

## 6 Bassin de la Boutonne

### 6.1 CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Le bassin versant de la Boutonne, orienté globalement Nord-Est/Sud-Ouest, est situé sur la marge septentrionale du Bassin Aquitain. Cette marge est principalement structurée par une succession de failles de direction Sud-armoricaine, qui globalement effondrent le socle vers le Sud-Ouest. Sub-perpendiculaire à ces accidents tectoniques, le bassin de la Boutonne intègre donc à l'affleurement des terrains de plus en plus récents vers le Sud-Ouest, depuis le Seuil du Poitou au Nord, avec dans la vallée de la Béronne des pointements de socle, jusqu'à l'aval de Tonnay-Boutonne où affleurent des formations d'âge Crétacé. Quatre accidents principaux structurent ce bassin.

Délimitant au Sud-Ouest le dôme de Melle, 2 failles importantes Nord-Ouest/Sud-Est encadrent la vallée de la Boutonne. Elles prolongent la faille d'Aiffres et passent par Vernoux-sur-Boutonne, Brioux-sur-Boutonne et Chef-Boutonne. Ces accidents effondrent le socle de plus de 100 m. Sur cette première partie de son cours, la Boutonne est principalement alimentée par les cours d'eau de sa rive droite, qui drainent le compartiment "haut" de Melle, formé en grande partie à l'affleurement de formations du Lias et du Dogger.

A Brioux-sur-Boutonne, la Boutonne, sortant de ce couloir de failles, change brutalement de direction pour prendre un cours Nord-Est/Sud-Ouest. Elle pénètre alors dans un second compartiment limité au Sud de Chizé par une autre faille. Les rejeux sont toutefois moins importants que pour les failles précédentes. Ce compartiment est caractérisé à l'affleurement par des terrains calcaires et marneux de l'Oxfordien et du Kimméridgien basal.

Au Sud de Dampierre un accident, qui se marque très nettement dans le paysage, délimite la partie aval de la vallée de la Boutonne caractérisée par des affleurements de Kimméridgien supérieur (Jurassique supérieur), Tithonien et Crétacé.

Le bassin de la Boutonne comprend 4 unités hydrogéologiques principales, soit dans l'ordre stratigraphique :

**La nappe du Lias** est exploitée dans les Deux-Sèvres au Nord de la faille de la Boutonne, pour l'irrigation et l'AEP. L'eau est contenue dans les formations sédimentaires du Pliensbachien, de l'Hettangien et du Sinémurien constituées essentiellement de calcaires dolomitiques et gréseux. Cette nappe est alimentée par les eaux de pluies efficaces au niveau des affleurements, par les failles affectant la série et pouvant mettre en contact cet aquifère avec un autre plus superficiel (Dogger) et vraisemblablement par des pertes de rivières (Béronne, Légère) dans les zones où l'aquifère affleure.

Cette nappe est principalement captive sous les marnes du Toarcien qui constituent son toit imperméable. L'épaisseur du réservoir dans ce secteur peut atteindre 60 mètres (forage à Tillou).

**La nappe du Dogger** est contenue dans les séries sédimentaires du Callovien, du Bathonien, du Bajocien et de l'Aalénien, formées de calcaires en plaquettes et surtout de calcaires oolithiques souvent riches en silex. Le Bathonien est particulièrement karstifié comme en témoigne la présence de nombreuses dolines, en particulier dans la partie Nord-Est du bassin de la Boutonne, à travers les formations superficielles qui recouvrent le Dogger (au Nord-Est de Sompt et de Gournay-Loizé), soulignant ainsi l'alimentation indirecte de la nappe du Dogger par les eaux emmagasinées dans ces terrains sablo-argileux.

L'épaisseur totale de cet aquifère peut atteindre 50 m sur le secteur étudié. Le mur de l'aquifère est constitué par les marnes imperméables du Toarcien-Aalénien. Principalement libre dans tout le domaine au Nord de la faille de la Boutonne, la nappe devient captive en s'enfonçant sous les formations plus marneuses du Callovien et de l'Oxfordien.

**Le Jurassique supérieur**, en grande partie marneux, est globalement peu aquifère. Toutefois, l'altération et la fissuration développent en surface un réservoir jusqu'à environ 25 m de profondeur en moyenne. La base de cette nappe libre est constituée par "le banc bleu", terme local désignant les calcaires marneux gris, non altérés et où la fissuration est fermée. La profondeur du banc bleu est fonction des séries affectées : dans les termes marneux le toit de la zone réduite est nettement moins profond, souvent inférieure à 10 m. Ce toit suit grossièrement la topographie. Dans le détail, le Jurassique supérieur est assez hétérogène et les niveaux calcaires peuvent présenter de meilleures caractéristiques réservoirs. En effet, si la très grande majorité des ouvrages sont inférieurs à 50 m de profondeur, voire à 20 m, de rares forages profonds (comme celui de la laiterie d'Aulnay) ont trouvé de l'eau en profondeur.

Dans la partie aval du bassin, **l'aquifère du Cénomani** correspond à des sables, des grès et des calcaires à niveaux argileux, ce qui se traduit par une multiplication de réservoirs connectés ou indépendants. Cet aquifère est à porosité d'interstices, lorsqu'il est contenu dans les sables, et de fissures, lorsqu'il est contenu dans les calcaires.

Ce contexte géologique et hydrogéologique conduit à proposer pour le bassin de la Boutonne 3 zones de gestion :

- dans la partie amont du bassin, au-delà de la faille de la Boutonne, la distinction entre nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien est maintenue si l'on fait référence aux modalités de gestion actuelles ; les limites de ces 2 zones de gestion sont les mêmes (cf. ill. 158) ;
- au Sud de la faille de la Boutonne, les nappes "superficielles" du Jurassique supérieur et du Crétacé sont rattachées à une troisième zone de gestion, appelée "Boutonne moyenne et aval".

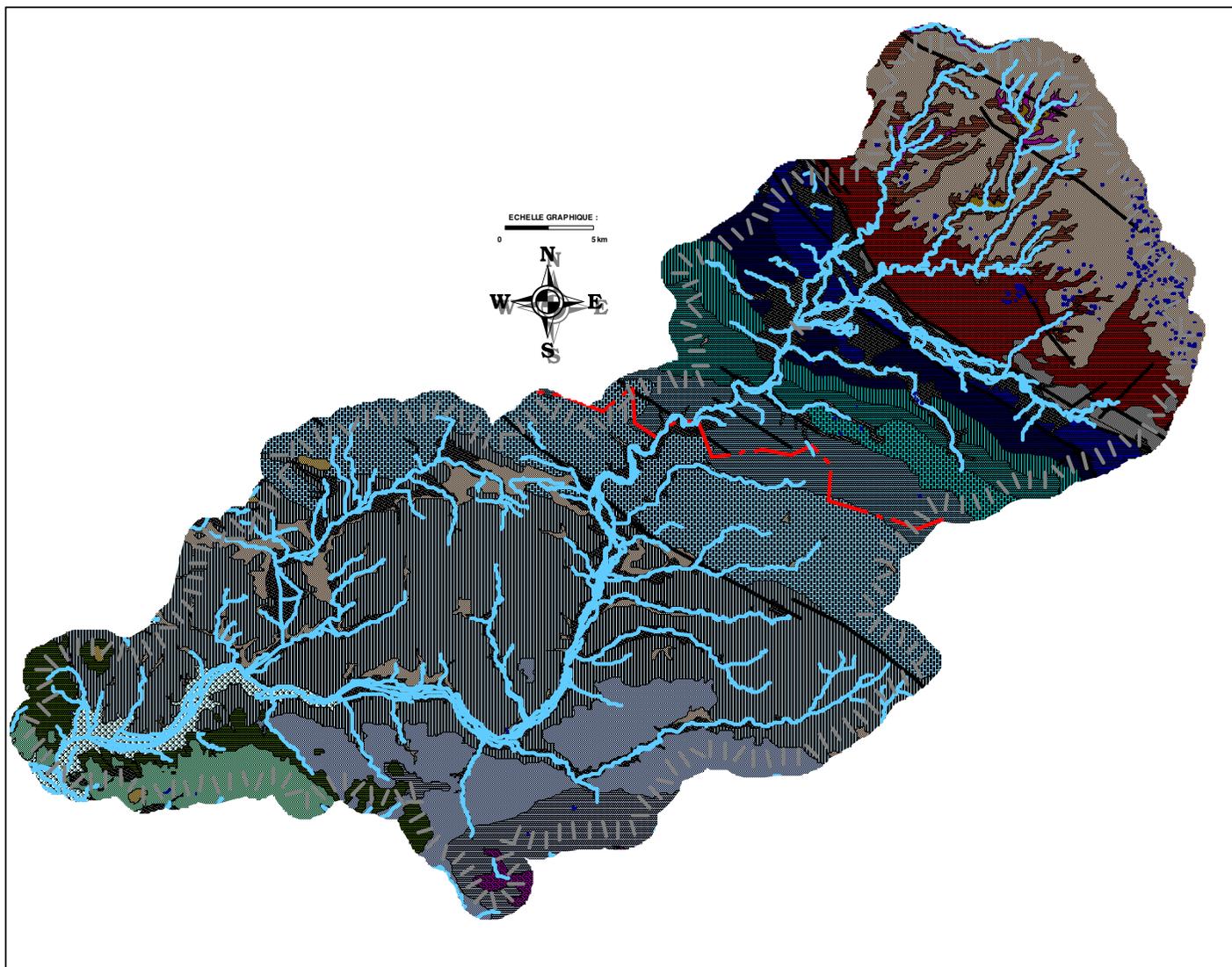


illustration 158 : Carte géologique du bassin de la Boutonne (cf. légende en annexe 1)

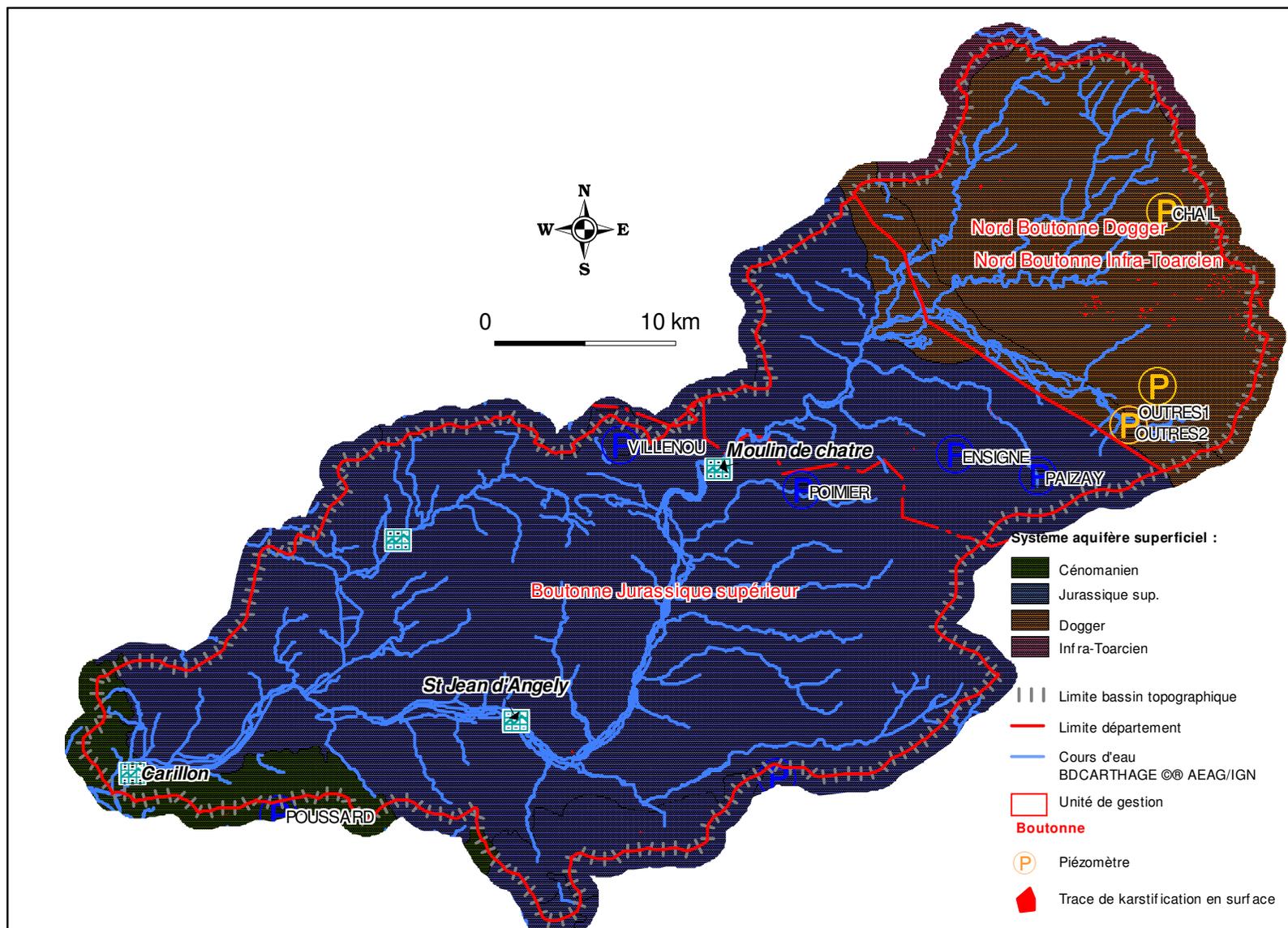


illustration 159 : Carte des aquifères du bassin de la Boutonne, position des piézomètres et des stations hydrologiques, limites des zones de gestion proposées.

## 6.2 SYNTHÈSE DE LA MODELISATION

### ***Analyse des chroniques piézométriques***

Pour la modélisation des chroniques piézométriques, les meilleures corrélations ont été obtenues en utilisant les historiques de pluie des stations de La Rochelle et de Nuaillé et l'ETP de La Rochelle. Dans la partie amont du bassin de la Boutonne, seuls les piézomètres des Outres, qui disposent d'historiques depuis 1992 (ill. 160), permettent d'analyser le comportement des nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien. Toutefois le piézomètre de Outres2 connaît des dysfonctionnements depuis plusieurs années dont il convient de tenir compte.

Outres1, au Dogger, montre un battement annuel modéré avec un niveau de débordement très net autour de 73 m NGF.

Sur le piézomètre de Outres2 (Infra-Toarcien), l'opération de réhabilitation de nombreux forages dans cette partie amont de la Boutonne en 1995 (isolement des nappes de l'Infra-Toarcien et du Dogger) se marque nettement sur la chronique par un impact plus important des pompages dans les années qui ont suivi. Depuis 2002, les piézométries des 2 nappes tendent à se rejoindre traduisant l'apparition d'échanges au niveau de l'ouvrage. La chronique à l'Infra-Toarcien n'est plus utilisable à partir de cette date. Antérieurement, la nappe de l'Infra-Toarcien se retrouvait nettement en charge en hautes eaux avec une cote de débordement située autour de 75 m NGF.

La modélisation de ces chroniques a été rendu complexe par cet historique compliqué. Si le calage du modèle d'Outres1 est satisfaisant, celui d'Outres2, très impacté par les pompages, est mauvais.

L'analyse impulsionnelle et la décomposition des composantes conduisent à des résultats similaires sur les 2 piézomètres. Les transferts lents sont prépondérants avec un pic au bout d'environ 2 mois et un retour à l'état initial après l'impulsion au bout d'environ 6 mois. Les débordements sont importants.

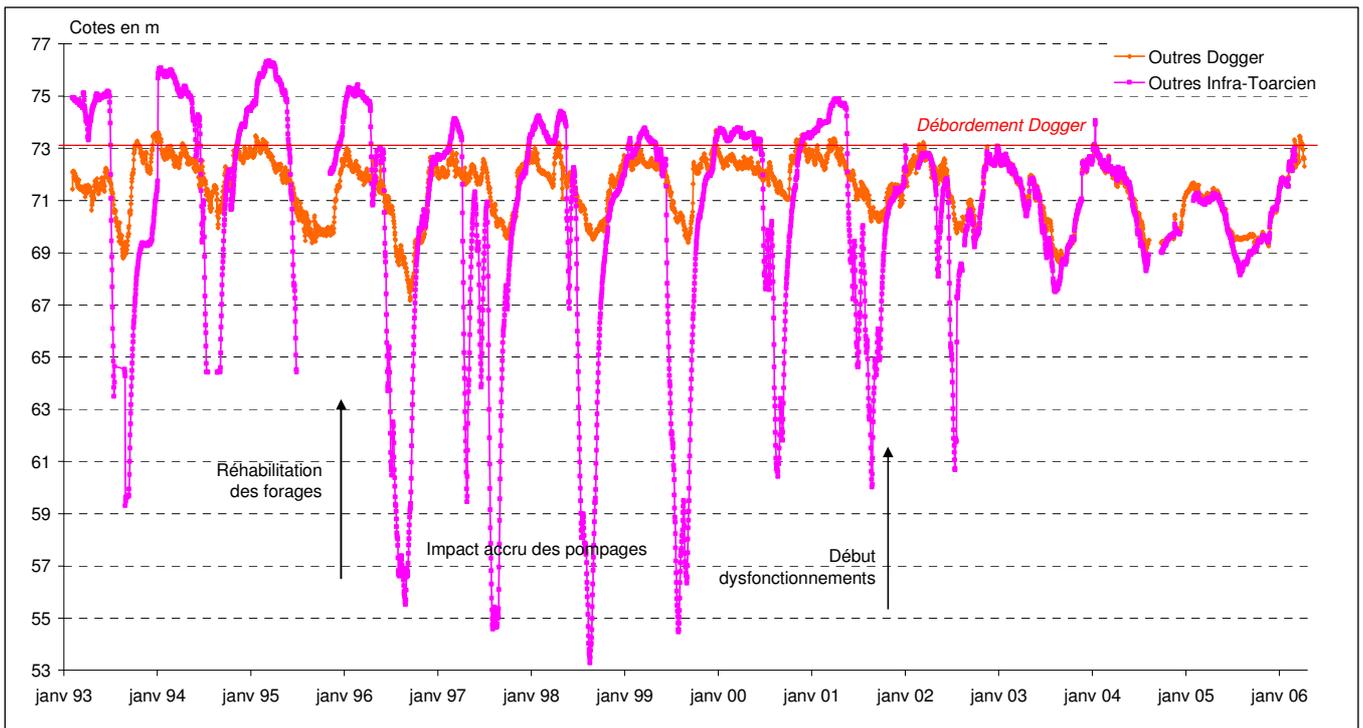


illustration 160 : Comparaison des chroniques des Outres avec reports des évènements historiques et phénomènes observés

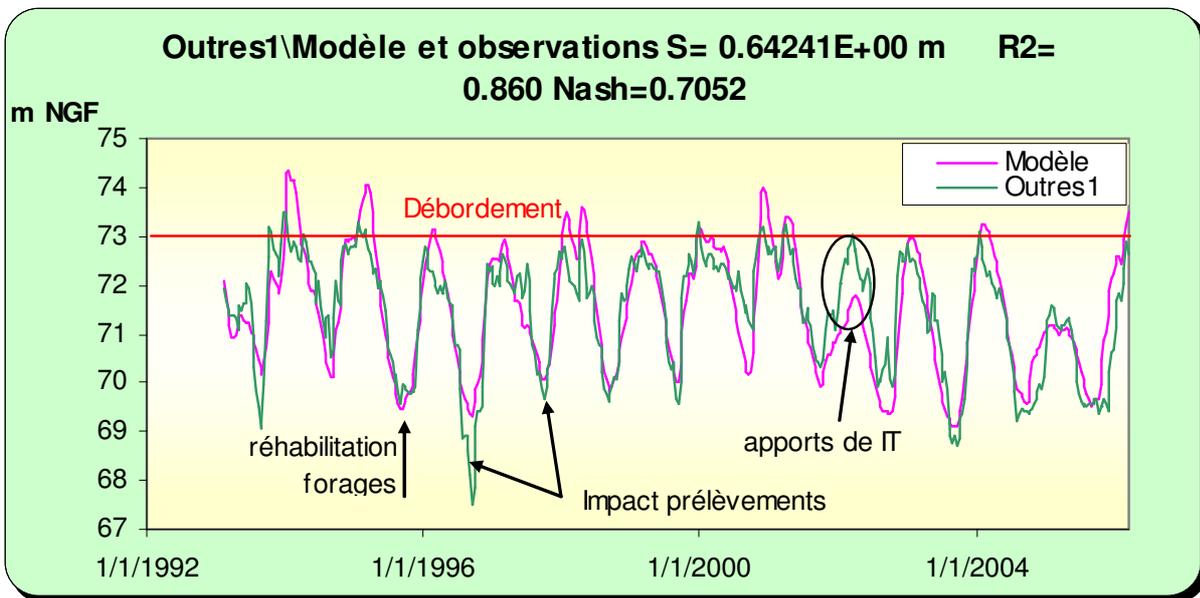


illustration 161 : Modélisation du piézomètre de Outres1 (Dogger)

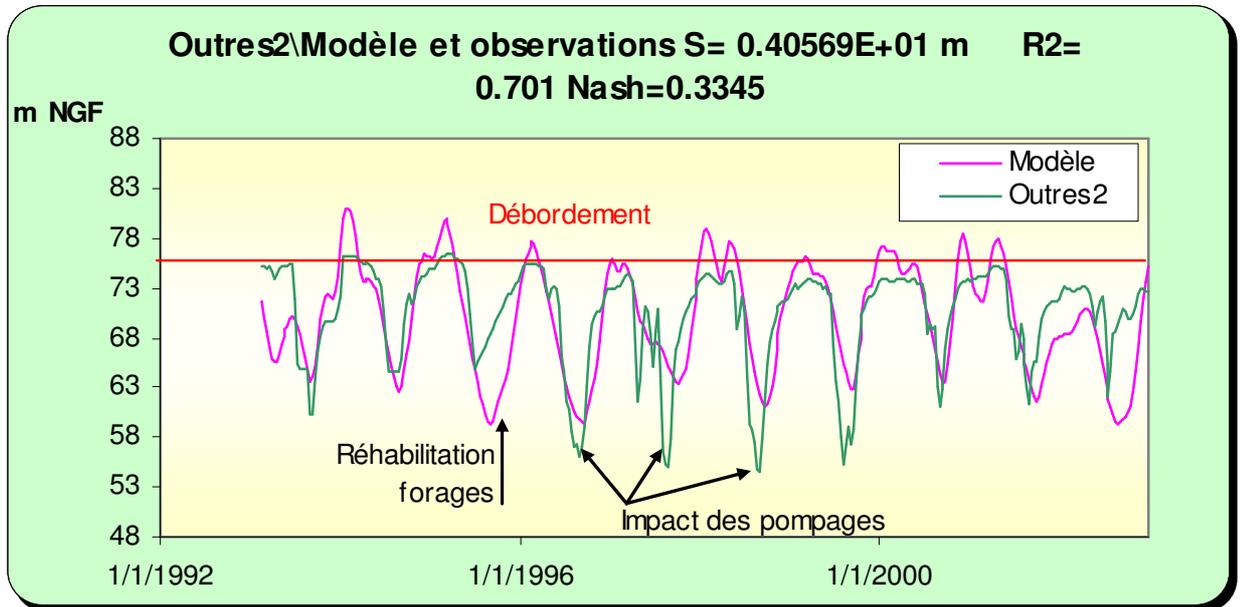


illustration 162 : Modélisation du piézomètre de Outres2 (Infra-Toarcien)

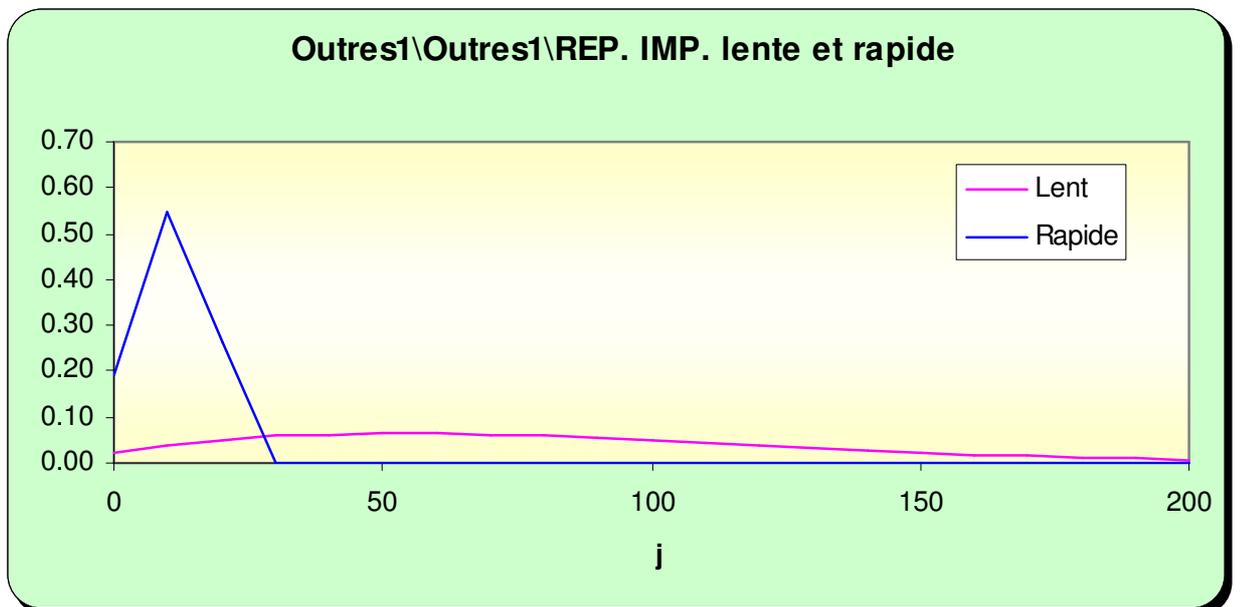


illustration 163 : Décomposition des contributions rapide et lente sur Outres1 (Dogger)

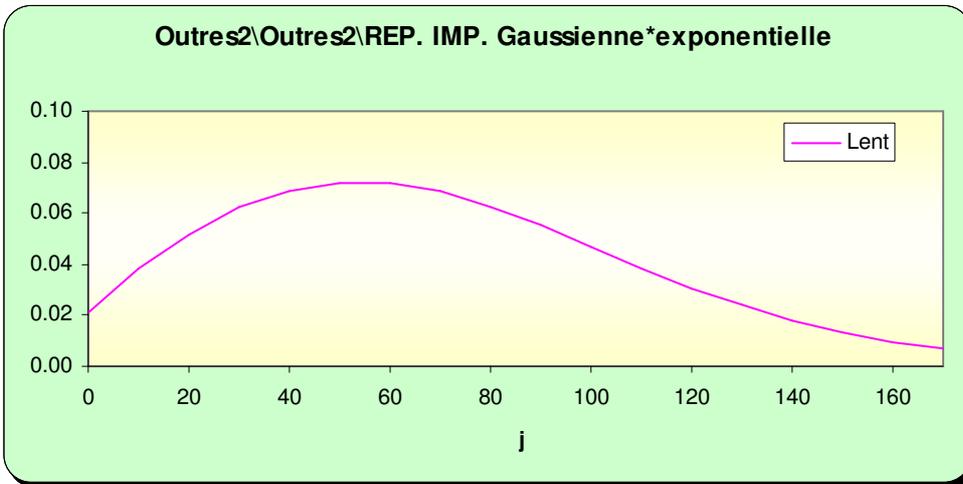


illustration 164 : Composante lente sur Outres2 (Infra-Toarcien)

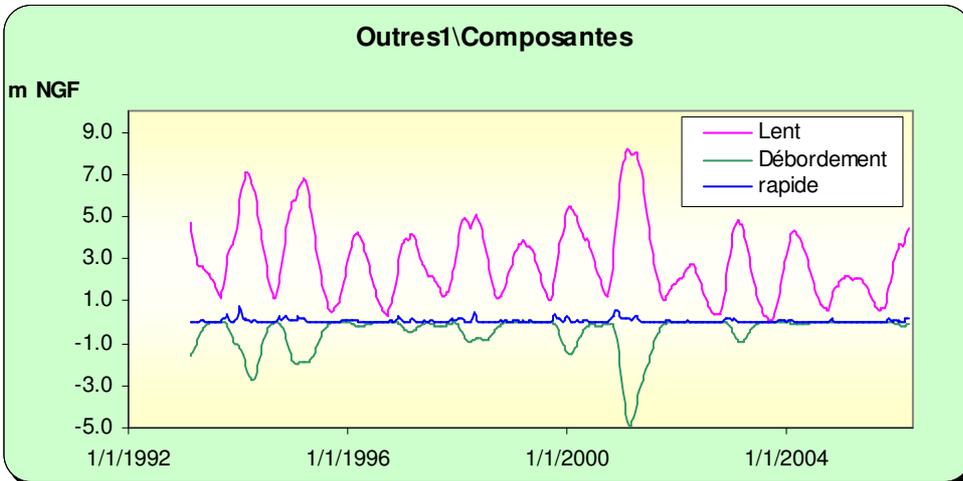


illustration 165 : Décomposition du graphe de Outres1 (Dogger)

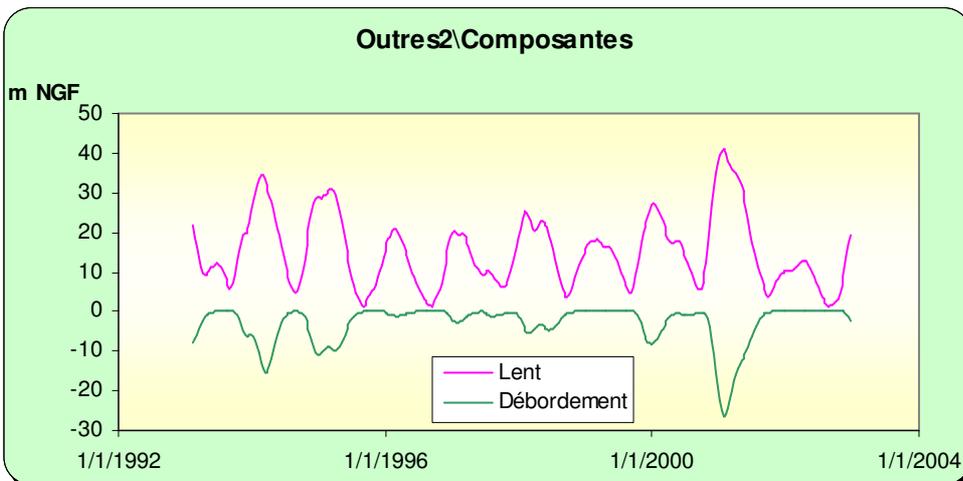


illustration 166 : Décomposition du graphe de Outres2 (Infra-Toarcien)

Dans la partie Jurassique supérieur du bassin de la Boutonne, les piézomètres de Poitiers, de Villenou, d'Ensigné et de Juillers ont été analysés.

Les piézomètres de Poitiers et de Villenou, qui sont assez proches, de part et d'autre de la Boutonne aux environs du Moulin de Châtre, montrent des graphes très similaires. Un seuil bas très net peut être mis en évidence, seuil que le modèle ne peut reproduire. Il est vraisemblable que ce seuil corresponde à la base de l'aquifère ("Banc Bleu"), ce qui expliquerait que l'ouvrage ne puisse se vidanger.

Les modélisations d'Ensigné et de Juillers donnent des résultats satisfaisants. Toutefois, sur Juillers, et dans une moindre mesure sur Ensigné, le modèle et les mesures divergent en période de basses eaux à partir d'une certaine cote. L'explication d'un contraste vertical de perméabilité est également avancée. En profondeur en effet les transmissivités de l'aquifère d'altération et de fissuration du Jurassique supérieur tendent à diminuer nettement, ce qui expliquerait une vidange plus lente par rapport au modèle qui lui considère des perméabilités homogènes.

L'ensemble de ces piézomètres montrent des cotes de débordement. La composante débordement est importante. La composante lente est nettement prépondérante et présente des caractéristiques semblables sur les 4 piézomètres : courbe assez plate avec un maximum atteint au bout d'un mois et retour à l'état initial au bout de 4 mois environ après l'impulsion. La composante rapide est faible avec un pic au bout de quelques jours.

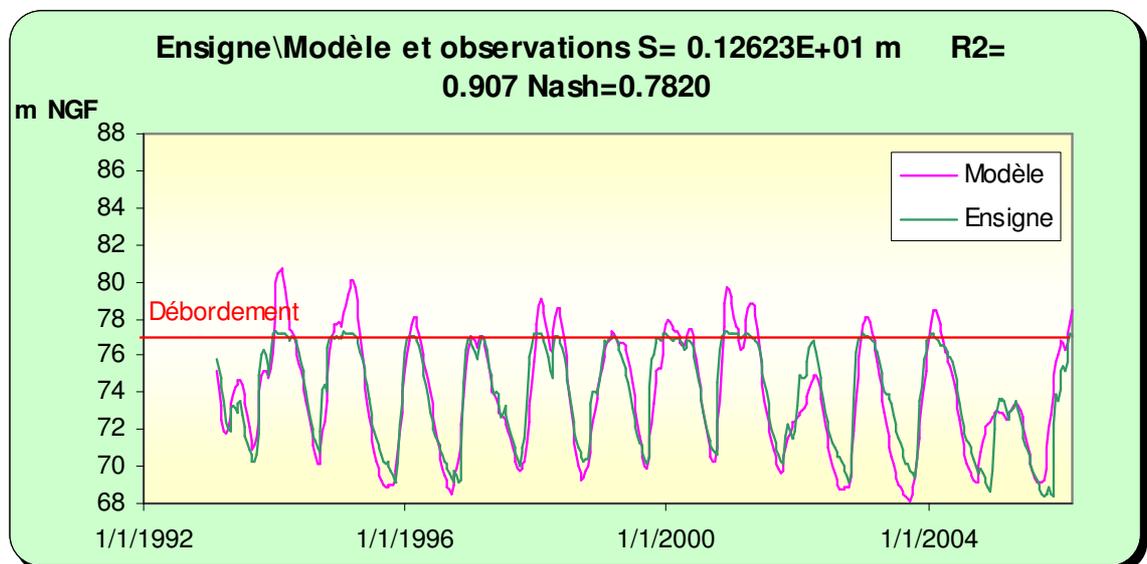


illustration 167 : Modélisation de la chronique d'Ensigné

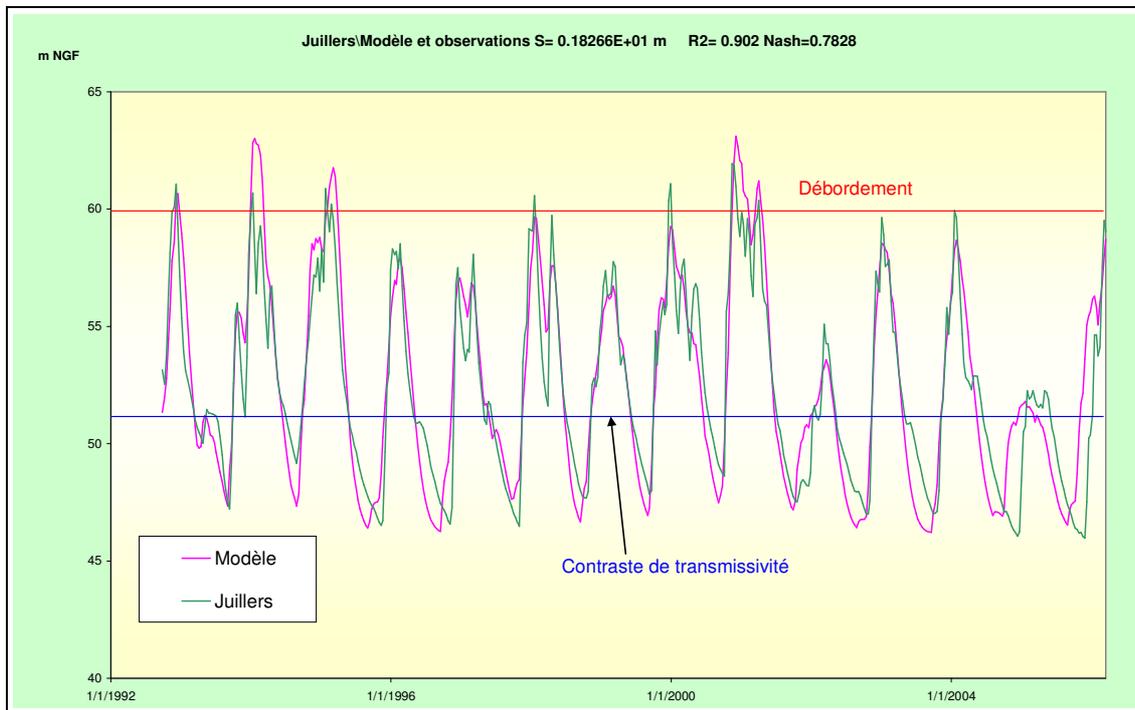


illustration 168 : Modélisation de la chronique de Juillers

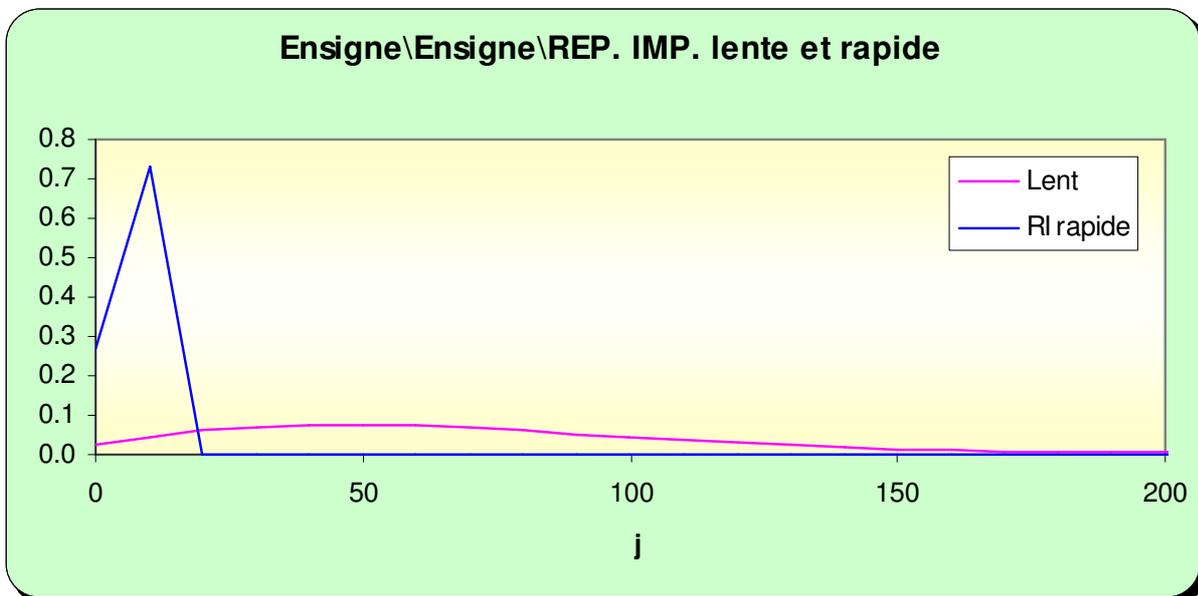


illustration 169 : Composante rapide et lente au piézomètre d'Ensigné

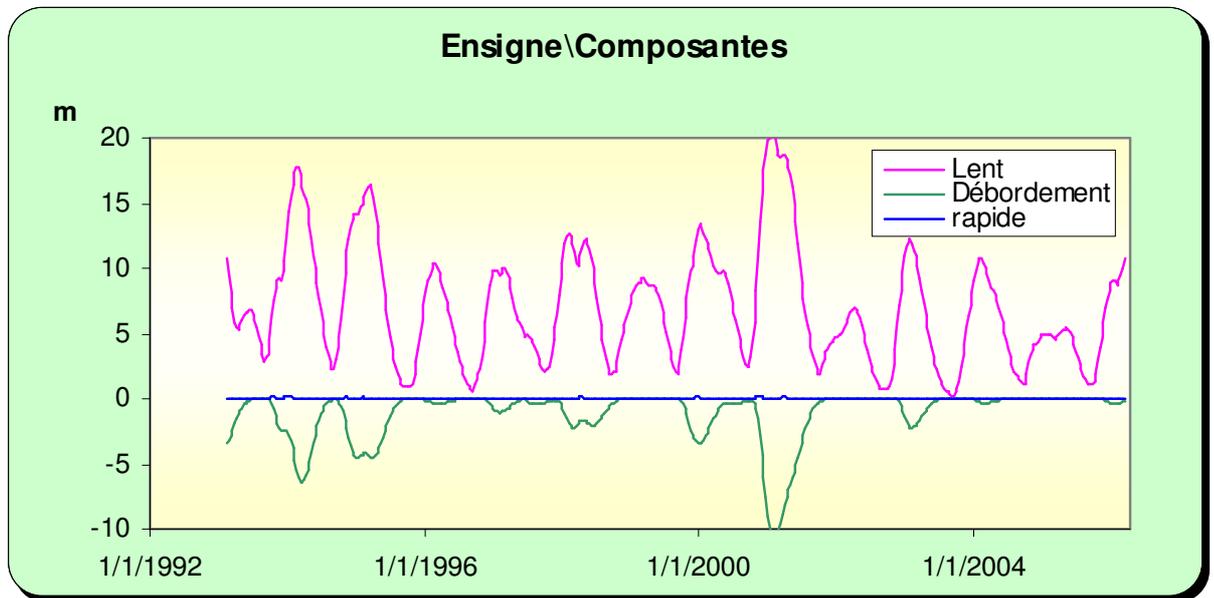


illustration 170 : Décomposition de la chronique piézométrique d'Ensigné

### Recherche de seuils de gestion

Sur la Boutonne la station hydrologique de référence est celle de Moulin de Châtre située à peu près au centre du bassin, à la limite entre les départements de Charente-Maritime et des Deux-Sèvres. La chronique de cette station a été modélisée en intégrant en entrée les 4 piézomètres suivants : Outres1 pour le Dogger, Outres2 pour l'Infra-Toarcien, Ensigné et Juillers pour le Jurassique supérieur.

Le modèle reproduit assez fidèlement le comportement de la rivière au Moulin de Châtre. Toutefois, en période d'étiage, il apparaît un décalage entre le modèle et la chronique du fait de l'impact important des pompages (nappe et rivière). Les étiages observés sont avancés de 1 à 2 mois par rapport au modèle.

L'analyse des composantes du débit du cours d'eau donnée par le modèle montre en basses eaux une contribution faible de la nappe de l'Infra-Toarcien et des contributions assez équivalentes du Dogger et du Jurassique supérieur. L'impact de la nappe du Jurassique supérieur serait prépondérant au bout d'environ 1 mois alors que celui de la nappe du Dogger se ferait sentir surtout au bout de 50 à 60 jours (ill. 173).

Si l'on pondère par les superficies d'affleurement dans le bassin versant, 307 km<sup>2</sup> pour le Dogger et l'Infra-Toarcien pour un total de 519 km<sup>2</sup> du bassin versant à l'amont de Moulin de Châtre (soit une différence de 212 km<sup>2</sup>), le poids relatif du Jurassique supérieur dans le débit de la rivière est un peu plus important. L'analyse des composantes montre également l'absence de contribution du piézomètre de Juillers, ce qui apparaît cohérent dans la mesure où cet ouvrage est le seul des quatre à être situé à l'aval et assez loin de la station hydrologique.

Le modèle du Moulin de Châtre a été utilisé pour simuler à l'horizon 2011 (pour s'affranchir de l'état initial) différents scénarii en fonction des pluies. L'analyse statistique des résultats conduit à des courbes théoriques d'évolution des débits du cours d'eau en fonction de périodes de retour (ill. 175). De la même manière, les courbes théoriques d'évolution du niveau piézométrique sur Outre1 et sur Ensigné ont été calculées (ill. 176 et 177). Les piézomètres d'Outres2 (mauvaise qualité de la chronique et difficulté de calage) et de Juillers (mauvaise représentativité par rapport à Moulin de Châtre) ont été abandonnés dans cette phase du travail. Les courbes théoriques (lissées sur 10 jours) apparaissent cohérentes avec les chroniques disponibles (ill. 178 à 180). Le tableau a été réalisé en utilisant ces courbes théoriques. Il met en correspondance les niveaux observés sur Outres1 (Dogger) et sur Ensigné avec le débit à Moulin de Châtre.

Hors pompages saisonniers, le **DOE (0.8 m<sup>3</sup>/s** à Moulin de Châtre) ne serait pas respecté une année sur 3 et le **DCR (0.4 m<sup>3</sup>/s)** une année sur 10. Par ailleurs, la courbe 5 ans secs donnée par le modèle correspond à un débit d'étiage de **0.67 m<sup>3</sup>/s**.

La comparaison des courbes théoriques avec les courbes réelles (ill. 178) souligne l'impact des prélèvements sur la chronique, ceux-ci avançant (de septembre à juillet) et amplifiant l'étiage. Les étés 1998, 1999 et 2004 correspondent aux écarts les plus importants entre chronique réelle et modèle. Sur ce graphe, l'année 2005 se superpose assez bien avec la courbe 40 ans secs.

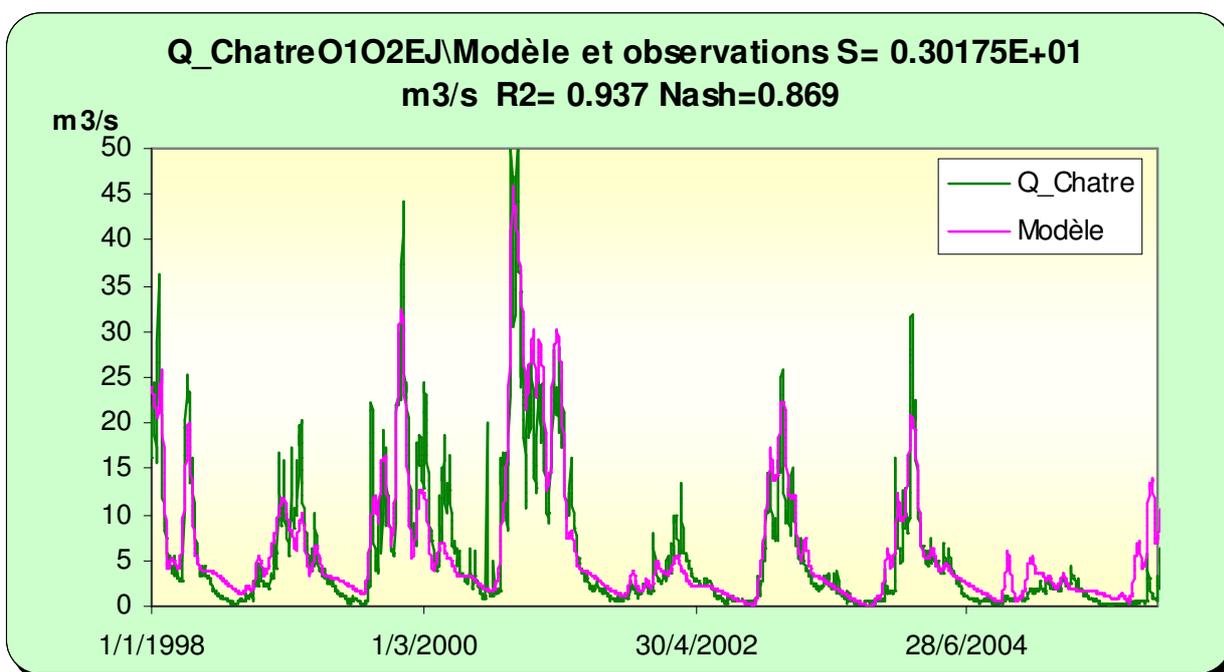


illustration 171 : Modélisation de la chronique du Moulin de Châtre avec en entrée les modèles des piézomètres des Outres, d'Ensigné et de Juillers

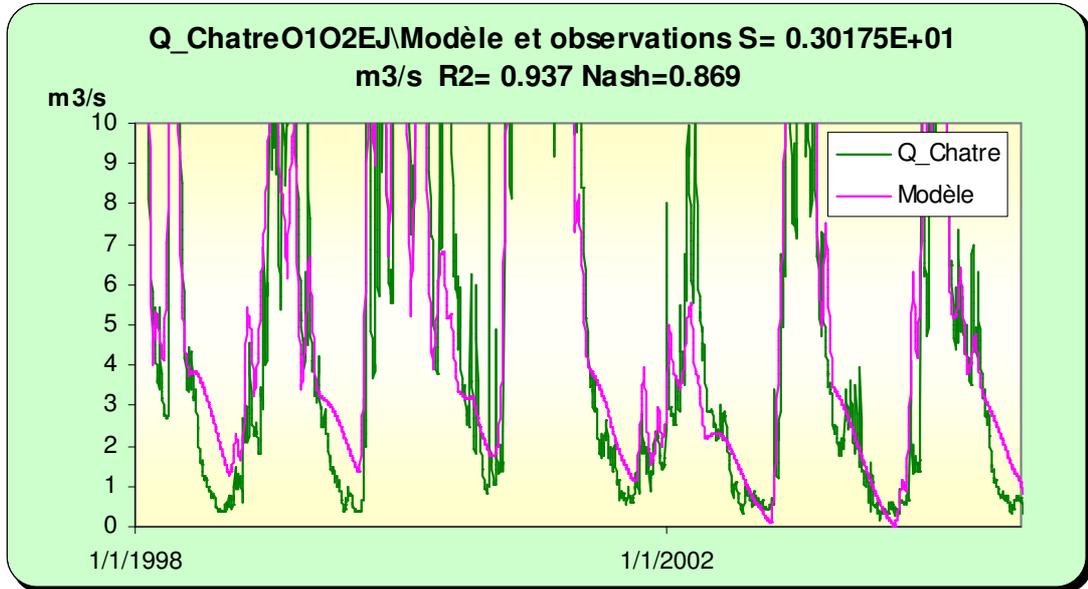


illustration 172 : Agrandissement du graphe précédent pour visualiser les différences entre modèle et mesures observées à l'étiage

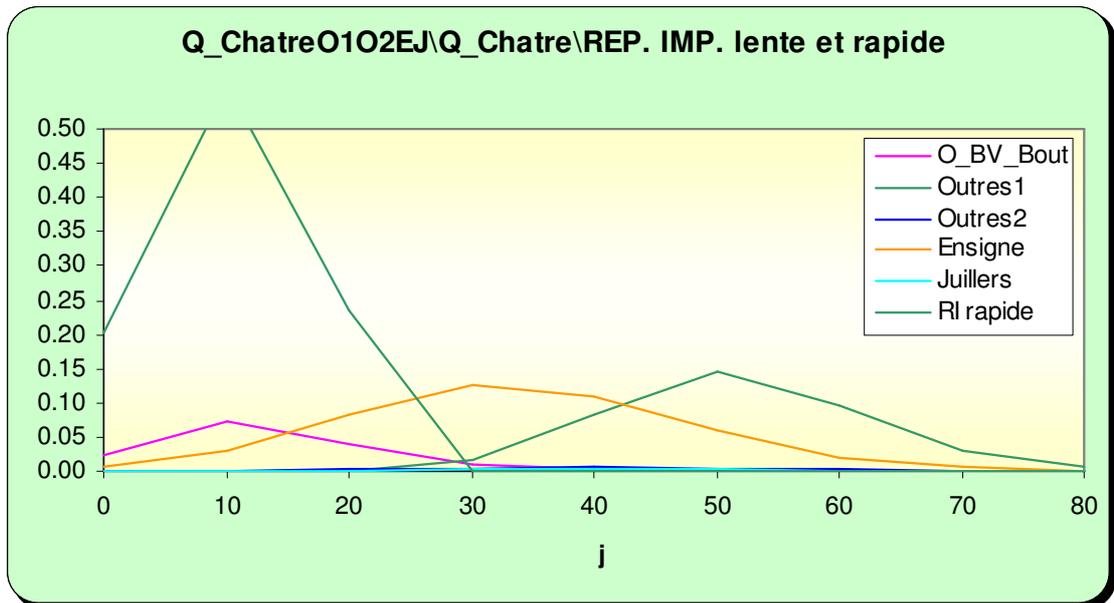


illustration 173 : Décomposition des contributions des nappes et des écoulements rapides (ruissellement...) sur le bassin versant donnée par le modèle pour la station du Moulin de Châtre

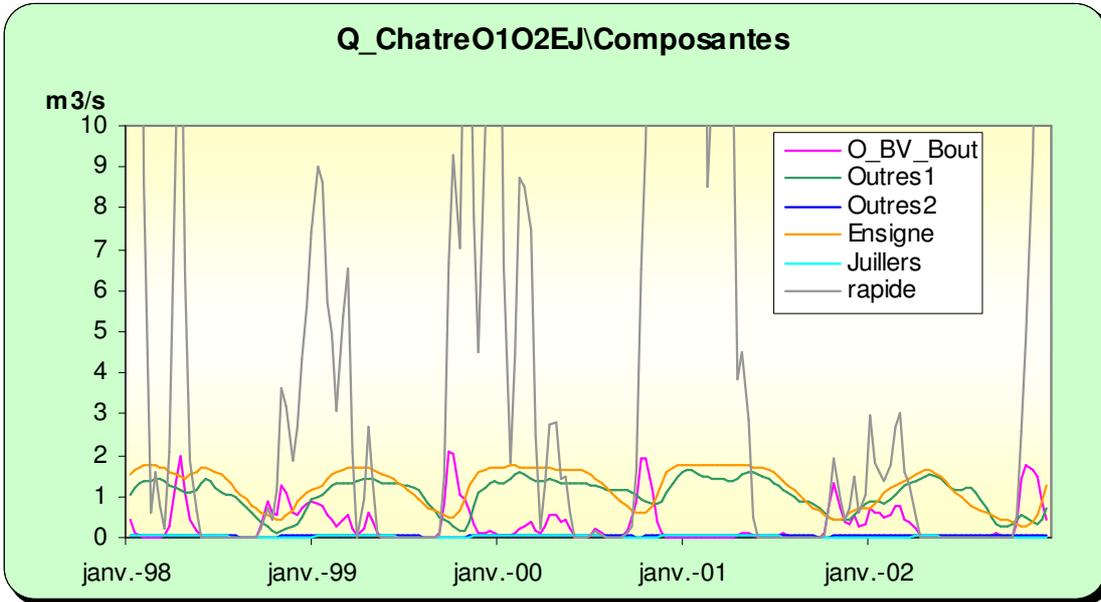


illustration 174 : Décomposition du débit de la rivière à Moulin de Châtre en fonction des différentes contributions

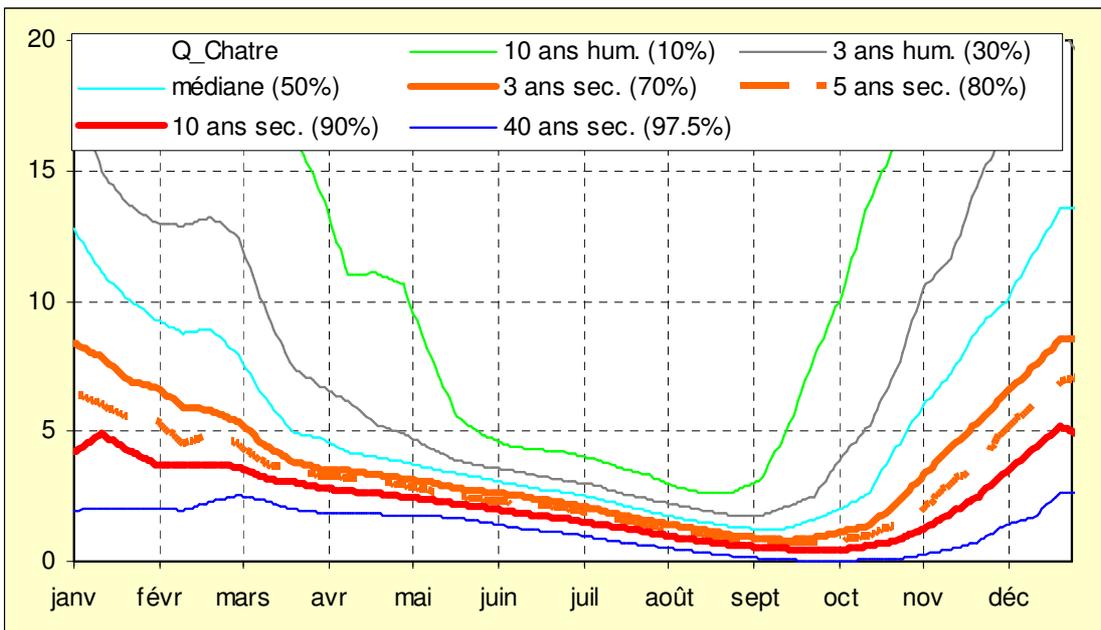


illustration 175 : Valeurs par pas de temps des débits (en  $m^3/s$ ) calculées pour différentes périodes de retour (simulations non conditionnelles) pour la station de Moulin de Châtre.

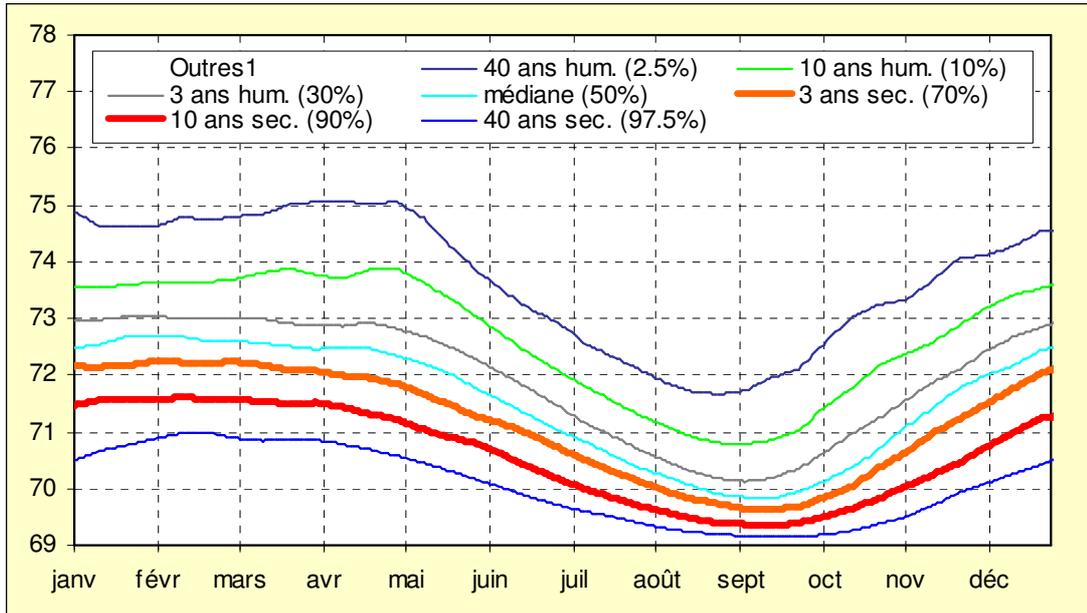


illustration 176 : Valeurs par pas de temps des niveaux (en m NGF) calculées pour différentes périodes de retour (simulations non conditionnelles) pour le piézomètre de Outres 1

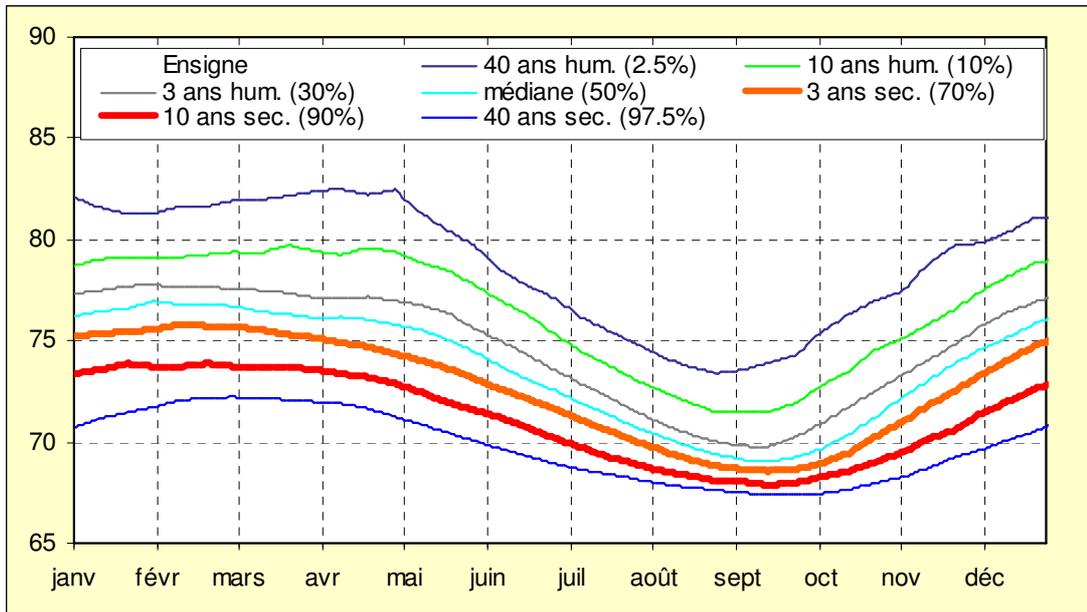


illustration 177 : Valeurs par pas de temps des niveaux (en m NGF) calculées pour différentes périodes de retour (simulations non conditionnelles) pour le piézomètre d'Ensigné

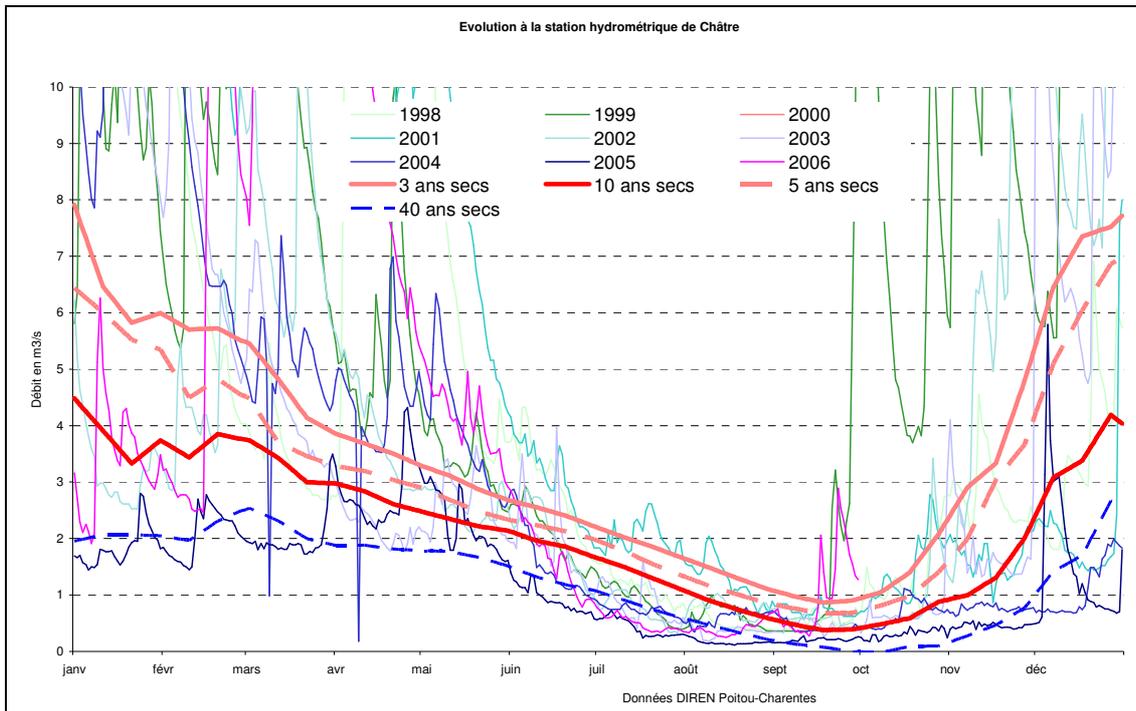


illustration 178 : Comparaison des débits relevés à Moulin de Châtre avec les courbes théoriques 3 ans sec (DOE) et 10 ans secs (DCR) données par le modèle.

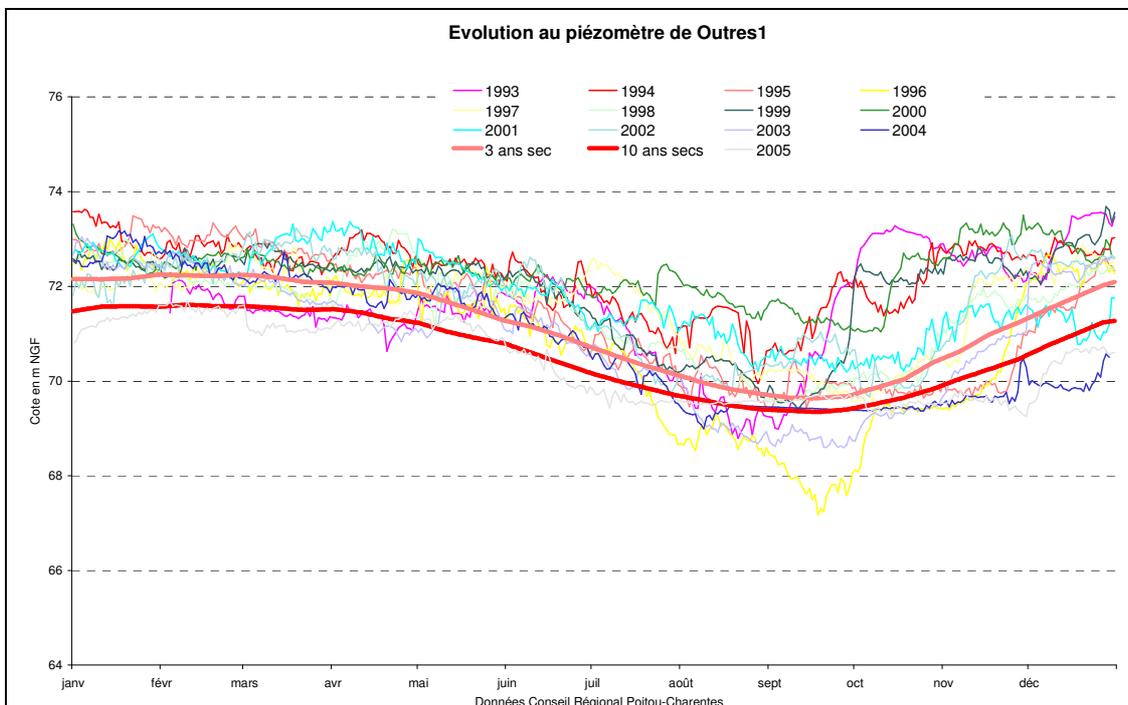


illustration 179 : Comparaison des niveaux relevés à Outres1 (Dogger) avec les courbes théoriques 3 ans sec (DOE) et 10 ans secs (DCR) données par le modèle.

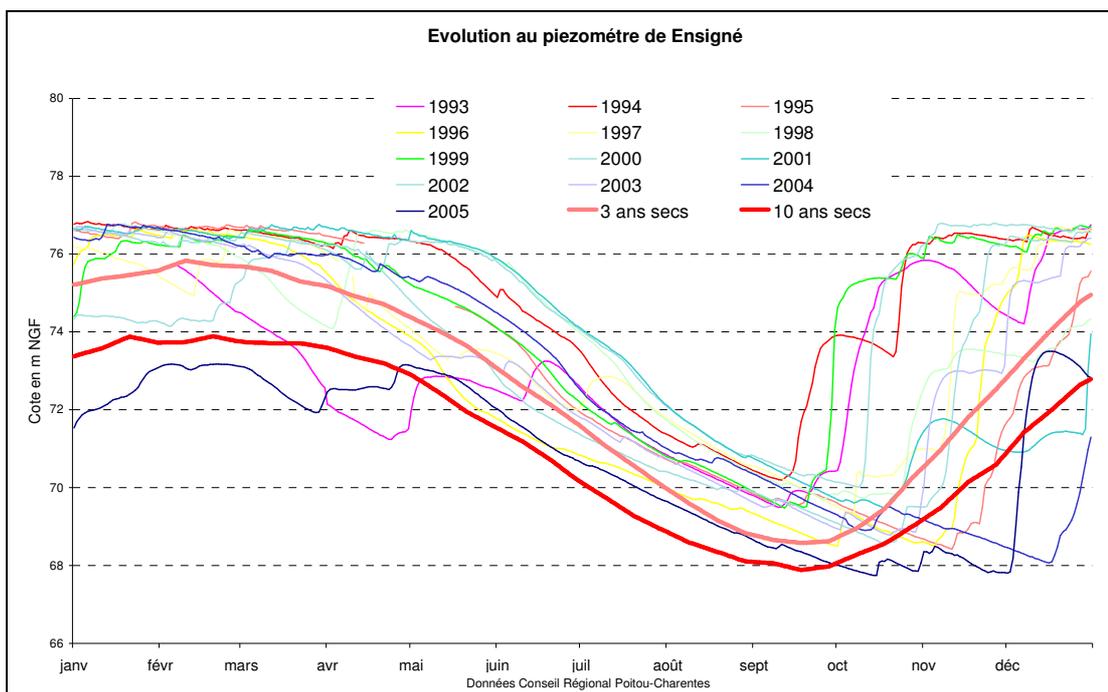


illustration 180 : Comparaison des niveaux relevés à Ensigné (Jurassique supérieur) avec les courbes théoriques 3 ans sec (DOE) et 10 ans secs (DCR) données par le modèle.

BOUTONNE	Période de retour 3 ans secs (DOE)			Période de retour 10 ans secs proche du DCR		
	Outres 1 en m NGF	Ensigné en m NGF	Moulin de Châtre en m <sup>3</sup> /s	Outres 1 en m NGF	Ensigné en m NGF	Moulin de Châtre en m <sup>3</sup> /s
01-mars	72.2	75.6	5.2	71.6	73.7	3.6
01-avr	72.1	75	3.7	71.5	73.5	2.7
01-mai	71.7	74.2	3.2	71.2	72.7	2.5
01-juin	71.1	72.7	2.6	70.7	71.3	1.9
01-juil	70.5	71.2	2	70	69.8	1.5
01-août	70	69.7	1.5	69.6	68.6	0.9
01-sept	69.6	68.6	0.9	69.4	68	0.5
01-oct	69.9	69	1.3	69.5	68.3	0.5

illustration 181 : Correspondance entre les débits à Moulin de Châtre et les niveaux sur les piézomètres d'Outres1 (Dogger) et d'Ensigné (Jurassique sup.) obtenues par simulation pour une atteinte du DOE et du DCR en sept/oct

## **Approche sur les volumes disponibles**

Le débit mesuré à la station de Moulin de Châtre peut se décomposer comme suit :

$$\text{Débit}_{\text{Châtre}} = V_{\text{Dogger}} + V_{\text{IT}} + V_{\text{JS}} + V_{\text{rapide}} - \text{Prélèvements} - \text{Pertes en rivière}$$

A partir des courbes théoriques de la station de Moulin de Châtre, on peut calculer des volumes disponibles pour des prélèvements saisonniers par rapport aux courbes DOE et DCR. Le scénario suivant a été appliqué pour ce calcul : 10 % du volume prélevé en mars, en avril et en mai, 20 % en juin et en août, 30 % en juillet.

La modélisation des différentes chroniques (piézomètres des Outres et station du Moulin de Châtre) a été conduite en essayant de s'affranchir des prélèvements saisonniers. En revanche, les prélèvements non périodiques (AEP) sont implicitement intégrés.

L'intégralité **des zones de gestion du Nord Boutonne**, nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien, participe au débit au Moulin de Châtre. Dans le tableau (ill. 182) les débits disponibles comparés aux prélèvements comptabilisés montrent que des économies de prélèvements (par rapport à la moyenne actuelle) sont nécessaires 3 années sur 5 environ pour respecter le DOE et une année sur 3 environ pour respecter le DCR. La contribution de la nappe du Dogger est nettement prépondérante sur celle de la nappe de l'Infra-Toarcien.

En ce qui concerne la nappe du Jurassique supérieur, seule une partie de **la zone "Boutonne moyenne et aval"**, à l'amont de Moulin de Châtre, participe au débit de la Boutonne à cette station, c'est-à-dire une superficie de 212 km<sup>2</sup> pour une surface totale de la zone de gestion de 1 016 km<sup>2</sup>. La participation de la nappe du Jurassique supérieur, estimée au regard de la contribution du piézomètre d'Ensigné dans le signal de la station hydrologique, a donc été étendue par extrapolation à toute la zone de gestion (ill. 183).

La comparaison des volumes disponibles donnés par le modèle avec les prélèvements de ces dernières années montre que des économies seraient nécessaires presque 2 années sur 3 pour respecter le DOE et pratiquement 1 année sur 2 pour respecter le DCR. Il est bien évident toutefois qu'un prélèvement à l'aval de la station hydrologique n'a pas d'incidence sur le débit de la Boutonne à Châtre. On raisonne ici par extrapolation compte tenu de l'absence d'objectifs de débit à l'extrémité aval du bassin de la Boutonne.

	<b>BOUTONNE DOGGER ET INFRA- TOARCIEN</b>	OUTRES 1 m NGF		OUTRES 2 m NGF		MOULIN DE CHÂTRE (m <sup>3</sup> /s)		Volume disponible par rapport DOE (Mm <sup>3</sup> )	Volume disponible par rapport DCR (Mm <sup>3</sup> )
		1er Mars	1er Avril	1er Mars	1er Avril	1er Mars	1er Avril		
		Résultats de la modélisation des chroniques	40 années humides (2.5 %)	74.3	74.8	80.6	81		
	10 années humides (10 %)	73.6	73.7	78.2	78.2	22.1	16.8	18	21
	3 années humides (40 %)	73.03	72.9	76.1	75.2	11.7	6.8	4	6
	Médiane (50 %)	72.6	72.5	74.1	73.1	7.4	4.8	1	4
	3 années sèches (70 %)	72.2	72.1	72.2	71.2	5.5	3.9	-1	2
	10 années sèches (90 %)	71.6	71.5	69.5	68.8	3.7	3	-3	0
	40 années sèches (97.5 %)	71.1	70.8	66	65.5	2.2	2.1	-10	-4

							DOGGER	INFRA- TOARCIEN	TOTAL
Prélèvements agricoles (m <sup>3</sup> )	2000						710 216	1 600 631	2 310 847
	2001						984 071	1 726 568	2 710 639
	2002						764 253	1 294 459	2 058 712
	2003						1 003 927	2 172 925	3 176 852
	2004						861 680	1 967 389	2 829 069
Prélèvements AEP (m <sup>3</sup> )	2000						892 344	1 074 810	1 967 154
	2001						780 353	1 015 554	1 795 907
	2002						633 241	780 085	1 413 326
	2003						579 823	753 637	1 333 460
	2004						353 144	252 013	605 157
Moyenne des prélèvements (m <sup>3</sup> )	Agricole						864 829	1 752 394	2 617 224
	AEP						647 781	775 220	1 423 001
	Agricole + 1/2AEP						1 188 720	2 140 004	3 328 724

*illustration 182 : Volumes disponibles calculés par le modèle pour différentes périodes de retour, historique des prélèvements sur les zones de gestion Boutonne amont estimés à partir des fichiers DDAF et Agence de l'Eau*

	<b>BOUTONNE MOYENNE ET AVAL</b>	ENSIGNE m NGF		MOULIN DE CHÂTRE (m <sup>3</sup> /s)		Volume disponible par rapport DOE (Mm <sup>3</sup> )		Volume disponible par rapport DCR (Mm <sup>3</sup> )	
		1er Mars	1er Avril	1er Mars	1er Avril	BV Moulin de Châtre	BV Boutonne moy. et aval	BV Moulin de Châtre	BV Boutonne moy. et aval
		Résultats de la modélisation des chroniques	40 années humides (2.5 %)	82	82.4	40.6	41	57	273
10 années humides (10 %)	79.4		79.4	22.1	16.8	13	62	15	72
2 années humides (40 %)	77.6		77.1	11.7	6.8	3	14	5	24
Médiane (50 %)	76.7		76.1	7.4	4.8	1	5	3	14
3 années sèches (70 %)	75.7		75.2	5.5	3.9	-1	-5	1	5
10 années sèches (90 %)	73.7		73.6	3.7	3	-2	-10	0	0
40 années sèches (97.5 %)	72.2		72	2.2	2.1	-7	-34	-3	-14

Prélèvements agricoles - BOUTONNE MOY. AVAL (m <sup>3</sup> )	2000								13 184 946
	2001								14 742 379
	2002								11 386 839
	2003								12 621 903
	2004								12 180 331
Prélèvements AEP - BOUTONNE MOY. AVAL (m <sup>3</sup> )	2000								1 060 520
	2001								1 114 560
	2002								?
	2003								?
	2004								?
Moyenne des prélèvements (m <sup>3</sup> )	Agricole								12 823 280
	AEP								1 087 540
	Agricole + 1/2AEP								13 367 050

*illustration 183 : Volumes disponibles calculés par le modèle pour différentes périodes de retour, historique des prélèvements sur la zone de gestion Boutonne moyenne et aval estimés à partir des fichiers DDAF et Agence de l'Eau*

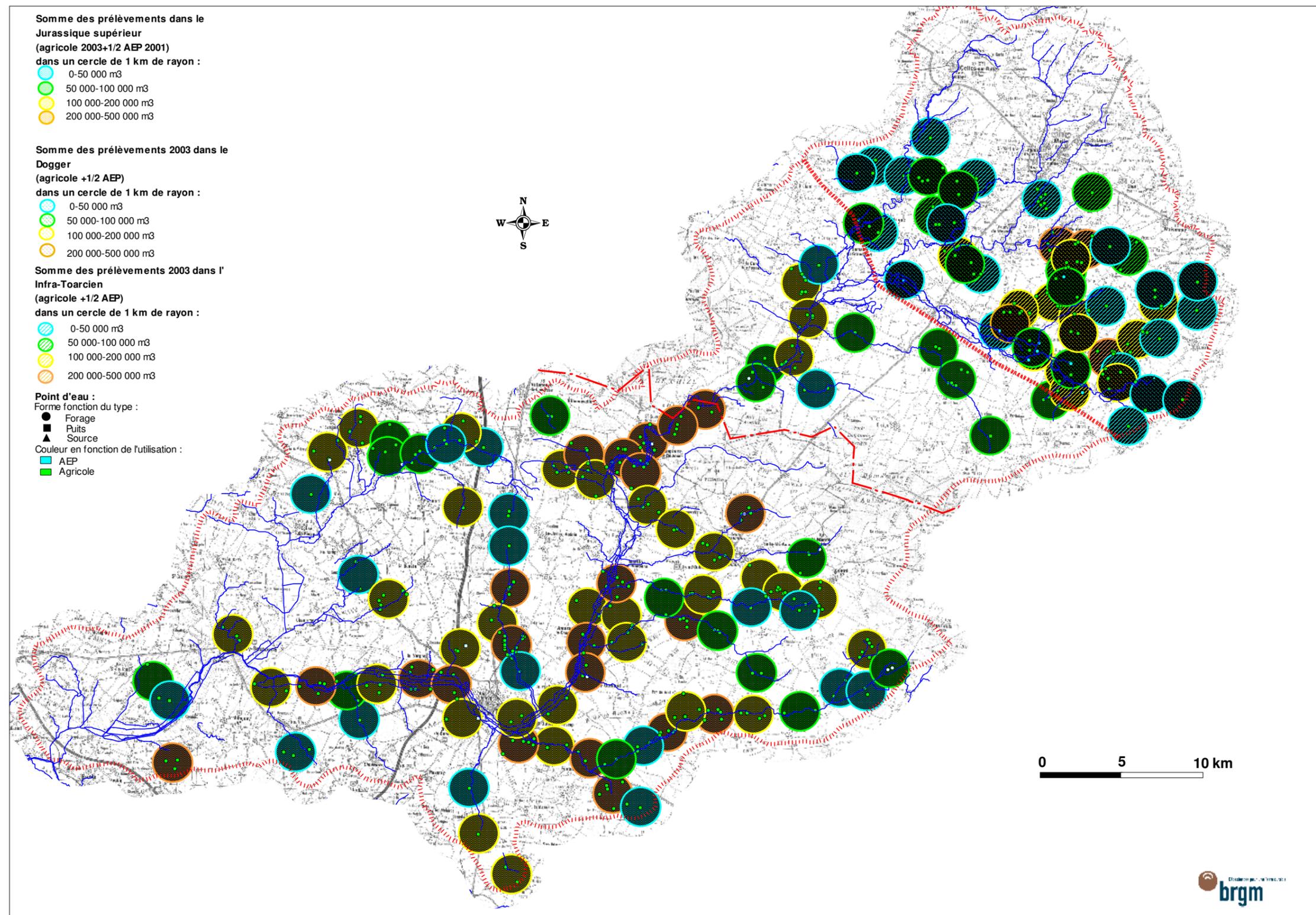


illustration 184 : Répartition de la densité des prélèvements sur le bassin de la Boutonne



### 6.3 SYNTHÈSE

Les caractéristiques hydrogéologiques du bassin de la Boutonne, avec un domaine amont formé par des affleurements de Dogger et de Lias et un domaine aval constitué principalement par les terrains du Jurassique supérieur, conduisent à proposer un découpage en 3 zones de gestion gérées à partir des débits à Moulin de Châtre (faute de station à l'aval) combinés à des piézomètres.

A l'amont, le Dogger et l'Infra-Toarcien forment 2 entités aquifères importantes. L'analyse des chroniques des Outres, seuls piézomètres en activité dans ce domaine amont, ne montre pas de différence importante dans le fonctionnement de ces nappes. Les modèles montrent une composante lente avec un maximum autour de 2 mois et un retour à l'état initial au bout d'environ 6 mois. Le piézomètre à l'Infra-Toarcien réagit de manière importante aux prélèvements saisonniers, le niveau de la nappe étant bien inférieur en été au niveau de la nappe du Dogger. En revanche, en hautes eaux, la nappe inférieure (Infra-Toarcien) est en charge par rapport à la nappe supérieure (Dogger).

Pour la zone moyenne et aval, l'analyse des chroniques des piézomètres au Jurassique supérieur montre pour cette nappe, en règle générale limitée à une tranche superficielle d'altération et de fissuration de 20 à 30 m d'épaisseur, une inertie moins importante que pour les deux aquifères précédents. Il existe une composante rapide minoritaire avec un pic au bout de quelques jours et une composante lente avec un maximum au bout d'environ 1 mois et un retour à l'état initial après une impulsion pluie au bout de 4 mois. La modélisation des chroniques souligne aussi l'existence de contrastes verticaux de perméabilité caractéristiques de cette nappe.

Les chroniques d'Ensigné (Jurassique supérieur) et des Outres (Dogger et Infra-Toarcien) ont été utilisées en entrée dans la modélisation des débits à Moulin de Châtre. La contribution de la nappe infra-toarcienne au débit de la rivière à Moulin de Châtre est faible.

Les débits à Moulin de Châtre apparaissent impactés par les prélèvements qui avancent les étiages de la rivière de plus d'un mois. Ceux-ci surviennent actuellement dès les mois de juillet/août alors que "naturellement" ils interviendraient au mois de septembre.

L'approche des volumes disponibles en fonction des objectifs actuels de gestion montre que des économies de prélèvements seraient nécessaires sur la zone amont (les 2 nappes confondues) 3 années sur 5 pour respecter le DOE et 1 année sur 3 pour le DCR. Pour la partie moyenne et aval, très sollicitée par les prélèvements, des économies seraient nécessaires 2 années sur 3 pour le DOE et 1 année sur 2 pour le DCR. Ces chiffres sont basés sur le maintien d'un équilibre entre les différentes zones et sur une extrapolation à l'ensemble de la zone de gestion moyenne et aval, Moulin de Châtre étant situé bien à l'amont dans le bassin versant.



## 7 Bassin de la Seudre

### 7.1. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Le bassin versant examiné ici correspond au bassin topographique de la Seudre, au Marais de Brouage au Nord et aux cours d'eau qui bordent l'Estuaire de la Gironde. Des interconnexions hydrogéologiques existent en effet entre ces différents bassins topographiques comme nous le verrons par la suite. Cet ensemble déborde sur le département de la Gironde.

D'un point de vue géologique, cet ensemble correspond à la partie centrale (axe Marais de Brouage-Gémozac) et surtout au flanc sud de l'anticlinal de Jonzac. Dans l'axe de cette structure majeure affleurent les terrains les plus anciens : sommet du Jurassique supérieur avec les marnes à gypse du Purbeckien.

Au-dessus du Jurassique supérieur, érodé au cours d'une longue phase d'émersion, viennent les formations du Crétacé. A la base de la succession, principalement en profondeur dans l'axe de l'anticlinal, reconnue par forage, vient une succession principalement détritique, d'âge incertain allant du Jurassique terminal au Cénomaniens, pouvant atteindre 200 m de puissance et appelée Infra-Cénomaniens. Ces niveaux forment avec le Cénomaniens sableux et calcaire sus-jacent un aquifère multicouche important.

Au-dessus, séparé de l'aquifère cénomaniens par les marnes et argiles du Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur, le Turonien constitue avec le Coniacien un deuxième grand ensemble aquifère principalement calcaire et karstifié.

Entre la Seudre et l'Estuaire, sur le flanc méridional de l'anticlinal, affleure la puissante succession calcaréo-marneuse du Santonien et du Campanien. La partie sommitale de cette succession (Campanien supérieur et Maastrichtien) est plus franchement calcaire et aquifère.

Enfin, dans la partie amont du bassin de la Seudre, on trouve les successions principalement continentales (Sidérolithique) du Tertiaire. Le Quaternaire (sables dunaires, alluvions, Bri argileux) vient "beurrer" l'ensemble. Dans la partie aval, les marais de la Seudre et de Brouage, constitués de "Bri" argileux, sont séparés par une barre de calcaires du Crétacé supérieur.

En résumé, l'hydrogéologie de ce bassin est variée et complexe. Les sables et calcaires lacustres tertiaires, les alluvions et les sables dunaires peuvent contenir des aquifères d'intérêt local, capacitifs mais en général peu transmissifs. Le Cénomaniens (et Infra-Cénomaniens dans l'axe de l'anticlinal) et le Turonien-Coniacien constituent les ressources souterraines principales très sollicitées par l'irrigation et l'AEP. Les relations avec les cours d'eau sont aussi très complexes. Au Sud de Gémozac, la Seudre se

perd dans le Coniacien. Des traçages ont montré que les eaux ressortaient dans des sources en bordure de l'Estuaire.

Enfin, en profondeur, il convient de signaler l'existence d'aquifères utilisés à des fins hydrothermales dans le Dogger et l'Infra-Toarcien (Jonzac, Rochefort), que nous laisserons de côté dans le cadre de ce travail.

Cette variété des aquifères et leur interconnexion conduisent à proposer pour la Charente-Maritime une seule zone de gestion regroupant le domaine précité : bassin de la Seudre, bassins côtiers de l'Estuaire de la Gironde, marais de Brouage. Toutes les nappes sont regroupées dans cet ensemble à l'exception des aquifères du Jurassique, profonds, déconnectés de la surface, que l'on peut gérer dans un ensemble plus vaste. Les échanges entre le bassin de la Seudre et les bassins en rive droite de l'Estuaire à travers les nappes karstiques confortent le regroupement de ces bassins versants topographiques.

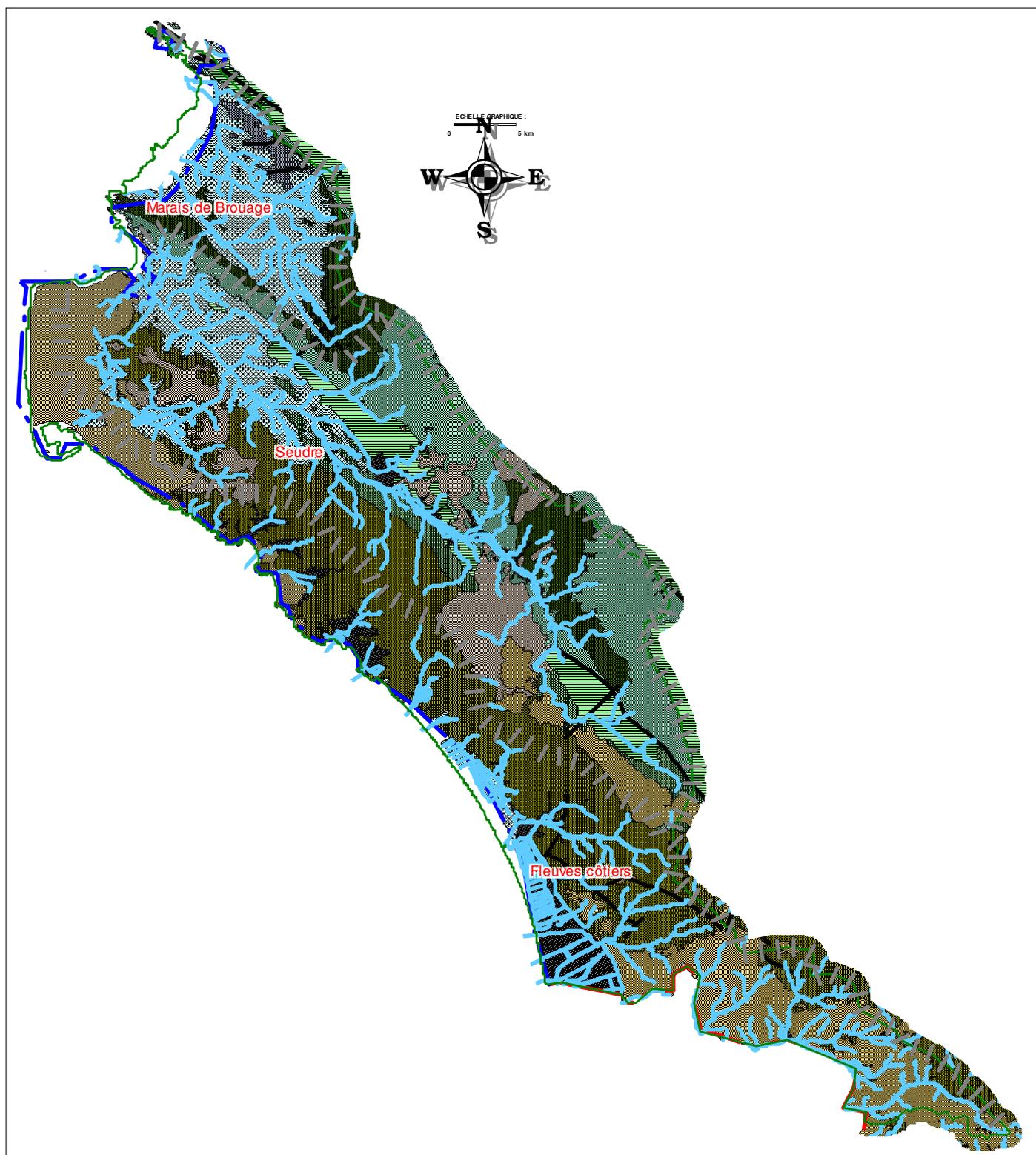


illustration 185 : Carte géologique du bassin de la Seudre, des cours d'eau en bordure de Gironde et du Marais de Brouage (cf. légende en annexe 1)

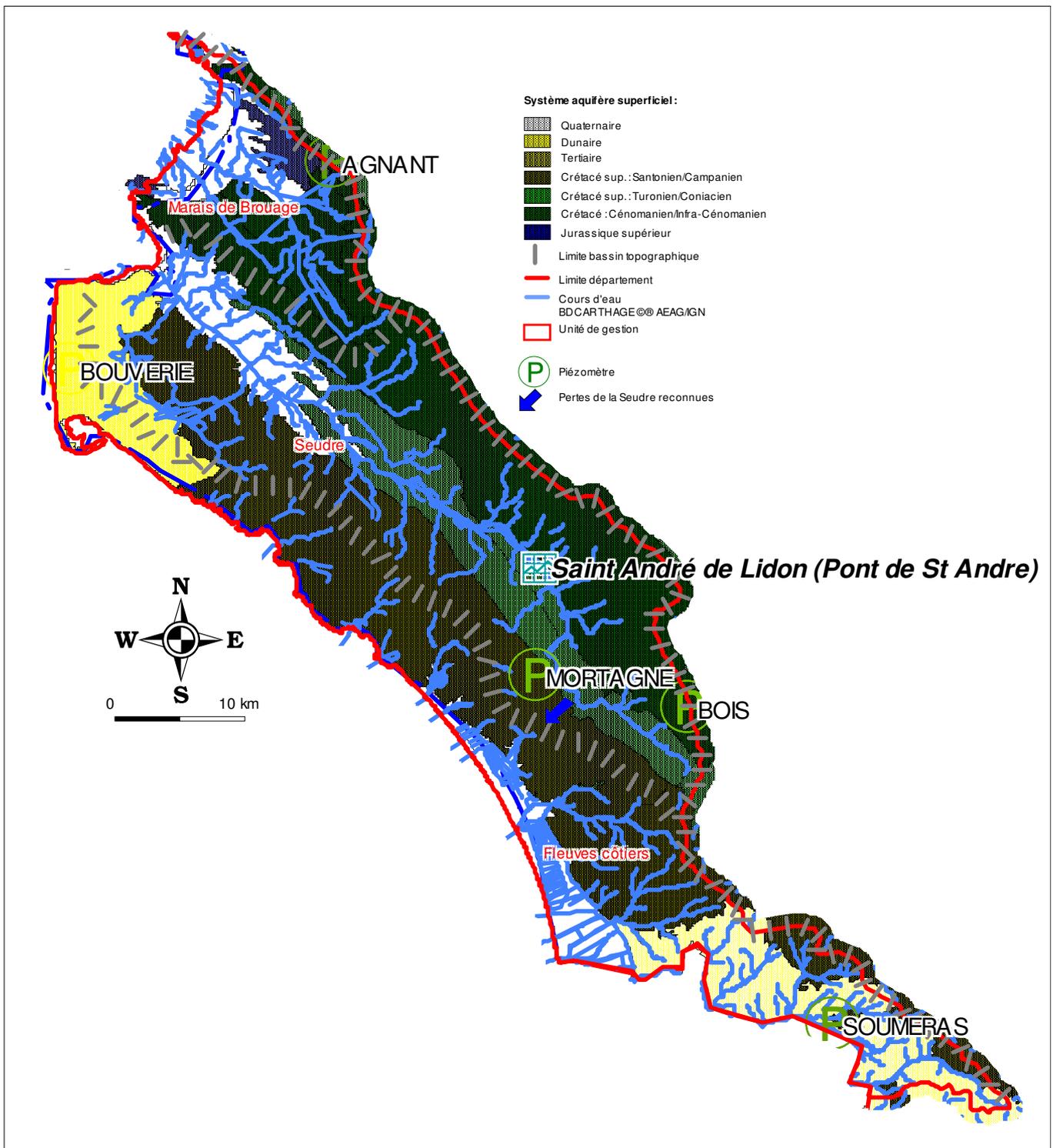


illustration 186 : Carte des systèmes aquifères libres de la zone de gestion proposée, position des stations piézométriques et hydrologiques

## 7.2. SYNTHÈSE DE LA MODELISATION

### ***Analyse des chroniques piézométriques***

Seuls 3 historiques piézométriques du réseau régional ont pu être exploités pour caractériser ce domaine : le piézomètre de Bois dans le Cénomaniens (70 m de profondeur) à l'amont du bassin versant, celui de Mortagne au Coniacien (50 m de profondeur) et celui de Saint-Agnant dans le Turonien (60 m de profondeur) à l'aval. Disposant d'historique depuis 1992/93, ces 3 piézomètres ont été analysés. Les chroniques météorologiques utilisées sont celles de La Rochelle (pluie et ETP) et de Nuaille-sur-Boutonne (pluie).

Les 3 piézomètres présentent des chroniques assez similaires, en particulier St-Agnant et Mortagne. Le piézomètre de Bois, à l'amont, montre une inertie supérieure (nappe du Cénomaniens captif) avec des transferts rapides négligeables et un retour à l'état initial après impulsion supérieure à l'année.

Sur Mortagne et St-Agnant, on observe une composante rapide au bout de quelques jours et une composante lente avec un maximum des apports (après une pluie) au bout de 1 à 2 mois. Pour ces 2 piézomètres l'amélioration du calage du modèle a nécessité l'introduction de seuils de débordement d'une part et de seuils bas d'autre part.

Le meilleur calage a été obtenu avec la chronique de Mortagne. Dans le détail (cf. ill. 188) la chronique montre des "marches d'escalier" corrélables avec des crues de la rivière et des pluies. Ces "marches d'escalier" matérialiseraient l'alimentation de la nappe du Coniacien par la rivière Seudre dans son tronçon au Sud de Gémozac. Les pertes fonctionnent en période de basses et moyennes eaux et viennent alors alimenter les sources en bordure de l'Estuaire de la Gironde comme en témoigne les traçages réalisés (in rapport BRGM RP53567FR). En période de hautes eaux les circulations s'inverseraient, se séparant dans le secteur de Mortagne entre circulation vers l'Estuaire et circulation vers la Seudre. Le niveau de débordement constaté sur le piézomètre de Mortagne (autour de 26 m NGF) est proche des cotes de la Seudre au Sud de Gémozac.

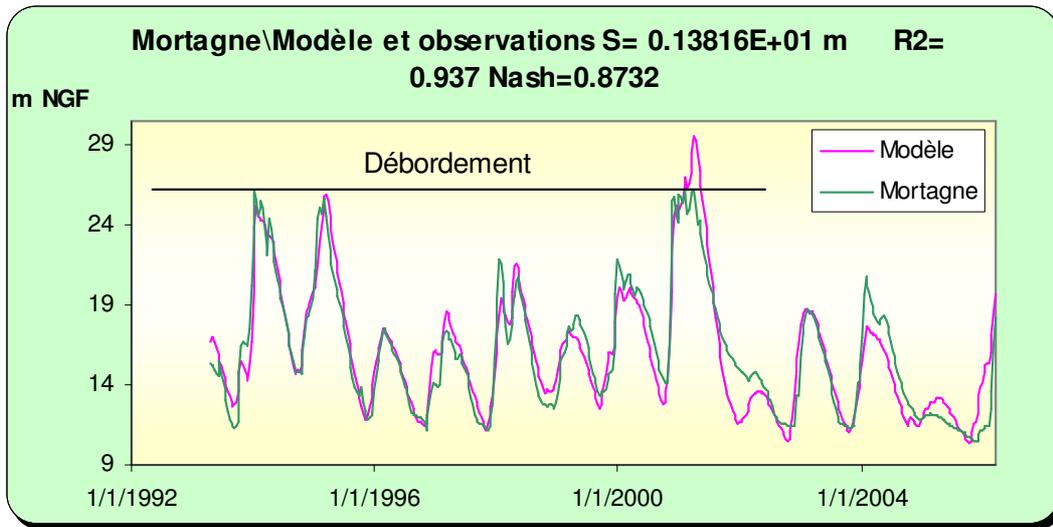


illustration 187 : Modélisation de la chronique de Mortagne

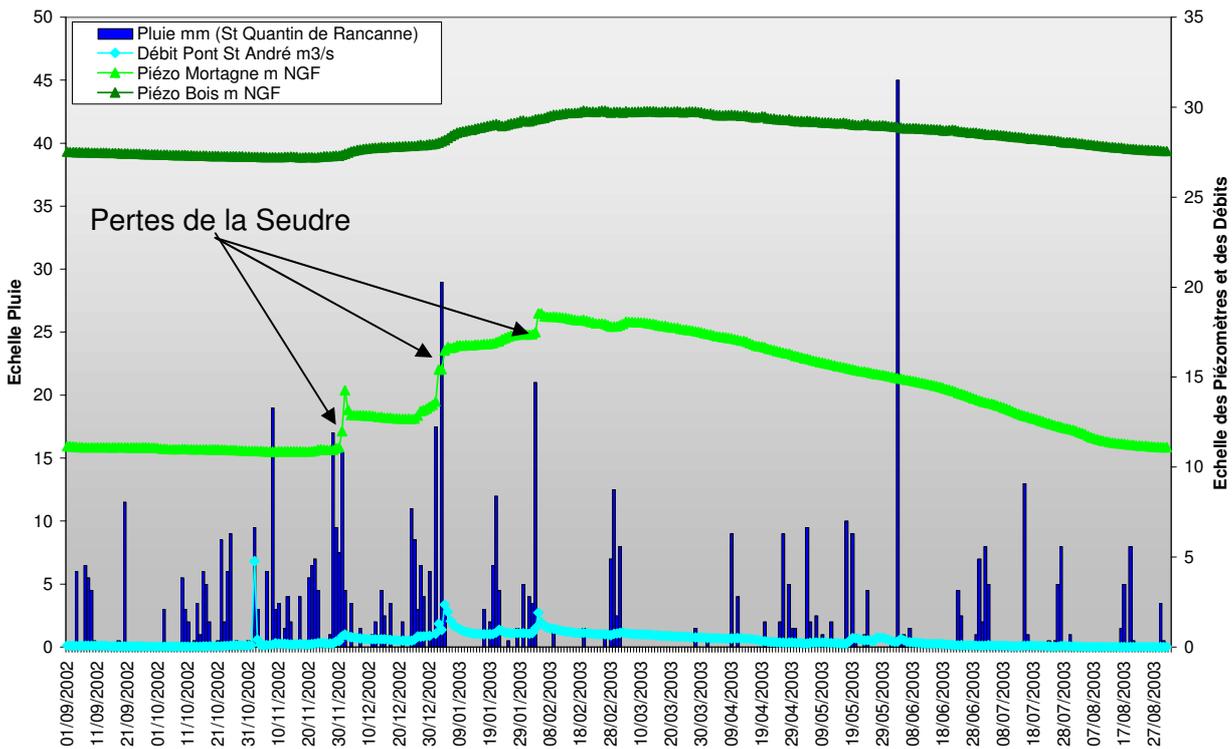


illustration 188 : Comparaison sur un cycle hydrologique de la pluie, du débit de la Seudre St-André-de-Lidon et des niveaux aux piézomètres de Bois et de Mortagne.

### **Recherche de seuils de gestion**

Malgré cette position en aval des pertes de la Seudre, le piézomètre de Mortagne a été retenu pour être proposé en gestion. Ce piézomètre a été utilisé en entrée pour la modélisation de la chronique de la station hydrologique de St-André-de-Lidon.

Cette station de mesure sur la Seudre est située à l'aval des pertes dans le Coniacien. Aussi le modèle n'a pu être calé en basses eaux (ill. 190). Le débit mesuré sur la rivière s'effondre en période d'étiage avec des valeurs très faibles. Le modèle en revanche présente une courbe de vidange plus classique et vraisemblablement plus conforme à ce que l'on pourrait observer sans les pertes de la rivière.

Les différences de volumes entre les deux courbes (modèle et chronique) ont été calculées pour ces périodes d'étiage plus ou moins longues (ill. 191). Le débit moyen soustrait à la rivière par les pertes serait de l'ordre de  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , soit 2 à  $3 \text{ Mm}^3$  si l'on considère toute la période estivale. Les seuils de débit fixés pour la Seudre à St-André-de-Lidon sont de  **$0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le DOE et de  $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le DCR.**

Si l'on considère un écart de l'ordre de  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  en étiage entre le modèle et la chronique réelle, on obtient des valeurs correspondantes de DOE et de DCR respectivement de  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$  et de  $0.23 \text{ m}^3/\text{s}$ . En utilisant le modèle avec les valeurs précédentes, le DOE ne serait pas respecté en théorie 2 années sur 3 et le DCR une année sur 3. La courbe 5 années sèches donne un débit de  $0.21 \text{ m}^3/\text{s}$  au mois d'octobre, c'est-à-dire de  $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$  après avoir enlevé les pertes.

Les modèles donnent les courbes théoriques d'évolution pour 2 années humides (courbe théorique du DOE) et pour 3 années sèches (courbe théorique du DCR) pour le piézomètre de Mortagne et pour la station de St-André-de-Lidon.

Il convient toutefois de souligner que ces chiffres découlent d'hypothèses successives. Les faibles valeurs de débit conduisent d'autant plus à rester prudent dans l'exploitation que l'on en fait.

On peut conclure que la station de St-André-de-Lidon n'est pas suffisante à elle seule pour évaluer la situation de "l'hydrosystème" du bassin de la Seudre en période d'étiage. Le piézomètre de Mortagne permet de compléter le dispositif de gestion en caractérisant les fuites du bassin de la Seudre vers celui de la Gironde. Par ailleurs, une station de mesures des débits à l'amont des pertes permettrait de préciser le fonctionnement de ce bassin versant et de mieux quantifier les débits soustraits à l'estuaire de la Seudre.

Le tableau (ill. 192) donne les valeurs lissées mois par mois, à partir de mars, des courbes théoriques d'évolution du niveau piézométrique correspondant à une atteinte du DOE et du DCR sur la Seudre en fin de période estivale.

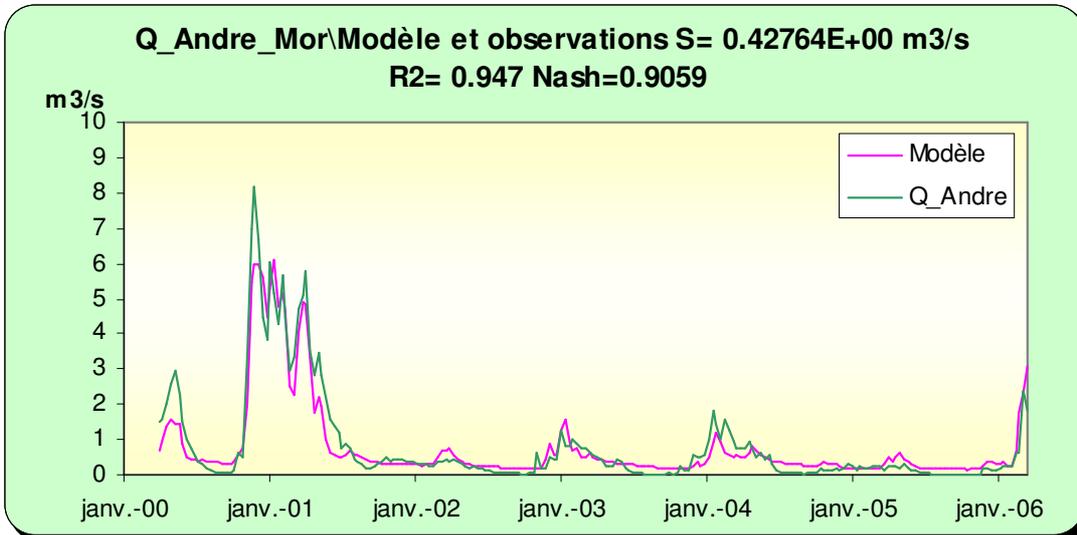


illustration 189 : Modélisation de la chronique de St-André-de-Lidon avec en entrée le piézomètre de Mortagne.

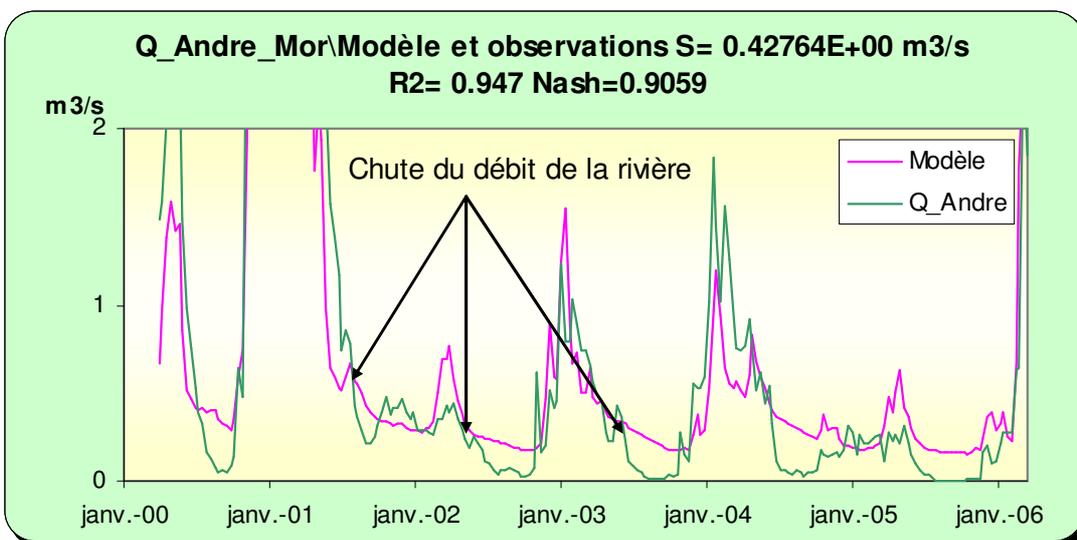


illustration 190 : Agrandissement du graphe précédent pour visualiser les écarts entre le modèle et la chronique en période d'été

Période début	Période fin	$\Delta$ volumes Mm <sup>3</sup>	Dif. période jour	Dif. m <sup>3</sup> /s
07/07/2000	05/10/2000	2.06	90	0.26
01/08/2001	30/09/2001	0.95	60	0.18
08/04/2002	25/10/2002	2.3	200	0.13
12/06/2003	20/10/2003	2.6	130	0.23
16/06/2004	13/12/2004	3.7	180	0.24
22/05/2005	27/01/2006	3.9	250	0.18
			<b>Moyenne :</b>	<b>0.21</b>

illustration 191 : Différence de volume en période d'étiage entre le modèle et la chronique mesurée.

SEUDRE	Période de retour 2 ans humide (DOE)		Période de retour 3 ans secs proche du DCR	
	Mortagne en m NGF	St-André-de-Lidon en m <sup>3</sup> /s (modèle)	Mortagne en m NGF	St-André-de-Lidon en m <sup>3</sup> /s (modèle)
01-mars	18.81	1.03	16.8	0.55
01-avr	19.31	0.89	17	0.52
01-mai	18.95	0.74	16.6	0.48
01-juin	17.38	0.49	15.6	0.39
01-juil	15.78	0.41	14.3	0.32
01-août	14.65	0.35	13	0.26
01-sept	13.16	0.31	12	0.24
01-oct	12.5	0.3	11.2	0.23

illustration 192 : Correspondance entre les valeurs obtenues par simulation en utilisant les modèles du piézomètre de Mortagne et de la station de St-André-de-Lidon

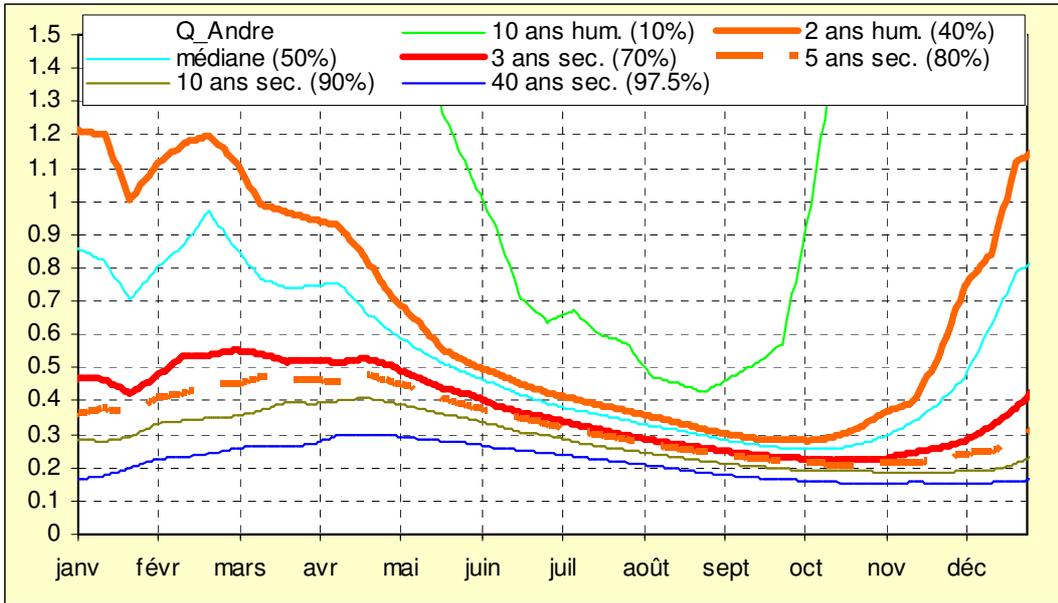


illustration 193 : Valeurs par pas de temps des débits ( $m^3/s$ ) calculées pour différentes périodes de retour (simulations non conditionnelles) pour le modèle de la station de St-André-de-Lidon

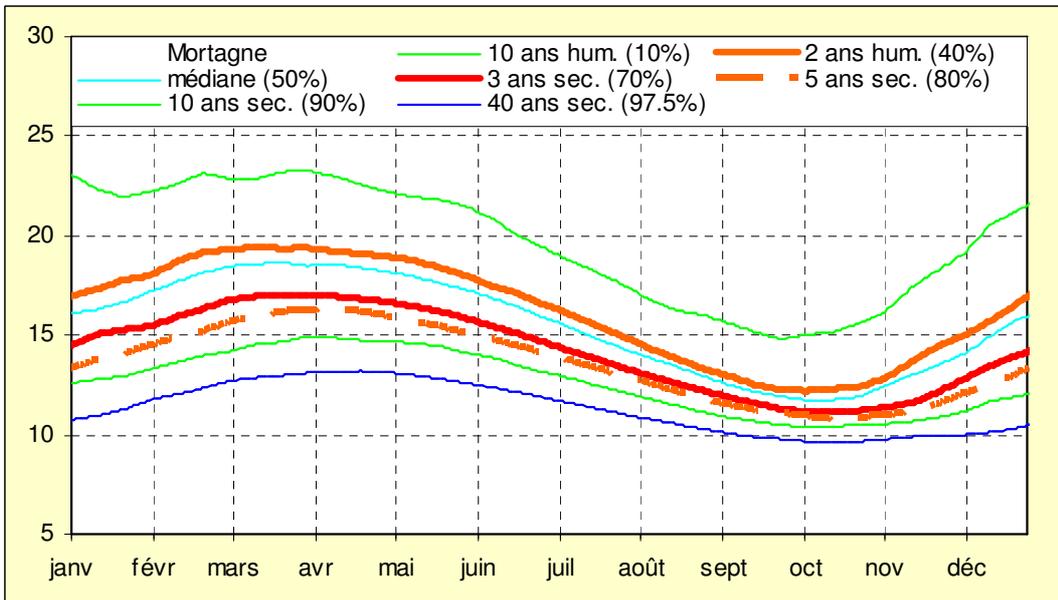


illustration 194 : Valeurs par pas de temps des niveaux (mNGF) calculées pour différentes périodes de retour (simulations non conditionnelles) pour le piézomètre de Mortagne

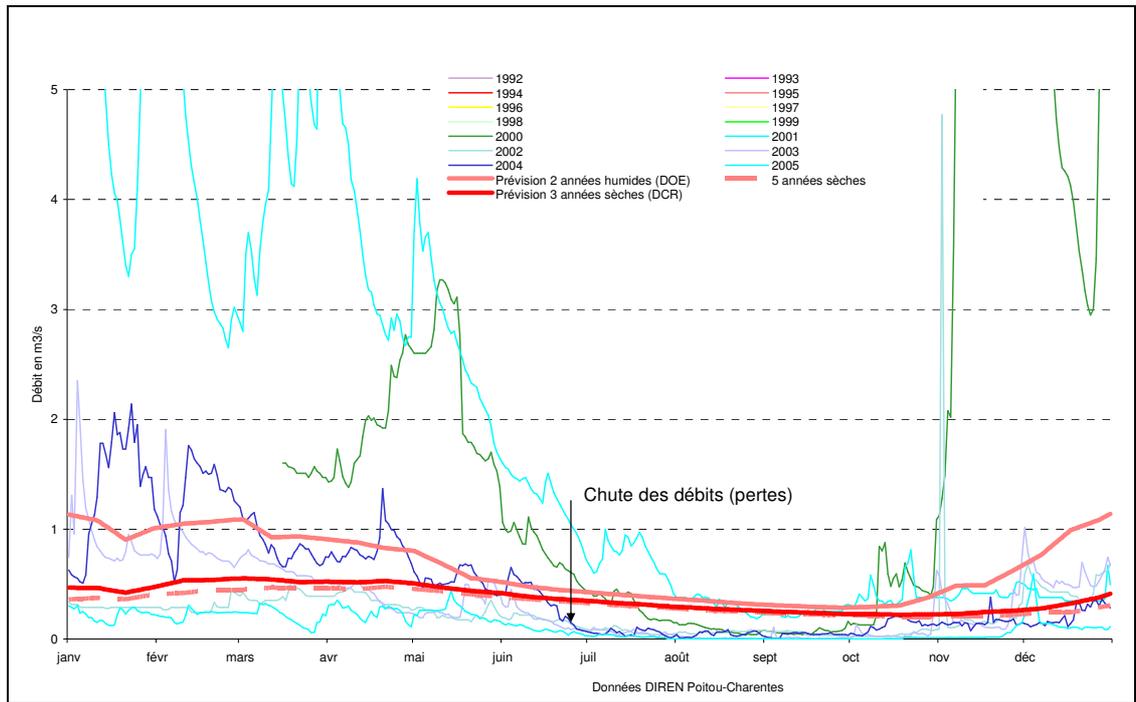


illustration 195 : Comparaison des débits mesurés à St-André-de-Lidon et des débits calculés par le modèle.

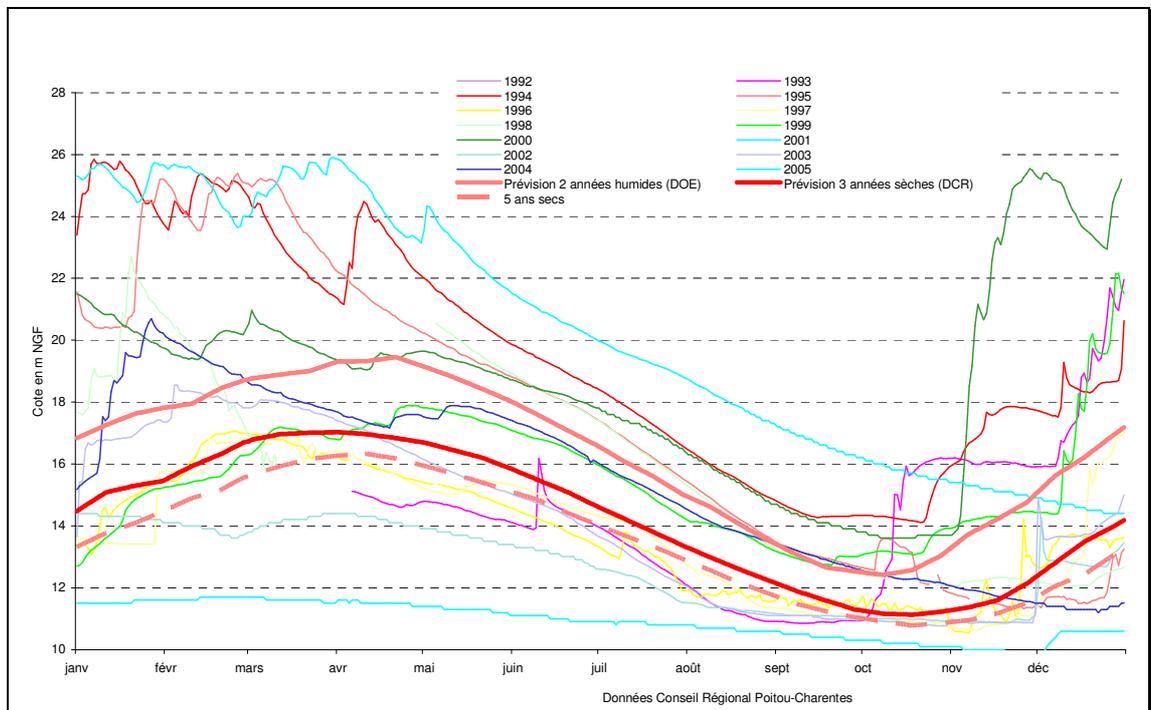


illustration 196 : Comparaison des niveaux mesurés à Mortagne et des niveaux simulés pour 2 années humides (DOE) et 10 années sèches (DCR).

### **Approche sur les volumes disponibles**

L'existence des pertes de la Seudre à l'amont de la station de St-André-de-Lidon conduit à utiliser un artifice en augmentant de 0.2 m<sup>3</sup>/s le DOE et le DCR. Cette hypothèse permet de calculer des volumes théoriquement disponibles pour des prélèvements saisonniers sur le bassin versant de la station de St-André-de-Lidon en fonction de l'état de la pluviométrie. Ces volumes sont rapportés à la totalité de la zone de gestion.

Dans le tableau ci-après (ill. 197), la comparaison des volumes prélevés ces dernières années avec les volumes théoriques disponibles montre que des économies importantes sont nécessaires plus de 9 années sur 10 pour respecter le DOE et le DCR (dans le cadre des hypothèses de calcul fixées précédemment).

Avec près de 14 Mm<sup>3</sup> prélevés annuellement pour l'agriculture dans la partie Poitou-Charentes, ce bassin est particulièrement sollicité, en particulier le bassin versant de la Seudre sensus-stricto.

	<b>SEUDRE-GIRONDE</b>	MORTAGNE m NGF		ST-ANDRE-DE-LIDON (m <sup>3</sup> /s)		Volume disponible par rapport DOE (Mm <sup>3</sup> )		Volume disponible par rapport DCR (Mm <sup>3</sup> )	
		1er Mars	1er Avril	1er Mars	1er Avril	BV St-André	BV SEUDRE-GIRONDE	BV St-André	BV SEUDRE-GIRONDE
		Résultats de la modélisation des chroniques	40 années humides (2.5 %)	26.6	28.7	6.04	7.2	15	99
10 années humides (10 %)	22.29		22.5	2.9	3.11	1	9	2	13
<b>2 années humides (40 %)</b>	<b>18.8</b>		<b>19.31</b>	<b>1.04</b>	<b>0.89</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
Médiane (50 %)	18.13		18.68	0.81	0.75	-1	-7	1	7
<b>3 années sèches (70 %)</b>	<b>16.9</b>		<b>17.28</b>	<b>0.54</b>	<b>0.54</b>	<b>-2</b>	<b>-10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
10 années sèches (90 %)	15.31		15.74	0.4	0.39	-2	-13	-1	-7
40 années sèches (97.5 %)	13.53		13.67	0.31	0.29	-8	-53	-2	-10

Prélèvements agricoles - SEUDRE-GIRONDE (m <sup>3</sup> )	2000								16 615 742
	2001								13 979 778
	2002								11 165 443
	2003								14 385 765
	2004								12 512 867
Prélèvements AEP - SEUDRE-GIRONDE (m <sup>3</sup> )	2000								8 578 837
	2001								8676485
	2002								?
	2003								?
	2004								?
Moyenne des prélèvements (m <sup>3</sup> )	Agricole								13 731 919
	AEP								8 627 661
	Agricole + 1/2AEP								18 045 750

illustration 197 : Comparaison entre les volumes théoriquement disponibles et les prélèvements des dernières années pour la zone de gestion Seudre-Gironde.



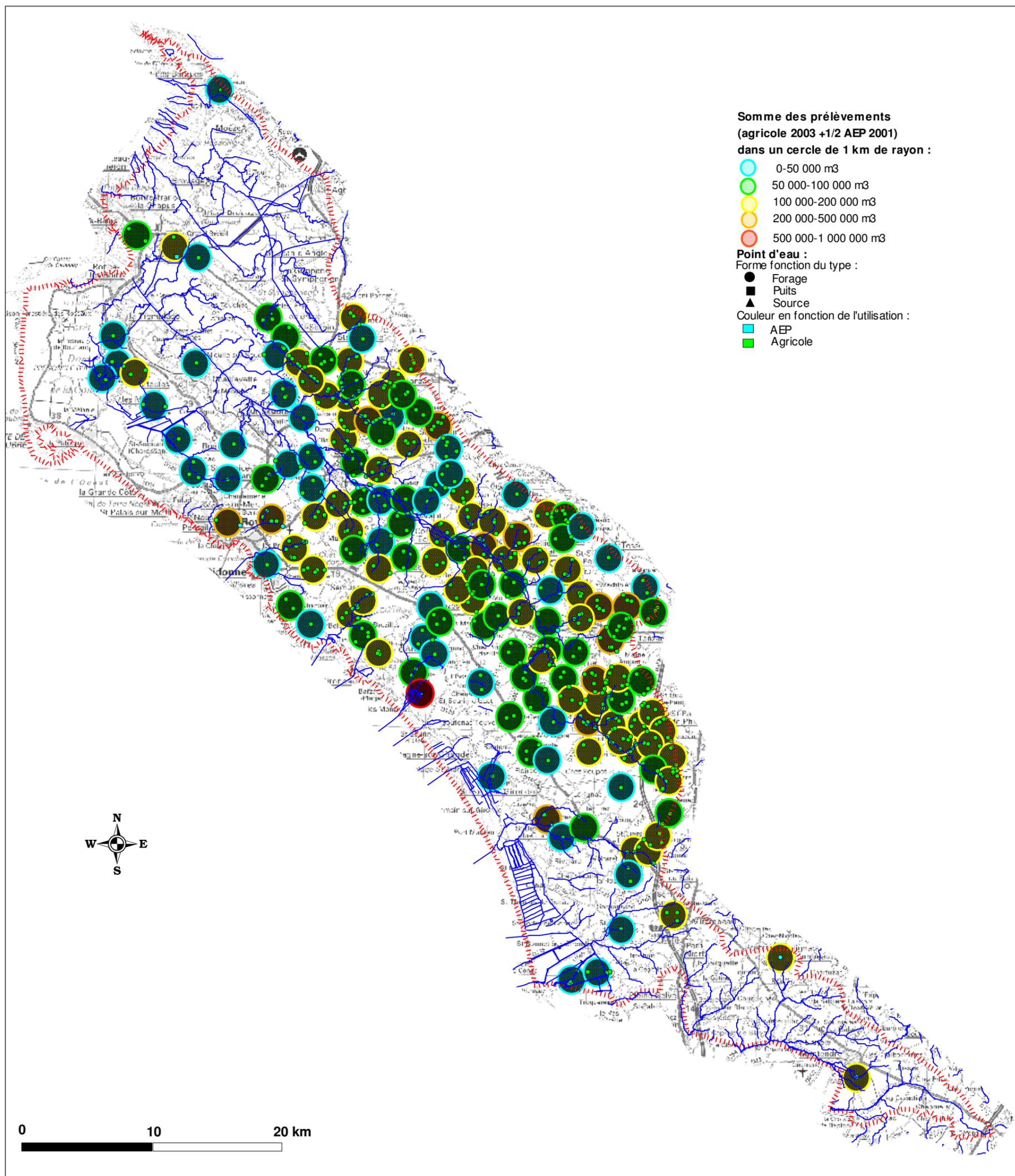


illustration 198 : Répartition de la densité des prélèvements sur les 6 mois de basses eaux pour le bassin de la Seudre, des cours d'eau des bords de Gironde et du Marais de Brouage.



### 7.3 SYNTHÈSE

Parmi les 5 grands bassins versants examinés dans ce travail, celui de la Seudre est assez particulier dans la mesure où ce cours d'eau perd une partie non négligeable de son débit au profit des rives de la Gironde. Les pertes reconnues au Sud de Gémozac dans la nappe du Turonien-Coniacien ne sont peut être pas les seules le long de ce cours d'eau. Des possibilités d'échange avec les nappes du Turonien-Coniacien et du Cénomaniens existent en effet plus à l'aval.

Ce fonctionnement nappe-rivière, complexe et mal connu, conduit à proposer une seule zone de gestion pour l'entité Seudre-Gironde-Marais de Brouage, incluant les nappes des plus superficielles (alluvions, dunes) à celles du Crétacé, voire Jurassique supérieur dans le cœur de l'anticlinal de Jonzac. Seules les nappes profondes du Dogger et de l'Infra-Toarcien sont exclues de cette zone de gestion.

Les DOE et DCR ont été fixés de manière à tenir compte des pertes. Ils sont de ce fait très faibles et de l'ordre de grandeur de l'incertitude liée à la modélisation des chroniques.

Le modèle ne permet pas de reproduire les pertes mais donne en revanche une estimation de l'ordre de grandeur de celles-ci pendant la période estivale à l'amont de la station de St-André-de-Lidon : de 2 à 3 Mm<sup>3</sup>.

En essayant de s'affranchir de l'effet de ces pertes, le modèle donne une estimation des volumes disponibles sur le bassin versant. L'incertitude sur ces valeurs est assez élevée.

Le bassin versant de la Seudre est particulièrement exploité. Des économies importantes sont nécessaires pour respecter les objectifs de gestion actuellement fixés.

Toutefois, le DOE de 0.1 m<sup>3</sup>/s ne serait pas respecté 4 années sur 5 même si tous les prélèvements étaient supprimés. Le modèle donne un débit d'étiage « pseudo-naturel » de 0.21 m<sup>3</sup>/s, soit de 0.01 m<sup>3</sup>/s après avoir enlevé l'effet des pertes, pour la station de St-André-de-Lidon et pour une période de retour de 1 année sur 5.



## 8 Conclusion

Ce travail, commandité par la DIREN Poitou-Charentes durant l'année 2005 particulièrement sèche, poursuit 2 objectifs principaux :

- d'une part, à travers l'analyse des chroniques piézométriques et hydrologiques et l'examen du fonctionnement hydrogéologique des aquifères, proposer des éléments pour mettre en place de nouvelles modalités de gestion des prélèvements,
- d'autre part, approcher les volumes disponibles par zone de gestion en fonction de la pluviométrie.

La méthodologie retenue s'appuie sur l'analyse des corrélations entre signaux, en premier lieu entre le couple pluie/ETP et les chroniques piézométriques, en second lieu entre les chroniques piézométriques et les chroniques de débit sur les rivières. Le logiciel TEMPO développé par le BRGM a été utilisé. Il a dû être adapté au fur et à mesure de l'avancement de l'opération pour tenir compte des spécificités régionales : phénomènes de débordement et/ou de seuil bas, impact important des pompages sur les chroniques.

L'objectif de cette approche était de reconstituer des évolutions "pseudo-naturelles" (l'impact des phénomènes non saisonniers, comme les prélèvements AEP qui sont continus, ne peut être enlevé) des niveaux piézométriques et des débits des rivières.

Une première étape a été de définir les contours de zone de gestion cohérente. La faible inertie des nappes à cycle en général annuel, leurs relations étroites avec les rivières, l'interdépendance et le comportement assez similaire des nappes supérieures et inférieures, conduisent à proposer de privilégier une approche par bassin versant hydrogéologique.

A quelques exceptions près (extrémités Nord et Sud de la région où les nappes profondes peuvent être individualisées), les différentes nappes seraient gérées de la même manière. La gestion actuelle s'en trouverait simplifiée.

Pour chaque zone de gestion un indicateur au moins est proposé. Le ou les piézomètres de référence dans chaque zone permettent d'anticiper de quelques mois l'état de la ressource hydrogéologique et hydrologique. Les courbes et les tableaux de valeurs donnés dans ce document peuvent permettre la mise en place de seuils mobiles (mensuels ?) plus proches de la réalité de terrain.

Ces indicateurs, couplés à des objectifs de débit sur les rivières, donnent l'état de la ressource souterraine. Chaque indicateur peut être complété par la mise en place d'indicateur secondaire permettant de gérer les spécificités locales : non assèchement d'une source, protection d'un forage AEP... Dans le même ordre d'idée, sur un certain nombre des piézomètres analysés, des seuils critiques sont proposés, en règle

générale pour ne pas inverser le sens des écoulements souterrains (de la rivière vers la nappe).

Le contour des bassins hydrogéologiques ne correspond pas toujours au bassin topographique. C'est en particulier vrai pour la nappe du Dogger : entre Clain et Vienne, entre Clain et Sèvre-Niortaise, entre Clain et Charente. L'état actuel des connaissances (traçages, piézométries...) a été utilisé pour réaliser la délimitation des zones de gestion.

Chaque bassin versant a ainsi été découpé :

- La Dive du Nord compte une zone de gestion superficielle, regroupant les nappes en relation avec le réseau superficiel et qui pourrait être géré par la combinaison des débits de la Dive à Moulin de Retournay et des niveaux au piézomètre de Lamoinie, et une zone nappe profonde qui s'enfonce sous le bassin de Paris et dont la gestion reste à préciser.
- Le Clain est morcelé en 7 sous bassins : Pallu, Auxance, Boivre, Vonne, Dive-Bouleure, Clain moyen-amont, Clouère-Miossons-Sarzec. Cette dernière zone très vaste pourrait être subdivisée, pour individualiser le bassin de Sarzec ; le regroupement a été rendu nécessaire devant l'absence d'indicateur fiable. Le piézomètre de Sarzec présente un comportement très singulier, outre le fort impact des pompages alentours, avec une inertie très importante de la nappe dont l'alimentation apparaît complexe.
- La Sèvre Niortaise est divisée en zone amont, au-dessus de Pont-de-Ricou, domaine karstique très impacté par les prélèvements, en une zone moyenne, entre Pont-de-Ricou et la faille d'Aiffres, correspondant à un compartiment essentiellement constitué par du Jurassique inférieur et moyen traversé par de grandes failles, et en une zone aval, associant les bassins de l'Autize, de Mignon-Courance, du Curé et le Marais Poitevin. Sur cette dernière zone, l'absence d'objectif de débit conduit à proposer pour l'instant une gestion en niveau basé sur les piézomètres de Prissé et de Marsilly.
- Pour la Boutonne, il est proposé de maintenir les 2 zones en amont en distinguant les nappes du Dogger (+ alluvions + altérites et dépôts tertiaires) et de l'Infra-Toarcien, tout en œuvrant pour faire converger les modalités de gestion, et de considérer une vaste zone moyenne et aval au fonctionnement hydrogéologique assez homogène (nappe superficielle dont les niveaux sont en relation étroite avec les cours d'eau). De par une inertie et des capacités de stockage plus importantes des aquifères, les zones amont sont le château d'eau de la Boutonne pendant l'été. Les modalités de gestion sont liées à des objectifs de débit à Moulin-de-Châtre.
- Le bassin de la Seudre, très marqué par les pertes vers la nappe du Turonien-Coniacien au profit de la Gironde, est regroupé dans une seule zone de gestion avec les cours d'eau en bordure de l'Estuaire et le Marais de Brouage. Une gestion à partir du piézomètre de Mortagne est proposée.

Parallèlement à la délimitation des contours des unités de gestion, 45 chroniques piézométriques ont été analysées. Ces chroniques ont été choisies en fonction de leur longueur, de leur utilisation ou non dans les modalités de gestion actuelle, de leur localisation. Dix-sept de ces piézomètres sont proposés comme indicateur (cf. ill. 199).

Ce qui ressort globalement de l'analyse des chroniques piézométriques, c'est une réactivité à la pluie avec souvent une composante rapide (karstique), présentant un pic au bout de quelques jours, et toujours une composante dite "lente", matérialisée par une réponse impulsionnelle aplatie avec un maximum des arrivées au bout de 1 à 3 mois en règle générale et un retour à l'état initial inférieur à l'année. Bien sûr cette règle connaît quelques exceptions. L'analyse ne met pas en évidence de différences importantes de comportement entre les différentes nappes. Rappelons que les principaux aquifères régionaux sont constitués principalement par des calcaires karstifiés et/ou fissurés.

En marge de cette recherche d'indicateur de gestion, la modélisation des chroniques piézométriques met en lumière des phénomènes particuliers comme par exemple :

- le soutien à l'étiage de la nappe par la rivière avec l'existence de seuil bas rarement franchi (cf. dans la Pallu le piézomètre de Chabournay),
- l'alimentation artificielle de la nappe de l'Infra-Toarcien par les lâchers de la Touche-Poupard sur le piézomètre de Breuil,
- l'existence de contrastes de transmissivité marqués en profondeur comme sur les piézomètres au Jurassique supérieur,
- l'impact plus ou moins important des pompages qui a nécessité l'introduction d'une fonction supplémentaire dans le logiciel pour améliorer le calage,
- l'existence des débordements de nappe visualisable sur une grosse majorité des chroniques,
- à l'inverse, des zones (cf. Dogger de la Dive du Nord) dénuées de débordement mettant en évidence des cycles pluriannuels (avec des pics en 94/95 et 00/01).

Certains écarts entre modèle et chronique n'ont pu trouver d'explication comme sur Cagnoche, sur Sarzec, sur Couhé...

La dernière étape a été de reconstituer les évolutions "naturelles" (les prélèvements non saisonniers [AEP] sont implicitement pris en compte) des débits des cours d'eau en modélisant les chroniques hydrologiques disponibles. Ce travail souligne l'impact des prélèvements qui se matérialise par une amplification importante des étiages (Pont-de-Ricou par exemple) et/ou par une avancée dans le temps (de l'ordre du mois) de ces étiages (Moulin de Châtre par exemple).

La comparaison des évolutions théoriques avec les objectifs de débit sur les cours d'eau conduit à proposer un ordre de grandeur des volumes disponibles en fonction de l'état de la ressource, très dépendant bien sûr de la pluviométrie, et d'un scénario de prélèvements de mars à août. L'incertitude sur les chiffres fournis est assez forte et, comme pour tous travaux scientifiques, cette incertitude est à considérer dans l'exploitation des résultats de l'analyse.

Le tableau de synthèse montre que certains objectifs de débit sont "naturellement" difficilement atteints, ou au contraire sont presque toujours atteints (cf. Pont-de-Ricou). Il met aussi en relief la difficulté de respecter certains DCR (Tiffardière et St-André-de-Lidon).

Si l'on se réfère aux préconisations du SDAGE (respect des objectifs 4 années sur 5), les bassins (Dive du Nord, Pallu, Clain moy.-amont, Clouère-Miosson-Sarzec, Sèvre moy., Boutonne et Seudre) apparaissent comme nettement déficitaires. Les autres présentent des marges de manœuvre faibles voire nulles.

Enfin, les données volumétriques communiquées par les DDAF ont été exploitées d'une part pour comparer les volumes théoriquement disponibles aux prélèvements moyens de ces dernières années, et d'autre part pour réaliser des cartes de densité des prélèvements (agricoles et AEP) sur chaque zone. Les ressources souterraines des zones Sèvre aval, Boutonne moyenne-aval, Seudre sont particulièrement sollicitées.

Ce travail, qui combine utilisation d'outils informatiques et statistiques avec une approche "naturaliste", connaît toutefois des limites qu'il convient de souligner. En particulier, il a été réalisé à partir de chroniques assez courtes (postérieures à 1992) présentant parfois des interruptions ou des anomalies.

Le fait que l'observation du niveau des nappes ait commencé en Poitou-Charentes après une longue période de sécheresse (1989-1992) peut fausser l'approche statistique. Les modèles devront être régulièrement actualisés ce qui devrait améliorer significativement les calages.

Par ailleurs, les piézomètres "analysables" ont une répartition loin d'être homogène, pour la nappe de l'Infra-Toarcien en particulier, ne permettant pas de mettre en lumière certains particularismes locaux. Cette approche scientifique, qui vise à mieux cerner les disponibilités des ressources souterraines, et les propositions de gestion qui en découlent, est destinée à venir alimenter les réflexions et les débats actuels sur la gestion des ressources. La prochaine étape serait de traiter les autres bassins versants régionaux : Charente, Vienne, Gartempe, Thouet.

Bassin	Zone de gestion	Piézomètre	Nappe	Prof. En m	Seuil débord. M NGF	Seuil base m NGF	Seuil critique m NGF	Pic comp. Rapide	Pic lente	Retour état initial	Gestion	
DIVE	DIVE DU NORD	GUESNE	Jurassique sup.	46.5	67			10 j	2 mois	1 an		
		ASSAIS	Dogger	29.5				Non	240 j	2 ans		
		OIRON	Dogger	22				20 j	3 mois	13 mois		
		CUHON2	Jurassique sup.	44	97			Non	50 j	200 j		
		CUHON1	Dogger	82	88	83	83	Non	2 mois	250 j		
		LAMOINIE	Dogger	27				10 j	6 mois	18 mois	Oui	
		SAUVES	Dogger	113	60			Non	10 j	1 an		
CLAIN	PALLU	PUZE1	Jurassique sup.	88.5	95.8			Non	2 mois	1 an	Oui	
		PUZE2	Dogger	88.5	96			Non	4 mois	1 an		
		CHABOURNAY	Jurassique sup.	20	81	78	78	Non	3 mois	1 an		
	AUXANCE	LOURDINES	Dogger	37.5	74			5 j				
		VILLIERS	Dogger	48	120		105	Non			Oui	
	BOIVRE	ABBAYE	Infra-Toarcien	58				10 j	2 mois	1 an	Oui	
	VONNE	RAUDIERE	Infra-Toarcien	42	125			Non	3 mois	1 an		
		CAGNOCHE	Dogger	>15				5 j	2 mois	1 an	Oui	
	DIVE DU SUD	COUHE1	Dogger	10	111			Non	2 mois	6 mois	Oui	
		COUHE2	Infra-Toarcien	113.5	111			Non	2 mois	10 mois		
	CLAIN AMONT	SAIZINES	Infra-Toarcien	132	122			Non	3 mois	1 an		
		ST-ROMAIN	Dogger	80	131.7			Non	3 mois	1 an	Oui	
	CLOUERE	PETIT-DAUFFARD	Dogger	>22				Non	4 mois	1 an	Oui	
CLAIN AVAL	SARZEC	Dogger	50				6 mois	2/3 ans	5 ans			
SEVRE NIORTAISE	SEVRE AMONT	FONTGRIVE	Infra-Toarcien	74	104			10 j	2/3 mois	300 j	Oui	
		ST-COUTANT	Dogger	6				10 j	1 mois	6 mois	Oui	
	SEVRE MOYENNE	PAMPROUX1	Dogger	9	100	95		10 j	1 mois	3 mois		
		PAMPROUX2	Infra-Toarcien	117	119			10 j	2 mois	200 j		
		BREUIL	Infra-Toarcien	44			37	10 j	20 j	3 mois		
	SEVRE AVAL	ST-GELAIS	Infra-Toarcien	50	33			10 j	40 j	4 mois	Oui	
		NIORT	Infra-Toarcien	20	35			10 j	2 mois	6 mois		
		AIFFRES1	Infra-Toarcien	100	25			Non				
		AIFFRES2	Dogger	20	25			Non	2 mois	200 j		
		PRISSE	Jurassique sup.	20	39			10 j	1 mois 1/2	6 mois	Oui	
		HILAIRE	Jurassique sup.	11	6			10 j	1 mois	6 mois		
		COULON	Dogger	21		9.5		10 j	?	?		
	BOUTONNE	BOUTONNE AMONT DOGGER	OUTRES1	Dogger	19	73			10 j	1 mois 1/2	6 mois	Oui
		BOUTONNE AMONT INFRA-TOARCIEN	OUTRES2	Infra-Toarcien	160	78			Non	2 mois	6 mois	Oui
		BOUTONNE MOYENNE-AVAL	POIMIER	Jurassique sup.	40	60	53			1 mois	4 mois	
ENSIGNE			Jurassique sup.	14	76.5			10 j	1 mois	4 mois	Oui	
JUILLERS			Jurassique sup.	50	60	51		10 j	1 mois	4 mois		
VILLENOU	Jurassique sup.	40		36			1 mois	4 mois				
SEUDRE-GIRONDE		BOIS	Cénomaniens	70	35			10 j	1 mois 1/2	1 an		
		ST-AGNANT	Cénomaniens-Turonien	60		5		10 j	1 mois	1 an		
		MORTAGNE	Turonien-Coniacien	50	26			10 j	1 mois	300 j	Oui	

illustration 199 : Synthèse par piézomètre analysé



	Zone gestion	Superficie	Nappe	DOE/DSA		DCR		V (Mm3) disponible pour DOE 4 années sur 5	V (Mm3) disponible pour DCR 4 années sur 5	QMNA5 donné par le modèle	Prélvs agricoles moyens par an	Prélvs AEP moyens par an	Pourcentage de réduction des prélèvements saisonniers pour respect du DOE 4 années sur 5	Indicateurs proposés pour état de la ressource	Seuils de crise (local)	Commentaires	
				Valeur (m3/s)	Périodicité "naturelle"	Valeur	Périodicité "naturelle"										
DIVE DU NORD	DIVE SUPERFICIELLE	1060	Alluviales, Crétacé sup., Jurassique sup., Dogger libre	Retournay 0.6	1 an sur 2	Retournay 0.2	39 ans sur 40	-10 Mm3	15 Mm3	Retournay 0.5	2 Mm3	2.3 Mm3	>100 %	LAMOINIE	84 m NGF sur CUHON1	Le DOE actuel (0.6) ne serait pas respecté 4 années sur 5 même si tous les prélèvements étaient supprimés	
	JURASSIQUE PROFOND	590	Jurassique sup. captif, Dogger captif, Infra-Toarcien													La recherche d'indicateurs sera réalisée au moment du traitement des bassins versants voisins	
CLAIN	PALLU	235	Alluviales, Crétacé sup., Jurassique sup., Dogger libre	Prise en compte des objectifs pour la Dive du Nord				-2 Mm3	3 Mm3			4.7 Mm3	1.7 Mm3	>100%	PUZE1	78 m NGF sur CHABOURNAY 84 m NGF sur PUZE2	
	AUXANCE	326	Alluviales, Dogger, Infra-Toarcien, socle	Quinçay 0.456	1 an sur 2	Quinçay 0.258	39 ans sur 40	-0.6 Mm3	1 Mm3	Quinçay 0.3	3.5 Mm3	1.8 Mm3	100%	VILLIERS	entre 105 et 100 m NGF sur VILLIERS	Le respect du DCR sur Quinçay 4 années sur 5 suppose déjà des économies importantes sur les prélèvements.	
	BOIVRE	203	Alluviales, Dogger, Infra-Toarcien	Ribalière 0.198	1 an sur 3	Ribalière 0.112	1 an sur 2	-3.5 Mm3	-0.6 Mm3	Ribalière 0.08	1.3 Mm3	4.9 Mm3	>100%	ABBAYE		Du fait des prélèvements AEP qui impactent significativement ce bassin versant, le milieu ne peut répondre aux objectifs de gestion : DOE et DCR non respectés 4 années sur 5.	
	VONNE	439	Alluviales, Dogger, Infra-Toarcien, socle	Cloué 0.3	9 ans sur 10	Cloué 0.17	39 ans sur 40	1.9 Mm3	4.2 Mm3	Cloué 0.4	1.2 Mm3	2.8 Mm3	60%	CAGNOCHE		Ecart entre les prévisions du modèle et les chroniques observées pouvant provenir d'une sous-estimation des prélèvements.	
	DIVE-BOULEURE	276	Alluviales, Jurassique sup., Dogger, Infra-Toarcien	Voulon 0.24	moins de 9 ans sur 10	Voulon 0.136	29 ans sur 30 environ	1 Mm3	7 Mm3	Voulon 0.26	4.3 Mm3	1 Mm3	75%	COUHE1		Le DOE actuel est très proche de la valeur 5 ans secs donnée par le modèle. Le respect de ce DOE 4 années sur 5 suppose des économies importantes sur les prélèvements.	
	CLAIN MOYEN-AMONT	581	Alluviales, Dogger, Infra-Toarcien, socle	Petit-Allier 0.818	2 ans sur 3	Petit-Allier 1.443	9 ans sur 10	-8 Mm3	5 Mm3	Petit-Allier 1.2	4.5 Mm3	3.5 Mm3	>100%	RENARDIERE			
	CLOUERE-MIOSSON-SARZEC	652	Alluviales, Tertiaire, Dogger, Infra-Toarcien, socle	Château-Larcher 0.69	1 an sur 2	Château-Larcher 0.391	4 ans sur 5	-9 Mm3	0 Mm3	Château-Larcher 0.34	5.9 Mm3	5.3 Mm3	>100%	DAUFFARD	110 m NGF sur PETIT-DAUFFARD	Sur Château-Larcher le débit d'étiage 1 année sur 5 donné par le modèle est proche du DCR. Pour respecter ce seuil, des économies sur les prélèvements sont à faire une année sur 3.	
SEVRE-NIORTAISE	SEVRE AMONT	528	Alluviales, Jurassique sup., Dogger, Infra-Toarcien	Ricou 0.79		Ricou 0.57		1.7 Mm3	2.8 Mm3	Ricou 1 m3/s	3.1 Mm3	0.9 Mm3	50%	ST-COUTANT FONTGRIVE		Station de Pont de Ricou très impactée par les pompages à l'amont qui devraient être à peu près divisés par 2 pour respecter le DOE actuel 4 années sur 5	
	SEVRE-MOYENNE	725	Alluviales, Dogger, Infra-Toarcien, socle	Tiffardière 3	2 ans sur 5	Tiffardière 2 Tiffardière 1.2	3 ans sur 5 9 ans sur 10	-30 Mm3	-10 Mm3	Tiffardière 1.5	1.3 Mm3	13 Mm3	>100%	ST-GELAIS		Les seuils actuels sont surestimés. La proposition de 1.2 m3/s pour le DCR et un débit de 1.5 m3/s pour le QMNA5 semblent plus conforme avec ce que peut fournir le milieu.	
	SEVRE-AVAL	1960	Alluviales, Jurassique sup.								22.5 Mm3	1.3 Mm3		MARSILLY PRISSE	10 m NGF sur Marsilly		
BOUTONNE	BOUTONNE AMONT DOGGER	308	Alluviales, Dogger, recouvrements tertiaires	Châtre 0.8	2 ans sur 3	Châtre 0.4	9 ans sur 10	-3 Mm3	0 Mm3	Châtre 0.67 m3/s	0.86 Mm3	0.65 Mm3	>100%	OUTRES1		Le DOE (0.8) ne peut être respecté 4 années sur 5 même si tous les prélèvements étaient supprimés. Des économies importantes sur les prélèvements sont aussi nécessaires pour le respect du DCR 4 années sur 5.	
	BOUTONNE AMONT IT	308	Infra-Toarcien								1.7 Mm3	0.77 Mm3		OUTRES2			
	BOUTONNE MOY. AVAL	1016	Alluviales, Jurassique sup., Cénomaniens								12.8 Mm3	1 Mm3		ENSIGNE			
SEUDRE-GIRONDE		1557	Alluviales, dunaire, Tertiaire, Crétacé, Jurassique supérieur	Lidon 0.1	1 an sur 3	Lidon 0.025	9 ans sur 10	-12 Mm3	-5 Mm3	Lidon 0.01 m3/s	13.7 Mm3	8.6 Mm3	>100%	MORTAGNE		Selon les hypothèses utilisées pour tenir compte des pertes de la Seudre, le respect du DOE et même du DCR 4 années sur 5 ne serait pas réalisable même dans un état peu influencé par les prélèvements.	

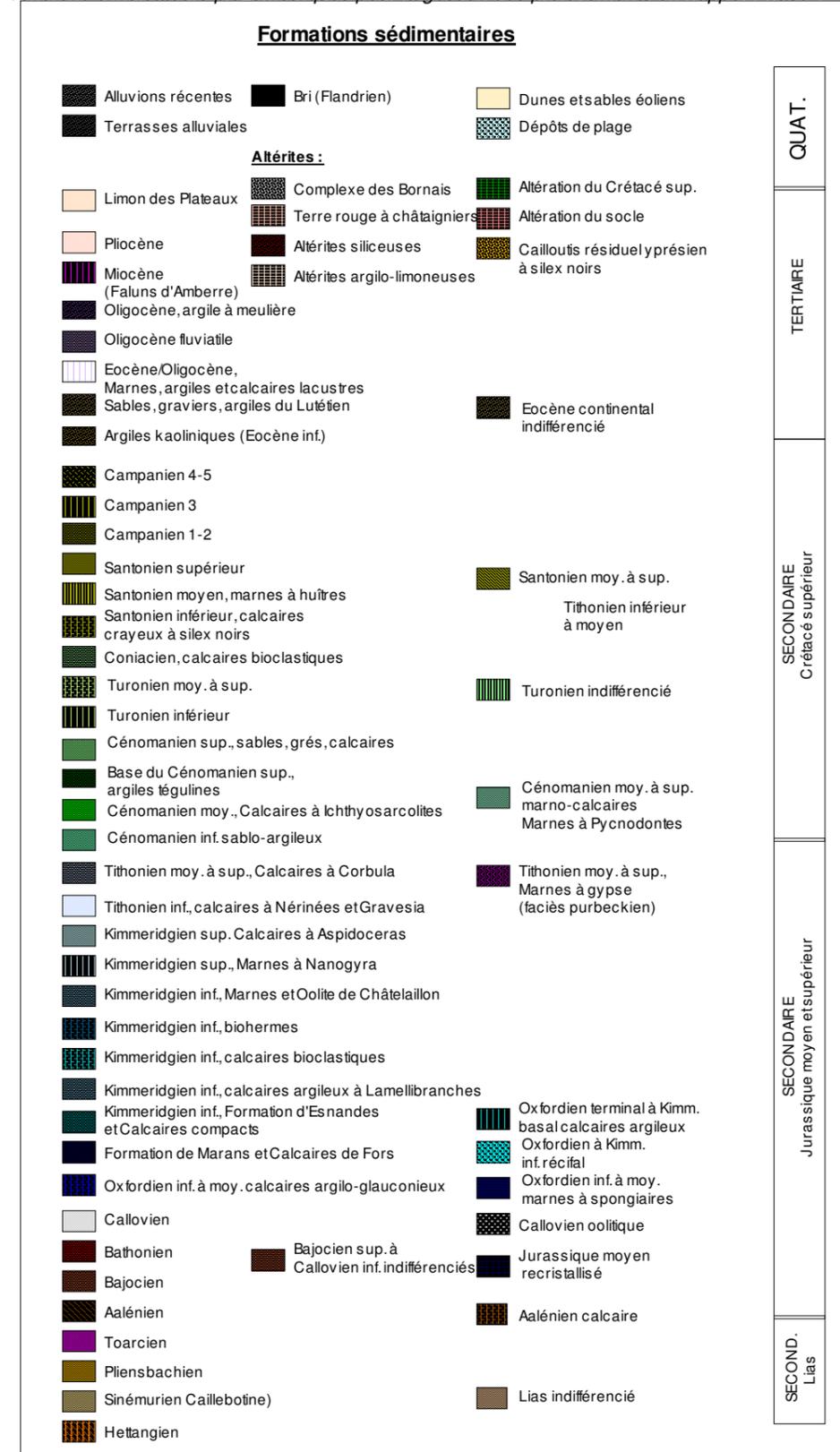
illustration 200 : Synthèse par bassin versant et zone de gestion proposée



## **Annexe 1**

### **Légende des cartes géologiques A4**





- Faille
- ▲ Indice de karstification en surface
- Contour de bassin versant topographique
- Contour de département



## **Annexe 2**

### **Fiches des piézomètres**



## **Annexe 3**

### **Rapport des 3 experts universitaires**



## **Annexe 4**

### **Réponse du BRGM aux experts universitaires**



## **Annexe 5**

### **Compilation (DIREN) des avis des experts hydrogéologues**



## **Annexe 6**

### **Compte-rendu (DIREN) de la réunion du 20/06/07**



## **Annexe 7**

### **Tableau des équations utilisées par bassin versant pour la pluie efficace**



<b>Bassins Versants</b>	<b>Formule pluie</b>	<b>ETP</b>
Clain	$0.31 P_{\text{LaRochelle}} + 0.24 P_{\text{Loudun}} + 0.45 P_{\text{Nuaille}}$	Poitiers
Sèvre	$0.32 P_{\text{LaRochelle}} + 0.17 P_{\text{Loudun}} + 0.16 P_{\text{Nuaille}} + 0.36 P_{\text{Royan}}$	Niort
Dive du Nord	$0.32 P_{\text{Loudun}} + 0.43 P_{\text{Marigny}} + 0.25 P_{\text{Nuaille}}$	Poitiers
Seudre	$0.40 P_{\text{LaRochelle}} + 0.60 P_{\text{Nuaille}}$	La Rochelle
Boutonne	$0.30 P_{\text{LaRochelle}} + 0.70 P_{\text{Nuaille}}$	La Rochelle



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

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

**Service géologique régional Poitou-Charentes**  
11 allée de la Providence  
86000 – Poitiers – France  
Tél. : 05 49 38 15 38