvements puisqu'il propose un coefficient modulateur si la demande est plus forte que la ressource disponible.

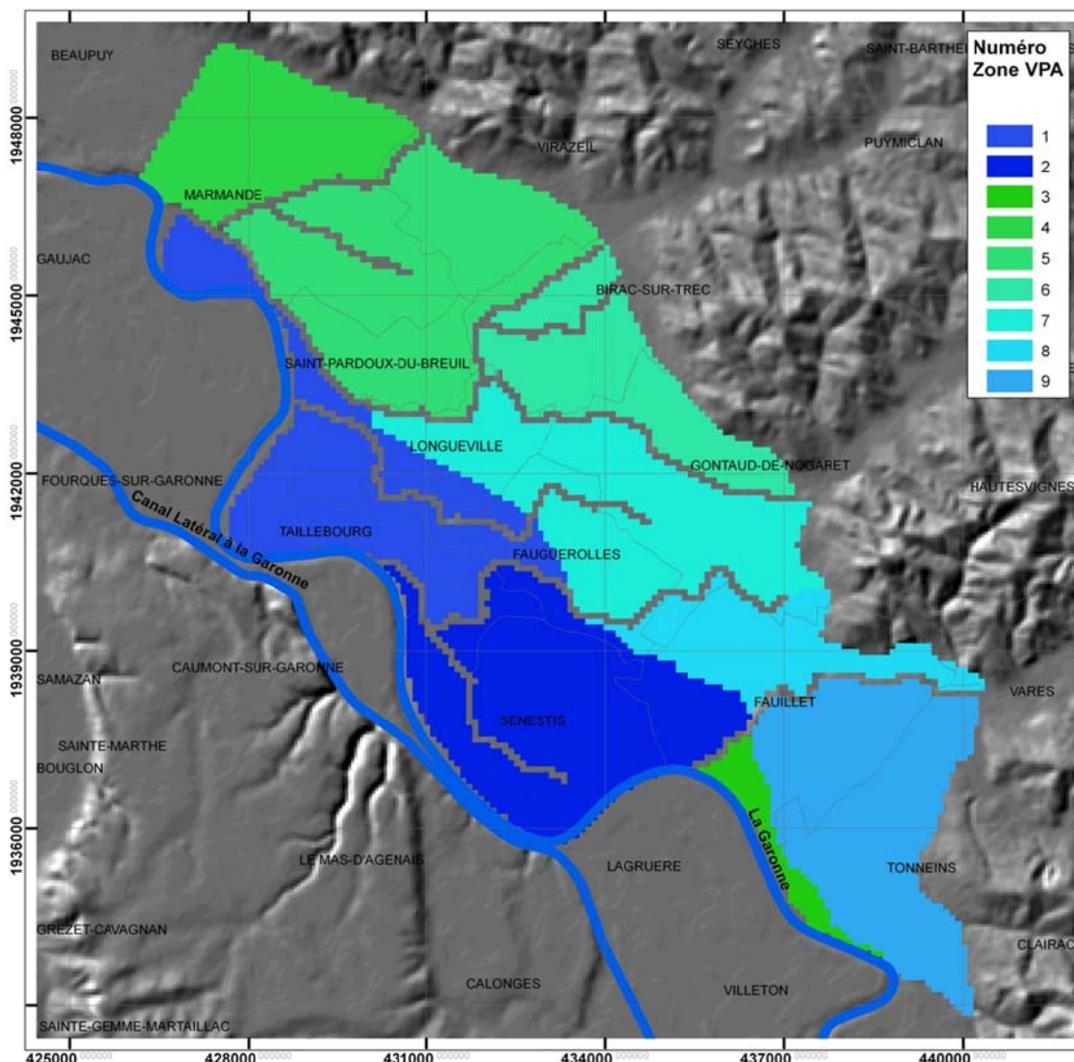


Illustration 1 : Extension des 9 zones homogènes retenues pour le calcul des Volumes Prélevables Admissibles (VPA)

Zone			1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Surface (km ²)			11.80	14.55	1.68	8.05	15.17	7.46	12.38	5.76	13.04	89.89
Saison	Type climatique	Pluie eff. (mm)										
Hiver	Quinquennal sec	98	701 911	1 751 748	242 248	296 354	507 828	301 112	481 212	424 991	510 375	5 217 779
Printemps	Moy. et quinq. sec	0										
Hiver	Quinquennal sec	98	769 224	1 784 195	243 462	334 719	603 055	323 378	537 028	432 410	544 114	5 571 584
Printemps	Quinquennal humide	16.2										
Hiver	Moyen	178	703 508	1 751 852	242 314	297 055	515 164	301 608	482 740	424 998	517 341	5 236 581
Printemps	Moy. et quinq. sec	0										
Hiver	Moyen	178	770 443	1 784 300	243 537	336 632	610 676	323 880	538 507	432 426	550 784	5 591 186
Printemps	Quinquennal humide	16.2										
Hiver	Quinquennal humide	247	705 919	1 752 101	242 399	295 432	523 408	302 404	485 155	425 037	524 818	5 256 673
Printemps	Moy. et quinq. sec	0										
Hiver	Quinquennal humide	247	772 379	1 784 547	243 620	334 858	618 078	324 656	540 830	432 464	558 418	5 609 851
Printemps	Quinquennal humide	16.2										

Illustration 2 : Répartition des Volumes Prélevables Admissibles (m³) par zones homogènes en fonction des scénarios climatiques

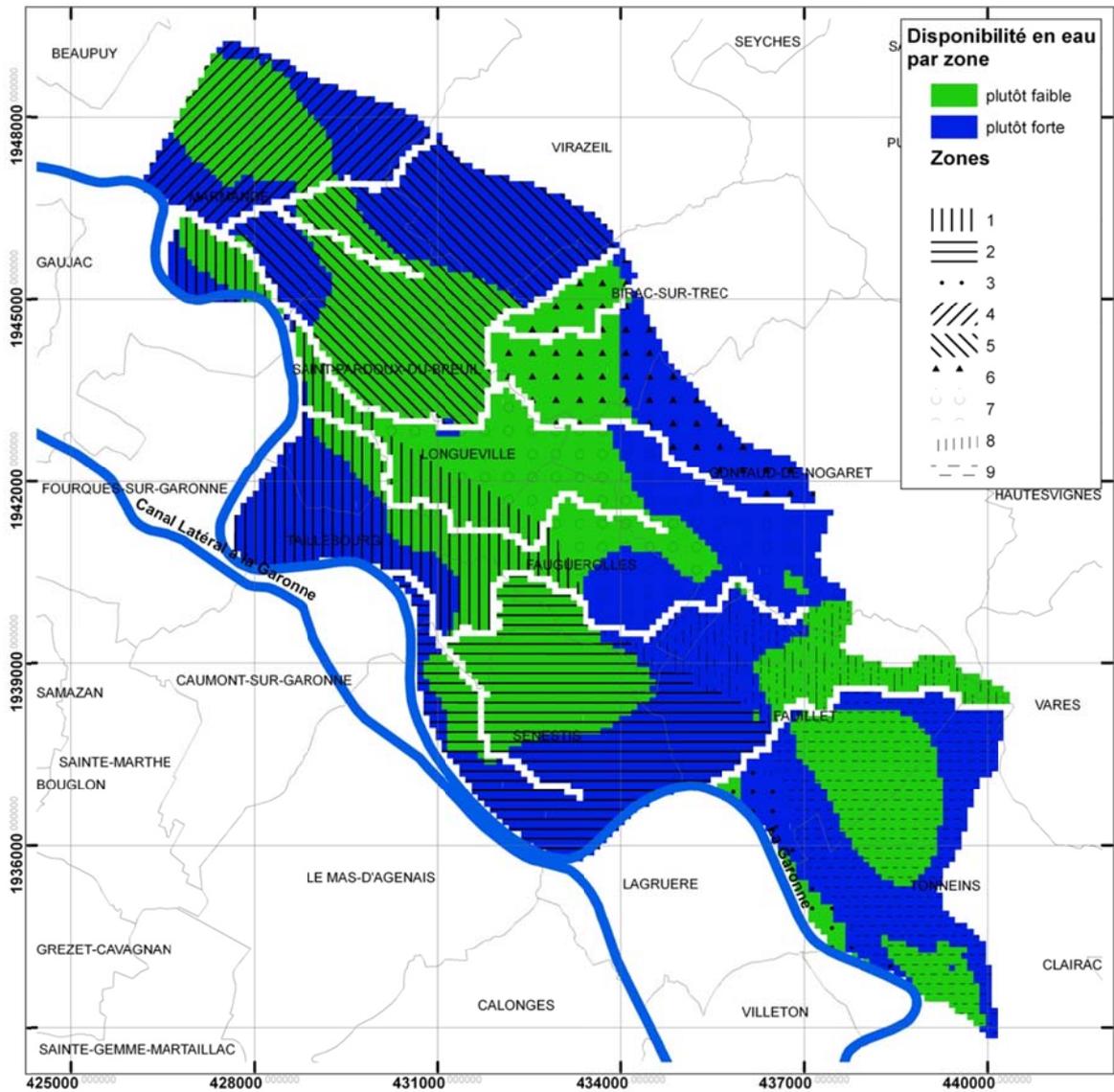


Illustration 3 : Carte de disponibilité de la ressource en eau au sein de chaque zone

3. Nappe alluviale de la Dordogne

L'étude du système Dordogne/nappe alluviale menée en année 4 de la précédente convention a comporté une approche fonctionnelle basée sur les analyses corrélatoires et spectrales, une analyse des débits classés de la Dordogne et des hauteurs piézométriques classées, une analyse du fonctionnement hydrogéologique au moyen de l'outil de modélisation TEMPO ainsi qu'une phase de simulation des débits de la Dordogne et des niveaux piézométriques (cf. rapport BRGM/RP-56523-FR).

Cette étude a montré que l'inertie des systèmes était variable (20 à 60 jours), que la réponse à un épisode de pluies efficaces était complexe (car due aux effets de la Dordogne et de l'impluvium dans des proportions variables), retardée (jusqu'à une trentaine de jours après l'évènement pluvieux) et atténuée du fait de la probable faible diffusivité des formations et que les basses terrasses étaient logiquement mieux connectées à la Dordogne que les moyennes terrasses.

L'étude a aussi montré que les débits de la Dordogne et les niveaux piézométriques étaient très peu impactés par les prélèvements agricoles effectués durant la période estivale, probablement parce que ces derniers ne représentent que de faibles pourcentages des apports de la nappe au débit de la Dordogne ainsi que des volumes totaux transitant par le cours sur cette même période.

Des calculs ont en effet permis de montrer que les prélèvements effectués sur la période estivale (du 1^{er} juin au 30 septembre) ne représentaient qu'un pourcentage compris entre 2 % ($\pm 1\%$) et 23 % ($\pm 7\%$) des apports globaux de la nappe au débit de la Dordogne entre Cénac et Gardonne.

Exprimés par rapport au volume d'eau total transitant par le cours d'eau durant la période estivale, les volumes prélevés dans la nappe ne représenteraient en moyenne que 1.7 % des volumes d'eau qui s'écoulent dans la Dordogne (entre 0.9% ($\pm 0.2\%$) et 3.5% ($\pm 0.7\%$), selon les cycles hydrologiques).

L'utilisation du logiciel TEMPO a ensuite permis de définir les modèles de transfert des 3 piézomètres de référence (Allès, Siorac et La Force) et de calculer les niveaux d'eaux correspondants à différentes périodes de retour au 15 de chaque mois sur la période 15 juin-15 septembre (cf. illustrations 4 et 6). La même approche a été menée sur les débits à Gardonne et à Cénac (cf. Illustration 5 et 6).

En première approche, les cotes piézométriques pour des périodes de retour égales à 10 ans ont été assimilées à des piézométries objectif d'été.

Au final, la nappe alluviale de la Dordogne est apparue comme un secteur où il n'existe pas de réel problème quantitatif, ce qui était supposé mais non démontré au moment du lancement de l'étude. Les gestionnaires disposent à présent des éléments techniques le prouvant.

Dans ces conditions, une restriction des prélèvements n'est pas apparue nécessaire. Des recommandations ont toutefois été formulées pour qu'ils soient mieux connus.

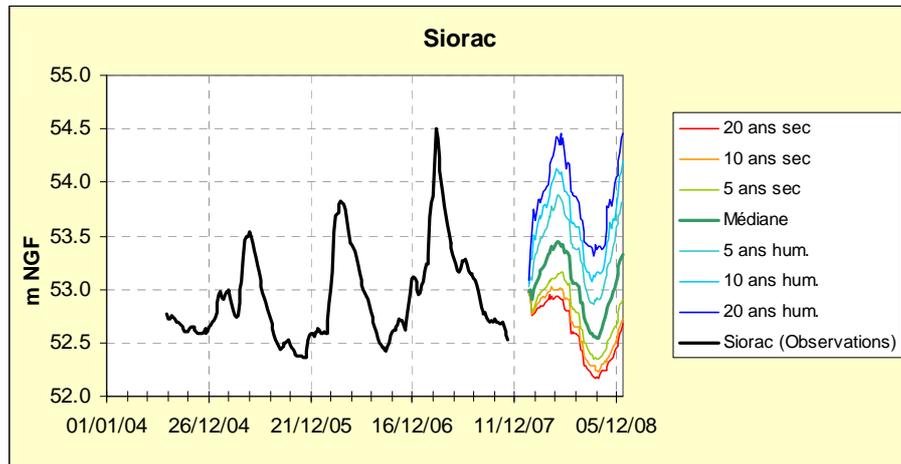
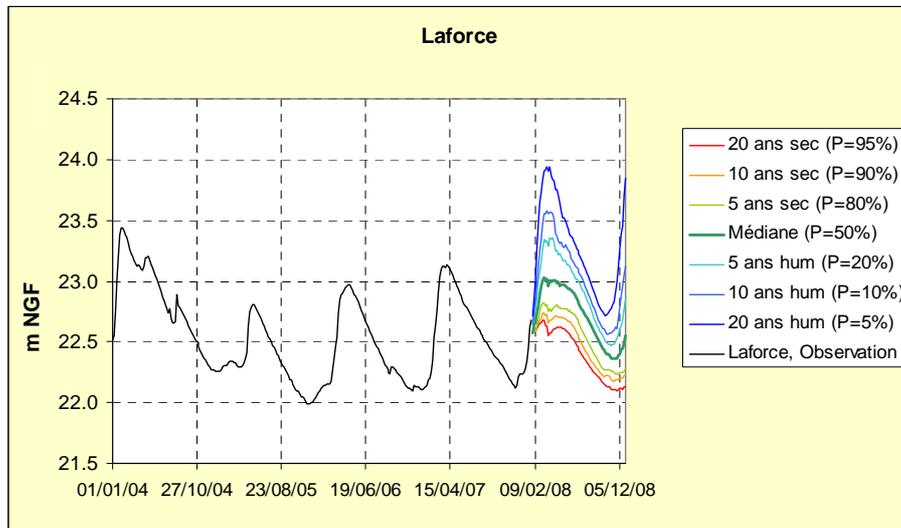
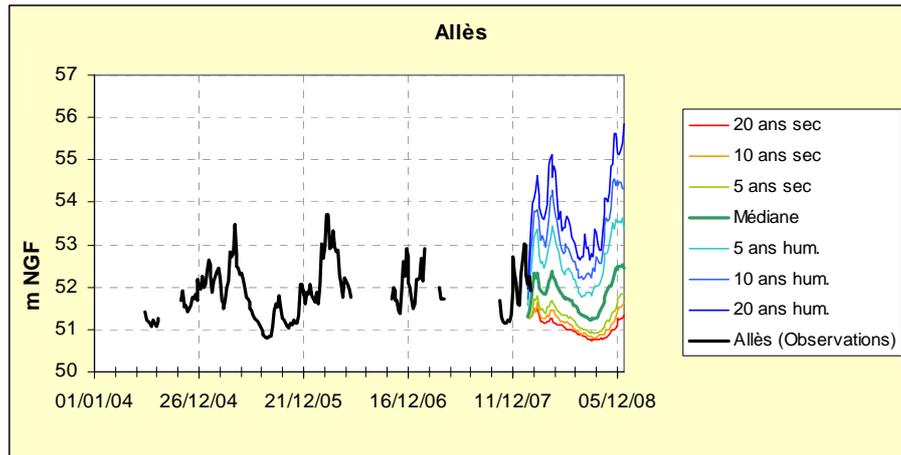


Illustration 4 : Modèles de transfert d'Allès, Laforce et Siorac en mode prévisionnel : représentation des niveaux piézométriques de l'aquifère pour différentes probabilités d'occurrence

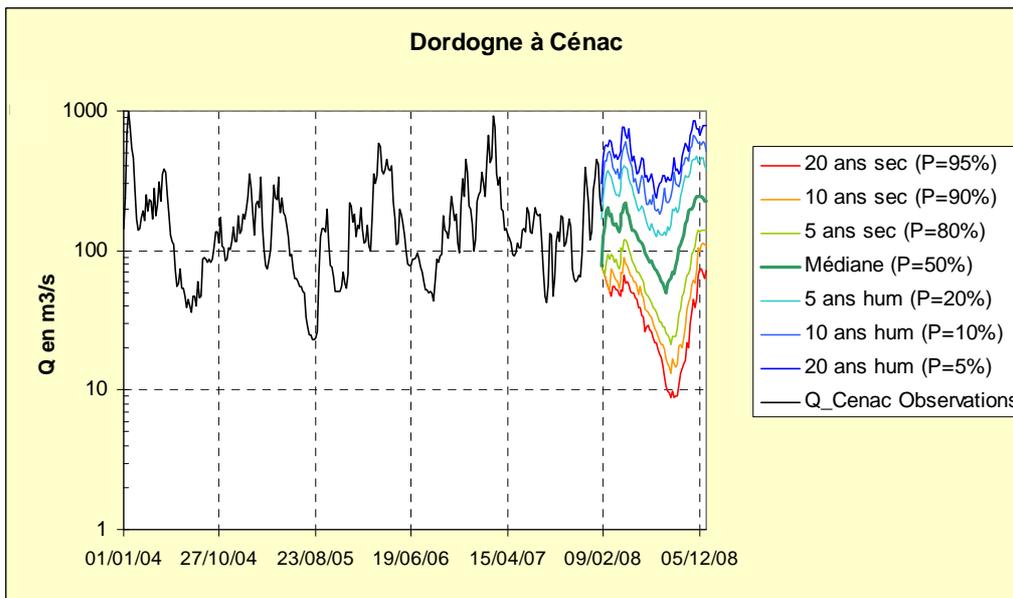
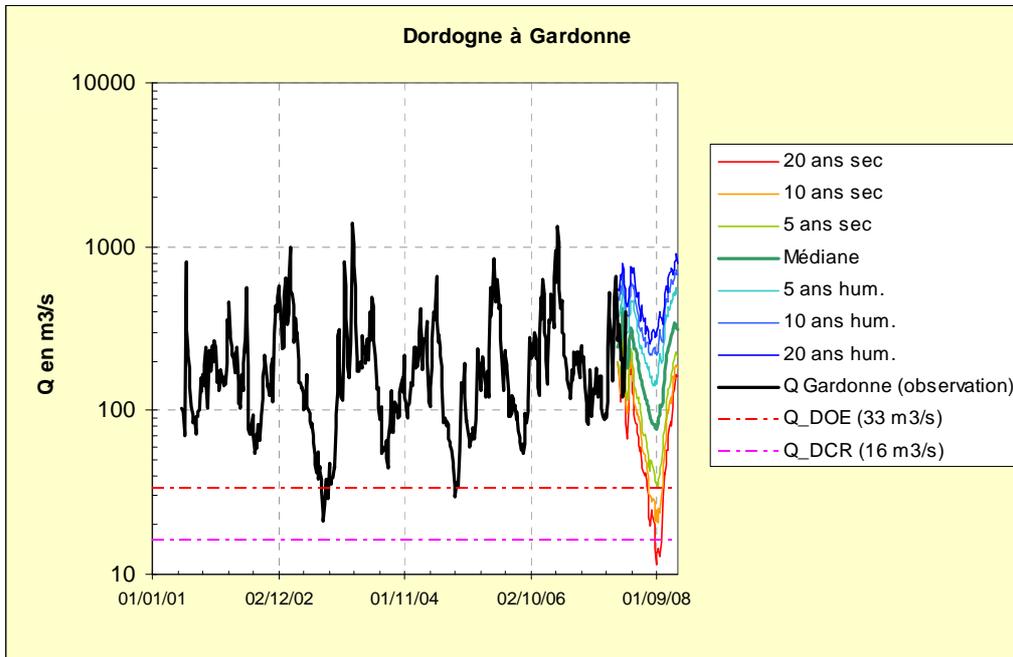


Illustration 5 : Modèles de transfert « Débits de la Dordogne à Gardonne et à Cénac » en mode prévisionnel : représentation des débits de la Dordogne à Gardonne et à Cénac pour différentes probabilités d'occurrence (échelle semi- logarithmique)

Station piézométrique ou hydrométrique	Valeurs des décennaux Sec	Valeurs des quinquennaux Sec	Valeurs des Médians	Valeurs des quinquennaux Humide	Valeurs des décennaux Humide
	15-juin 15-juil 15-aout 15-sept	15-juin 15-juil 15-aout 15-sept	15-juin 15-juil 15-aout 15-sept	15-juin 15-juil 15-aout 15-sept	15-juin 15-juil 15-aout 15-sept
Allès-sur-Dordogne 08076X0043/P (m)	51.2 51.0 50.9 50.8	51.3 51.1 51.0 50.9	51.7 51.5 51.3 51.3	52.4 52.0 51.8 51.9	53.7 52.8 53.3 52.7
Siorac (m) 08077X0022 (m)	52.9 52.7 52.4 52.3	53.0 52.8 52.5 52.4	53.4 53.1 52.7 52.6	53.7 53.4 53.1 52.9	53.9 53.6 53.2 53.1
Laforce (m) 08065X0010 (m)	22.7 22.5 22.4 22.3	22.7 22.7 22.5 22.4	22.9 22.8 22.7 22.6	23.1 23.0 22.9 22.7	23.2 23.1 22.9 22.8
Dordogne à Cénac (m ³ /s)	46 30 21 16	60 39 28 24	106 77 58 71	196 145 130 196	326 252 228 282
Dordogne à Gardonne (m ³ /s)	59 39 29 25	74 54 44 38	145 105 81 91	221 177 142 185	307 258 238 244

Illustration 6 : Synthèse des résultats des modèles prévisionnels pour certaines dates des mois d'été en fonction de la probabilité d'occurrence

4. Nappe alluviale du Gave de Pau

En année 1 de la nouvelle convention, le fonctionnement de la nappe alluviale du Gave de Pau a été appréhendée par une analyse préalable des données disponibles, par la mise en œuvre d'analyses corrélatoires, par l'analyse des débits et des hauteurs classés et par une modélisation TEMPO (cf. rapport BRGM/RP-57811-FR).

Cette approche a permis de montrer que le système était soumis à des précipitations régulières et abondantes présentant un maximum en novembre et un minimum sur la période juin/juillet/août.

Il est apparu que les niveaux piézométriques et les débits n'étaient pas bien corrélés avec les pluies avec pour cause possible, le stockage des précipitations sous forme de neige dans la partie montagneuse du bassin versant durant la période hivernale.

Il est aussi apparu que les variations piézométriques et de débit étaient bien corrélées et présentaient une double cyclicité (annuelle et biannuelle) liée au régime du cours d'eau qui se caractérise par 2 périodes de basses eaux à 6 mois d'intervalle.

La modélisation mise en œuvre a montré que les prélèvements d'eau souterraine effectués dans la nappe alluviale du Gave de Pau n'engendraient pas de modification de l'hydrodynamique du cours d'eau. Cette observation est confortée par les faibles pourcentages que représentent les prélèvements par rapport aux volumes d'eau transitant dans le cours d'eau durant l'année ou durant la période mai/août. Les prélèvements représentent en effet moins de 1 % des volumes d'eau transitant dans le cours d'eau quelle que soit la période considérée.

La modélisation TEMPO a aussi permis de montrer que :

☞ les contributions relatives moyennes de la pluie, de la piézométrie et de la fonte des neiges au débit du Gave de Pau étaient respectivement de 40, 45 et 15 % (cf. Illustration 7),

☞ les apports de la nappe variaient dans un rapport de 1 à 2 entre septembre (25 m³/s) et mai (50 m³/s) mais représentaient un pourcentage quasi constant (de l'ordre de 50 %) du débit du Gave au fil des mois (cf. Illustration 8),

☞ la distance maximale à partir de laquelle le cours d'eau ne semblait plus avoir d'impact sur le fonctionnement de la nappe alluviale était de l'ordre de 1000 m.

Au final, l'approche globale menée n'a pas mis en évidence de réels problèmes quantitatifs, les prélèvements ne représentant qu'une faible partie des volumes s'écoulant dans le cours d'eau. Dans ces conditions, il n'a pas été jugé nécessaire de mettre en place un quelconque outil visant à réduire les prélèvements de façon systématique.

Concernant le fonctionnement de l'hydrosystème, il semble que le cours d'eau et la nappe soient particulièrement bien connectés, ce qui permet des échanges dans les 2 sens comme le suggèrent les cartes piézométriques disponibles.

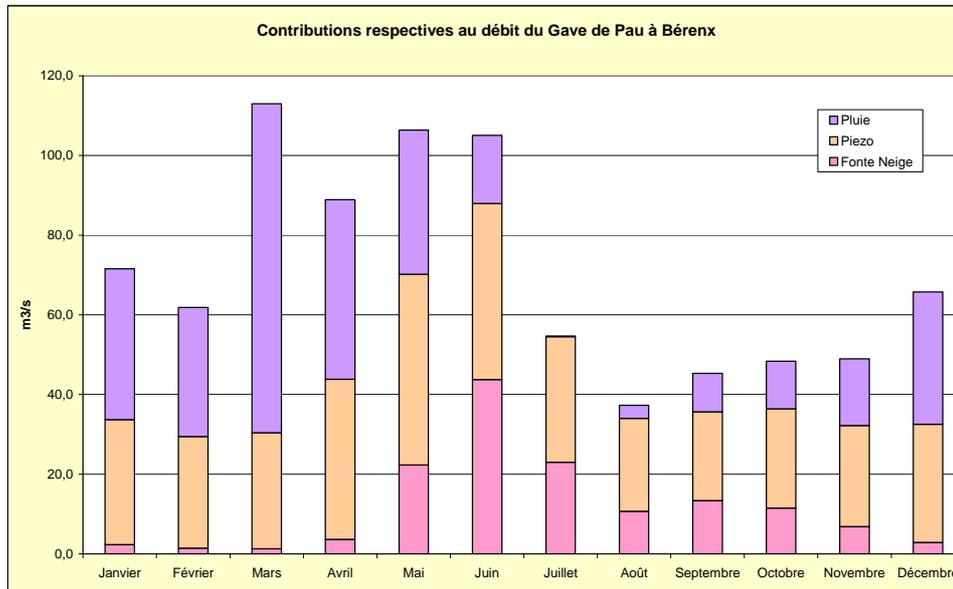


Illustration 7: Evolution mensuelle moyenne des contributions respectives de la pluie, de la piézométrie et de la fonte des neiges pour le modèle de la station de Lescar

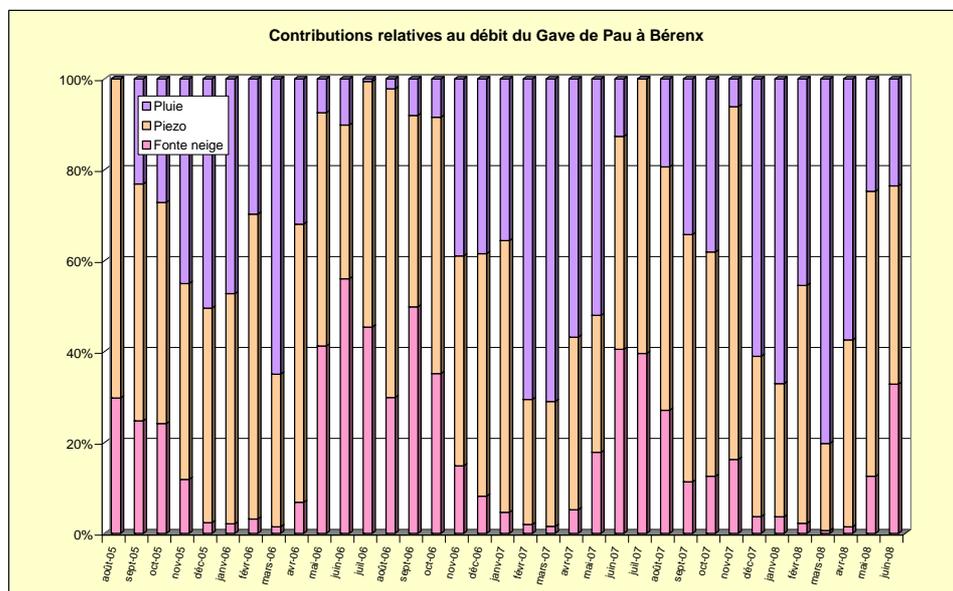


Illustration 8 : Evolution mensuelle des contributions respectives en pourcentages de la pluie, de la piézométrie et de la fonte des neiges pour le modèle de la station de Lescar

5. Nappe alluviale du Dropt

5.1. RAPPELS SUR LA ZONE D'ETUDE ET OBJECTIF DE LA DEMARCHE

La nappe alluviale du Dropt constitue le 4^{ème} site étudié dans le cadre du module 4 (cf. Illustration 9). On rappelle que la sélection de cet aquifère est liée aux faits :

- que le cours d'eau était jusqu'à présent classé par le SDAGE Adour Garonne dans la catégorie des « cours d'eau déficitaires et rivières réalimentées en période d'étiage » et qu'il fait l'objet d'un plan de Gestion des Etiages (PGE) depuis septembre 2003,
- que l'aire géographique du PGE Dropt (1346 km²) ne concerne que la région Aquitaine et 3 de ses départements : la Dordogne, le Lot-et-Garonne et la Gironde,
- que le cours d'eau et la nappe sont réalimentés en période estivale par une série de 5 barrages dont la capacité totale de stockage est de l'ordre de 15 millions de m³,
- que la nappe d'accompagnement ne se limite pas aux alluvions mais comprend également une partie de l'encaissant,
- que la nappe alluviale, qui est pour l'instant essentiellement utilisée pour les besoins de l'agriculture, pourrait représenter une ressource de substitution intéressante pour l'AEP.

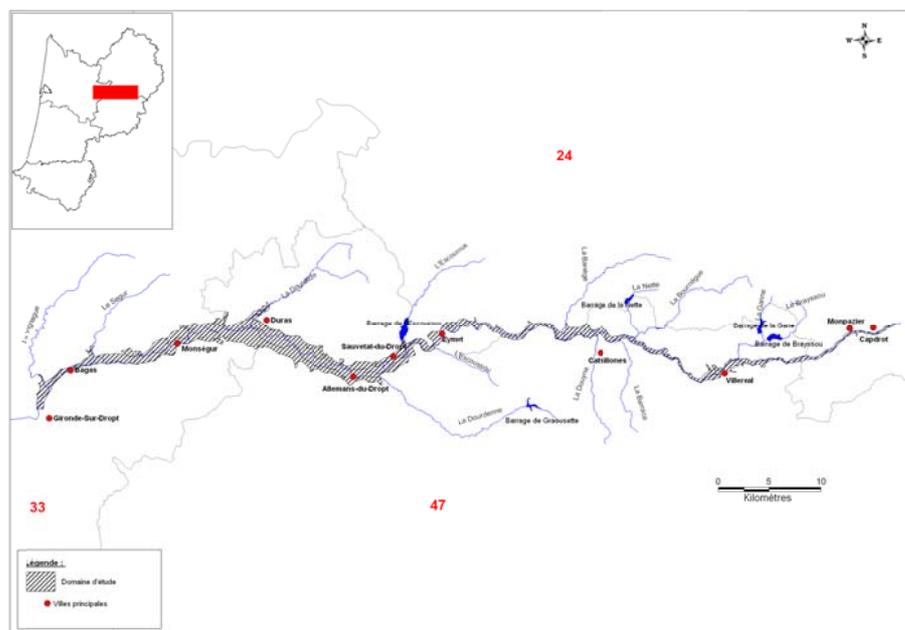


Illustration 9 : Localisation de la zone d'étude

La nappe alluviale a fait l'objet d'une caractérisation dans le rapport BRGM/RP-57811-FR (année 1 de la convention). On retiendra :

☞ que le Dropt s'écoule des contreforts du Massif Central jusqu'aux basses terres de la Garonne. Il traverse d'Est en Ouest des formations de natures et d'âges différents allant du Crétacé supérieur (à l'est) à l'Oligocène inférieur (à l'ouest).

☞ que les alluvions qui se répartissent en 2 niveaux de terrasses (basses et moyennes) présentent un caractère argileux du fait de la nature molassique du substratum. Leur géométrie a été appréhendée au moyen de cartes isohypses (toit du substratum) et isopaches (épaisseur des formations quaternaires) qui restent entachées d'un grand degré d'incertitude compte tenu du peu de données géologiques disponibles et de leur répartition non homogène au sein du domaine alluvial.

☞ que la recharge de la nappe alluviale est principalement assurée par l'infiltration des précipitations efficaces. Elle représente un volume annuel d'environ 15 millions de mètres cubes calculé en multipliant la moyenne inter-annuelle 2002-2007 des précipitations efficaces observées sur les stations de Saint-Sulpice-de Pommiers, d'Eymet et d'Issigeac (environ 200 mm) par la surface du réservoir alluvial (environ 80 km²) et par un coefficient pondérateur de 0.9.

☞ que le ruissellement de l'eau de pluie sur les coteaux imperméables ainsi que les sources issues des calcaires intra-molassiques contribuent aussi à alimenter la nappe alluviale mais dans des proportions difficiles à évaluer.

☞ qu'en l'absence de données piézométriques de référence, 8 ouvrages ont été équipés de dispositifs d'enregistrement des niveaux d'eau en juillet 2009. Parallèlement à ces équipements, des mesures piézométriques ont été effectuées en février 2009 sur 60 puits appartenant à des particuliers. L'esquisse piézométrique qui a pu être établie à partir de ces données montre que les niveaux piézométriques suivent la topographie et diminuent d'amont en aval.

☞ que d'un point de vue de la qualité de l'eau, les mesures réalisées in-situ dans les puits des particuliers en février 2009 ont montré que la nappe alluviale se caractérisait par des conductivités relativement élevées (valeur moyenne = 867 µS/cm), des pH proches de la neutralité et des teneurs en nitrates importantes (un tiers des points contrôlés ont en effet présenté des teneurs supérieures à 50 mg/l).

☞ que d'un point de vue des prélèvements, seuls 370 000 m³ auraient été prélevés en 2008 dans la nappe alluviale. Ils correspondent exclusivement à des prélèvements agricoles qui se rajoutent à ceux qui sont directement effectués dans le cours d'eau ou les retenues collinaires (10 à 11 millions de m³).

En année 2 de la convention (objet du présent rapport), il était prévu de poursuivre les mesures sur les 8 enregistreurs de niveau d'eau positionnés le long du Dropt (cf. illustration 10 et Annexe 1) et d'utiliser ces données ainsi que les débits mesurés sur la station hydrométrique de Loubens (33) et les données climatologiques (pluie et ETP) pour modéliser le fonctionnement de l'hydrosystème.

Les investigations menées en année 1 de la convention ayant mis en évidence l'absence totale de références en matière de paramètres hydrodynamiques, une campagne de pompages d'essai visant à mieux connaître ces paramètres (transmissivité et coefficient d'emmagasinement) a aussi été proposée.

Les valeurs ainsi définies seront injectées dans le logiciel BRGM CONEXMIN pour ébaucher une délimitation de la nappe d'accompagnement et définir les distances au cours d'eau à partir desquelles les pompages n'ont plus d'influence significative sur le réseau hydrographique de surface.

Les tests n'ayant pu se dérouler sur les périodes prévues (72 h) en raison de la nature peu perméable des alluvions, il a été décidé de procéder à une caractérisation chimique de la nappe plus poussée que celle réalisée en année 1. Pour ce faire, des analyses similaires à celles qui sont recommandées par l'Agence de l'Eau dans le cadre du suivi des réseaux départementaux ont été réalisées sur les points d'eau ayant fait l'objet des pompages d'essai.

5.2. CARACTERISATION DU FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE

5.2.1. Présentation et analyse des données disponibles

Le fonctionnement de l'hydrosystème a été appréhendé sur la base de l'analyse :

- des pluies journalières enregistrées à Issigeac (24) par Météo France et à Latresne (33) par l'INRA sur la période 2001-2010
- de l'ETP journalière enregistrée à Bergerac par Météo France et à Latresne par l'INRA en l'absence d'autres postes de références situés à proximité de la zone d'étude sur la période 2001-2010
- des débits journaliers enregistrés par la DREAL à Loubens (partie avale du Dropt) sur la période 2001-2010
- des enregistrements effectués sur les 8 puits et forages équipés pour les besoins de l'étude (cf. illustration 10)

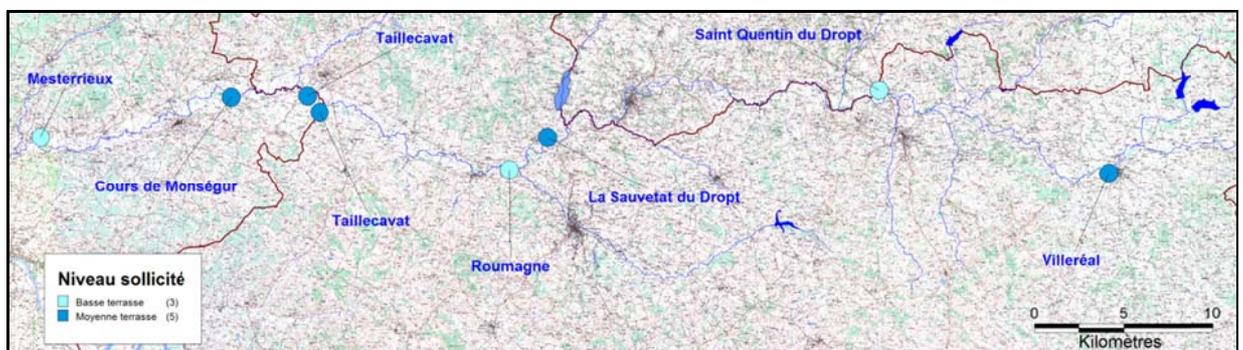


Illustration 10 : Localisation des puits et forages équipés d'enregistreurs

Les illustrations 11 et 12 représentent l'évolution de la pluie et de l'ETP sur les 3 postes retenus (Issigeac et Latresne pour les pluies et Latresne et Bergerac pour l'ETP).

Il apparaît que les pluies ont été en moyenne plus abondantes à Issigeac (moyenne de 765.9 mm sur la période considérée) qu'à Latresne (moyenne de 727 mm sur la même période). Du point de vue de l'ETP, on constate que l'ETP mesurée à Latresne a été systématiquement plus importante que celle mesurée à Bergerac sur la période 2001-2008 et plus faible sur la période 2009-2010.

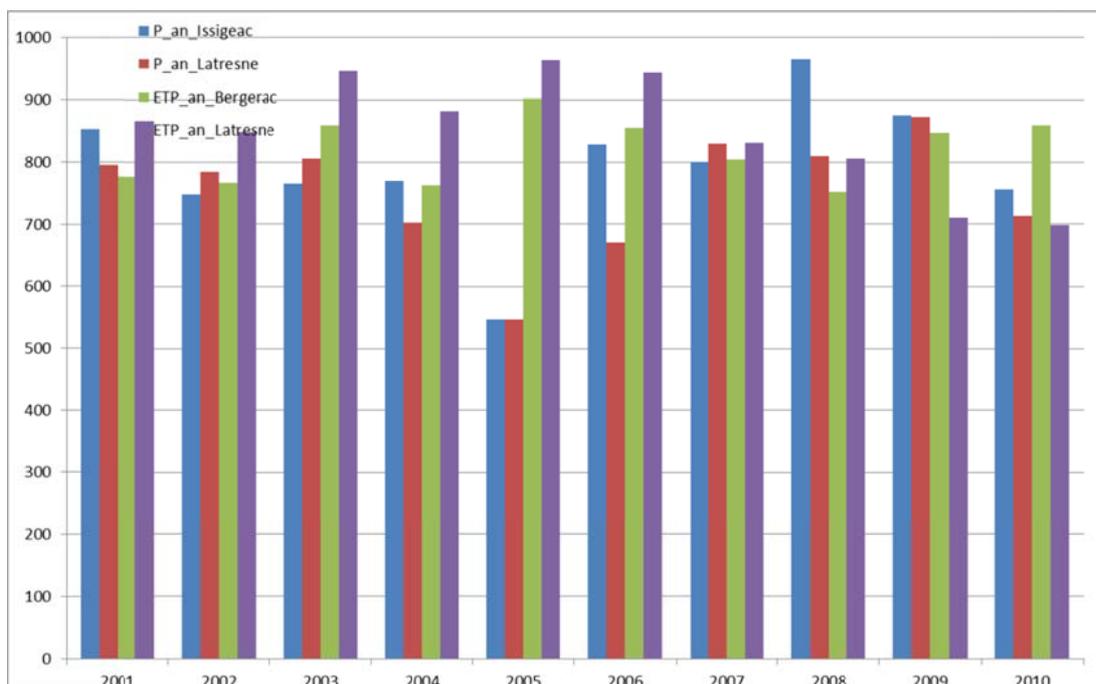


Illustration 11 : Evolution de la pluie et/ou de l'ETP à Issigeac, Latresne et Bergerac sur la période 2001-2010 (graphe)

	P_an_Issigeac	P_an_Latresne	ETP_an_Bergerac	ETP_an_Latresne	ETP Latresne - ETP Bergerac
2001	851.9	794.5	776.4	865.8	89.4
2002	746.6	784.6	765.7	848.6	82.9
2003	763.9	805.8	859.3	945	85.7
2004	767.8	702	761.8	882.3	120.5
2005	547.2	546.8	901.3	962.9	61.6
2006	828.4	670	854.6	943.6	89
2007	800	829.4	803.8	831.2	27.4
2008	964.4	809.1	751.5	806	54.5
2009	875.2	872.5	847.3	709.5	-137.8
2010	755.6	712.5	859.6	697.9	-161.7

Illustration 12 : Evolution de la pluie et/ou de l'ETP à Issigeac, Latresne et Bergerac sur la période 2001-2010 (données)

L'examen plus précis de l'ETP relative aux 2 postes montre que les ETP mensuelles sont bien corrélées entre elles sur les 2 périodes précédemment identifiées. Les pentes des droites de corrélation sont toutefois très différentes (1.19 pour la période 2001-2008 et 0.93 pour la période 2008-2010).

Un déplacement du site de mesure de l'ETP sur le site de l'INRA à Latresne et/ou l'utilisation d'une méthode de calcul de l'ETP différente entre 2008 et 2009 constituent des hypothèses (non validées) pour expliquer ce phénomène.

Compte tenu de cette observation, seule l'ETP mesurée à Bergerac par Météo France a été retenue pour la suite du travail.

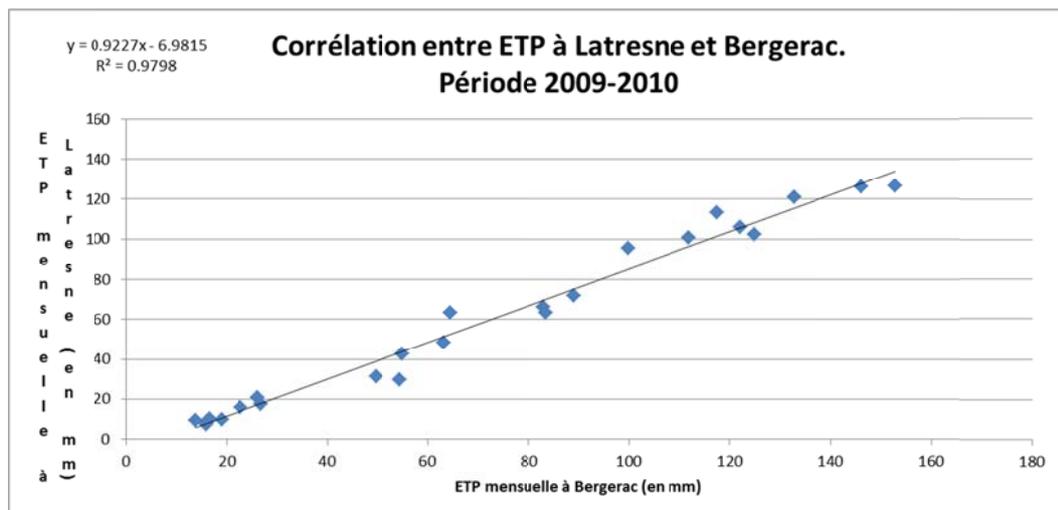
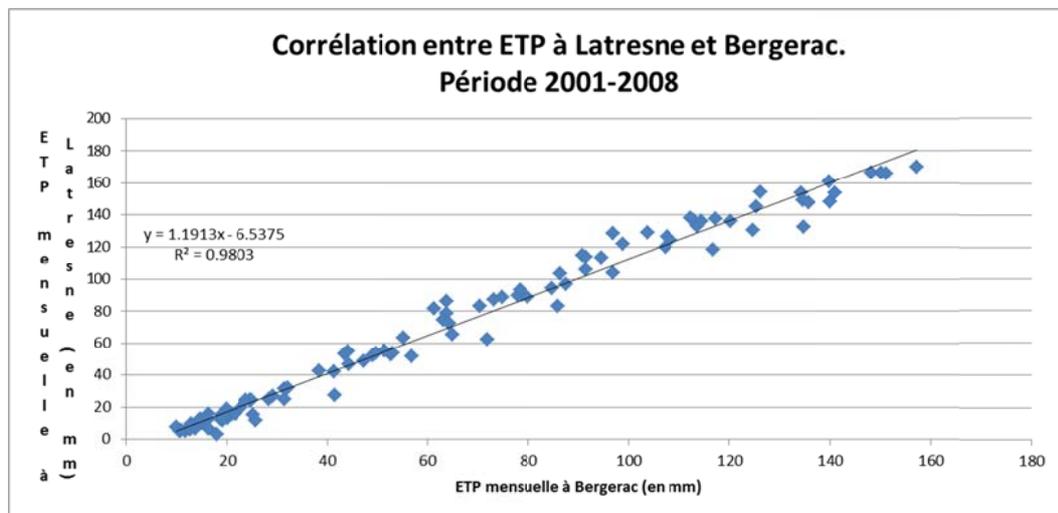


Illustration 13 : Corrélations entre les ETP mesurées à Bergerac et Latresne sur les périodes 2001-2008 et 2009-2010

Préalablement à l'utilisation des données météorologiques dans le cadre de la modélisation des débits et des niveaux piézométriques, des tests statistiques (Pettitt, Hubert, Mann-Kendall...) ont été mis en œuvre pour identifier d'éventuelles tendances ou ruptures dans les séries. Logiquement, aucune structuration des données n'a pu être mise en évidence sur les pluies enregistrées à Latresne et Issigeac ainsi que sur l'ETP enregistrée à Bergerac.

Les pluies efficaces ont ensuite été calculées avec une réserve utile de 35 mm (valeur estimée dans le rapport BRGM-57811-FR à partir de la quantité de pluie induisant une réaction du cours d'eau en période estivale). L'illustration 14 représente les résultats obtenus pour Issigeac. Il apparaît que les cumuls varient dans un rapport de 1 à 4 sur la période avec un minimum observé en 2001-2002 (111.4 mm) et un maximum observé en 2003-2004 (381.9 mm).

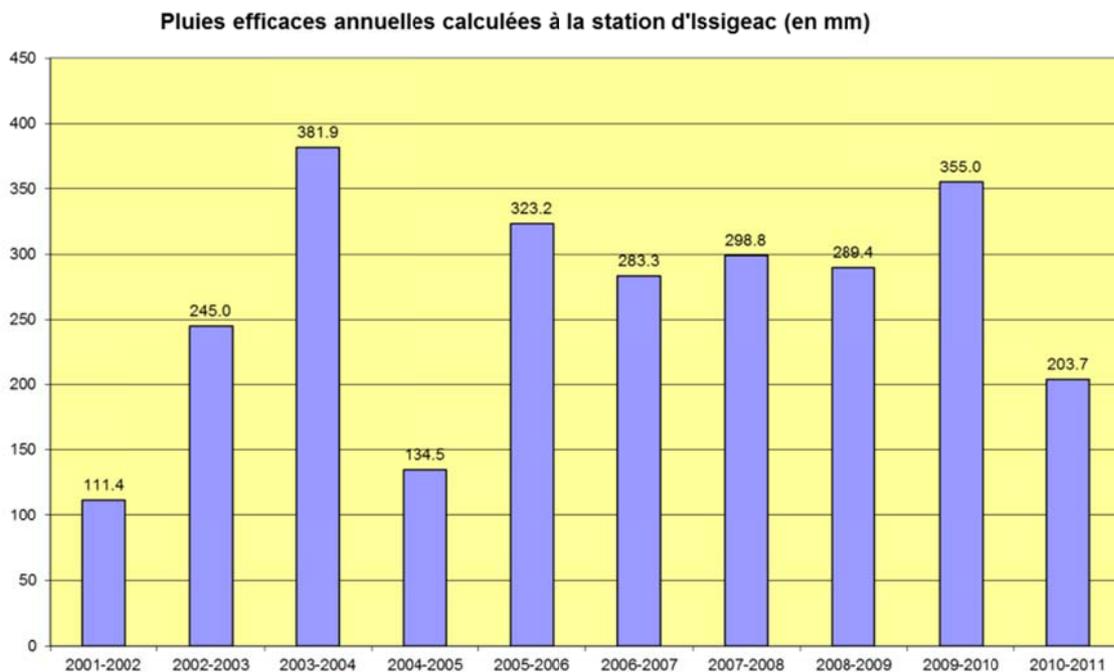


Illustration 14 : Pluies efficaces sur le poste d'Issigeac sur la période 2001-2011

D'un point de vue de l'hydrométrie, les débits du Dropt ont été enregistrés à Loubens sur les périodes 1971-1981 et 2001-2011. Pour les besoins de l'étude, seuls les enregistrements relatifs à la période 2001-2011 ont été retenus. Ils sont représentés sur l'illustration 15.

Sur la période considérée, le débit n'a jamais dépassé 80 m³/s. Le QMNA (débit mensuel minimal annuel) représente, quant à lui, 0.47 m³/s (médiane = 0.514 m³/s).

Il est à noter que cette valeur est quasiment 2 fois supérieure au QMNA estimé entre 1971 et 1981 (0.258 m³/s, médiane = 0.196 m³/s), période à laquelle les barrages n'étaient pas encore construits.

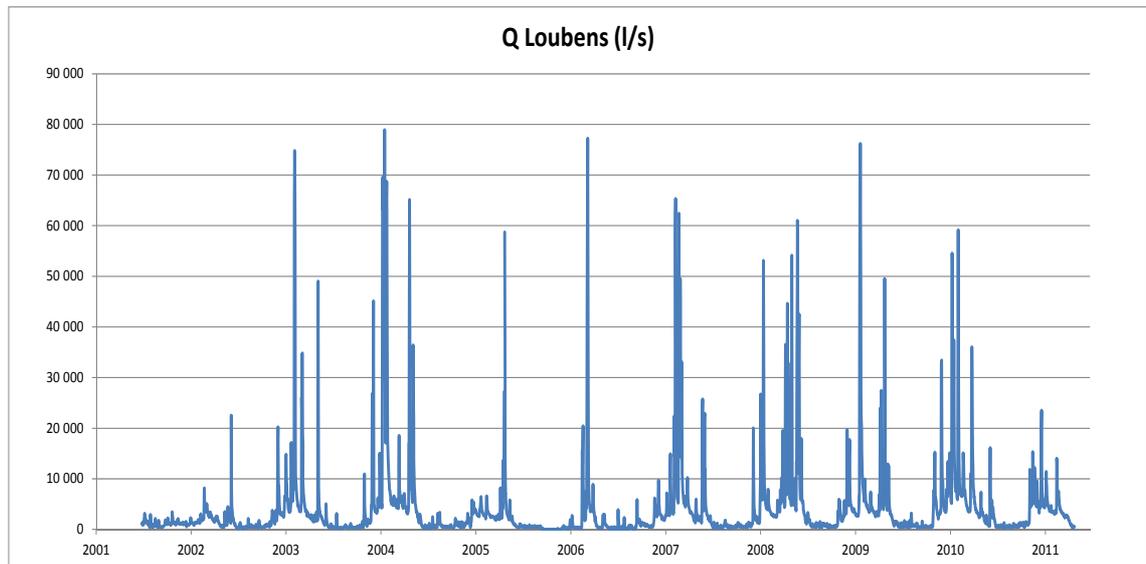


Illustration 15 : Débits journaliers enregistrés sur la station de Loubens sur la période 2001-2011

	P Issigeac (mm)	P_Latresne (mm)	Popt (mm)	Peff Iss (mm)	Peff Lat (mm)	Peff opt (mm)	Lame d'eau Loubens (mm)	%	QMNA (m3/s)
2001-2002	659.1	644.2	651.7	111.4	93.3	77.1	40.2	36.1%	0.448
2002-2003	737.6	800.4	769.0	245.0	320.7	266.3	106.2	43.3%	0.434
2003-2004	839.0	818.8	828.9	381.9	342.1	358.1	181.7	47.6%	0.549
2004-2005	532.5	501.8	517.2	134.5	134.1	131.5	59.8	44.5%	0
2005-2006	860.2	747.2	803.7	323.2	300.9	292.1	51.2	15.8%	0.228
2006-2007	834.4	836.2	835.3	283.3	294.5	274.6	124.1	43.8%	0.496
2007-2008	858.1	706.0	782.1	298.8	194.2	244.6	145.1	48.6%	0.684
2008-2009	810.8	807.5	809.2	289.4	335.9	309.9	120.7	41.7%	0.532
2009-2010	761.1	681.0	721.1	355.0	306.9	321.6	142.2	40.0%	0.546

Illustration 16 : Comparaison des pluies efficaces et de la lame d'eau écoulée à Loubens

L'illustration 16 montre que la lame d'eau écoulée à Loubens représente un pourcentage compris entre 36.1 et 48.6 % des pluies efficaces s'il l'on ne tient pas compte de l'année hydrologique 2005-2006 qui se caractérise par une valeur anormalement basse.

Ces faibles pourcentages peuvent traduire le fort impact des prélèvements réalisés pour l'AEP et l'irrigation ou un autre phénomène qu'il conviendra d'identifier. En tout cas, l'évaporation depuis les plans d'eau des 5 barrages (évaluée à 2 Mm³/an sur 2.7 km²) ne peut pas expliquer l'écart constaté entre les pluies efficaces et la lame d'eau écoulée à Loubens.

L'illustration 17 qui représente la corrélation entre les pluies efficaces à Issigeac et la lame d'eau écoulée à Loubens confirme le caractère anomal de l'année 2005-2006 au cours de laquelle un détarage de la station a pu intervenir. La valeur anormale de la lame d'eau écoulée n'est en tout cas pas due à une absence de données. Il est enfin à noter que le débit moyen annuel relatif à l'année hydrologique 2004-2005 n'était pas disponible sur la banque HYDRO (raisons non précisées).

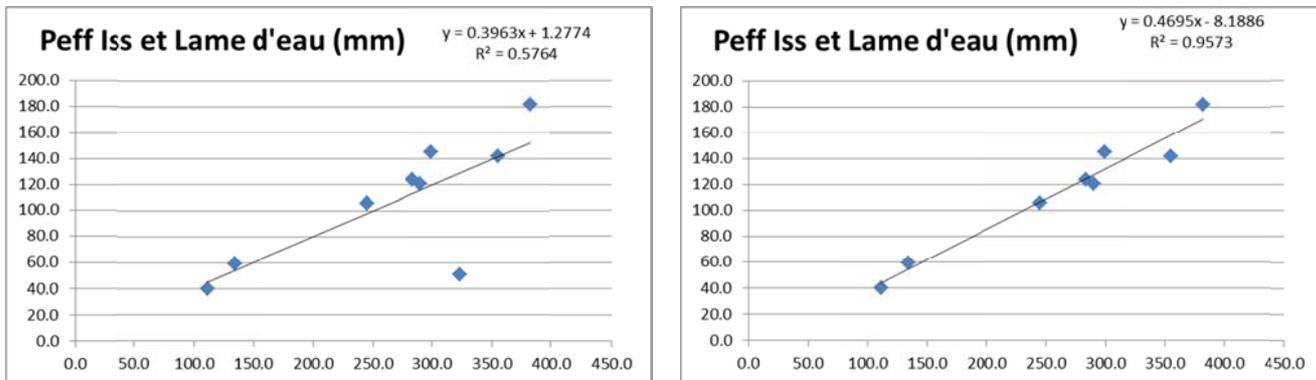


Illustration 17 : Corrélations entre les pluies efficaces à Issigeac et la lame d'eau écoulée à Loubens en tenant compte (graphique de gauche) ou pas (graphique de droite) de l'année 2005-2006

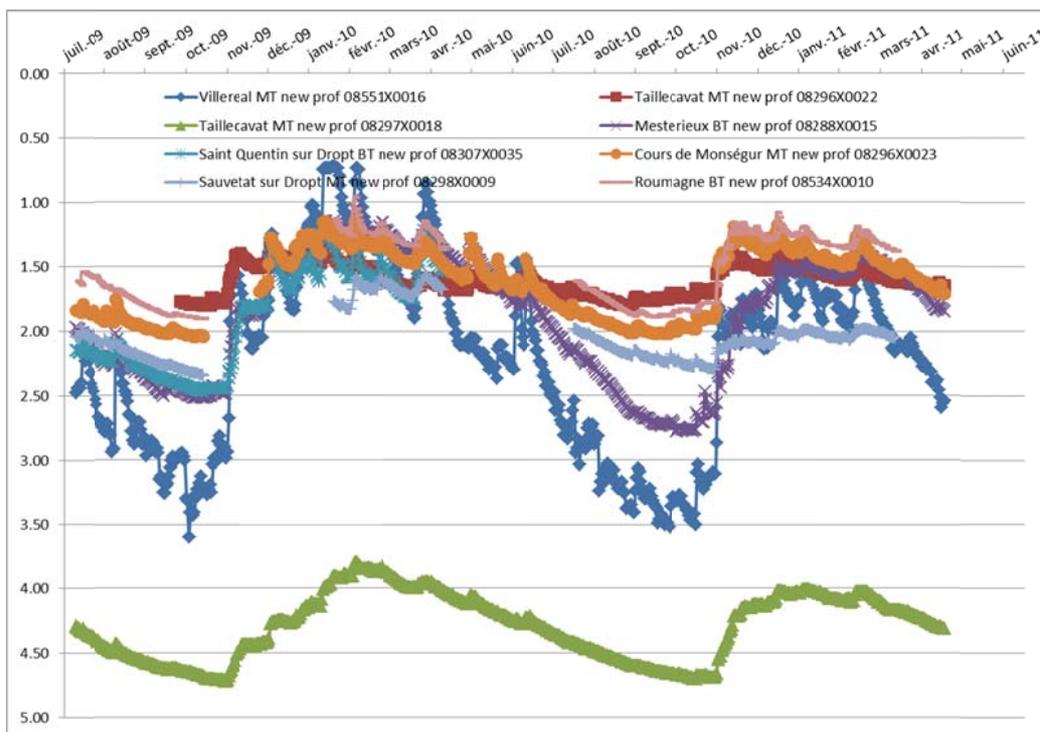


Illustration 18 : Evolution des profondeurs du niveau d'eau dans les 8 puits et forages équipés pour les besoins de l'étude

D'un point de vue des eaux souterraines, 8 points d'eau ont fait l'objet d'enregistrements sur la période juillet 2009-avril 2011 (cf. illustration 18). Sur la période étudiée, les fluctuations piézométriques sont restées inférieures à 1,5 m sauf sur l'ouvrage 08551X0016 de Villereal (implanté dans la moyenne terrasse) dont le niveau a varié de plus de 2,5 m.

Variables	08551X0016MT	08296X0022MT	08297X0018MT	08288X0015BT	08296X0023MT	08298X0009MT	08534X0010BT
08551X0016	1	0.867	0.963	0.972	0.958	0.838	0.966
08296X0022	0.867	1	0.795	0.773	0.940	0.536	0.902
08297X0018	0.963	0.795	1	0.984	0.938	0.865	0.960
08288X0015	0.972	0.773	0.984	1	0.917	0.858	0.944
08296X0023	0.958	0.940	0.938	0.917	1	0.724	0.993
08298X0009	0.838	0.536	0.865	0.858	0.724	1	0.777
08534X0010	0.966	0.902	0.960	0.944	0.993	0.777	1

Illustration 19 : Coefficients de corrélation calculés pour les différentes chroniques piézométriques (teintes rouges : faibles valeurs, teintes bleues : fortes valeurs, cases vertes : lacunes importantes)

L'illustration 19 récapitule les coefficients de corrélation qui caractérisent les couples de piézomètres. Il est à préciser que l'ouvrage de Saint Quentin du Dropt (08307X0035) n'a pas été pris en compte pour établir ce tableau dans la mesure où cet ouvrage a dû être déséquipé en cours d'étude (le15/04/10) pour respecter les souhaits du propriétaire.

Il apparaît que les chroniques relatives aux ouvrages 08298X0009 de la Sauvetat-sur-Dropt et 08296X0022 de Taillecatvat (ouvrages implantés dans les moyennes terrasses) sont mal corrélées avec les 5 autres.

Il apparaît aussi que certaines corrélations entre ouvrages implantés dans des niveaux de terrasse différents (ex : 08534X0010 et 08296X0023 : $R^2 = 0,993$, 08288X0015 et 08297X0018 : $R^2 = 0,984$) sont meilleures que certaines caractérisant des ouvrages implantés dans les mêmes niveaux.

A l'issue de ce premier examen des données, une approche fonctionnelle basée sur l'utilisation des analyses corrélatoires, a été mise en œuvre.

5.2.2. Approche fonctionnelle des aquifères basée sur les analyses corrélatoires

Les analyses corrélatoires et spectrales sont des méthodes d'analyse statistique des séries chronologiques et s'utilisent dans le cadre de **l'approche dite fonctionnelle** des hydrosystèmes.

Ces méthodes ont pour principe d'assimiler l'hydrosystème étudié à un filtre (ou boîte noire) qui laisse plus ou moins passer l'information contenue dans un signal d'entrée.

Elles consistent à analyser et à comparer des signaux d'entrée (précipitations, niveaux d'eau ou débits d'une rivière par exemples) et de sortie (piézométrie, débits...). Les chroniques des signaux d'entrée et de sortie peuvent être traitées séparément dans le domaine temporel (analyses corrélatoires) ou dans le domaine fréquentiel (analyses spectrales) ou bien les unes par rapport aux autres (analyses corrélatoires et spectrales croisées).

Les analyses corrélatoires simples permettent de mettre en évidence dans une série de mesures s'échelonnant dans le temps, le degré de corrélation existant entre les

valeurs successives de la série pour des intervalles de temps croissants. Ce degré de corrélation est mis en évidence par un corrélogramme représentant graphiquement la corrélation (on parle d'auto-corrélation) qui existe entre les valeurs de la série lorsqu'elles sont décalées de 1 pas de temps, puis de 2 pas de temps, puis de 3....

Sur les chroniques de piézométrie par exemple, cette analyse permet de caractériser « *l'effet mémoire* » de l'aquifère qui traduit la dépendance dans le temps des valeurs piézométriques et qui présente une décroissance plus ou moins rapide.

En d'autres termes, « *l'effet mémoire* » est directement lié à l'inertie du système : il est d'autant plus grand que le filtrage introduit par le système est important. Dans le cas des systèmes karstiques par exemple, *l'effet mémoire* est défini comme le nombre de jours nécessaires pour que la fonction d'autocorrélation (r_k) atteigne la valeur de 0.2 (Mangin 1981).

Les analyses spectrales simples permettent d'identifier les différentes composantes de la variance totale de la série en fonction de la fréquence d'apparition : la variance totale du « signal » est partitionnée suivant un certain nombre de « bandes » de fréquence et la « quantité » de variance dans chaque intervalle de fréquence est évaluée à l'aide d'une grandeur appelée la « densité spectrale de puissance DSP ».

La densité spectrale de puissance qui correspond d'un point de vue mathématique à la transformée de Fourier du corrélogramme simple (Box and Jenkins, 1970) permet d'identifier (1) la tendance du système à long terme, (2) les phénomènes périodiques saisonniers et (3) les phénomènes purement aléatoires assimilables au bruit de fond.

Les analyses corrélatoires et spectrales croisées permettent d'étudier la relation entre l'entrée et la sortie et de mettre en évidence les phénomènes structurés influençant l'évolution temporelle des chroniques. Réalisées sur la pluie et le niveau piézométrique, elles peuvent fournir une image approchée de la réponse impulsionnelle du système (= réponse du système à une impulsion brève).

Dans le cas du Dropt, seules des analyses corrélatoires simples et croisées ont été mises en œuvre. Elles ont été menées sur la pluie, la piézométrie et le débit.

Les analyses corrélatoires simples menées sur les pluies d'Issigeac et Latresne ont, dans un premier temps, permis de vérifier le caractère impulsionnel du signal.

Les courbes (cf. illustration 20) présentent en effet un maximum de 1 pour un décalage nul, décroissent très rapidement puis oscillent autour de 0 à partir d'un décalage de l'ordre de 6 jours.

Dans le cas de la piézométrie, les coefficients d'auto-corrélation ont été calculés dans l'objectif de caractériser l'inertie des aquifères.

Les corrélogrammes simples des niveaux piézométriques présentent des courbes de décroissance caractéristiques des processus auto-corrélés, c'est-à-dire qu'au temps

“t”, la valeur mesurée dépend de la valeur mesurée au temps “t-1”. La courbe décroît faiblement lorsque l’inertie est importante ou plus rapidement lorsque l’effet mémoire est plus faible.

Pour le Dropt, l’effet mémoire a été défini pour un coefficient d’auto-corrélation de 0.5. Il convient de noter qu’une autre valeur aurait pu être fixée. Dans ce cas, les effets mémoire auraient été différents mais auraient tout aussi bien permis de comparer les systèmes entre eux (allure des courbes non modifiée).

Il est à noter que, seuls, 5 des 8 enregistrements ont été traités (cf. Illustration 21). Ils correspondent aux points pour lesquels les lacunes de données étaient les plus limitées.

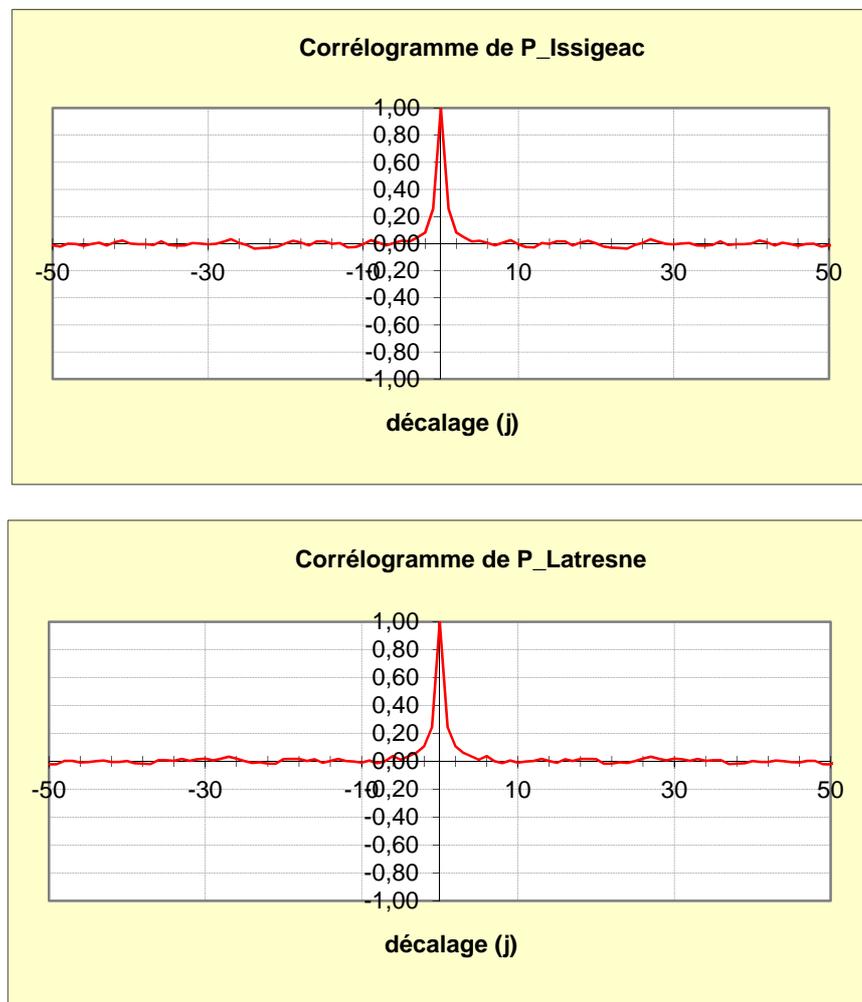


Illustration 20 : Vérification du caractère impulsionnel des pluies d’Issigeac et Latresne

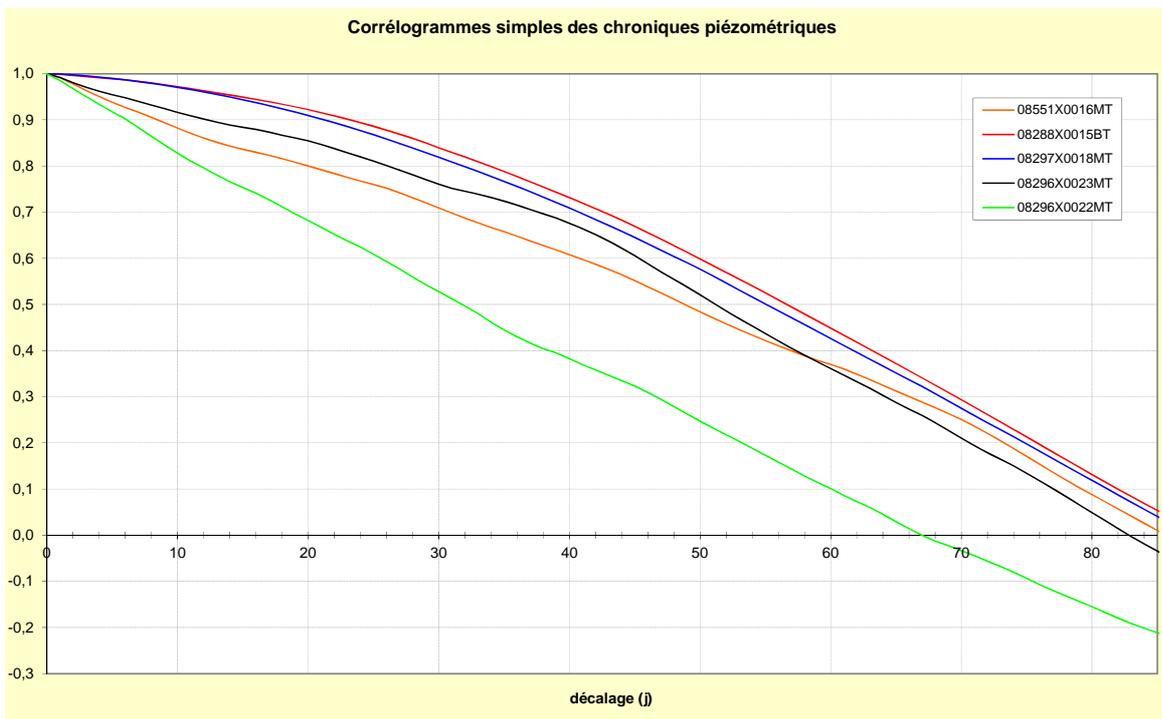
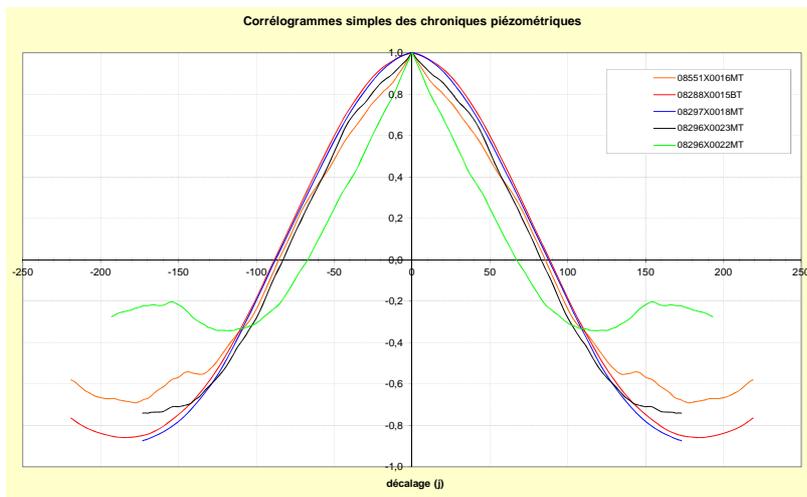


Illustration 21 : Auto-corrélogrammes des hauteurs piézométriques (graphique complet et zoom)

L'examen de l'illustration 21 permet de noter :

- un effet mémoire de 32 jours pour le point 08296X0022 de Taillecavat dont le comportement différent de celui des autres points avait déjà été mis en évidence par l'analyse des coefficients de corrélation (cf. illustration 19)
- un effet mémoire compris entre 49 et 57 jours pour les 4 autres points d'eau avec une valeur maximale observée pour le seul point implanté en basse terrasse (Mesterieux : 08288X0015).

Les coefficients d'auto-corrélation ont aussi été calculés pour les débits du Dropt déduits des hauteurs enregistrées à la station de Loubens (cf. Illustration 22).

La courbe représentative présente une décroissance rapide jusqu'à une centaine de jours puis un pic secondaire très amorti pour un décalage de l'ordre de 365 jours, ce qui traduit le caractère annuel des cycles du Dropt.

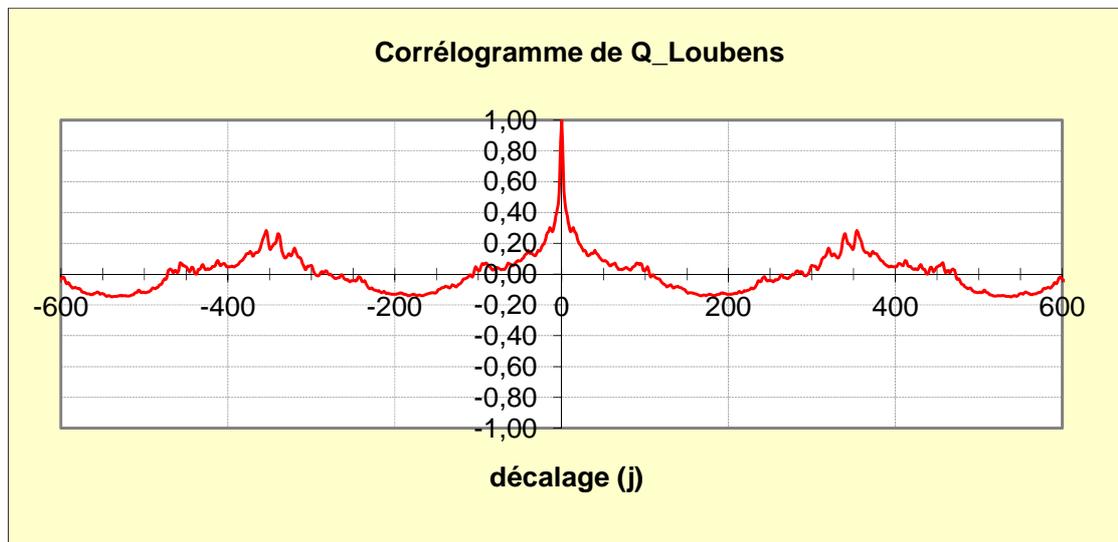


Illustration 22 : Auto-corrélogramme du débit à Loubens

Au final, on retiendra que la mise en œuvre d'analyses corrélatoires simples sur les données pluviométriques, piézométriques et débitométriques a permis de :

- **vérifier le caractère impulsionnel du signal « pluie »,**
- **mettre en évidence le caractère assez inertiel des systèmes (effets mémoire de l'ordre de 50 jours si l'on exclut le point d'eau 08296X0022 situé à Taillecavat),**
- **mettre en évidence la cyclicité annuelle des débits du Dropt.**

Dans une deuxième phase, les corrélogrammes croisés pluies-piézométrie, pluies-débits et débits-piézométrie ont été calculés afin d'obtenir une image approchée de la réponse impulsionnelle des hydrosystèmes. Seuls les diagrammes obtenus avec la pluie d'Issigeac ont été représentés.

Les corrélogrammes pluies/niveaux piézométriques ont été représentés sur l'illustration 23.

Un premier examen des courbes permet de noter que les valeurs de $r(t)$ sont très faibles ($<0,2$). Dans ces conditions, il est possible de penser que **les niveaux piézométriques ne sont pas bien contrôlés par les pluies**.

On peut aussi noter que 2 groupes de piézomètres semblent se distinguer : un premier regroupant les ouvrages 08297X0018 MT (Taillecavat) et 08188X0015 BT (Mestérieux) qui présentent une valeur de $r(t)$ négative pour des décalages nuls et un maximum de corrélation pour des décalages de l'ordre de 80 jours et un deuxième groupe regroupant les 3 autres piézomètres qui présentent un premier mode moins de 5 jours après les pluies, un second mode, une cinquantaine de jours après les épisodes pluvieux et un troisième mode (plus marqué pour l'ouvrage 08551X0016) pour un décalage de 75 jours environ.

En l'état des connaissances, il est difficile d'interpréter ces différentes de comportement. Il est donc proposé d'examiner les relations pluies-débits et débits-piézométrie.

Les corrélogrammes pluies/débits du Dropt ont été représentés sur l'illustration 24.

Il apparaît que la valeur maximale de $r(t)$ est supérieure à celle observée dans le cas de la corrélation pluies/niveaux. Elle est observée pour un décalage de 2 jours environ, ce qui traduit un temps de concentration assez rapide en lien probable avec la nature argileuse du sol qui favorise le ruissellement. On note enfin qu'après avoir atteint son maximum, la valeur de $r(t)$ diminue rapidement. A partir du 13^{ème} jour, elle oscille entre 0 et 0,05.

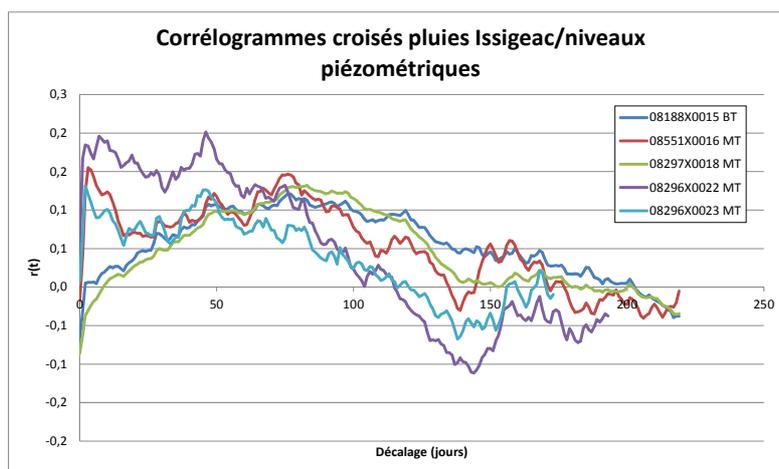


Illustration 23 : Corrélogrammes croisés pluies/niveaux piézométriques

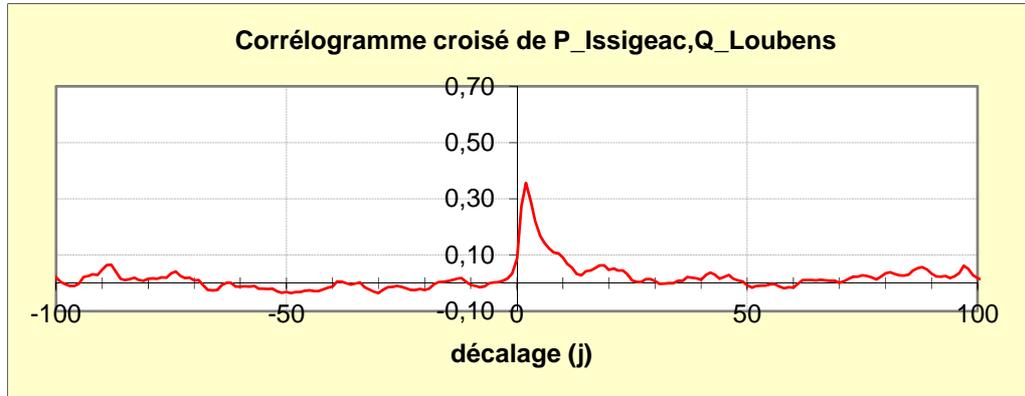


Illustration 24 : Corrélogramme croisé pluies/débits du Dropt

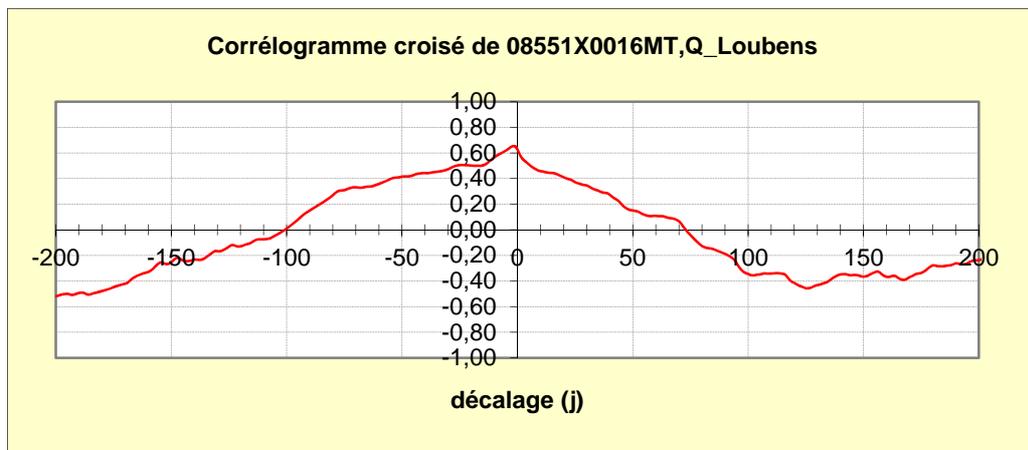
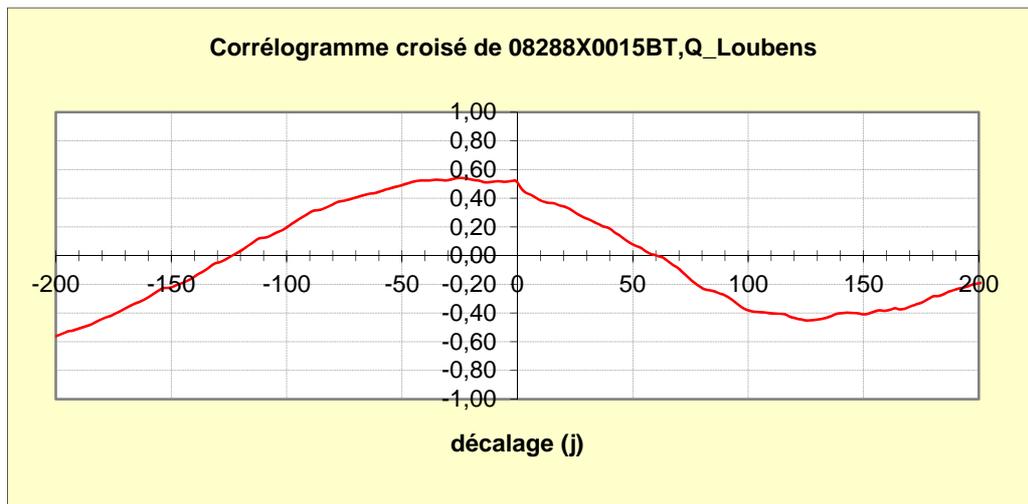


Illustration 25 : Exemples de corrélogrammes croisés débits/niveaux piézométriques

Les diagrammes de l'illustration 25 représentent les corrélogrammes croisés **débits/niveaux piézométriques** pour les ouvrages 08288X0015 et 08551X0016 respectivement implantés dans la basse et la moyenne terrasse et représentatifs des 2 groupes précédemment identifiés.

Il apparaît que le maximum de corrélation est légèrement plus important dans le cas de l'ouvrage implanté en moyenne terrasse. Le temps au bout duquel $r(t)$ devient nul est par contre légèrement plus important dans le cas de l'ouvrage implanté dans les moyennes terrasses.

Au terme de ce travail, on retiendra que la mise en œuvre d'analyses corrélatoires croisées sur les données pluviométriques, piézométriques et débitométriques a permis de montrer que :

- ***la corrélation entre les niveaux piézométriques et le débit était meilleure ($r(t)_{\max} = 0,6$) que la corrélation entre les niveaux piézométriques et les pluies ($r(t)_{\max} = 0,2$),***
- ***le laps de temps s'écoulant entre un épisode pluvieux et la réaction de la plupart des piézomètres était du même ordre de grandeur (3 j environ) que le temps s'écoulant entre l'épisode pluvieux et l'augmentation du débit,***
- ***certains piézomètres présentaient un comportement atypique (réactivité décalée par rapport aux épisodes pluvieux) sans que l'on puisse attribuer ce fait à l'âge de la terrasse dans laquelle ils sont implantés. Cette différence de comportement pourrait par contre être liée à une nature localement très argileuse de la terrasse qui favorise le ruissellement et/ou retarde l'infiltration.***

Ces premières conclusions doivent être prises avec prudence dans la mesure où les données de base et en particulier le débit mesuré à Loubens est biaisé. Le Dropt est en effet réalimenté par 5 barrages dont le volume utile total atteint 13,7 Mm³, 75 moulins situés sur le cours d'eau principal et plusieurs centaines sur les affluents ainsi que de très nombreuses retenues collinaires contribuent aussi à perturber les écoulements naturels.

Une approche de modélisation du débit et des niveaux piézométriques a toutefois été tentée. Les résultats sont présentés dans le paragraphe suivant. Compte tenu de la longueur des chroniques piézométriques disponibles, ils sont à considérer comme une première approche de la compréhension des écoulements, visant à orienter la réflexion pour un approfondissement ultérieur.

5.3. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE PAR L'APPROCHE DE MODELISATION TEMPO

Préalablement au travail de modélisation proprement dit, le logiciel TEMPO a été utilisé pour déterminer la pluie optimale (combinaison de pluies qui explique au mieux les variations de débit mesurées à l'aval du bassin versant) à partir des cumuls journaliers enregistrés à Latresne et Issigeac.

$$P_{\text{opt}} = 0.5 \times P_{\text{Latresne}} + 0.5 \times P_{\text{Issigeac}}$$

C'est cette combinaison qui a été utilisée sauf pour 2011 où seule la pluviométrie d'Issigeac était disponible. Les cumuls annuels ont été reportés dans le tableau de l'illustration 16.

5.3.1. Modélisation du débit à Loubens

Dans une première phase, le débit à Loubens a été modélisé à partir de la pluie optimale et de l'ETP. Il apparaît que le meilleur ajustement obtenu se caractérise par un coefficient de Nash de 0,641 (cf. illustration 26).

Il est à noter que le modèle ne reproduit pas bien les observations en période d'étiage avec pour cause la plus probable, les lâchers de barrage qui sont effectués pour compenser les prélèvements (70 %) et soutenir le débit de la rivière (30 %).

Dans une deuxième phase, une composante « eau souterraine » a été introduite par le biais de 2 piézomètres représentatifs : 08288X0015 BT et 08551X0016 MT (cf. illustration 27). Le fait que cette démarche n'améliore pas sensiblement le calage (Nash de 0,649 dans ce cas) a confirmé que le débit était conditionné par d'autres facteurs, en l'occurrence, les prélèvements et les lâchers de barrage.

Dans une troisième phase, l'introduction d'une composante « prélèvement » et d'une composante « soutien d'étiage » sur la période mai à août (4 mois) n'a pas eu de meilleur effet sur le calage (cf. illustration 28). En fait, seule la prise en compte explicite des lâchers de barrage au fil du temps permettrait d'améliorer sensiblement le résultat mais la demande qui a été faite auprès de la CACG (Compagnie des Côteaux de Gascogne) pour récupérer les débits mesurés au droit des 3 stations de contrôle est restée sans réponse.

Dans ces conditions, les contributions relatives des différents paramètres au débit du cours d'eau sur la période de suivi (cf. illustration 29) doivent être considérées avec une extrême prudence.

5.3.2. Modélisation des hauteurs piézométriques

La modélisation des niveaux piézométriques a été réalisée en tenant compte de la pluie optimale et de l'ETP pour les ouvrages :

- 08296X0022 (Taillecavat) implanté dans les moyennes terrasses : simulation de bonne qualité (Nash de 0,8358) (cf. illustration 30)
- 08551X0016 (Villereal) implanté dans les moyennes terrasses : simulation de bonne qualité (Nash de 0,8538) (cf. illustration 31)
- 08288X0015 (Mesterieux) implanté dans les basses terrasses : simulation de très bonne qualité (Nash de 0,8837) (cf. illustration 32)

La modélisation des piézomètres 08297X0018 (Taillecavat) et 08296X0023 (Cours de Monséjour) n'a pas été réalisée dans la mesure où la chronique du premier ouvrage est très bien corrélée avec celle de l'ouvrage 08288X0015 et la chronique du second, très bien corrélée avec celle de l'ouvrage 08551X0016.

Il apparaît que les calages sont relativement bons (Nash compris entre 0.84 et 0.88). Dans la mesure où les pluies et l'ETP suffisent à bien reproduire l'évolution des niveaux, il est possible de penser que ces derniers ne sont pas influencés par l'activité anthropique menée sur le bassin versant (lâchers de barrage, manœuvres au niveau des moulins, prélèvements...).

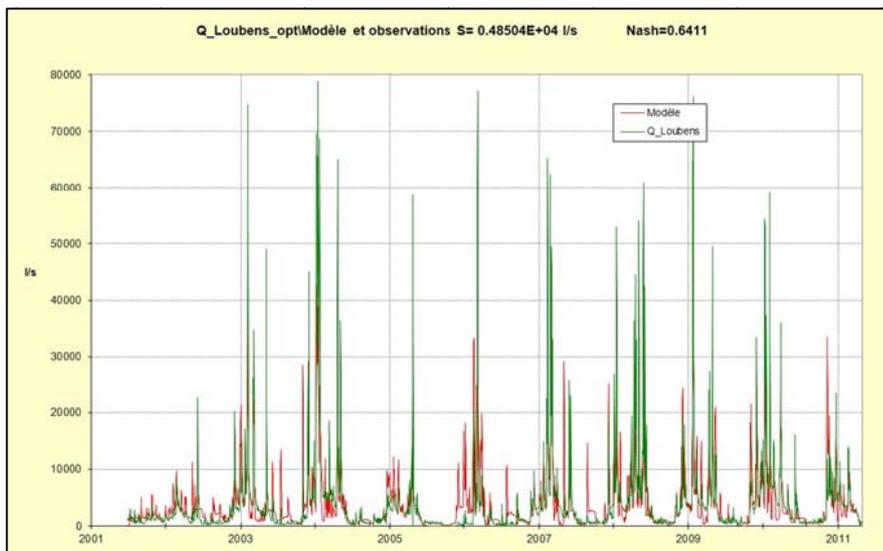


Illustration 26 : Modélisation du débit à Loubens à partir de la pluie optimale et de l'ETP

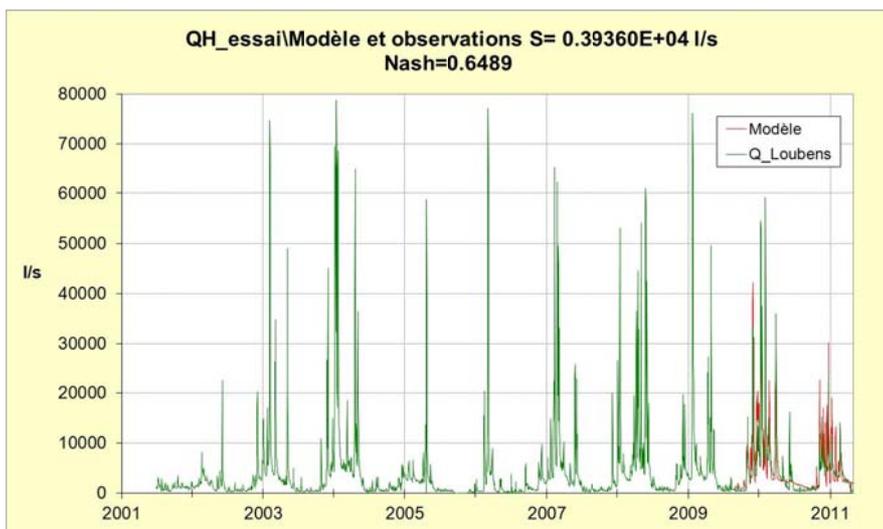


Illustration 27 : Modélisation du débit à Loubens à partir de la pluie optimale, de l'ETP et d'une composante « eau souterraine » (2 piézomètres)

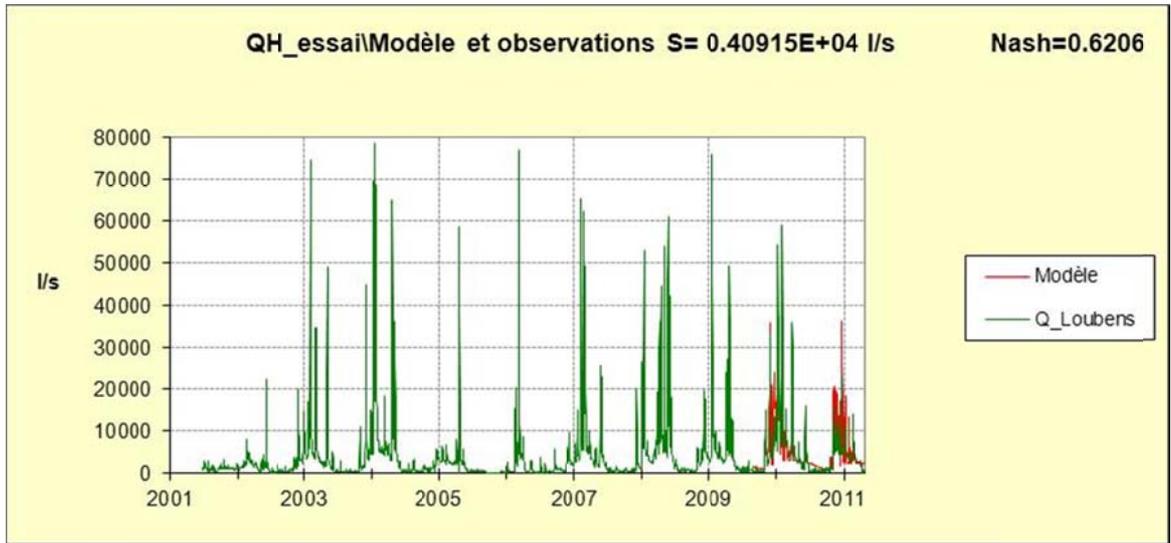


Illustration 28 : Modélisation du débit à Loubens en tenant compte de la pluie optimale, de l'ETP, des apports de nappe ainsi que des prélèvements et du soutien d'étiage fourni par les barrages

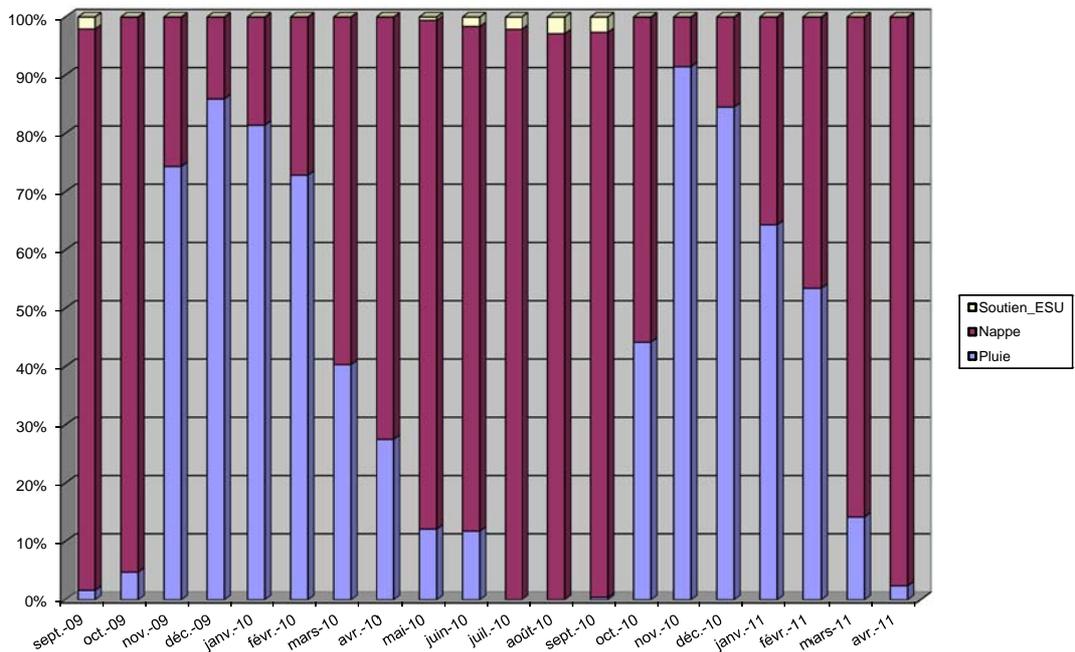


Illustration 29 : Contributions relatives de la pluie, de la nappe et des lâchers de barrage (soutien d'étiage) au débit du Dropt sur la période septembre 2009-avril 2011

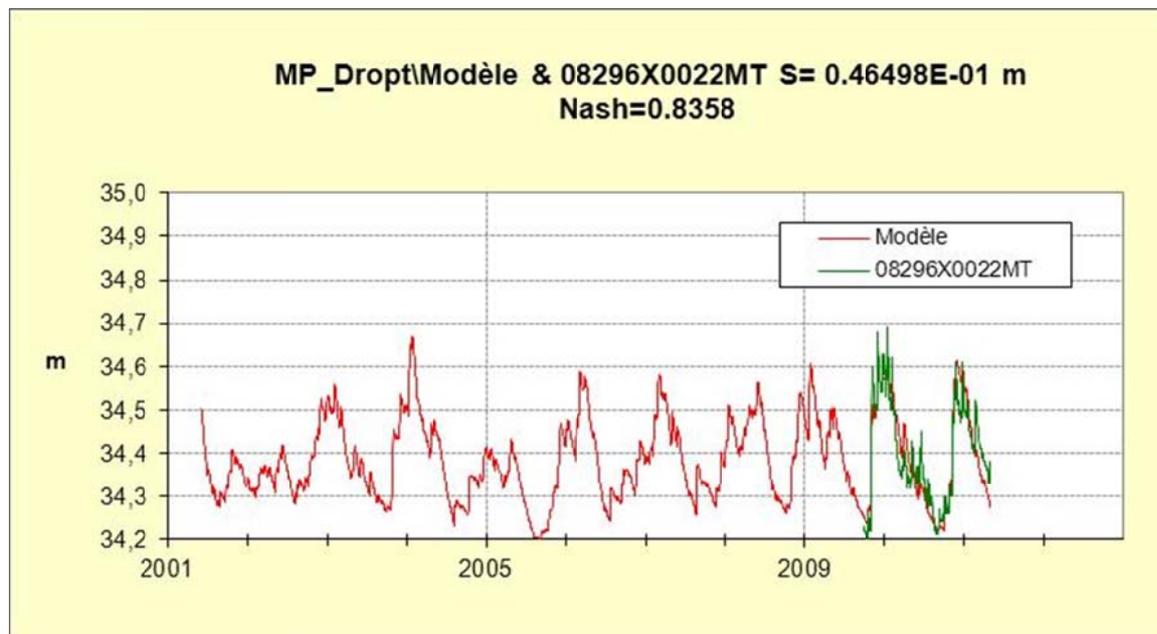


Illustration 30 : Modélisation du niveau piézométrique de l'ouvrage 08296X0022

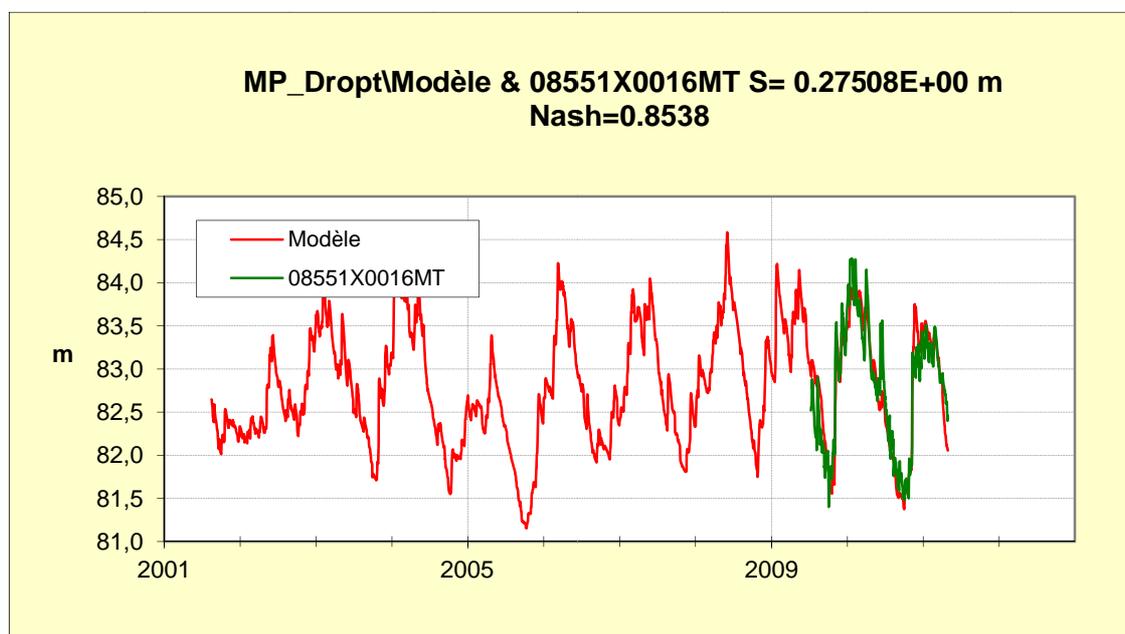


Illustration 31 : Modélisation du niveau piézométrique de l'ouvrage 08551X0001

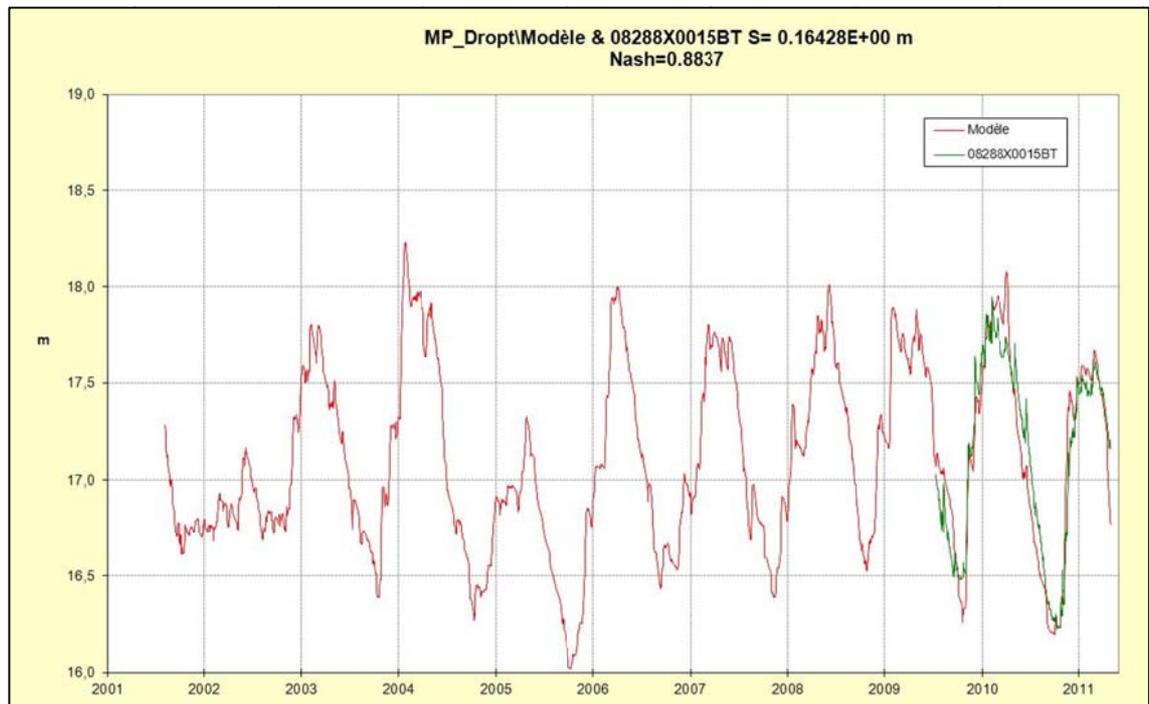


Illustration 32 : Modélisation du niveau piézométrique de l'ouvrage 08288X0015

5.3.3. Bilan de l'approche TEMPO et réflexion sur l'utilité de la mise en place d'un outil de gestion des prélèvements

Le logiciel TEMPO n'a pas permis de modéliser avec précision le débit mesuré à Loubens (meilleur coefficient de Nash = 0,64) en raison de son caractère influencé. Ce dernier est en effet impacté par les lâchers de barrages, les manœuvres effectuées au niveau des moulins, les prélèvements ainsi que par la présence d'un très grand nombre de retenues collinaires sur le bassin versant.

Les 5 barrages situés sur le bassin versant ont été construits entre 1990 et 1995 et sont alimentés par ruissellement. Ils se caractérisent par un volume utile de 13,7 Mm³ qui est destiné à 70 % aux prélèvements et à 30 % au soutien d'étiage. Leur gestion est assurée par la CACG (Compagnie des Côteaux de Gascogne). Le dispositif de contrôle est composé de 3 stations : Banège aval (axe non réalimenté), Dropt amont au Moulin Neuf et Dourdenne aval au Moulin de Prieuré.

Les lâchers sont effectués sur demande des irrigants (ceux qui disposent d'un contrat peuvent irriguer à hauteur de 1700 m³/ha) ou pour garantir les objectifs fixés pour la station de Loubens (DOE (Débit Objectif Etiage) = 320 l/s, DCR (Débit de Crise) = 190 l/s). Théoriquement, ils doivent être ajustés en fonction du taux de remplissage des barrages (ex : 70 % au 18 mai 2011). D'une année sur l'autre, les contrats sont reconduits tacitement.

Indépendamment des barrages, les moulins qui jalonnent le cours d'eau principal (75 environ) et les affluents (plusieurs centaines) contribuent aussi à perturber les écoulements naturels même si les manœuvres sont interdites lors de la période d'irrigation.

Les prélèvements qui sont réalisés directement dans le cours ou dans les retenues collinaires représentent quant à eux un « manque à gagner » direct pour le débit naturel. Il est à noter de très fortes divergences entre les sources d'information. Pour 2009, les chiffres publiés par l'Agence de l'Eau sont de 330 000 m³ prélevés dans les nappes alluviales, 4,6 millions de m³ prélevés dans le cours d'eau et 2,27 millions de m³ dans les retenues collinaires.

Dans ce contexte, les valeurs des contributions relatives de la pluie, des eaux souterraines et des lâchers de barrage au débit du Dropt, déterminées pour la période de suivi, doivent être considérées avec prudence.

Utilisé dans une deuxième phase pour modéliser les niveaux piézométriques, le logiciel TEMPO a permis de montrer que les pluies et l'ETP suffisaient à bien reproduire l'évolution des niveaux. Ces derniers ne seraient donc pas influencés par l'activité anthropique menée sur le bassin versant.

Ces résultats obtenus, une réflexion a été menée sur l'utilité de la mise en place d'un outil de gestion des prélèvements.

Les organismes en charge de la gestion de l'eau sur le bassin versant ont tout d'abord été contactés. EPIDROPT (syndicat dont la principale activité consiste à assurer la réalimentation du Dropt) considère que le dispositif en place fonctionne bien. De son côté, la CACG considère que l'efficacité du dispositif s'est améliorée et qu'elle a atteint un seuil.

Dans une deuxième phase, de rapides calculs ont permis de montrer que si les règles de gestion établies dans le PGE sont appliquées (répartition 70%-30% en particulier) et si les barrages sont remplis à la fin de l'hiver, le DOE (320 l/s) doit toujours pouvoir être respecté. Le débit moyen apporté par le déstockage peut en effet être calculé de la façon suivante :

$$13,7 \text{ Mm}^3 \text{ (réserves utiles des barrages)} \times 0,3 / (120 \times 24 \times 3600) = 396 \text{ l/s}$$

L'examen des données débitométriques 2001-2011 a montré que cela n'était pas toujours le cas. En effet, sur la période d'observation, 4,2 % des valeurs s'avèrent inférieures à 320 l/s et 1,2 % des valeurs sont inférieures au DCR fixé à 190 l/s.

Il convient donc d'insister sur l'importance de moduler les autorisations de prélèvement en fonction du taux de remplissage des barrages, ce qui est théoriquement fait (recommandation inscrite dans le PGE).

En ce qui concerne les axes non réalimentés, les problèmes d'approvisionnement en eau pourraient éventuellement être solutionnés par la mise en place de nouvelles retenues ou de nouveaux barrages mais cette option reste coûteuse.

La mise en place d'un outil de gestion des prélèvements dans ces secteurs reste, quant à elle, conditionnée par la connaissance exhaustive des exhaures et par l'acquisition de données hydrométriques fiables (données non disponibles à ce jour).

De façon plus globale, une piste d'amélioration pourrait consister à gérer l'ensemble des données du bassin versant au moyen d'un outil adapté. Le logiciel WEAP (Water evaluation and planning system) développé par le Stockholm Environment Institute en est un exemple (cf. illustration 33).

Il s'agit d'un logiciel de gestion intégrée de la ressource en eau basé sur le principe de bilan à l'échelle d'un bassin versant.

Il permet de tenir compte de l'occupation des sols, des aspects hydrologiques et hydrogéologiques, des besoins en eau (domestiques, industriels et agricoles avec la possibilité de définir des priorités), des infrastructures (barrages...) et de définir des scénarios de gestion croisant demande et approvisionnement.

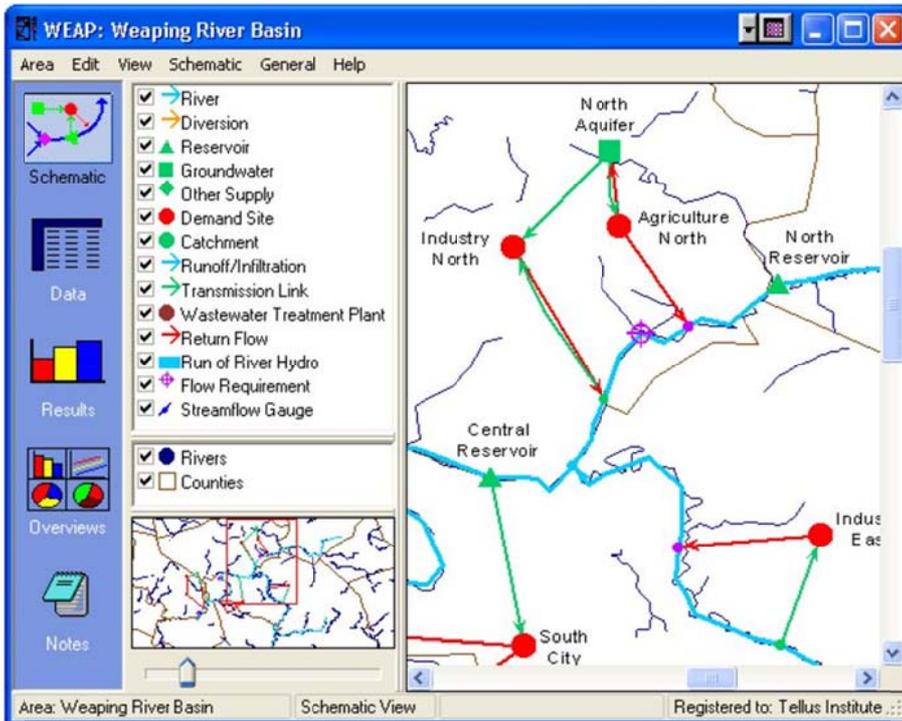
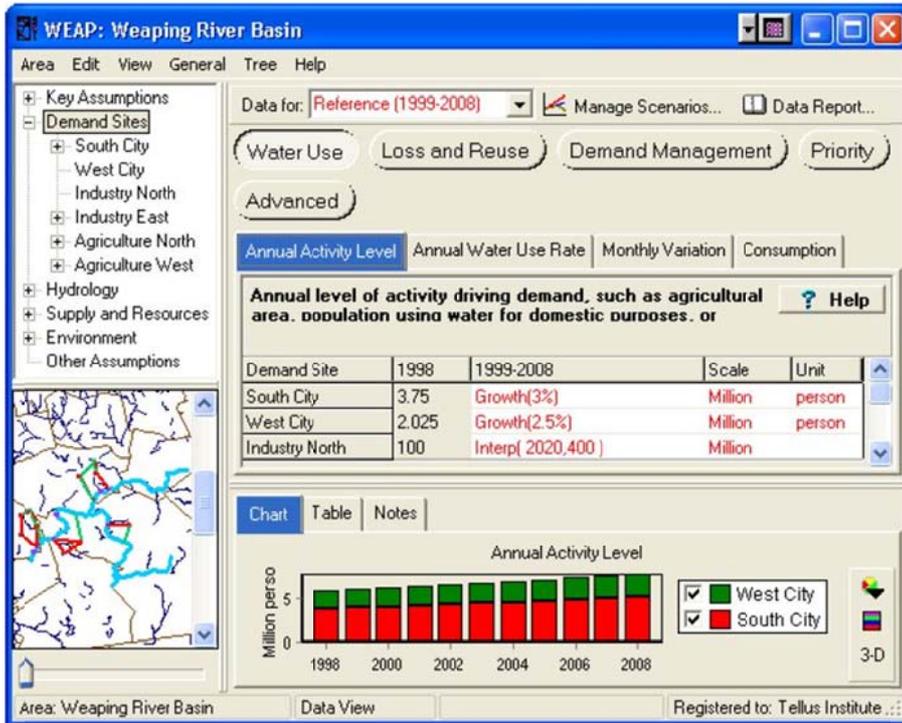


Illustration 33 : Copies d'écran du logiciel WEAP

5.4. POMPAGES D'ESSAI

Conformément au cahier des charges de l'étude, une campagne de pompages d'essai a été menée.

Une visite de terrain a été organisée avec l'entreprise AQUIFOR de façon à identifier 5 sites favorables et à repérer les ouvrages les plus propices à la réalisation des tests (bonne accessibilité, présence d'un fossé pour évacuer l'eau...) ainsi que les ouvrages qui pourraient servir de piézomètres (indispensables pour déterminer le coefficient d'emmagasinement S). Les 5 sites ont fait l'objet de fiches descriptives en Annexe 2.

A l'issue de cette visite, il était prévu :

- La réalisation d'un test à Villeréal avec la création de 2 ouvrages (pompage et observation)
- La réalisation d'un test à Duras avec la création d'un ouvrage (observation)
- La réalisation de tests à Neufon, Moustiers et Monségur (ouvrages de pompage et d'observation disponibles)

Sur les 5 sites, 2 ont finalement dû être abandonnés : **Villeréal** après le forage d'un ouvrage de 7 m qui n'a intercepté que des niveaux argileux (cf. Annexes 2 et 3) et **Neufon**, suite au changement d'avis du propriétaire.

A **Duras**, un ouvrage de 7 m a été réalisé le 5 août 2010. Il a intercepté (cf. Annexes 2 et 3) :

- De 0 à 80 cm : terre végétale sablo-limoneuse brune à graviers
- De 80 cm à 2.20 m : argiles sableuses beige foncé à graviers gris
- De 2.20 m à 3.5 m : argiles sableuses beige foncé à graviers gris + sableuses
- De 3.5 m à 5.5 m : argiles sableuses beige foncé à graviers gris + calcaires
- De 5.5 m à 7 m : alluvions plus grossières non argileuses à petits graviers bien roulés
- A partir de 7 m : argile

L'ouvrage a été équipé en tube plein de 0 à 3 m et en tube crépiné de 3 à 7 m. Il a été nettoyé puis a fait l'objet d'un court essai de débit à 6 m³/h.

Un premier pompage d'essai a été mené au débit de 2 m³/h du 11/08/10 16h50 au 11/08/10 20h22 (arrêt de la pompe lié à un orage). L'essai final a été mené dans les mêmes conditions de prélèvement du 12/08 9h21 au 13/08 9h30 (durée limitée à 24h pour ne pas risquer un dénoyage de la pompe). Un prélèvement d'eau a été réalisé en fin d'essai pour compenser la durée de pompage plus courte que prévue initialement (72 h) et pour avoir une image la plus précise possible de la qualité de la nappe alluviale.

A **Moustier**, un premier test a été mené le 13/08/10 au débit de 3 m³/h mais il a entraîné rapidement le dénoyage de la pompe. Après un retour à l'état initial très lent (cf. illustration 34), un second essai a été mené au débit de 0,8 m³/h le 14/08/10. Il a lui aussi entraîné un dénoyage rapide (au bout de 2 h) de la pompe. Comme à Duras, un prélèvement d'eau en vue d'une analyse détaillée a été effectué.



Illustration 34 : Niveaux piézométriques initiaux à Moustier

A **Montségur**, le test a été mené au débit de 6 m³/h du 17/08/10 10h55 au 18/08/10 9h47 dans des ouvrages distants de moins de 5 m et a permis le recueil d'un échantillon d'eau en vue d'une analyse.

Au final, sur les 5 essais initialement prévus, 2 ont pu être menés sur une durée d'environ 24 heures et un troisième, sur une durée de 2 heures. Ils ont été interprétés au moyen du logiciel WINISAPE (cf. Annexe 4) et ont permis de déterminer les valeurs suivantes :

Duras :	$T = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	$S = 1,9 \cdot 10^{-2}$
Moustier :	$T = 6,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$S = \text{non déterminé}$
Montségur :	$T = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	$S = 2 \cdot 10^{-1}$

Il apparaît que les valeurs déterminées varient dans un rapport de 1 à 100 pour les transmissivités (le rapport n'est toutefois que de 1 à 5 si l'on ne considère que les 2 essais de longue durée) et dans un rapport de 1 à 10 pour les coefficients d'emmagasinement.

Le cahier des charges de l'étude prévoyait que ces données soient injectées dans le logiciel CONEXMIN pour ébaucher une délimitation de la nappe d'accompagnement et définir les distances au cours d'eau à partir desquelles les pompages n'ont plus d'influence significative sur le réseau hydrographique de surface.

Le logiciel CONEXMIN est en effet un outil développé par le BRGM qui permet d'évaluer l'influence des pompages réalisés dans une nappe alluviale sur le cours d'eau.

Il permet en particulier de calculer, en fonction d'une configuration donnée, de la distance pompage/cours d'eau, de la transmissivité, du coefficient d'emmagasinement et d'une durée de pompage, le pourcentage d'eau soutiré à la rivière.

Le logiciel permet de choisir une situation parmi 3 configurations possibles :

- « nappe infinie » : cours d'eau en relation avec une nappe d'extension infinie
- « limite étanche » : cours d'eau en relation avec une nappe présentant une limite étanche
- « 2 rivières » : cours d'eau situé à une certaine distance d'une autre rivière

Il convient de mentionner que les résultats obtenus sont d'autant plus fiables que les valeurs de transmissivité et de coefficient d'emmagasinement entrées dans le modèle correspondent à des valeurs moyennes calculées à partir d'un nombre de valeurs important.

La durée de pompage correspond, quant à elle, à la période d'irrigation. Sur le domaine d'étude, on peut considérer qu'elle s'étend du 15 mai au 15 septembre, soit 4 mois, à raison de 12 h d'arrosage par jour. Dans ces conditions, le temps total équivalent de pompage peut être estimé à 60 jours environ.

Au final, le logiciel permet d'aboutir aux distances à partir desquelles un prélèvement constant de X jours consécutifs soutire 10 %, 25 % et 50 % du volume total pompé au cours d'eau.

Le fait que le pompage, d'une durée de X jours, soustraie à la rivière 10 %, 25 % ou 50 % du volume total pompé ne signifie pas pour autant que l'eau est effectivement récupérée au niveau du pompage. Elle peut, en effet, n'être qu'en transit entre le cours d'eau et l'ouvrage de pompage.

En 1995, J.R. Daum et F. Durand ont rédigé un guide méthodologique concernant l'impact des prélèvements réalisés dans les nappes d'accompagnement sur les eaux superficielles associées (rapport BRGM R38586). Ils y ont mentionné les problèmes de délimitation liés à la disponibilité des mesures de paramètres hydrodynamiques et à l'hétérogénéité de ces derniers qui aboutissent à des estimations grossières et nécessitent de travailler par tronçons.

Dans le cas de la présente étude, seuls 2 couples (T et S) ont pu être déterminés. L'illustration 35 permet de visualiser les distances d'impact qu'ils permettent de calculer. Dans le secteur de Duras, la distance à partir de laquelle un pompage mené pendant 60 jours dans la nappe d'accompagnement n'aurait plus d'effet sur le Dropt serait de l'ordre de 5 000 mètres. Elle serait a priori 10 fois plus faible (500 m) dans le secteur de Monségur.

Compte tenu du faible nombre de couples disponibles et de l'hétérogénéité des résultats obtenus, aucune délimitation n'a été établie sur la base de ces valeurs.

Le déroulement des essais à de très faibles débits et les résultats des pompages d'essai confirment, par contre, les témoignages des usagers au sujet de l'hétérogénéité des formations et de la faible productivité de la nappe. Ces paramètres expliquent en particulier le recours préférentiel aux eaux de surface.

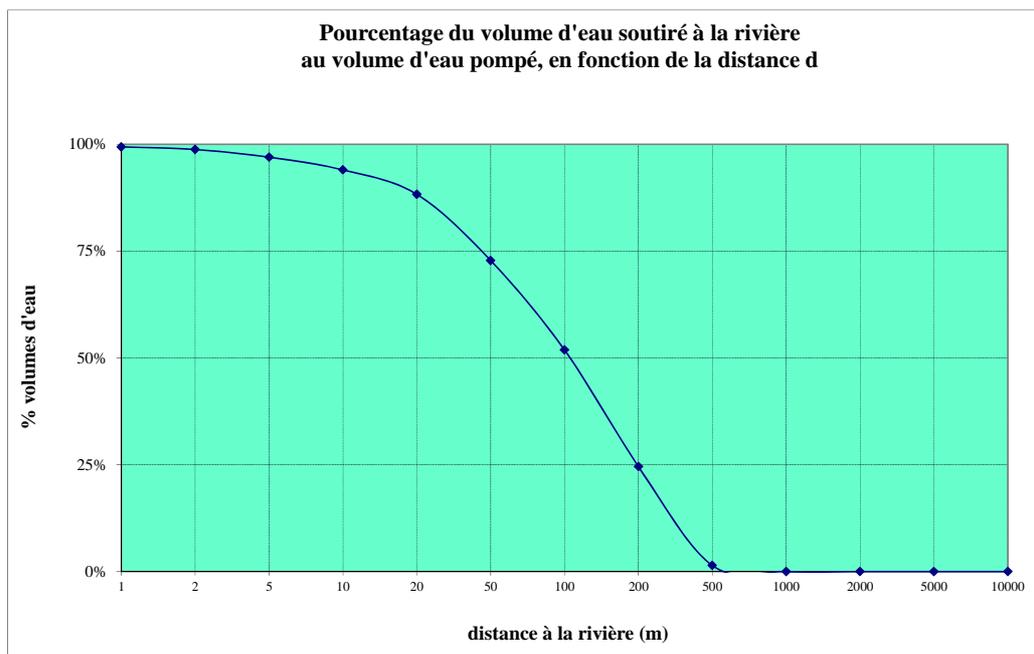
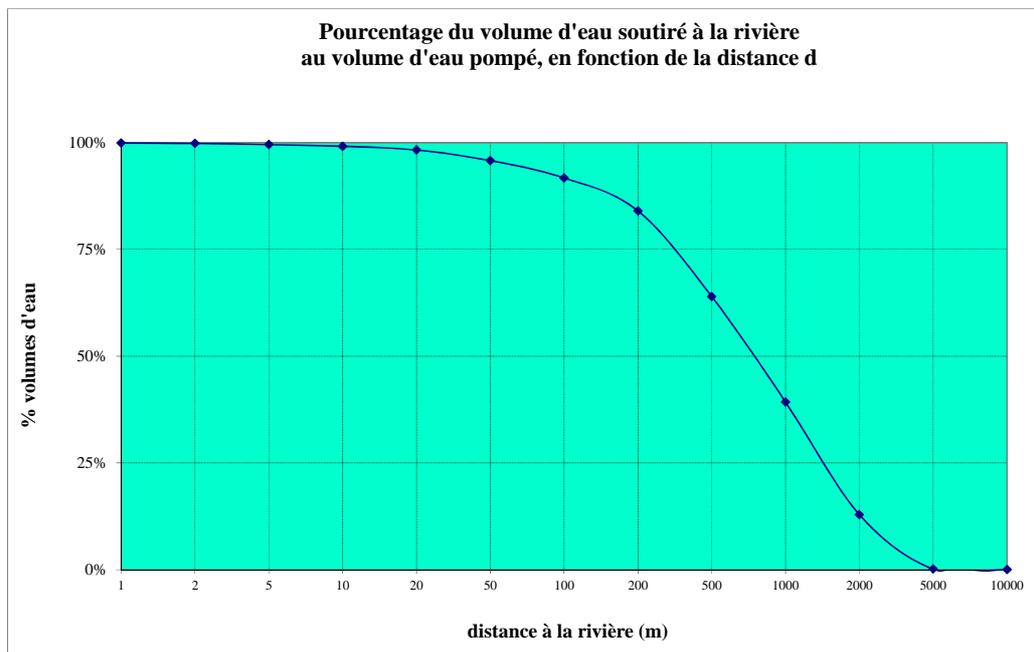


Illustration 35 : Distances d'impact calculées avec les valeurs de T et S déterminées à Duras (en haut) et à Monségur (en bas)

5.5. CARACTERISATION CHIMIQUE

Les 3 échantillons d'eau prélevés à l'occasion des pompages d'essai (cf. illustration 36) ont fait l'objet d'analyses similaires à celles qui sont préconisées par l'Agence de l'Eau Adour Garonne dans le cadre des réseaux de suivi de la qualité dits « RCS » (réseau de contrôle et de surveillance) ou départementaux.

Les analyses ont été réalisées par le LDE31 (Laboratoire départemental de Haute-Garonne) (cf. illustration 37 et Annexe 5). Elles ont concerné les paramètres microbiologiques, les paramètres physico-chimiques, les matières organiques, les éléments majeurs, les cyanures, les métaux et assimilés ainsi que 38 molécules organiques.

Dans le tableau de l'illustration 37, les paramètres faisant l'objet d'une limite de qualité pour les eaux brutes (destinées à la consommation humaine) ont été surlignés en gris. Aucun dépassement n'est à signaler.

De façon plus générale, les analyses réalisées par le LDE 31 confirment les résultats obtenus lors de l'analyse systématique des puits de particuliers menée en février 2009.

Les 3 ouvrages analysés présentent en effet des conductivités moyennes à fortes (775 à 1015 $\mu\text{S}/\text{cm}$), des pH proches de la neutralité (7 à 7,1) et des teneurs en nitrates relativement importantes (31 à 34 mg/l).

Le report des teneurs en méq/l sur un diagramme de Schoeller (cf. illustration 38) montre que le faciès des eaux est de type bicarbonaté-calcique, caractéristique des eaux ayant peu circulé.

En ce qui concerne les contaminants organiques, seules 2 molécules ont été détectées sur les 38 recherchées (cf. illustration 37). La première correspond au métolachlor (herbicide) retrouvée à Duras et Moustier et la seconde à la déséthylatrazine (produit de dégradation de l'atrazine qui était utilisée comme herbicide jusqu'en 2003) retrouvée uniquement à Duras.

Si les teneurs en métolachlor et en déséthylatrazine respectivement observées à Moustier et Duras sont faibles, il n'en va pas de même pour la teneur en métolachlor observée à Duras qui est proche de la limite de qualité (2 $\mu\text{g}/\text{l}$).

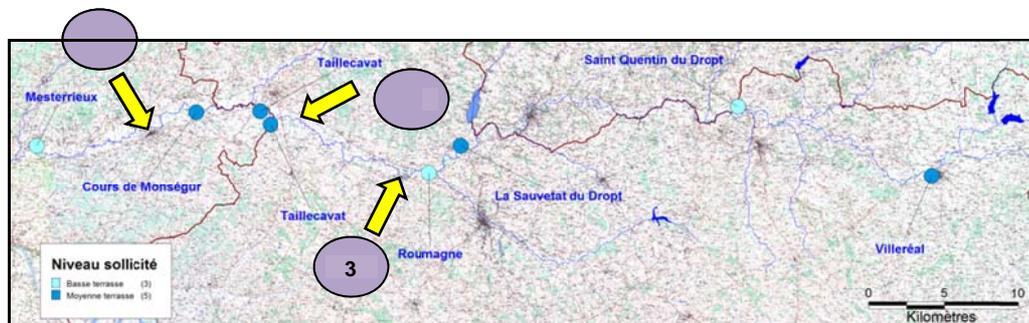


Illustration 36 : Localisation des sites où les pompages d'essai et les prélèvements d'eau ont été effectués

Lieu prélèvement	Duras (1)	Monségur (2)	Moustier (3)
Date prélèvement	12/08/10	17/08/10	13/08/10
Microbiologie			
Bactéries revivifiables à 36 °C (/ml)	122	56	-
Bactéries revivifiables à 22 °C (/ml)	>300	48	-
Coliformes totaux (/100 ml)	>100	3	-
Escherichia coli (/100 ml)	0	0	-
Entérocoques (/100 ml)	18	0	-
Pseudomonas aeruginosa (/100 ml)	0	0	-
Paramètres physico-chimiques			
pH (unités pH)	7.10	7	7
Température (°C)	20	20.4	16.9
Conductivité (µS/cm à 25 °C)	775	1015	1000
Résidu sec à 180 °C (mg/l)	496	620	610
Turbidité (NFU)	0.40	1	3.5
Oxydabilité au KMnO4 (mg/l O2)	<0.6	0.6	0.7
Titre hydrotimétrique calculé (°F)	37.9	52.7	48.8
Titre alcalin (°F)	<0.5	<0.5	<0.5
Titre alcalin complet (°F)	30.3	44	40.6
Silicates (mg/l SiO2)	12	9	10.3
Matières organiques			
Carbone organique dissous (mg/l C)	0.8	1.4	1.9
Phosphore total (mg/l P)	0.06	<0.05	<0.05
Éléments majeurs			
Calcium (mg/l)	132	185	176
Magnésium (mg/l)	12	16	11.9
Sodium (mg/l)	16	19	26
Potassium (mg/l)	4.7	0.7	3.2
Ammonium (mg/l NH4)	<0.05	<0.05	<0.05
Nitrites (mg/l NO2)	<0.03	<0.03	<0.03
Nitrates (mg/l NO3)	32	31	34
Chlorures (mg/l Cl)	32	46	41
Fluorures (mg/l F)	0.27	0.202	0.183
Sulfates (mg/l SO4)	38	41	64
Carbonates (mg/l CO3)	<1	<1	<1
Hydrogénocarbonates (mg/l HCO3)	370	537	495
Orthophosphates (mg/l PO4)	0.15	<0.05	<0.05
Divers			
Cyanures libres	<10	<10	<10
Métaux et assimilés			
Aluminium (µg/l Al)	<20	<20	<20
Antimoine (µg/l Sb)	<0.1	<0.1	0.1
Arsenic (µg/l As)	1	<1	<1
Bore (µg/l B)	<50	<50	60
Cadmium (µg/l Cd)	<0.1	<0.1	<0.1
Chrome total (µg/l Cr)	<1	<1	<1
Cuivre (µg/l Cu)	<1	2	2
Etain (µg/l Sn)	<1	<1	<1
Fer (µg/l Fe)	12	9	13
Manganèse total (µg/l Mn)	2	1	2
Mercuré (µg/l Hg)	<0.3	<0.3	<0.3
Nickel (µg/l Ni)	<1	<1	<1
Plomb (µg/l Pb)	<1	<1	<1
Sélénium (µg/l Se)	<1	2	<1
Zinc (µg/l Zn)	9	11	27
Traces organiques détectées/38			
Métolachlor (µg/l)	1.96		0.042
Déséthylatrazine (µg/l)	0.021		

Illustration 37 : Résultats des analyses complètes menées sur les 3 points

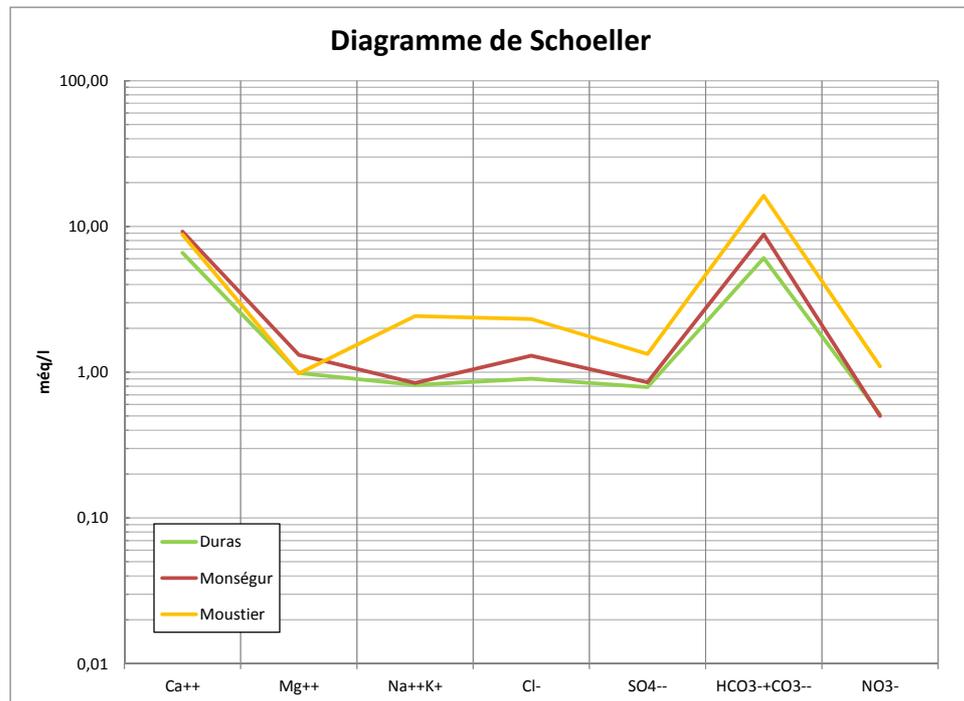


Illustration 38 : Diagramme de Schoeller relatif aux prélèvements effectués à Duras, Monségur et Moustier

En matière de qualité, on retiendra donc que la nappe est dans son ensemble contaminée par des nitrates (les dosages réalisés en 2009 et les analyses de 2010 en attestent). Les analyses pratiquées en 2010 laissent quant à elles supposer que la pollution ne se limite pas à ce paramètre. Du métolachlor et de la déséthylatrazine ont en effet été retrouvés sur 2 des 3 points analysés avec comme origine probable l'activité agricole.

5.6. BILAN

Les investigations complémentaires menées sur la nappe alluviale du Dropt en année 2 de la convention ont permis de mettre en évidence le caractère assez inertiel des systèmes (effets mémoire de l'ordre de 50 jours), la bonne corrélation des niveaux avec le débit du Dropt ainsi que le comportement atypique de certains piézomètres (réactivité décalée par rapport aux épisodes pluvieux en lien probable avec la nature localement très argileuse de la terrasse).

Bien que le débit mesuré à Loubens soit influencé par les lâchers effectués depuis les 5 barrages, par la présence de plusieurs centaines de moulins se répartissant sur le Dropt et ses affluents et la présence de très nombreuses retenues collinaires sur le bassin versant, une approche de modélisation TEMPO a été tentée.

Dans ces conditions, les contributions de la pluie, des eaux souterraines et des lâchers de barrage au débit du Dropt, déterminées pour la période de suivi, doivent être considérées avec prudence.

Utilisé dans une deuxième phase pour modéliser les niveaux piézométriques, le logiciel TEMPO a permis de montrer que les pluies et l'ETP suffisaient à bien reproduire l'évolution des niveaux. Ces derniers ne seraient donc pas influencés par l'activité anthropique menée sur le bassin versant.

Ces résultats obtenus, une réflexion a été menée sur l'utilité de la mise en place d'un outil de gestion des prélèvements. Les échanges avec les organismes en charge de la gestion de l'eau sur le bassin versant (EPIDROPT et CACG) et l'examen des règles déjà fixées dans le PGE ont permis d'identifier une piste d'amélioration.

Cette dernière consisterait à gérer l'ensemble des données du bassin versant au moyen d'un outil adapté de type WEAP (Water evaluation and planning system). Développé par le Stockholm Environment Institute, ce logiciel de gestion intégrée de la ressource en eau est basé sur le principe de bilan à l'échelle d'un bassin versant.

Couplé à la mise en place de stations hydrométriques de contrôle supplémentaires, à un inventaire exhaustif des prélèvements ainsi qu'à l'identification de tous les ouvrages hydrauliques (retenues, moulins ...), il constituerait une base solide pour la mise en place de nouveaux outils règlementaires (SAGE...) sur le territoire.

En ce qui concerne les pompages d'essai, seuls 2 couples (T et S) ont pu être déterminés. Compte tenu du faible nombre de couples disponibles et de l'hétérogénéité des résultats obtenus, aucune délimitation de la nappe d'accompagnement n'a été établie sur la base de ces valeurs.

Enfin, en matière de qualité, on retiendra donc que la nappe est dans son ensemble contaminée par des nitrates (les dosages réalisés en 2009 et les analyses de 2010 en attestent). Les analyses pratiquées en 2010 laissent quant à elles supposer que la pollution ne se limite pas à ce paramètre. Du métolachlor et de la déséthylatrazine ont en effet été retrouvés sur 2 des 3 points analysés avec comme origine probable l'activité agricole.

6. Conclusion

Au terme de 6 années d'investigation, le bilan du programme consacré aux nappes est le suivant :

En année 3 de la précédente convention, un outil de gestion a été proposé pour gérer les prélèvements effectués dans la **nappe alluviale de la Garonne** entre Tonneins et Marmande. Il n'a cependant jamais été utilisé, comme cela était initialement prévu, pour instruire les dossiers d'autorisation de prélèvement.

Les investigations menées sur la **nappe alluviale de la Dordogne** lors des 4 années de la précédente convention ayant montré que les débits du cours d'eau et les niveaux piézométriques étaient très peu, voire pas du tout, impactés par les prélèvements agricoles effectués durant la période estivale, aucun dispositif visant à réduire les prélèvements n'a été mis en place. La nappe alluviale de la Dordogne correspond en fait à un secteur où il n'existe pas de réel problème quantitatif, ce qui était supposé mais non démontré au moment du lancement de l'étude.

Le travail de caractérisation géologique et hydrogéologique de la **nappe alluviale du Gave de Pau**, mené en année 4 de la précédente convention, s'est poursuivi en année 1 de la nouvelle convention par une analyse détaillée des données pluviométriques, débitométriques et piézométriques disponibles, la mise en œuvre d'analyses corrélatoires, une analyse des débits et des hauteurs classés ainsi qu'une modélisation au moyen du logiciel TEMPO.

Comme pour la nappe alluviale de la Dordogne, les investigations menées n'ont pas mis en évidence de réels problèmes quantitatifs, les prélèvements ne représentant qu'une faible partie des volumes transitant dans le cours d'eau. Dans ces conditions, il n'a pas été jugé nécessaire de mettre en place un quelconque outil visant à réduire les prélèvements.

Sur la **nappe alluviale du Dropt**, après une caractérisation similaire à celles entreprises sur les 3 précédentes nappes et un essai de modélisation des débits et des niveaux piézométriques au moyen du logiciel TEMPO, une réflexion a été menée sur l'utilité de la mise en place d'un outil de gestion des prélèvements.

Les échanges avec les organismes en charge de la gestion de l'eau sur le bassin versant (EPIDROPT et CACG) et l'examen des règles déjà fixées dans le PGE ont permis d'identifier une piste d'amélioration.

Cette dernière consisterait à gérer l'ensemble des données du bassin versant au moyen d'un outil adapté de type WEAP (Water evaluation and planning system).

Couplé à la mise en place de stations hydrométriques de contrôle supplémentaires, à un inventaire exhaustif des prélèvements ainsi qu'à l'identification de tous les ouvrages hydrauliques (retenues, moulins ...), il constituerait en effet une base solide pour la mise en place de nouveaux outils règlementaires (SAGE...) sur le territoire.

En ce qui concerne les pompages d'essai, seuls 2 couples (T et S) ont pu être déterminés. Compte tenu du faible nombre de couples disponibles et de l'hétérogénéité des résultats obtenus, aucune délimitation de la nappe d'accompagnement n'a été établie sur la base de ces valeurs.

Enfin, en matière de qualité, on retiendra que la nappe est dans son ensemble contaminée par des nitrates (les dosages réalisés en 2009 et les analyses de 2010 en attestent). Les analyses pratiquées en 2010 laissent, quant à elles, supposer que la pollution ne se limite pas à ce paramètre. Du métolachlor et de la déséthylatrazine ont en effet été retrouvés sur 2 des 3 points analysés avec comme origine probable l'activité agricole.

Bien qu'aucun outil de gestion des prélèvements ne soit utilisé au terme de ce programme, il convient de préciser que les investigations menées ont permis d'accroître sensiblement les connaissances sur les 4 sites expérimentaux en particulier en matière de géométrie et de fonctionnement des hydrosystèmes. Les 7 rapports produits dans le cadre de ce programme sont consultables sur le site :

<http://www.brgm.fr/publication/rapportpublic.jsp>

Ils correspondent aux documents BRGM/RP-52603-FR de 2003 (Garonne), BRGM/RP-53631-FR de 2005 (Dordogne), BRGM/RP-53814-FR de 2005 (Garonne), BRGM/RP-55243-FR de 2007 (Garonne, Dordogne et Gave de Pau), BRGM/RP-56523-FR de 2008 (Garonne, Dordogne et Gave de Pau), BRGM/RP-57811-FR de 2010 (Garonne, Dordogne, Gave de Pau et Dropt) et BRGM/RP-60824-FR de 2011 (présent document).

En dernier lieu, il convient de noter que dans chacun des cas traités, la principale difficulté a été de récolter des données fiables concernant les volumes prélevés. Les bases de données instruites par les différents acteurs de la gestion de l'eau, lorsqu'elles sont disponibles, contiennent des informations qui ne concordent pas toujours et qui ne sont pas systématiquement géo-localisées. Un effort doit donc être mené dans le domaine du recueil, de la validation et de la mise à disposition de ces dernières.

7. Bibliographie

Agence Eau Adour Garonne (1997) - Les micropolluants organiques et minéraux dans les principaux cours d'eau de la région Aquitaine, campagne de mesure 1995

Agence Eau Adour Garonne (2000) – Etude de faisabilité d'une gestion intégrée et initiation d'un plan de gestion des étiages sur le bassin versant du Dropt

ANTEA (1995) - Etude globale de protection de l'aquifère alluvial du Gave de Pau

AQUADOUR, Bulletin d'information sur l'eau dans le Bassin de l'Adour - Numéro 28, P. REGNACQ, 2002

Armand C. (1997) - Avis hydrogéologique pour la définition des périmètres de protection des forages de Bordes

Baudin G. (1979) - Ressources en eau de la nappe des alluvions du Gave de Pau entre Lestelle – Bétharram et Pau, Thèse

BRGM (1995) - Délimitation des nappes d'accompagnement des cours d'eau Garonne, Dordogne, Gironde, Dropt, Dronne et Isle pour le département de la Gironde – Rapport BRGM-RR-38431-FR

BRGM (1995) - Inventaire des ouvrages de mesures dans les nappes alluviales du département de Gironde (Gironde, Garonne, Dordogne, Isle, Dronne et Dropt) – Rapport BRGM-RR-38765-FR

Bureau d'Etudes en Ecologie et Hydrobiologie (2007) - Travaux hydrauliques sur le Dropt (communes de Casseuil et Caudrot)

Bureau d'Investigation Géotechnique (1980) - Etude géologique et hydrogéologique au niveau de la commune de Saint-Aubin-de-Cadelech

Cabinet Berre (2000) - Rapport hydrogéologique pour l'alimentation en eau potable de la région de Jurançon

Cabinet Berre (2003) - Recherche d'eau potable sur les communes de Siros, Arbus et Artiguelouve

Cabinet Berre (2005) - Etude hydrogéologique de l'extension de la gravière de la commune de Lescar

Cabinet Berre (2005) - Essais de puits et de nappe sur les quatre points de prélèvements d'eau potable sur les communes d'Artix, Labsatide-Cézéracq et Bésingrand

Calligée (1988-1999) - Suivi piézométrique de la nappe alluviale du Gave de Pau entre Baliros et Baudreix

Calligée (1998) - Etude hydrogéologique préalable à la définition des périmètres de protection des forages de Baliros et Pardies

Calligée (1998) - Réalisation de 4 piézomètres de reconnaissance dans la vallée alluviale du Gave de Pau entre Baliros et Baudreix

Institut de Géodynamique de l'Université de Bordeaux III (1982) - Etude de la nappe phréatique du Gave de Pau, Secteur Pau à Coarraze

CARA (1981) - Etude préalable au drainage secteur de référence du bassin versant de la Dourdeze

CARA (1991) - Schéma d'aménagement du Dropt : Traitements statistiques spécifiques de données issues des stations hydrométriques

CARA (1992) - Hydrologie de la Nette

CARA (1993) - SAGE du Bassin du Dropt, dossier préliminaire

CEMAGREF (1981) - Etude hydrologique et hydraulique des crues de la Dourdenne à Miramont-en-Guyenne

Daum J.R. et Durand F. (1997) - Méthode d'évaluation de l'impact des prélèvements réalisés dans les nappes d'accompagnement sur les eaux superficielles associées. Rapport BRGM/RR-38586-FR

GEODIAG (2007) - Etude préalable au schéma d'aménagement et de gestion des cours d'eau du bassin versant du Dropt

GEREA (1994) - SAGE du Bassin du Dropt, état initial

HYDRO-M (2001) - Plan de gestion des étiages du bassin du Dropt : état des lieux sur le périmètre

HYDRO-M (2003) - Plan de gestion des étiages du bassin du Dropt

Pellissier-Hermitte G. (1970) - Etude de l'alimentation des aquifères éocènes et adjacents en région Béarn-Bigorre, Thèse

Sogreah (1972) - Aménagement hydro-agricole de la vallée du Dropt

Cartes géologiques de la France BRGM (1/50 000) : Feuilles d'Hasparren (1002), Orthez (1003), Arthez-de-Béarn (1004), Pau (1029), Morlaàs (1030) et Lourdes (1052)
// Feuilles de Podensac (828), Duras (829), Eymet (830), Belvès (831), Langon (852), Marmande (853), Cancon (854) et Fumel (855)

Banque de données du Sous Sol (BSS)

Banque Hydro - <http://hydro.mde.tm.fr>

Annexe 1

Photos des points instrumentés

VILLEREAU : 08551X0016

n des
staires



des
es



SAINT QUENTIN DU DROPT : 08307X0035



age



LA SAUVETAT DU DROPT : 08298X0009



TAILLECAVAT / Canterranne : 08297X0018



TAILLECAVAT / M. Barthe : 08296X0022

ige



des
ires



COURS DE MONSEGUR : 08296X0023

e



des
res

MESTERRIEUX : 08288X0015



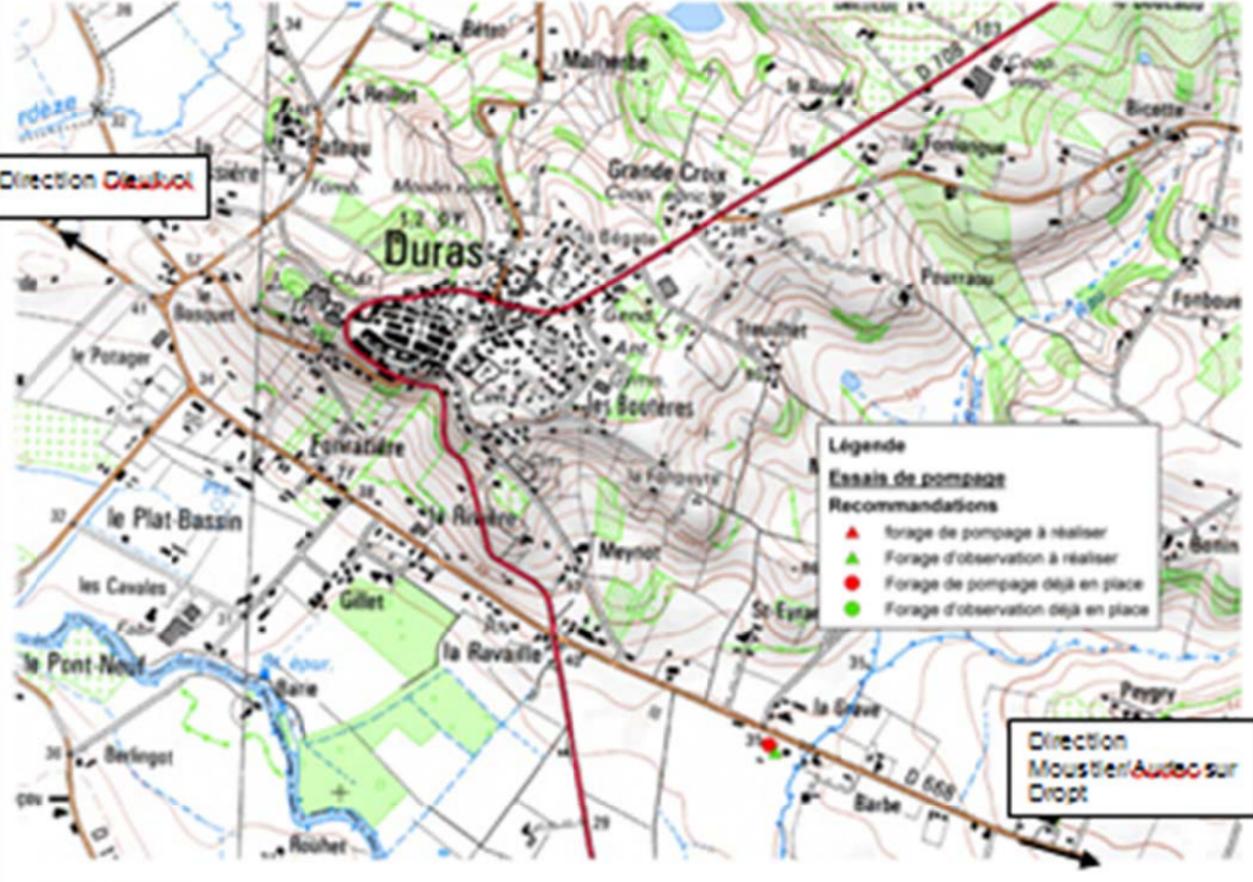
père des
mesures

ROUMAGNE : 08534X0010



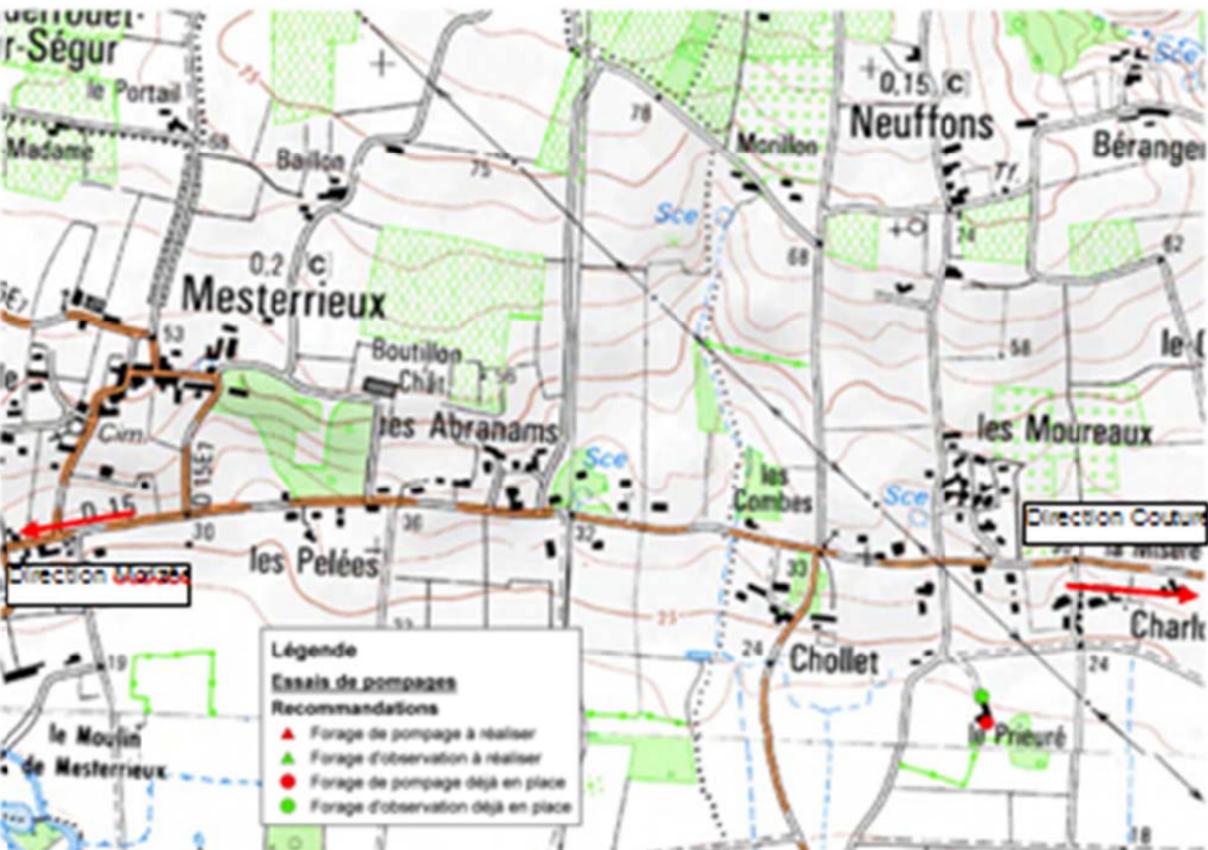
Annexe 2

Sites sélectionnés en vue de la réalisation de la campagne de pompages d'essai

	<p>Lieu-dit ou dénomination usuelle : Banargé Commune : DURAS Département : LOT ET GARONNE</p> <p>Identification de la station Indice national :</p>	<p>Appartenance à un autre réseau Non</p> <p>Caractéristiques de l'ouvrage</p>
<p>Localisation</p> <p>Coordonnées Lambert 2 Etendu (puits poopa) : X L2E = 430 014 m Y L2E = 1 965 150 m</p> <p>Altitude au col (m NGF) : Z puits poopa = 34 m (précision : MNT) Nivellement : non</p> <p>Carte IGN (1/25 000) : Carte géologique (1/50 000) : 829 (Duras)</p>		<p><u>Généralités</u></p> <p>Nature des points d'eau : Puits Type de nappe : Libre Etat des points d'eau : exploité (arrosage) Propriétaire Puits : M Roque : 0872134820</p>
<p>Plan de situation d'après IGN à 1/25 000</p>		<p><u>Photographie des ouvrages</u></p>  <p>Ouvrage de pompage</p>
 <p>Direction Audoubert</p> <p>Direction Moustier/Audoubert sur Dropt</p>		<p>Système aquifère observé Nappe alluviale du Dropt (Basse Terrasse)</p> <p>Point de référence (repère)</p> <p>Description du point de référence : sommet de margelle Altitude (NGF) du point de repère : m</p> <p> Copyright BRGM 2010</p>

	<p>Lieu-dit ou dénomination usuelle : La Gua Bord Commune : MONSEGUR Département : GIRONDE</p> <p>Identification de la station Indice national :</p>	<p>Appartenance à un autre réseau Non</p>	
<p>Localisation</p> <p>Coordonnées Lambert 2 Etendu (puits obs) : X L2E = 422 475 m Y L2E = 1 964 550 m Coordonnées Lambert 2 Etendu (puits pomp) : X L2E = 422 471 m Y L2E = 1 964 540 m</p> <p>Altitude au sol (m NGF) : Z puits obs = 28 m (précision : MNT), Z puits pomp = 28 m (précision MNT) Nivellement : non</p>		<p>Caractéristiques de l'ouvrage</p> <p>Généralités</p> <p>Nature des points d'eau : Puits Type de nappe : Libre Etat des points d'eau : inexploité Propriétaire Puits 1 et 2 : M Cassinoc (oups.ta) : 0558818377</p>	
<p>Plan de situation d'après IGN à 1/25 000</p>		<p>Photographie des ouvrages</p>	
 <p>Légende Essais de pompages Recommandations ▲ Forage de pompage à réaliser ▲ Forage d'observation à réaliser ● Forage de pompage déjà en place ● Forage d'observation déjà en place</p>		 <p>Ouvrage de pompage</p>	 <p>Ouvrage d'observation</p>
<p>Scand2 © IGN 1999</p>			
		<p>Système aquifère observé Nappe alluviale du Dropt (Basse Terrasse)</p>	
		<p>Point de référence (repère)</p> <p>Description du point de référence : sommet de margelle Altitude (NGF) du point de repère : m</p> <p> brgm Copyright © BRGM 2010</p>	

	<p>Lieu-dit ou dénomination usuelle : La Venelle Commune : MOUSTIER Département : LOT ET GARONNE</p> <p>Identification de la station Indice national :</p>	<p>Appartenance à un autre réseau Non</p>										
<p>Localisation</p> <p>Coordonnées Lambert 2 Etendu (puits pomp) : X L2E = 437 784 m Y L2E = 1 961 190 m Coordonnées Lambert 2 Etendu (puits obs) : X L2E = 437 780 m Y L2E = 1 961 220 m</p> <p>Altitude au sol (m NGF) : Z puits pomp = 40 m (précision : MNT), Z puits obs = 40 m (précision MNT) Nivellement : non</p>		<p>Caractéristiques de forage</p> <p>Généralités</p> <table border="0"> <tr> <td>Nature des points d'eau :</td> <td>Puits</td> </tr> <tr> <td>Type de nappe :</td> <td>Libre</td> </tr> <tr> <td>Etat des points d'eau :</td> <td>exploités (arrosage)</td> </tr> <tr> <td>Propriétaire Puits pomp :</td> <td>M Gulpouy (ouu tel : 0553942858)</td> </tr> <tr> <td>Propriétaire Puits obs :</td> <td>M Mme Smith David (ouu tel : 0553845334)</td> </tr> </table>	Nature des points d'eau :	Puits	Type de nappe :	Libre	Etat des points d'eau :	exploités (arrosage)	Propriétaire Puits pomp :	M Gulpouy (ouu tel : 0553942858)	Propriétaire Puits obs :	M Mme Smith David (ouu tel : 0553845334)
Nature des points d'eau :	Puits											
Type de nappe :	Libre											
Etat des points d'eau :	exploités (arrosage)											
Propriétaire Puits pomp :	M Gulpouy (ouu tel : 0553942858)											
Propriétaire Puits obs :	M Mme Smith David (ouu tel : 0553845334)											
<p>Plan de situation d'après IGN à 1:25 000</p> 		<p>Photographie des ouvrages</p>  <p>Ouvrage de pompage Ouvrage d'observation</p>										
		<p>Systeme souterrain observe</p> <p>Nappe alluviale du Dropt (Basse Terrasse)</p> <p>Point de référence (repère)</p>										
<p>Description du point de référence : sommet de margelle Altitude (NGF) du point de repère : m</p>		 <p>Copyright BRGM 2010</p>										

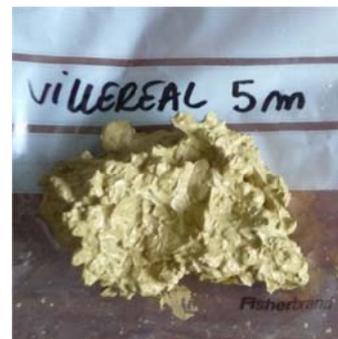
	<p>Lieu-dit ou dénomination usuelle : Le Prieuré Commune : NEUFFON Département : GIRONDE</p> <p>Identification de la station Indice national :</p>	<p>Appartenance à un autre réseau : Non</p>	
<p>Localisation</p> <p>Coordonnées Lambert 2 Étendu (puits obs) : X L2E = 415 121 m Y L2E = 1 962 740 m Coordonnées Lambert 2 Étendu (puits pomp) : X L2E = 415 119 m Y L2E = 1 962 690 m</p> <p>Altitude au col (m NGF) : Z puits obs = 20 m (précision : MNT), Z puits pomp = 19 m (précision MNT) Nivellement : non</p>		<p>Caractéristiques de l'ouvrage</p> <p>Généralités</p> <p>Nature des points d'eau : Puits Type de nappe : Libre Etat des points d'eau : inexploité Propriétaire Puits 1 et 2 : M. KLEMAN (ouon_taj) : 0658713230</p>	
<p>Plan de situation d'après IGN à 1:25 000</p>		<p>Photographie des ouvrages</p>  	
 <p>Légende Essais de pompages Recommandations ▲ Forage de pompage à réaliser ▲ Forage d'observation à réaliser ● Forage de pompage déjà en place ● Forage d'observation déjà en place</p>		<p>Ouvrage de pompage (derrière la maison) Ouvrage d'observation (devant la maison)</p> <p>Recommandation du propriétaire : L'évacuation des eaux de pompage se fera dans une « mare » à environ 30 m du puits de pompage.</p>	
<p>Scand2 © IGN 1999</p>		<p>Système aquifère observé : Nappe alluviale du Dropt (Basse Terrasse)</p> <p>Point de référence (repère) : Description du point de référence : sommet de margelle Altitude (NGF) du point de repère : m</p> <p> Copyright BRGM 2010</p>	

	<p>Lieu-dit ou dénomination usuelle : Moulin Andrieu Commune : VILLEREAL Département : LOT ET GARONNE</p> <p>Identification de la station Indice national :</p>	<p>Appartenance à un autre réseau Non</p>
<p>Localisation</p> <p>Coordonnées Lambert 2 Etendu (puits 1) : X L2E = ? m Y L2E = ? m Coordonnées Lambert 2 Etendu (puits 3) : X L2E = ? m Y L2E = ? m</p> <p>Altitude au sol (m NGF) : Z puits pomp. = ? m (précision : MNT), Z puits obs. = ? m (précision MNT) Nivellement : non</p>		<p>Caractéristiques de l'ouvrage</p> <p>Généralités</p> <p>Nature des points d'eau : Puits Type de nappe : Libre Etat des points d'eau : inexploité Propriétaire Puits : M Vernet (ouu_tel : 08738584)</p>
<p>Plan de situation d'après IGN à 1/25 000</p>  <p>Légende Essais de pompages Recommandations ▲ Forage de pompage à réaliser ▲ Forage d'observation à réaliser ● Forage de pompage déjà en place ● Forage d'observation déjà en place</p> <p>Direction Issigeac Direction Montpellier Direction Castillon</p>		<p>Photographie des ouvrages</p>  <p>2010/7/9</p>
<p>Systeme souterrain observe</p> <p>Nappe alluviale du Dropt (Moyenne Terrasse)</p>		<p>Point de référence (repère)</p>
<p>Description du point de référence : sommet de margelle Altitude (NGF) du point de repère : m</p>		 <p>Copyright BRGM 2008</p>

Annexe 3

Logs des forages réalisés

Nom du sondage : Villeréal Echelle : 1 / 20 Tranche de profondeur : 0.00 M - 7.00 M Date réalisation : 04/08/10		
Profondeur (M)	Code	Description
1.00		argile beige foncé
2.00		argile beige clair
3.00		argile ocre
4.00		
5.00		
6.00		
7.00		

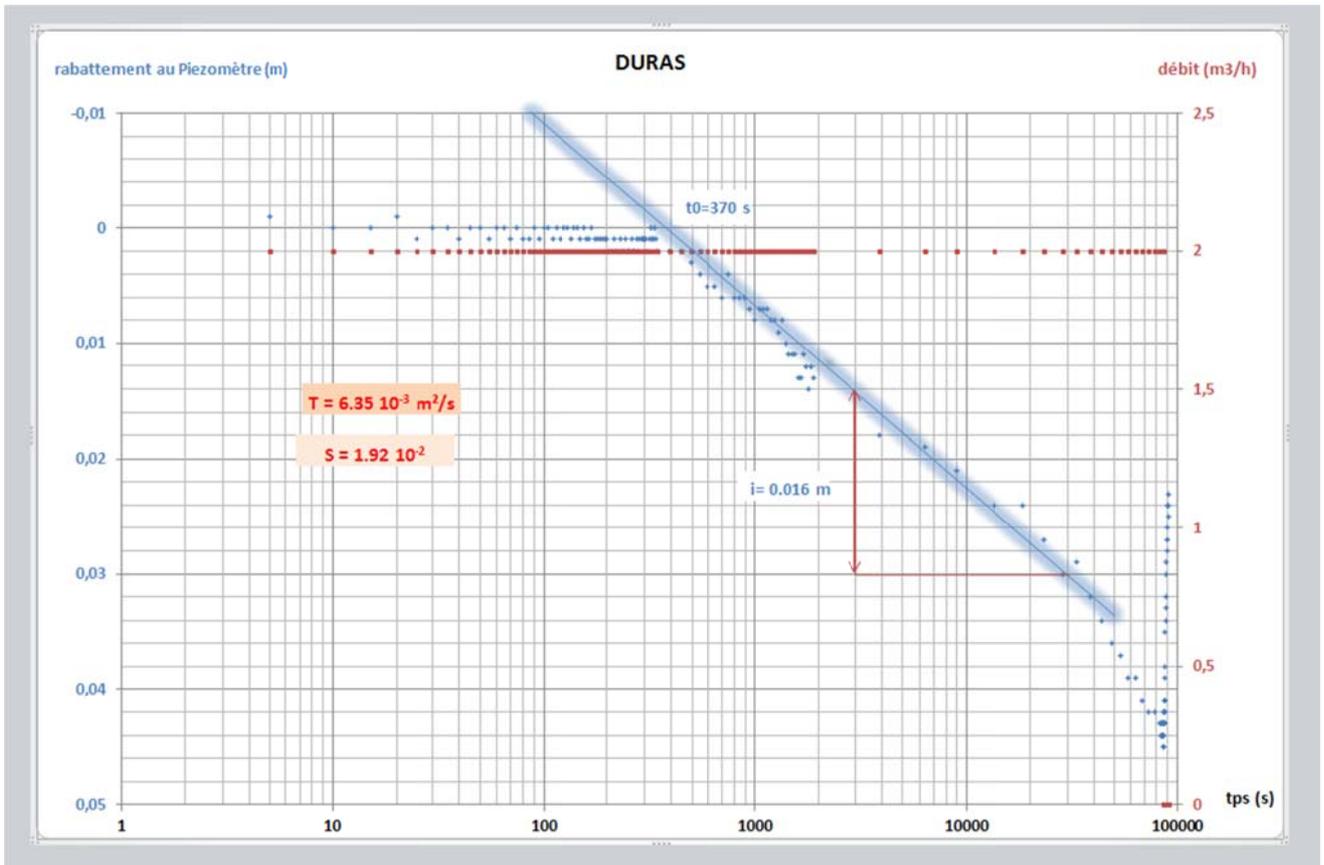


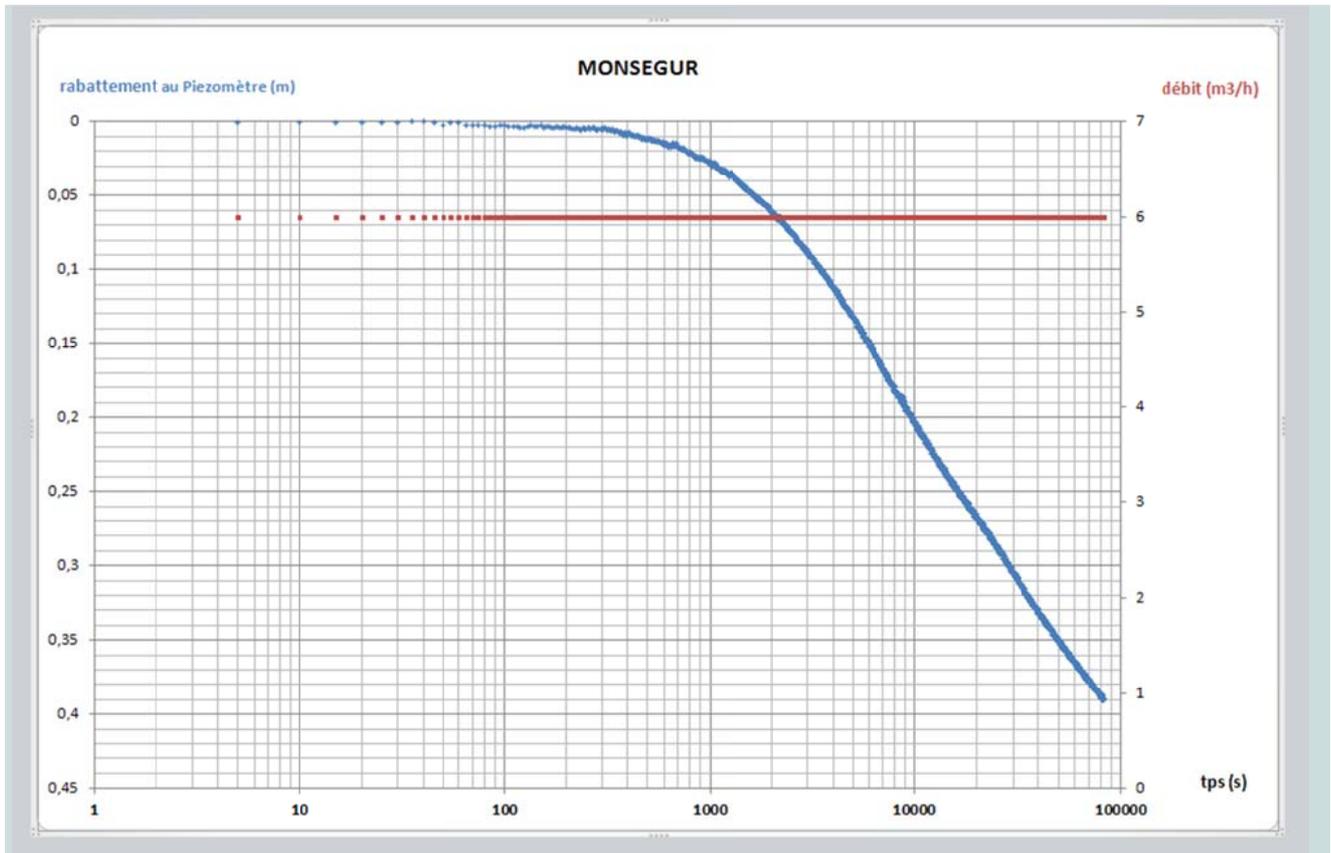
Nom du sondage : Duras Echelle : 1 / 20 Tranche de profondeur : 0.00 M - 7.00 M Date réalisation : 05/08/10		
Profondeur (M)	Code	Description
		terre végétale sablo-limoneuse brune à graviers
1.00		argile sableuse beige foncé à graviers gris
2.00		
3.00		argile sableuse beige foncé à graviers gris plus sableuse
4.00		
5.00		argile sableuse beige foncé à graviers gris plus calcaire
6.00		
7.00		alluvions plus grossières non argileuses à petits graviers bien roulés

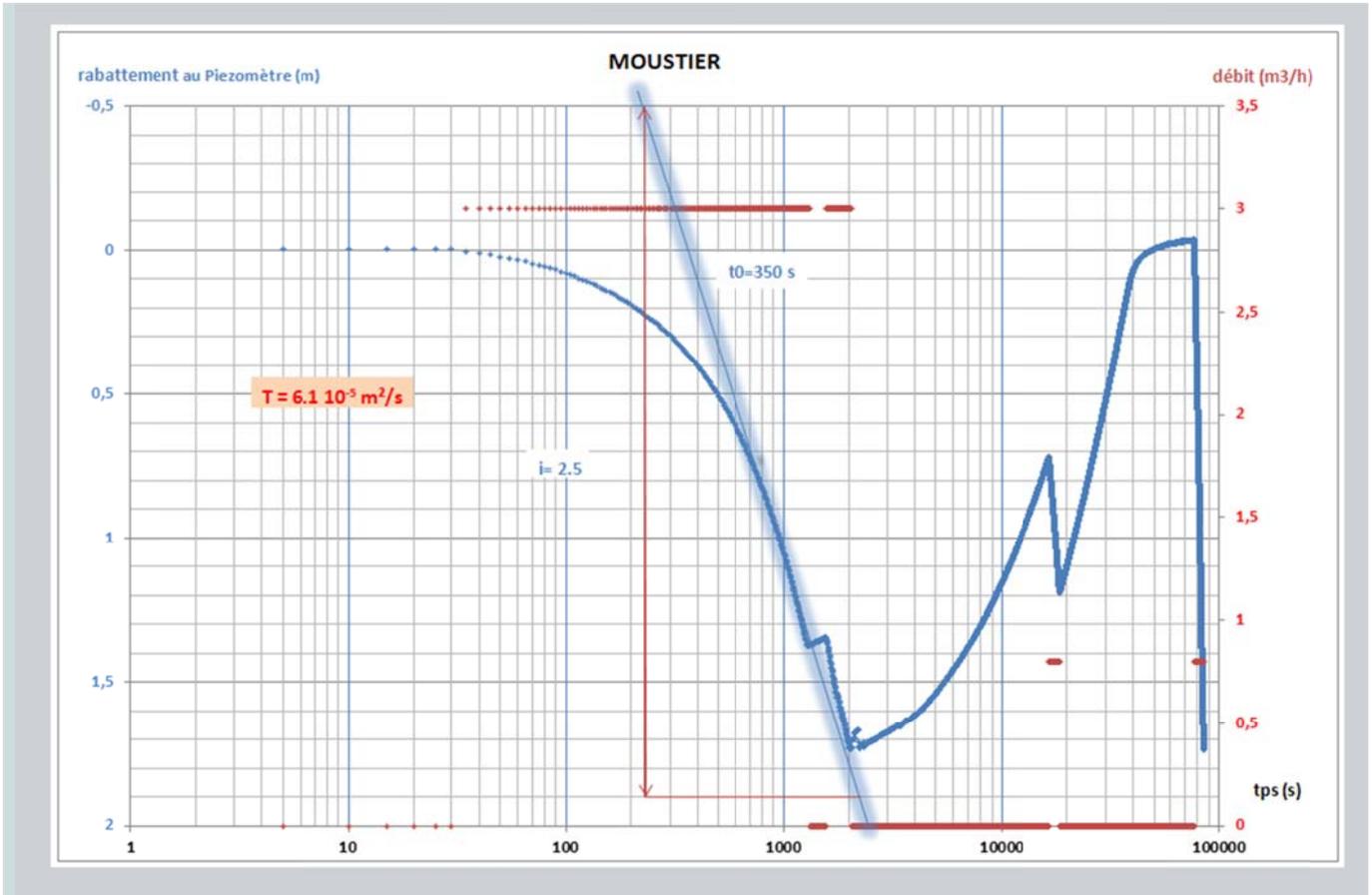


Annexe 4

Résultats des pompages d'essai







Annexe 5

Analyses chimiques

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DE L'EAU
Conseil Général de la Haute-Garonne

76, Chemin Boudou - 31140 LAUNAGUET
Téléphone : 05.62.79.94.40
Télécopie : 05.62.79.94.41
Email : lde31@cg31.fr



RAPPORT D'ANALYSES

Launaguet, le 07 Septembre 2010

Dossier N° : 1008-10902-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100914928 Page : 1 sur 4

Destinataire
BRGM Aquitaine
Parc technologique Europarc
24, avenue Léonard de Vinci

33600 PESSAC

Objet de la demande
Prélevé par
Référence commande

Analyses d'eaux souterraines Gironde
BRGM 33
selon devis 10-561

Demandeur BRGM Aquitaine
Date de réception 13/08/2010
Heure de réception 11:30
Reçu au LDE 31 par L. MONFLIER (LMO)

Observations Echantillons livrés au LDE31 par transporteur

Analyses	Résultats / Echantillons				Méthode
	Num éch				
	100813-18811				
<i>Lieu de prél.</i>	DURAS (47)				
<i>Point de prél.</i>	FORAGE				
<i>Date de prél.</i>	12/08/2010				
<i>Heure de prél.</i>	10:30				
<i>Debut d'analyse</i>	13/08/2010				
PARAMETRES DE TYPE MICROBIOLOGIQUE					
Bactéries revivifiables à 36°C (/ ml)	<input checked="" type="checkbox"/> 122				NF EN ISO 6222
Bactéries revivifiables à 22°C (/ ml)	<input checked="" type="checkbox"/> >300				NF EN ISO 6222
Coliformes totaux (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/> >100				NF EN ISO 9308-1
Escherichia coli (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/> 0				NF EN ISO 9308-1
Entérocoques (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/> 18				NF EN ISO 7899-2
Pseudomonas aeruginosa (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/> 0				NF EN ISO 16266
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES GENERAUX					
pH (unité pH)	<input checked="" type="checkbox"/> 7.10				NF T90-008
Température de mesure du pH (° C)	20.0				
Conductivité (µS/cm à 25 C°)	<input checked="" type="checkbox"/> 775				NF EN 27888
Résidu sec à 180 °C (mg/l)	<input checked="" type="checkbox"/> 496				NF T90-029
Turbidité (NFU)	<input checked="" type="checkbox"/> 0.40				NF EN ISO 7027
Oxydabilité au KMnO4 (mg/l O2)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.6				NF EN ISO 8467
Titre Hydrotimétrique calculé (°F)	37.9				Méthode par calcul
Titre Alcalin (° F)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.5				NF EN ISO 9963-1
Titre Alcalin Complet (° F)	<input checked="" type="checkbox"/> 30.3				NF EN ISO 9963-1
Silicates (mg/l SiO2)	<input checked="" type="checkbox"/> 12.0				NF T90-007
PARAMETRES MATIERES ORGANIQUES					
Carbone Organique Dissous (mg/l C)	<input checked="" type="checkbox"/> 0.8				NF EN 1484

Etat : Mod31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-10902-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100914928 Page : 2 sur 4

Analyses	Résultats / Echantillons					Méthode	
	Num éch	100813-18811					
	Lieu de prél.	DURAS (47)					
	Point de prél.	FORAGE					
	Date de prél.	12/08/2010					
	Heure de prél.	10:30					
Debut d'analyse	13/08/2010						
PARAMETRES MATIERES AZOTEES -PHOSPHOREES							
Phosphore total (mg/l P)	☒	0.06				NF EN ISO 6878	
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES MAJEURS							
Calcium (mg/l Ca)	☒	132.0				NF EN ISO 14911	
Magrésium (mg/l Mg)	☒	12.0				NF EN ISO 14911	
Sodium (mg/l Na)	☒	16.0				NF EN ISO 14911	
Potassium (mg/l K)	☒	4.7				NF EN ISO 14911	
Ammonium (mg/l NH4)	☒	<0.05				NF T90-015-2	
Nitrites (mg/l NO2)	☒	<0.03				NF EN ISO 10304-1	
Nitrates (mg/l NO3)	☒	32				NF EN ISO 10304-1	
Chlorures (mg/l Cl)	☒	32				NF EN ISO 10304-1	
Fluorures (mg/l F)	☒	0.270				NF EN ISO 10304-1	
Sulfates (mg/l SO4)	☒	38				NF EN ISO 10304-1	
Carbonates (mg/l CO3)	☒	<1				NF EN ISO 9963-1	
Hydrogénocarbonates (mg/l HCO3)	☒	370.0				NF EN ISO 9963-1	
Orthophosphates (mg/l PO4)	☒	0.15				NF EN ISO 6878	
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES DIVERS							
Cyanures Libres (µg/l CN)	☒	<10				NF EN ISO 14403	
PARAMETRES METAUX ET ASSIMILES							
Aluminium (µg/l Al)	☒	<20				NFENISO 17294-2	
Antimoine (µg/l Sb)	☒	<0.1				NFENISO 17294-2	
Arsenic (µg/l As)	☒	1				NFENISO 17294-2	
Bore (µg/l B)	☒	<50				NF EN ISO 11885	
Cadmium (µg/l Cd)	☒	<0.1				NFENISO 17294-2	
Chrome Total (µg/l Cr)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Cuivre (µg/l Cu)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Etain (µg/L Sn)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Fer (µg/l Fe)	☒	12				NFENISO 17294-2	
Manganèse Total (µg/l Mn)	☒	2				NFENISO 17294-2	
Mercure (µg/l Hg)	☒	<0.3				NF EN 1483	

Etat : Mul3lcof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-10902-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100914928 Page : 3 sur 4

Analyses	Num éch	Résultats / Echantillons				Méthode
	Lieu de prél.	100813-18811				
	Point de prél.	DURAS (47)				
	Date de prél.	FORAGE				
	Heure de prél.	12/08/2010				
	Debut d'analyse	10:30				
		13/08/2010				
Nickel (µg/l Ni)	☒	<1				NFENISO 17294-2
Plomb (µg/l Pb)	☒	<1				NFENISO 17294-2
Sélénium (µg/l Se)	☒	<1				NFENISO 17294-2
Zinc (µg/l Zn)	☒	9				NFENISO 17294-2
PARAMETRES TRACES ORGANIQUES						
Alachlore (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Métolachlor (H) (µg/l)	☒	1.960				MOA26 HPLCMSMS
2,6 Diéthylaniline (MET) (µg/l)	☒	<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Glyphosate (H) (µg/l)	☒	<0.10				MOA24 HPLCFI _{no}
AMPA (MET) (µg/l)	☒	<0.10				MOA24 HPLCFI _{no}
Métaldéhyde (µg/l)	☒	<0.50				MOA26 HPLCMSMS
Métazachlore (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Oxadixyl (F) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Aldrine (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
Endosulfan Bêta (I/A) (µg/l)	☒	<0.010				NF EN ISO 6468
Endrine (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
HCH Alpha (I) (µg/l)	☒	<0.005				NF EN ISO 6468
HCH Gamma (Lindane) (I) (µg/l)	☒	<0.005				NF EN ISO 6468
Heptachlore epoxyde cis (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
Atrazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Bentazone (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Hexazinone (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Simazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Terbutylazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
DéséthylAtrazine (MET) (µg/l)	☒	0.021				MOA26 HPLCMSMS
Atrazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)	☒	<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desethylatrazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)	☒	<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desisopropylatrazine-2-hydroxy (MET) (µg/l)	☒	<0.050				MOA26 HPLCMSMS
DésisopropylAtrazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Terbutylazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)	☒	<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desethylterbutylazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Desethylterbutylazine-2-hydroxy (MET) (µg/l)	☒	<0.050				MOA26 HPLCMSMS

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-10902-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100914928 Page: 4 sur 4

Analyses	Num éch	Résultats / Echantillons				Méthode	
		100813-18811					
	Lieu de prél.	DURAS (47)					
	Point de prél.	FORAGE					
	Date de prél.	12/08/2010					
	Heure de prél.	10:30					
	Debut d'analyse	13/08/2010					
Aminotriazole (H) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.10				MOA25 HPLCF100	
Chlortoluron (H) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
Diuron (H) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
Isoproturon (H) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
3,4-Dichloroaniline (µg/l)		<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
4-isopropylaniline (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS	
Chloroforme (°) (THM) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NF EN ISO 10301	
Tétrachloroéthylène (Perchloroéthylène) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NF EN ISO 10301	
Tétrachlorure de carbone (COV) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.1				NF EN ISO 10301	
1,1,1 Trichloroéthane (COV) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NF EN ISO 10301	
Trichloroéthylène (COV) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NF EN ISO 10301	

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DE L'EAU
 Conseil Général de la Haute-Garonne

76, Chemin Boudou - 31140 LAUNAGUET
 Téléphone : 05.62.79.94.40
 Télécopie : 05.62.79.94.41
 Email : lde31@cg31.fr



RAPPORT D'ANALYSES

Launaguët, le 14 Septembre 2010

Dossier N° : 1008-11207-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100915360 Page : 1 sur 4

Destinataire

BRGM Aquitaine
Parc technologique Europarc
24, avenue Léonard de Vinci

33600 PESSAC

Objet de la demande : Analyses d'eaux souterraines Gironde
Prélevé par : BRGM 33
Référence commande : selon devis 08-85bis

Demandeur : BRGM Aquitaine
Date de réception : 18/08/2010
Heure de réception : 11:00
Reçu au LDE 31 par : C. DALET

Observations

Analyses	Résultats / Echantillons				Méthode
	Num éch	Lieu de prél.	Point de prél.	Date de prél.	
	100818-19170	MONSEUR	LIEU DIT "LAGUA"	17/08/2010	
				18:00	
				18/08/2010	
PARAMETRES DE TYPE MICROBIOLOGIQUE					
Bactéries revivifiables à 36°C (/ ml)	<input checked="" type="checkbox"/>	56			NF EN ISO 6222
Bactéries revivifiables à 22°C (/ ml)	<input checked="" type="checkbox"/>	48			NF EN ISO 6222
Coliformes totaux (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/>	3			NF EN ISO 9308-1
Escherichia coli (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/>	0			NF EN ISO 9308-1
Entérocoques (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/>	0			NF EN ISO 7899-2
Pseudomonas aeruginosa (/ 100 ml)	<input checked="" type="checkbox"/>	0			NF EN ISO 16266
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES GENERAUX					
pH (unité pH)	<input checked="" type="checkbox"/>	7.00			NF T90-008
Température de mesure du pH (° C)		20.4			
Conductivité (µS/cm à 25 °C)	<input checked="" type="checkbox"/>	1015			NF EN 27888
Résidu sec à 180 °C (mg/l)	<input checked="" type="checkbox"/>	620			NF T90-029
Turbidité (NFU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00			NF EN ISO 7027
Oxydabilité au KMnO4 (mg/l O2)	<input checked="" type="checkbox"/>	0.6			NF EN ISO 8467
Titre Hydrotimétrique calculé (°F)		52.7			Méthode par calcul
Titre Alcalin (° F)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.5			NF EN ISO 9963-1
Titre Alcalin Complet (° F)	<input checked="" type="checkbox"/>	44.0			NF EN ISO 9963-1
Silicates (mg/l SiO2)	<input checked="" type="checkbox"/>	9.0			NF T90-007
PARAMETRES MATIERES ORGANIQUES					
Carbone Organique Dissous (mg/l C)	<input checked="" type="checkbox"/>	1.4			NF EN 1484

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-11207-BRGM33
 Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
 Origine : BRGM Aquitaine
 Bulletin N° : 100915360 Page : 2 sur 4

Analyses	Résultats / Echantillons					Méthode	
	Num éch	100818-19170					
	Lieu de prél.	MONSEGUR					
	Point de prél.	LIEU DIT "LAGUA"					
	Date de prél.	17/08/2010					
	Heure de prél.	18:00					
	Debut d'analyse	19/08/2010					
PARAMETRES MATIERES AZOTEES -PHOSPHOREES							
Phosphore total (mg/l P)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.05				NF EN ISO 6878	
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES MAJEURS							
Calcium (mg/l Ca)	<input checked="" type="checkbox"/>	185.0				NF EN ISO 14911	
Magnésium (mg/l Mg)	<input checked="" type="checkbox"/>	16.0				NF EN ISO 14911	
Sodium (mg/l Na)	<input checked="" type="checkbox"/>	19.0				NF EN ISO 14911	
Potassium (mg/l K)	<input checked="" type="checkbox"/>	0.7				NF EN ISO 14911	
Ammonium (mg/l NH4)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.05				NF T90-015-2	
Nitrites (mg/l NO2)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.03				NF EN ISO 10304-1	
Nitrates (mg/l NO3)	<input checked="" type="checkbox"/>	31				NF EN ISO 10304-1	
Chlorures (mg/l Cl)	<input checked="" type="checkbox"/>	46				NF EN ISO 10304-1	
Fluorures (mg/l F)	<input checked="" type="checkbox"/>	0.202				NF EN ISO 10304-1	
Sulfates (mg/l SO4)	<input checked="" type="checkbox"/>	41				NF EN ISO 10304-1	
Carbonates (mg/l CO3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NF EN ISO 9963-1	
Hydrogénocarbonates (mg/l HCO3)	<input checked="" type="checkbox"/>	537.0				NF EN ISO 9963-1	
Orthophosphates (mg/l PO4)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.05				NF EN ISO 6878	
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES DIVERS							
Cyanures Libres (µg/l CN)	<input checked="" type="checkbox"/>	<10				NF EN ISO 14403	
PARAMETRES METAUX ET ASSIMILES							
Aluminium (µg/l Al)	<input checked="" type="checkbox"/>	<20				NFENISO 17294-2	
Antimoine (µg/l Sb)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.1				NFENISO 17294-2	
Arsenic (µg/l As)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NFENISO 17294-2	
Bore (µg/l B)	<input checked="" type="checkbox"/>	<50				NF EN ISO 11885	
Cadmium (µg/l Cd)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.1				NFENISO 17294-2	
Chrome Total (µg/l Cr)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NFENISO 17294-2	
Cuivre (µg/l Cu)	<input checked="" type="checkbox"/>	2				NFENISO 17294-2	
Etain (µg/L Sn)	<input checked="" type="checkbox"/>	<1				NFENISO 17294-2	
Fer (µg/l Fe)	<input checked="" type="checkbox"/>	9				NFENISO 17294-2	
Manganèse Total (µg/l Mn)	<input checked="" type="checkbox"/>	1				NFENISO 17294-2	
Mercuré (µg/l Hg)	<input checked="" type="checkbox"/>	<0.3				NF EN 1483	

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-11207-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100915360 Page : 3 sur 4

Analyses	Num éch	Résultats / Echantillons				Méthode
	Lieu de prél.	100818-19170				
	Point de prél.	MONSEGUR				
	Date de prél.	LIEU DIT "LAGUA"				
	Heure de prél.	17/08/2010				
	Debut d'analyse	18:00				
		18/08/2010				
Nickel (µg/l Ni)	☒	<1				NFENISO 17294-2
Plomb (µg/l Pb)	☒	<1				NFENISO 17294-2
Sélénium (µg/l Se)	☒	2				NFENISO 17294-2
Zinc (µg/l Zn)	☒	11				NFENISO 17294-2
PARAMETRES TRACES ORGANIQUES						
Alachlore (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Métolachlor (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
2,6 Diéthylaniline (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Glyphosate (H) (µg/l)	☒	<0.10				MOA24 HPLCF ^{uo}
AMPA (MET) (µg/l)	☒	<0.10				MOA24 HPLCF ^{uo}
Métaldéhyde (µg/l)		<0.50				MOA26 HPLCMSMS
Métazachlore (H) (µg/l)		<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Oxadixyl (F) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Aldrine (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
Endosulfan Béta (I/A) (µg/l)	☒	<0.010				NF EN ISO 6468
Endrine (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
HCH Alpha (I) (µg/l)	☒	<0.005				NF EN ISO 6468
HCH Gamma (Lindane) (I) (µg/l)	☒	<0.005				NF EN ISO 6468
Heptachlore epoxyde cis (I) (µg/l)		<0.020				NF EN ISO 6468
Atrazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Bentazone (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Hexazinone (H) (µg/l)		<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Simazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Terbutylazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
DéséthylAtrazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Atrazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desethylatrazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desisopropylatrazine-2-hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
DésisopropylAtrazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Terbutylazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desethylterbutylazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Desethylterbutylazine-2-hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-11207-BRGM33
 Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
 Origine : BRGM Aquitaine
 Bulletin N° : 100915360 Page : 4 sur 4

Analyses	Résultats / Echantillons					Méthode	
	Num éch	100818-19170					
	Lieu de prél.	MONSEUR					
	Point de prél.	LIEU DIT "LAGUA"					
	Date de prél.	17/08/2010					
	Heure de prél.	18:00					
	Debut d'analyse	19/08/2010					
Aminotriazole (H) (µg/l)	☒	<0.10				MOA25 HPLCFIuo	
Chlortoluren (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
Diuron (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
Isoproturon (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
3,4-Dichloroaniline (µg/l)		<0.020				MOA26 HPLCMSMS	
4-isopropylaniline (µg/l)		0.000				MOA26 HPLCMSMS	
Chloroforme (°) (THM) (µg/l)	☒	<1				NF EN ISO 10301	
Tétrachloroéthylène (Perchloroéthylène) (µg/l)	☒	<1				NF EN ISO 10301	
Tétrachlorure de carbone (COV) (µg/l)	☒	<0.1				NF EN ISO 10301	
1,1,1 Trichloroéthane (COV) (µg/l)	☒	<1				NF EN ISO 10301	
Trichloroéthylène (COV) (µg/l)	☒	<1				NF EN ISO 10301	

LABORATOIRE DEPARTEMENTAL DE L'EAU
Conseil Général de la Haute-Garonne

76, Chemin Boudou - 31140 LAUNAGUET
Téléphone : 05.62.79.94.40
Télécopie : 05.62.79.94.41
Email : lde31@cg31.fr



RAPPORT D'ANALYSES

Launaguet, le 14 Septembre 2010

Dossier N° : 1008-11068-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100915359 Page : 1 sur 4

Destinataire

BRGM Aquitaine
Parc technologique européen
24, avenue Léonard de Vinci

SGR Aquitaine	13791
Courrier arrivé le:	20.08.10
A suivre par:	PE
Copie pour inf.:	
N° de projet:	
Classement:	PSPO9AQU11

33600 PESSAC

Objet de la demande
Prélevé par
Référence commande

Analyses d'eaux souterraines Gironde
BRGM 33
selon devis 10-561

Demandeur
Date de réception
Heure de réception
Reçu au LDE 31 par

Mme CORDIER P. - BRGM Aquitaine
17/08/2010
11:00
C. DALET

Observations

Analyses	Résultats / Echantillons					Méthode
	Num éch	100817-19010				
	Lieu de prél.	MOUSTIER				
	Point de prél.	EAU DE PUIITS FERMIER				
	Date de prél.	13/08/2010				
	Heure de prél.	18:00				
	Debut d'analyse	17/08/2010				
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES GENERAUX						
	pH (unité pH)	<input checked="" type="checkbox"/> 7.00				NF T90-008
	Température de mesure du pH (° C)	16.9				
	Conductivité (µS/cm à 25 C°)	<input checked="" type="checkbox"/> 1000				NF EN 27888
	Résidu sec à 180 °C (mg/l)	<input checked="" type="checkbox"/> 610				NF T90-029
	Turbidité (NFU)	<input checked="" type="checkbox"/> 3.50				NF EN ISO 7027
	Oxydabilité au KMnO4 (mg/l O2)	<input checked="" type="checkbox"/> 0.7				NF EN ISO 8467
	Titre Hydrotimétrique calculé (°F)	48.8				Méthode par calcul
	Titre Alcalin (°F)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.5				NF EN ISO 5963-1
	Titre Alcalin Complet (°F)	<input checked="" type="checkbox"/> 40.6				NF EN ISO 5963-1
	Silicates (mg/l SiO2)	<input checked="" type="checkbox"/> 10.3				NF T90-007
PARAMETRES MATIERES ORGANIQUES						
	Carbone Organique Dissous (mg/l C)	<input checked="" type="checkbox"/> 1.9				NF EN 1484
PARAMETRES MATIERES AZOTEES -PHOSPHOREES						
	Phosphore total (mg/l P)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.05				NF EN ISO 6878
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES MAJEURS						
	Calcium (mg/l Ca)	<input checked="" type="checkbox"/> 176.0				NF EN ISO 14911
	Magnésium (mg/l Mg)	<input checked="" type="checkbox"/> 11.9				NF EN ISO 14911

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-11068-BRGM33
 Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
 Origine : BRGM Aquitaine
 Bulletin N° : 100915359 Page : 2 sur 4

Analyses	Num éch	Résultats / Echantillons				Méthode	
		100817-19010					
		Lieu de prél.	MOUSTIER				
		Point de prél.	EAU DE PUIITS FERMIER				
		Date de prél.	13/08/2010				
		Heure de prél.	18:00				
Debut d'analyse	17/08/2010						
Sodium (mg/l Na)	☒	26.0				NF EN ISO 14911	
Potassium (mg/l K)	☒	3.2				NF EN ISO 14911	
Ammonium (mg/l NH4)	☒	<0.05				NF T90-015-2	
Nitrites (mg/l NO2)	☒	<0.03				NF EN ISO 10304-1	
Nitrates (mg/l NO3)	☒	34				NF EN ISO 10304-1	
Chlorures (mg/l Cl)	☒	41				NF EN ISO 10304-1	
Fluorures (mg/l F)	☒	0.183				NF EN ISO 10304-1	
Sulfates (mg/l SO4)	☒	64				NF EN ISO 10304-1	
Carbonates (mg/l CO3)	☒	<1				NF EN ISO 9963-1	
Hydrogénocarbonates (mg/l HCO3)	☒	495.0				NF EN ISO 9963-1	
Orthophosphates (mg/l PO4)	☒	<0.05				NF EN ISO 6878	
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES DIVERS							
Cyanures Libres (µg/l CN)	☒	<10				NF EN ISO 14403	
PARAMETRES METAUX ET ASSIMILES							
Aluminium (µg/l Al)	☒	<20				NFENISO 17294-2	
Antimoine (µg/l Sb)	☒	0.1				NFENISO 17294-2	
Arsenic (µg/l As)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Bore (µg/l B)	☒	60				NF EN ISO 11885	
Cadmium (µg/l Cd)	☒	<0.1				NFENISO 17294-2	
Chrome Total (µg/l Cr)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Cuivre (µg/l Cu)	☒	2				NFENISO 17294-2	
Etain (µg/L Sn)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Fer (µg/l Fe)	☒	13				NFENISO 17294-2	
Manganèse Total (µg/l Mn)	☒	2				NFENISO 17294-2	
Mercure (µg/l Hg)	☒	<0.3				NF EN 1483	
Nickel (µg/l Ni)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Plomb (µg/l Pb)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Sélénium (µg/l Se)	☒	<1				NFENISO 17294-2	
Zinc (µg/l Zn)	☒	27				NFENISO 17294-2	
PARAMETRES TRACES ORGANIQUES							
Alachlore (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS	

Etat : Mul31cof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-11068-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100915359 Page : 3 sur 4

Analyses	Num éch	Résultats / Echantillons				Méthode
		100817-19010				
	Lieu de prél.	MOUSTIER				
	Point de prél.	EAU DE PUIT FERMIER				
	Date de prél.	13/08/2010				
	Heure de prél.	18:00				
	Debut d'analyse	17/08/2010				
Métolachlor (H) (µg/l)	☒	0.042				MOA26 HPLCMSMS
2,6 Diéthylaniline (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Glyphosate (H) (µg/l)	☒	<0.10				MOA24 HPLCFIuo
AMPA (MET) (µg/l)	☒	<0.10				MOA24 HPLCFIuo
Métaldéhyde (µg/l)		<0.50				MOA26 HPLCMSMS
Métazachlore (H) (µg/l)		<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Oxadixyl (F) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Aldrine (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
Endosulfan Béta (I/A) (µg/l)	☒	<0.010				NF EN ISO 6468
Endrine (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
HCH Alpha (I) (µg/l)	☒	<0.005				NF EN ISO 6468
HCH Gamma (Lindane) (I) (µg/l)	☒	<0.005				NF EN ISO 6468
Heptachlore epoxyde cis (I) (µg/l)	☒	<0.020				NF EN ISO 6468
Atrazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Bentazone (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Hexazinone (H) (µg/l)		<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Simazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Terbutylazine (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
DéséthylAtrazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Atrazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desethylatrazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desisopropylatrazine-2-hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
DésisopropylAtrazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Terbutylazine-2-Hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Desethylterbutylazine (MET) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Desethylterbutylazine-2-hydroxy (MET) (µg/l)		<0.050				MOA26 HPLCMSMS
Aminotriazole (H) (µg/l)	☒	<0.10				MOA25 HPLCFIuo
Chlortoluron (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Diuron (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
Isoproturon (H) (µg/l)	☒	<0.020				MOA26 HPLCMSMS
3,4-Dichloroaniline (µg/l)		<0.020				MOA26 HPLCMSMS
4-isopropylaniline (µg/l)		0.000				MOA26 HPLCMSMS
Chloroforme (°) (THM) (µg/l)	☒	<1				NF EN ISO 10301

Etat : Mul3lcof - Version : 4.1 - Date : 16/03/2009

Dossier N° : 1008-11068-BRGM33
Produit : Eau milieu naturel origine souterraine
Origine : BRGM Aquitaine
Bulletin N° : 100915359 Page : 4 sur 4

Analyses	Résultats / Echantillons					Méthode	
	Num éch	100817-19010					
	Lieu de prél.	MOUSTIER					
	Point de prél.	EAU DE PUIITS FERMIER					
	Date de prél.	13/08/2010					
	Heure de prél.	18:00					
	Debut d'analyse	17/08/2010					
Tétrachloroéthylène (Perchloroéthylène) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/> <1					NF EN ISO 10301	
Tétrachlorure de carbone (COV) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/> <0.1					NF EN ISO 10301	
1,1,1 Trichloroéthane (COV) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/> <1					NF EN ISO 10301	
Trichloroéthylène (COV) (µg/l)	<input checked="" type="checkbox"/> <1					NF EN ISO 10301	



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

Service Géologique Régional Aquitaine
Parc Technologique Europarc
24, Avenue Léonard de Vinci
33600 – Pessac - France
Tél. : 05 57 26 52 70