

**Document public**

# Analyse des chroniques piézométriques et hydrologiques avec le logiciel TEMPO pour la gestion des prélèvements en nappe

Phase 3 : Actualisation des modèles précédents -  
Traitement des bassins versants de la Vienne, du  
Thouet/Sèvre nantaise, du Sud des Charentes et  
des nappes profondes

**Version définitive**

**BRGM/RP-56481-FR**

**Juin 2010**





**Document public**

# **Analyse des chroniques piézométriques et hydrologiques avec le logiciel TEMPO pour la gestion des prélèvements en nappe**

Phase 3 : Actualisation des modèles précédents -  
Traitement des bassins versants de la Vienne, du  
Thouet/Sèvre nantaise, de la Tude/Lizonne, et des  
nappes profondes

**BRGM/RP-56481-FR**  
Juin 2010

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 07EAU51

**F. Bichot, J. Lavie, D. Dequidt, M. Thinon-Larminach**



**Vérificateur :**

Nom : J.J. Seguin

Date : 18 Août 2010

Signature :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J.J. Seguin', written over a horizontal line.

**Approbateur :**

Nom : F. Bichot

Date : 18 Août 2010

Signature :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'F. Bichot', written over a horizontal line.

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



**Mots clés** : indicateur piézométrique, analyse du signal, gestion volumétrique, bassin versant, Poitou-Charentes, irrigation, débit rivière.

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

**Bichot F., Lavie J., Dequidt D., Thinon-Larminach M.** (2010) – Analyse des chroniques piézométriques et hydrologiques avec le logiciel TEMPO pour la gestion des prélèvements en nappe Phase 3 : Actualisation des modèles précédents – Traitement des bassins versants de la Vienne, du Thouet/Sèvre nantaise, du Sud des Charentes et des nappes profondes. BRGM/RP-56481-FR, 481 p., 413 ill., 1 planche hors texte.

## Synthèse

La DIREN et les Missions Inter-Services Eaux (MISE) des 4 départements de la région Poitou-Charentes ont demandé au BRGM - Service Géologique Régional de réaliser un travail d'analyse des chroniques piézométriques et des débits disponibles dans ces 4 départements. Ce travail a été réalisé en 3 phases depuis 2005 (phase 1 : rapport BRGM RP-54569-FR, phase 2 : RP-55485-FR) et s'est appuyé sur des modélisations "pluies-débits-niveaux" conduites avec le logiciel TEMPO développé par le BRGM.

Cette phase 3 reprend tous les modèles des 2 phases précédentes de manière à les homogénéiser et traite des bassins versants et des nappes profondes complémentaires. Le rapport provisoire, rendu durant l'été 2008, a fait l'objet d'une étape d'expertise et de consultation avant d'être édité dans sa version définitive.

Il en découle en premier lieu des préconisations en matière de zones de gestion des aquifères, le territoire régional étant découpé en 40 zones.

En second lieu, ce travail propose de s'appuyer pour la gestion sur des piézomètres situés plutôt à l'amont des bassins versants, bien représentatif de l'état de la ressource souterraine, couplés à des seuils de débit sur les rivières. Ce dispositif pourrait être complété par des piézomètres permettant de gérer des problématiques plus locales (forage AEP, zone humide...).

Concernant les volumes disponibles, des valeurs sont proposées pour chaque bassin versant / zone de gestion. Ceux-ci sont calculés à partir des "modèles TEMPO" et correspondent aux volumes « prélevables » pour des besoins saisonniers agricoles permettent de respecter les objectifs fixés sur les débits de rivière en année quinquennale sèche.

D'une manière générale, il en ressort que certains objectifs ne peuvent être atteints, même si l'on supprimait l'irrigation. La plupart des « hydrosystèmes » montrent une inertie faible qui ne permet pas d'avoir des réserves souterraines importantes en année sèche.

Ce travail propose donc à la fois des outils de gestion des aquifères et une méthodologie pour déterminer la disponibilité de la ressource en eau souterraine dans un contexte de nappe en relation étroite avec les eaux de surface.



## Sommaire

|          |                                                                                                                  |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction .....</b>                                                                                        | <b>31</b> |
| <b>2</b> | <b>Rappel de la méthodologie .....</b>                                                                           | <b>33</b> |
| 2.1      | GENERALITES .....                                                                                                | 33        |
| 2.2      | DELIMITATION DES ZONES DE GESTION .....                                                                          | 33        |
| 2.3      | MISE AU POINT ET CALAGE DES MODELES AVEC TEMPO .....                                                             | 34        |
| 2.4      | UTILISATION DES MODELES EN PREVISION .....                                                                       | 35        |
| 2.5      | RESULTAT : IDENTIFICATION DES PHENOMENES QUI IMPACTENT LE<br>NIVEAU DE LA NAPPE OU LE DEBIT DU COURS D'EAU ..... | 35        |
| 2.6      | RESULTAT : CARACTERISATION DE LA REACTIVITE D'UN PIEZOMETRE<br>OU DE LA RIVIERE .....                            | 36        |
| 2.7      | RESULTAT : ANALYSE DE LA DISPONIBILITE DE LA RESSOURCE .....                                                     | 38        |
| <b>3</b> | <b>Actualisation des bassins versants traités en phase 1 .....</b>                                               | <b>41</b> |
| 3.1      | BASSIN DE LA SEVRE NIORTAISE .....                                                                               | 41        |
| 3.1.1    | Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé .....                                              | 41        |
| 3.1.2    | La Sèvre amont .....                                                                                             | 44        |
| 3.1.2.1  | Analyse des piézomètres .....                                                                                    | 44        |
| 3.1.2.2  | Modélisation de la station de débit de Pont-de-Ricou .....                                                       | 59        |
| 3.1.2.3  | Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs .....                                                 | 63        |
| 3.1.2.4  | Discussion, conclusion .....                                                                                     | 64        |
| 3.1.3    | La Sèvre moyenne .....                                                                                           | 67        |
| 3.1.3.1  | Analyse des piézomètres .....                                                                                    | 67        |
| 3.1.3.2  | Modélisation de la station de débit de la Tiffardière .....                                                      | 85        |
| 3.1.3.3  | Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs .....                                                 | 88        |
| 3.1.3.4  | Discussion, conclusion .....                                                                                     | 89        |
| 3.1.4    | La Sèvre aval .....                                                                                              | 92        |
| 3.1.4.1  | Analyse des piézomètres .....                                                                                    | 92        |
| 3.1.4.2  | Discussion, conclusion .....                                                                                     | 119       |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2 BASSIN DE LA BOUTONNE .....                                           | 122 |
| 3.2.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé ..... | 122 |
| 3.2.2 Les 3 zones de gestion de la Boutonne .....                         | 124 |
| 3.2.2.1 Analyse des piézomètres .....                                     | 124 |
| 3.2.2.2 Modélisation de la station de débit de Moulin de Châtre .....     | 143 |
| 3.2.2.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs ...    | 146 |
| 3.2.2.4 Discussion, conclusion .....                                      | 148 |
| 3.3 BASSIN DE LA SEUDRE .....                                             | 153 |
| 3.3.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé ..... | 153 |
| 3.3.2 La zone de gestion Seudre .....                                     | 155 |
| 3.3.2.1 Analyse des piézomètres .....                                     | 155 |
| 3.3.2.2 Modélisation de la station de débit de St-André-de-Lidon .....    | 164 |
| 3.3.2.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs ...    | 168 |
| 3.3.2.4 Discussion, conclusion .....                                      | 169 |
| 3.4 BASSIN DE LA DIVE DU NORD .....                                       | 172 |
| 3.4.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé ..... | 172 |
| 3.4.2 La zone de gestion Dive superficielle .....                         | 175 |
| 3.4.2.1 Analyse des piézomètres .....                                     | 175 |
| 3.4.2.2 Modélisation de la station de débit de Moulin de Retournay .....  | 194 |
| 3.4.2.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs ...    | 197 |
| 3.4.2.4 Discussion, conclusion .....                                      | 198 |
| 3.5 BASSIN DU CLAIN .....                                                 | 201 |
| 3.5.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé ..... | 201 |
| 3.5.2 La zone de gestion de la Pallu (superficiel) .....                  | 205 |
| 3.5.2.1 Analyse des piézomètres .....                                     | 205 |
| 3.5.2.2 Discussion, conclusion .....                                      | 217 |
| 3.5.3 La zone de gestion de l'Auxance .....                               | 220 |
| 3.5.3.1 Analyse des piézomètres .....                                     | 220 |
| 3.5.3.2 Modélisation de la station de débit de Quinçay .....              | 235 |
| 3.5.3.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs ...    | 238 |
| 3.5.3.4 Discussion, conclusion .....                                      | 239 |
| 3.5.4 La zone de gestion de la Boivre .....                               | 243 |
| 3.5.4.1 Analyse des piézomètres .....                                     | 243 |
| 3.5.4.2 Modélisation de la station de débit de la Ribalière .....         | 249 |

|          |                                                                      |            |
|----------|----------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5.4.3  | Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs....       | 252        |
| 3.5.4.4  | Discussion, conclusion.....                                          | 253        |
| 3.5.5    | La zone de gestion de la Vonne .....                                 | 256        |
| 3.5.5.1  | Analyse des piézomètres.....                                         | 256        |
| 3.5.5.2  | Modélisation de la station de débit de Cloué .....                   | 262        |
| 3.5.5.3  | Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs....       | 265        |
| 3.5.5.4  | Discussion, conclusion.....                                          | 266        |
| 3.5.6    | La zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure .....                  | 269        |
| 3.5.6.1  | Analyse des piézomètres.....                                         | 269        |
| 3.5.6.2  | Modélisation de la station de débit de Voulon .....                  | 275        |
| 3.5.6.3  | Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs....       | 278        |
| 3.5.6.4  | Discussion, conclusion.....                                          | 279        |
| 3.5.6.5  | Analyse des piézomètres.....                                         | 282        |
| 3.5.6.6  | Modélisation de la station de débit de Petit-Allier .....            | 294        |
| 3.5.6.7  | Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs....       | 297        |
| 3.5.6.8  | Discussion, conclusion.....                                          | 298        |
| 3.5.7    | La zone de gestion de la Clouère/Miossons/Sarzec .....               | 301        |
| 3.5.7.1  | Analyse des piézomètres.....                                         | 301        |
| 3.5.7.2  | Modélisation de la station de débit de Château-Larcher.....          | 311        |
| 3.5.7.3  | Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs....       | 314        |
| 3.5.7.4  | Discussion, conclusion.....                                          | 315        |
| <b>4</b> | <b>Actualisation du bassin versant de la charente (phase 2).....</b> | <b>319</b> |
| 4.1.     | GENERALITES.....                                                     | 319        |
| 4.2.     | STATION DE ST-SAVIOL.....                                            | 319        |
| 4.3.     | AUNAC .....                                                          | 323        |
| 4.4.     | LUXE .....                                                           | 326        |
| 4.5.     | VINDELLE .....                                                       | 329        |
| 4.6.     | FEUILLADE ET MONTBRON.....                                           | 332        |
| 4.7.     | COULGENS ET VILLEBETTE.....                                          | 332        |
| 4.8.     | FOULPOUGNE.....                                                      | 332        |
| 4.9.     | JARNAC .....                                                         | 335        |

|           |                                                                                                                  |            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.10.     | SALLES-D'ANGLES .....                                                                                            | 338        |
| 4.11.     | CHANIER.....                                                                                                     | 340        |
| 4.12.     | ST-SEURIN-DE-PALENNE.....                                                                                        | 342        |
| <b>5.</b> | <b>Bassins versants de la Vienne, du Thouet/Sèvre-Nantaise, de la Tude/Lizonne<br/>et nappes profondes .....</b> | <b>345</b> |
| 5.1.      | BASSIN VERSANT DE LA VIENNE .....                                                                                | 345        |
| 5.1.1     | Synthèse géologique et hydrogéologique .....                                                                     | 345        |
| 5.1.2     | Modélisation des piézomètres.....                                                                                | 352        |
| 5.1.3     | Modélisation des stations de débit .....                                                                         | 372        |
| 5.1.4     | Propositions de gestion, disponibilité de la ressource .....                                                     | 393        |
| 5.1.4.1   | Vienne amont .....                                                                                               | 393        |
| 5.1.4.2   | Creuse, Gartempe et Anglin .....                                                                                 | 394        |
| 5.1.4.3   | Ozon, rive droite de la Vienne aval.....                                                                         | 397        |
| 5.1.4.4   | Envigne, rive gauche de la Vienne aval .....                                                                     | 397        |
| 5.1.4.5   | Veude/Marble/Négron .....                                                                                        | 401        |
| 5.1.4.6   | Nappes profondes .....                                                                                           | 404        |
| 5.2.      | BASSIN VERSANT DU THOUE/SEVRE-NANTAISE .....                                                                     | 408        |
| 5.2.1     | Synthèse géologique et hydrogéologique .....                                                                     | 408        |
| 5.2.2     | Analyse des piézomètres .....                                                                                    | 412        |
| 5.2.3     | Modélisation des stations de débit .....                                                                         | 415        |
| 5.2.4     | Propositions de gestion, disponibilité de la ressource .....                                                     | 430        |
| 5.3.      | BASSIN VERSANT DU SUD DES CHARENTES .....                                                                        | 433        |
| 5.3.1     | Synthèse géologique et hydrogéologique .....                                                                     | 433        |
| 5.3.2     | Analyse des piézomètres .....                                                                                    | 436        |
| 5.3.3     | Modélisation des stations de débit .....                                                                         | 448        |
| 5.3.4     | Propositions de gestion, disponibilité de la ressource .....                                                     | 460        |
| 5.3.4.1   | Tude/Lizonne .....                                                                                               | 460        |
| 5.3.4.2   | Lary/Palais.....                                                                                                 | 462        |
| 5.3.4.3   | Les nappes profondes du Sud-Charentes.....                                                                       | 463        |
| <b>6.</b> | <b>Synthèse générale et conclusion .....</b>                                                                     | <b>465</b> |
| 6.1       | RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS.....                                                                         | 465        |
| 6.2       | DECOUPAGE EN ZONES DE GESTION .....                                                                              | 466        |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 6.3 MODALITES DE GESTION .....                | 466 |
| 6.4 APPROCHE SUR LES VOLUMES DISPONIBLES..... | 468 |
| 6.5 LIMITES DE L'APPROCHE .....               | 468 |

## Liste des Illustrations

|                                                                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Illustration 1 : Schéma synoptique des différentes phases et de leurs étapes de<br/>présentation et validation .....</i>                                                       | <i>32</i> |
| <i>Illustration 2 : Schéma de l'hydrosystème .....</i>                                                                                                                            | <i>34</i> |
| <i>Illustration 3 : graphe illustrant la phase de calage d'un modèle et son utilisation en<br/>prévision .....</i>                                                                | <i>35</i> |
| <i>Illustration 4 : temps de transfert d'une impulsion pluie pour les composantes lente et<br/>rapide : .....</i>                                                                 | <i>37</i> |
| <i>Illustration 5 : temps de transfert d'une impulsion pluie pour les composantes lente et<br/>rapide : .....</i>                                                                 | <i>37</i> |
| <i>Illustration 6 : graphe illustrant la méthode de calcul des volumes disponibles .....</i>                                                                                      | <i>39</i> |
| <i>Illustration 7 : Courbe des volumes disponibles en fonction des débits d'objectif à<br/>respecter 4 années sur 5 .....</i>                                                     | <i>39</i> |
| <i>Illustration 8 : Carte géologique du bassin versant (étendu au bassin hydrogéologique<br/>amont) de la Sèvre Niortaise (partie en Poitou-Charentes uniquement).....</i>        | <i>42</i> |
| <i>Illustration 9 : Hydrogéologie du bassin de la Sèvre Niortaise, unités de gestion<br/>proposées (contours rouges).....</i>                                                     | <i>43</i> |
| <i>Illustration 10 : Modélisation du piézomètre de St-Coutant, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>              | <i>45</i> |
| <i>Illustration 11 : Modélisation du piézomètre de St-Coutant, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide.....</i>                                                | <i>46</i> |
| <i>Illustration 12 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Coutant en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Illustration 13 : Modélisation du piézomètre de St-Sauvant, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>              | <i>48</i> |
| <i>Illustration 14 : Modélisation du piézomètre de St-Sauvant, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide.....</i>                                                | <i>49</i> |
| <i>Illustration 15 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Sauvant en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Illustration 16 : Modélisation du piézomètre de Pamproux 1, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>              | <i>51</i> |
| <i>Illustration 17 : Modélisation du piézomètre de Pamproux 1, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide.....</i>                                                | <i>52</i> |

|                                                                                                                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Illustration 18 : Utilisation du modèle du piézomètre de Pamproux 1 en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                               | <i>52</i> |
| <i>Illustration 19 : Modélisation du piézomètre de Fontgrive, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                             | <i>54</i> |
| <i>Illustration 20 : Modélisation du piézomètre de Fontgrive , analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                                              | <i>55</i> |
| <i>Illustration 21 : Utilisation du modèle du piézomètre de Fontgrive en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                | <i>55</i> |
| <i>Illustration 22 : Modélisation du piézomètre de Rouillé, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                               | <i>57</i> |
| <i>Illustration 23 : Modélisation du piézomètre de Rouillé , analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                | <i>58</i> |
| <i>Illustration 24 : Utilisation du modèle du piézomètre de Rouillé en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                  | <i>58</i> |
| <i>Illustration 25 : Modélisation de la station de Pont-de-Ricou, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : agrandissement montrant les écarts en période<br/>d'étiage et l'impact des pompages .....</i> | <i>60</i> |
| <i>Illustration 26 : Modélisation de la station de Pont-de-Ricou, composantes du signal :<br/>en haut avec le scénario Fontgrive/St-Coutant, en bas avec le scénario Rouillé/St-<br/>Sauvant/St-Coutant .....</i>                | <i>61</i> |
| <i>Illustration 27 : Modélisation de la station de Pont-de-Ricou, réponses impulsionnelles.....</i>                                                                                                                              | <i>62</i> |
| <i>Illustration 28 : Utilisation du modèle de la station de Pont-de-Ricou en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                            | <i>62</i> |
| <i>Illustration 29 : Disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en<br/>fonction des débits objectifs et des hypothèses de travail .....</i>                                                                 | <i>63</i> |
| <i>Illustration 30 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé(<math>0.79 \text{ m}^3/\text{s}</math>) selon<br/>différents scénarios de prélèvements.....</i>                                                           | <i>64</i> |
| <i>Illustration 31 : Extension de la zone de gestion Sèvre amont, position des piézomètres<br/>et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements d'avril à<br/>octobre .....</i>                        | <i>66</i> |
| <i>Illustration 32 : Modélisation du piézomètre de Breuil, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                                | <i>68</i> |
| <i>Illustration 33 : Modélisation du piézomètre de Breuil, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                  | <i>69</i> |
| <i>Illustration 34 : Utilisation du modèle du piézomètre de Breuil en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                   | <i>69</i> |
| <i>Illustration 35 : Modélisation du piézomètre de St-Gelais, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                             | <i>71</i> |
| <i>Illustration 36 : Modélisation du piézomètre de St-Gelais, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                                               | <i>72</i> |
| <i>Illustration 37 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Gelais en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                | <i>72</i> |

|                                                                                                                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Illustration 38 : Modélisation du piézomètre de Niort (Les Granges), en haut :<br/>superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                             | <i>74</i> |
| <i>Illustration 39 : Modélisation du piézomètre de Niort, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                             | <i>75</i> |
| <i>Illustration 40 : Utilisation du modèle du piézomètre de Niort en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                               | <i>75</i> |
| <i>Illustration 41 : Comparaison des chroniques d'Aiffres au Dogger (2) et à l'Infra-<br/>Toarcien (1) .....</i>                                                                                           | <i>76</i> |
| <i>Illustration 42 : Modélisation du piézomètre de Aiffres1 en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                          | <i>77</i> |
| <i>Illustration 43 : Modélisation du piézomètre de Aiffres1, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                          | <i>78</i> |
| <i>Illustration 44 : Utilisation du modèle du piézomètre de Aiffres en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                             | <i>78</i> |
| <i>Illustration 45 : Modélisation du piézomètre de Aiffres2, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                         | <i>80</i> |
| <i>Illustration 46 : Modélisation du piézomètre de Aiffres2, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                          | <i>81</i> |
| <i>Illustration 47 : Utilisation du modèle du piézomètre de Aiffres2 en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                            | <i>81</i> |
| <i>Illustration 48 : Modélisation du piézomètre de Prahecq, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                          | <i>83</i> |
| <i>Illustration 49 : Modélisation du piézomètre de Prahecq, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                           | <i>84</i> |
| <i>Illustration 50 : Utilisation du modèle du piézomètre de Prahecq en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                             | <i>84</i> |
| <i>Illustration 51 : Modélisation de la station de la Tiffardière : superposition du modèle sur<br/>la chronique.....</i>                                                                                  | <i>86</i> |
| <i>Illustration 52 : Modélisation de la station de la Tiffardière, composantes du signal.....</i>                                                                                                          | <i>86</i> |
| <i>Illustration 53 : Modélisation de la station de la Tiffardière, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                      | <i>87</i> |
| <i>Illustration 54 : Utilisation du modèle de la station de la Tiffardière en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                      | <i>87</i> |
| <i>Illustration 55 : Disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en<br/>fonction des débits objectifs et des hypothèses de travail.....</i>                                            | <i>88</i> |
| <i>Illustration 56 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé(0.79 m3/s) selon<br/>différents scénarios de prélèvements .....</i>                                                                 | <i>89</i> |
| <i>Illustration 57 : Extension de la zone de gestion Sèvre moyenne, position des<br/>piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements<br/>d'avril à octobre.....</i> | <i>91</i> |
| <i>Illustration 58 : Modélisation du piézomètre de St-Hilaire, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                       | <i>93</i> |

|                                                                                                                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 59 : Modélisation du piézomètre de St-Hilaire, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                | <i>94</i>  |
| <i>Illustration 60 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Hilaire en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i> | <i>94</i>  |
| <i>Illustration 61 : Modélisation du piézomètre du Bourdet , en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                | <i>96</i>  |
| <i>Illustration 62 : Modélisation du piézomètre du Bourdet , analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                  | <i>97</i>  |
| <i>Illustration 63 : Utilisation du modèle du piézomètre du Bourdet en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>    | <i>97</i>  |
| <i>Illustration 64 : Modélisation du piézomètre d'Usseau , en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                  | <i>99</i>  |
| <i>Illustration 65 : Modélisation du piézomètre d'Usseau, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                     | <i>100</i> |
| <i>Illustration 66 : Utilisation du modèle du piézomètre d'Usseau en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>      | <i>100</i> |
| <i>Illustration 67 : Modélisation du piézomètre de Prissé-la-Charrière, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>      | <i>102</i> |
| <i>Illustration 68 : Modélisation du piézomètre de Prissé, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                    | <i>103</i> |
| <i>Illustration 69 : Utilisation du modèle du piézomètre de Prissé en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>     | <i>103</i> |
| <i>Illustration 70 : Modélisation du piézomètre de Courçon, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                 | <i>105</i> |
| <i>Illustration 71 : Modélisation du piézomètre de Courçon, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                   | <i>106</i> |
| <i>Illustration 72 : Utilisation du modèle du piézomètre de Courçon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>    | <i>106</i> |
| <i>Illustration 73 : Modélisation du piézomètre de Coulon, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                  | <i>108</i> |
| <i>Illustration 74 : Modélisation du piézomètre de Coulon, analyse impulsionnelle des composantes .....</i>                                                                    | <i>109</i> |
| <i>Illustration 75 : Utilisation du modèle du piézomètre de Coulon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>     | <i>109</i> |
| <i>Illustration 76 : Modélisation du piézomètre de St-Georges, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>              | <i>111</i> |
| <i>Illustration 77 : Modélisation du piézomètre de St-Georges , analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                               | <i>112</i> |
| <i>Illustration 78 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Georges en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i> | <i>112</i> |
| <i>Illustration 79 : Modélisation du piézomètre de Forges, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                  | <i>114</i> |

|                                                                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 80 : Modélisation du piézomètre de Forges, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                            | <i>115</i> |
| <i>Illustration 81 : Utilisation du modèle du piézomètre de Forges en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                              | <i>115</i> |
| <i>Illustration 82 : Modélisation du piézomètre de Marsilly, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                         | <i>117</i> |
| <i>Illustration 83 : Modélisation du piézomètre de Marsilly , analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                         | <i>118</i> |
| <i>Illustration 84 : Utilisation du modèle du piézomètre de Marsilly en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                            | <i>118</i> |
| <i>Illustration 85 : Extension de la zone de gestion de la Sèvre aval, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre .....</i> | <i>121</i> |
| <i>Illustration 86 : Carte des aquifères du bassin de la Boutonne, position des piézomètres et des stations hydrologiques, limites des zones de gestion proposées. ....</i>                            | <i>123</i> |
| <i>Illustration 87 : Comparaison des chroniques des Outres avec reports des évènements historiques et phénomènes observés .....</i>                                                                    | <i>125</i> |
| <i>Illustration 88 : Modélisation du piézomètre de Outres1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                          | <i>126</i> |
| <i>Illustration 89 : Modélisation du piézomètre de Outres1, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                           | <i>127</i> |
| <i>Illustration 90 : Utilisation du modèle du piézomètre de Outres1 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                             | <i>127</i> |
| <i>Illustration 91 : Modélisation du piézomètre de Outres2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                          | <i>129</i> |
| <i>Illustration 92 : Modélisation du piézomètre de Outres2, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                           | <i>130</i> |
| <i>Illustration 93 : Utilisation du modèle du piézomètre de Outres2 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                             | <i>130</i> |
| <i>Illustration 94 : Modélisation du piézomètre de Chail, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                            | <i>132</i> |
| <i>Illustration 95 : Modélisation du piézomètre de Chail, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                             | <i>133</i> |
| <i>Illustration 96 : Utilisation du modèle du piézomètre de Chail en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                               | <i>133</i> |
| <i>Illustration 97 : Modélisation du piézomètre d'Ensigné, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                           | <i>135</i> |
| <i>Illustration 98 : Modélisation du piézomètre d'Ensigné, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                            | <i>136</i> |
| <i>Illustration 99 : Utilisation du modèle du piézomètre d'Ensigné en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                              | <i>136</i> |
| <i>Illustration 100 : Modélisation du piézomètre de Poimiers, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                        | <i>138</i> |

|                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 101 : Modélisation du piézomètre de Poitiers, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                                         | <i>139</i> |
| <i>Illustration 102 : Utilisation du modèle du piézomètre de Poitiers en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                                          | <i>139</i> |
| <i>Illustration 103 : Modélisation du piézomètre de Villenou, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                                                       | <i>141</i> |
| <i>Illustration 104 : Modélisation du piézomètre de Villenou, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                                         | <i>142</i> |
| <i>Illustration 105 : Utilisation du modèle du piézomètre de Villenou en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                                          | <i>142</i> |
| <i>Illustration 106 : Modélisation de la station de Moulin de Châtre : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                                              | <i>144</i> |
| <i>Illustration 107 : Modélisation de la station de Moulin de Châtre, composantes du signal.....</i>                                                                                                                                                   | <i>144</i> |
| <i>Illustration 108 : Modélisation de la station de Moulin de Châtre, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                                               | <i>145</i> |
| <i>Illustration 109 : Utilisation du modèle de la station de Moulin de Châtre en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                                  | <i>145</i> |
| <i>Illustration 110 : Zones de gestion de la Boutonne amont (Dogger et Infra-Toarcien) : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs.....</i>                                                     | <i>147</i> |
| <i>Illustration 111 : Zone de gestion de la Boutonne moyenne et aval (Jurassique supérieur) : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs .....</i>                                               | <i>147</i> |
| <i>Illustration 112 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé(0.68 m<sup>3</sup>/s) selon différents scénarios de prélèvements, en haut pour les 2 zones de gestion amont, en bas pour la zone de gestion Boutonne moyenne et aval .....</i> | <i>149</i> |
| <i>Illustration 113 : Extension des zones de gestion Nord Boutonne, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre .....</i>                                                    | <i>151</i> |
| <i>Illustration 114 : Extension de la zone de gestion Boutonne moyenne-aval, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre .....</i>                                           | <i>152</i> |
| <i>Illustration 115 : Carte des aquifères du bassin de la Seudre, position des piézomètres et des stations hydrologiques, limites des zones de gestion proposées.....</i>                                                                              | <i>154</i> |
| <i>Illustration 116 : Modélisation du piézomètre de Mortagne, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                                                       | <i>156</i> |
| <i>Illustration 117 : Modélisation du piézomètre de Mortagne, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                                         | <i>157</i> |
| <i>Illustration 118 : Utilisation du modèle du piézomètre de Mortagne en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                                          | <i>157</i> |
| <i>Illustration 119 : Modélisation du piézomètre de St-Agnant, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                                                      | <i>159</i> |

|                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 120 : Modélisation du piézomètre de St-Agnant, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                                        | <i>160</i> |
| <i>Illustration 121 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Agnant en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                                                                          | <i>160</i> |
| <i>Illustration 122 : Modélisation du piézomètre de Bois, en haut : superposition du modèle<br/>sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                                                                            | <i>162</i> |
| <i>Illustration 123 : Modélisation du piézomètre de Bois, analyse impulsionnelle de la<br/>composante lente.....</i>                                                                                                                                       | <i>163</i> |
| <i>Illustration 124 : Utilisation du modèle du piézomètre de Bois en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                                                                               | <i>163</i> |
| <i>Illustration 125 : Modélisation de la station de St-André-de-Lidon : superposition du<br/>modèle sur la chronique.....</i>                                                                                                                              | <i>165</i> |
| <i>Illustration 126 : Modélisation de la station de St-André-de-Lidon, composantes du<br/>signal.....</i>                                                                                                                                                  | <i>165</i> |
| <i>Illustration 127 : Modélisation de la station de St-André-de-Lidon, réponses<br/>impulsionnelles.....</i>                                                                                                                                               | <i>166</i> |
| <i>Illustration 128 : Utilisation du modèle de la station de St-André-de-Lidon en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                                                                  | <i>166</i> |
| <i>Illustration 129 : Utilisation du modèle de la station de St-André-de-Lidon en<br/>prévision en introduisant une fonction Peigne pour simuler les pertes : superposition<br/>des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i> | <i>167</i> |
| <i>Illustration 130 : Zones de gestion de la Seudre/Gironde : disponibilité de la ressource<br/>pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à St-André-de-Lidon .....</i>                                                           | <i>168</i> |
| <i>Illustration 131 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé(0.68 m<sup>3</sup>/s) selon<br/>différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion Seudre.....</i>                                                                      | <i>169</i> |
| <i>Illustration 132 : Extension des zones de gestion de la Seudre, position des<br/>piézomètres et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements<br/>d'avril à octobre.....</i>                                                  | <i>171</i> |
| <i>Illustration 133 : Synthèse hydrogéologique du bassin versant de la Dive .....</i>                                                                                                                                                                      | <i>174</i> |
| <i>Illustration 134 : Modélisation du piézomètre de Lamoinie, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                                                                        | <i>176</i> |
| <i>Illustration 135 : Modélisation du piézomètre de Lamoinie, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                                         | <i>177</i> |
| <i>Illustration 136 : Utilisation du modèle du piézomètre de Lamoinie en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                                                                           | <i>177</i> |
| <i>Illustration 137 : Modélisation du piézomètre de Oiron, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                                                                           | <i>179</i> |
| <i>Illustration 138 : Modélisation du piézomètre de Oiron, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide.....</i>                                                                                                                             | <i>180</i> |
| <i>Illustration 139 : Utilisation du modèle du piézomètre de Oiron en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                                                                              | <i>180</i> |
| <i>Illustration 140 : Modélisation du piézomètre de Sauves, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                                                                          | <i>182</i> |

|                                                                                                                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 141 : Modélisation du piézomètre de Sauves, analyse impulsionnelle de la composante lente .....</i>                                                                                      | <i>183</i> |
| <i>Illustration 142 : Utilisation du modèle du piézomètre de Sauves en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                              | <i>183</i> |
| <i>Illustration 143 : Modélisation du piézomètre de Cuhon1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                           | <i>185</i> |
| <i>Illustration 144 : Modélisation du piézomètre de Cuhon1, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                             | <i>186</i> |
| <i>Illustration 145 : Utilisation du modèle du piézomètre de Cuhon1 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                              | <i>186</i> |
| <i>Illustration 146 : Comparaison de l'évolution des niveaux enregistrés sur Cuhon 1 (Dogger) et 2 (Jurassique sup.) [source des données : Conseil Régional/ORE].....</i>                                | <i>187</i> |
| <i>Illustration 147 : Modélisation du piézomètre de Cuhon2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                           | <i>188</i> |
| <i>Illustration 148 : Modélisation du piézomètre de Cuhon2, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                             | <i>189</i> |
| <i>Illustration 149 : Comparaison des réponses impulsionnelles des composantes lentes de Cuhon1 (Dogger) et de Cuhon2 (Oxfordien) .....</i>                                                              | <i>189</i> |
| <i>Illustration 150 : Utilisation du modèle du piézomètre de Cuhon2 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                              | <i>190</i> |
| <i>Illustration 151 : Modélisation du piézomètre de Guesnes, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                          | <i>192</i> |
| <i>Illustration 152 : Modélisation du piézomètre de Guesnes, analyse impulsionnelle de la composante lente .....</i>                                                                                     | <i>193</i> |
| <i>Illustration 153 : Utilisation du modèle du piézomètre de Guesnes en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                             | <i>193</i> |
| <i>Illustration 154 : Modélisation de la station de Moulin de Retournay : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                             | <i>195</i> |
| <i>Illustration 155 : Modélisation de la station de Moulin de Retournay, composantes du signal.....</i>                                                                                                  | <i>195</i> |
| <i>Illustration 156 : Modélisation de la station de Moulin de Retournay, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                              | <i>196</i> |
| <i>Illustration 157 : Utilisation du modèle de la station de Moulin de Retournay en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                 | <i>196</i> |
| <i>Illustration 158 : Zones de gestion de la Dive superficiel : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs .....</i>                               | <i>197</i> |
| <i>Illustration 159 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé (0.68 m<sup>3</sup>/s) selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion Dive du Nord « superficiel ».....</i> | <i>198</i> |
| <i>Illustration 160 : Extension de la zone de gestion Dive superficiel, position des piézomètres et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre .....</i>  | <i>200</i> |

|                                                                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 161 : Synthèse hydrogéologique du bassin du Clain, contours des unités de gestion.....</i>                                                                                         | <i>204</i> |
| <i>Illustration 162 : Modélisation du piézomètre de Puzé1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                       | <i>206</i> |
| <i>Illustration 163 : Modélisation du piézomètre de Puzé1 analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide.....</i>                                                                          | <i>207</i> |
| <i>Illustration 164 : Utilisation du modèle du piézomètre de Puzé1 en prévision (sans la tendance): superposition de la courbe "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                 | <i>207</i> |
| <i>Illustration 165 : Comparaison des chroniques de Puzé 1 et de Puzé 2 .....</i>                                                                                                                  | <i>208</i> |
| <i>Illustration 166 : Modélisation du piézomètre de Puzé2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                       | <i>209</i> |
| <i>Illustration 167 : Modélisation du piézomètre de Puzé2 analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                         | <i>210</i> |
| <i>Illustration 168 : Utilisation du modèle du piézomètre de Puzé2 en prévision (sans la tendance) : superposition de la courbe "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                | <i>210</i> |
| <i>Illustration 169 : Modélisation du piézomètre de Tricon : en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                     | <i>212</i> |
| <i>Illustration 170 : Modélisation du piézomètre de Tricon : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                      | <i>213</i> |
| <i>Illustration 171 : Utilisation du modèle du piézomètre de Tricon en prévision (sans la tendance): superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>       | <i>213</i> |
| <i>Illustration 172 : Modélisation du piézomètre de Chabournay , en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                 | <i>215</i> |
| <i>Illustration 173 : Modélisation du piézomètre de Chabournay analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                    | <i>216</i> |
| <i>Illustration 174 : Utilisation du modèle du piézomètre de Chabournay en prévision (sans la tendance): superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>   | <i>216</i> |
| <i>Illustration 175 : Extension de la zone de gestion de la Pallu, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre .....</i> | <i>219</i> |
| <i>Illustration 176 : Modélisation du piézomètre des Lourdines, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                  | <i>221</i> |
| <i>Illustration 177 : Modélisation du piézomètre de Lourdines, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                    | <i>222</i> |
| <i>Illustration 178 : Utilisation du modèle du piézomètre des Lourdines en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                     | <i>222</i> |
| <i>Illustration 179 : Modélisation du piézomètre de Villiers, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                    | <i>224</i> |
| <i>Illustration 180 : Modélisation du piézomètre de Villiers, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                     | <i>225</i> |

|                                                                                                                                                                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 181 : Utilisation du modèle du piézomètre de Villiers en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                            | <i>225</i> |
| <i>Illustration 182 : Modélisation du piézomètre de Ayron, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                            | <i>227</i> |
| <i>Illustration 183 : Modélisation du piézomètre de Ayron, analyse impulsionnelle de la<br/>composante lente .....</i>                                                                                       | <i>228</i> |
| <i>Illustration 184 : Utilisation du modèle du piézomètre de Ayron en prévision (sans<br/>tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de<br/>mesures .....</i>           | <i>228</i> |
| <i>Illustration 185 : Modélisation du piézomètre de Ferrière, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                         | <i>230</i> |
| <i>Illustration 186 : Modélisation du piézomètre de Ferrière, analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                           | <i>231</i> |
| <i>Illustration 187 : Utilisation du modèle du piézomètre de Ferrière en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                            | <i>231</i> |
| <i>Illustration 188 : Modélisation du piézomètre de La Raudière, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                      | <i>233</i> |
| <i>Illustration 189 : Modélisation du piézomètre de La Raudière, analyse impulsionnelle<br/>des composantes lente et rapide.....</i>                                                                         | <i>234</i> |
| <i>Illustration 190 : Utilisation du modèle du piézomètre de La Raudière en prévision (sans<br/>la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de<br/>mesures .....</i>  | <i>234</i> |
| <i>Illustration 191 : Modélisation de la station de Quinçay : superposition du modèle sur la<br/>chronique .....</i>                                                                                         | <i>236</i> |
| <i>Illustration 192 : Modélisation de la station de Quinçay, composantes du signal .....</i>                                                                                                                 | <i>236</i> |
| <i>Illustration 193 : Modélisation de la station de Quinçay, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                              | <i>237</i> |
| <i>Illustration 194 : Utilisation du modèle de la station de Quinçay en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                             | <i>237</i> |
| <i>Illustration 195 : Zones de gestion de l'Auxance : disponibilité de la ressource pour des<br/>prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs .....</i>                                         | <i>238</i> |
| <i>Illustration 196 : Débits disponibles pour le respect du débit d'objectif de 0.456 m<sup>3</sup>/s<br/>selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de l'Auxance.....</i>          | <i>240</i> |
| <i>Illustration 197 : Extension de la zone de gestion de l'Auxancel, position des<br/>piézomètres et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements<br/>d'avril à octobre .....</i> | <i>242</i> |
| <i>Illustration 198 : Modélisation du piézomètre de Abbaye, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                           | <i>244</i> |
| <i>Illustration 199 : Modélisation du piézomètre de Abbaye analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                                              | <i>245</i> |
| <i>Illustration 200 : Utilisation du modèle du piézomètre de Abbaye en prévision (sans la<br/>tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de<br/>mesures .....</i>       | <i>245</i> |

|                                                                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 201 : Modélisation du piézomètre de La Preille, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                  | <i>247</i> |
| <i>Illustration 202 : Modélisation du piézomètre de La Preille, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide.....</i>                                                                    | <i>248</i> |
| <i>Illustration 203 : Utilisation du modèle du piézomètre de La Preille en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>  | <i>248</i> |
| <i>Illustration 204 : Modélisation de la station de Vouneuil : superposition du modèle sur la chronique.....</i>                                                                                   | <i>250</i> |
| <i>Illustration 205 : Modélisation de la station de Vouneuil, composantes du signal.....</i>                                                                                                       | <i>250</i> |
| <i>Illustration 206 : Modélisation de la station de Vouneuil, réponses impulsionnelles.....</i>                                                                                                    | <i>251</i> |
| <i>Illustration 207 : Utilisation du modèle de la station de Vouneuil en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                       | <i>251</i> |
| <i>Illustration 208 : Zones de gestion de la Boivre : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs.....</i>                                    | <i>252</i> |
| <i>Illustration 209 : Débits disponibles pour le respect d'objectif de 0.198 m<sup>3</sup>/s selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Boivre.....</i>             | <i>253</i> |
| <i>Illustration 210 : Extension de la zone de gestion de la Boivre, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre.....</i> | <i>255</i> |
| <i>Illustration 211 : Modélisation du piézomètre de Cagnoche, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                    | <i>257</i> |
| <i>Illustration 212 : Modélisation du piézomètre de Cagnoche analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide.....</i>                                                                       | <i>258</i> |
| <i>Illustration 213 : Utilisation du modèle du piézomètre de Cagnoche en prévision (sans la tendance): superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>     | <i>258</i> |
| <i>Illustration 214 : Modélisation du piézomètre de Choué, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                       | <i>260</i> |
| <i>Illustration 215 : Modélisation du piézomètre de Choué, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide.....</i>                                                                         | <i>261</i> |
| <i>Illustration 216 : Utilisation du modèle du piézomètre de Choué en prévision: superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                           | <i>261</i> |
| <i>Illustration 217 : Modélisation de la station de Cloué : superposition du modèle sur la chronique.....</i>                                                                                      | <i>263</i> |
| <i>Illustration 218 : Modélisation de la station de Cloué, composantes du signal.....</i>                                                                                                          | <i>263</i> |
| <i>Illustration 219 : Modélisation de la station de Cloué, réponses impulsionnelles.....</i>                                                                                                       | <i>264</i> |
| <i>Illustration 220 : Utilisation du modèle de la station de Cloué en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                          | <i>264</i> |
| <i>Illustration 221 : Zones de gestion de la Vonne : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs.....</i>                                     | <i>265</i> |

|                                                                                                                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 222 : Débits disponibles pour le respect du DSA (0.3 m<sup>3</sup>/s) selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Vonne.....</i>                                   | <i>266</i> |
| <i>Illustration 223 : Extension de la zone de gestion de la Vonne, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre.....</i>                | <i>268</i> |
| <i>Illustration 224 : Modélisation du piézomètre de Couhé1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                   | <i>270</i> |
| <i>Illustration 225 : Modélisation du piézomètre de Couhé1 analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                      | <i>271</i> |
| <i>Illustration 226 : Utilisation du modèle du piézomètre de Couhé1e en: superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                                                 | <i>271</i> |
| <i>Illustration 227 : Comparaison des chroniques de Couhé1 et de Couhé2.....</i>                                                                                                                                 | <i>272</i> |
| <i>Illustration 228 : Modélisation du piézomètre de Couhé2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                   | <i>273</i> |
| <i>Illustration 229 : Modélisation du piézomètre de Couhé2, analyse impulsionnelle de la composante lente .....</i>                                                                                              | <i>274</i> |
| <i>Illustration 230 : Utilisation du modèle du piézomètre de Couhé2 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                      | <i>274</i> |
| <i>Illustration 231 : Modélisation de la station de Voulon : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                  | <i>276</i> |
| <i>Illustration 232 : Modélisation de la station de Voulon, composantes du signal .....</i>                                                                                                                      | <i>276</i> |
| <i>Illustration 233 : Modélisation de la station de Voulon, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                   | <i>277</i> |
| <i>Illustration 234 : Utilisation du modèle de la station de Voulon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                      | <i>277</i> |
| <i>Illustration 235 : Zones de gestion de la Dive du Sud/Bouleure : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à Voulon .....</i>                          | <i>278</i> |
| <i>Illustration 236 : Débits disponibles pour le respect du DSA de 0.24 m<sup>3</sup>/s selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure .....</i>                 | <i>279</i> |
| <i>Illustration 237 : Extension de la zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre.....</i> | <i>281</i> |
| <i>Illustration 238 : Modélisation du piézomètre de St-Romain en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                 | <i>283</i> |
| <i>Illustration 239 : Modélisation du piézomètre de St-Romain analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                   | <i>284</i> |
| <i>Illustration 240 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Romain en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                   | <i>284</i> |
| <i>Illustration 241 : Modélisation du piézomètre du Bé, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                       | <i>286</i> |
| <i>Illustration 242 : Modélisation du piézomètre du Bé, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                         | <i>287</i> |

|                                                                                                                                                                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 243 : Utilisation du modèle du piézomètre du Bé en : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                 | <i>287</i> |
| <i>Illustration 244 : Modélisation du piézomètre des Saizines, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                              | <i>289</i> |
| <i>Illustration 245 : Modélisation du piézomètre des Saizines, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide.....</i>                                                                                | <i>290</i> |
| <i>Illustration 246 : Utilisation du modèle du piézomètre des Saizines en : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                          | <i>290</i> |
| <i>Illustration 247 : Modélisation du piézomètre de laClie, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                                 | <i>292</i> |
| <i>Illustration 248 : Modélisation du piézomètre de LaClie, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                  | <i>293</i> |
| <i>Illustration 249 : Utilisation du modèle du piézomètre de LaClie en : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                             | <i>293</i> |
| <i>Illustration 250 : Modélisation de la station de Petit-Allier : superposition du modèle sur la chronique.....</i>                                                                                          | <i>295</i> |
| <i>Illustration 251 : Modélisation de la station de Petit-Allier, composantes du signal .....</i>                                                                                                             | <i>295</i> |
| <i>Illustration 252 : Modélisation de la station de petit-Allier, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                          | <i>296</i> |
| <i>Illustration 253 : Utilisation du modèle de la station de Petit-Allier en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                              | <i>296</i> |
| <i>Illustration 254 : Zones de gestion du Clain amont et moyen: disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à Petit-Allier .....</i>                     | <i>297</i> |
| <i>Illustration 255 : Débits disponibles pour le respect du DSA de 1.443 m<sup>3</sup>/s selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure .....</i>             | <i>298</i> |
| <i>Illustration 256 : Extension de la zone de gestion du Clain amont et moyen, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre.....</i> | <i>300</i> |
| <i>Illustration 257 : Modélisation du piézomètre de La Charprée, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                            | <i>302</i> |
| <i>Illustration 258 : Modélisation du piézomètre de La Charprée, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                             | <i>303</i> |
| <i>Illustration 259 : Utilisation du modèle du piézomètre de La Charprée en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                               | <i>303</i> |
| <i>Illustration 260 : Modélisation du piézomètre de Petit-Dauffard, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                                         | <i>305</i> |
| <i>Illustration 261 : Modélisation du piézomètre de Petit-Dauffard, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                          | <i>306</i> |
| <i>Illustration 262 : Utilisation du modèle du piézomètre de Petit-Dauffard en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>         | <i>306</i> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 263 : Modélisation du piézomètre de Fontjoise, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                                                                                                          | <i>308</i> |
| <i>Illustration 264 : Modélisation du piézomètre de Fontjoise, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                                                                                            | <i>309</i> |
| <i>Illustration 265 : Utilisation du modèle du piézomètre de Fontjoise en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                                                                          | <i>309</i> |
| <i>Illustration 266 : Modélisation du piézomètre de Sarzec superposition du modèle sur la chronique .....</i>                                                                                                                                                                                              | <i>310</i> |
| <i>Illustration 267 : Modélisation de la station de Château-Larcher : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                                                                                                   | <i>312</i> |
| <i>Illustration 268 : Modélisation de la station de Château-Larcher, composantes du signal .....</i>                                                                                                                                                                                                       | <i>312</i> |
| <i>Illustration 269 : Modélisation de la station de Château-Larcher, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                                                                                                    | <i>313</i> |
| <i>Illustration 270 : Utilisation du modèle de la station de Château-Larcher en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                                                                                       | <i>313</i> |
| <i>Illustration 271 : Zones de gestion de la Clouère/Miosson/Sarzec : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à Château-Larcher .....</i>                                                                                                         | <i>314</i> |
| <i>Illustration 272 : Débits disponibles pour le respect du DSA (0.69 m<sup>3</sup>/s) selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Clouère/Miosson/Sarzec.....</i>                                                                                                           | <i>315</i> |
| <i>Illustration 273 : Extension de la zone de gestion de la Clouère/Miosson/Sarzec, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre.....</i>                                                                                         | <i>317</i> |
| <i>Illustration 274 : Utilisation du modèle de la station de St-Saviol en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles [extrait du rapport RP55485FR] .....</i>                                  | <i>320</i> |
| <i>Illustration 275 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à l'amont de St-Saviol .....</i>                                                                                                                                                    | <i>321</i> |
| <i>Illustration 276 : Débits disponibles pour le respect du DOC proposé(0.85 m<sup>3</sup>/s) selon différents scénarios de prélèvements à l'amont de St-Saviol.....</i>                                                                                                                                   | <i>322</i> |
| <i>Illustration 277 : Utilisation du modèle de la station d'Aunac en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles (agrandissement sur périodes d'étiage) [extrait du rapport RP55485FR].....</i> | <i>323</i> |
| <i>Illustration 278 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers à l'amont d'Aunac en fonction des débits objectifs.....</i>                                                                                                                                                          | <i>324</i> |
| <i>Illustration 279 : Débits disponibles pour le respect d'un débit de 3 m<sup>3</sup>/s à Aunac selon différents scénarios de prélèvements à l'amont.....</i>                                                                                                                                             | <i>325</i> |
| <i>Illustration 280 : Utilisation du modèle de la station de Luxé en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles [extrait du rapport RP55485FR] .....</i>                                       | <i>326</i> |
| <i>Illustration 281 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers à l'amont de Luxé en fonction des débits objectifs.....</i>                                                                                                                                                          | <i>327</i> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 282 : Débits disponibles pour le respect d'un débit de 2.7 m<sup>3</sup>/s à Luxé selon différents scénarios de prélèvements à l'amont.....</i>                                                                                                                      | <i>328</i> |
| <i>Illustration 283 : Utilisation du modèle de la station de Vindelle en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles [extrait du rapport RP55485FR].....</i>              | <i>329</i> |
| <i>Illustration 284 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers à l'amont de Vindelle en fonction des débits objectifs .....</i>                                                                                                                               | <i>330</i> |
| <i>Illustration 285 : Débits disponibles pour le respect d'un débit de 3 m<sup>3</sup>/s à Vindelle selon différents scénarios de prélèvements à l'amont.....</i>                                                                                                                    | <i>331</i> |
| <i>Illustration 286 : Utilisation du modèle de la station de Foulpougne en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles .....</i>                                          | <i>333</i> |
| <i>Illustration 287 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers à l'amont de Foulpougne en fonction des débits objectifs .....</i>                                                                                                                             | <i>334</i> |
| <i>Illustration 288 : Utilisation du modèle de la station de Jarnac en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles [extrait du rapport RP55485FR].....</i>                | <i>336</i> |
| <i>Illustration 289 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers à l'amont de Jarnac en fonction des débits objectifs .....</i>                                                                                                                                 | <i>336</i> |
| <i>Illustration 290 : Débits disponibles pour le respect d'un débit de 10 m<sup>3</sup>/s à Jarnac selon différents scénarios de prélèvements à l'amont.....</i>                                                                                                                     | <i>337</i> |
| <i>Illustration 291 : Utilisation du modèle de la station de Salles d'Angles en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles [extrait du rapport RP55485FR].....</i>       | <i>339</i> |
| <i>Illustration 292 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers pour le bassin versant du Né en fonction des débits objectifs .....</i>                                                                                                                        | <i>339</i> |
| <i>Illustration 293 : Utilisation du modèle de la station de Chaniers en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles [extrait du rapport RP55485FR].....</i>              | <i>341</i> |
| <i>Illustration 294 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers pour le bassin versant de la Charente à l'amont de Chaniers en fonction des débits objectifs .....</i>                                                                                         | <i>341</i> |
| <i>Illustration 295 : Utilisation du modèle de la station de St-Seurin-de-Palenne en prévision : en haut courbes théoriques avec période de retour, en bas superposition des courbes médiane, 5 et 20 ans secs sur les chroniques annuelles [extrait du rapport RP55485FR] .....</i> | <i>343</i> |
| <i>Illustration 296 : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers pour le bassin versant de la Seugne à l'amont de St-Seurin en fonction des débits objectifs .....</i>                                                                                          | <i>343</i> |
| <i>Illustration 297 : Débits disponibles pour le respect d'un débit de 1 m<sup>3</sup>/s à St-Seurin-de-Palenne selon différents scénarios de prélèvements à l'amont.....</i>                                                                                                        | <i>344</i> |
| <i>Illustration 298 : Bloc-diagramme du bassin topographique de la Vienne amont réalisé à partir du Modèle Numérique de Terrain (réseau hydrographique que sur la partie en Poitou-Charente).....</i>                                                                                | <i>347</i> |
| <i>Illustration 299 : Géologie simplifiée du bassin de la Vienne, positions des stations de mesures des débits et des niveaux de nappe.....</i>                                                                                                                                      | <i>351</i> |

|                                                                                                                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 300 : Modélisation du piézomètre de Pressec, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                   | <i>353</i> |
| <i>Illustration 301 : Modélisation du piézomètre de Pressec : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                    | <i>354</i> |
| <i>Illustration 302 : utilisation du modèle du piézomètre de Pressec en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>      | <i>354</i> |
| <i>Illustration 303 : Modélisation du piézomètre de Montmorillon, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>              | <i>356</i> |
| <i>Illustration 304 : Modélisation du piézomètre de Montmorillon : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide.....</i>                                                | <i>357</i> |
| <i>Illustration 305 : utilisation du modèle du piézomètre de Montmorillon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i> | <i>357</i> |
| <i>Illustration 306 : Modélisation du piézomètre d'Hérauder, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                   | <i>359</i> |
| <i>Illustration 307 : Modélisation du piézomètre d'Hérauder : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                    | <i>360</i> |
| <i>Illustration 308 : utilisation du modèle du piézomètre d'Hérauder en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>      | <i>360</i> |
| <i>Illustration 309 : Modélisation du piézomètre de Savigny, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                   | <i>362</i> |
| <i>Illustration 310 : Modélisation du piézomètre de Beuxes, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                    | <i>364</i> |
| <i>Illustration 311 : Modélisation du piézomètre de Beuxes : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                     | <i>365</i> |
| <i>Illustration 312 : utilisation du modèle du piézomètre de Beuxes en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>       | <i>365</i> |
| <i>Illustration 313 : Modélisation du piézomètre de Liard, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                     | <i>367</i> |
| <i>Illustration 314 : Modélisation du piézomètre de Liard : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                      | <i>368</i> |
| <i>Illustration 315 : utilisation du modèle du piézomètre de Liard en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>        | <i>368</i> |
| <i>Illustration 316 : Modélisation du piézomètre d'Archigny, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                   | <i>370</i> |
| <i>Illustration 317 : Modélisation du piézomètre d'Archigny : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                    | <i>371</i> |
| <i>Illustration 318 : utilisation du modèle du piézomètre d'Archigny en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>      | <i>371</i> |
| <i>Illustration 319 : Modélisation de la station de Lussac : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                   | <i>373</i> |
| <i>Illustration 320 : Modélisation de la station de Lussac, composantes du signal.....</i>                                                                                        | <i>373</i> |
| <i>Illustration 321 : Modélisation de la station de Lussac : réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                   | <i>374</i> |

|                                                                                                                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 322 : Utilisation du modèle de la station de Lussac en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>            | <i>374</i> |
| <i>Illustration 323 : Utilisation du modèle de la station d'Etagnac en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>            | <i>375</i> |
| <i>Illustration 324 : Modélisation de la station de Montmorillon : superposition du modèle<br/>sur la chronique.....</i>                                                                  | <i>377</i> |
| <i>Illustration 325 : Modélisation de la station du Montmorillon, composantes du signal .....</i>                                                                                         | <i>377</i> |
| <i>Illustration 326 : Modélisation de la station de Montmorillon : réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                     | <i>378</i> |
| <i>Illustration 327 : Utilisation du modèle de la station de Montmorillon en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>      | <i>378</i> |
| <i>Illustration 328 : Modélisation de la station de Moulin de Remerle : superposition du<br/>modèle sur la chronique.....</i>                                                             | <i>380</i> |
| <i>Illustration 329 : Modélisation de la station Moulin de Remerle, composantes du signal .....</i>                                                                                       | <i>380</i> |
| <i>Illustration 330 : Modélisation de la station de Moulin de Remerle : réponses<br/>impulsionnelles.....</i>                                                                             | <i>381</i> |
| <i>Illustration 331 : Utilisation du modèle de la station de Moulin de Remerle en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i> | <i>381</i> |
| <i>Illustration 332 : Modélisation de la station de la Roche-Posay : superposition du<br/>modèle sur la chronique.....</i>                                                                | <i>383</i> |
| <i>Illustration 333 : Modélisation de la station de la Roche-Posay, composantes du signal .....</i>                                                                                       | <i>383</i> |
| <i>Illustration 334 : Modélisation de la station de la Roche-Posay : réponses<br/>impulsionnelles.....</i>                                                                                | <i>384</i> |
| <i>Illustration 335 : Utilisation du modèle de la station de la Roche-Posay en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>    | <i>384</i> |
| <i>Illustration 336 : Modélisation de la station de Leugny : superposition du modèle sur la<br/>chronique.....</i>                                                                        | <i>386</i> |
| <i>Illustration 337 : Utilisation du modèle de la station de Leugny en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>            | <i>386</i> |
| <i>Illustration 338 : Modélisation de la station de Thuré : superposition du modèle sur la<br/>chronique.....</i>                                                                         | <i>388</i> |
| <i>Illustration 339 : Modélisation de la station du Thuré, composantes du signal .....</i>                                                                                                | <i>388</i> |
| <i>Illustration 340 : Utilisation du modèle de la station de Thuré en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>             | <i>389</i> |
| <i>Illustration 341 : Modélisation de la station de Léméré : superposition du modèle sur la<br/>chronique.....</i>                                                                        | <i>391</i> |
| <i>Illustration 342 : Modélisation de la station de Léméré, composantes du signal.....</i>                                                                                                | <i>391</i> |
| <i>Illustration 343 : Modélisation de la station de Léméré : réponses impulsionnelles.....</i>                                                                                            | <i>392</i> |
| <i>Illustration 344 : Utilisation du modèle de la station de Léméré en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>            | <i>392</i> |

|                                                                                                                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 345 : Zones de gestion de la Creuse/Gartempe/Anglin : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction de débits d'objectif à La Roche-Posay .....</i>                            | <i>395</i> |
| <i>Illustration 346 : Débits disponibles pour le respect du DSA de 3.3 m<sup>3</sup>/s en année quinquennale sèche pour différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Creuse/Gartempe/Anglin .....</i> | <i>396</i> |
| <i>Illustration 347 : Zones de gestion Envigne/Vienne aval rive gauche : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction de débits d'objectif à Thuré.....</i>                                   | <i>399</i> |
| <i>Illustration 348 : Débits disponibles pour le respect d'un débit d'objectif de 40 l/s à Thuré en année quinquennale sèche pour différents scénarios de prélèvements .....</i>                                             | <i>400</i> |
| <i>Illustration 349 : Zones de gestion Veude/Marble/Négron : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction de débits d'objectif à Léméré.....</i>                                              | <i>402</i> |
| <i>Illustration 350 : Débits disponibles pour le respect d'un débit d'objectif de 330 l/s à Léméré en année quinquennale sèche pour différents scénarios de prélèvements.....</i>                                            | <i>403</i> |
| <i>Illustration 351 : Zones de gestion de la Vienne (hors Clain) : répartition des prélèvements en nappe sur les 6 mois de basses eaux, limites des nappes « profondes » .....</i>                                           | <i>405</i> |
| <i>illustration 352 : Tableau de synthèse des prélèvements sur les zones de gestion du Nord de la Vienne (d'après les données DDAF et syndicats AEP).....</i>                                                                | <i>407</i> |
| <i>Illustration 353 : Géologie du bassin du Thouet/Sèvre Nantaise, position des stations de mesures et localisation des points d'eau.....</i>                                                                                | <i>411</i> |
| <i>Illustration 354 : Modélisation du piézomètre d'Assais : superposition du modèle sur la chronique .....</i>                                                                                                               | <i>413</i> |
| <i>Illustration 355 : Modélisation du piézomètre d'Assais analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                                   | <i>414</i> |
| <i>Illustration 356 : utilisation du modèle du piézomètre d'Assais en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                   | <i>414</i> |
| <i>Illustration 357 : Modélisation de la station de St-Loup : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                             | <i>416</i> |
| <i>Illustration 358 : Modélisation de la station de St-Loup, composantes du signal.....</i>                                                                                                                                  | <i>416</i> |
| <i>Illustration 359 : Modélisation de la station de St-Loup, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                              | <i>417</i> |
| <i>Illustration 360 : Utilisation du modèle de la station de St-Loup en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures (sur le coté zoom sur les étiages).....</i>               | <i>417</i> |
| <i>Illustration 361 : Modélisation de la station de Missé : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                               | <i>419</i> |
| <i>Illustration 362 : Modélisation de la station de Missé, composantes du signal.....</i>                                                                                                                                    | <i>419</i> |
| <i>Illustration 363 : Modélisation de la station de Missé, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                                | <i>420</i> |
| <i>Illustration 364 : Utilisation du modèle de la station de Missé en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                                   | <i>420</i> |
| <i>Illustration 365 : Modélisation de la station de Massais : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                             | <i>422</i> |

|                                                                                                                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 366 : Modélisation de la station de Massais, composantes du signal.....</i>                                                                                                  | <i>422</i> |
| <i>Illustration 367 : Modélisation de la station de Massais, réponses impulsionnelles.....</i>                                                                                               | <i>423</i> |
| <i>Illustration 368 : Utilisation du modèle de la station de Missé en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                | <i>423</i> |
| <i>Illustration 369 : Modélisation de la station de St-Mesmins : superposition du modèle<br/>sur la chronique.....</i>                                                                       | <i>425</i> |
| <i>Illustration 370 : Modélisation de la station de St-Mesmin, composantes du signal.....</i>                                                                                                | <i>425</i> |
| <i>Illustration 371 : Modélisation de la station de St-Mesmin, réponses impulsionnelles.....</i>                                                                                             | <i>426</i> |
| <i>Illustration 372 : Utilisation du modèle de la station de Missé en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>                | <i>426</i> |
| <i>Illustration 373 : Modélisation de la station de Tiffauges : superposition du modèle sur<br/>la chronique.....</i>                                                                        | <i>428</i> |
| <i>Illustration 374 : Modélisation de la station de Tiffauges, composantes du signal.....</i>                                                                                                | <i>428</i> |
| <i>Illustration 375 : Modélisation de la station de Tiffauges, réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                            | <i>429</i> |
| <i>Illustration 376 : Utilisation du modèle de la station de Tiffauge en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>             | <i>429</i> |
| <i>Illustration 377 : Cartographie des bassins versants du Thouet et de la Sèvre-Nantaise :<br/>stations de mesures, répartition et densité des prélèvements en nappe .....</i>              | <i>431</i> |
| <i>illustration 378 : Tableau des prélèvements en nappe dans le bassin versant du Thouet<br/>(d'après les données DDAF).....</i>                                                             | <i>432</i> |
| <i>Illustration 379 : Carte géologique simplifiée, position des stations de mesures et des<br/>principaux cours d'eau .....</i>                                                              | <i>435</i> |
| <i>Illustration 380 : Modélisation du piézomètre de Laurent (St-Laurent-de-Belzagot), en<br/>haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i> | <i>437</i> |
| <i>Illustration 381 : Modélisation du piézomètre de Laurent : analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                           | <i>438</i> |
| <i>Illustration 382 : utilisation du modèle du piézomètre de Laurent en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>              | <i>438</i> |
| <i>Illustration 383 : Modélisation du piézomètre de l'Epaud, en haut : superposition du<br/>modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes.....</i>                           | <i>440</i> |
| <i>Illustration 384 : Modélisation du piézomètre de l'Epaud : analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide .....</i>                                                           | <i>441</i> |
| <i>Illustration 385 : utilisation du modèle du piézomètre du Pont-de-l'Epaud en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>      | <i>441</i> |
| <i>Illustration 386 : Modélisation du piézomètre de Clérac : superposition du modèle sur la<br/>chronique.....</i>                                                                           | <i>443</i> |
| <i>Illustration 387 : Modélisation du piézomètre de Clérac : analyse impulsionnelle des<br/>composantes lente et rapide.....</i>                                                             | <i>443</i> |
| <i>Illustration 388 : utilisation du modèle du piézomètre de Clérac en prévision :<br/>superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures.....</i>               | <i>444</i> |

|                                                                                                                                                                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 389 : Modélisation du piézomètre de La Clotte, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes .....</i>                                                    | <i>446</i> |
| <i>Illustration 390 : Modélisation du piézomètre de La Clotte : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide .....</i>                                                                                     | <i>447</i> |
| <i>Illustration 391 : utilisation du modèle du piézomètre de La Clotte en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                       | <i>447</i> |
| <i>Illustration 392 : Modélisation de la station de Médillac : superposition du modèle sur la chronique .....</i>                                                                                                    | <i>449</i> |
| <i>Illustration 393 : Modélisation de la station de Médillac, composantes du signal .....</i>                                                                                                                        | <i>449</i> |
| <i>Illustration 394 : Modélisation de la station de Médillac : réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                    | <i>450</i> |
| <i>Illustration 395 : Utilisation du modèle de la station de Médillac en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                        | <i>450</i> |
| <i>Illustration 396 : Modélisation de la station de St-Séverin : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                  | <i>452</i> |
| <i>Illustration 397 : Modélisation de la station de St-Séverin, composantes du signal .....</i>                                                                                                                      | <i>452</i> |
| <i>Illustration 398 : Modélisation de la station de St-Séverin : réponses impulsionnelles.....</i>                                                                                                                   | <i>453</i> |
| <i>Illustration 399 : Utilisation du modèle de la station de St-Séverin en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                      | <i>453</i> |
| <i>Illustration 400 : Modélisation de la station de Bonnes : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                      | <i>455</i> |
| <i>Illustration 401 : Modélisation de la station de Bonnes, composantes du signal .....</i>                                                                                                                          | <i>455</i> |
| <i>Illustration 402 : Modélisation de la station de Bonnes : réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                      | <i>456</i> |
| <i>Illustration 403 : Utilisation du modèle de la station de Bonnes en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                          | <i>456</i> |
| <i>Illustration 404 : Modélisation de la station de Coutras : superposition du modèle sur la chronique. ....</i>                                                                                                     | <i>458</i> |
| <i>Illustration 405 : Modélisation de la station de Coutras, composantes du signal.....</i>                                                                                                                          | <i>458</i> |
| <i>Illustration 406 : Modélisation de la station de Coutras : réponses impulsionnelles .....</i>                                                                                                                     | <i>459</i> |
| <i>Illustration 407 : Utilisation du modèle de la station de Coutras en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures .....</i>                                         | <i>459</i> |
| <i>Illustration 408 : Bassin versant de la Tude : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction de débits d'objectif à Médillac.....</i>                                               | <i>462</i> |
| <i>Illustration 409 : Carte de synthèse des zones de gestion sud-Charentes.....</i>                                                                                                                                  | <i>464</i> |
| <i>illustration 410 : des résultats de la modélisation des chroniques piézométriques, propositions pour la gestion (en italique information donnée par les modèles).....</i>                                         | <i>474</i> |
| <i>illustration 411 : Synthèse des zones zones de gestion (QMNA5 modèle en italique : valeur intégrant implicitement une partie des lâchers sur la Charente de plus en plus importante d'amont vers l'aval).....</i> | <i>476</i> |
| <i>Illustration 412 : Répartition des prélèvements agricoles dans les zones de gestion (hors nappes profondes) en millions de m<sup>3</sup> .....</i>                                                                | <i>477</i> |

|                                                                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Illustration 413 : Répartition des prélèvements agricoles dans les zones de gestion<br/>(hors nappes profondes) en milliers de m<sup>3</sup> par km<sup>2</sup> .....</i> | <i>478</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

## **Liste des planches hors texte**

Planche I    Carte de synthèse des zones de gestion



# 1 Introduction

La DIREN et les Missions Inter-Services Eaux (MISE) des 4 départements de la région Poitou-Charentes ont demandé au BRGM-Service Géologique Régional de réaliser un travail d'analyse des chroniques piézométriques et de débit disponibles des réseaux régionaux (Conseil Régional, DIREN).

En 2005-2007, une première phase a concerné 5 bassins versants de la région : Dive du Nord, Clain, Sèvre-Niortaise, Boutonne, Seudre. Cette phase a fait l'objet de plusieurs expertises et de nombreuses réunions de présentation et d'échanges.

Parallèlement un travail similaire a été réalisé sur le bassin versant de la Charente. Ce travail, qui a bénéficié de la méthodologie mise au point au cours de la première phase, a été remis en version provisoire au mois de juillet 2007 et en version définitive en décembre 2008 (après phase de validation et d'expertise).

En 2007, une troisième phase a été lancée, toujours à la demande de la DIREN et sur financement de cette dernière et du BRGM, afin de traiter les bassins versants restants du Thouet et de la Sèvre Nantaise, de la Vienne et de la Gartempe/Creuse, du Sud des Charentes, de s'intéresser aux nappes profondes, aux deux extrémités méridionale et septentrionale de la région Poitou-Charentes et afin aussi de procéder à l'actualisation des modèles antérieurs.

L'ensemble de ces points fait l'objet de ce rapport découpé en 3 parties, après le rappel de la méthodologie utilisée :

- actualisation des chroniques des bassins versants de la Dive du Nord, du Clain, de la Sèvre-Niortaise, de la Boutonne, de la Seudre et compléments apportés sur les volumes disponibles sur le bassin de la Charente,
- traitement des bassins versants restants et des nappes profondes,
- synthèse reprenant l'ensemble des éléments des 3 phases.

L'actualisation des modèles de phase 1 a été traitée en priorité et a déjà fait l'objet d'un rendu en novembre 2007. Les données actualisées figurent dans la plaquette mise au point et diffusée par la DIREN. Parallèlement les éléments de cette phase ont été fournis au cours de nombreuses concertations avec les services de l'Etat, les collectivités, les irrigants et les associations, dans le cadre en particulier de la police de l'eau et des SAGE.

Enfin, le programme de phase 3 prévoit aussi l'appui du BRGM à la DIREN et aux MISE dans la communication des résultats pour le bassin versant de la Charente : réunions, document de synthèse...

Un rapport provisoire de cette phase 3 a été remis à la DIREN en juillet 2008. Il a fait l'objet ensuite d'une longue étape de consultation, présentation et validation. Ce rapport définitif intègre les remarques faites durant cette étape.

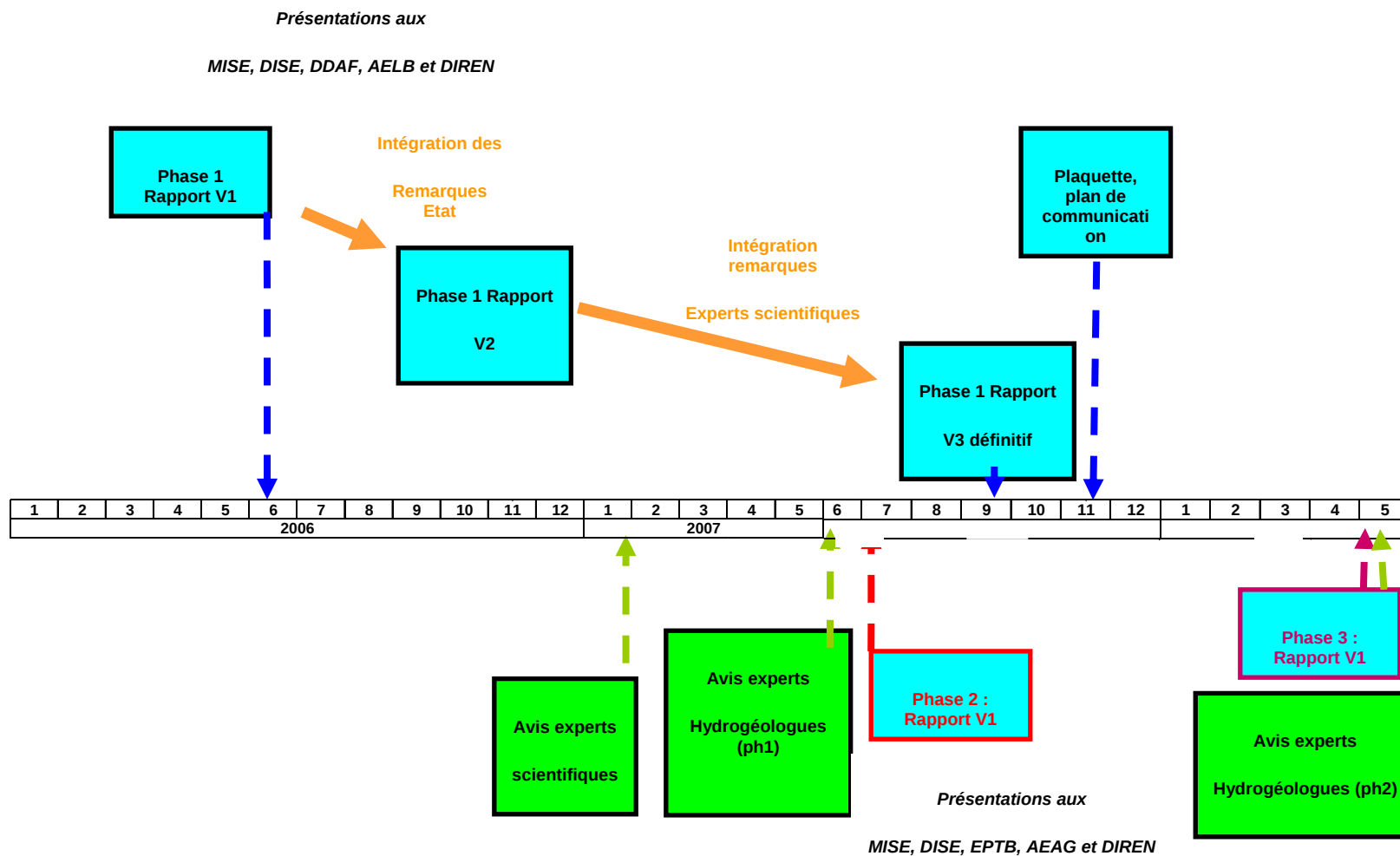


Illustration 1 : Schéma synoptique des différentes phases et de leurs étapes de présentation et validation

## **2 Rappel de la méthodologie**

### **2.1 GENERALITES**

La méthodologie est rappelée ci-dessous sommairement, d'une manière très simplifiée par comparaison aux rapports précédents (RP54569FR et RP55485FR) auxquels on pourra se référer. Le texte ci-dessous reprend de nombreux éléments de la plaquette mise au point en collaboration avec la DIREN.

L'étude, lancée en 2005, vise trois objectifs principaux afin d'optimiser l'utilisation de la ressource en fonction de ses potentialités :

- ❖ proposer des zones de gestion homogènes,
- ❖ proposer des indicateurs et des seuils sur lesquels pourront se baser de nouvelles modalités de gestion des ressources en eaux,
- ❖ contribuer à l'estimation de volumes disponibles.

En termes de méthodologie, elle couple à la fois une analyse de l'état des connaissances hydrogéologiques et la mise au point de modèles pluie/niveau/débit à l'aide du logiciel TEMPO du BRGM permettant le traitement de séries temporelles. Dans le cadre de cette étude, le logiciel a été validé par des experts universitaires, tandis que les résultats ont été analysés par des hydrogéologues régionaux. La démarche se décompose en étapes comme suit.

### **2.2 DELIMITATION DES ZONES DE GESTION**

Des unités hydrogéologiquement cohérentes sont délimitées à partir de la géologie des bassins versants, des limites des bassins hydrologiques, des cartes piézométriques et des relations entre nappes et rivières.

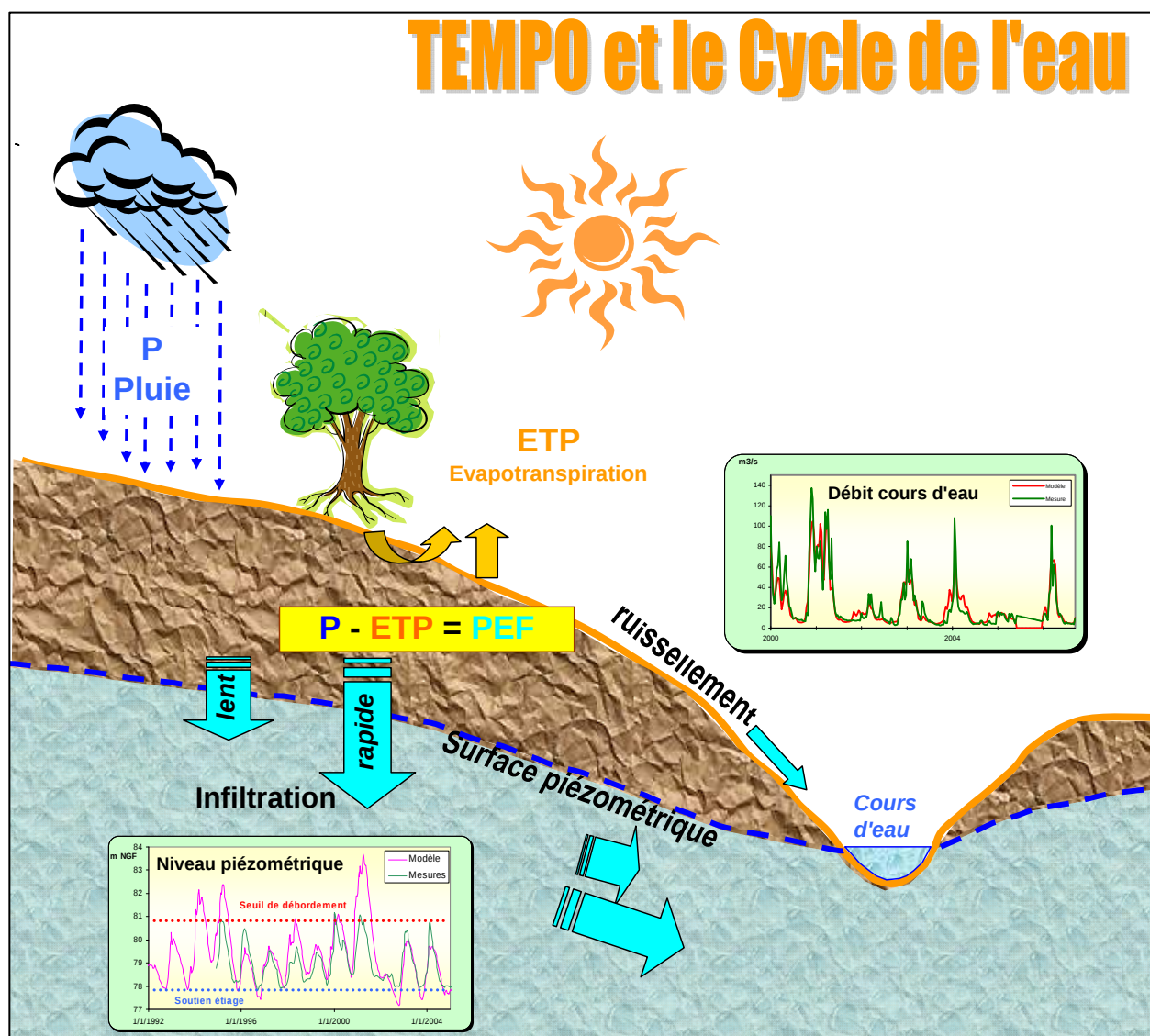


Illustration 2 : Schéma de l'hydrosystème

## 2.3 MISE AU POINT ET CALAGE DES MODELES AVEC TEMPO

Un premier travail a consisté à rechercher les meilleures corrélations entre la pluie efficace et le niveau de la nappe, puis entre le niveau de la nappe et le débit des cours d'eau (cf. schéma de l'hydrosystème - Illustration 2).

Le calage consiste à reproduire le mieux possible la chronique observée. Les différences entre le modèle et la chronique réelle permettent de souligner des phénomènes d'origine naturelle ou anthropique pouvant interférer avec le débit ou le niveau de la nappe et qu'il a fallu prendre en compte : le débordement des nappes en

période de hautes eaux, le soutien de la nappe par la rivière (lorsque le niveau de la nappe passe en dessous de celui du cours d'eau), les pertes de la rivière, les prélèvements, les lâchers de barrage. En basses eaux, l'écart entre le modèle et la chronique piézométrique met en évidence l'impact des pompages estivaux (que la modélisation tente d'intégrer, mais leur impact est souvent difficile à restituer dans le cadre d'une modélisation globale, non spatialisée).

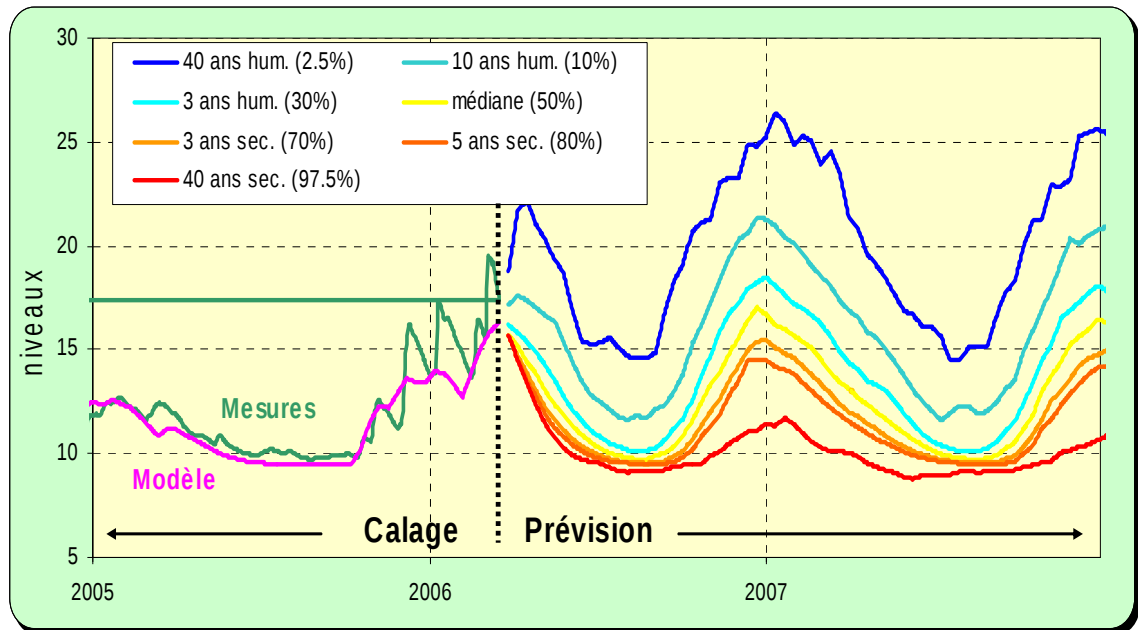


Illustration 3 : graphe illustrant la phase de calage d'un modèle et son utilisation en prévision

## 2.4 UTILISATION DES MODELES EN PREVISION

Une fois les modèles ajustés, ils sont utilisés en prévision en simulant un grand nombre de situations climatiques. Les résultats sont ensuite classés des années les plus sèches aux années les plus humides et analysés statistiquement. Il en découle sur chaque pas de temps de la période de prévision des fréquences d'occurrence de niveaux (des périodes de retour, Illustration 3).

## 2.5 RESULTAT : IDENTIFICATION DES PHENOMENES QUI IMPACTENT LE NIVEAU DE LA NAPPE OU LE DEBIT DU COURS D'EAU

La modélisation permet par comparaison entre valeurs simulées et observées de mettre en évidence l'influence de phénomènes divers sur les niveaux du piézomètre. Différents cas de figure peuvent se présenter :

- Seuil de débordement (seuil haut)

Il s'agit d'une cote topographique ne pouvant être dépassée par le niveau piézométrique (cote de la rivière, source, niveau du sol dans le cas d'un forage artésien...). Les niveaux simulés se situent alors au-dessus de cette cote en hautes eaux.

□ **Seuil bas**

Dans ce cas, les niveaux simulés sont inférieurs aux mesures, du fait en règle générale du soutien du niveau de la nappe par la rivière. Dans un tel cas, si le niveau de la nappe descend au-dessous du seuil bas, cela peut correspondre à l'assèchement de la rivière (ou d'un tronçon); le seuil bas peut être considéré alors comme un **seuil critique**.

□ **Impact des pompages**

La courbe simulée ne descend pas aussi bas que les mesures (impacts ponctuels, la modélisation étant quant à elle globale).

Afin de prendre en compte ces pompages pour le calage d'un modèle une fonction peigne (cf. rapports précédents des phases 1 et 2) a été introduite. Cette fonction a été enlevée en prévision (signalons aussi que de telles fonctions ont été utilisées pour représenter l'impact des lâchers de barrage en rivière).

□ **Contraste de perméabilité**

Les courbes divergent à partir d'une certaine profondeur, indiquant une hétérogénéité verticale de la perméabilité du réservoir.

## **2.6 RESULTAT : CARACTERISATION DE LA REACTIVITE D'UN PIEZOMETRE OU DE LA RIVIERE**

Le logiciel TEMPO permet d'identifier des temps de réponse (remontée des niveaux et débits) à une impulsion (la pluie efficace). Ce temps de réponse est la résultante de phénomènes complexes avec des transferts plus ou moins rapides. TEMPO permet de décomposer la réponse globale de l'hydrosystème à une impulsion pluie efficace en une composante rapide (réaction au bout de quelques jours) et une composante lente (de l'ordre du mois ou plus). (cf. Illustration 4).

Le logiciel TEMPO permet aussi de retrouver les différentes composantes de la chroniques de niveaux et leur importance relative (cf. Illustration 5).

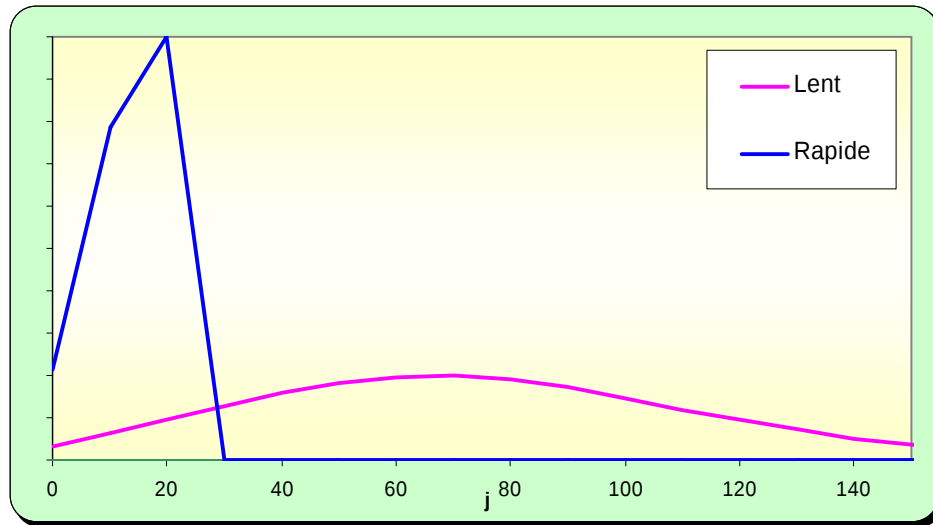


Illustration 4 : temps de réponse à une "impulsion pluie" pour les composantes lente et rapide (en ordonnée : amplitude de la réponse impulsionnelle) :

- la réponse rapide et peu étalée dans le temps (en bleu) correspondant à la fraction de l'eau qui aura emprunté les conduits karstiques,
- et la réponse différée, beaucoup plus amortie (en rouge) correspond à la fraction de l'eau qui aura circulé beaucoup plus lentement dans les pores de la matrice ou dans les fissures.

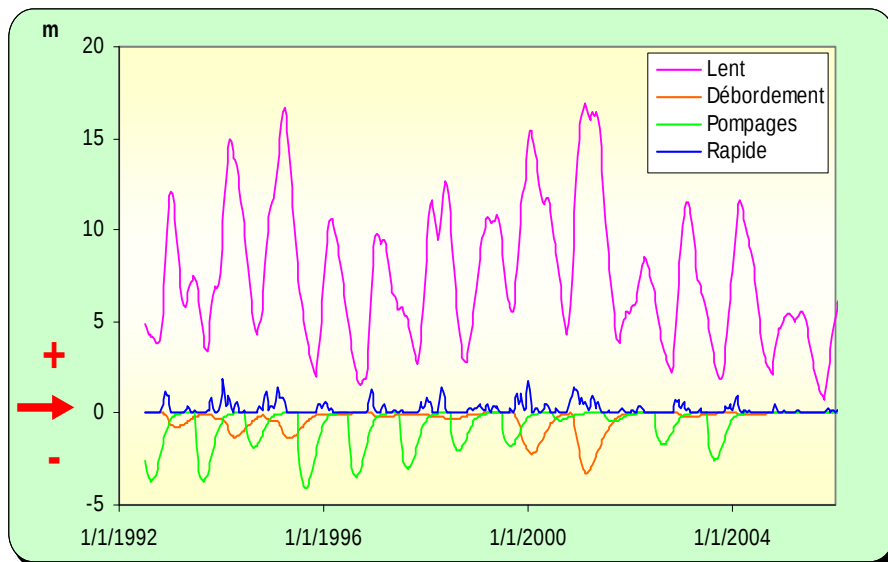


Illustration 5 : décomposition d'une chronique de niveaux en différentes composantes reliées à:

- o Des transferts lents majoritaires
- o Des transferts rapides faibles en hautes eaux
- o Des débordements (en négatif) en très hautes eaux
- o L'impact des pompages en basses eaux (en négatif)

## 2.7 RESULTAT : ANALYSE DE LA DISPONIBILITE DE LA RESSOURCE

L'estimation des volumes disponibles sur une zone de gestion (totalité ou partie d'un bassin versant) se base sur :

- un objectif de débit sur la rivière donné par les services de l'Etat qu'il convient de respecter 4 années sur 5,
- la courbe "5 ans sec" donnée par le modèle utilisé en prévision (sans pompage saisonnier),
- un scénario de prélèvements de mars à septembre.

Le graphe ci-dessous (Illustration 6) explicite la méthode de calcul de ces volumes. La courbe **1** correspond à l'évolution des débits observés en rivière. Pour raisonner statistiquement, on utilise la courbe "5 ans sec" donnée par le modèle (4 années sur 5 on se trouve au-dessus de cette courbe). On applique des pompages en nappe, selon le scénario de prélèvements **4**, de manière à ne pas descendre au-dessous de la courbe théorique **2** d'évolution vers le débit d'objectif (débit d'étiage d'août-septembre). Avec ces pompages la courbe 1 se rapproche de la courbe objectif selon la courbe notée **3**. Les pompages sont matérialisés par les hachures.

Le volume disponible pour des prélèvements saisonniers (les prélèvements constants non-saisonniers sont implicitement pris en compte dans le modèle (ponction régulière sur le bassin versant non individualisable dans le signal débit) est comparé au volume réellement prélevé pour l'agriculture. Il arrive que la courbe "5 ans sec" donnée par le modèle soit au-dessous de la courbe d'objectif de débit, auquel cas cet objectif ne peut être respecté "naturellement" 4 années sur 5.

Les volumes disponibles sont estimés pour le bassin versant de la station de débit. Ils sont ensuite rapportés à la superficie totale de la zone de gestion.

Les volumes disponibles ont été calculés pour plusieurs débits objectifs. Il en découle le graphe ci-contre sur lequel sont reportés les débits utilisés en gestion, en général le DCR (débit de crise) et le DOE (débit d'objectif d'étiage) (Illustration 7).

Dans tous les calculs de cette phase 3 et pour avoir un « référentiel » homogène, le scénario de prélèvements utilisé est celui-ci (appelé « réaliste ») :

- o 5 % en avril, mai et septembre,
- o 15 % en juin,
- o 40 % en juillet,
- o 30 % en août.

Trois autres scénarios ont aussi été testés afin de voir en particulier l'impact d'une modification des pratiques à travers des cas extrêmes avec des prélèvements surtout concentrés au printemps ou inversement en été.

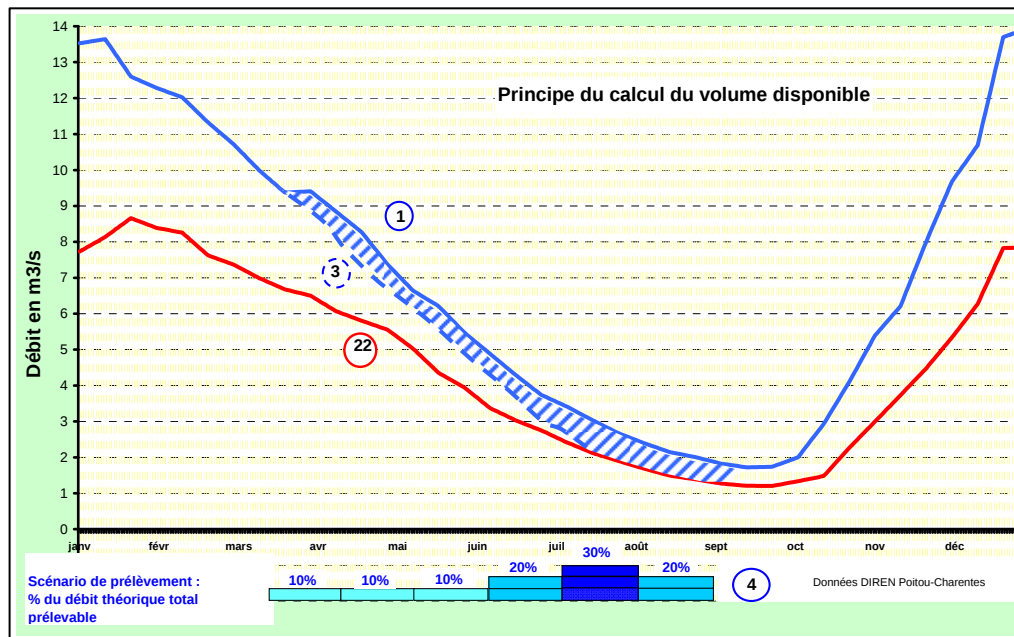


Illustration 6 : graphe illustrant la méthode de calcul des volumes disponibles

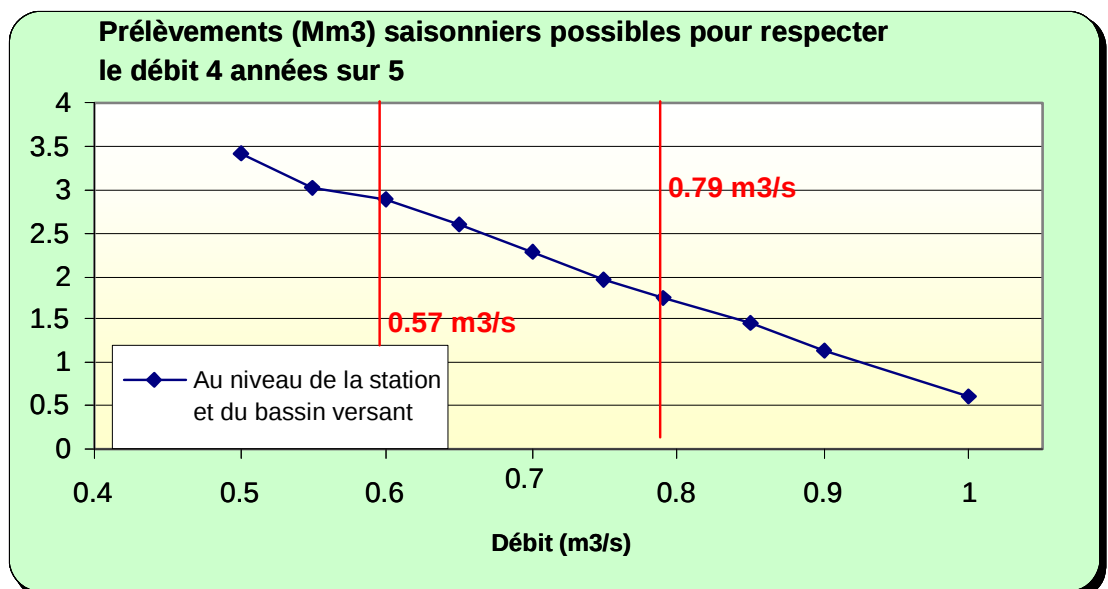


Illustration 7 : courbe des volumes disponibles en fonction des débits d'objectif à respecter 4 années sur 5



## **3 Actualisation des bassins versants traités en phase 1**

### **3.1 BASSIN DE LA SEVRE NIORTAISE**

#### **3.1.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé**

La géologie du bassin de la Sèvre Niortaise est caractérisée par une zone amont correspondant au socle métamorphique et granitique du Massif Armoricaire (Chambon, Egray) ou au bassin de Lezay et au Seuil du Poitou (Dive du Sud). Cette zone amont est traversée par de grandes failles, responsables notamment des zones effondrées et St-Maixent et de Lezay. Ces zones effondrées correspondent à des affleurements de terrains marneux du Jurassique supérieur.

Au-dessus du socle et au-dessous du Jurassique supérieur, on trouve à l'affleurement dans cette zone amont jusqu'à Niort des terrains principalement calcaires, et souvent karstifiés, du Jurassique inférieur (Lias) et moyen (Dogger).

La partie aval, au Sud et à l'Est du Marais Poitevin, est formée par des formations calcaréo-marneuses du Jurassique supérieur.

D'un point de vue hydrogéologique, le socle ne contient pas de grands aquifères et le ruissellement superficiel y est prépondérant, ce qui explique la forte densité du réseau hydrographique. Le Dogger et le Lias renferment 2 grands aquifères séparés par une éponte marneuse imperméable du Toarcien. La nappe de l'Infra-Toarcien est en charge sous ces marnes (captive). La nappe du Dogger est en revanche en général libre et très vulnérable. Toutefois, ces 2 nappes peuvent communiquer à la faveur de la fracturation.

L'analyse géologique et hydrogéologique a conduit à proposer en phase 1, pour Poitou-Charentes, le découpage selon les grandes unités suivantes (cf. Illustration 8) :

- la Sèvre à l'amont du Pont-de-Ricou, incluant la partie amont du bassin de la Dive qui se perd totalement en été dans la nappe du Dogger après Lezay,
- la Sèvre moyenne entre le Pont-de-Ricou et Niort, qui intègre les bassins versants du Lambon, Chambon, Egray et la partie amont du bassin de la Guirande,
- la partie aval, limitée vers l'Est par la faille d'Aiffres, qui intègre les bassins versants du Curé, du Mignon, de la Courance, de l'Autize, de la Guirande aval.

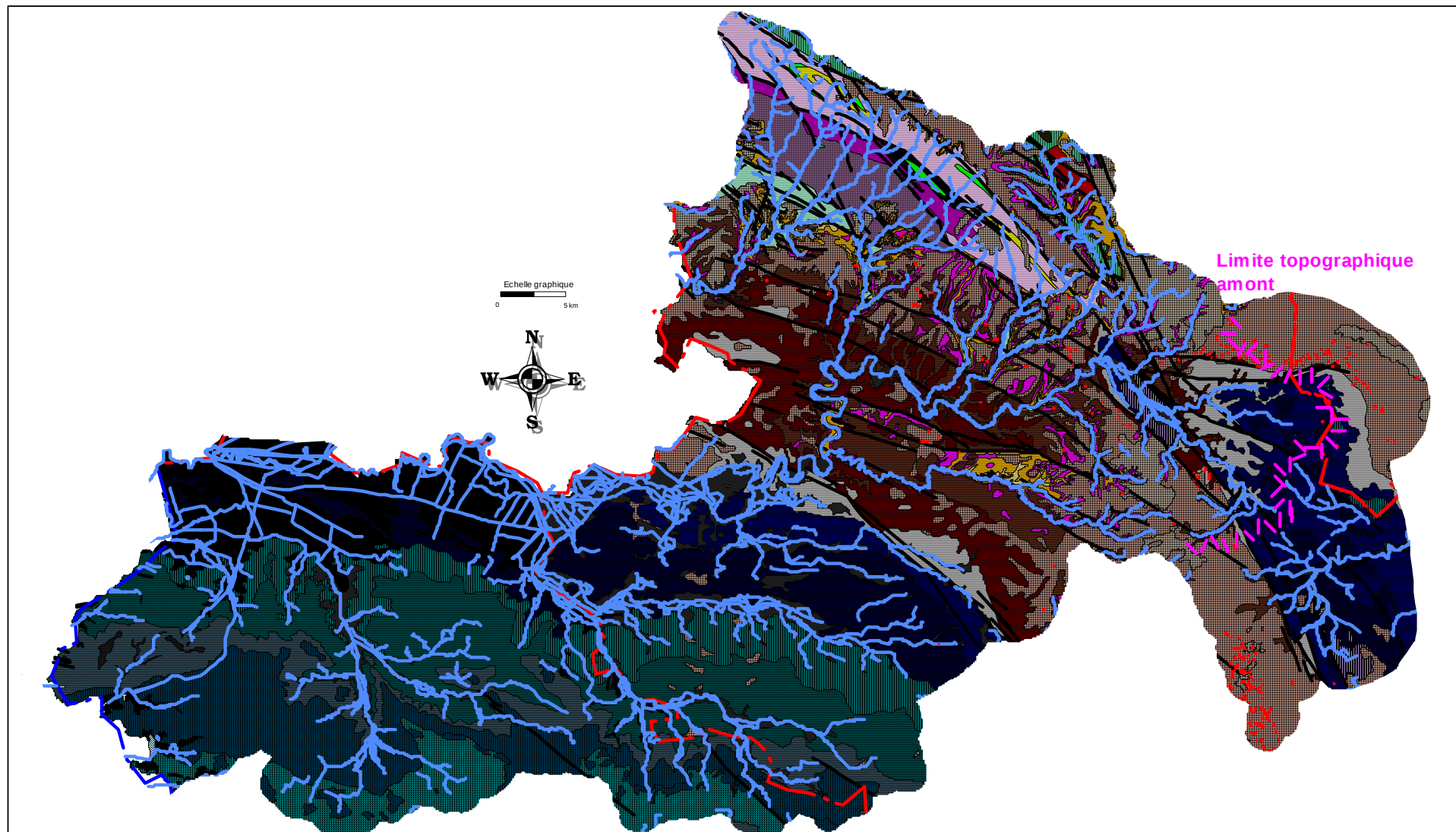


Illustration 8 : Carte géologique du bassin versant (étendu au bassin hydrogéologique amont) de la Sèvre Niortaise (partie en Poitou-Charentes uniquement)

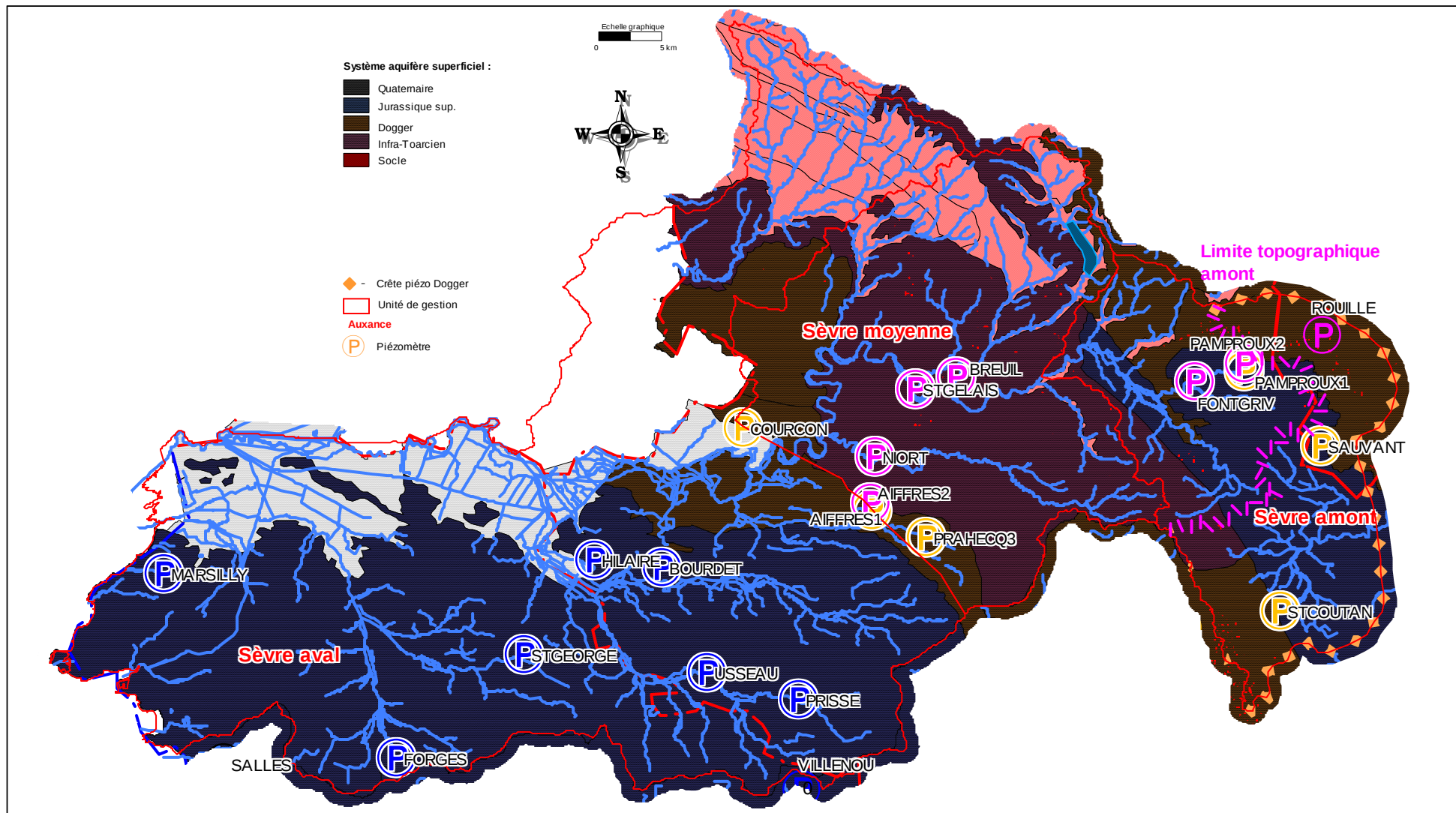


Illustration 9 : Hydrogéologie du bassin de la Sèvre Niortaise, unités de gestion proposées (contours rouges)

### **3.1.2 La Sèvre amont**

#### **3.1.2.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre de St-Coutant [06371X0004] Callovien***

Situé à l'amont du bassin versant de la Dive du Sud, le piézomètre de St-Coutant, peu profond, capte une nappe superficielle dans le Callovien (Dogger). Il est situé sur la zone de failles qui limitent le bassin effondré de Lezay. Il peut être considéré comme représentatif à la fois de la nappe superficielle du Jurassique supérieur du "graben" de Lezay et de la nappe du Dogger qui reçoit les eaux de cette nappe superficielle.

Le calage du modèle est assez satisfaisant sauf pour des années exceptionnelles. On n'observe pas sur la chronique de seuil de débordement. L'analyse des composantes montre des transferts rapides avec un pic au bout de quelques jours et des transferts plus lents, avec un maximum autour du mois et un retour à l'état initial après l'impulsion pluie au bout de 6 mois environ.

Le re-calage du modèle avec 2 années supplémentaires n'a pas amené de modifications sensibles. C'est un piézomètre de type « amont », peu impacté par les prélèvements et assez bien représentatif de l'état de la nappe. Le modèle est assez bien calé sur la chronique et n'a pas nécessité l'introduction de pompages et de seuil de débordement. Il restitue une composante rapide importante et une composante lente nettement prépondérante en basses eaux.

En prévision, les courbes théoriques reconstituées apparaissent cohérentes avec la chronique de mesures.

Ce piézomètre avec son modèle est adapté pour la gestion de l'état de la ressource en ce qui concerne les nappes du Jurassique supérieur et du Dogger. Il présente un seuil bas, autour de 128.3 m NGF, semblant correspondre à la cote de la rivière qui passe à 250 m de l'ouvrage, quasiment toujours atteint en août/septembre en année sèche. En matière de gestion, le seuil de coupure doit être bien évidemment fixé au-dessus de ce niveau de base.

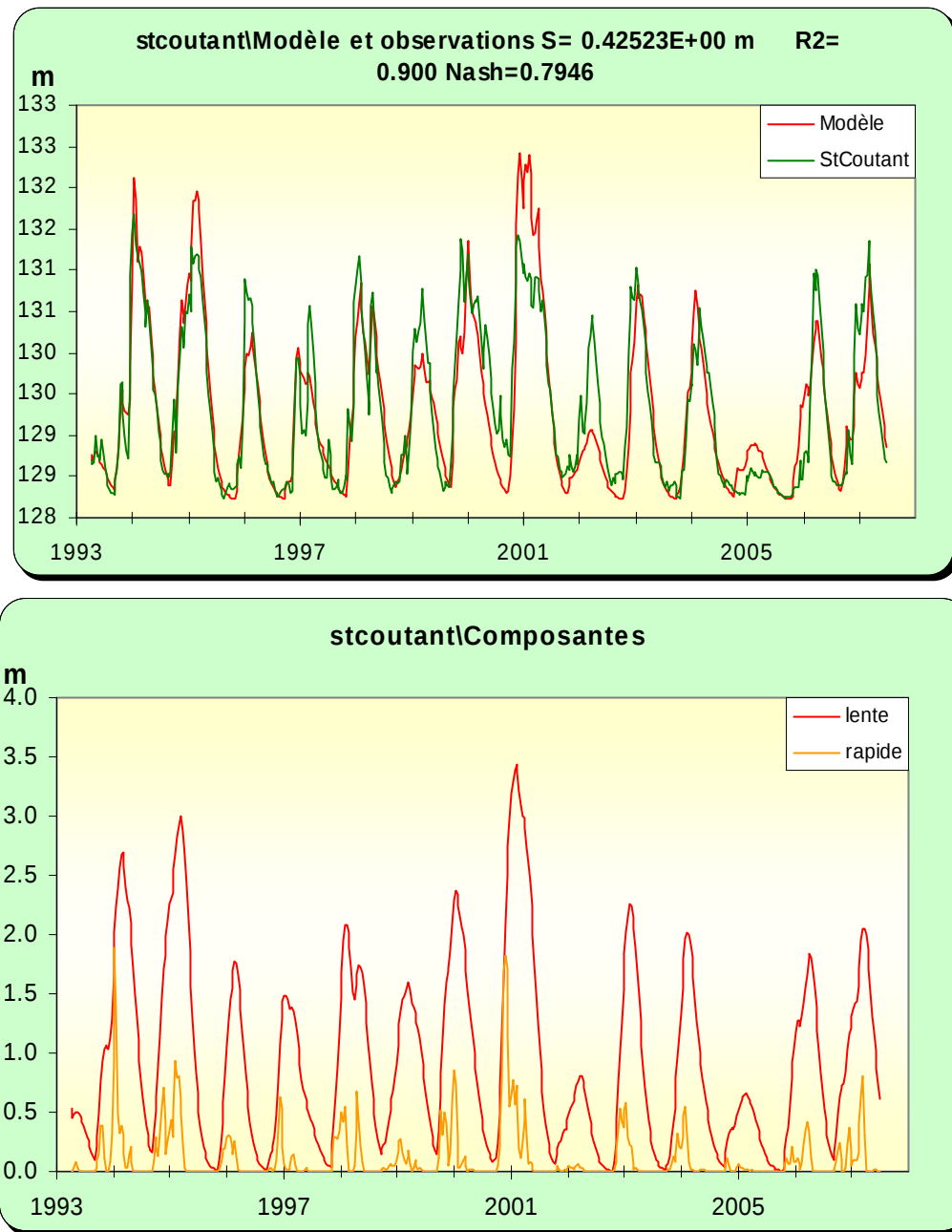


Illustration 10 : Modélisation du piézomètre de St-Coutant, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

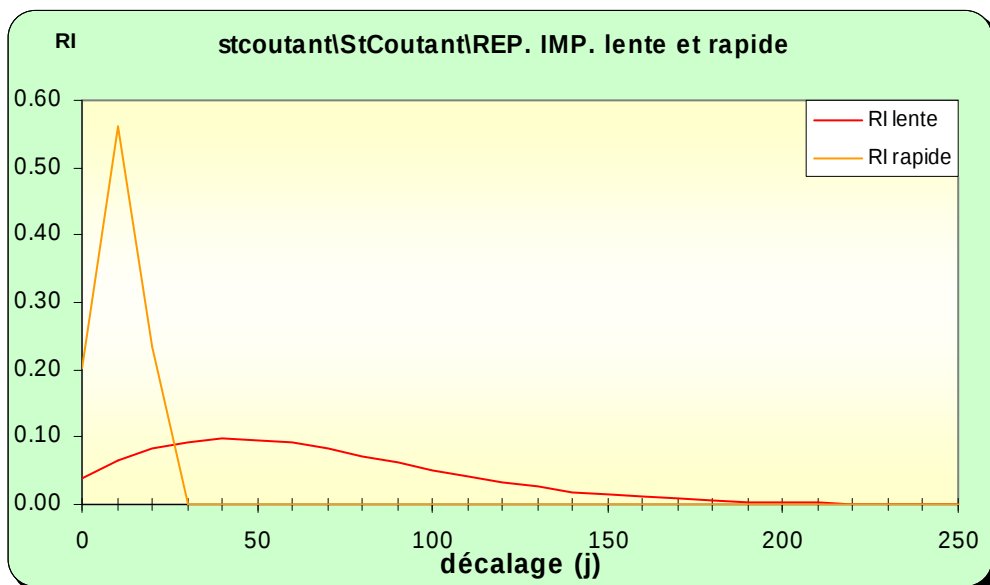


Illustration 11 : Modélisation du piézomètre de St-Coutant, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

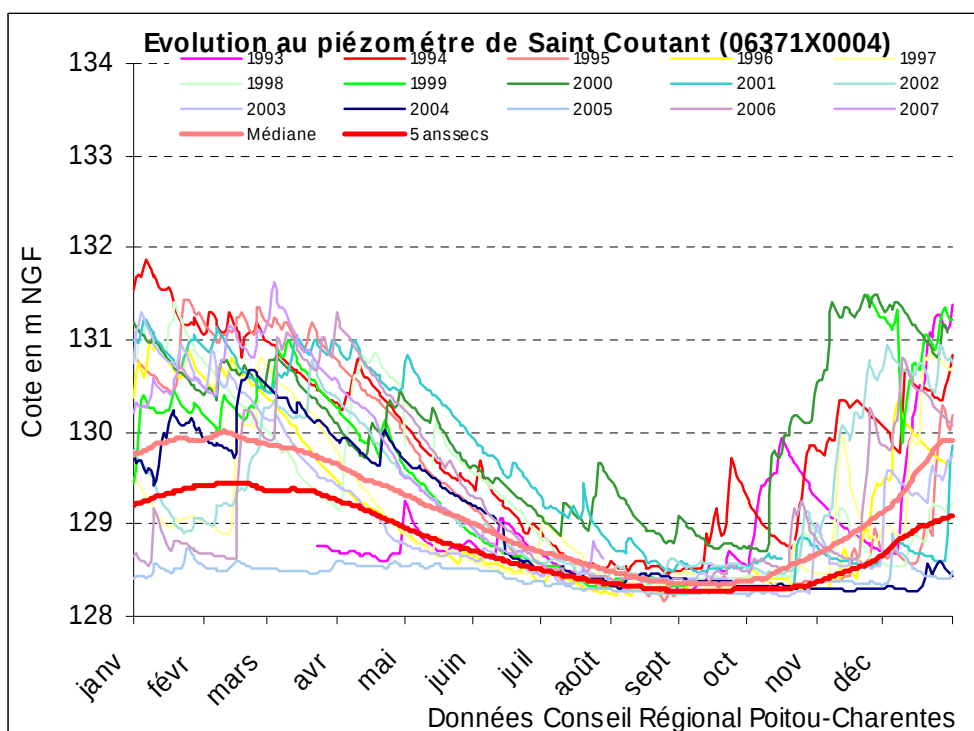


Illustration 12 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Coutant en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de St-Sauvant [06125X0035] Dogger**

Situé à l'amont entre le bassin versant du Charentour et celui du Pamproux, le piézomètre de St-Sauvant capte la nappe karstique du Dogger. Il atteint 72 m de profondeur.

La modélisation de ce piézomètre n'avait pas été réalisée en phase 1. Le modèle est bien calé sur la chronique, même pour une année atypique comme 2005.

Le modèle restitue une composante lente unique mais avec un pic au bout d'une vingtaine de jours et une mise en charge immédiate traduisant une certaine captivité de l'aquifère (on trouve en surface en effet du Jurassique supérieur et du Callovien marneux). Le passage total d'une impulsion pluie efficace se fait au bout d'environ 6 mois.

Ce piézomètre, peu impacté par les pompages, est aussi comme celui de St-Coutant de type amont, c'est-à-dire qu'il représente bien l'état de la ressource souterraine. Les battements annuels sont toutefois nettement plus importants qu'à St-Coutant, ce qui le rend encore plus intéressant en gestion.

La modélisation souligne l'existence d'un seuil de débordement (autour de 124 m NGF) et surtout d'un seuil bas autour de 104 m NGF, toujours atteint en année sèche. Ce seuil ne semble pas correspondre à un exutoire (source) important du secteur.

En prévision, les courbes théoriques apparaissent cohérentes avec les chroniques annuelles de mesures. L'année 2005 (de l'ordre de 50 ans secs) reste nettement plus basse que la courbe "5 ans sec".

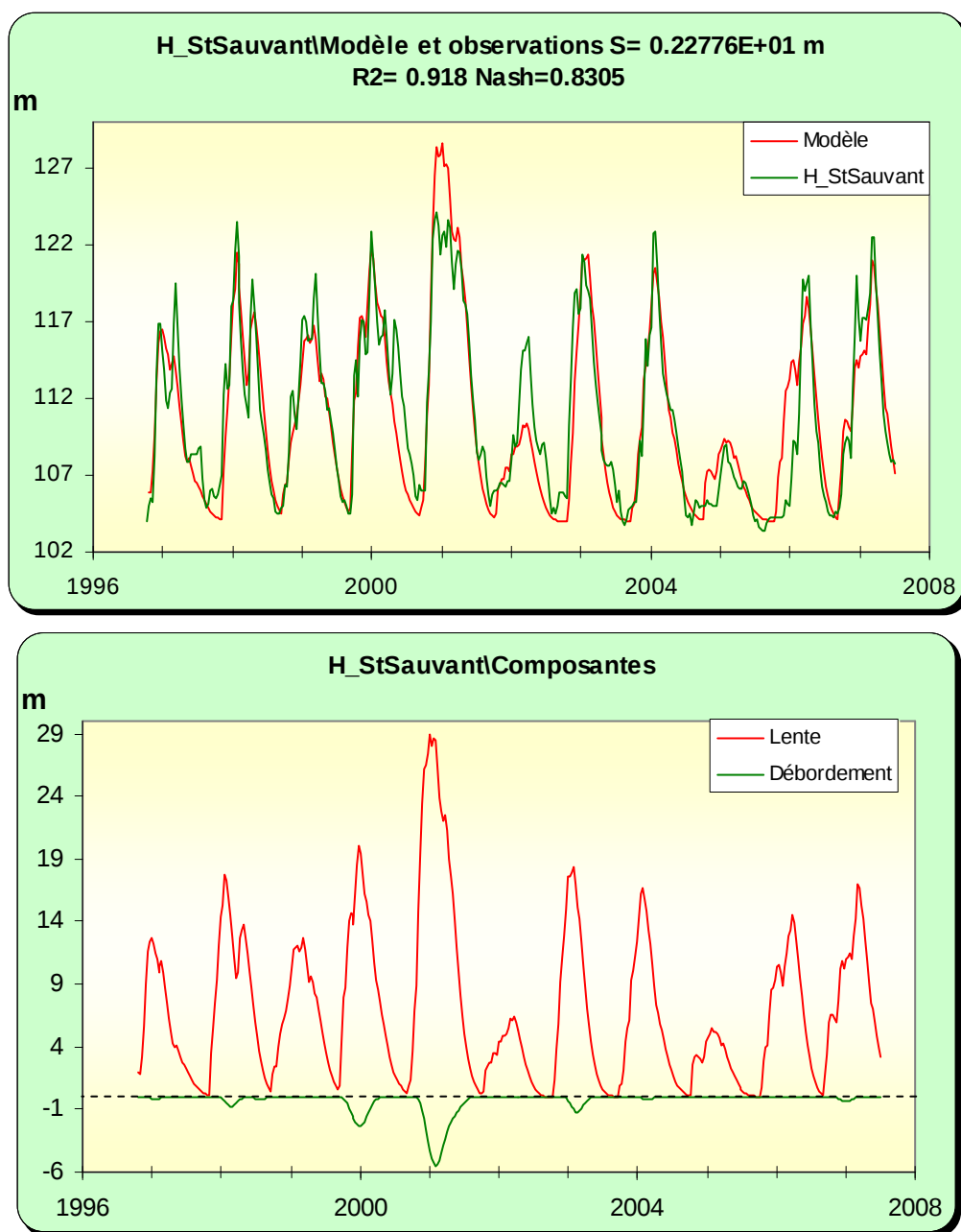


Illustration 13 : Modélisation du piézomètre de St-Sauvant, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

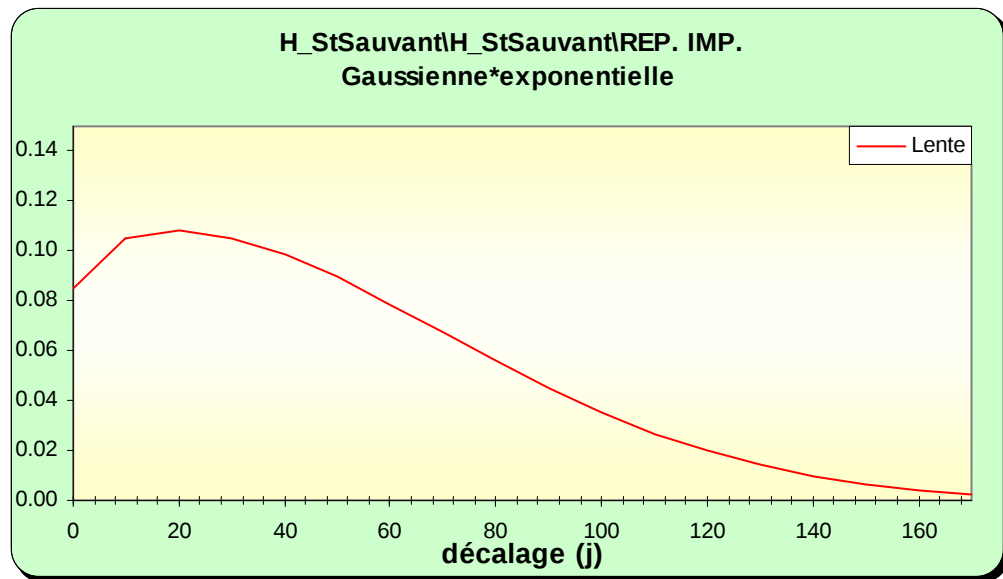


Illustration 14 : Modélisation du piézomètre de St-Sauvant, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

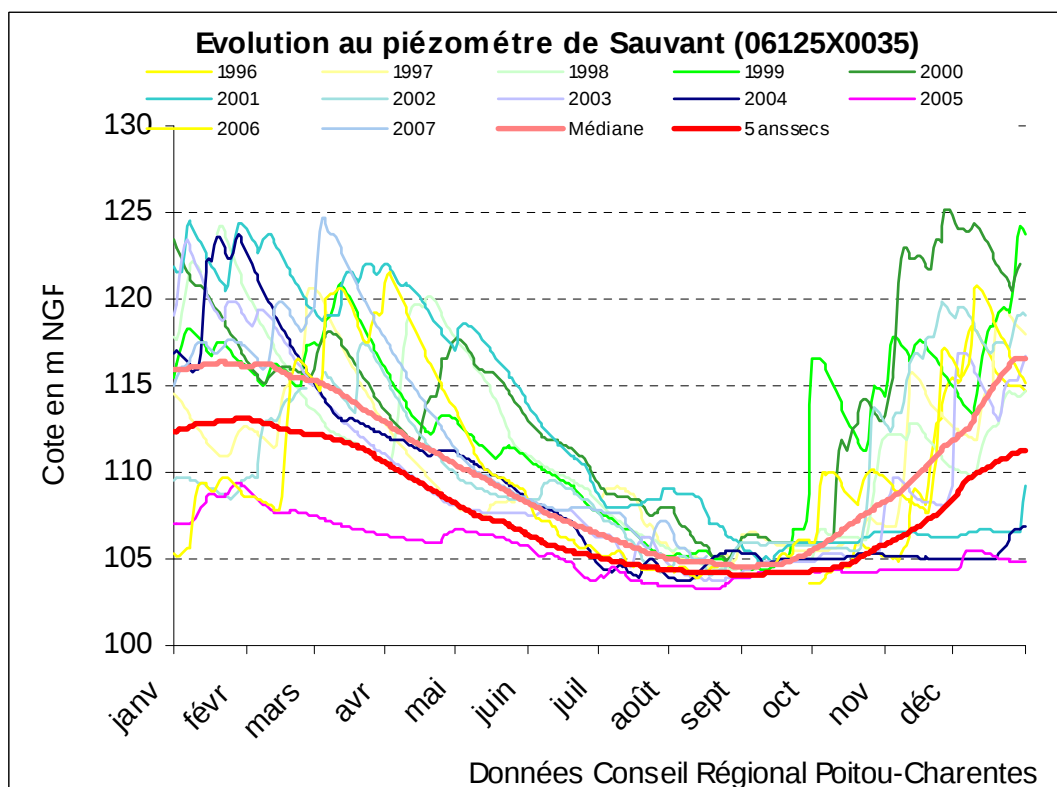


Illustration 15 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Sauvant en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Pamproux 1 [06114X0004] (Dogger)**

Le piézomètre de Pamproux 1 correspond à une source karstique, exutoire de la nappe du Dogger. La chronique de mesures montre un battement annuel très contrôlé par un seuil de débordement, autour de 100 m NGF et un seuil bas autour de 95 m NGF. Ce battement annuel se fait quelle que soit la pluviométrie de l'année, à l'exception de 2005 et dans une moindre mesure de 2002.

Le modèle relativement bien calé ne peut toutefois reproduire les hautes eaux ; en année plutôt sèche le modèle n'atteint pas le niveau de débordement. Le fonctionnement de cette source apparaît complexe. Des interférences avec la nappe de l'Infra-Toarcien, sous jacente et nettement en charge par rapport à celle du Dogger, pourraient expliquer la difficulté de reproduire les hautes eaux.

Le modèle restitue une composante rapide en hautes eaux et une composante lente majoritaire. Cette dernière présente une réponse impulsionnelle maximale entre 30 à 40 jours avec un retour à 0 au bout d'environ 4 mois.

Le piézomètre de Pamproux 2 à l'Infra-Toarcien est très impacté par les pompages. De plus, il a été récemment abandonné ce qui explique que sa modélisation n'a pas été reprise dans cette phase. Le modèle précédent ne donnait pas de résultats satisfaisants.

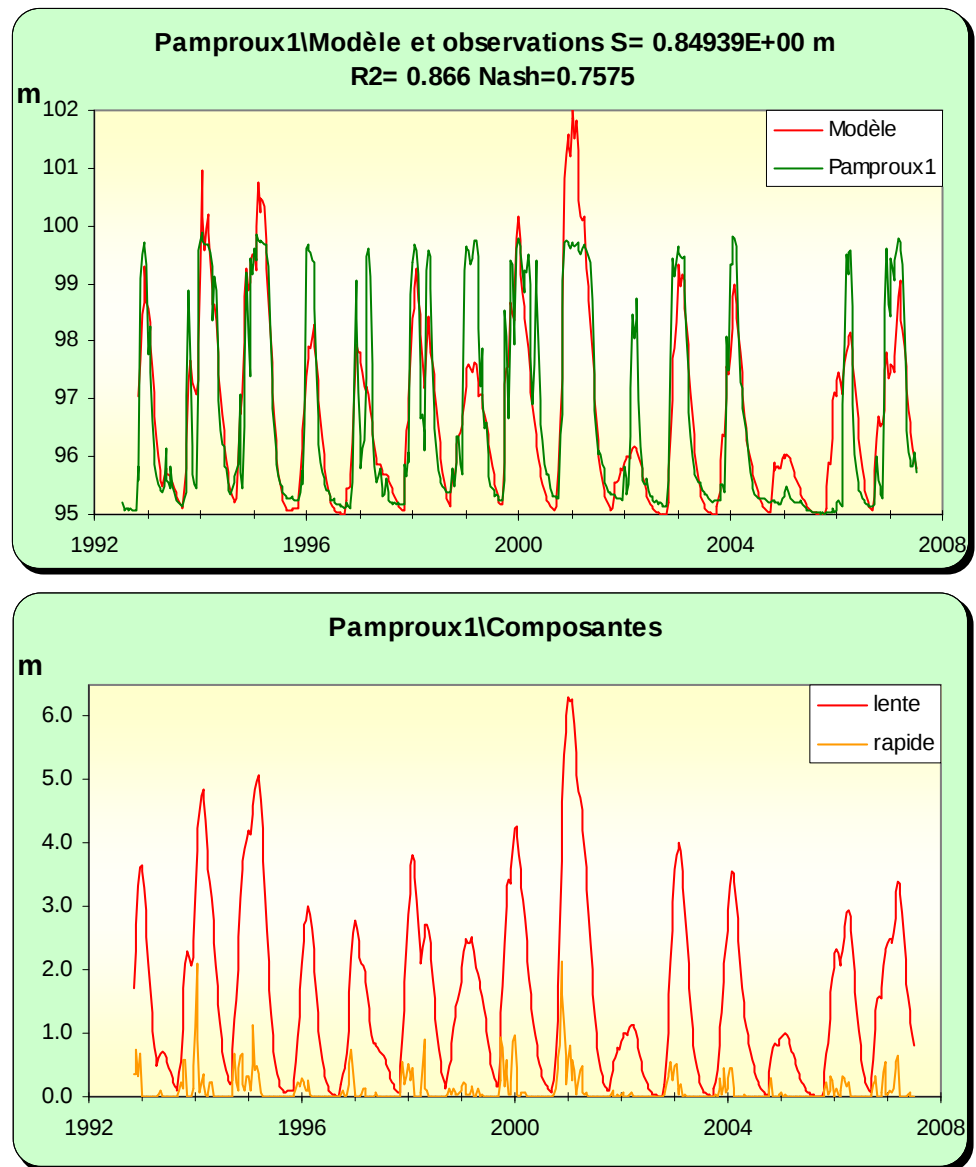


Illustration 16 : Modélisation du piézomètre de Pamproux 1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

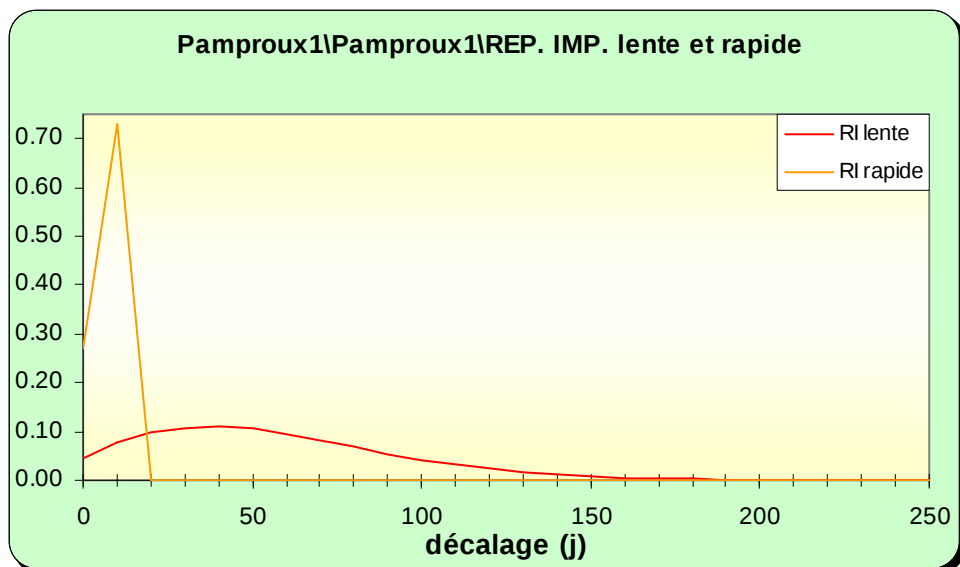


Illustration 17 : Modélisation du piézomètre de Pamproux 1, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

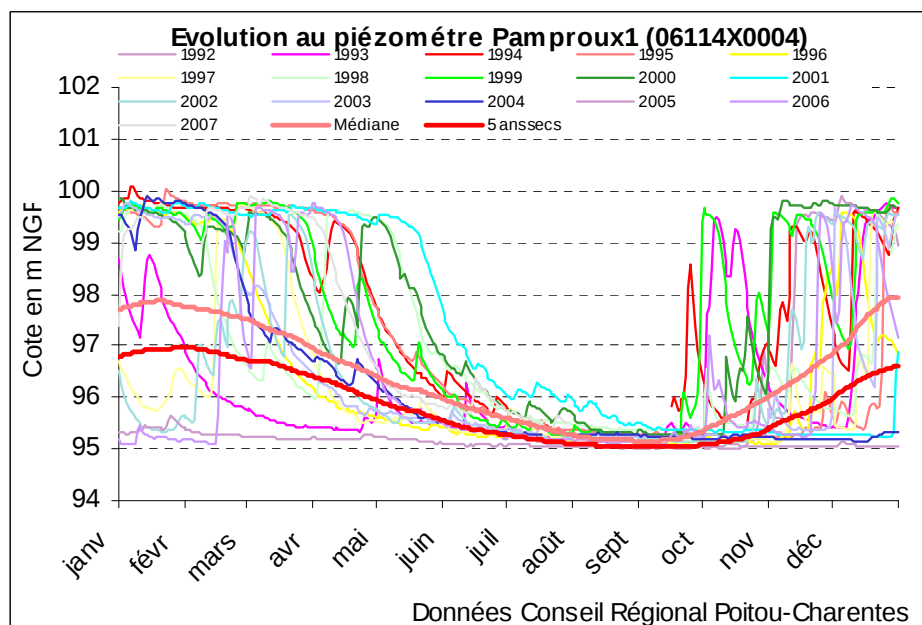


Illustration 18 : Utilisation du modèle du piézomètre de Pamproux 1 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Fontgrive [06114X0037] Infra-Toarcien**

Le calage de ce forage de 74 m de profondeur, nettement captif, a été repris même si le calage du modèle considère uniquement les mesures antérieures à 2001. Les années récentes montrent en effet de trop rapides variations (pompages ?).

Le calage a aussi été repris en essayant de s'affranchir au mieux de l'effet des pompages.

La modélisation s'en trouve nettement améliorée. La décomposition du signal piézométrique souligne l'existence d'une composante lente avec un pic autour de 2-3 mois et un retour à l'état initial au bout d'environ 300 jours. Ces temps de réponse, bien que restant inférieurs à l'année, montrent une inertie de la nappe de l'Infra-Toarcien plus importante que celle des nappes du Dogger et du Jurassique supérieur dans ce secteur.

Utilisé en prévision, le modèle restitue une courbe "5 ans sec" plus « haute » que la courbe du calage précédent, du fait d'une meilleure prise en compte des pompages. La superposition des courbes théoriques sur les chroniques annuelles présentent aussi une meilleure cohérence. Le niveau atteint naturellement à l'étiage 4 années sur 5 serait de l'ordre de 95 m NGF (hors prélèvements agricoles).

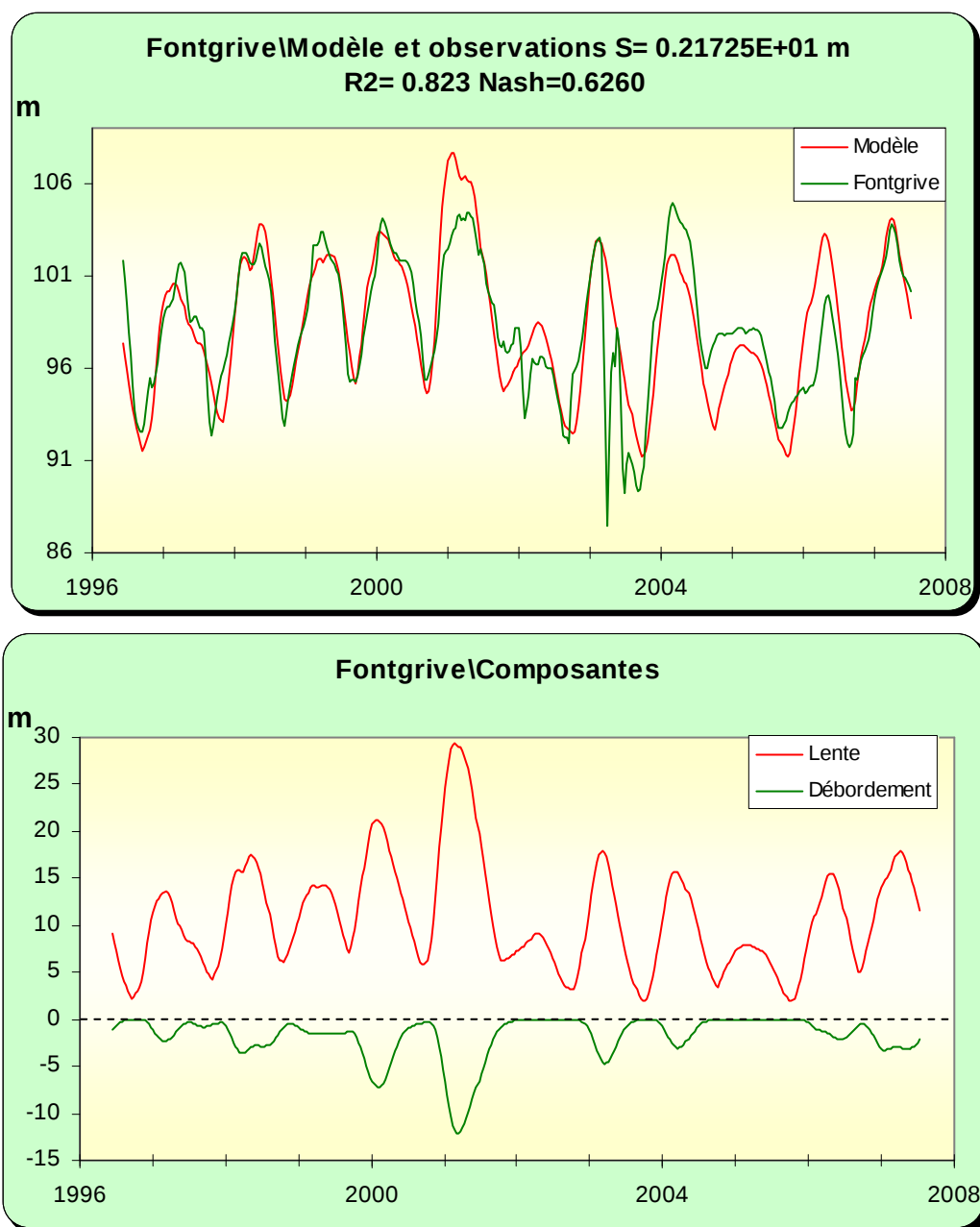


Illustration 19 : Modélisation du piézomètre de Fontgrive, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

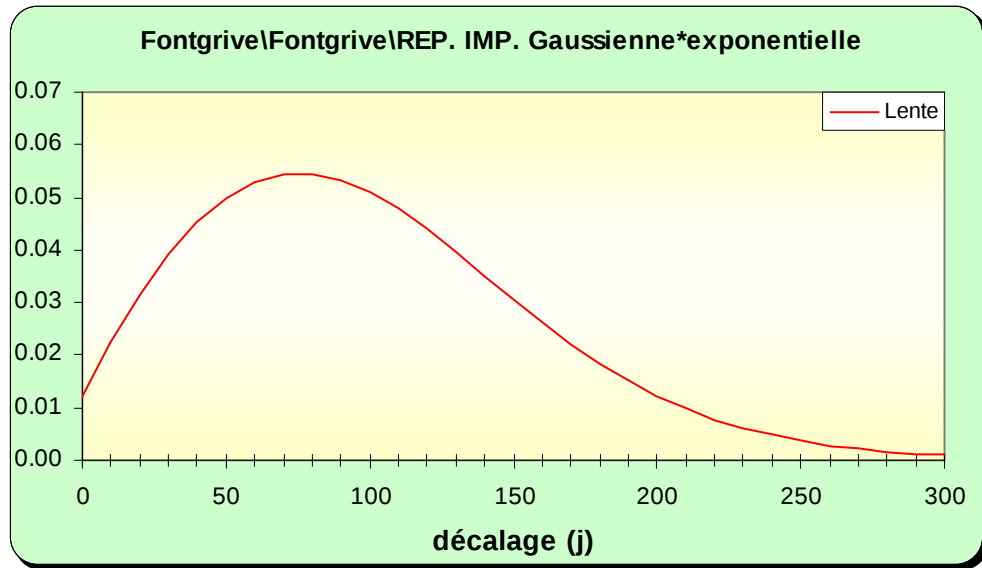


Illustration 20 : Modélisation du piézomètre de Fontgrive , analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

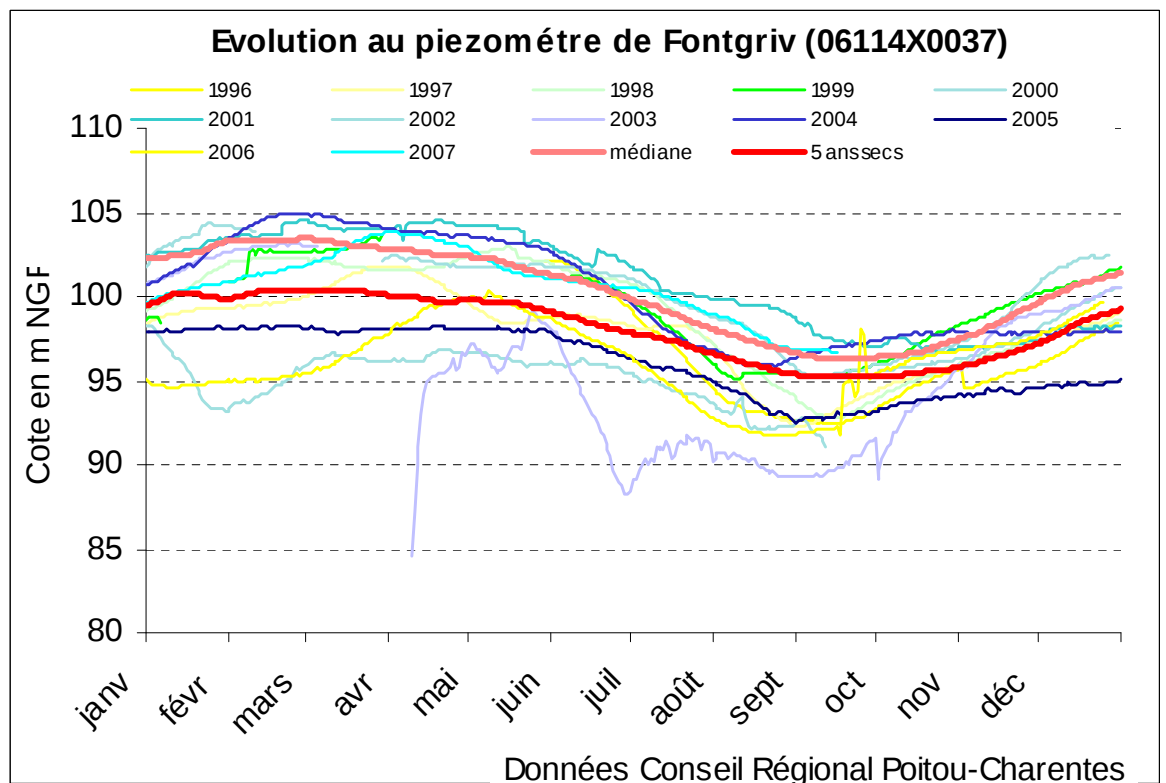


Illustration 21 : Utilisation du modèle du piézomètre de Fontgrive en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Rouille [06121X0001] Infra-Toarcien**

Ce piézomètre est situé à l'amont du bassin hydrogéologique du Pamproux, à proximité de la crête piézométrique entre les bassins de la Vonne au Nord et le bassin de la Sèvre-Niortaise au Sud. Avec 105 m de profondeur il capte l'aquifère de l'Infra-Toarcien captif. Sa coupe géologique montre l'existence des calcaires du Dogger de 0 à 44 m de profondeur.

La chronique témoigne d'un impact modéré des pompages. La modélisation a dû en tenir compte pour améliorer le calage. Sur la chronique de mesures, l'impact se marque à partir de 105 m NGF qui semble correspondre à un seuil naturel.

Il en résulte un modèle relativement bien calé surtout en basses eaux. La décomposition du signal montre une composante rapide très faible, négligeable, et une composante lente avec un pic au bout d'environ 2 mois et un retour à 0 au bout de 6 mois. Comparativement au piézomètre précédent de Fontgrive, le piézomètre de Rouille témoigne d'une nappe infra-toarcienne avec une inertie moindre car plus proche des zones d'alimentation.

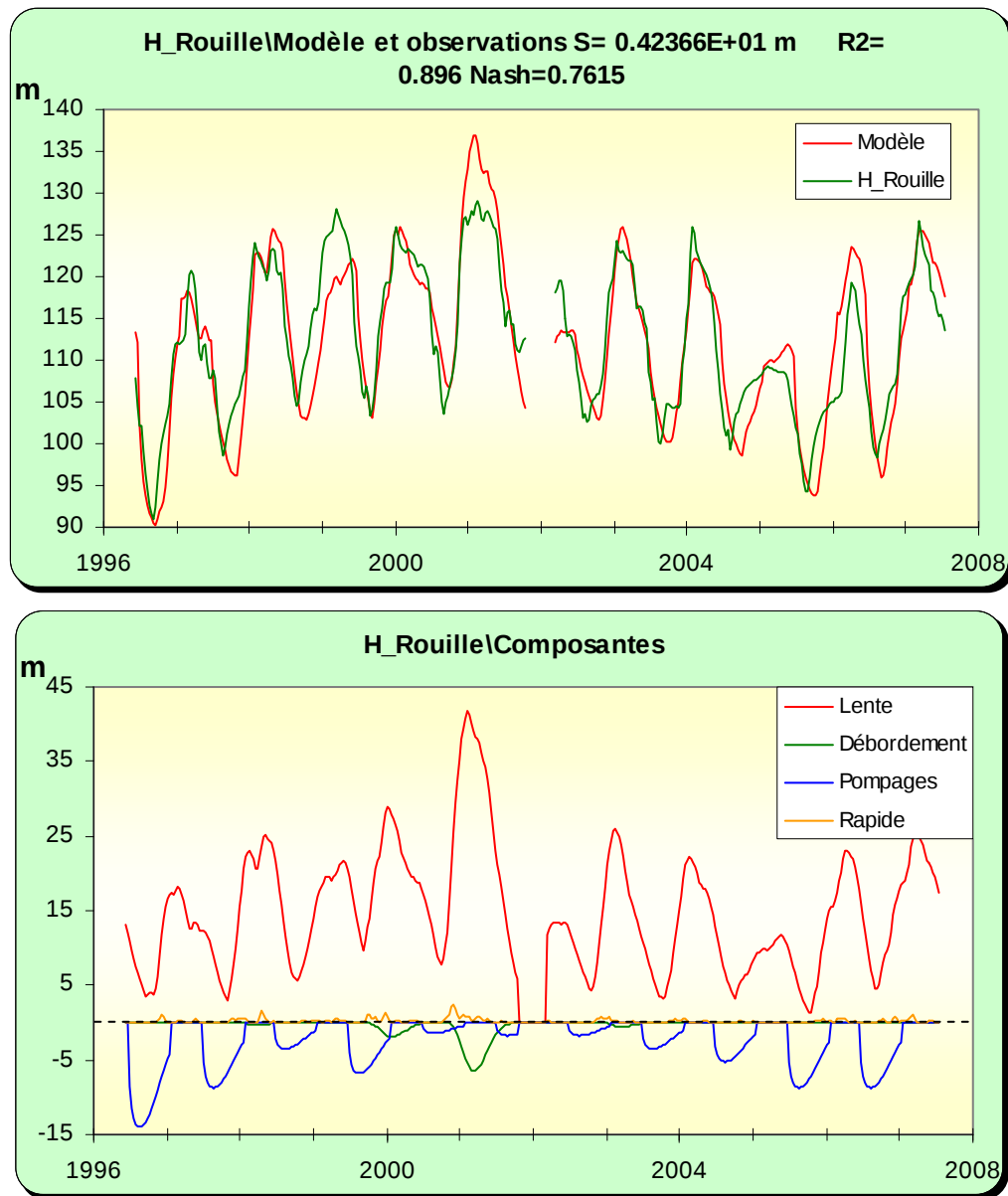


Illustration 22 : Modélisation du piézomètre de Rouillé, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

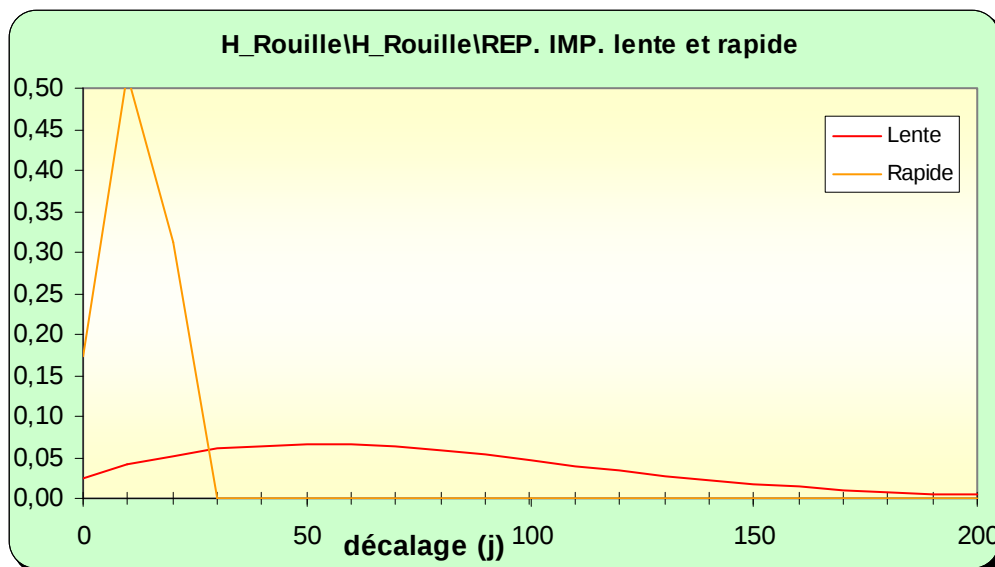


Illustration 23 : Modélisation du piézomètre de Rouillé, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

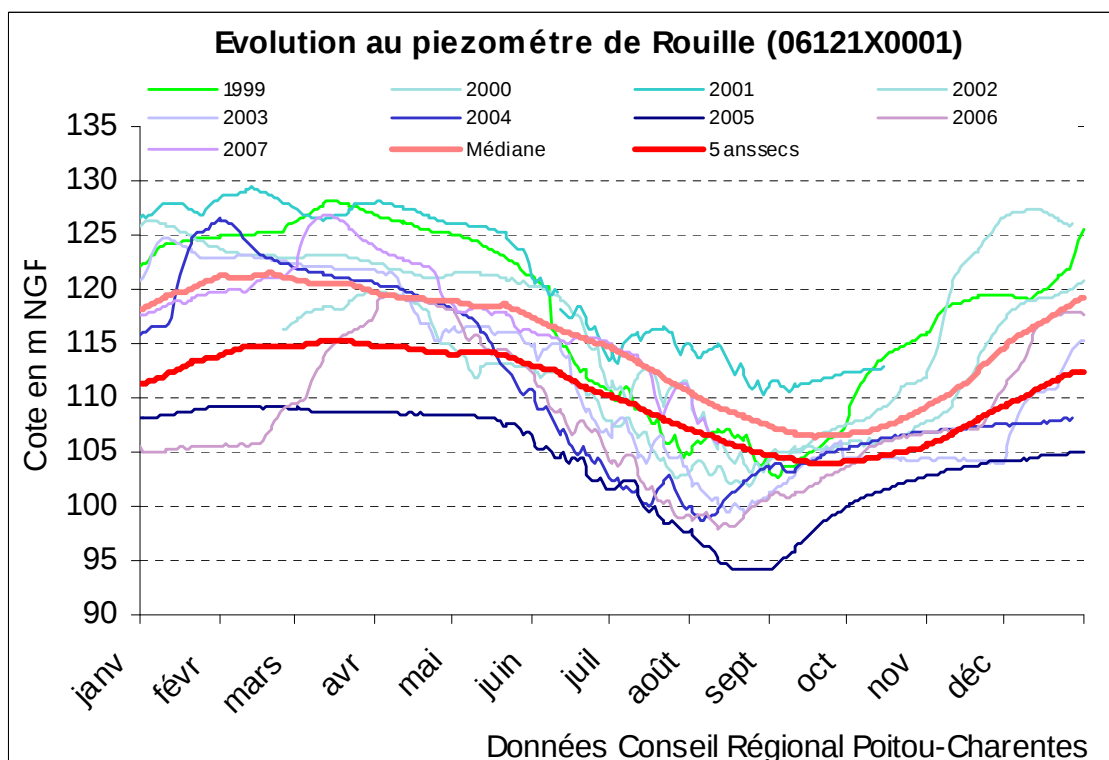


Illustration 24 : Utilisation du modèle du piézomètre de Rouillé en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **3.1.2.2 Modélisation de la station de débit de Pont-de-Ricou**

Le calage du modèle de la station de débits de Pont-de-Ricou a été repris en considérant en entrée plusieurs cas de figure : Fontgrive et St-Coutant, St-Coutant, St-Sauvant et Rouille, St-Sauvant et Fontgrive, St-Coutant seul.

Le meilleur calage a été obtenu dans la dernière configuration qui présente l'avantage de la simplicité. C'est ce scénario qui a été retenu pour le travail en prévision.

Il ressort toutefois de cet ensemble de tests que la composante infra-toarcienne de Fontgrive est très faible, compatible avec une nappe profonde, captive, difficilement alimentée. Dans le scénario Rouillé/St-Sauvant/St-Coutant, la nappe infra-toarcienne de Rouillé aurait une contribution de l'ordre de 10 % de l'apport des nappes au débit à Pont-de-Ricou. Les nappes du Dogger à St-Sauvant et du Dogger/Jurassique supérieur à St-Coutant auraient des contributions équivalentes (de l'ordre de 45 % chacune). Dans ce dernier cas de figure, la composante lente inexploitable est faible.

Le nouveau calage ne modifie pas fondamentalement les résultats de la modélisation précédente. Des écarts perdurent entre le modèle et la chronique en période d'étiage, matérialisant l'impact important des pompages sur le débit de la rivière. Comme nous l'avons vu, les corrélations entre débit à Pont-de-Ricou et piézométrie des nappes du Jurassique supérieur et du Dogger restent nettement plus fortes qu'entre les débits et la nappe de l'Infra-Toarcien, ce qui est tout à fait cohérent avec la plus grande inertie de cette nappe vis-à-vis de la pluie efficace et l'état captif de cette ressource.

En prévision le modèle donne un débit d'étiage "5 ans sec" un peu plus faible ( $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) que celui obtenu en phase 1 ( $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Il en résulte bien évidemment des volumes disponibles revus à la baisse.

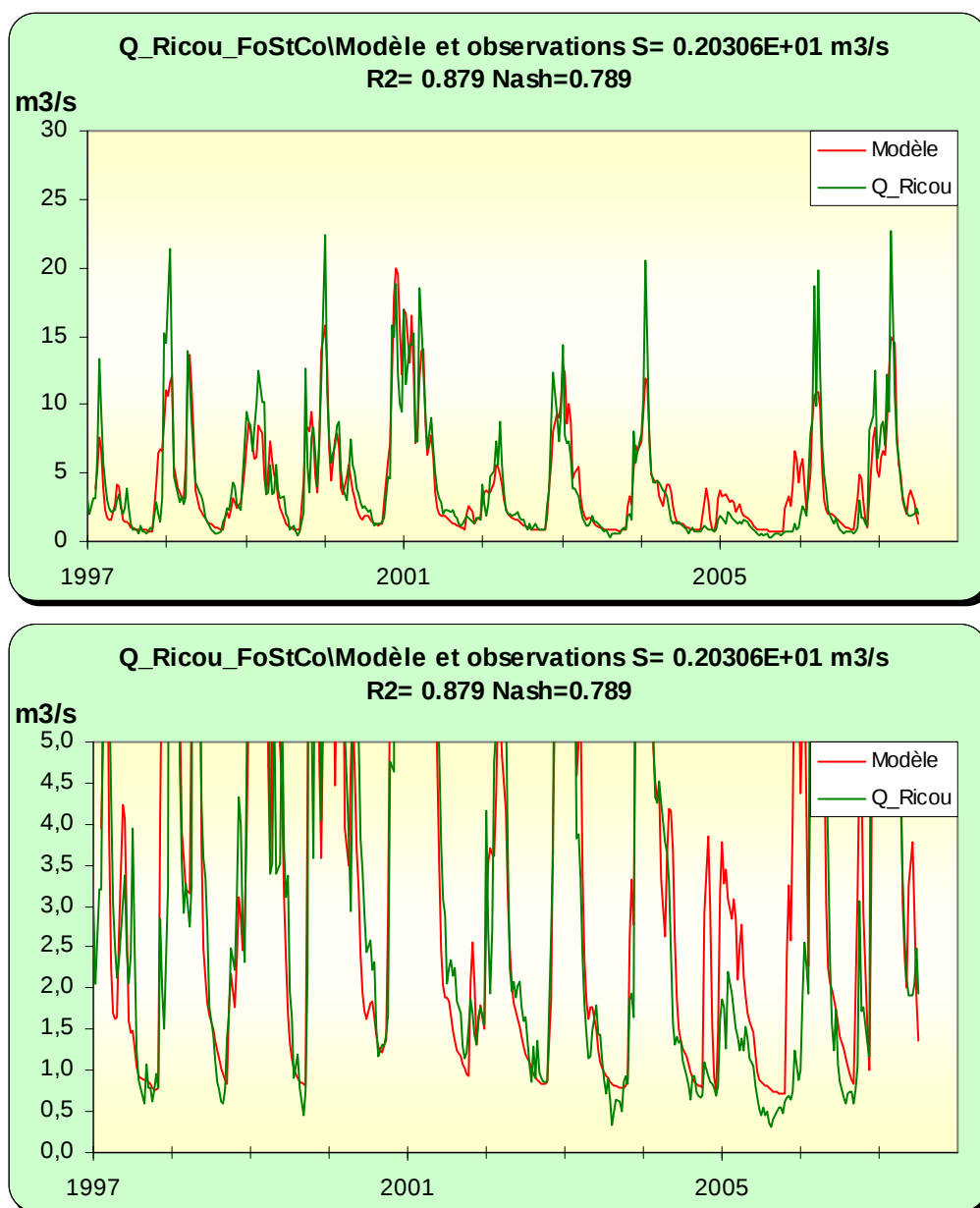


Illustration 25 : Modélisation de la station de Pont-de-Ricou, *en haut* : superposition du modèle sur la chronique, *en bas* : agrandissement montrant les écarts en période d'étiage et l'impact des pompages

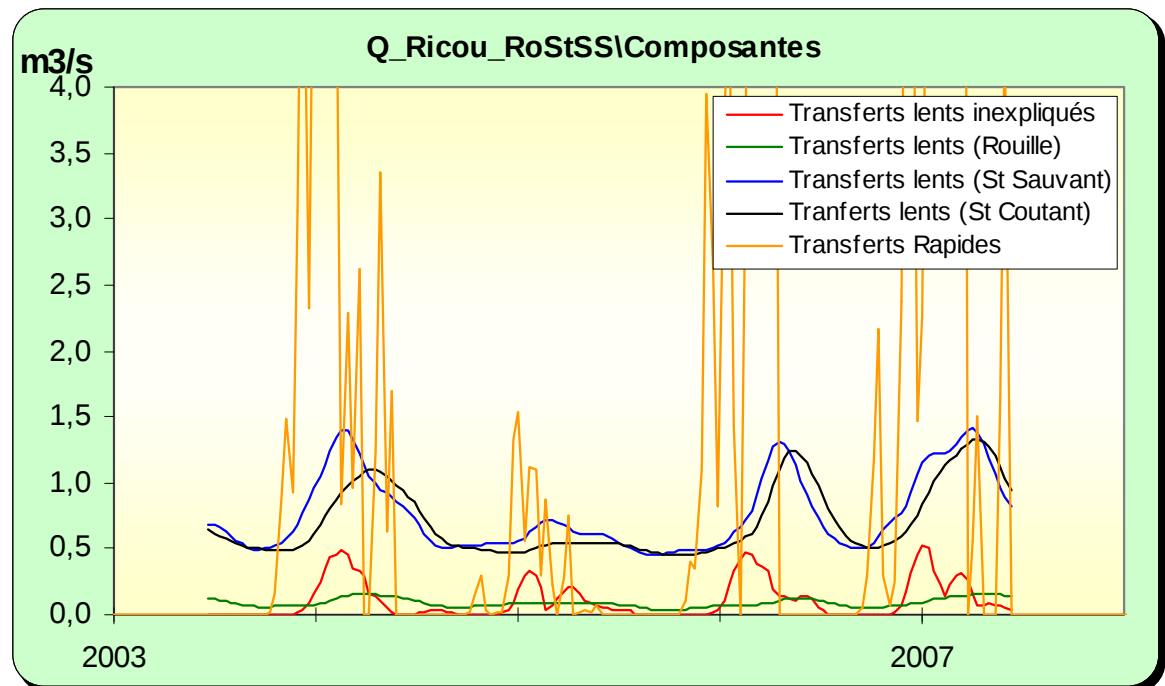
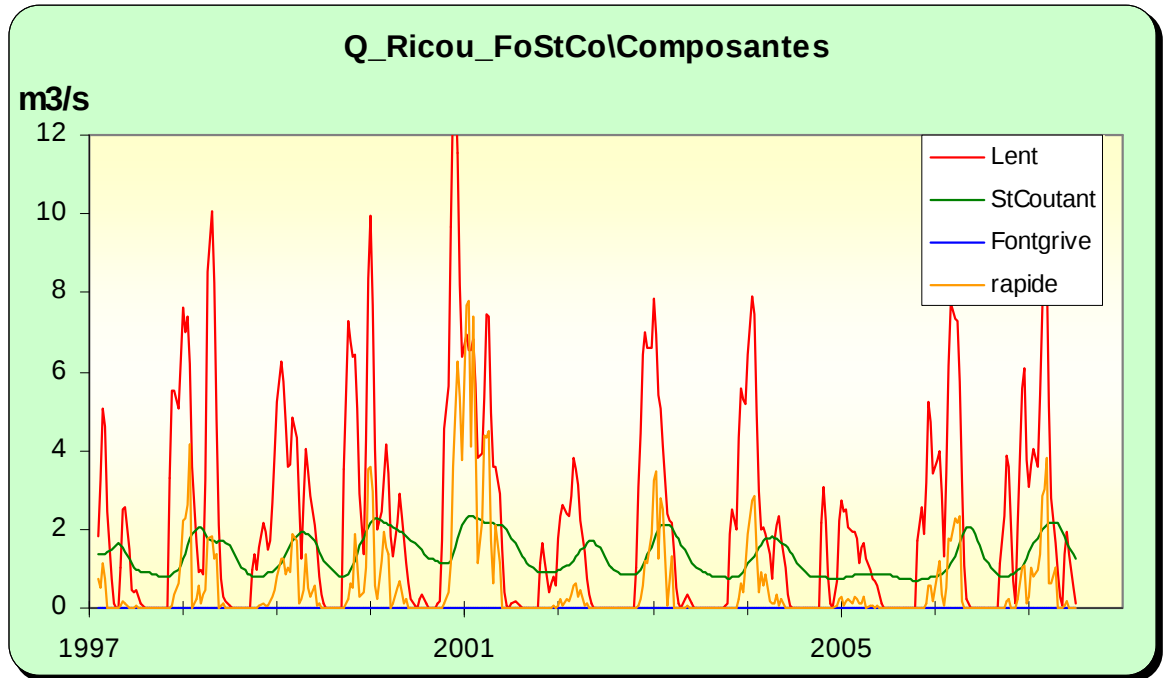


Illustration 26 : Modélisation de la station de Pont-de-Ricou, composantes du signal : en haut avec le scénario Fontgrive/St-Coutant, en bas avec le scénario Rouillé/St-Sauvant/St-Coutant

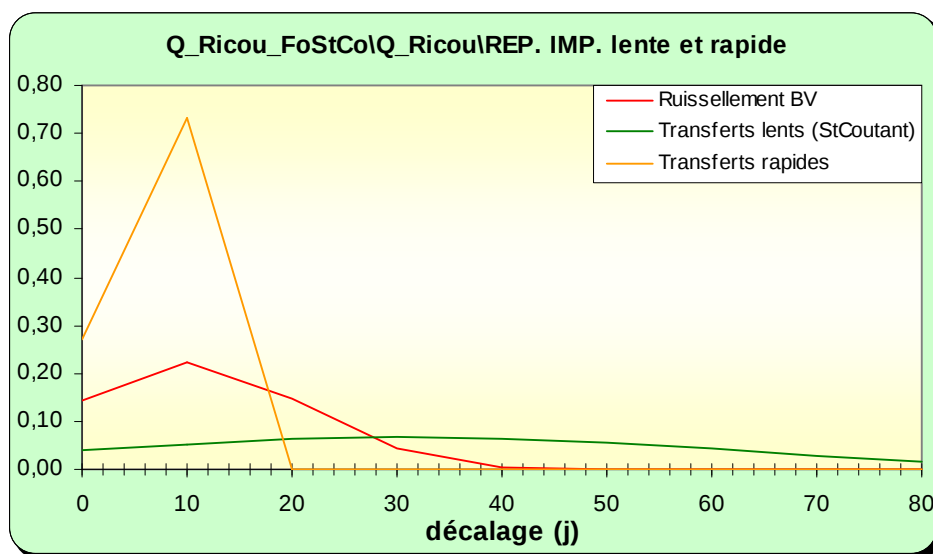


Illustration 27 : Modélisation de la station de Pont-de-Ricou, réponses impulsionnelles

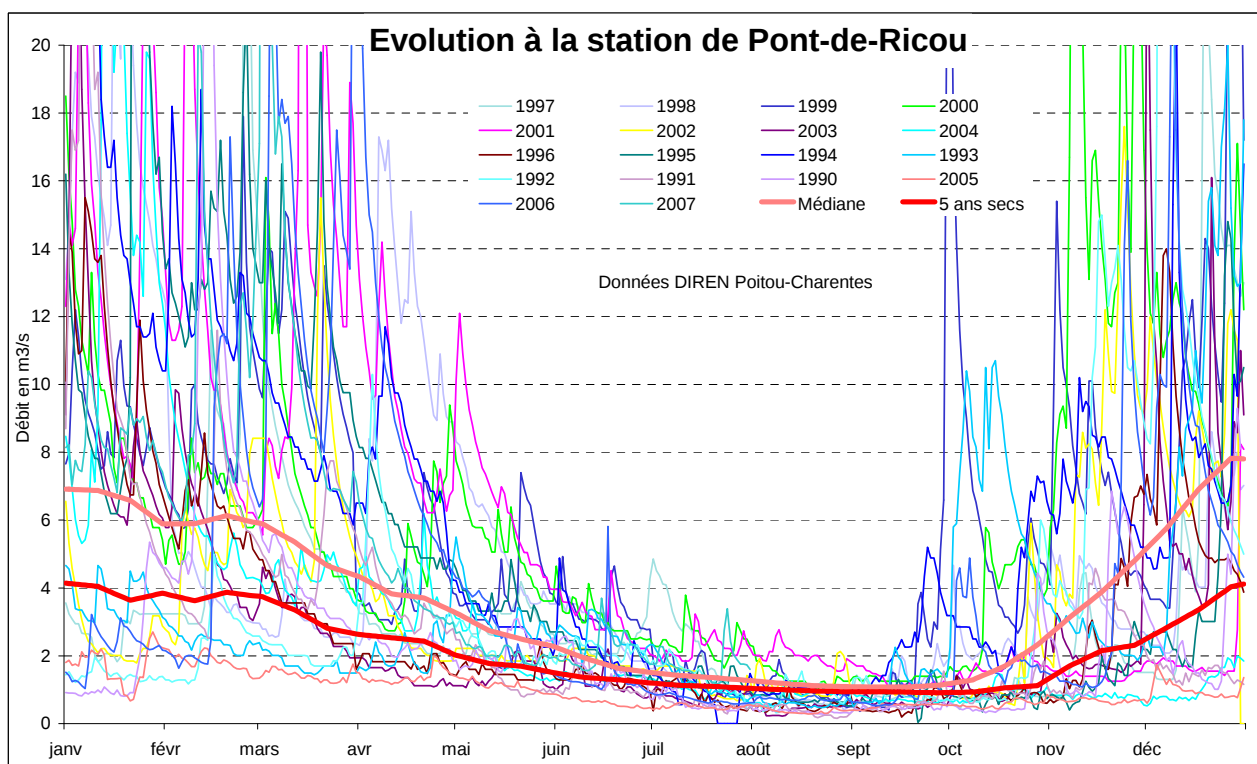
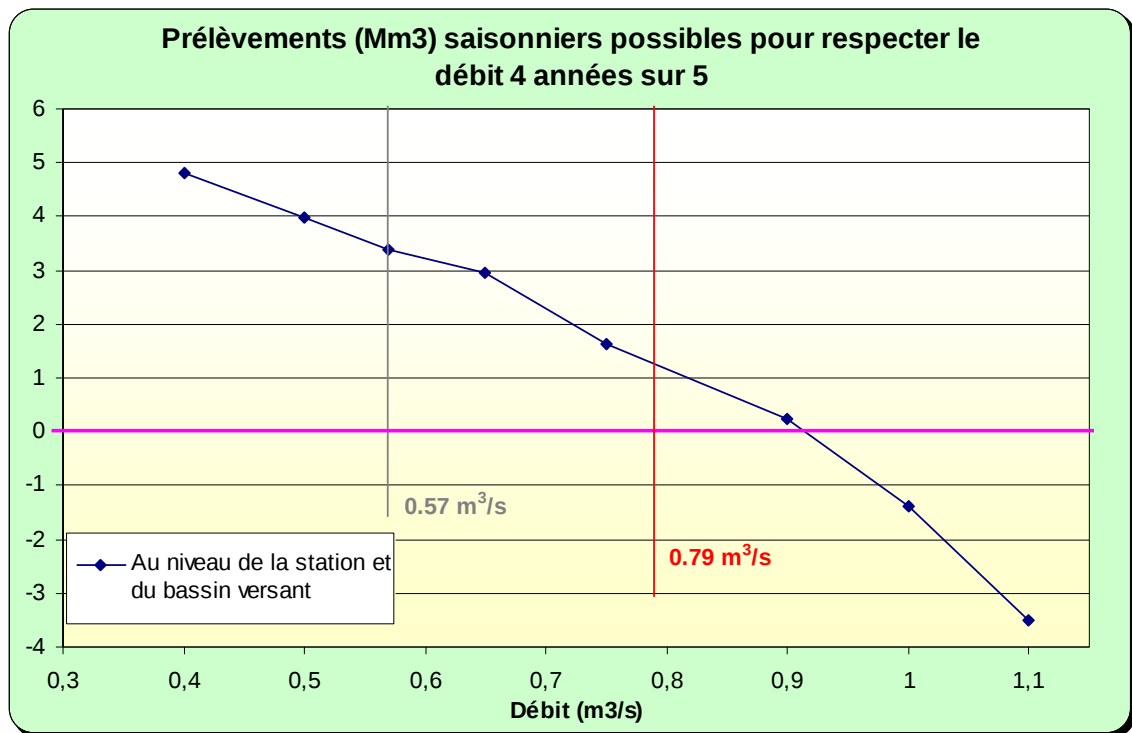


Illustration 28 : Utilisation du modèle de la station de Pont-de-Ricou en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.1.2.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Le débit de la Sèvre à Pont-de-Ricou est très impacté, nous l'avons vu, par les pompages saisonniers à l'amont. Ceux-ci sont de l'ordre de 3 Mm<sup>3</sup> pour ce qui concerne les nappes (cf. rapport phase 1). Il est également très marqué par les pertes des rivières amont, en particulier de la Dive du Sud, d'où vraisemblablement l'importance des transferts rapides donnée par le modèle de Pont-de-Ricou.

Pour respecter le débit d'objectif proposé dans le cadre du SAGE Sèvre-Niortaise (0.79 m<sup>3</sup>/s) 4 années sur 5 il conviendrait de faire d'importantes économies sur les prélèvements saisonniers ; le volume disponible serait de l'ordre de 1,5 Mm<sup>3</sup> d'après le modèle. En revanche, pour respecter l'objectif de 0.79 m<sup>3</sup>/s, ce volume serait de l'ordre de 3 Mm<sup>3</sup> une année sur 2 et de 4 Mm<sup>3</sup> en année humide (3 ans), ce qui correspond à peu près au niveau des prélèvements actuels.



| Hypothèses                 |            |         |           |            |           |           |
|----------------------------|------------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril  | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | St-Coutant |         |           |            |           |           |

Illustration 29 : Disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs et des hypothèses de travail

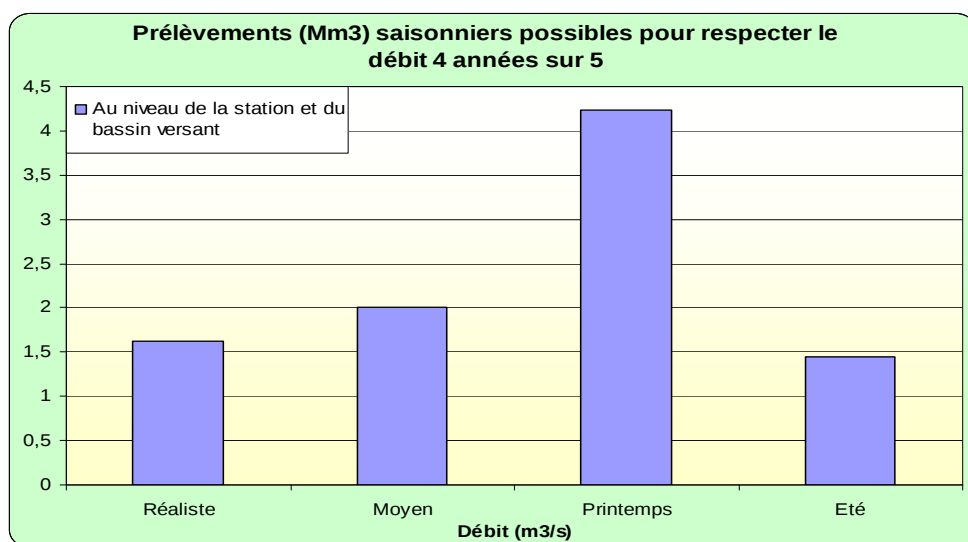
### 3.1.2.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Du fait de l'impact important des prélèvements à l'amont et des transferts karstiques des pertes en rivière, le modèle de la station de Pont-de-Ricou est très sensible aux entrées,, tant avec les prélèvements qu'avec les piézomètres utilisés. L'ordre de grandeur de l'incertitude sur les débits modélisés est de 100 l/s.

En prévision, seul le piézomètre de St-Coutant est utilisé et les volumes disponibles sont donc donnés pour des prélèvements dans les aquifères superficiels, du Jurassique supérieur et du Dogger.

Le test de plusieurs scénarios de prélèvements montre assez peu d'écart entre les scénarios faisant intervenir des prélèvements principalement estivaux. Dans le cas de prélèvements plutôt réalisés au printemps, les débits disponibles apparaissent nettement plus importants (de 2 à 3 fois plus élevés), en cohérence avec l'inertie des aquifères.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 30 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé(0.79 m<sup>3</sup>/s) selon différents scénarios de prélèvements

### **Propositions pour la gestion**

Ce bassin amont de la Sèvre apparaît particulièrement complexe avec des transferts souterrains entre notamment la Dive du Sud et la Sèvre-Niortaise (Exoudun), l'existence d'une fracturation intense du fait de la faille de Parthenay et des zones effondrées de Lezay et de St-Maixent, de la superposition de 3 aquifères (Infra-Toarcien, Dogger, Jurassique supérieur).

Après Lezay, lorsque l'épaisseur du Jurassique supérieur s'amenuise, la Dive du Sud ne s'écoule pratiquement plus à partir du printemps et durant l'été. Une limite entre bassin versant du Clain et bassin de la Sèvre-Niortaise est proposée et découle de la synthèse des nombreux travaux ayant concerné cette zone (traçage, géophysique, géologie, pompage d'essai...). Selon cette limite, le bassin versant de la Sèvre englobe le bassin amont de la Dive du Sud ainsi qu'une partie importante du bassin de la Vonne qui vient alimenter le Pamproux.

Le travail de modélisation fait ressortir 3 piézomètres qui pourraient préférentiellement être utilisés en gestion. Il s'agit du piézomètre de **Rouillé** qui caractérise assez bien la nappe de l'Infra-Toarcien, du piézomètre de **St-Sauvant** pour la nappe du Dogger, qui présente aussi l'intérêt d'un battement annuel non négligeable (permet la fixation de seuils bien individualisés), du piézomètre de **St-Coutant**, peu impacté par les pompages, et représentatif du fonctionnement des nappes du Jurassique supérieur et du Dogger. Ces 3 piézomètres sont de bons indicateurs de l'état des ressources souterraines. Les seuils de gestion peuvent être fixés à partir des courbes théoriques données par le modèle.

La modélisation de la station de Pont-de-Ricou montre une participation très significative de ces 3 nappes au débit de la Sèvre. Plusieurs solutions existent pour la gestion :

- en terme de seuil de gestion, les courbes théoriques données par le modèle (par exemple courbe médiane pour déclencher l'alerte, courbe "5 ans sec" pour la coupure) peuvent être utilisées soit en tant que tel (plus conforme à la réalité physique) soit pour définir des seuils ;
- en terme d'indicateur, soit les 3 piézomètres couplés à la station de débit sont utilisés conjointement sans distinction de nappe, soit chaque point de la zone de gestion est rattaché à une nappe et est géré en couplant la station de débit avec l'indicateur de la nappe correspondante : Pont-de-Ricou + St-Coutant pour la nappe du Jurassique supérieur, Pont-de-Ricou + St-Sauvant pour le Dogger, Pont-de-Ricou et Rouillé pour l'Infra-Toarcien.

Par ailleurs, le respect du débit d'objectif de  $0.79 \text{ m}^3/\text{s}$  proposé au Pont-de-Ricou, 4 années sur 5, suppose la mise en œuvre d'économies importantes sur les prélèvements saisonniers, de plus de 50 %. Toutefois, les économies à faire seraient plus faibles, voire nulles, si les prélèvements étaient réalisés au printemps.

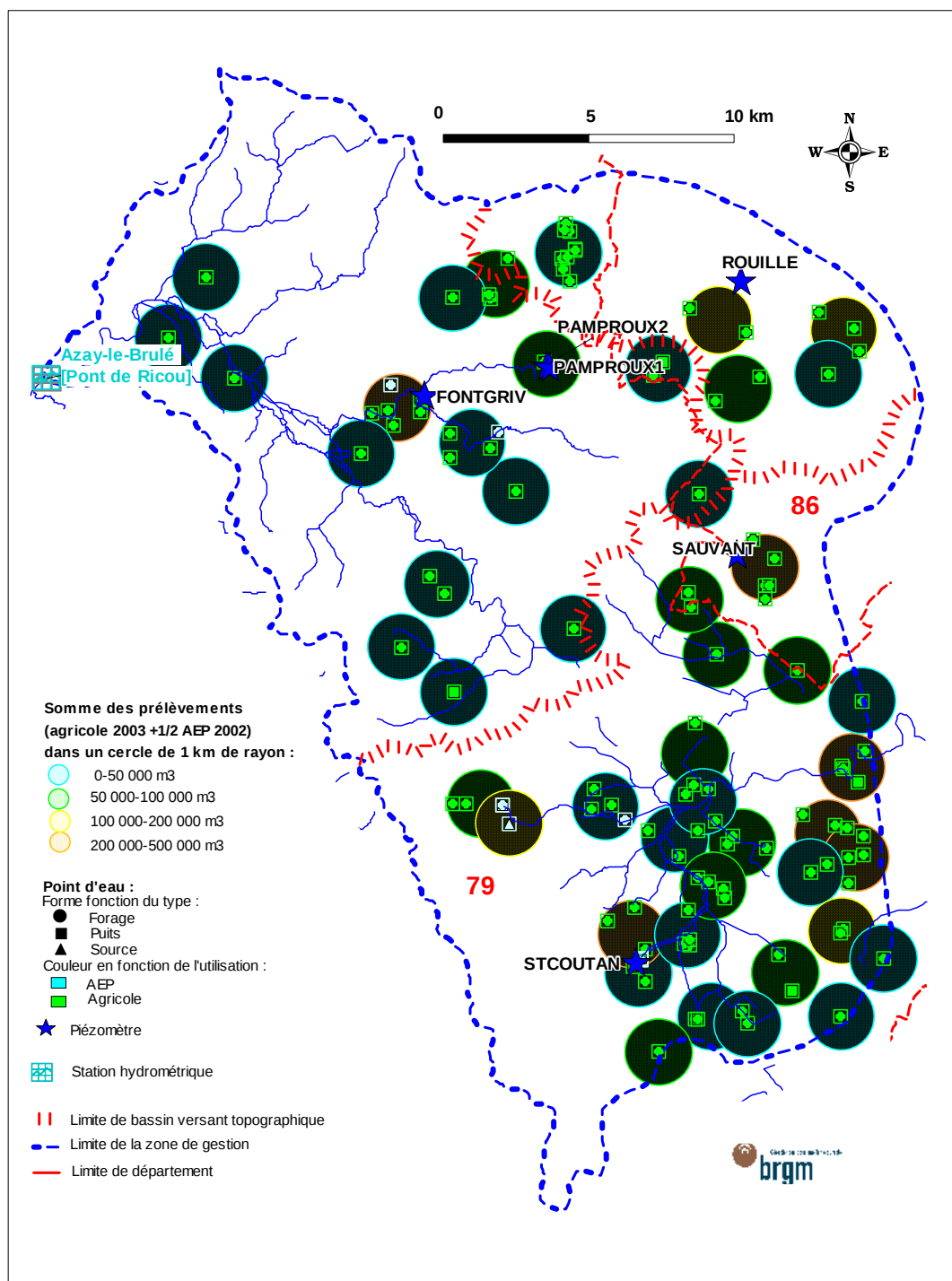


Illustration 31 : Extension de la zone de gestion Sèvre amont, position des piézomètres et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.1.3 La Sèvre moyenne**

#### **3.1.3.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre de Breuil [06111X0046] Infra-Toarcien***

Le piézomètre de Breuil (44 m de profondeur) est situé dans l'Infra-Toarcien captif (environ 10 m de marnes toarciennes). Les zones d'affleurement de l'aquifère sont situées non loin du piézomètre dans la vallée à l'amont. Ce graphe est très singulier comme le souligne sa modélisation (Illustration 32). La nappe y apparaît soutenue artificiellement vraisemblablement par les lâchers de la Touche-Poupard. Les années où ces lâchers sont faibles, la nappe décrocherait de la rivière dont la cote approximative est reportée sur le graphe. D'une manière aussi assez exceptionnelle pour la nappe captive infra-toarcienne, le modèle souligne l'existence d'écoulements rapides avec un pic autour de 10/20 jours et un retour à l'état initial au bout d'environ 3 mois.

L'actualisation du modèle ne modifie en rien ces conclusions empruntées au rapport de phase 1. L'impact des lâchers est très visible sur la chronique, en revanche apparemment non impactée par des pompages. La composante rapide est importante ce qui est inhabituel pour la nappe de l'Infra-Toarcien. Enfin en hautes eaux, le modèle souligne l'existence de débordement de la nappe.

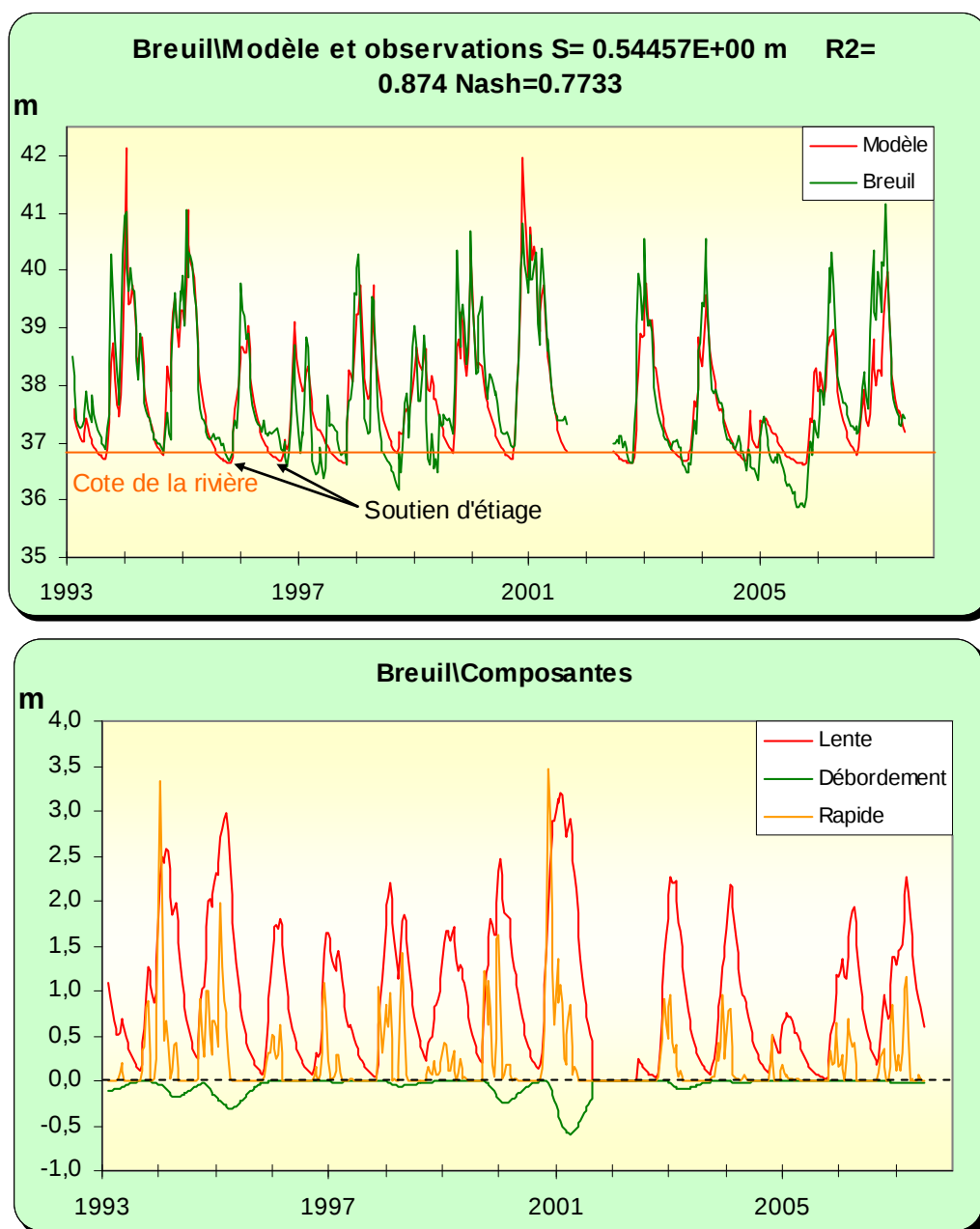


Illustration 32 : Modélisation du piézomètre de Breuil, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

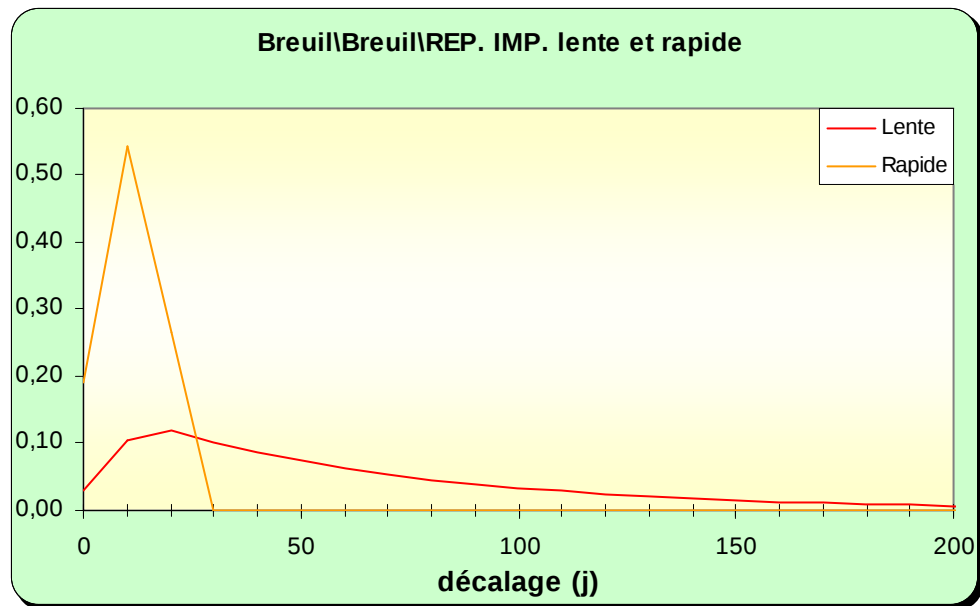


Illustration 33 : Modélisation du piézomètre de Breuil, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

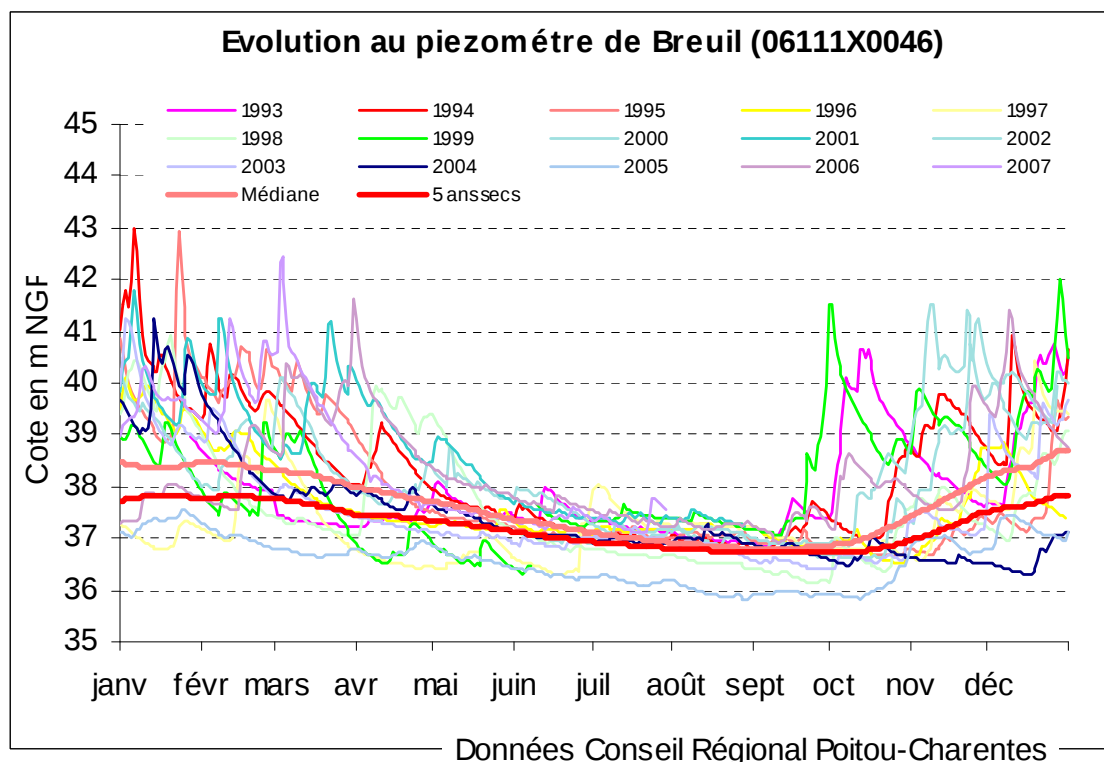


Illustration 34 : Utilisation du modèle du piézomètre de Breuil en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de St-Gelais [06104X0014] Infra-Toarcien**

Le piézomètre de St-Gelais (50 m de profondeur) capte la nappe infra-toarcienne captive. Le calage du modèle a été actualisé et amélioré.

Le modèle souligne l'existence d'un seuil de débordement autour de 33 m NGF qui serait supérieur à la cote de la rivière à proximité. La composante lente montre un pic au bout de 30 à 40 jours environ et un retour à l'état initial après une impulsion pluie au bout de 6 mois environ. La mise en charge est rapide traduisant la nature captive de l'aquifère au niveau du piézomètre.

Le recalage du modèle ne modifie pas les conclusions initiales.

Ce piézomètre caractéristique de la nappe de l'Infra-Toarcien montre des évolutions assez différentes en fonction de la pluviométrie, ce qui est favorable à son utilisation en gestion.

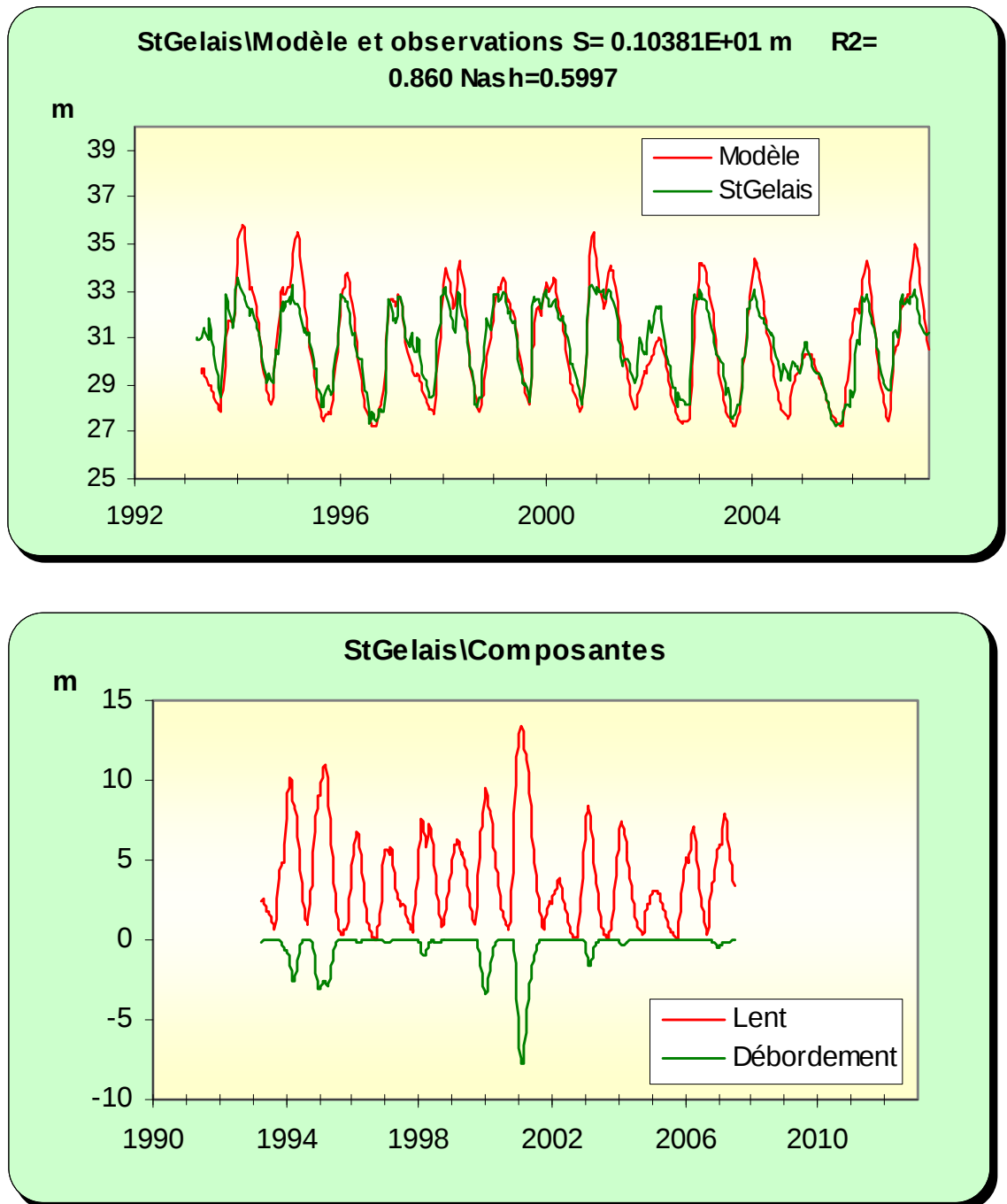


Illustration 35 : Modélisation du piézomètre de St-Gelais, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

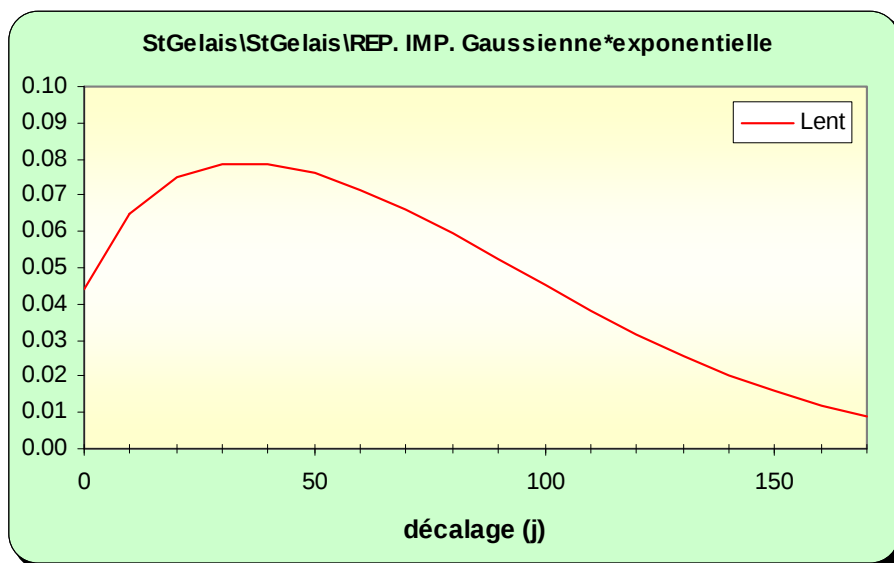


Illustration 36 : Modélisation du piézomètre de St-Gelais, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

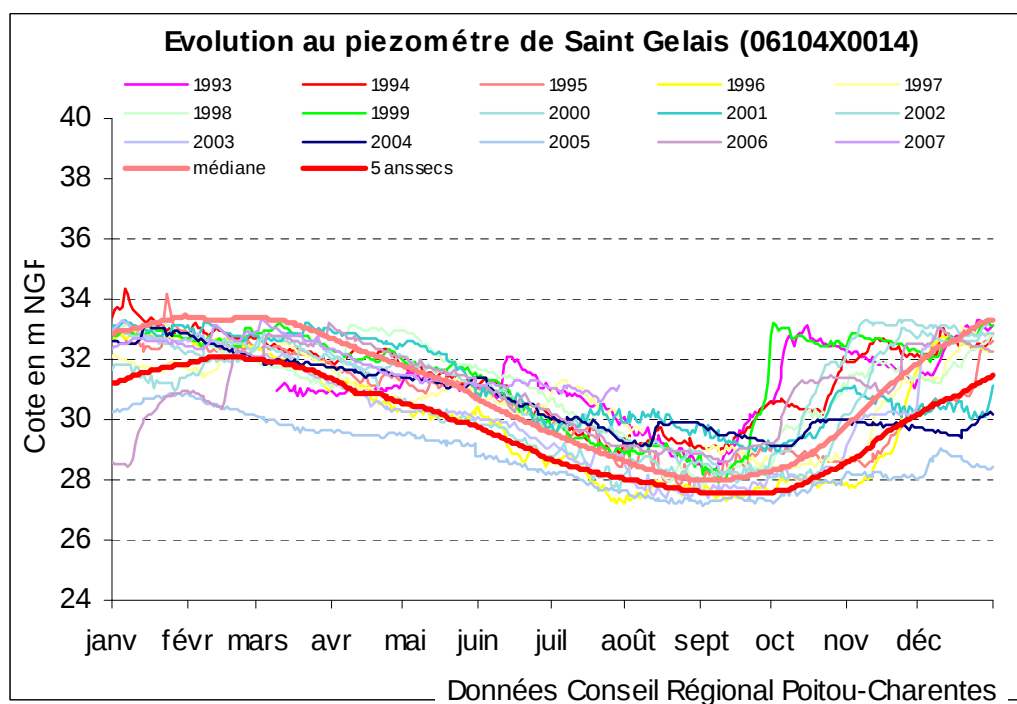


Illustration 37 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Gelais en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Niort [06108X0022] Infra-Toarcien**

Le piézomètre de Niort est assez peu profond (20 m) et capterait l'aquifère captif Infra-Toarcien. Le battement annuel de la nappe est ici important (de l'ordre de 20 m) comparativement aux piézomètres de St-Gelais et de Breuil.

Sans modifier fondamentalement les résultats obtenus en phase 1, l'actualisation du modèle avec les dernières années de chronique a légèrement dégradé le calage, en particulier pour les années atypiques.

Le modèle montre l'existence de transferts rapides non négligeables et de transferts plus lents avec un pic au bout de 2 mois et un retour à l'état initial au bout de 6 mois. La faible profondeur de l'ouvrage et un aquifère particulièrement karstifié expliqueraient l'existence de ces transferts rapides.

Il est vraisemblable aussi que le modèle prend implicitement en compte les pompages sur le bassin versant, bien que leur impact ne se lise pas clairement sur la chronique et que le calage n'ait pas nécessité l'introduction d'une fonction « Peigne ».

Ce qui ressort surtout de la modélisation, c'est l'existence d'un seuil bas (introduit dans le modèle à 17.7 m NGF) qui correspond approximativement à la cote de la source des Viviers à Niort. Cette importante résurgence constitue le niveau de base de la nappe de l'Infra-Toarcien dans tout ce secteur. En basses eaux les gradients souterrains (et donc les écoulements) sont très faibles, voire nuls.

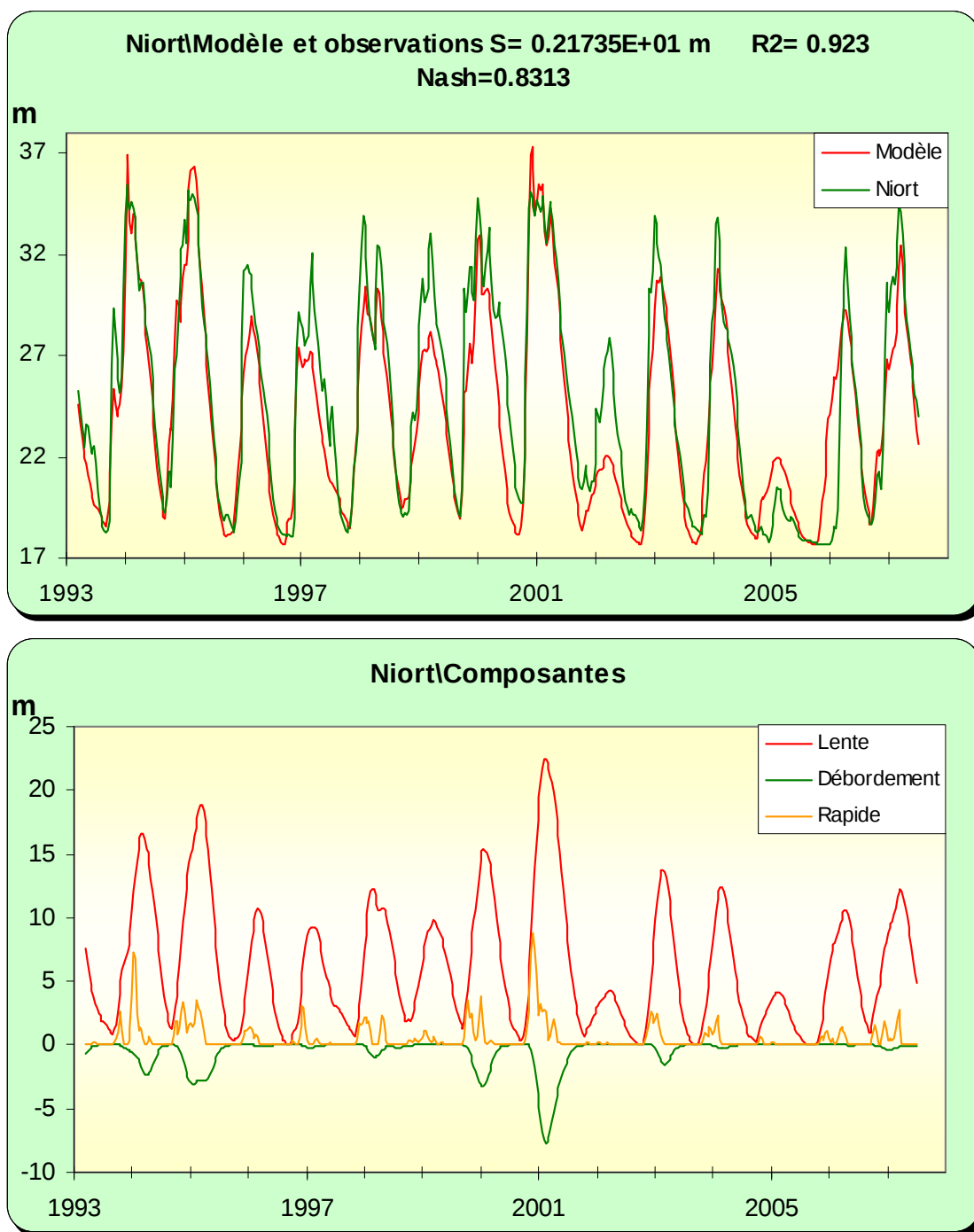


Illustration 38 : Modélisation du piézomètre de Niort (Les Granges), en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

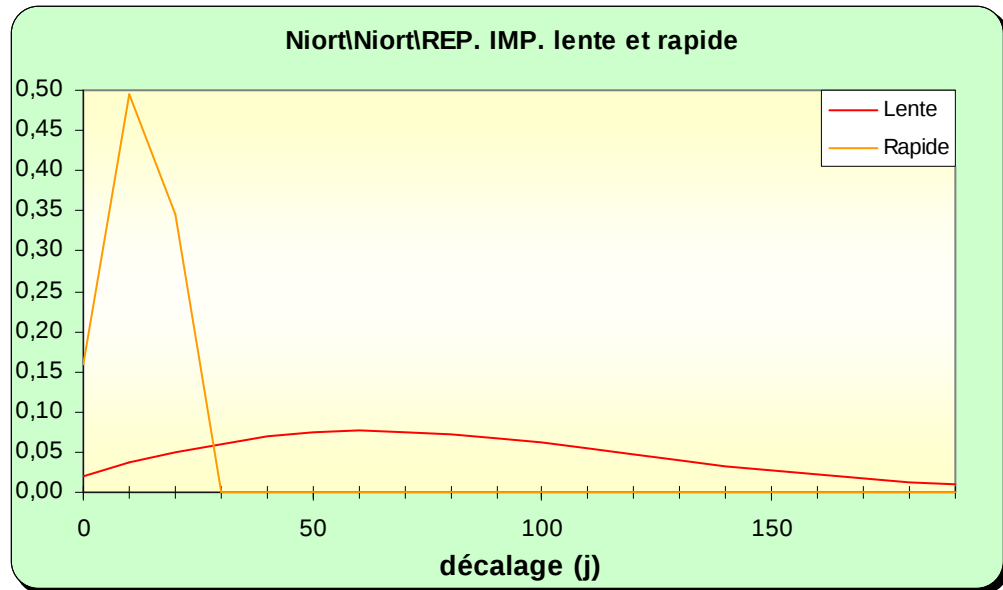


Illustration 39 : Modélisation du piézomètre de Niort, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

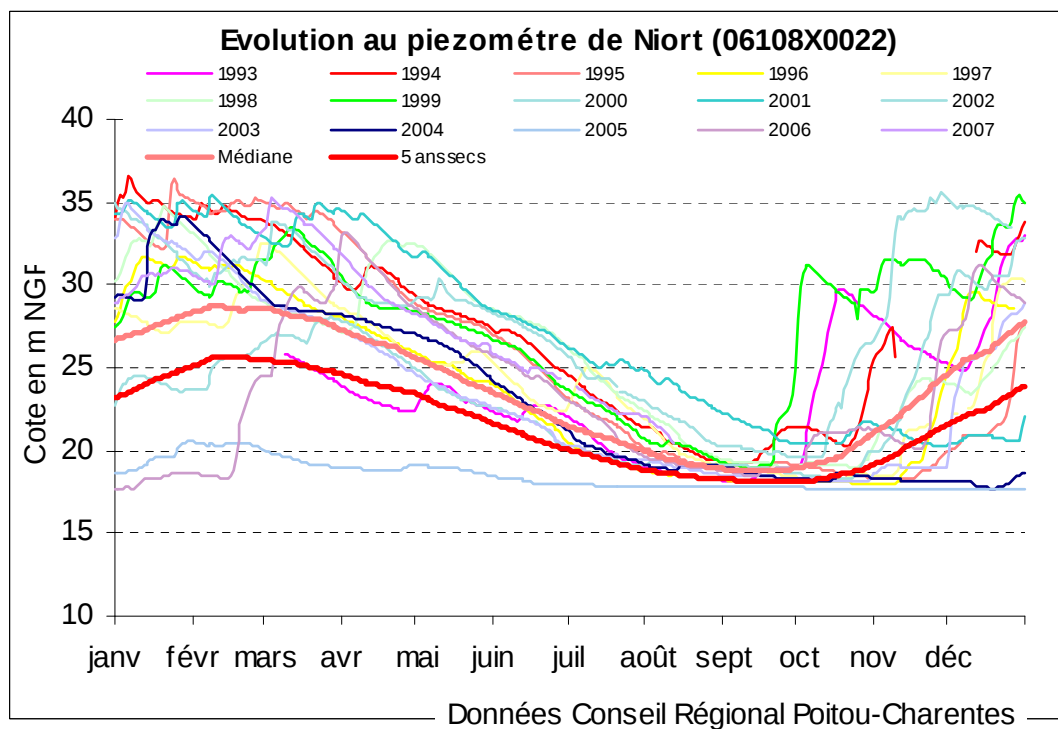


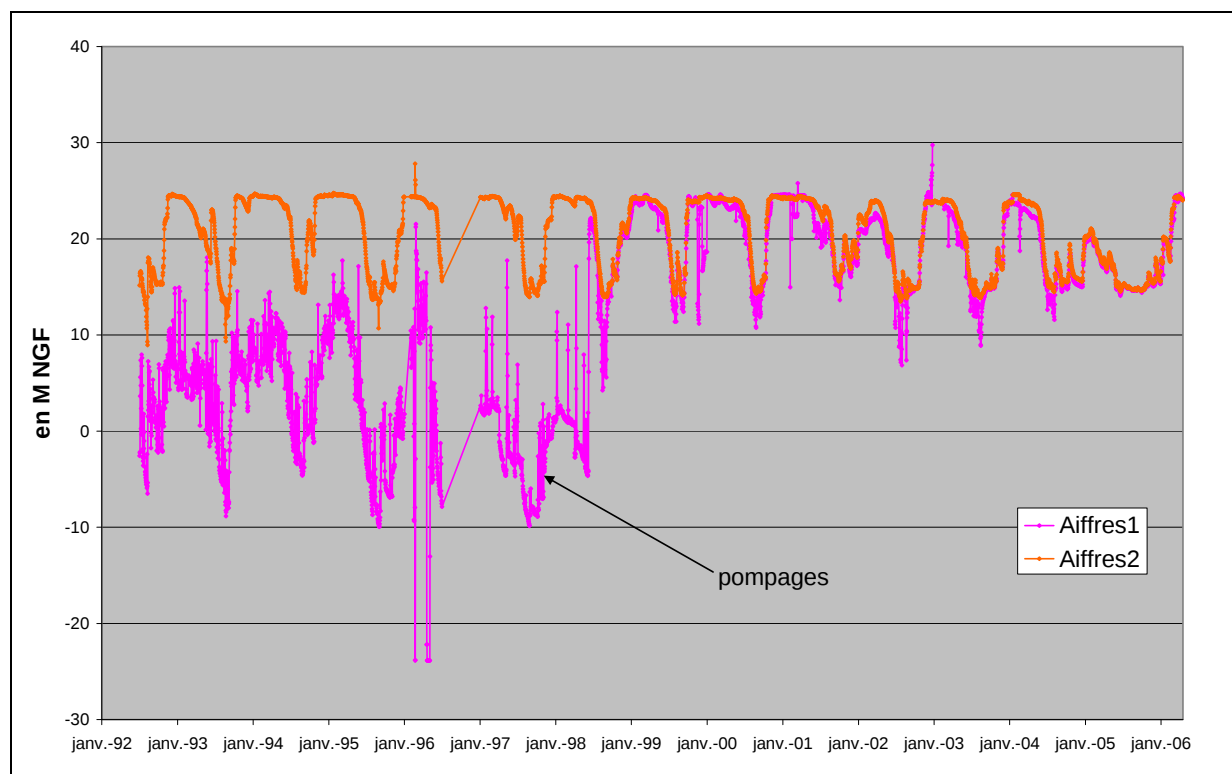
Illustration 40 : Utilisation du modèle du piézomètre de Niort en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Aiffres1 [06108X0011] Infra-Toarcien**

Les piézomètres d'Aiffres à l'Infra-Toarcien (Aiffres1 : 100 m de profondeur) et au Dogger (Aiffres2 : 20 m de profondeur) sont très impactés par les pompages et présentent des seuils de débordement, ce qui entraîne une assez mauvaise fiabilité des modèles.

C'est surtout le cas d'Aiffres1 à l'Infra-Toarcien avec un historique piézométrique suggérant depuis 1999 l'existence d'une mise en relation avec la nappe superposée du Dogger (problème au niveau de l'équipement de l'ouvrage ?) (cf. Illustration 41).

Le modèle du piézomètre d'Aiffres1 n'est donc pas satisfaisant et difficilement utilisable en gestion. Les courbes restituées en prévision intègrent implicitement les pompages (Illustration 44).



*Illustration 41 : Comparaison des chroniques d'Aiffres au Dogger (2) et à l'Infra-Toarcien (1)*

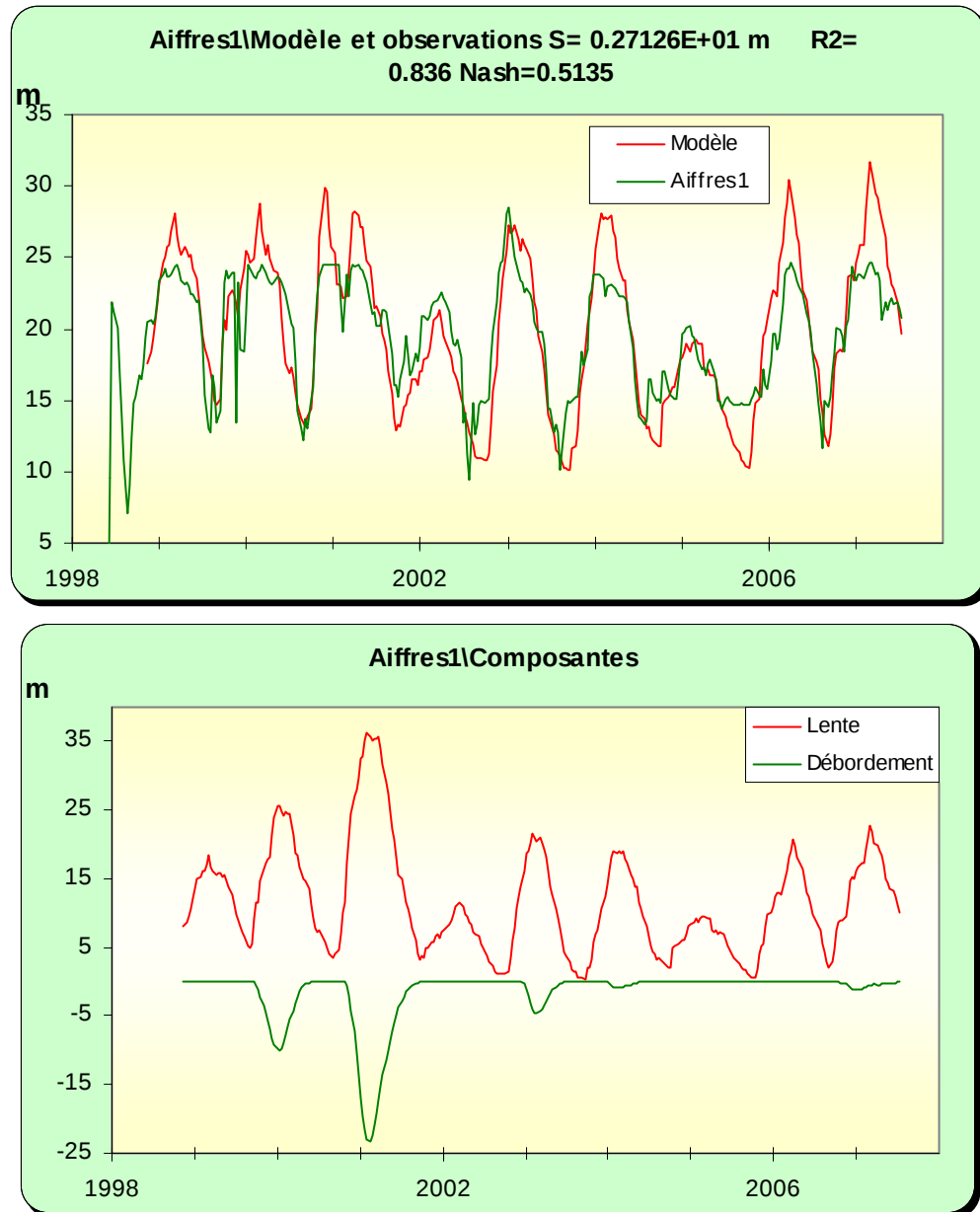


Illustration 42 : Modélisation du piézomètre de Aiffres1 en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

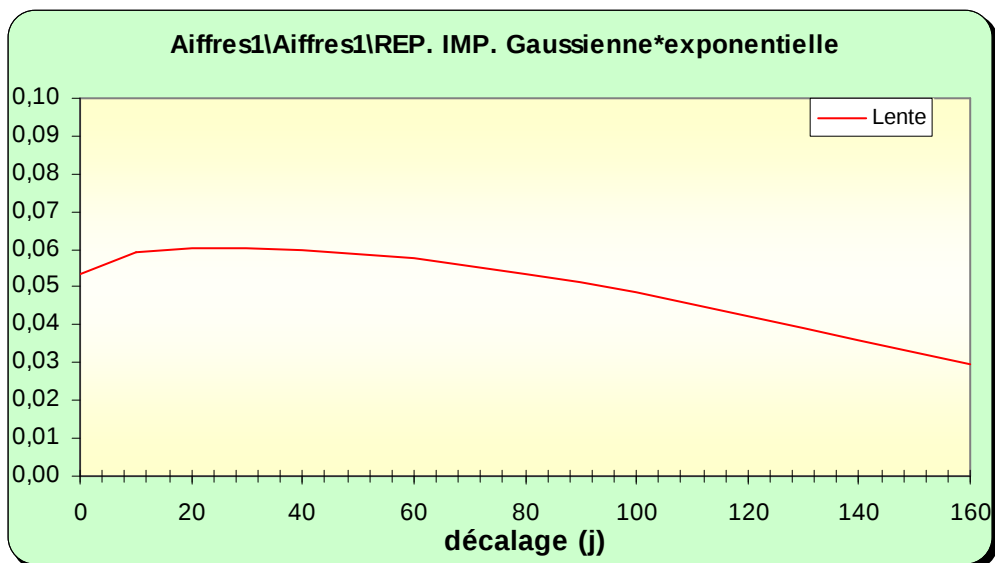


Illustration 43 : Modélisation du piézomètre de Aiffres1, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

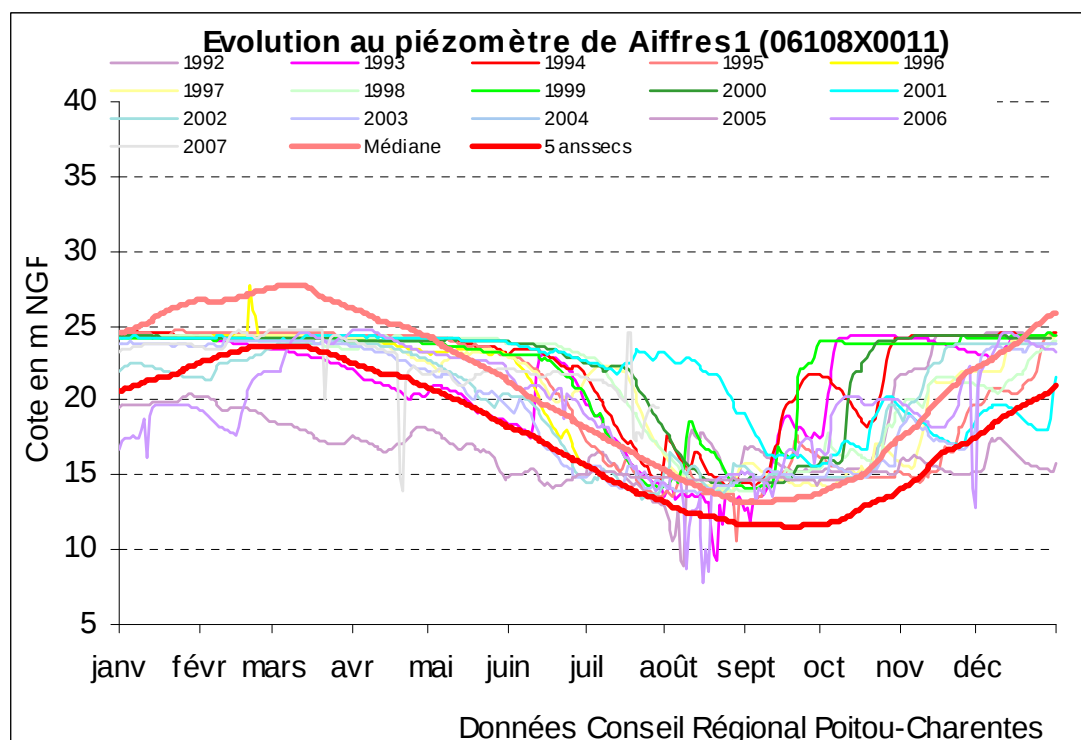


Illustration 44 : Utilisation du modèle du piézomètre de Aiffres en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Aiffres2 [06108X0010] Dogger**

La modélisation du piézomètre d'Aiffres2 au Dogger donne en revanche des résultats plus fiables que dans le cas du piézomètre précédent.

Le seuil de débordement autour de 25 m NGF est très net. Une fonction pompage a été introduite. Le modèle restitue un historique des pompages assez régulier, en cohérence avec des prélèvements à usage AEP.

Le signal piézométrique se décomposerait entre une composante rapide non-négligeable et une composante lente majoritaire avec un pic au bout de 40 jours et un retour à l'état initial en 5 mois environ.

Les courbes théoriques données par le modèle utilisé en prévision sont cohérentes avec l'historique et montre un battement « naturel » annuel entre 25 m NGF (seuil de débordement) et 20 m NGF.

Toutefois, l'impact important des prélèvements rend difficile l'utilisation de ce piézomètre en gestion.

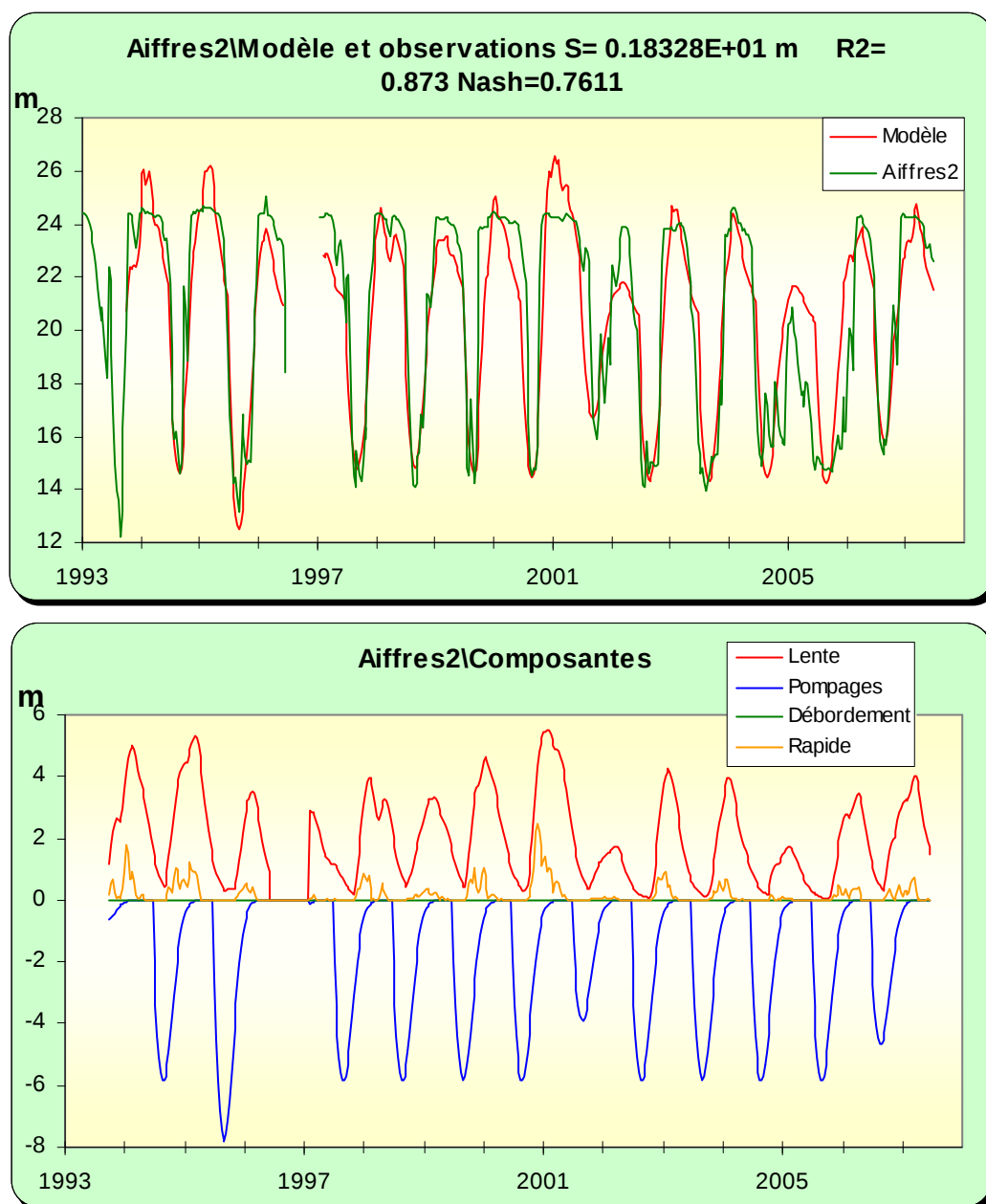


Illustration 45 : Modélisation du piézomètre de Aiffres2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

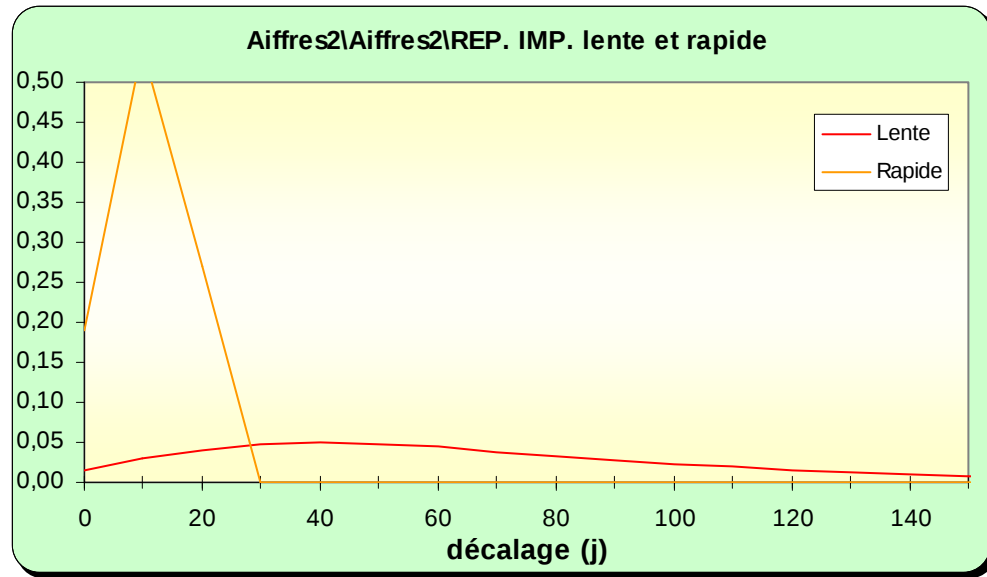


Illustration 46 : Modélisation du piézomètre de Aiffres2, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

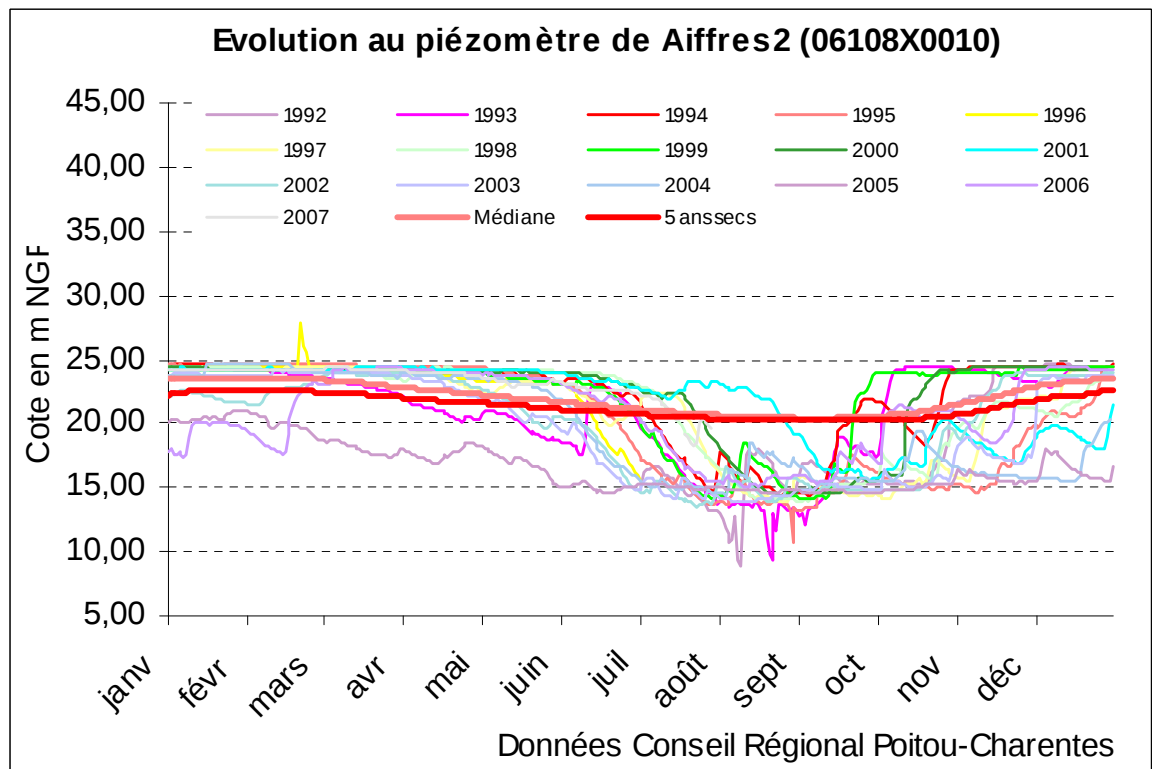


Illustration 47 : Utilisation du modèle du piézomètre de Aiffres2 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre de Prahecq [06115X0025] Dogger***

Ce piézomètre est très particulier dans la mesure où il enregistre l'impact des prélèvements alentours pour l'AEP et pour l'usine d'embouteillage. L'introduction d'une fonction pompage n'a pas permis d'améliorer le calage dans la mesure où ces prélèvements sont réguliers.

Le niveau piézométrique apparaît contraint par un seuil haut de débordement, avec un palier autour de 34 m NGF qui perdure jusqu'à fin juin, et un seuil bas autour de 20 m NGF.

La composante lente restituée par le modèle donne un pic au bout de 2 mois et un retour à l'état initial en 5 mois.

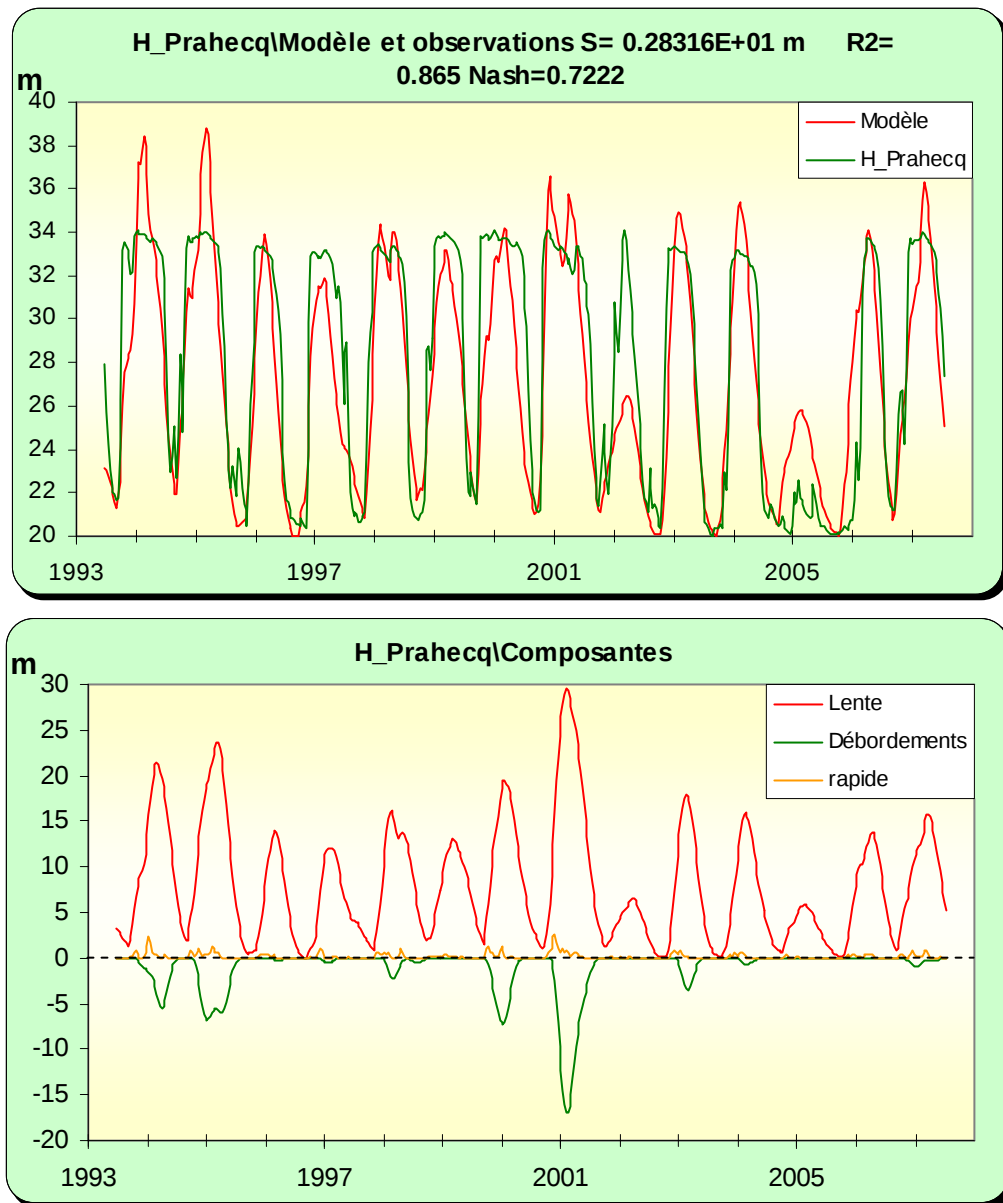


Illustration 48 : Modélisation du piézomètre de Prahecq, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

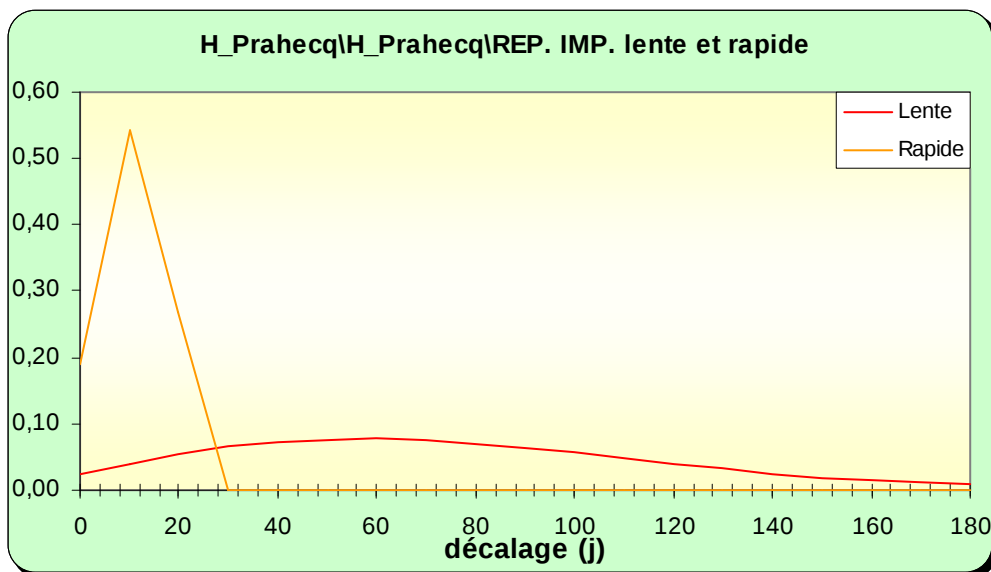


Illustration 49 : Modélisation du piézomètre de Prahecq, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

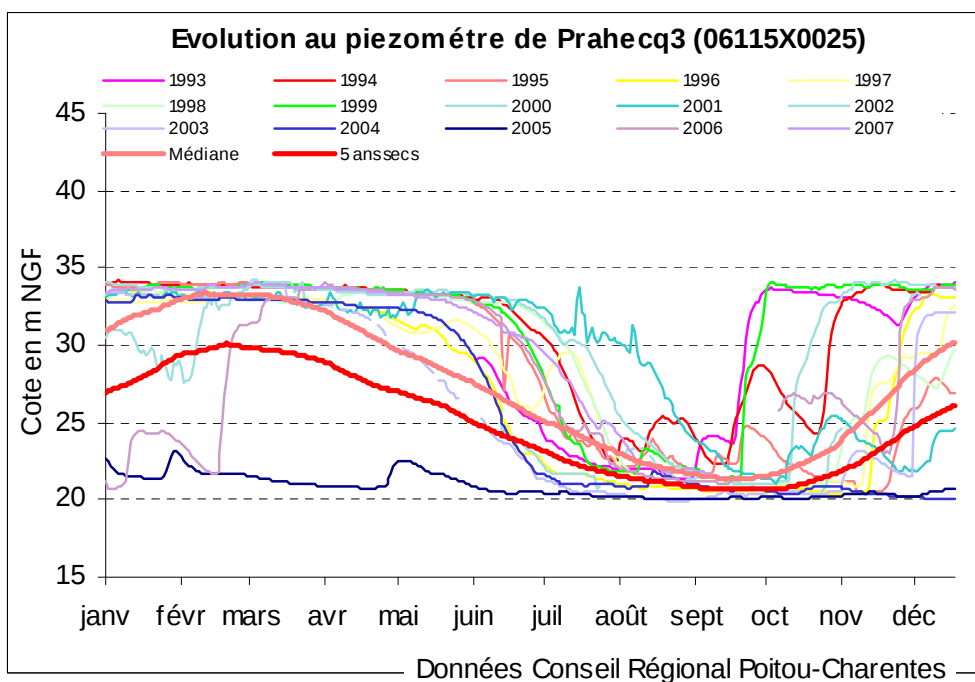


Illustration 50 : Utilisation du modèle du piézomètre de Prahecq en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **3.1.3.2 Modélisation de la station de débit de la Tiffardière**

La station de la Tiffardière est située à l'aval de la zone de gestion et, avec des débits élevés, intègre tous les phénomènes de son bassin versant amont, y compris celui de la Sèvre à l'amont de Pont-de-Ricou. De plus, les lâchers de la Touche-Poupard viennent perturber les débits d'étiage.

Afin de tenir compte des lâchers, une fonction « peigne » a été introduite dans le modèle, ce qui n'avait pas été fait dans le cadre de la phase 1.

Parallèlement, plusieurs combinaisons de piézomètres ont été testées en entrée : Niort/Aiffres2, Niort/Prahecq, Niort/St-Gelais, St-Gelais/Aiffres2. Il ressort de ces tests que la participation de Prahecq serait très faible, celle d'Aiffres2 (Dogger) assez importante, celle de Niort dépend du scénario. La participation de Niort (Les Granges) est en particulier négligeable par rapport à St-Gelais comme le montre le graphe de l'illustration 51. C'est cette dernière configuration qui a été retenue pour modéliser la station de la Tiffardière.

L'analyse des composantes montre, qu'en période de basses eaux et en dehors des lâchers, c'est la contribution de la nappe infra-toarcienne représentée par le piézomètre de St-Gelais qui est de loin la plus importante devant les apports amont mesurés sur la station de Pont-de-Ricou. Ces apports de la nappe infra-toarcienne présentent aussi l'avantage d'être décalés dans le temps par rapport aux autres composantes.

Ce nouveau calage, amélioré par rapport à la précédente version de phase 1, modifie à la marge le débit d'étiage "5 ans sec" donné en prévision par le modèle, avec une valeur de l'ordre de  $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ . De toute évidence, la modification du modèle de la station amont de Pont-de-Ricou impacte le modèle de la Tiffardière.

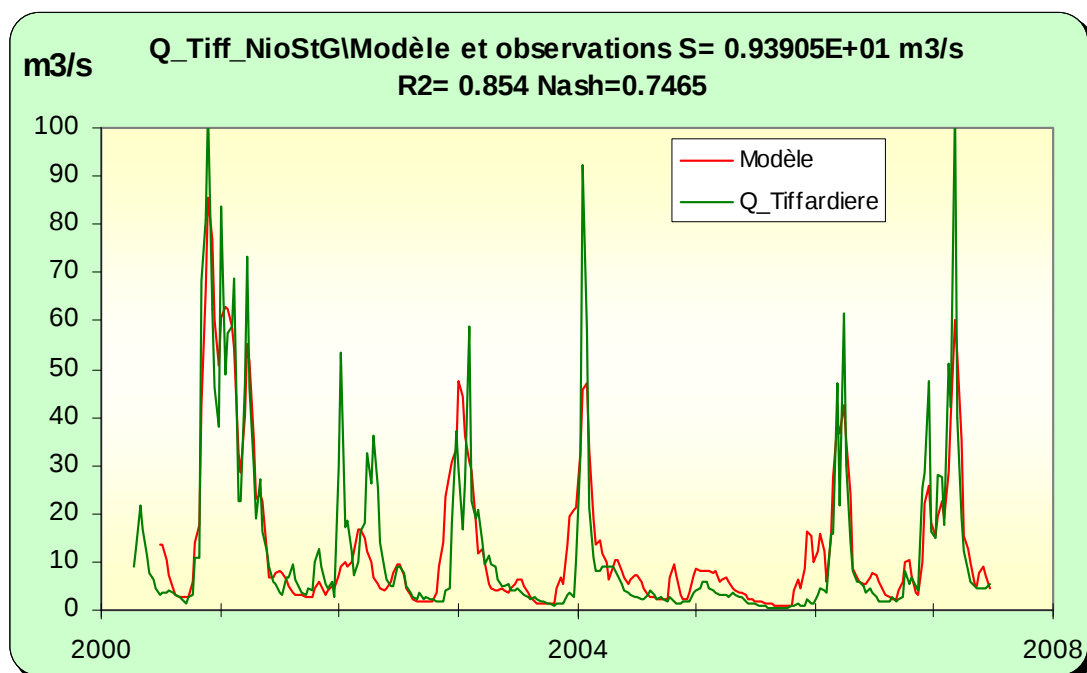


Illustration 51 : Modélisation de la station de la Tiffardière : superposition du modèle sur la chronique.

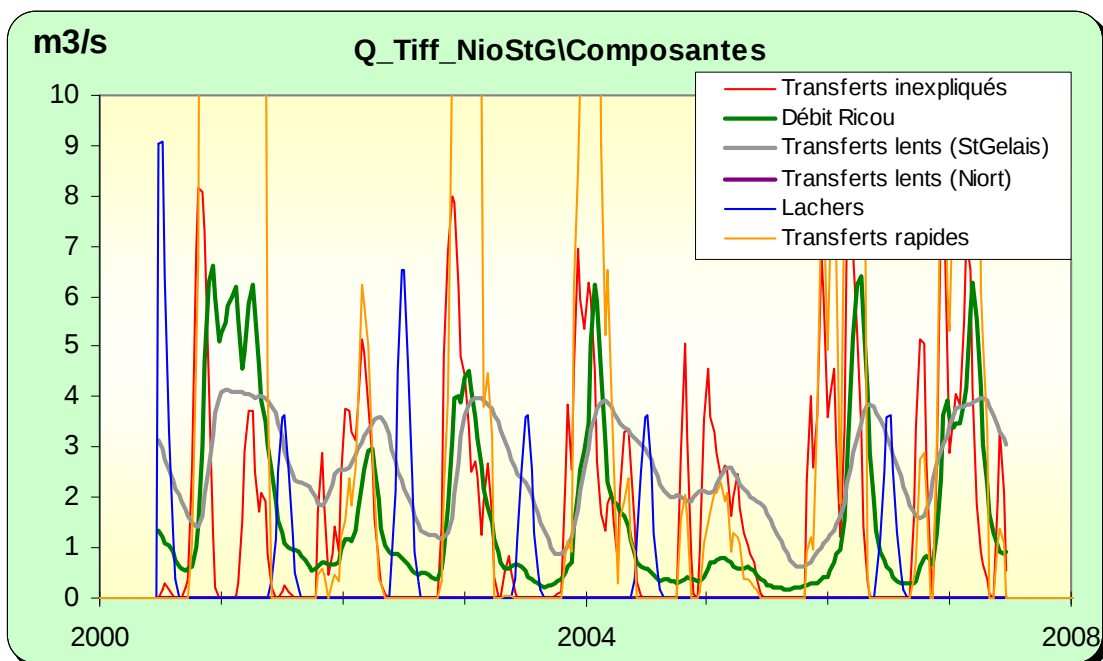


Illustration 52 : Modélisation de la station de la Tiffardière, composantes du signal

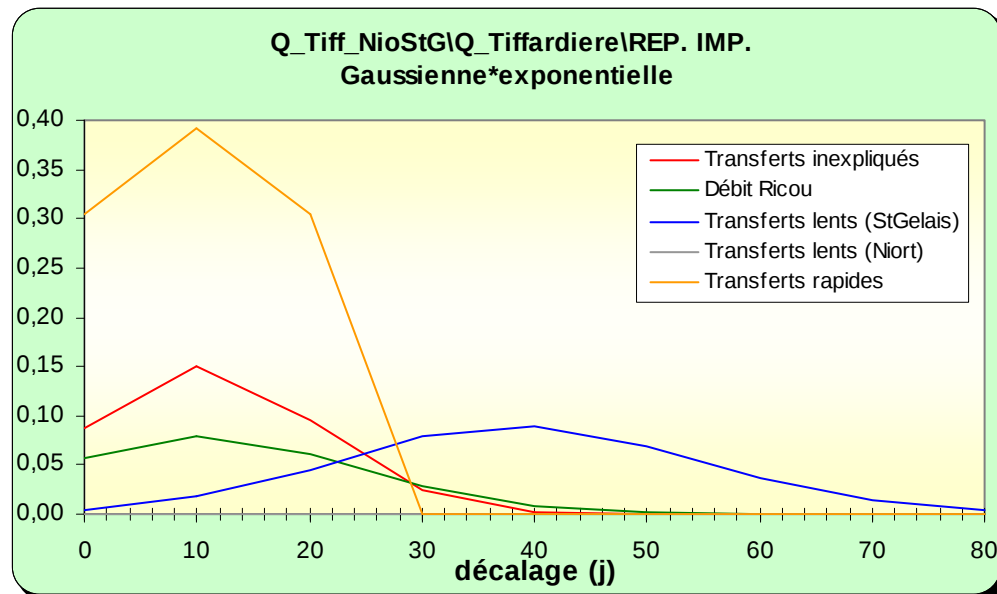


Illustration 53 : Modélisation de la station de la Tiffardière, réponses impulsionnelles

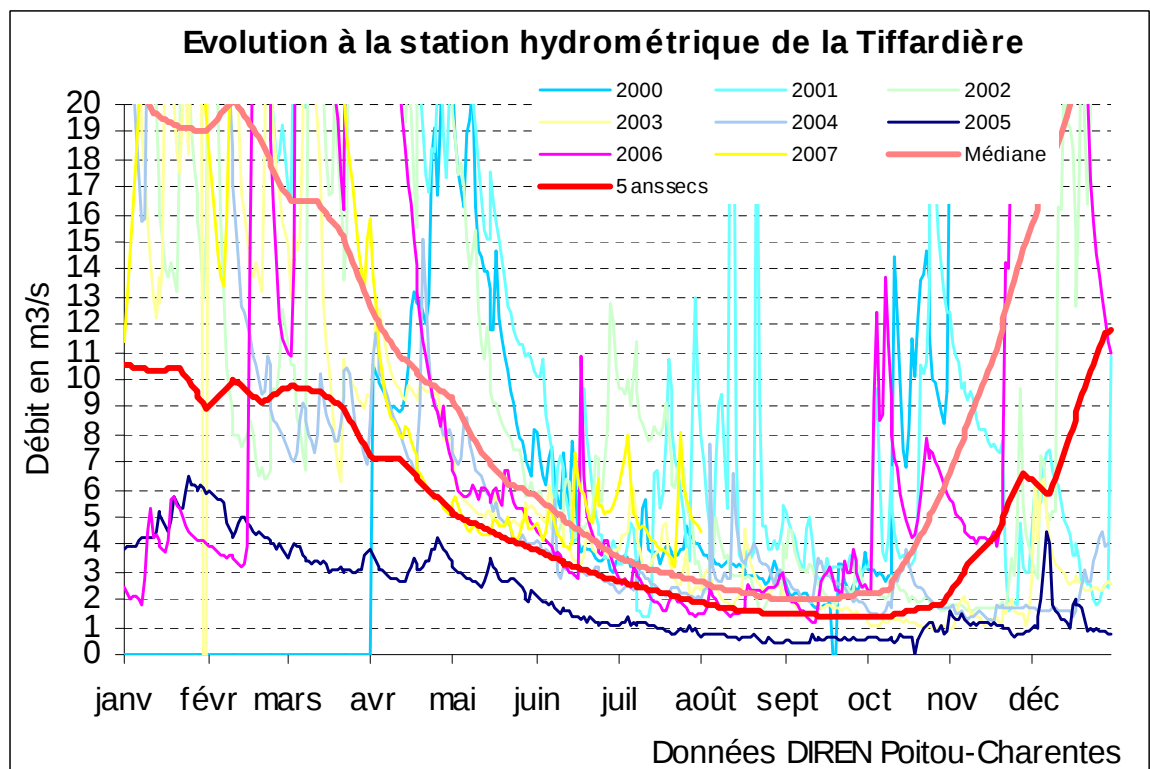


Illustration 54 : Utilisation du modèle de la station de la Tiffardière en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

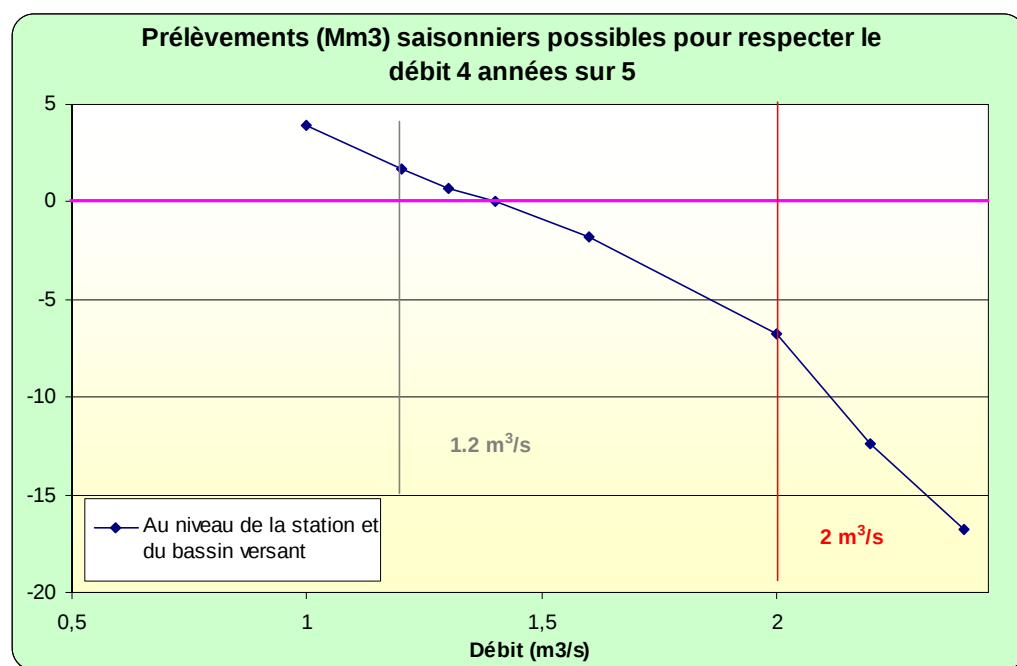
### 3.1.3.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Comme le calcul des volumes disponibles fait appel à des pompages en nappe aux piézomètres de St-Gelais et de Niort (impact très marginal), ces volumes sont donc à rapporter à des prélèvements uniquement dans la nappe de l'Infra-Toarcien.

Pour respecter le débit d'objectif proposé (2 m<sup>3</sup>/s) en année sèche (1 année sur 5) il serait nécessaire de procéder à 45 Mm<sup>3</sup> d'économie. Toutefois, cette valeur est en partie compensée par les stockages de la Touche-Poupard.

En respectant ce même objectif, le volume disponible serait une année sur 2 de 1.2 Mm<sup>3</sup> et en année humide (3 ans) de l'ordre de 5 Mm<sup>3</sup>. A ces chiffres il convient d'ajouter les stockages réalisés à l'amont à la Touche-Poupard.

Il découle de cette analyse qu'il devrait être difficile de respecter l'objectif fixé en année particulièrement sèche, d'autant plus qu'il faut dans un tel contexte s'attendre à des stocks limités à la Touche-Poupard.



| Hypothèses                 |           |         |           |            |           |           |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | St-Gelais | Niort   |           |            |           |           |

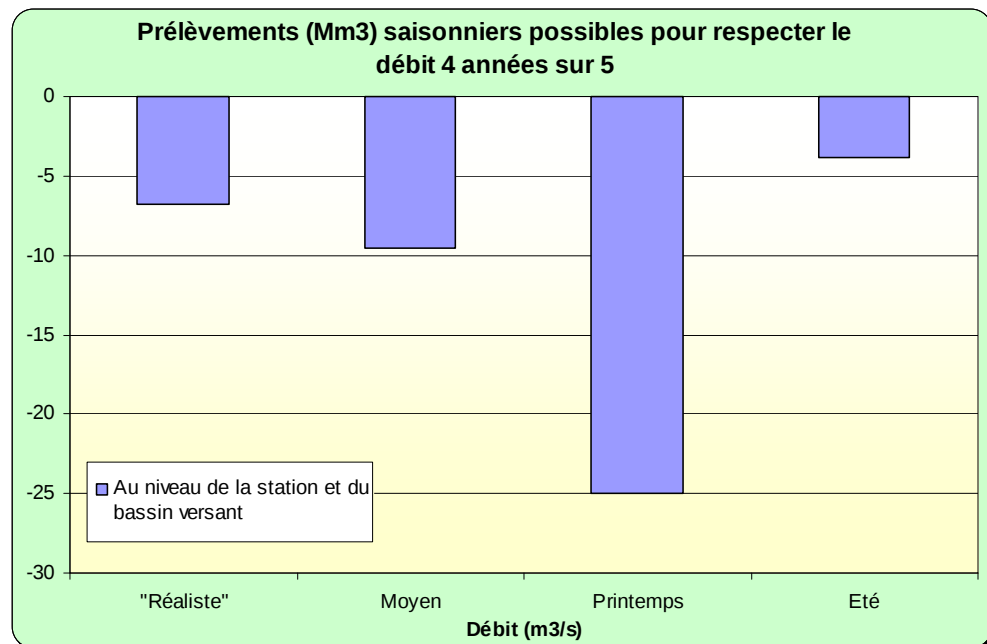
Illustration 55 : Disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs et des hypothèses de travail

### 3.1.3.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Afin de voir le poids des différents scénarios, des tests ont été réalisés.

Apparemment en contradiction avec le modèle de la station amont de Pont-de-Ricou, l'impact de prélèvements printaniers serait plus négatif pour le débit d'été. Rappelons que, selon notre hypothèse de travail, l'intégralité de ces prélèvements se ferait dans la nappe de l'Infra-Toarcien. Cela souligne l'inertie plus importante de cette nappe.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 56 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé (0.79 m3/s) selon différents scénarios de prélèvements

### **Propositions pour la gestion**

Les limites de cette zone de gestion correspondent au bassin topographique intermédiaire entre le bassin amont du Pont de Ricou et les bassins aval à la périphérie du Marais Poitevin. Dans cette zone la Sèvre Niortaise est alimentée artificiellement par les lâchers de la Touche-poupard. Ces lâchers auraient un impact sur la nappe de l'Infra-Toarcien, du moins non loin du barrage comme en témoigne le piézomètre de Breuil.

Le débit à la Tiffardière est bien évidemment dépendant du débit à la station du Pont-de-Ricou. La gestion de cette zone doit donc en tenir compte.

En matière de nappe, le piézomètre de Breuil apparaît impacté par les lâchers ; celui de Niort présente un seuil bas plancher, niveau de base correspondant à la cote de la source des Viviers ; ceux d'Aiffres et de Prahecq sont très impactés par les prélèvements. Le piézomètre de St-Gelais est le mieux adapté pour la gestion.

Ce piézomètre est assez peu impacté par les prélèvements. Il se corrèle bien avec la station de débit de la Tiffardière. Il ne représente toutefois qu'un des différents aquifères de ce bassin versant. Cependant, l'Infra-Toarcien est ici de loin le plus important.

En termes de gestion, il découle de l'analyse qu'une gestion combinant niveau à St-Gelais et débit à la Tiffardière pourrait être bien adaptée à la configuration de cette zone. Les courbes "5 ans sec" et médianes pourraient être utilisées à cet effet.

En termes de débit disponible, le respect de l'objectif de 2 m<sup>3</sup>/s sera difficile à tenir (mais pas impossible) en année sèche ("5 ans sec"), même sans prélèvements et avec des réserves pleines à la Touche-Poupard. En revanche, en années moins défavorables, des disponibilités existent. Une année sur deux par exemple, les prélèvements actuels (de l'ordre de 1.3 Mm<sup>3</sup> sur la zone Sèvre moyenne et de l'ordre de 4.4 Mm<sup>3</sup> si on y ajoute la Sèvre amont) seraient largement couverts (1.2 Mm<sup>3</sup> disponible en nappe + stock de la Touche-Poupard).

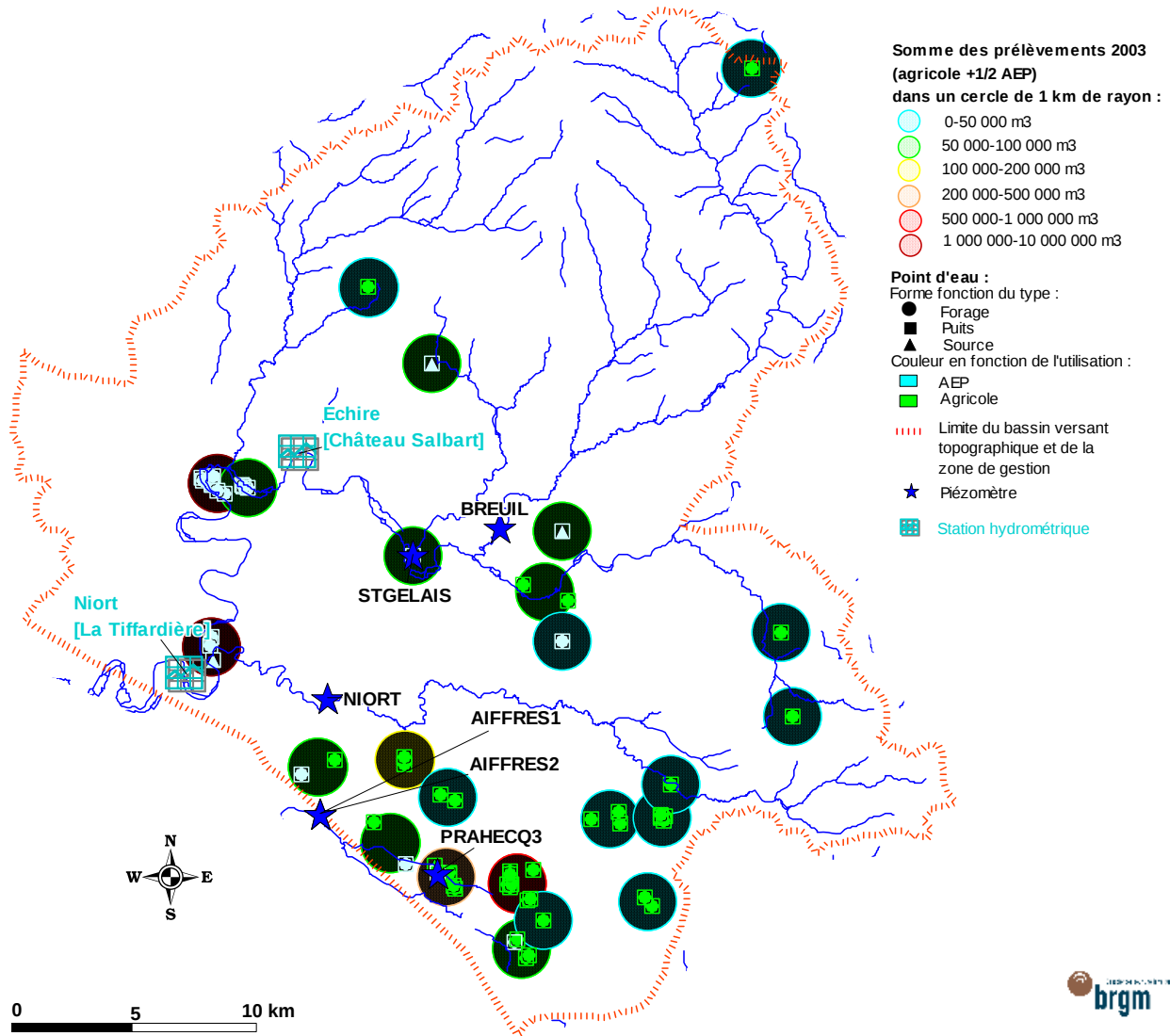


Illustration 57 : Extension de la zone de gestion Sèvre moyenne, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### 3.1.4 La Sèvre aval

#### 3.1.4.1 Analyse des piézomètres

Le sous-bassin de la Sèvre aval correspond aux bassins versants du Curé, du Mignon, de la Courance, de l'Autize et de la partie aval de la Guirande. Le Marais Poitevin constitue le réceptacle des eaux de ces bassins versants auxquels il convient d'ajouter la Sèvre à l'amont de Niort et les bassins vendéens. Cette entité Sèvre aval peut se subdiviser en 3 sous-entités :

- le bassin de l'Autize dont la partie amont correspond à du socle et la partie aval aux formations du Jurassique (aquifères de l'Infra-Toarcien et du Dogger en Deux-Sèvres, du Jurassique supérieur en Vendée). **En Poitou-Charentes**, ce bassin versant ne comporte aucun dispositif de suivi en nappe comme en rivière. De plus les forages sont peu nombreux et les prélèvements faibles.
- les bassins du Mignon/Courance/Guirande d'une part (avec une limite orientale correspondant à la faille d'Aiffres) et du Curé/fleuves côtiers d'autre part. A la périphérie du marais poitevin, ces bassins versants correspondent à des terrains et à la nappe du Jurassique supérieur. C'est un aquifère superficiel de milieu fissuré en relation direct avec les rivières.

#### ***Piézomètre de St-Hilaire [06351X0002] Jurassique supérieur***

Ce piézomètre de 11 m de profondeur est situé à l'aval de la confluence entre le Mignon et la Courance et capte la nappe du Jurassique supérieur.

L'actualisation du modèle et l'introduction d'une fonction pompage a permis d'améliorer très significativement le calage. Le modèle souligne l'existence d'un seuil de débordement autour de 6 m NGF et d'un palier perdurant jusqu'au mois de juin/juillet autour de la cote 3.5 à 4 m NGF. Cette cote correspond à celle des eaux superficielles à proximité de l'ouvrage qui soutiennent le niveau de la nappe de la fin du printemps au début de l'été.

La composante rapide est négligeable. La composante lente montre un pic à 15 jours et un retour à 0 au bout de 2 mois, ce qui traduit une inertie faible de la nappe.

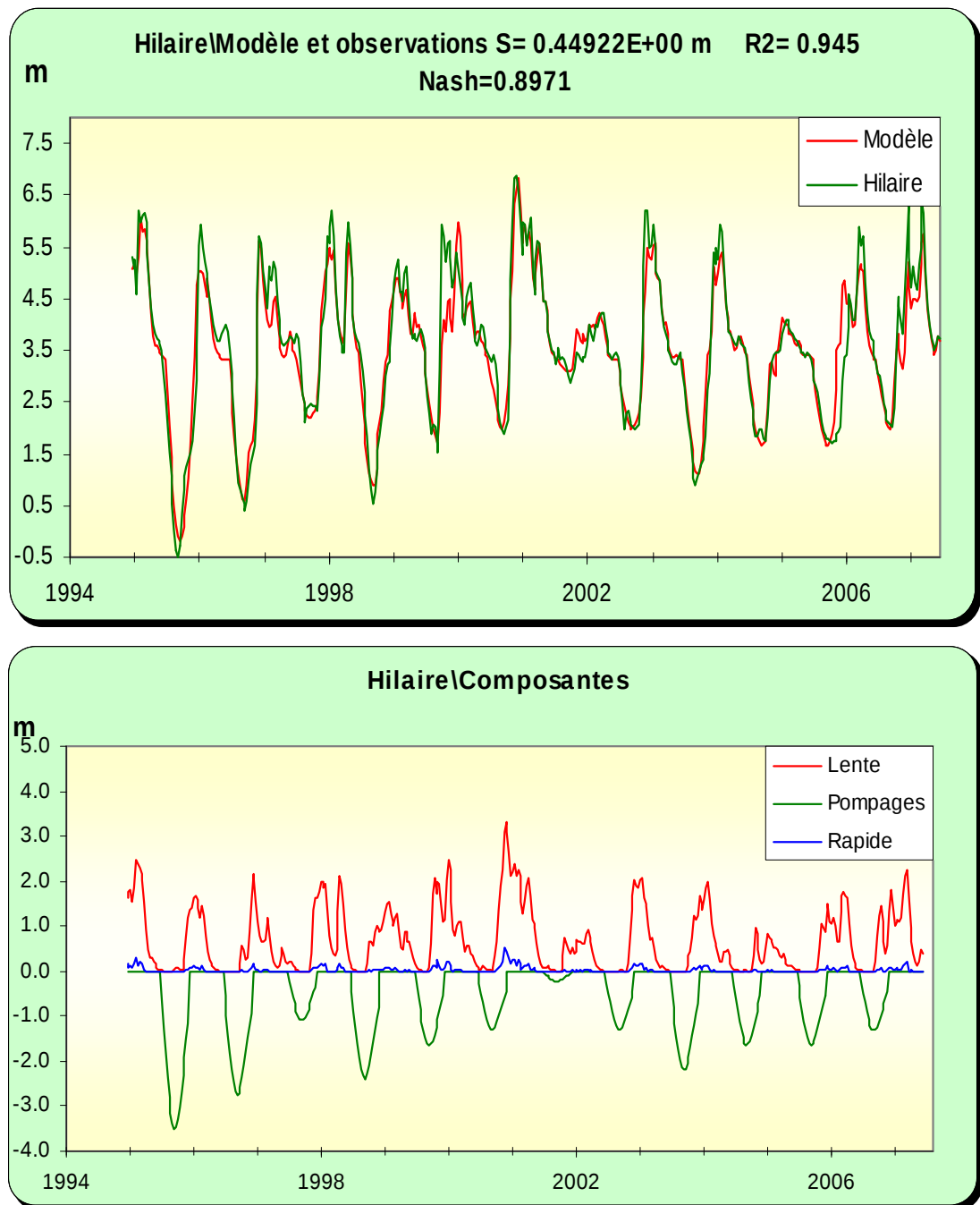


Illustration 58 : Modélisation du piézomètre de St-Hilaire, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

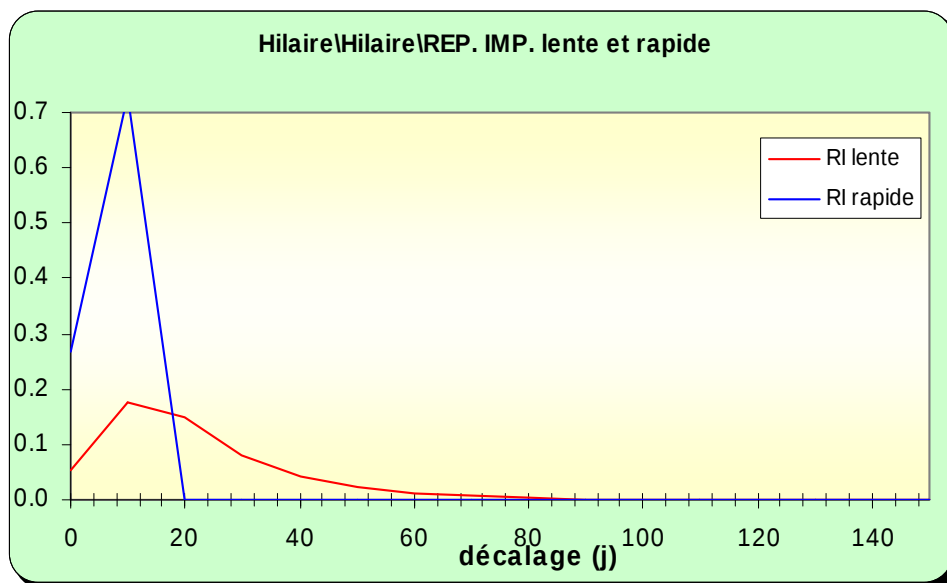


Illustration 59 : Modélisation du piézomètre de St-Hilaire, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

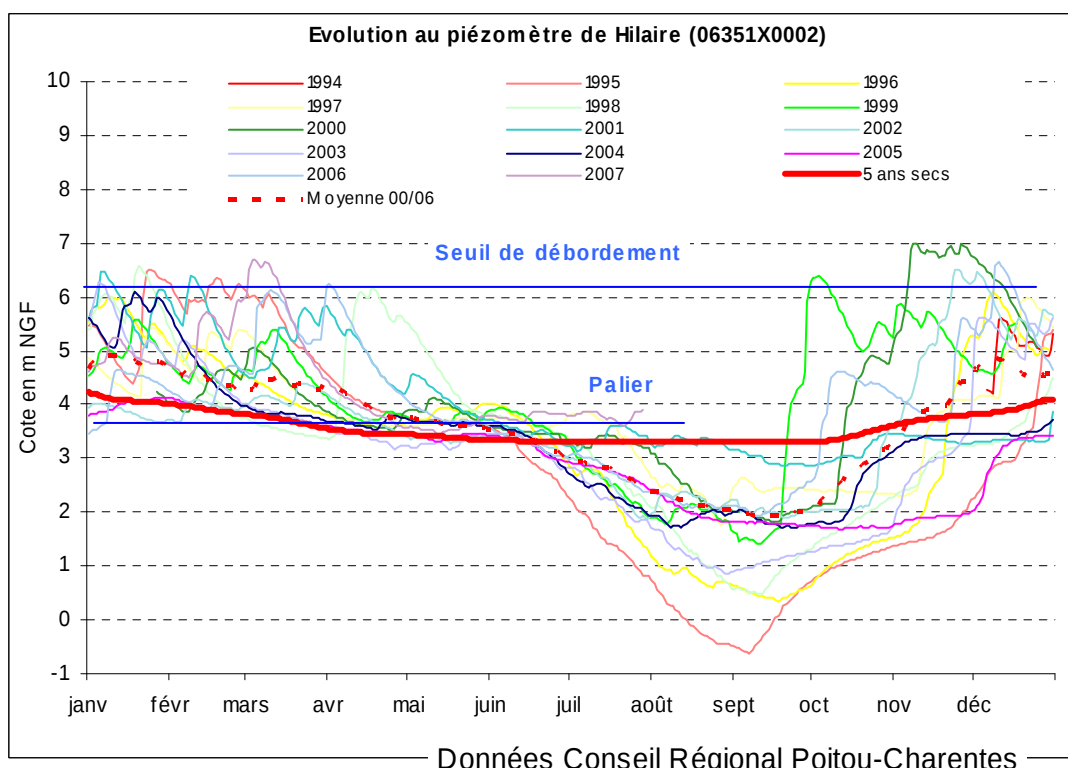


Illustration 60 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Hilaire en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre du Bourdet [06352X0032] Jurassique supérieur***

Ce piézomètre de 15 m de profondeur est situé à l'aval de la Courance, près d'une zone humide.

Ce piézomètre n'avait pas été modélisé au cours de la phase 1.

Il présente un comportement très similaire à celui du piézomètre précédent de St-Hilaire. L'analyse des chroniques montre un seuil de débordement autour de 14 m NGF et un palier autour de 12.5 m GF qui perdure jusqu'à fin juin /début juillet.

La courbe "5 ans sec" restitue un niveau d'étiage un peu inférieur à 12 m NGF. En 2005, en l'absence totale de prélèvements sur le bassin de la Courance, le niveau de la nappe s'est maintenu à cette cote confirmant ainsi les résultats de la modélisation.

La composante rapide est importante. La composante lente montre une inertie de la nappe du même ordre de grandeur que celle sur le piézomètre de St-Hilaire : pic à 1 mois et retour à 0 à 3 mois.

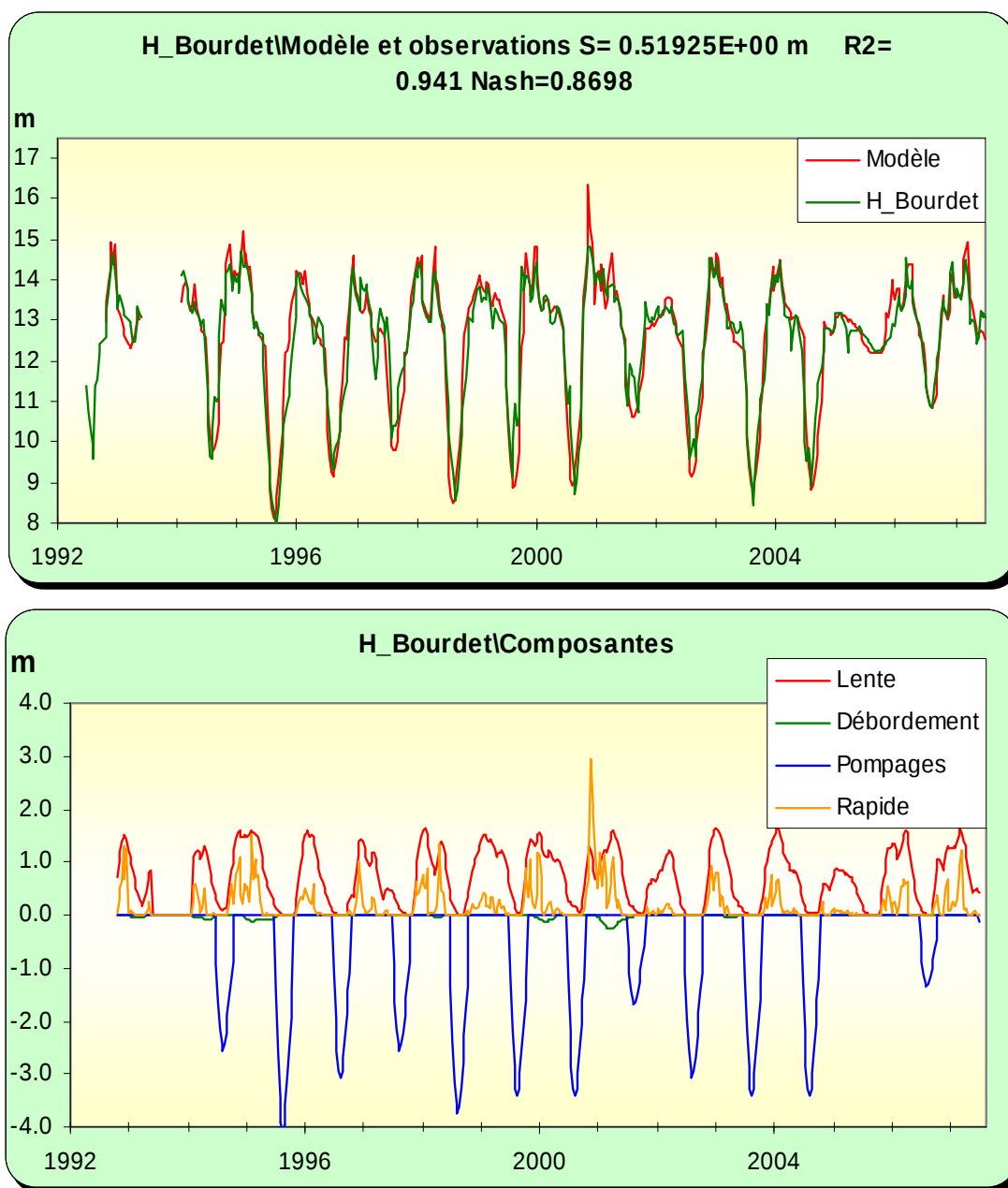


Illustration 61 : Modélisation du piézomètre du Bourdet , en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

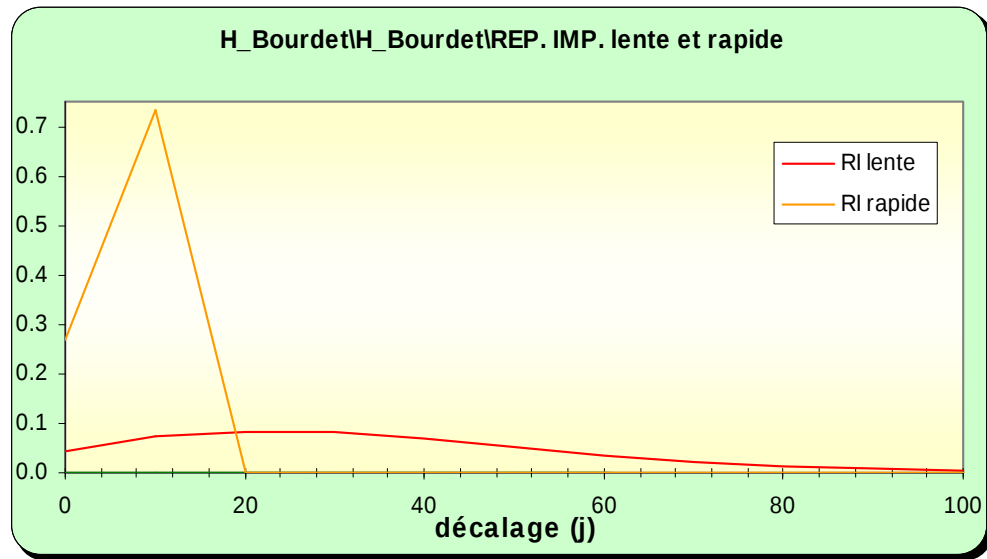


Illustration 62 : Modélisation du piézomètre du Bourdet , analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

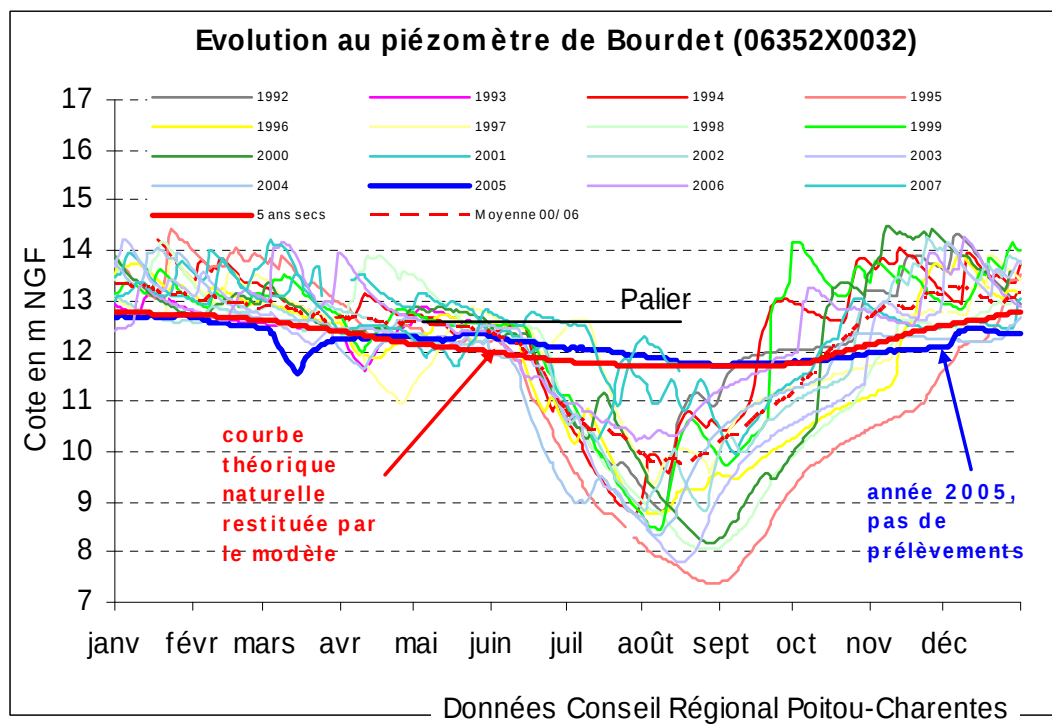


Illustration 63 : Utilisation du modèle du piézomètre du Bourdet en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre d'Usseau [06356X0007] Jurassique supérieur**

Ce piézomètre est situé sur le Mignon à l'amont du piézomètre de St-Hilaire. Il fait 5.5 m de profondeur.

Ce piézomètre montre lui aussi un niveau de débordement autour de 25 m NGF et un palier autour de 24 m NGF traduisant le soutien de la nappe par la rivière jusqu'au mois de juillet.

Les prélèvements impactant ce piézomètre apparaissent assez variables en fonction des années. De ce fait la cote d'étiage en année quinquennale sèche donnée par le modèle, soit à peu près 23.8 m NGF, correspond aux mesures réalisées les années où les pompages sont faibles.

La composante rapide est négligeable. La composante lente montre un pic au bout de 20 jours et un retour à l'état initial après une impulsion pluie efficace au bout de 5 mois environ.

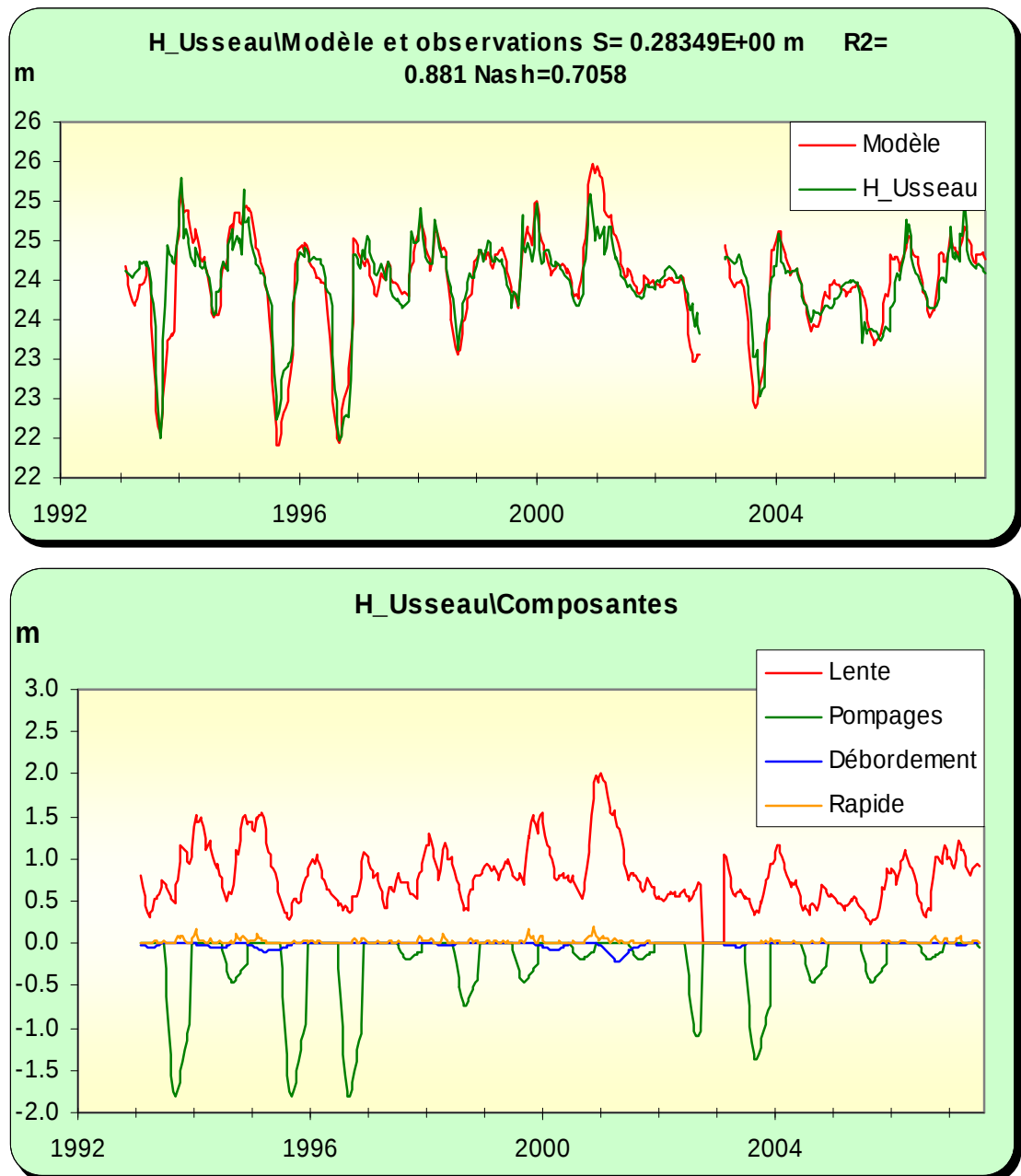


Illustration 64 : Modélisation du piézomètre d'Usseau , en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

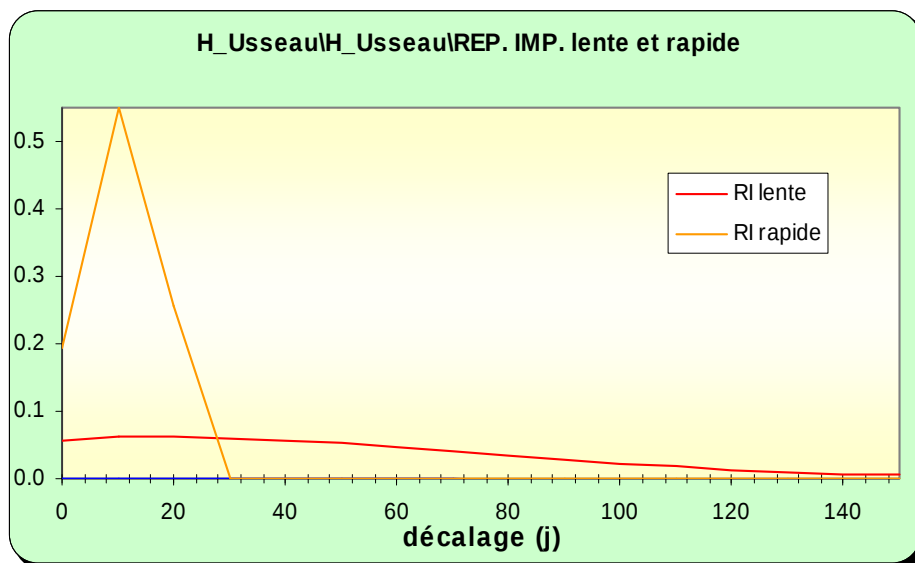


Illustration 65 : Modélisation du piézomètre d'Usseau, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

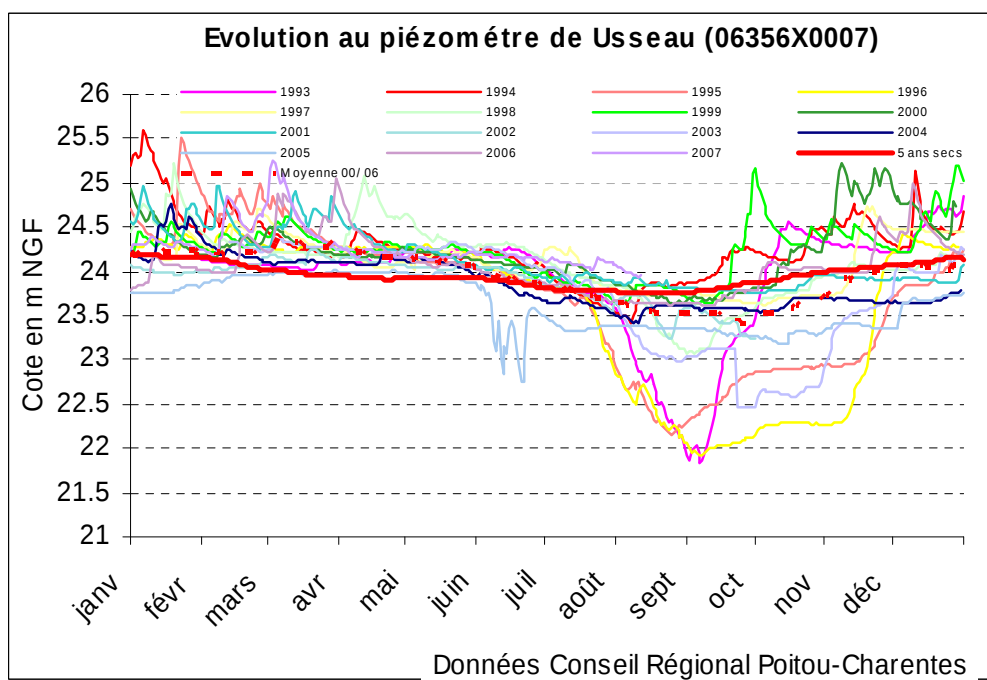


Illustration 66 : Utilisation du modèle du piézomètre d'Usseau en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre de Prissé-la-Charrière [06357X0012] Jurassique supérieur***

Avec 20 m de profondeur, ce piézomètre capte la nappe du Jurassique supérieur à l'amont du bassin versant du Mignon.

L'actualisation du modèle conduit à améliorer le calage sans introduire de fonction pompage.

Le piézomètre montre un seuil de débordement très net entre 39 et 40 m NGF. Ce niveau se maintient tardivement, en général jusqu'en mai où commence la décrue. Sans qu'il y ait un palier aussi net que sur les piézomètres précédents, des niveaux de nappe élevés se maintiennent en règle générale jusqu'à fin juin traduisant vraisemblablement un soutien par le réseau superficiel. On assiste en effet durant cette période de début d'été à l'assèchement progressif du réseau hydrographique amont.

Le niveau d'étiage en année quinquennale sèche est autour de 30 m NGF ce qui correspond aux niveaux pratiquement atteint à chaque étiage mais à des dates différentes. Ce piézomètre est un assez bon indicateur de l'état de la ressource souterraine.

Il n'y a pas de composante rapide. La composante lente montre un pic à 2 mois et un retour à 0 au bout de plus de 200 j.

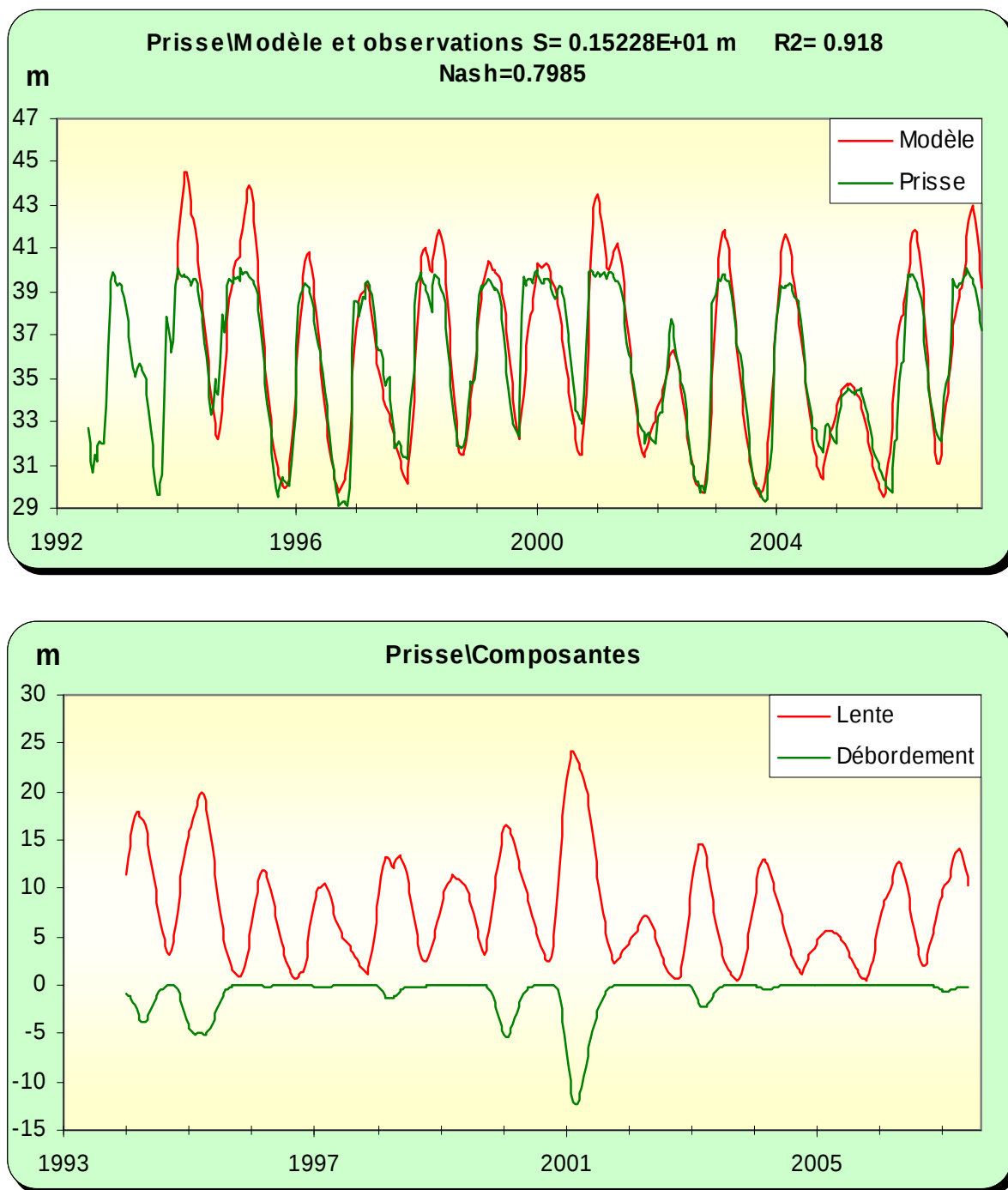


Illustration 67 : Modélisation du piézomètre de Prissé-la-Charrière, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

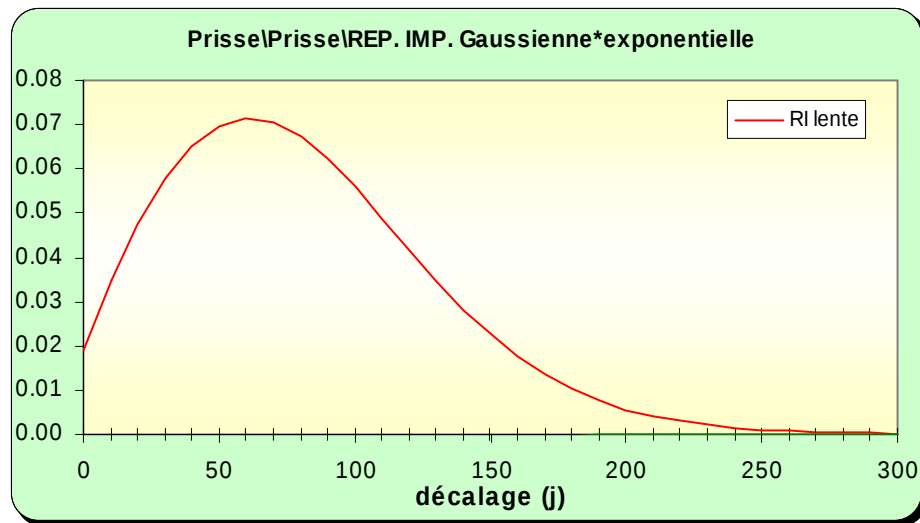


Illustration 68 : Modélisation du piézomètre de Prissé, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

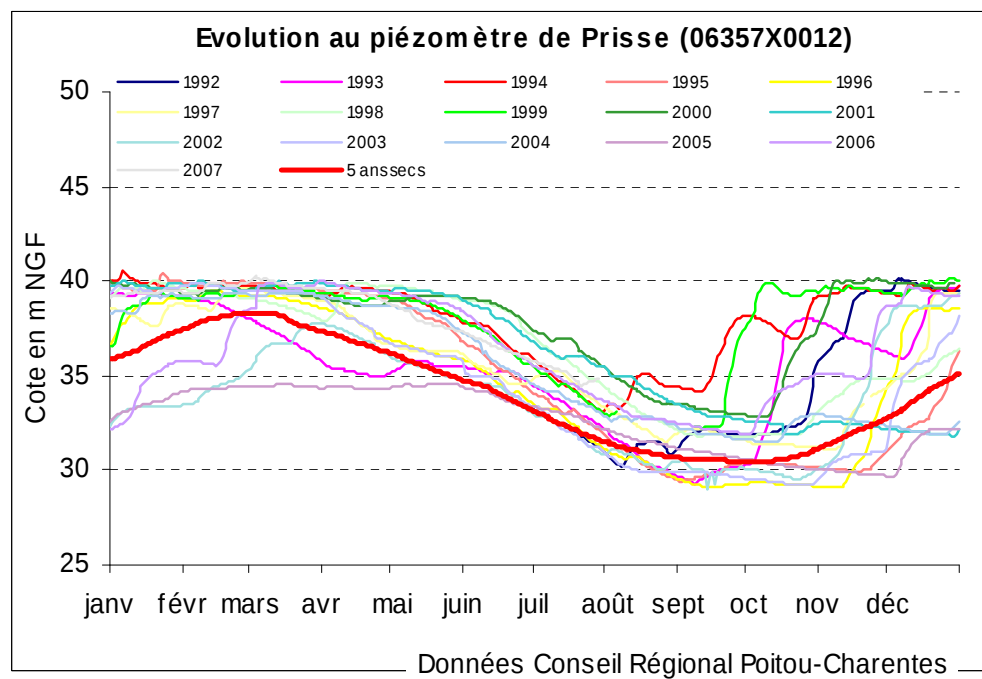


Illustration 69 : Utilisation du modèle du piézomètre de Prissé en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### ***Piézomètre de Courçon [06344X0040] Jurassique supérieur***

Situé à l'amont d'un petit bassin versant à l'aval du bassin du Mignon, le piézomètre de Courçon (19.4 m de profondeur) présente un battement annuel faible qui ne permet pas une gestion suffisamment fine pour la police de l'eau. De plus, à l'étiage, le piézomètre atteint un palier (autour de 9 m NGF) qui correspond à la base de la nappe (niveau imperméable ou « banc bleu »). En 2005, la cote de la nappe est restée toute l'année à ce palier, y compris l'hiver compte tenu de l'absence de recharge. Par ailleurs ce piézomètre n'est pas impacté par les prélèvements.

Le modèle reproduit assez fidèlement la chronique. On constate l'existence d'un seuil de débordement autour de 17 m NGF et d'un seuil bas à 9 m NGF. La composante rapide n'est pas négligeable. La composante lente montre un pic à 50 jours et un retour à l'état initial après une impulsion pluie efficace au bout de 5 mois.

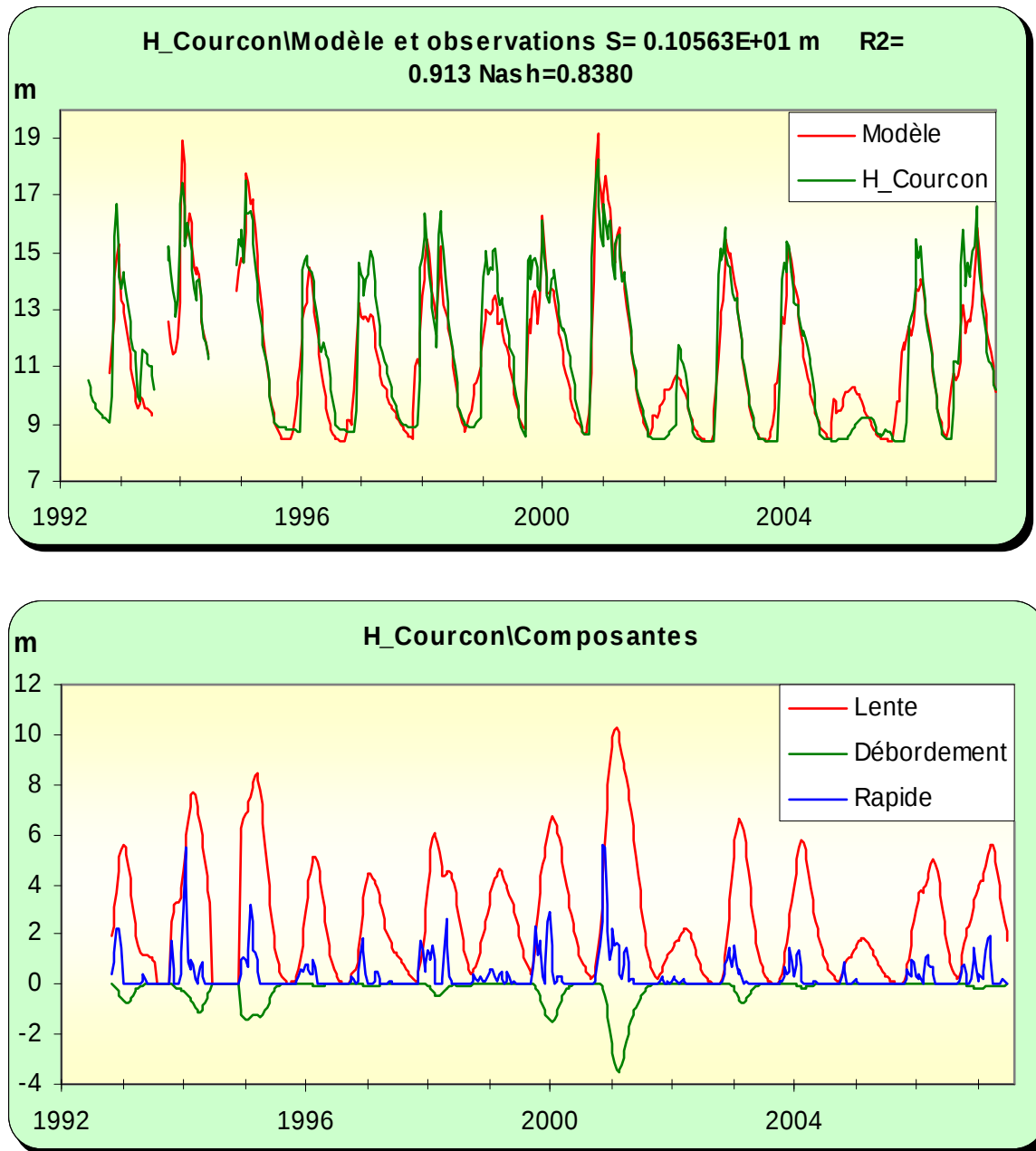


Illustration 70 : Modélisation du piézomètre de Courçon, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

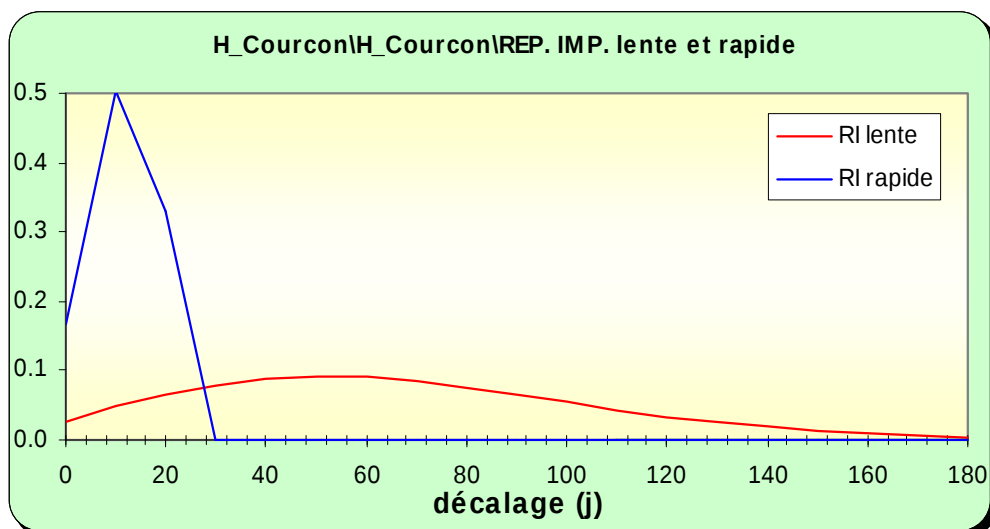


Illustration 71 : Modélisation du piézomètre de Courçon, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

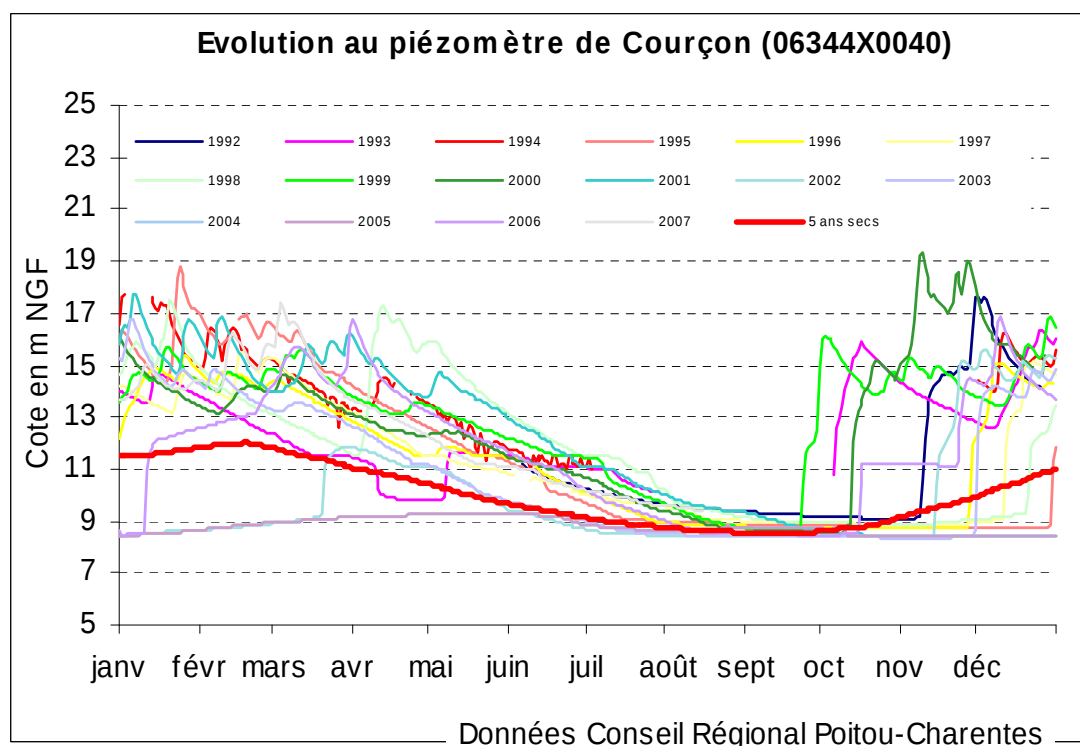


Illustration 72 : Utilisation du modèle du piézomètre de Courçon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Coulon [06106X0015] Dogger**

Ce piézomètre (21 m de profondeur) est situé en rive droite de la Sèvre tout à fait à l'amont de cette zone de gestion. Il capte la partie supérieure de la nappe du Dogger (Callovien).

Il a un comportement assez atypique. L'actualisation du modèle, avec surtout la prise en compte de pompages, a nettement amélioré le calage.

Les pompages impactant l'ouvrage sont très irréguliers. Le graphe des chroniques annuelles (Illustration 75) montre que l'impact de ces pompages semble se prolonger parfois jusqu'au mois de décembre.

La modélisation a nécessité la prise en compte d'un seuil bas autour de 9.5 m NGF (soutien d'étiage par des eaux superficielles ?).

Le modèle ne restitue qu'une composante de type plutôt « rapide », avec un pic au bout de 10 jours et un retour à 0 au bout de 2 mois. Cette faible inertie caractériserait un aquifère de milieu fissuré, peu capacitif, tout à fait en adéquation avec la lithologie (calcaires marneux massifs) du Callovien.

Enfin, utilisé en prévision le modèle restitue des courbes « pseudo-naturelles » très plates présentant des battements annuels de l'ordre de 2 m.

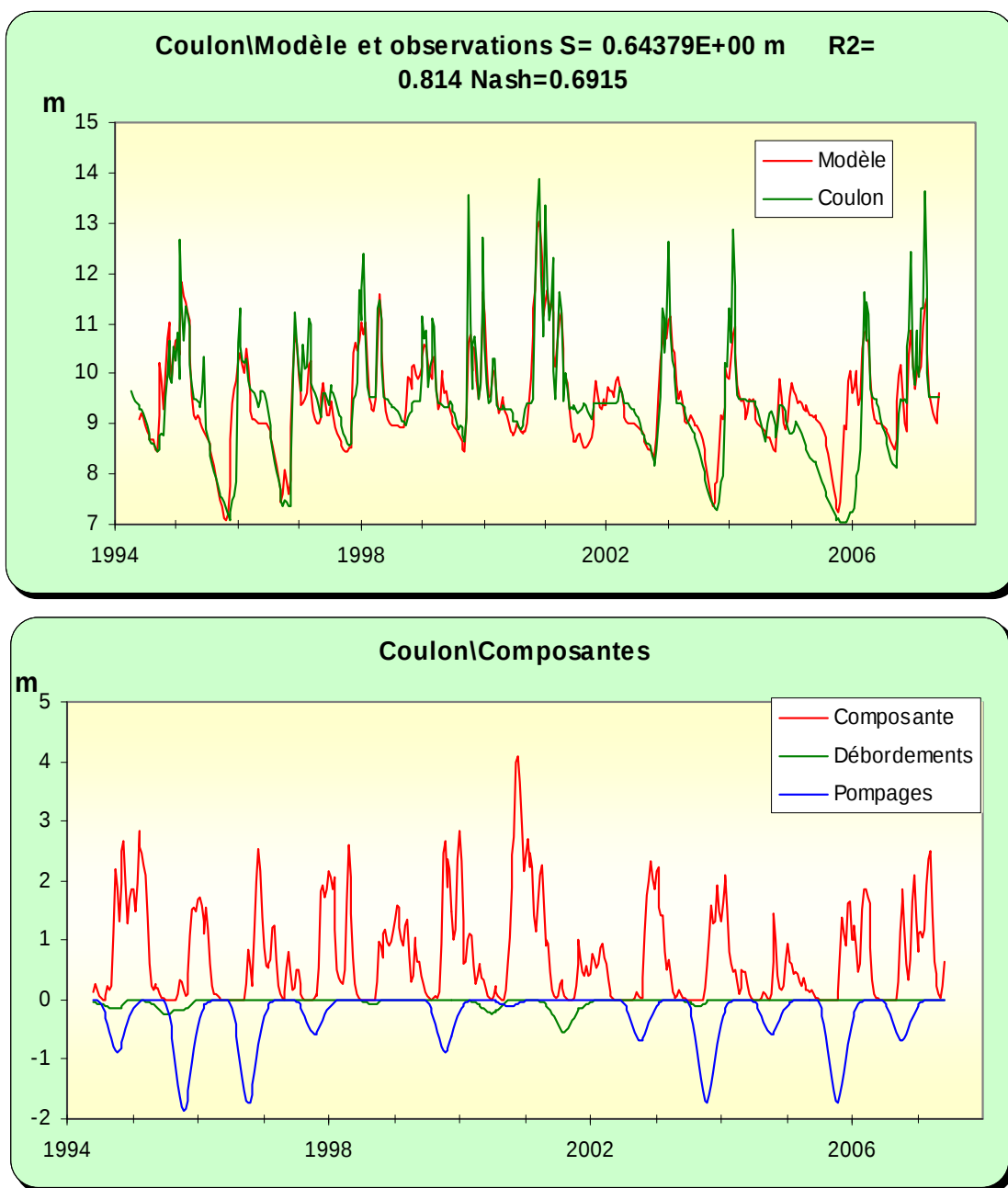


Illustration 73 : Modélisation du piézomètre de Coulon, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

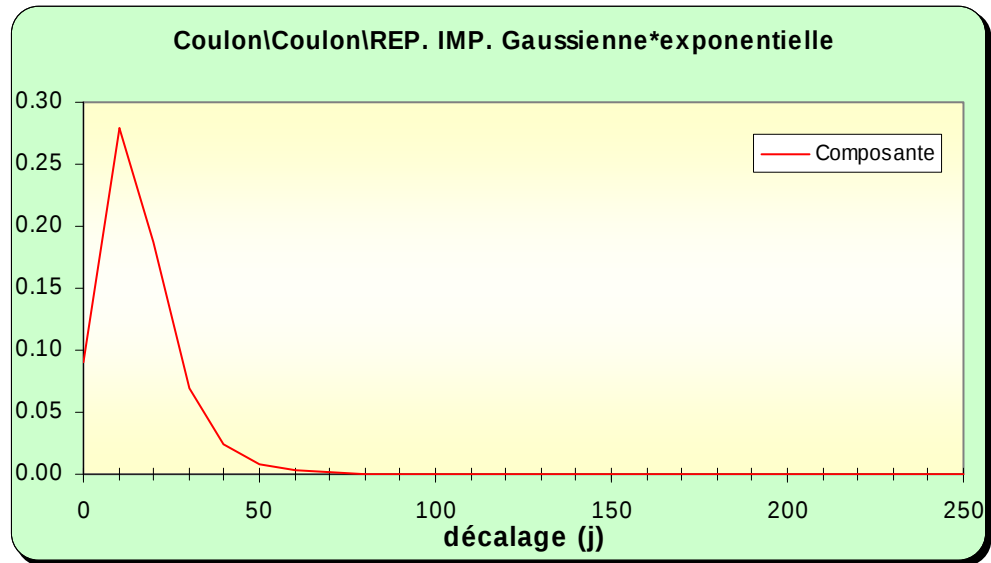


Illustration 74 : Modélisation du piézomètre de Coulon, analyse impulsionnelle des composantes

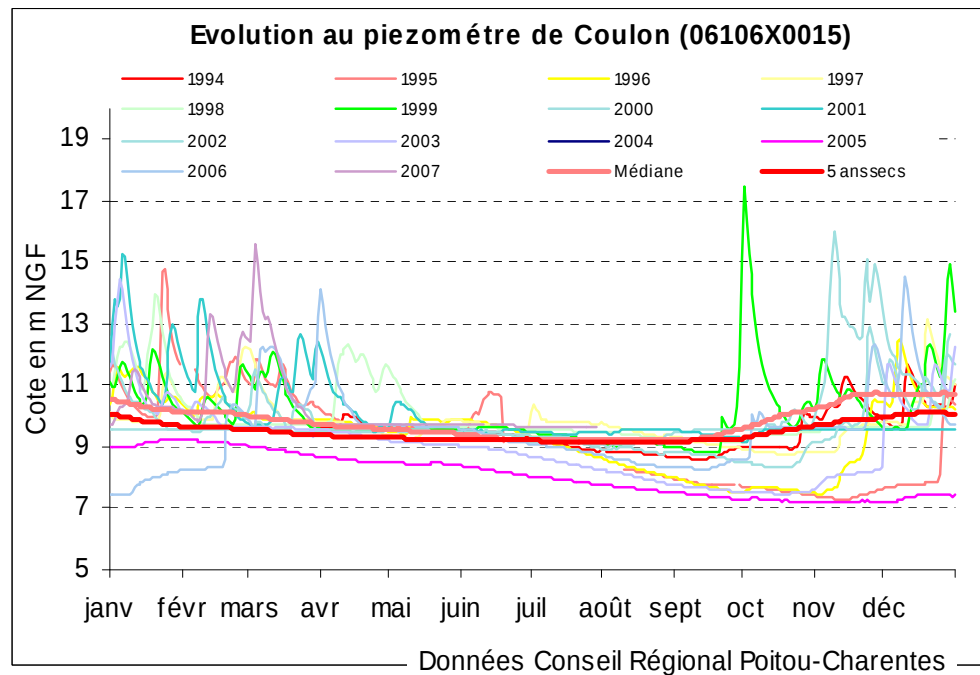


Illustration 75 : Utilisation du modèle du piézomètre de Coulon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de St-Georges-du-Bois [06344X0042] Jurassique supérieur**

Le piézomètre est situé en tête du bassin versant du ruisseau de Saint-Bibien, affluent du Curé, à proximité du cours d'eau.

On observe un seuil de débordement très net, autour de 26 m NGF, correspondant à peu près à la cote du forage, ainsi qu'un palier, autour de 25 m NGF, qui s'expliquerait par un soutien de la nappe par le réseau superficiel. La piézométrie décroche de ce palier certaines années dès début juin, mais peut s'y maintenir certaines années jusqu'à mi-juillet. Le piézomètre enregistre ensuite un impact important des pompages avec une cote moyenne (2000-2005) d'étiage de 19,5 m NGF, mais des cotes d'étiage pouvant descendre jusqu'à 13,8 m NGF.

L'actualisation du modèle avec une meilleure prise en compte des pompages notamment a nettement amélioré le calage. Le modèle restitue une composante rapide non négligeable et une composante lente avec un pic à 1 mois et un retour à 0 au bout de 100 jours.

La courbe pseudo-naturelle (en l'absence de prélèvements agricoles), donnée par le modèle TEMPO, fait apparaître une cote naturelle d'étiage en année quinquennale sèche de 22,7 m NGF. Sur l'illustration 78 cette courbe a été corrigée de manière à tenir compte du soutien par le réseau superficiel (palier).

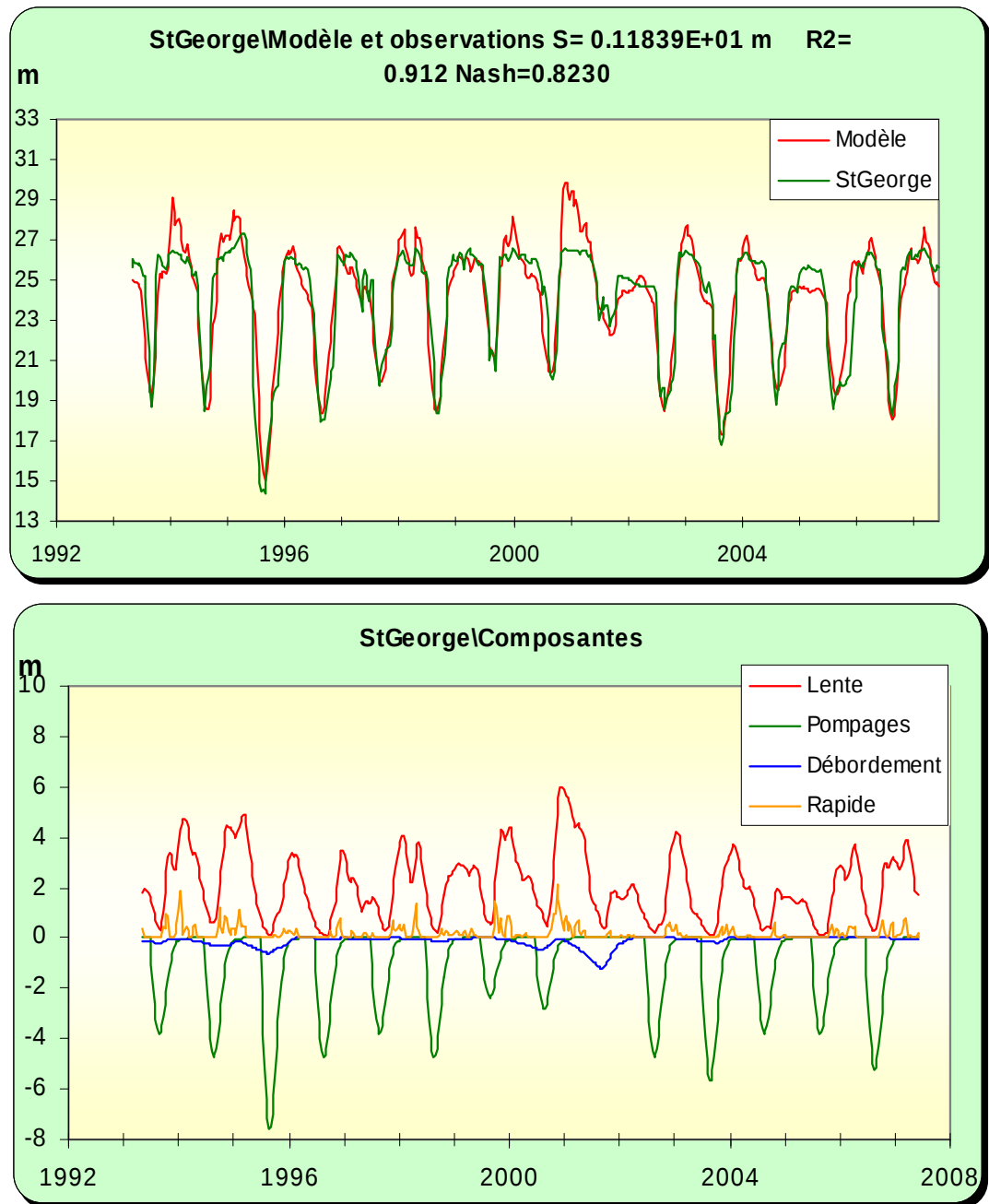


Illustration 76 : Modélisation du piézomètre de St-Georges, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

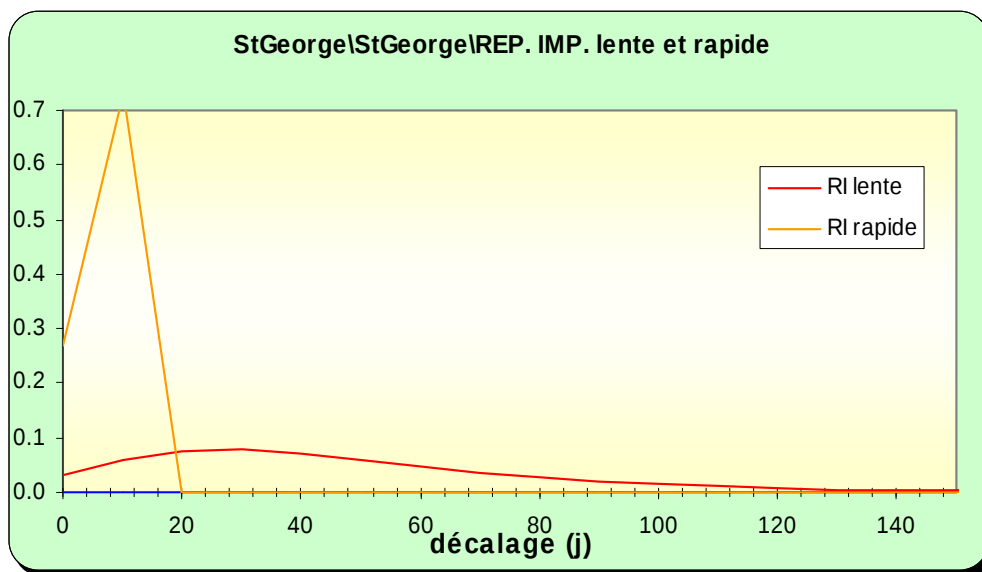


Illustration 77 : Modélisation du piézomètre de St-Georges , analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

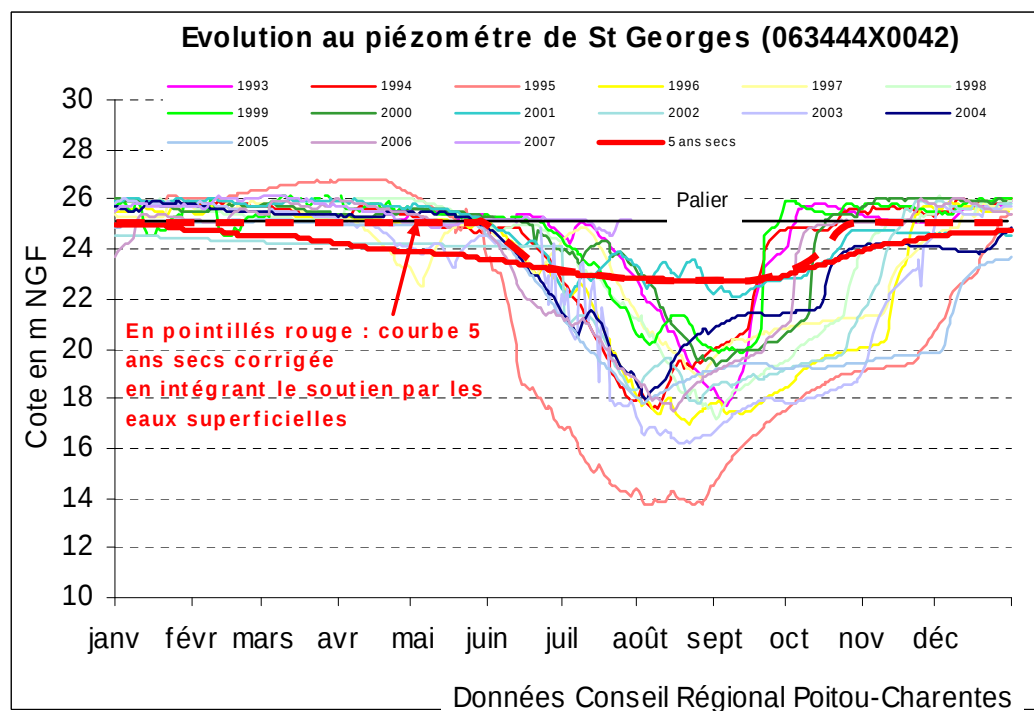


Illustration 78 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Georges en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### ***Piézomètre de Forges [06347X0026] Jurassique supérieur***

Le piézomètre (20 m de profondeur) est situé tout à fait à l'amont du bassin versant du Curé dans les calcaires marneux du Kimméridgien inférieur.

On observe un seuil de débordement autour de 18,5 m NGF, proche de la surface du sol au niveau de l'ouvrage.

Le modèle TEMPO apparaît relativement bien calé sur les chroniques. Les courbes correspondant aux quinquennales sèche et humide encadrent la plupart des chroniques observées.

La composante rapide est négligeable. La composante lente présente un pic au bout de 2 mois et un retour à 0 au bout d'environ 7 mois.

Le modèle met aussi en évidence, du fait d'un écart entre le modèle et la chronique de mesures en basses eaux (le modèle est « en avance »), des contrastes verticaux de perméabilité. En effet comme observé sur de nombreux piézomètres de la nappe du Jurassique supérieur, les fissures se ferment en profondeur avec une diminution de la perméabilité du réservoir. A partir d'une certaine cote (qui correspond à peu près dans ce cas à 16 m NGF), la vidange se trouve ralentie.

La courbe pseudo-naturelle (en l'absence de prélèvements agricoles), donnée par le modèle TEMPO, fait apparaître une cote naturelle d'étiage en année quinquennale sèche de 14,5 m NGF. Le contraste de perméabilité précédemment évoqué explique aussi le décalage en prévision de la courbe "5 ans sec" (étiage en septembre) avec les mesures de terrain (étiage en octobre).

Le piézomètre, situé à l'amont du bassin versant est bien représentatif de la ressource et l'analyse de la piézométrie ne met pas en évidence d'impact important des pompages.

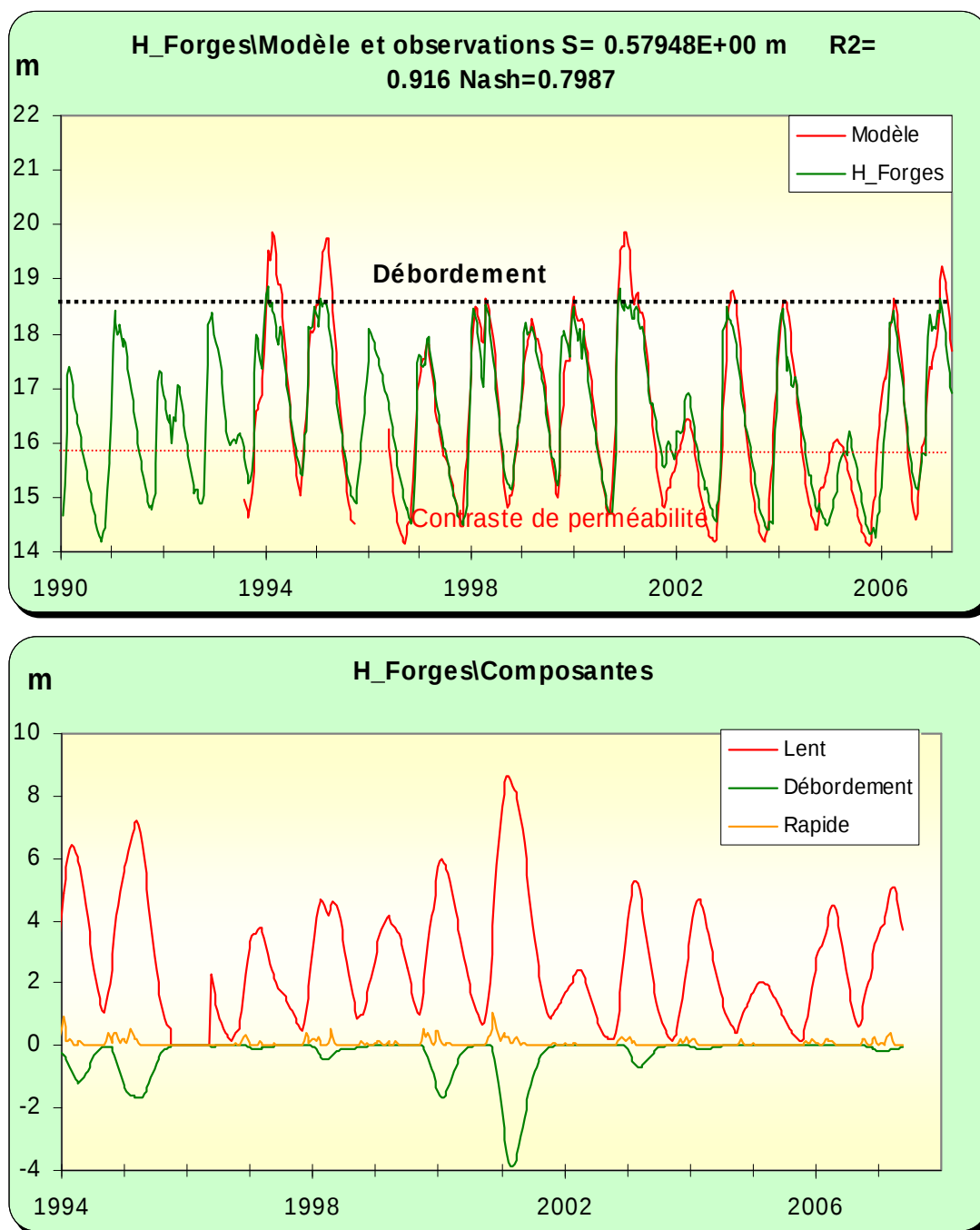


Illustration 79 : Modélisation du piézomètre de Forges, *en haut* : superposition du modèle sur la chronique, *en bas* : les différentes composantes

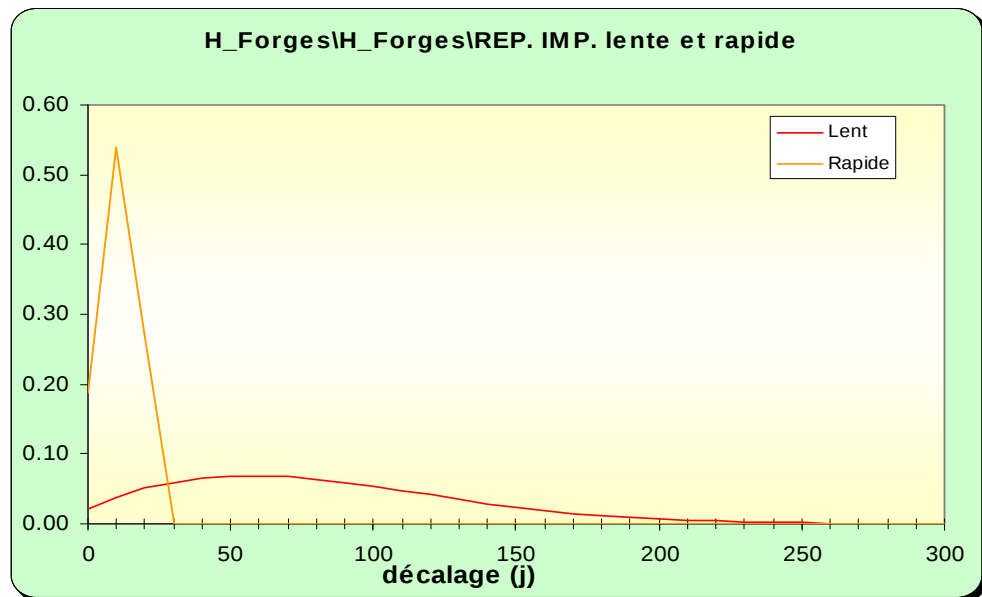


Illustration 80 : Modélisation du piézomètre de Forges, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

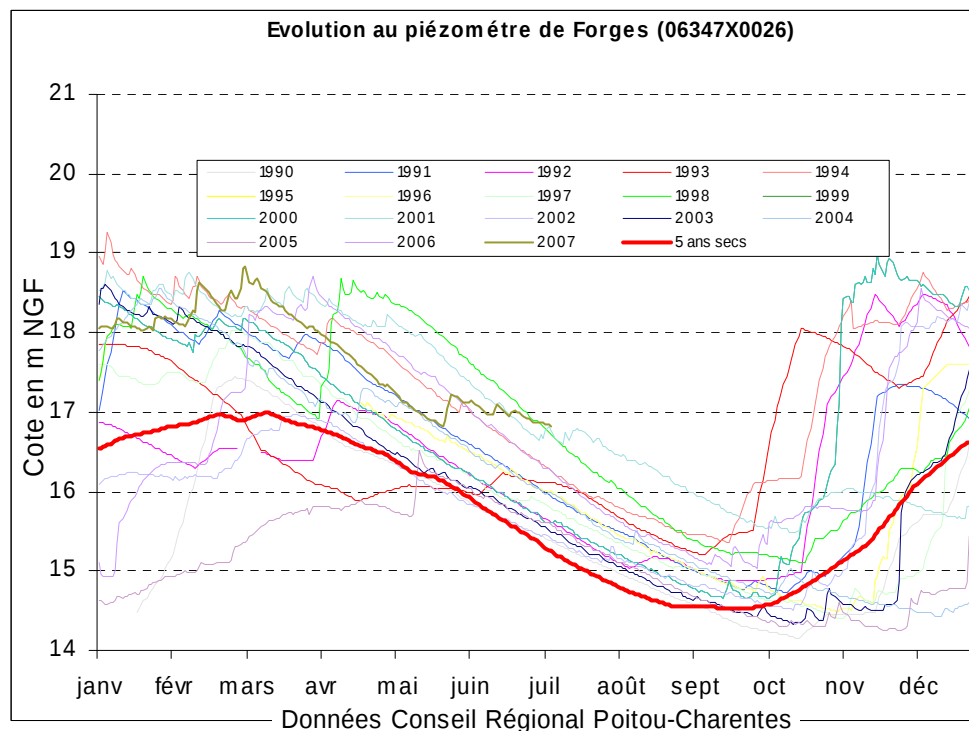


Illustration 81 : Utilisation du modèle du piézomètre de Forges en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### ***Piézomètre de Marsilly [06334X0023] Jurassique supérieur***

Le piézomètre de 52 m de profondeur est situé dans un bassin versant côtier.

L'analyse des chroniques fait apparaître un seuil de débordement autour de 20 m NGF, ainsi qu'un seuil bas de plein étiage autour de 10 m NGF.

La composante lente montre une mise en charge immédiate après une impulsion pluie efficace traduisant des transferts de pression dans le réseau de fractures. Le retour à l'état initial se fait au bout d'environ 3 mois.

La courbe pseudo-naturelle (en l'absence de prélèvements agricoles), donnée par le modèle TEMPO, fait apparaître une cote naturelle d'étiage en année quinquennale sèche de 9,7 m NGF.

Comme le piézomètre de Forges, ce piézomètre est un bon indicateur de l'état de la ressource. A l'image de Forges et de la plupart des piézomètres de ce type, le niveau d'étiage est atteint pratiquement chaque année mais à des dates différentes, en fonction de l'état de la recharge printanière.

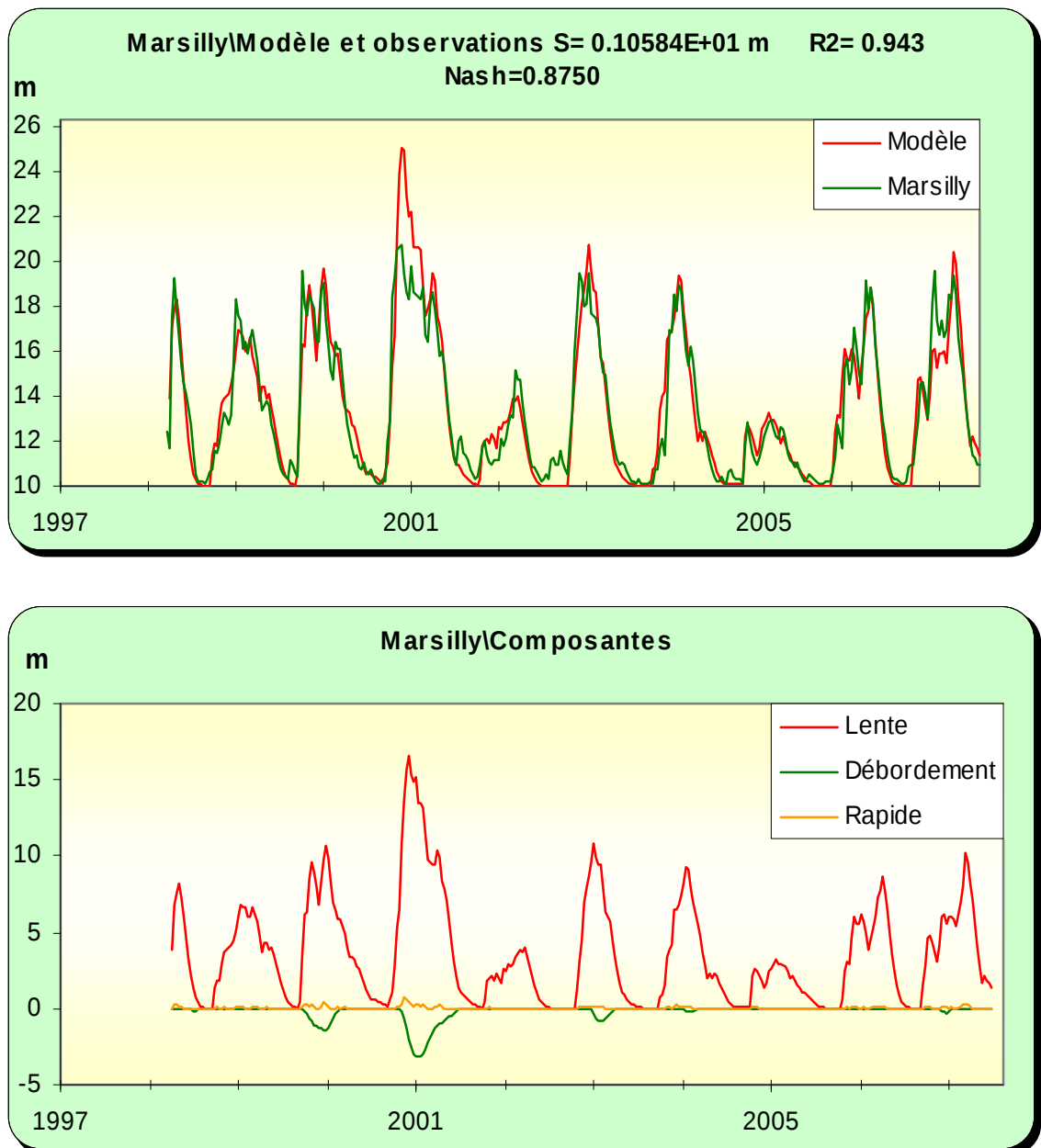


Illustration 82 : Modélisation du piézomètre de Marsilly, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

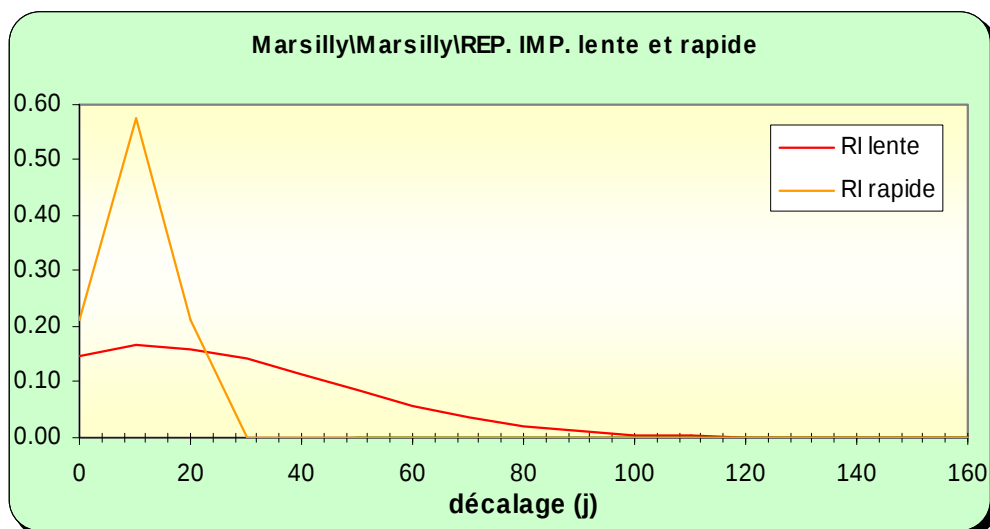


Illustration 83 : Modélisation du piézomètre de Marsilly , analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

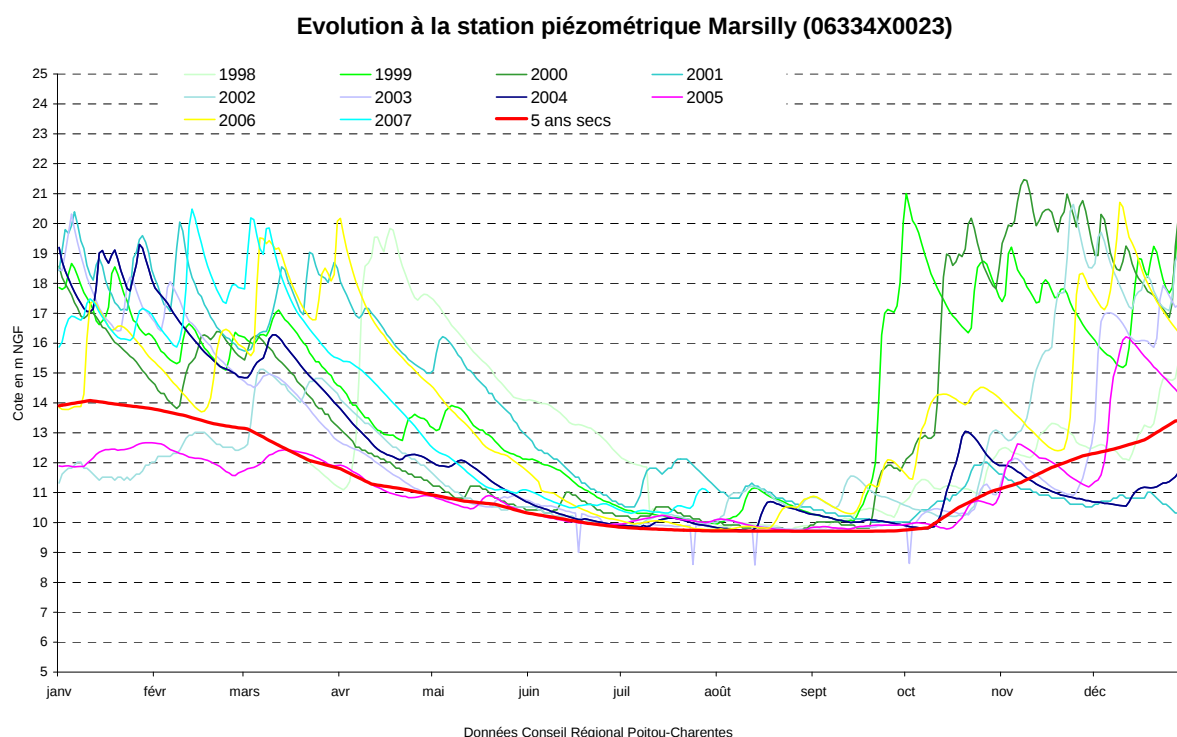


Illustration 84 : Utilisation du modèle du piézomètre de Marsilly en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.1.4.2 Discussion, conclusion

#### Propositions pour la gestion

En matière de gestion, l'absence de données de débit sur ces bassins versants **ne permet pas d'approcher des volumes disponibles**. En revanche, les chroniques piézométriques analysées se répartissent en 2 grandes catégories :

- o **les piézomètres amont**, moins influencés par les pompages, avec des courbes de vidange de nappe classique après la recharge hivernale et printanière : Courçon, Marsilly, Forges et dans une moindre mesure Prissé.

Dans ce cas les piézométries d'objectifs et les seuils de gestion peuvent être pris sur les courbes de vidange théoriques calculées à partir des modèles TEMPO. Ces piézomètres sont des bons indicateurs de l'état de la ressource souterraine.

- o **les piézomètres aval** à la périphérie du Marais Poitevin ou situés dans les vallées, sur lesquels on observe le maintien de paliers jusqu'au mois de juillet, malgré l'absence de pluies efficaces, traduisant le soutien de la nappe par le réseau hydrographique superficiel : St-Hilaire, Bourdet, Usseau, St-Georges. Ces piézomètres ne permettent pas d'avoir l'état de la ressource dans la mesure où le niveau est chaque année sensiblement le même jusqu'à fin juin/début juillet quelle que soit la pluviométrie de l'année.

Dans ce cas, les objectifs de gestion peuvent considérer 2 périodes, l'une printanière et de début d'étiage, l'autre de plein étiage avec une nappe qui n'est plus soutenue par les eaux de surface et un impact très net des pompages, avec des niveaux qui peuvent descendre au-dessous de 0 m NGF. En 2005, en Deux-Sèvres, en l'absence quasi-totale de prélèvements, la piézométrie observée sur certains ouvrages s'est maintenue à un niveau élevé, malgré une année particulièrement sèche (cf. graphe du Bourdet).

Ce palier de début d'étiage, permet de reconstituer le fonctionnement « naturel » du Marais (à ceci prêt que tous les bassins versants sont aménagés et profondément modifiés par l'action de l'homme). Le Marais est en effet le réceptacle aval de toutes les eaux météoriques des bassins versants périphériques. En étiage, les eaux de la nappe à la périphérie du Marais et les eaux du réseau superficiel sont « naturellement » en équilibre. Le gradient avec le niveau de base que constitue le niveau de la mer (au-dessus du 0 m NGF car il faut considérer la densité plus élevée de l'eau salée et l'effet des marées) est alors très faible (de l'ordre de 1 pour 10 000) et le système est quasiment statique.

Les pompages viennent modifier cet équilibre en abaissant le niveau de la nappe autour du Marais. Dans un premier temps, le réseau de surface vient alimenter la nappe et permet le maintien du niveau autour d'un palier, masquant ainsi l'effet des pompages. Dans un second temps (de fin juin à septembre), le réseau superficiel ne suffit plus au maintien de la nappe et son niveau s'effondre.



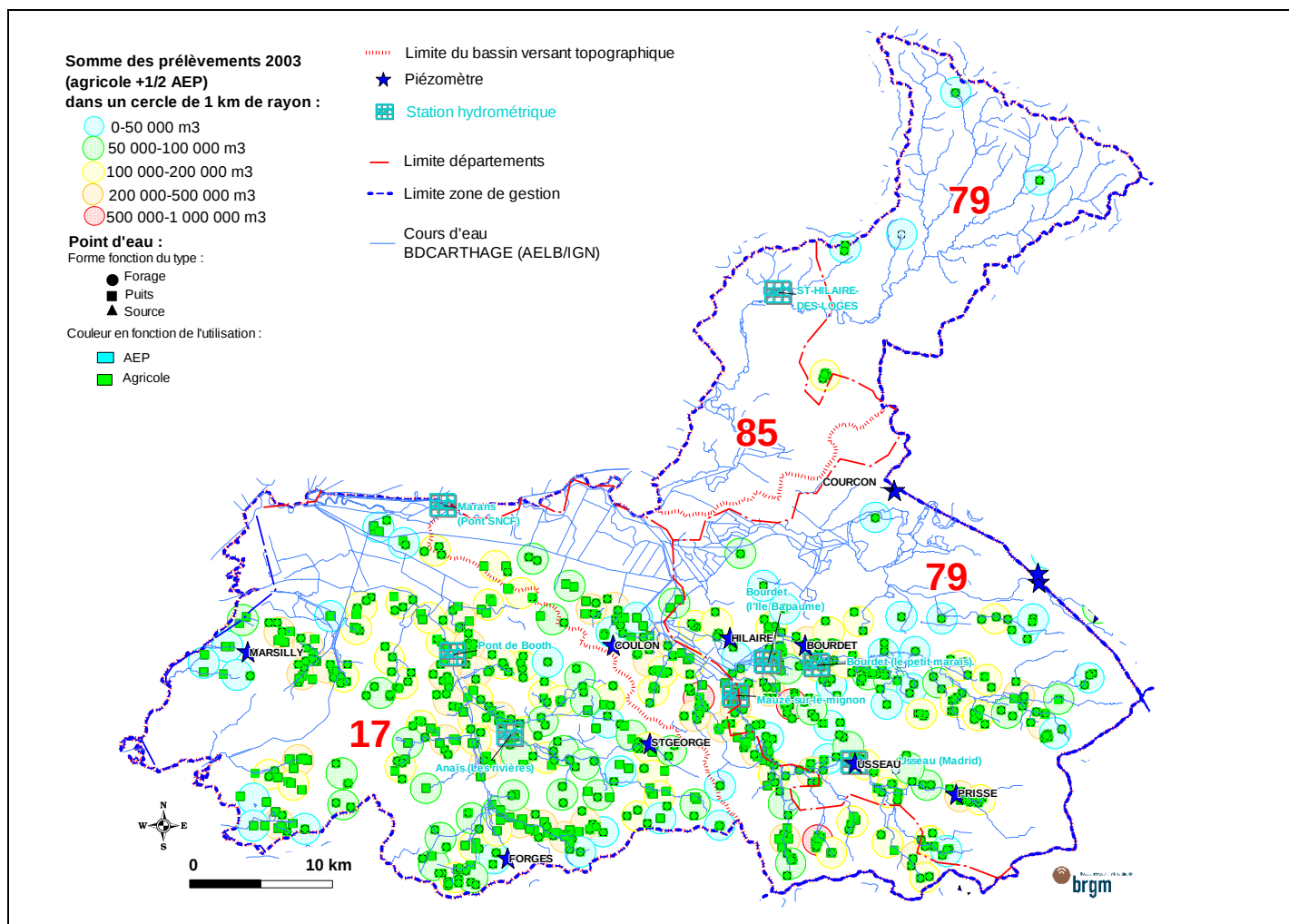


Illustration 85 : Extension de la zone de gestion de la Sèvre aval, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

## 3.2 BASSIN DE LA BOUTONNE

### 3.2.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé

La Boutonne est un affluent en rive droite de la Charente. Elle est globalement orientée NE-SW sauf dans la partie amont où elle suit un important couloir de failles NW-SE. Ces failles séparent un domaine nord où affleurent du socle dans certaines vallées, du Jurassique inférieur (Lias) et du Jurassique moyen (Dogger) sous une plus ou moins épaisse couverture d'altérites, d'un domaine méridional effondré formé par des affleurements de séries monotones marno-calcaires du Jurassique supérieur. A l'extrémité aval du bassin de la Boutonne on trouve des terrains (argiles, sables et calcaires) du Crétacé supérieur.

L'analyse géologique et hydrogéologique conduit à proposer une gestion en 3 zones en découpant le bassin de la manière suivante (cf. rapport de phase 1) :

- 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. Illustration 86) ;
- 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".

La limite entre les zones nord et la zone moyenne et aval correspond à la faille de la Boutonne qui prolonge vers le Sud-Est la faille d'Aiffres, elle-même utilisée en limite pour les zones de gestion de la Sèvre-Niortaise.

A l'amont, seuls les piézomètres de Outres1 pour le Dogger et de Outres2 pour l'Infra-Toarcien permettent de suivre les nappes. Le deuxième a toutefois connu des dysfonctionnements depuis 2002. Il vient d'être réhabilité. Les piézomètres de Chail et de Vaux ont été abandonnés. Toutefois, le premier disposant d'une chronique de bonne qualité jusqu'en 2002, la modélisation de la chronique a été réalisée.

Cette partie nord-Boutonne montre de toute évidence un manque dans le dispositif de suivi. Au moins un piézomètre au Dogger et un piézomètre à l'Infra-Toarcien seraient à trouver dans la partie amont de ce bassin.

En revanche, le Jurassique supérieur est suivi sur 4 piézomètres de part et d'autre de la limite départementale : Villenou, Pommier, Ensigne, Paizay.

En matière de suivi des débits, la station de Moulin de Châtre, à la limite entre les 2 départements, sert de référence. Les suivis plus aval, St-Jean-D'Angély, Carillon..., n'ont pas, pour l'instant, donné satisfaction (représentativité de la mesure du fait de plusieurs bras et/ou d'une régulation à travers des écluses).

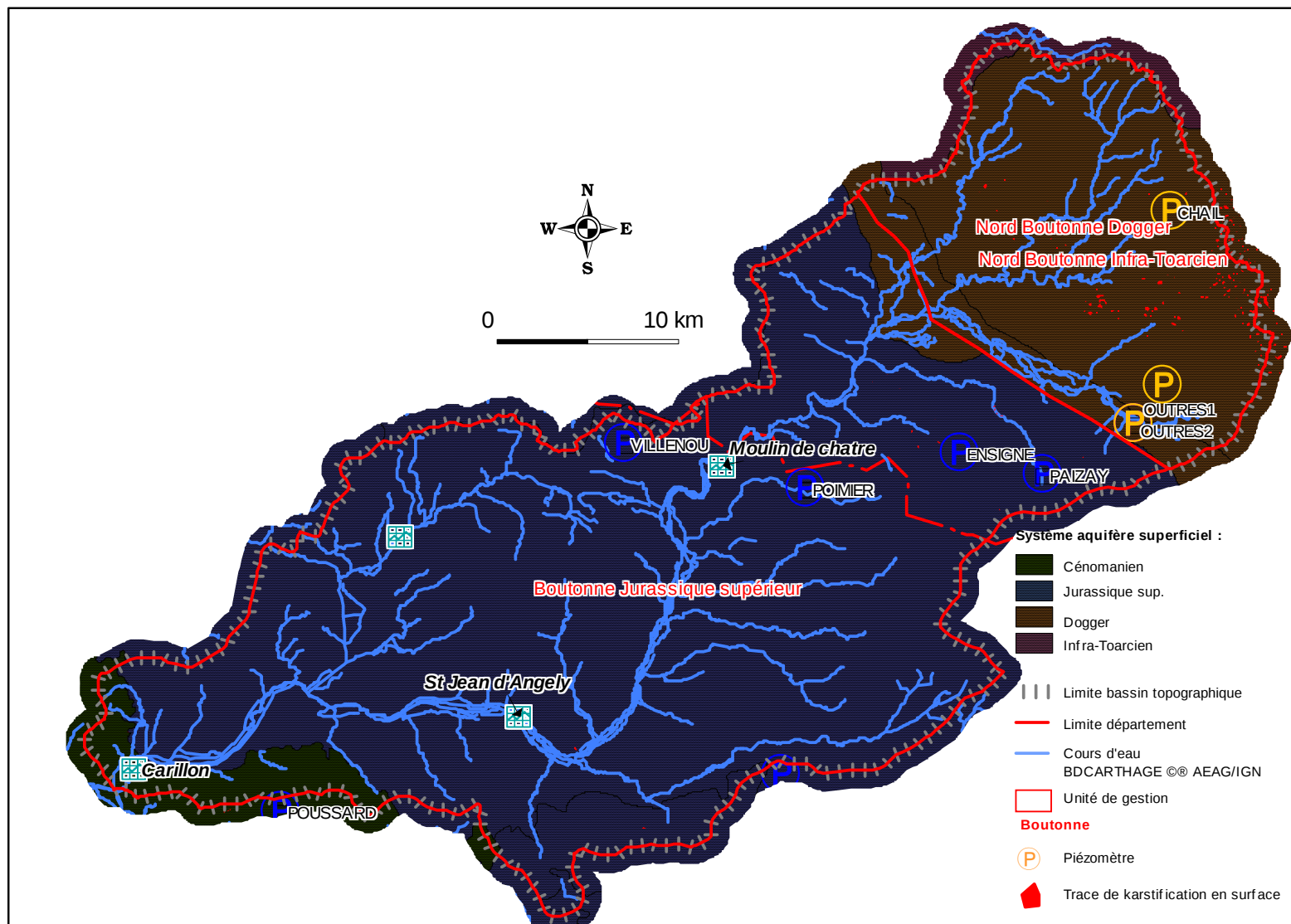


Illustration 86 : Carte des aquifères du bassin de la Boutonne, position des piézomètres et des stations hydrologiques, limites des zones de gestion proposées.

### **3.2.2 Les 3 zones de gestion de la Boutonne**

#### **3.2.2.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre des Outres1 [06367X0172] Dogger***

Avec une profondeur de 18.5 m, ce piézomètre capte la nappe du Dogger dans le couloir de faille de la Boutonne. Comme le souligne le graphe comparant Outres1 et Outres2, l'historique piézométrique enregistre plusieurs phénomènes :

- l'existence de débordement en hautes eaux autour de la cote 73 m NGF qui correspond à celle de la rivière à proximité,
- l'impact des réhabilitations de 1995, avec accroissement des impacts des pompages à partir de cette année là,
- les dysfonctionnements à partir de 2003 avec mélange des 2 nappes au niveau des tubages.

Ces phénomènes ont rendu difficile la modélisation de la chronique. Par rapport à la première version, une fonction pompage a été ajustée de manière à mieux en tenir compte. Le calage s'en trouve amélioré.

La composante rapide est négligeable. La composante lente montre une mise en charge quasi-immédiate, traduisant une certaine captivité de la nappe sous les calcaires marneux du Callovien. La réponse impulsionnelle montre un pic au bout d'environ 50 jours et un retour à 0 au bout de 6 mois.

En prévision, le modèle restitue des courbes théoriques en cohérence avec les historiques. La superposition des courbes théoriques sur la chronique souligne l'impact des pompages.

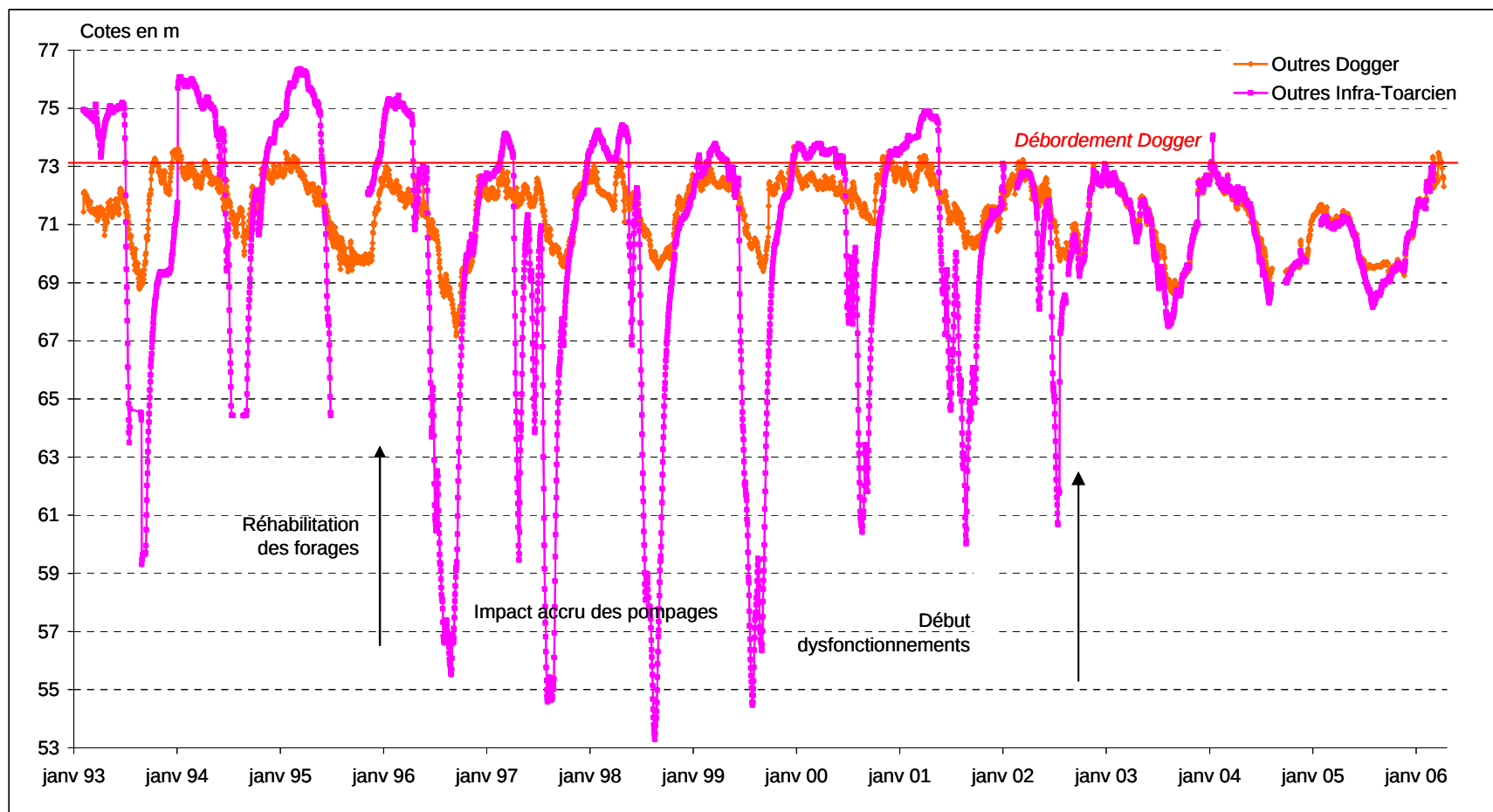


Illustration 87 : Comparaison des chroniques des Outres avec reports des évènements historiques et phénomènes observés

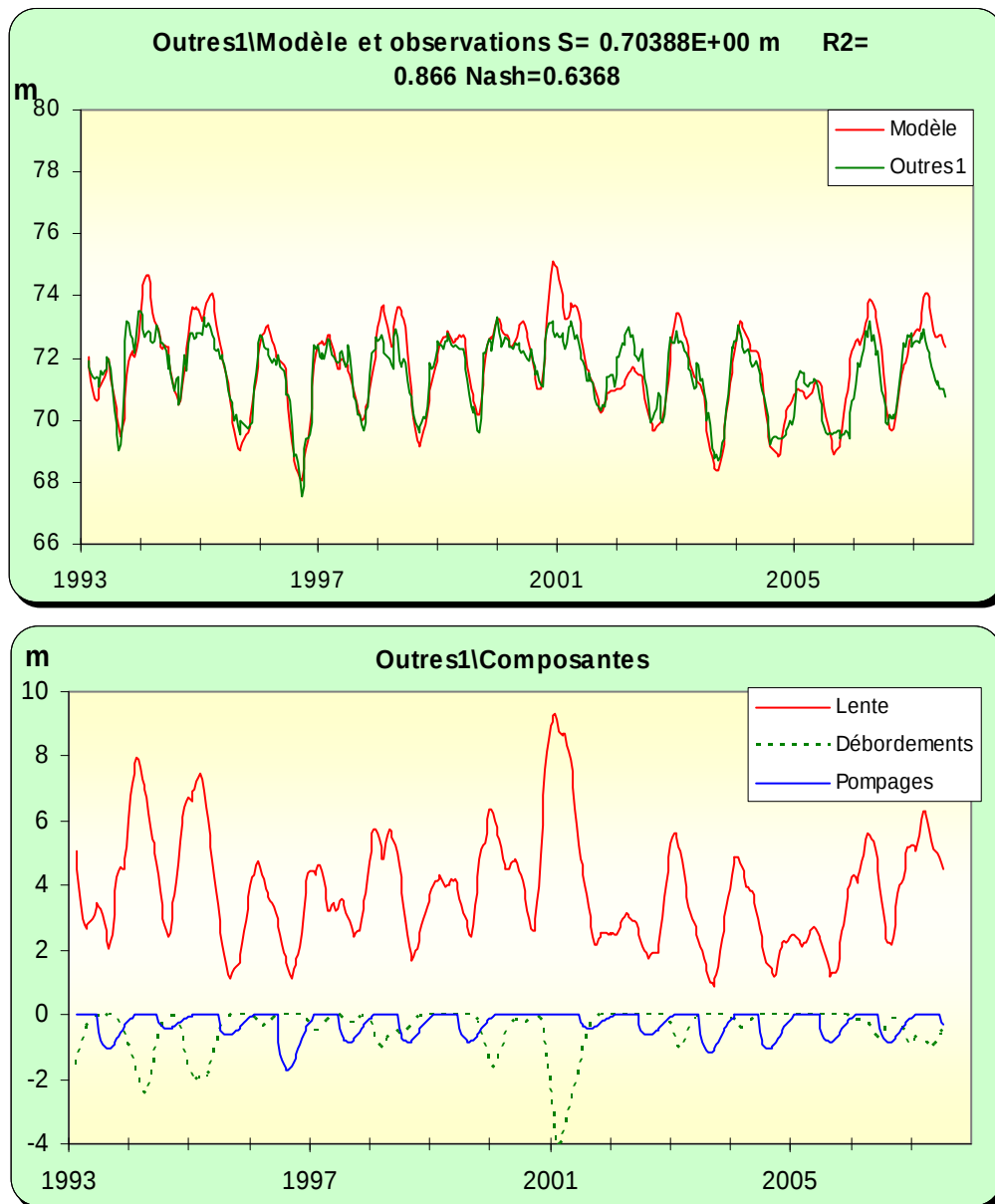


Illustration 88 : Modélisation du piézomètre de Outres1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

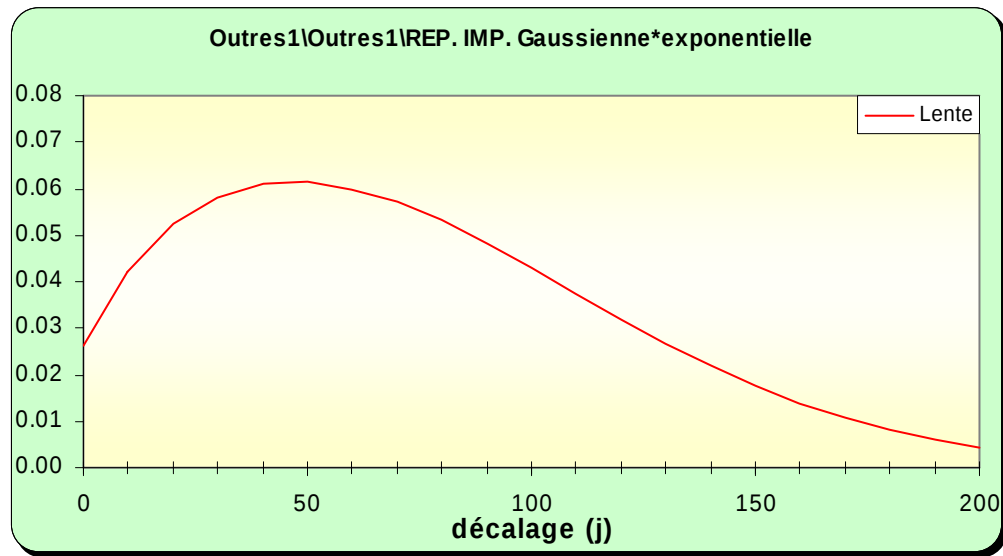


Illustration 89 : Modélisation du piézomètre de Outres1, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

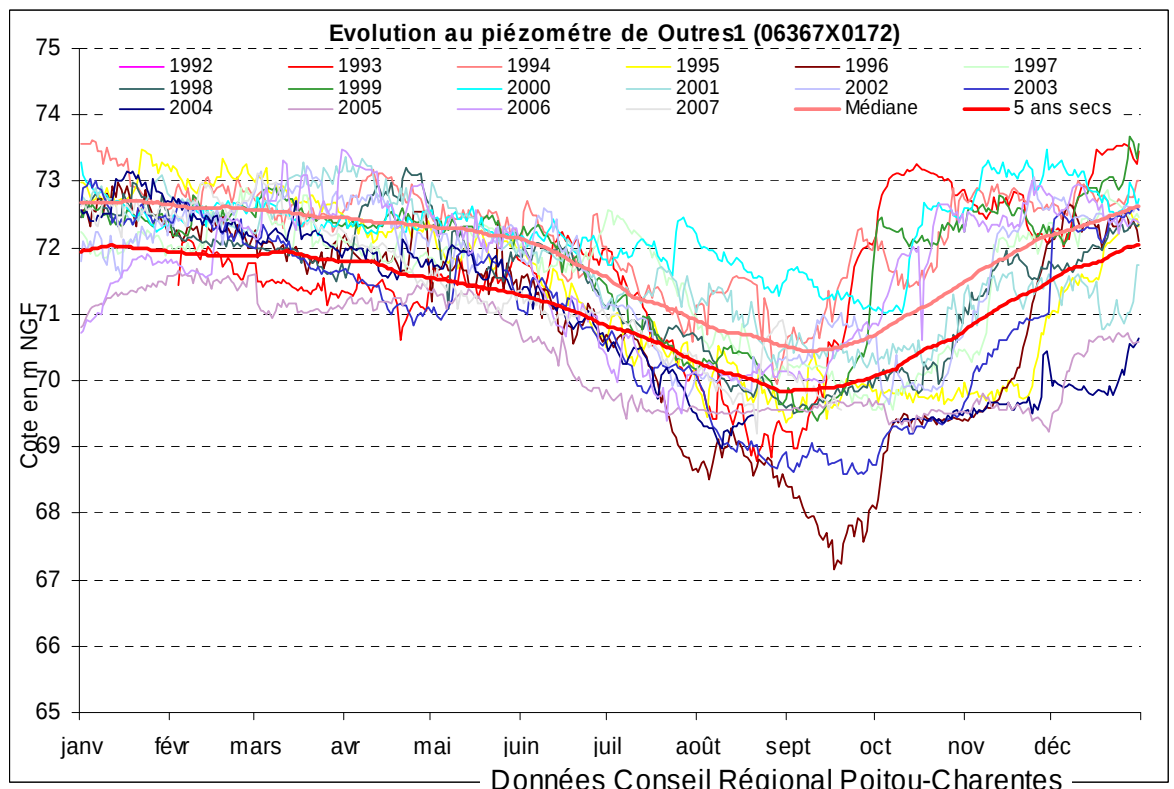


Illustration 90 : Utilisation du modèle du piézomètre de Outres1 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### ***Piézomètre de Outres2 [06367X0138] Infra-Toarcien***

Compte tenu des dysfonctionnements observés depuis 2003, le travail de re-calage s'est borné à ajuster une fonction « Peigne » de manière à mieux prendre en compte les pompages. Le calage s'en trouve amélioré.

La fonction pompage souligne l'impact de la réhabilitation de 1995.

L'analyse impulsionnelle de la seule composante lente montre une inertie plus importante que pour la nappe du Dogger. Le pic de la réponse impulsionnelle est en effet observé au bout de 80 jours. Le retour à l'état initial se fait, comme pour la nappe du Dogger, au bout de 6 mois.

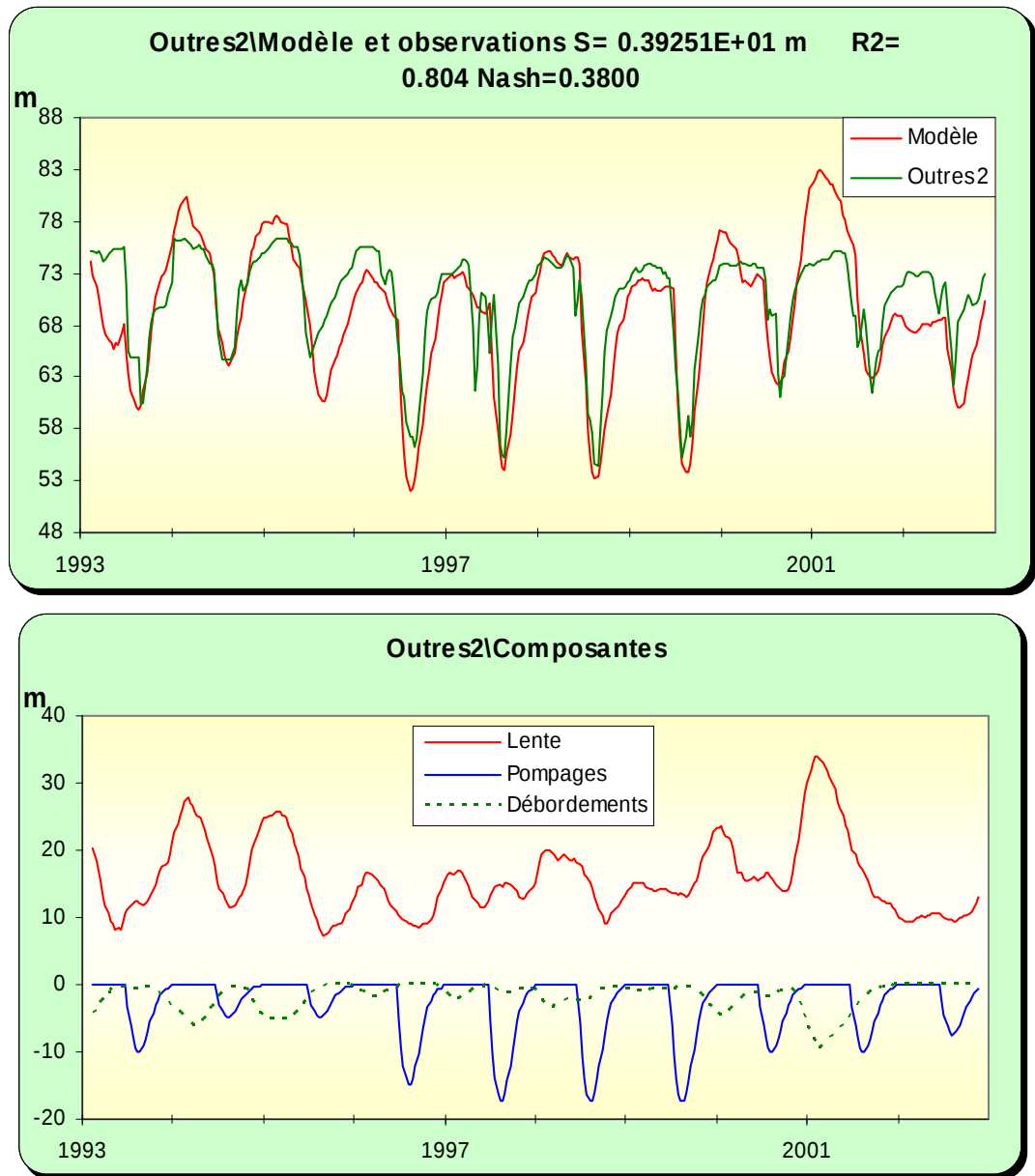


Illustration 91 : Modélisation du piézomètre de Outres2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

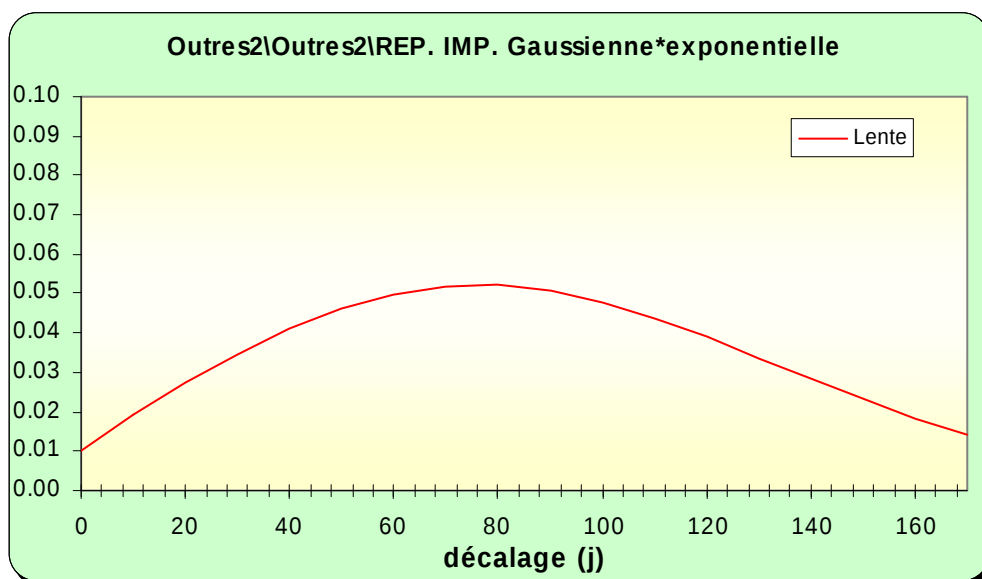


Illustration 92 : Modélisation du piézomètre de Outres2, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

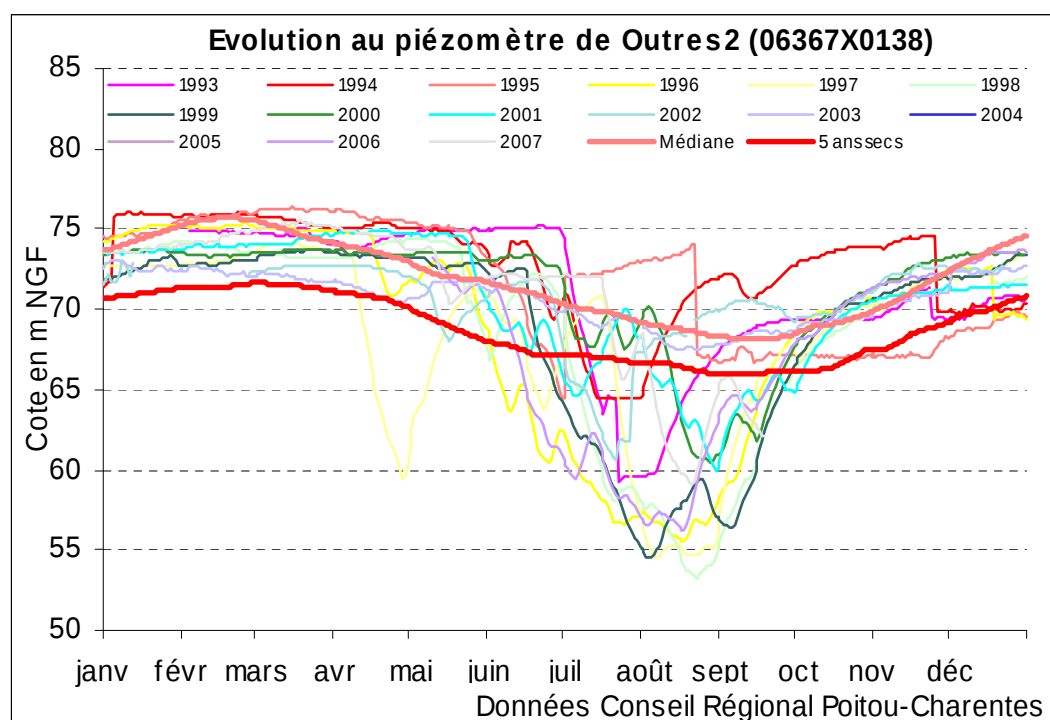


Illustration 93 : Utilisation du modèle du piézomètre de Outres2 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### ***Piézomètre de Chail [06364X0001] Dogger***

Bien que cette station piézométrique ait été démontée en 2002, le fait de disposer de chroniques depuis 1993 permet de la modéliser.

Avec 18 m de profondeur, cet ouvrage capte la nappe du Dogger tout à fait à l'amont du bassin versant de la Boutonne (129 m NGF d'altitude). La chronique n'apparaît pas impactée par les prélèvements et donne donc une vision correcte de l'état de recharge de la nappe.

Le calage du modèle n'est toutefois pas pleinement satisfaisant, surtout dans les années les plus récentes.

La composante rapide apparaît nettement minoritaire. La composante lente montre un pic au bout de 50 jours et un retour à l'état initial après une impulsion pluie efficace au bout de 5 mois environ.

Le calage a nécessité l'introduction d'un seuil bas, autour de 121.3 m NGF, également visible sur la chronique. Ce seuil bas apparaît aussi en prévision (Illustration 96).

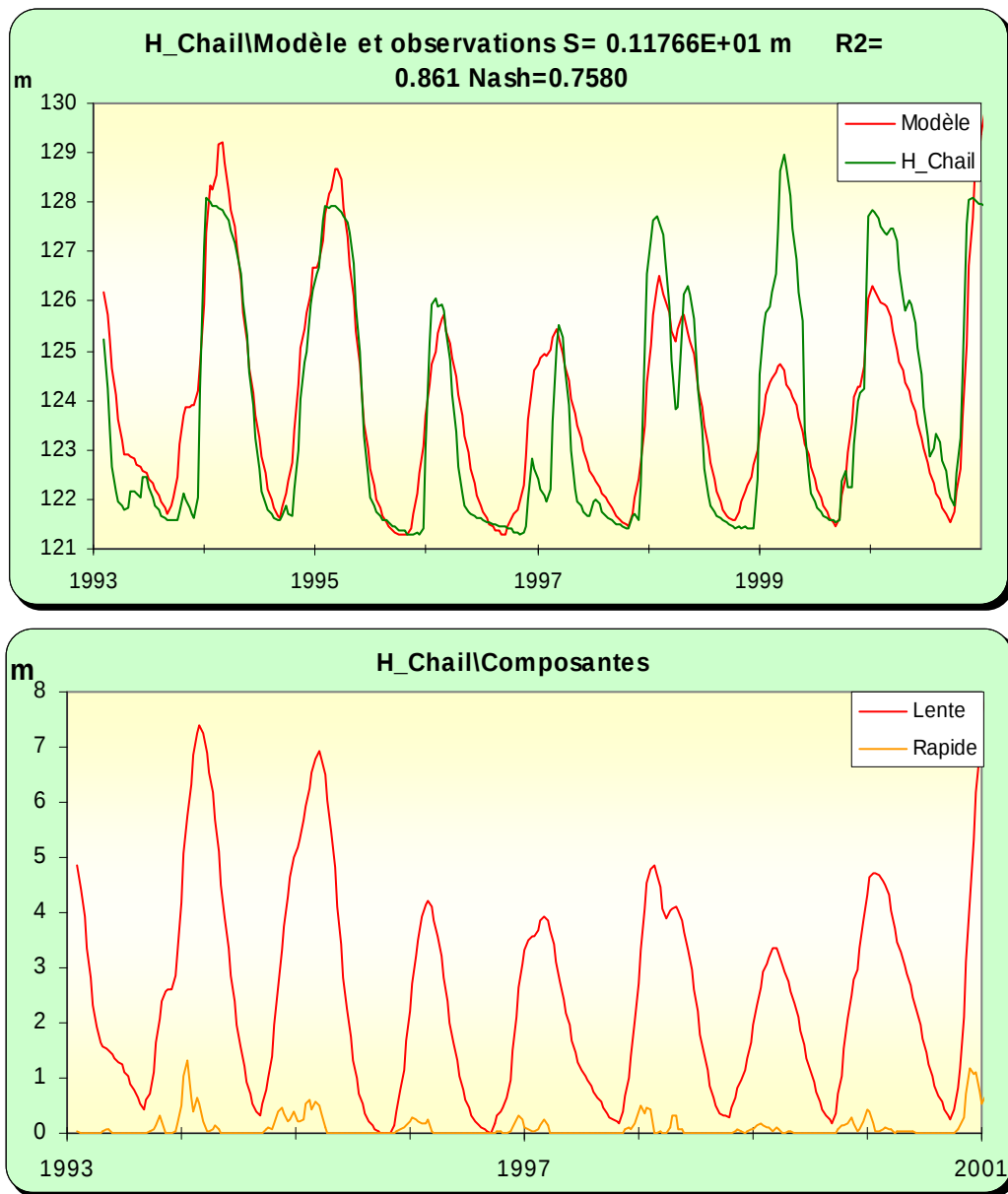


Illustration 94 : Modélisation du piézomètre de Chail, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

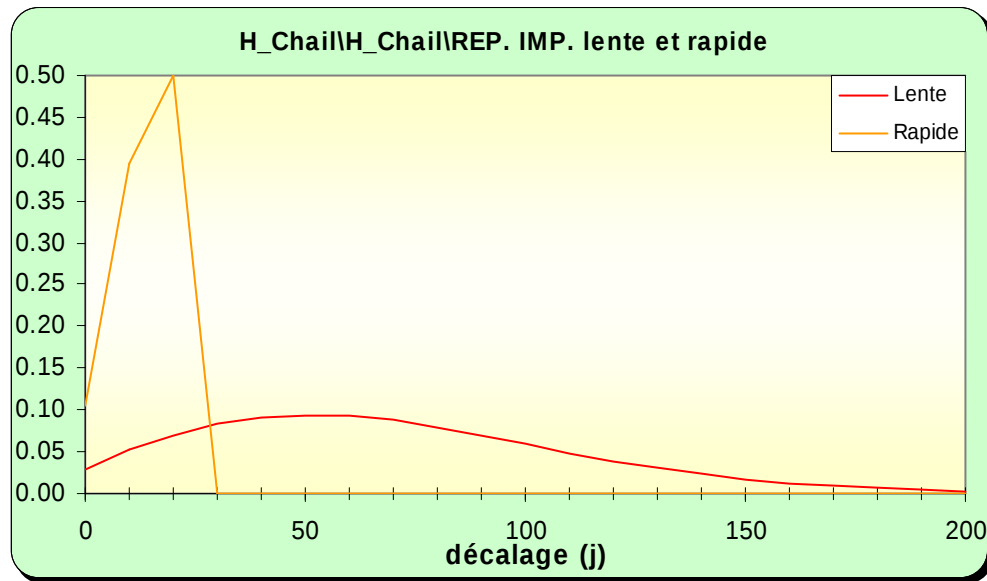


Illustration 95 : Modélisation du piézomètre de Chail, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

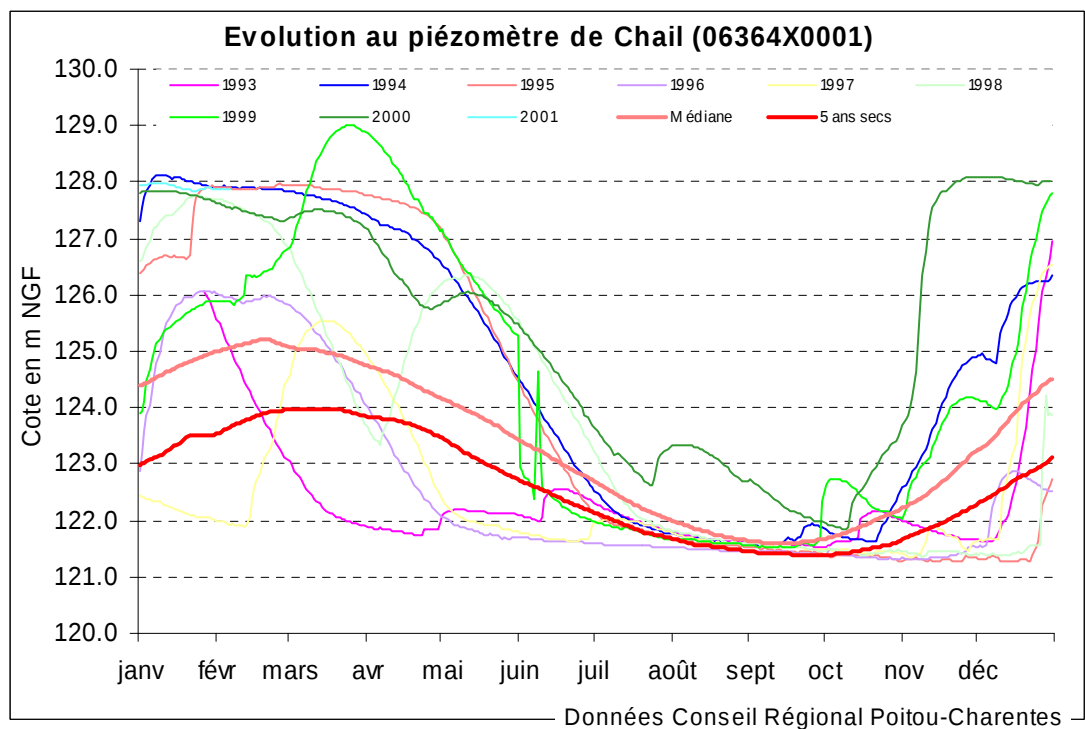


Illustration 96 : Utilisation du modèle du piézomètre de Chail en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre d'Ensigné [06366X0006] Jurassique supérieur**

Avec une profondeur de 14 m et une cote de 76.5 m NGF ce piézomètre capte la nappe du Jurassique supérieur dans une zone plutôt à l'amont du bassin versant de la Boutonne. Aussi, il est peu impacté par les prélèvements et restitue assez bien une évolution naturelle de l'aquifère.

Le niveau de débordement très net sur la chronique correspond à la cote du sol. Ce débordement est systématique en hautes eaux, à l'exception de l'année 2005.

Comme pour les autres piézomètres au Jurassique supérieur, on constate en basses eaux un décalage entre la chronique, qui est en « avance », et le modèle. Ce décalage est interprété comme venant de la fermeture du réservoir en profondeur. En effet, le Jurassique supérieur, formé de calcaires marneux peu perméables, est très fissuré et altéré en surface. C'est cette zone fissurée, dont l'intensité de l'altération diminue avec la profondeur jusqu'au « banc bleu » des foreurs, qui permet le stockage (faible) et la circulation des eaux souterraines, constituant la nappe du Jurassique supérieur.

Lorsque la nappe atteint en basses eaux un certain niveau (autour de 72 m NGF sur le piézomètre d'Ensigné), les circulations se font plus lentement, ce qui explique un étiage plus tardif par rapport au modèle. En prévision, les courbes théoriques se trouvent donc « avancées » d'environ 1 mois par rapport aux chroniques, comme détaillé sur l'illustration 99.

L'actualisation du modèle n'a pas modifié le calage précédemment réalisé. La composant rapide est insignifiante et la composante lente montre un « pic impulsif » autour de 2 mois et un retour à 0 après une impulsion pluie efficace au bout de 5-6 mois.

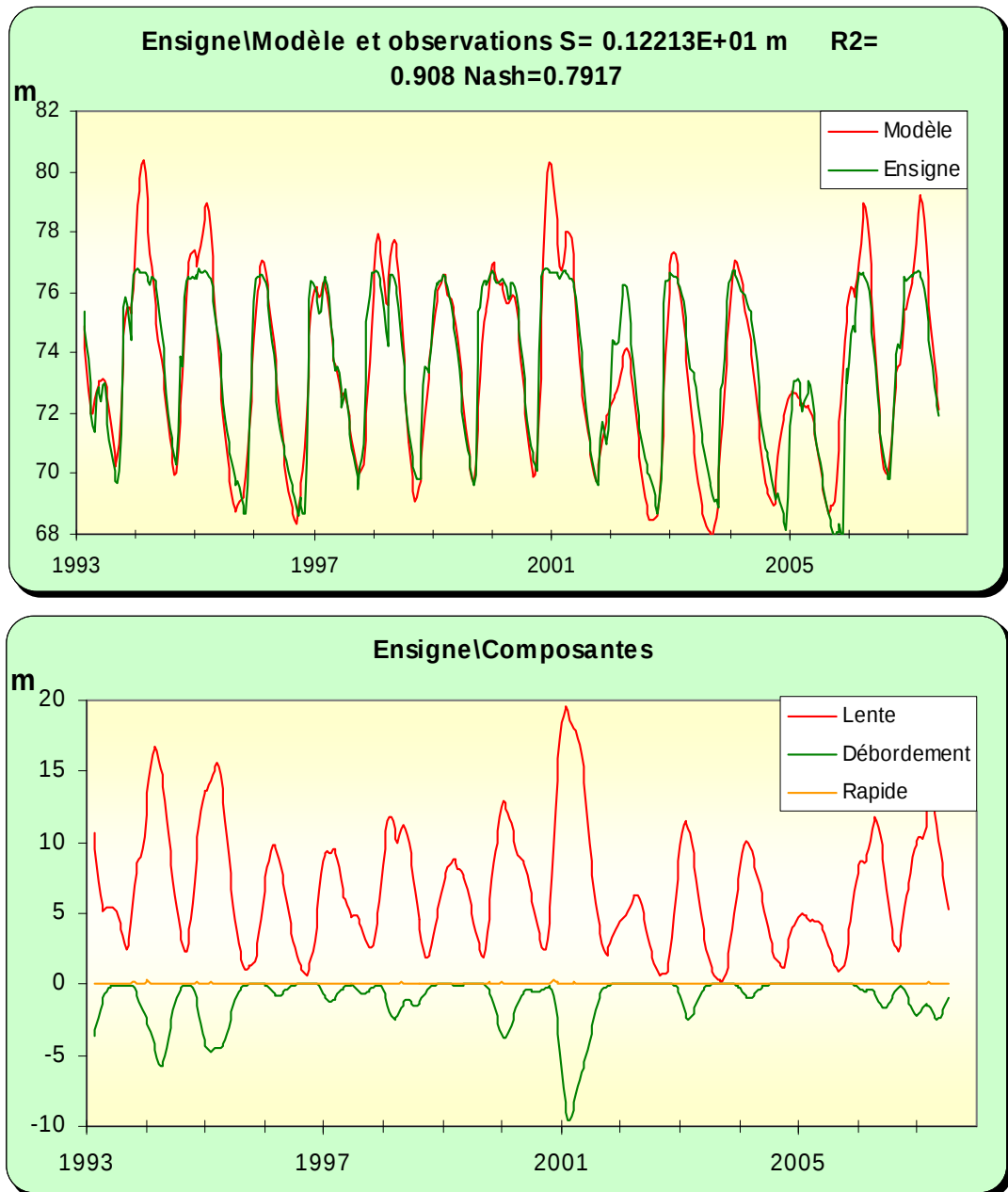


Illustration 97 : Modélisation du piézomètre d'Ensigné, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

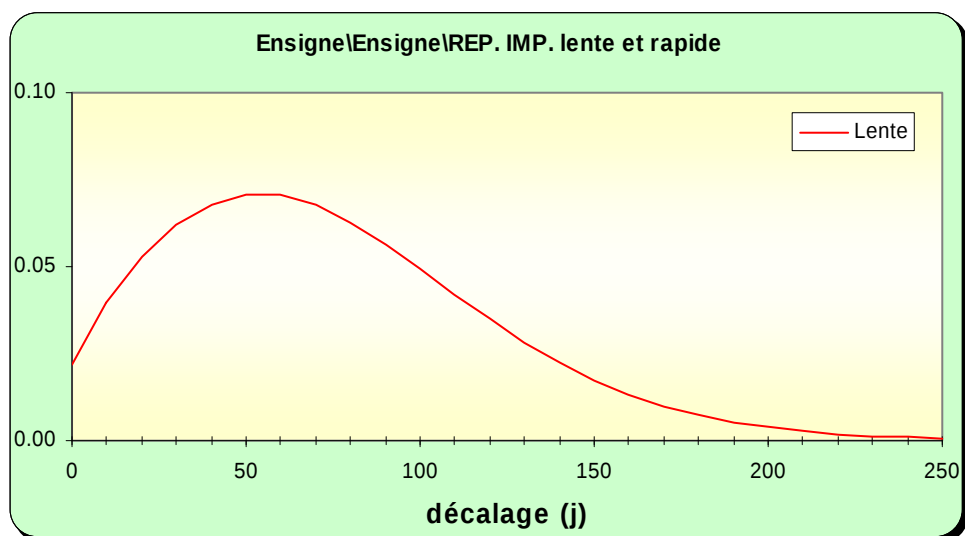


Illustration 98 : Modélisation du piézomètre d'Ensigné, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

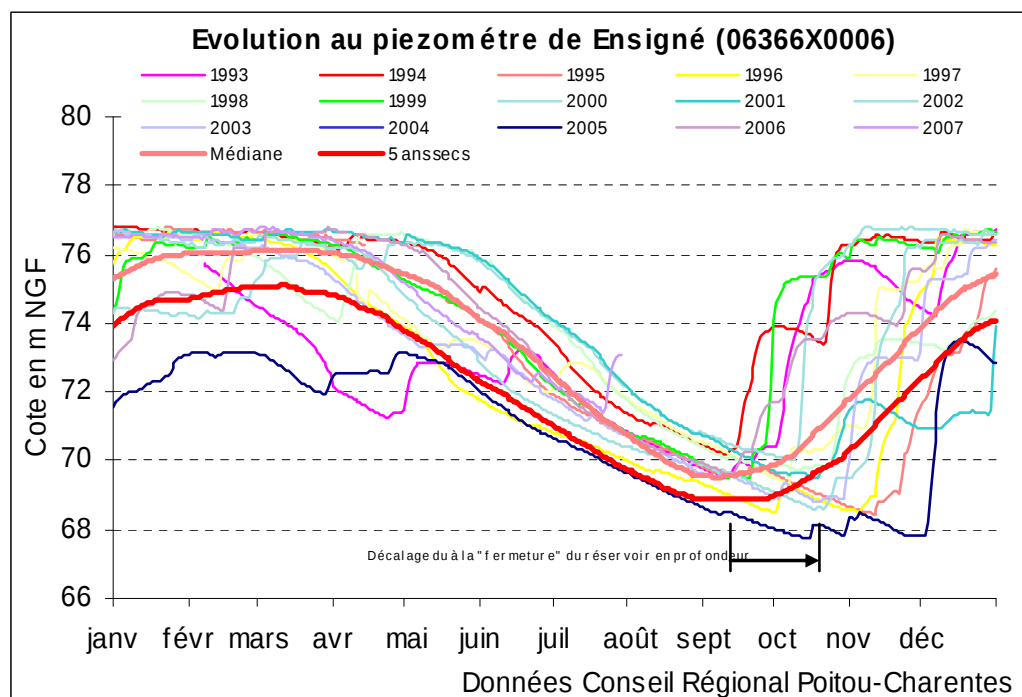


Illustration 99 : Utilisation du modèle du piézomètre d'Ensigné en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre de Poitiers [06101X0012] Jurassique supérieur***

Avec une profondeur de 40 m, ce piézomètre capte la nappe du Jurassique supérieur.

Ce piézomètre illustre particulièrement la « disparition » du réservoir fissuré en profondeur. La modélisation faisait en effet apparaître en phase 1 (cf. rapport) un modèle descendant nettement plus bas que la chronique « bloquée » autour de la cote 53 m NGF. Cette cote correspondrait au « banc bleu », ce qui donnerait dans ce secteur un réservoir du Jurassique supérieur avec moins de 10 m d'épaisseur.

Par rapport à la phase 1, outre l'actualisation avec 2 années supplémentaires, le seuil bas de 53 m NGF a été introduit ce qui améliore nettement le calage. Par ailleurs, ce piézomètre ne montre pas d'impact significatif des prélèvements.

La composante rapide n'est pas négligeable. La composante lente présente un pic impulsionnel au bout du mois et un retour à l'état initial au bout de 3 mois environ. L'inertie du système est donc ici assez faible.

On retrouve en prévision le « blocage » des courbes théorique sur le seuil bas de 53 m NGF. Ce piézomètre apparaît donc trop contraint pour donner une image correcte de l'état de la ressource souterraine, en particulier à des fins de gestion des prélèvements.

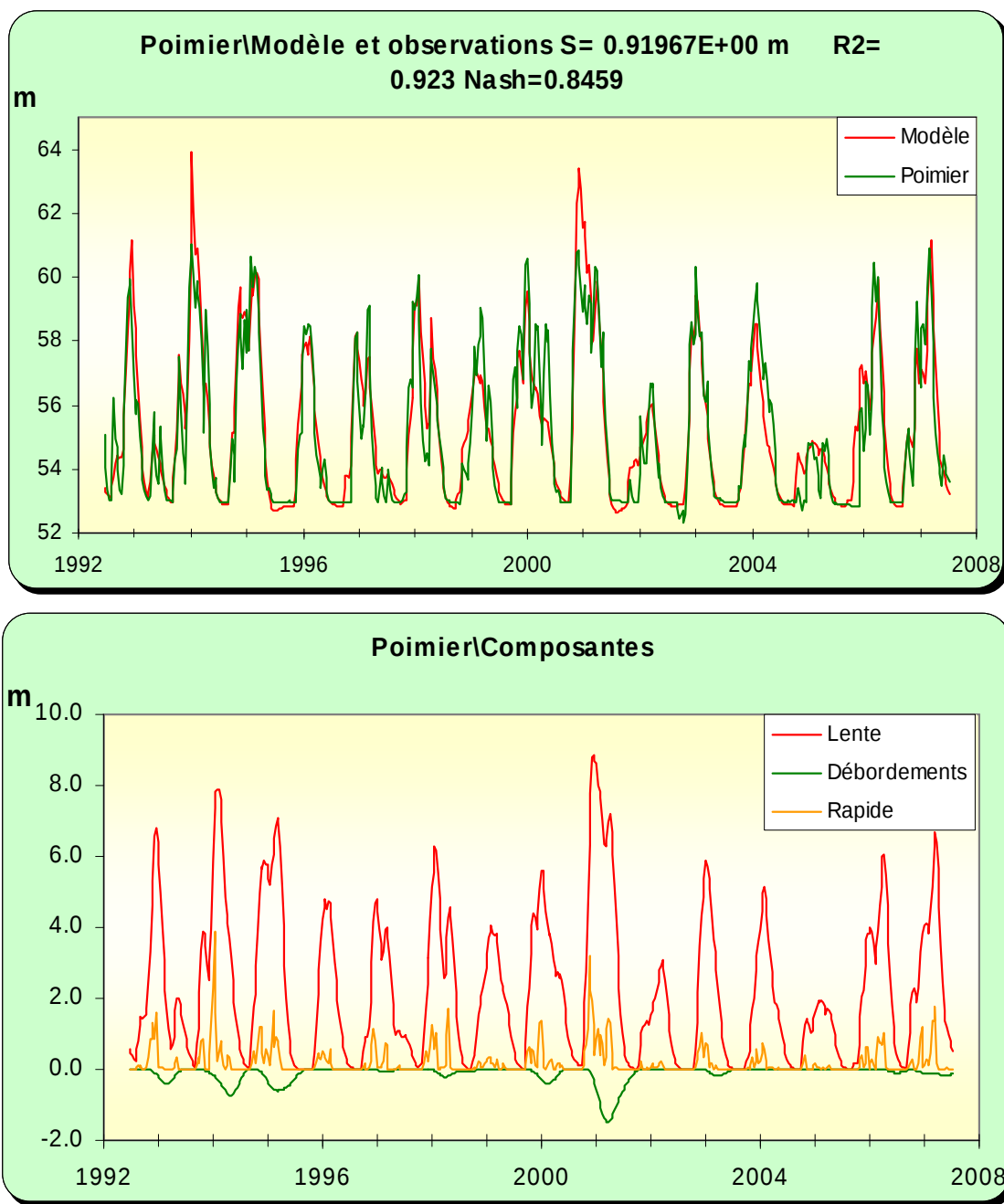


Illustration 100 : Modélisation du piézomètre de Poitiers, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

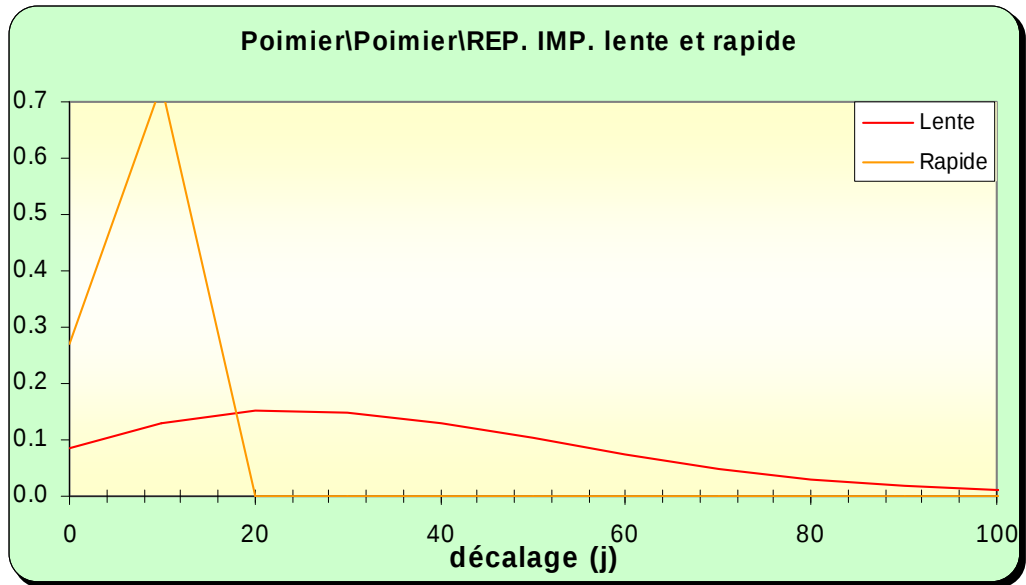


Illustration 101 : Modélisation du piézomètre de Poimiers, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

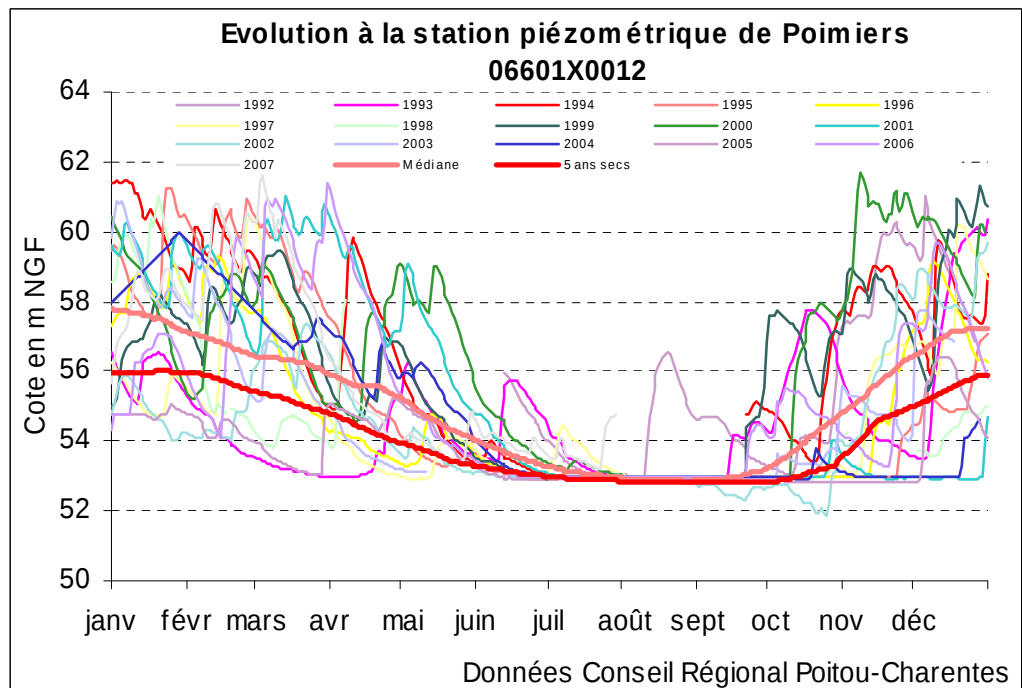


Illustration 102 : Utilisation du modèle du piézomètre de Poimiers en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Villenou [06357X0062] Jurassique supérieur**

Ce piézomètre de Villenou (Villeneuve) est tout à fait à l'image du piézomètre précédent de Poitiers. Avec une profondeur de 40 m, il capte l'aquifère fissuré du Jurassique supérieur en rive droite de la Boutonne. Situé sur les coteaux à une cote topographique de 67 m NGF, il est à l'amont des prélèvements et le graphe ne montre pas d'impact important de ceux-ci.

En hautes eaux le modèle souligne l'existence de débordements modérés. En basses eaux, le niveau piézométrique est « bloqué » autour de la cote de 35 m NGF, interprété comme la base de l'aquifère fissuré (Banc bleu). Ce seuil bas était bien souligné dans la modélisation de phase 1. Il a été introduit dans la nouvelle modélisation (seuil à 35.4 m NGF), ce qui améliore (mais artificiellement) le calage. L'aquifère aurait donc là une épaisseur de l'ordre de 30 m.

Comme pour Poitiers, la composante rapide n'est pas négligeable et la composante lente donne un pic « impulsif » au bout d'environ 1 mois et un retour à l'état initial au bout de 3-4 mois.

Ce piézomètre apparaît aussi très contraint et ne reflète pas la réalité de l'état de la ressource souterraine, notamment en basses eaux.

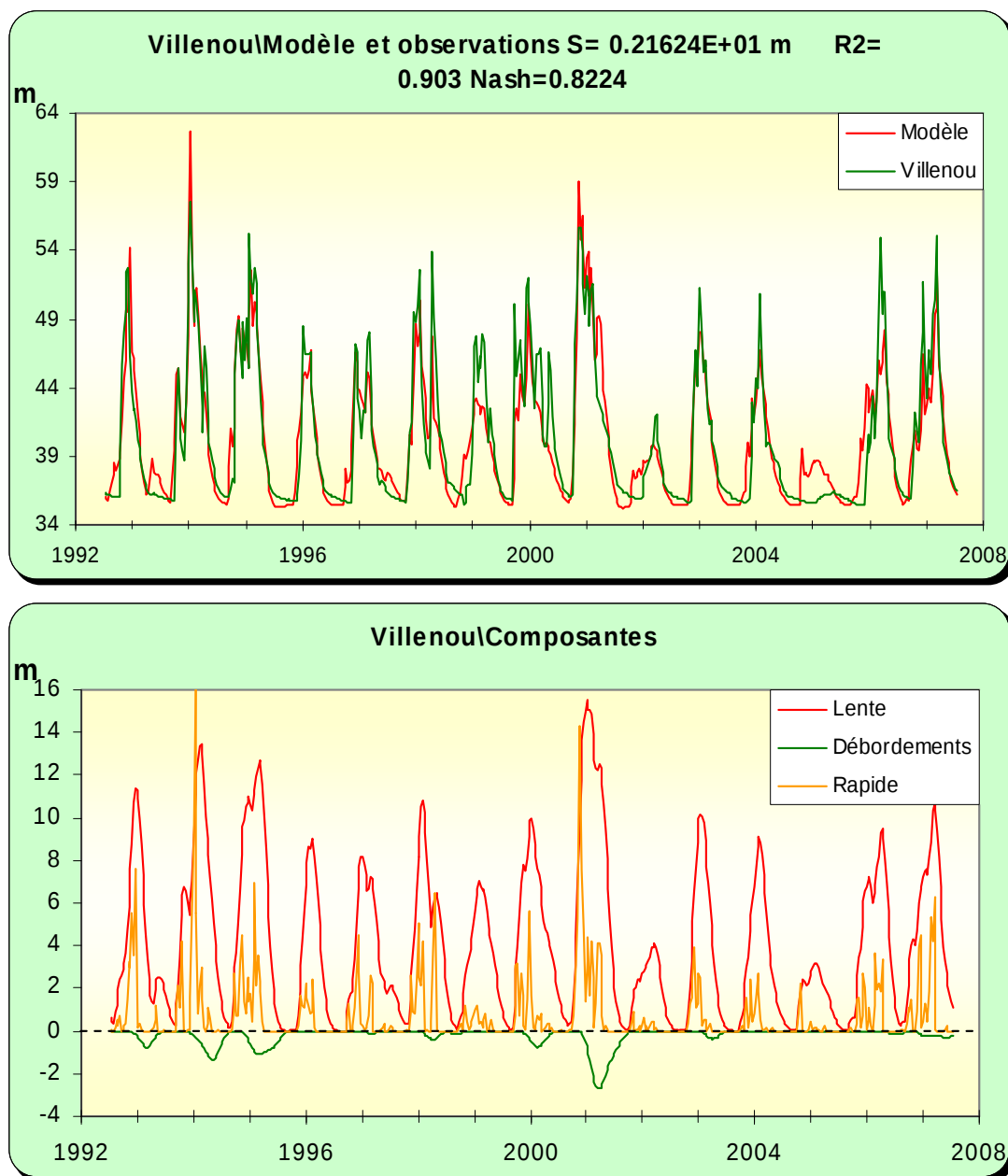


Illustration 103 : Modélisation du piézomètre de Villanou, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

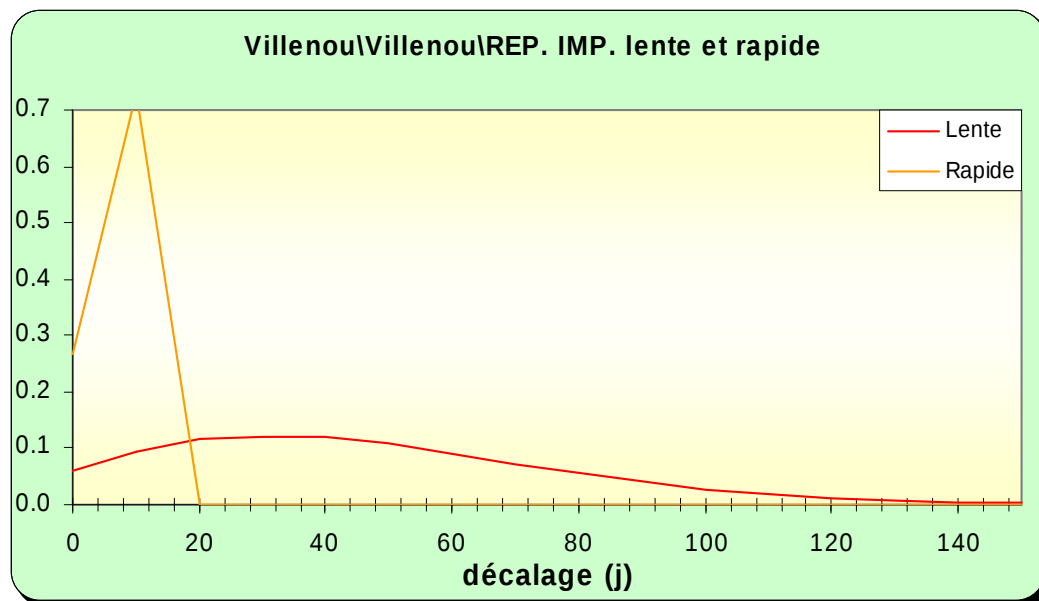


Illustration 104 : Modélisation du piézomètre de Villenou, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

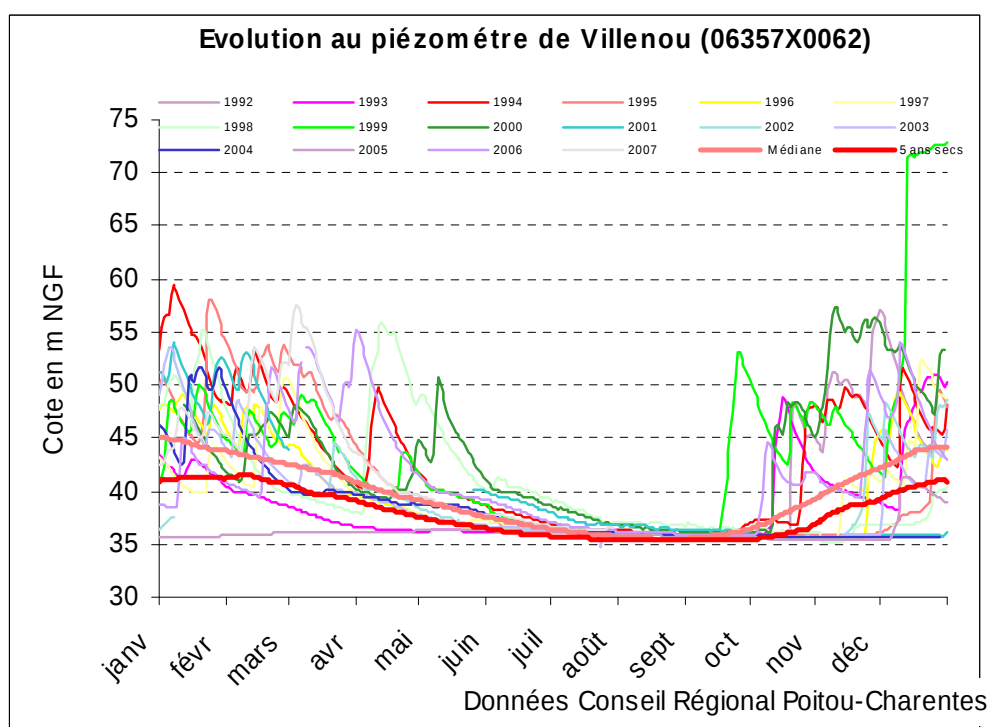


Illustration 105 : Utilisation du modèle du piézomètre de Villenou en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **3.2.2.2 Modélisation de la station de débit de Moulin de Châtre**

La station de Moulin de Châtre est impactée par les prélèvements dans les nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien, et dans la nappe du Jurassique supérieur située à l'amont de la station. En terme de gestion, cela correspond à l'intégralité des zones Dogger et Infra-Toarcien amont, et à une partie (212 km<sup>2</sup> sur un total de 1 016 km<sup>2</sup>) de la zone Boutonne moyenne et aval (cf. rapport de phase 1).

La modélisation de cette station a donc été entreprise avec en entrée les piézomètres de Outres2 (pour l'Infra-Toarcien), de Outres1 (pour le Dogger), d'Ensigné (pour le Jurassique supérieur). Les piézomètres de Villenou et de Poimiers sont, nous l'avons vu, trop contraints. Il en ressort que l'Infra-Toarcien contribuerait faiblement au débit de la rivière, et que les contributions de la nappe du Dogger et de la nappe du Jurassique supérieure, représentées par les piézomètres d'Outres1 et d'Ensigné, seraient assez équivalentes. Le Dogger participe toutefois un peu plus que le Jurassique supérieur au débit à Moulin de Châtre.

La faible contribution de la nappe de l'Infra-Toarcien et les dysfonctionnements du piézomètre de Outres2, qui limitent la partie utilisable de la chronique (ce qui devient aussi une limite pour la modélisation de la station), ont fait que seuls les piézomètres d'Outres1 et d'Ensigné ont été utilisés in fine en entrée du modèle hydrologique. De plus l'année 2005 trop atypique a été écartée car elle dégradait trop le calage du modèle. Les calculs des volumes disponibles sont faits sur cette base.

En prévision, les courbes théoriques données par le modèle montrent des débits d'étiage « naturels » nettement supérieurs à la plupart des débits enregistrés à la station, ce qui souligne l'impact des prélèvements. L'écart est marqué en juillet ; l'impact des pompes à l'amont entraîne surtout l'avancée des étiages dans le temps.

Avec ce re-calage, le débit basses-eaux "5 ans sec" donné par le modèle est légèrement remonté par rapport à la phase 1, passant de 0.67 m<sup>3</sup>/s à 0.7 m<sup>3</sup>/s. Cette légère remontée s'explique en grande partie par une meilleure prise en compte de l'impact des prélèvements sur les piézomètres. Nous restons toutefois là dans les marges d'incertitude du travail de modélisation.

Ce débit est cohérent avec les approches statistiques réalisées par ailleurs sur les chroniques pour calculer le QMNA5 sur une période non influencée. La banque HYDRO donne un QMNA5 de 0.36 m<sup>3</sup>/s sur la période 1969/2006 et de 0.63 m<sup>3</sup>/s sur la période 1969/1984.

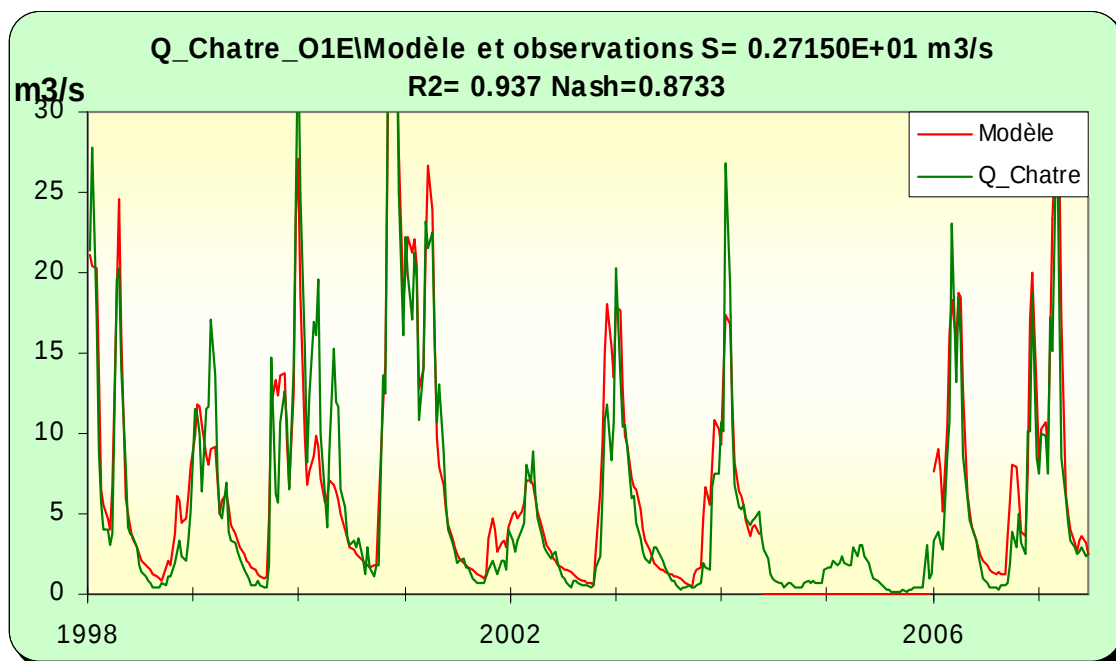


Illustration 106 : Modélisation de la station de Moulin de Châtre : superposition du modèle sur la chronique.

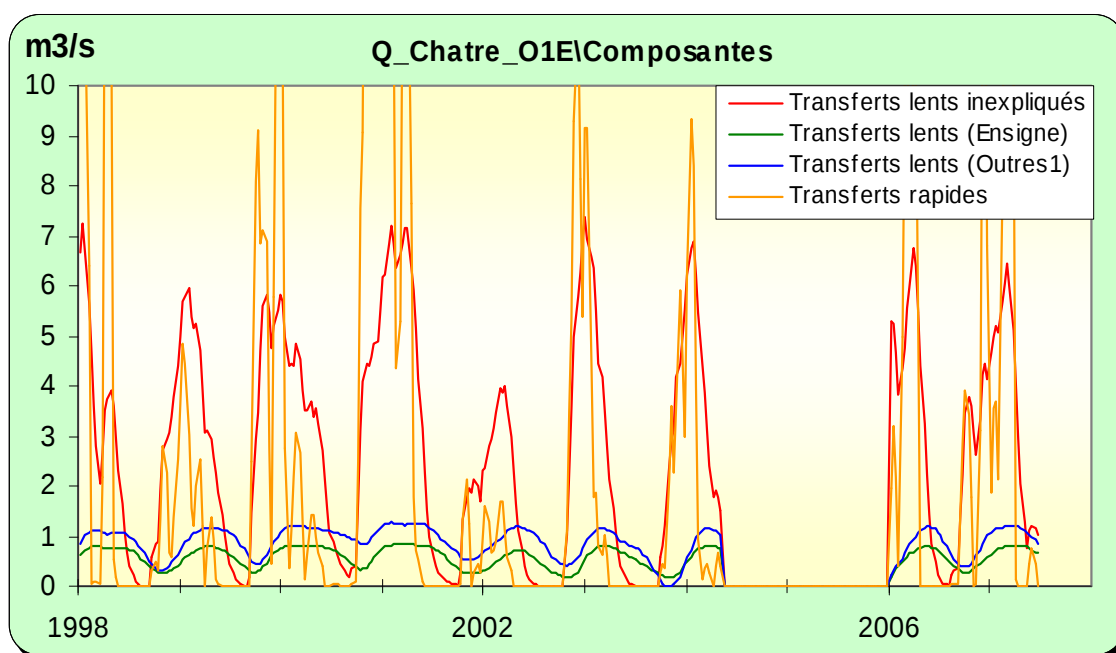


Illustration 107 : Modélisation de la station de Moulin de Châtre, composantes du signal

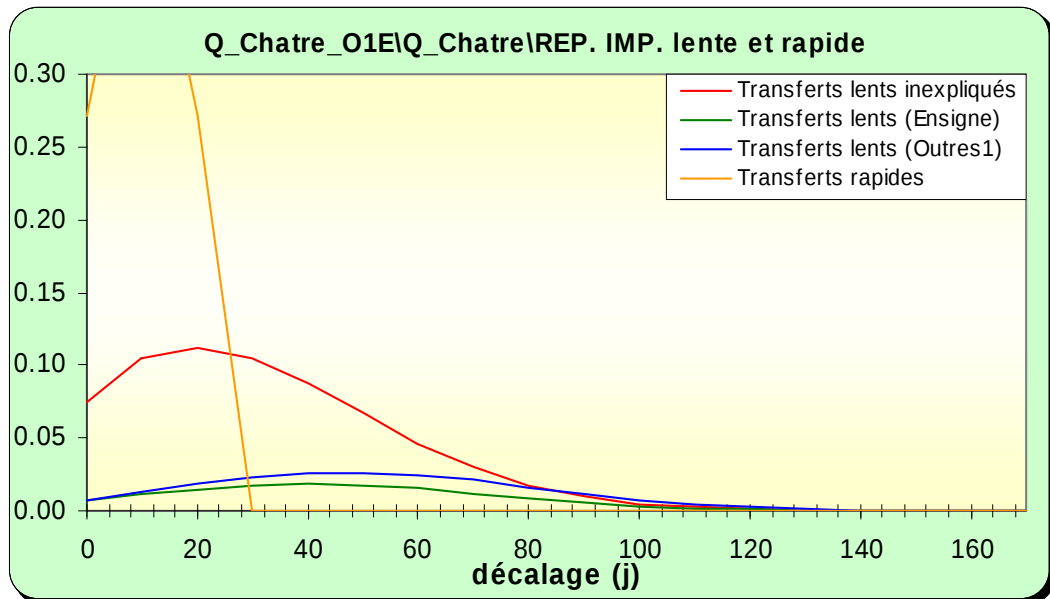


Illustration 108 : Modélisation de la station de Moulin de Châtre, réponses impulsionnelles

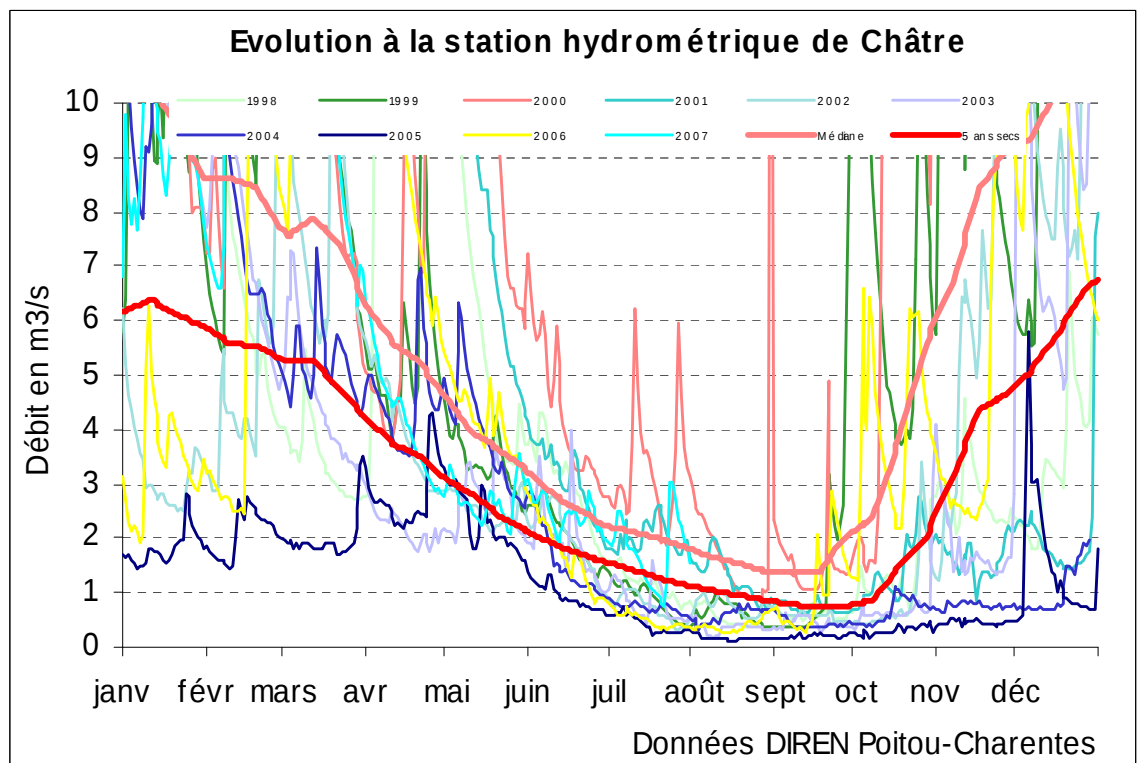


Illustration 109 : Utilisation du modèle de la station de Moulin de Châtre en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### 3.2.2.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Par rapport à la phase 1, la base de calcul des volumes disponibles a changé. En premier lieu le scénario de prélèvements a été modifié pour tenir compte des remarques et de l'affinement des chiffres des volumes prélevés, en second lieu le débit de référence n'est plus de 0.8 m<sup>3</sup>/s mais de 0.68 m<sup>3</sup>/s, proposition faite dans le cadre du SAGE. Ce débit d'objectif est proche du débit "5 ans sec" donné par le modèle. Il en découle de faibles disponibilités en année sèche pour des prélèvements agricoles.

Comme mentionné dans le précédent rapport, le débit mesuré à la station de Moulin de Châtre peut se décomposer comme suit :

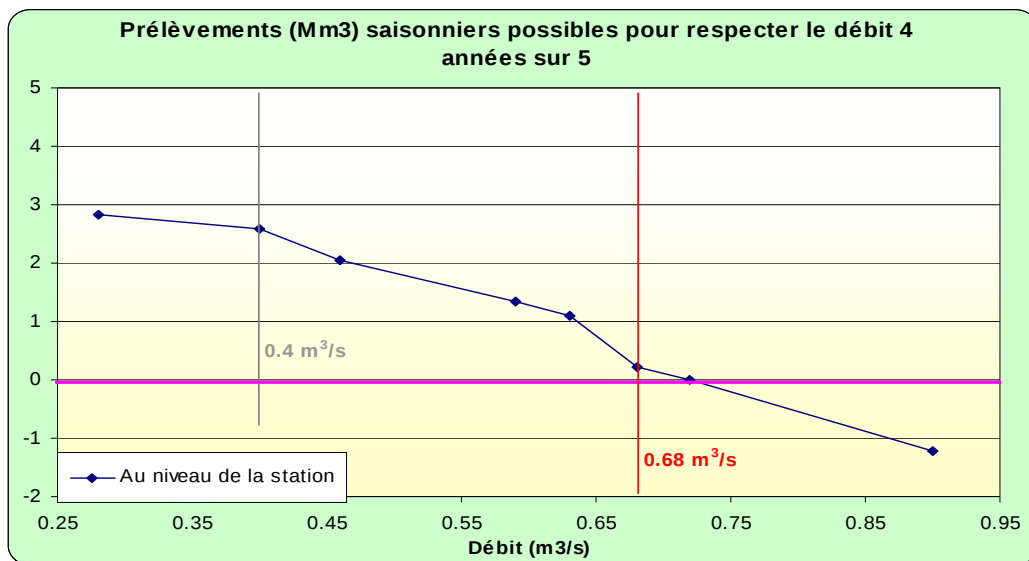
$$\text{Débit}_{\text{Châtre}} = V_{\text{Dogger}} + V_{\text{IT}} + V_{\text{JS}} + V_{\text{rapide}} - \text{Prélèvements} - \text{Pertes en rivière}$$

Le logiciel permet d'approcher les volumes disponibles en considérant des prélèvements dans les nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien d'une part, dans la nappe du Jurassique supérieur d'autre part.

**Pour les 2 zones de gestions de la Boutonne amont**, le volume global « prélevable » en nappe est donné en fonction des objectifs de débit dans le graphe ci-dessous. L'existence d'une chronique Outres2 très impactée par les pompages et avec des lacunes, ainsi que les interconnexions entre les nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien, à travers en particulier les nombreuses failles, ne permettent pas de distinguer dans cette approche les 2 zones de gestion.

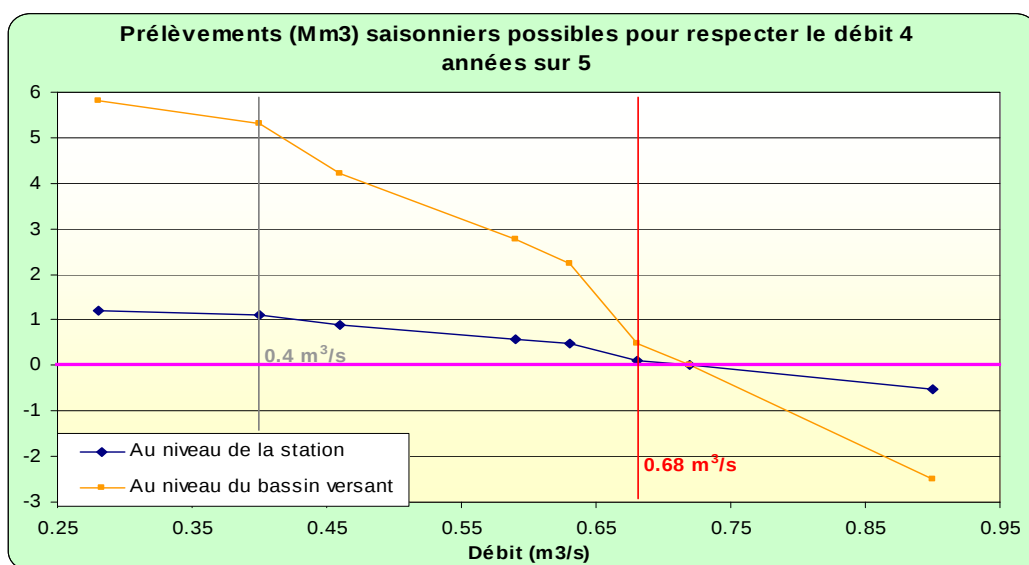
Pour respecter le DOE proposé en année quinquennale sèche, le volume disponible dans les nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien en Nord-Boutonne serait de l'ordre de **250 000 m<sup>3</sup>**. Ce volume serait de 3.5 Mm<sup>3</sup> pour une année médiane et de 8 Mm<sup>3</sup> en année quinquennale humide.

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. Le graphe de l'illustration 111 présente en bleu les valeurs données par le logiciel, soit un débit disponible de 100 000 m<sup>3</sup> pour la nappe du Jurassique supérieur à l'amont de Moulin de Châtre, et en orange les valeurs extrapolées pour l'ensemble de la zone de gestion Boutonne moyenne et aval. Pour la zone de gestion, le débit disponible en année quinquennale sèche serait de **500 000 Mm<sup>3</sup>**. Cette valeur passe à 7.5 Mm<sup>3</sup> en année médiane et à 18 Mm<sup>3</sup> en année quinquennale humide.



| Hypothèses                 |           |         |           |            |           |           |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | Outres1   |         |           |            |           |           |

Illustration 110 : Zones de gestion de la Boutonne amont (Dogger et Infra-Toarcien) : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs



| Hypothèses                 |           |         |           |            |           |           |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | Ensigné   |         |           |            |           |           |

Illustration 111 : Zone de gestion de la Boutonne moyenne et aval (Jurassique supérieur) : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs

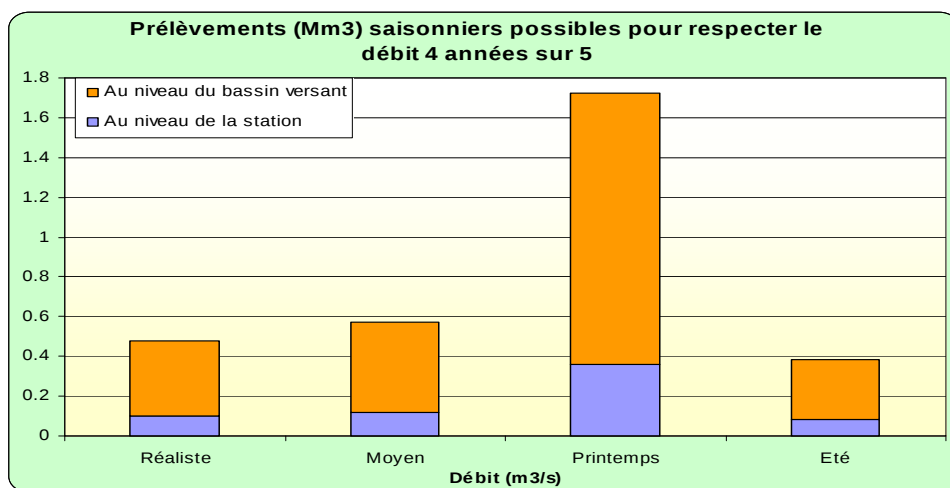
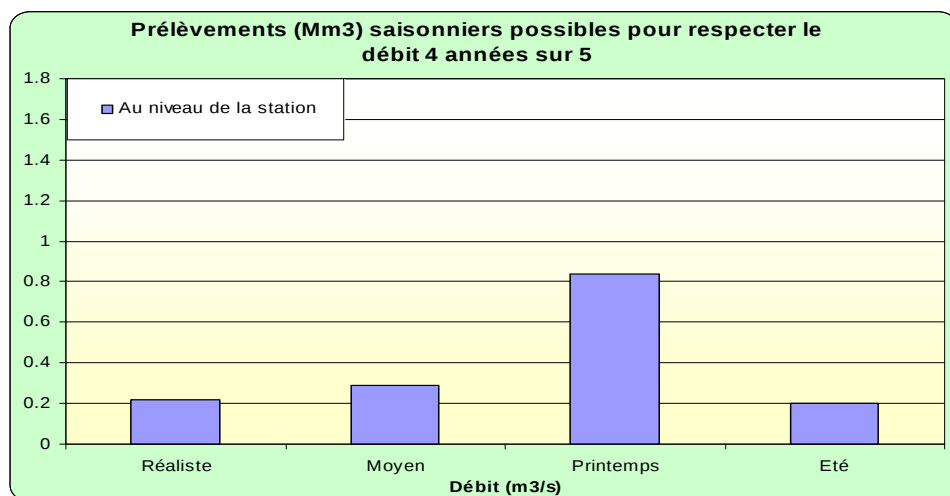
### **3.2.2.4 Discussion, conclusion**

#### **Evaluation de la précision des modèles**

Le test de plusieurs scénarios de prélèvements pour les zones amont et pour la zone moyenne et aval permet de souligner que les volumes disponibles seraient nettement plus élevés si les pompages en nappe avaient lieu au printemps. Le rapport serait de 1 à 4 (Illustration 112).

Par ailleurs, l'impact important des prélèvements sur le débit à Moulin de Châtre et les nombreux tests effectués lors du calage du modèle, amènent à considérer que **l'incertitude sur les débits d'étiage est de l'ordre de 100 l/s**.

A ces évaluations de l'incertitude sur les valeurs produites il convient aussi d'ajouter que, du fait de la position très amont de la station de référence, l'extrapolation qui est faite pour la zone Boutonne moyenne et aval est aussi facteur d'**incertitude**. Cela reste une première approche en l'absence de station de débit à l'aval.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 112 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé ( $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$ ) selon différents scénarios de prélèvements, en haut pour les 2 zones de gestion amont, en bas pour la zone de gestion Boutonne moyenne et aval

### **Propositions pour la gestion**

Pour les 2 zones amont, la station de Moulin de Châtre située à l'aval des 2 zones est un bon intégrateur des prélèvements et donc un bon indicateur pour la gestion. L'analyse avec le logiciel TEMPO conduit à proposer, compte-tenu de l'inertie relativement faible des aquifères, le couplage de la station de débit avec des indicateurs en nappe.

Les indicateurs actuels, les piézomètres de Outres 1 et 2, ne sont toutefois pas pleinement satisfaisants car très impactés par les prélèvements. C'est surtout le cas pour le piézomètre à l'Infra-Toarcien qui a connu en plus des dysfonctionnements. La recherche de nouveaux indicateurs (un pour le Dogger et un pour l'Infra-Toarcien), plus à l'amont et non impactés par les pompages, permettrait d'améliorer le dispositif de gestion.

Les 2 zones de gestion de la Boutonne amont coïncident en matière d'extension géographique. Le maintien d'une distinction entre les 2 zones de gestion est ici proposé même si seul un volume disponible global est avancé. Pour respecter en année quinquennale sèche le débit d'objectif à Moulin de Châtre, le volume disponible est faible, de l'ordre de 250 000 m<sup>3</sup>, ce qui entraîne la nécessité d'importantes économies au regard des prélèvements moyens actuels (cf. rapport de phase 1).

La gestion de la zone moyenne et aval pose le problème de la position très amont de la station hydrologique de référence. L'installation d'une station à l'aval de St-Jean-d'Angély apparaît comme une nécessité.

Le volume disponible, calculé par extrapolation pour cette zone de gestion et relatif au respect du débit d'objectif à Moulin de Châtre, est une première approche qui n'est pas pleinement satisfaisante.

En matière de gestion, il est proposé de coupler les objectifs de débit avec au moins un indicateur dans la nappe du Jurassique supérieur permettant de donner une bonne image de l'état de la ressource souterraine. Le piézomètre d'Ensigné, non impacté par les pompages et assez peu contraint, peut répondre à cet objectif. Les piézomètres de Villenou et de Poimiers sont trop contraints, notamment par des seuils bas.

Ce dispositif pourrait être complété par des piézomètres « locaux » permettant de gérer notamment les relations entre la nappe du Jurassique supérieur, les cours d'eau et zones humides, de manière à limiter les inversions des écoulements souterrains, de la rivière vers la nappe.

Enfin, la mise en œuvre de ce découpage conduirait à avoir une gestion commune des prélèvements dans la nappe du Jurassique supérieur (à laquelle il faut adjoindre les nappes du Crétacé et des alluvions) entre les départements de la Charente-Maritime et des Deux-Sèvres. Pratiquement, les Deux-Sèvres devraient redécouper la zone actuelle de gestion relative à la Boutonne superficielle.

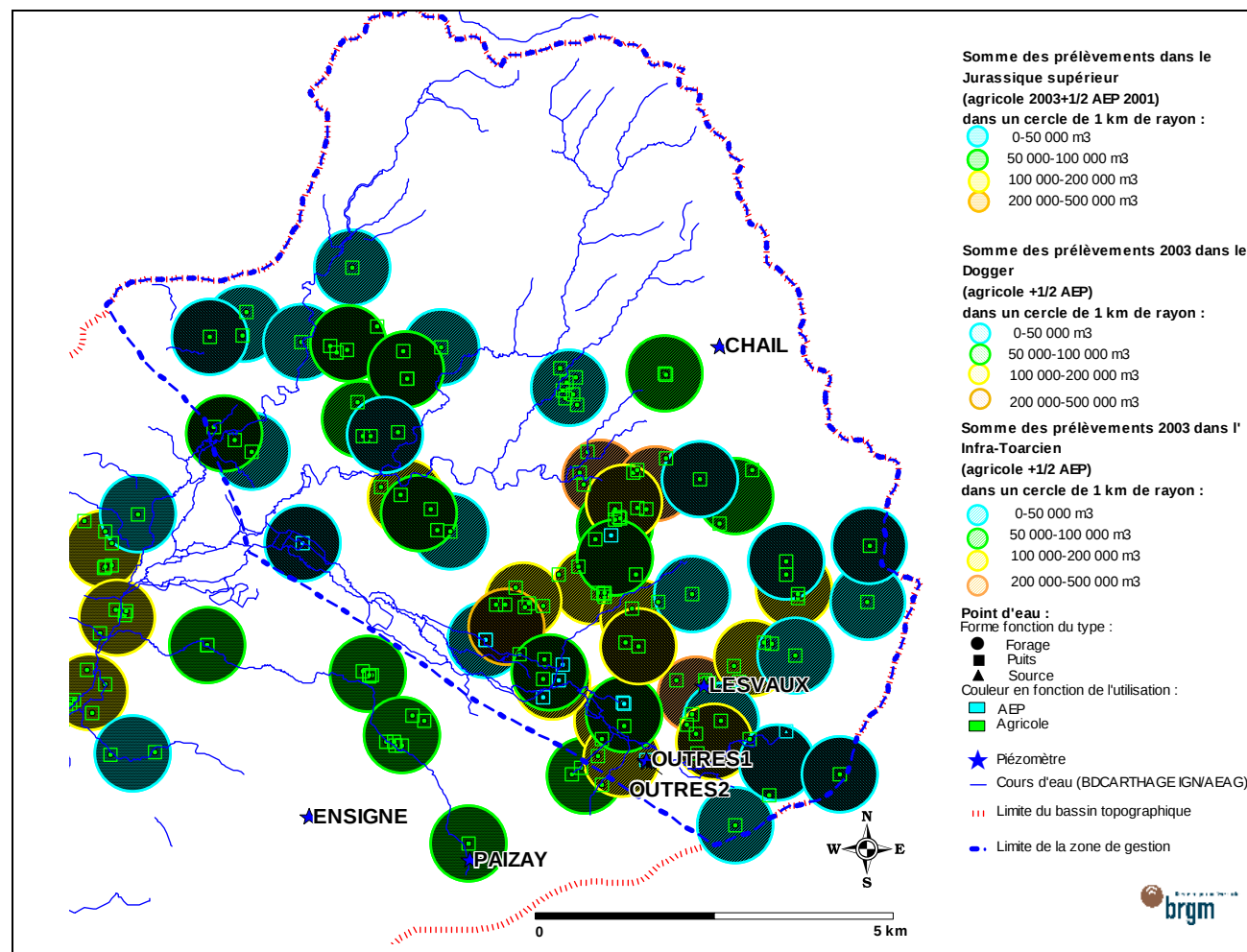


Illustration 113 : Extension des zones de gestion Nord Boutonne, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

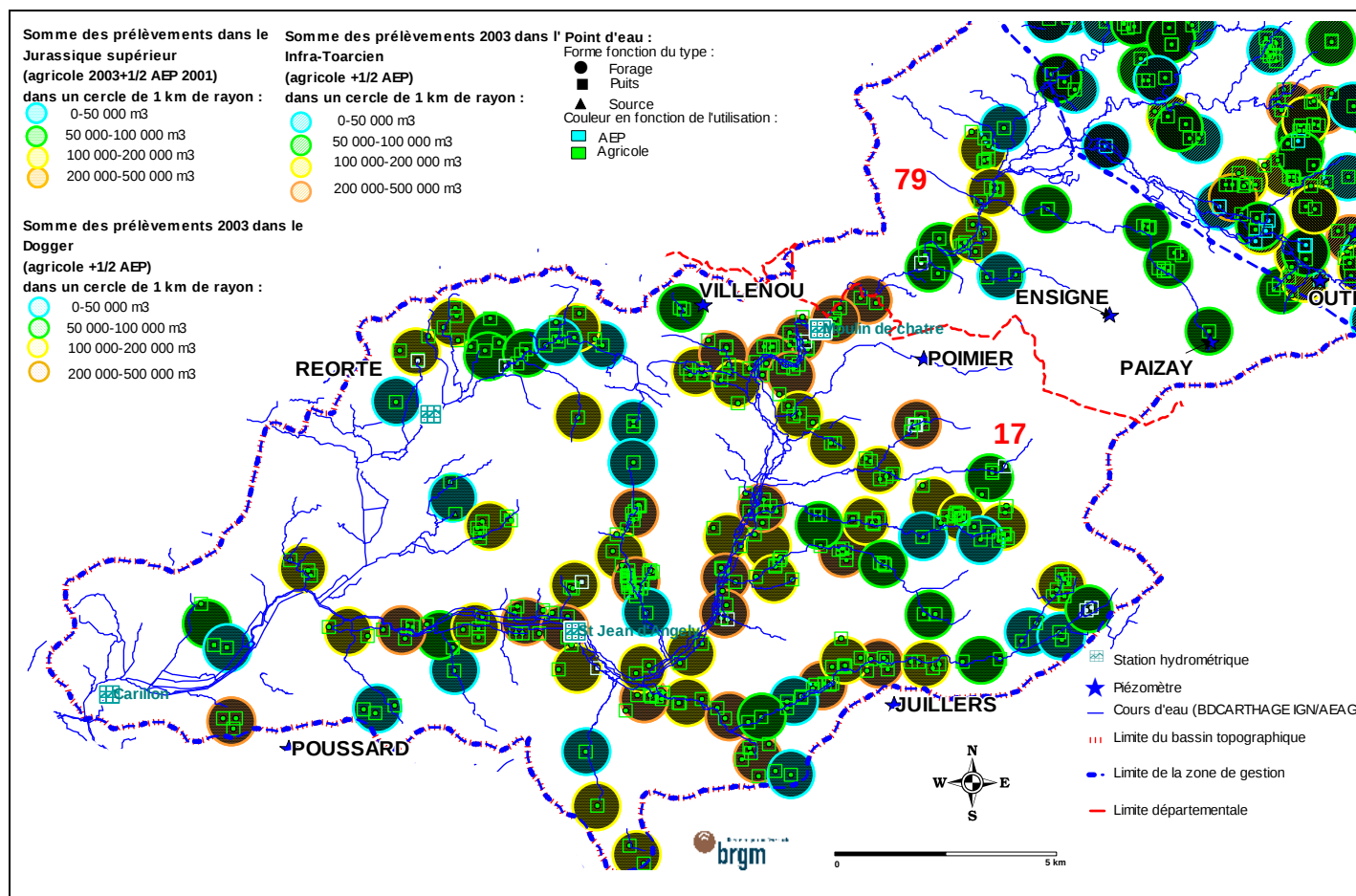


Illustration 114 : Extension de la zone de gestion Boutonne moyenne-aval, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.3 BASSIN DE LA SEUDRE**

#### **3.3.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé**

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.

L'essentiel de ce bassin versant est formé par des affleurements de calcaires et marnes du Crétacé supérieur. Dans les parties amont ce Crétacé est surmonté par des terrains détritiques du Tertiaire (essentiellement des sables et des argiles). Sur le littoral et en bordure de l'Estuaire on trouve des recouvrements quaternaires, soit des alluvions argileuses (Bri), soit des dunes de sables.

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 Cénomanien (et Infra-Cénomanien 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 et, à l'amont, les parties profondes des aquifères du Crétacé, 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.

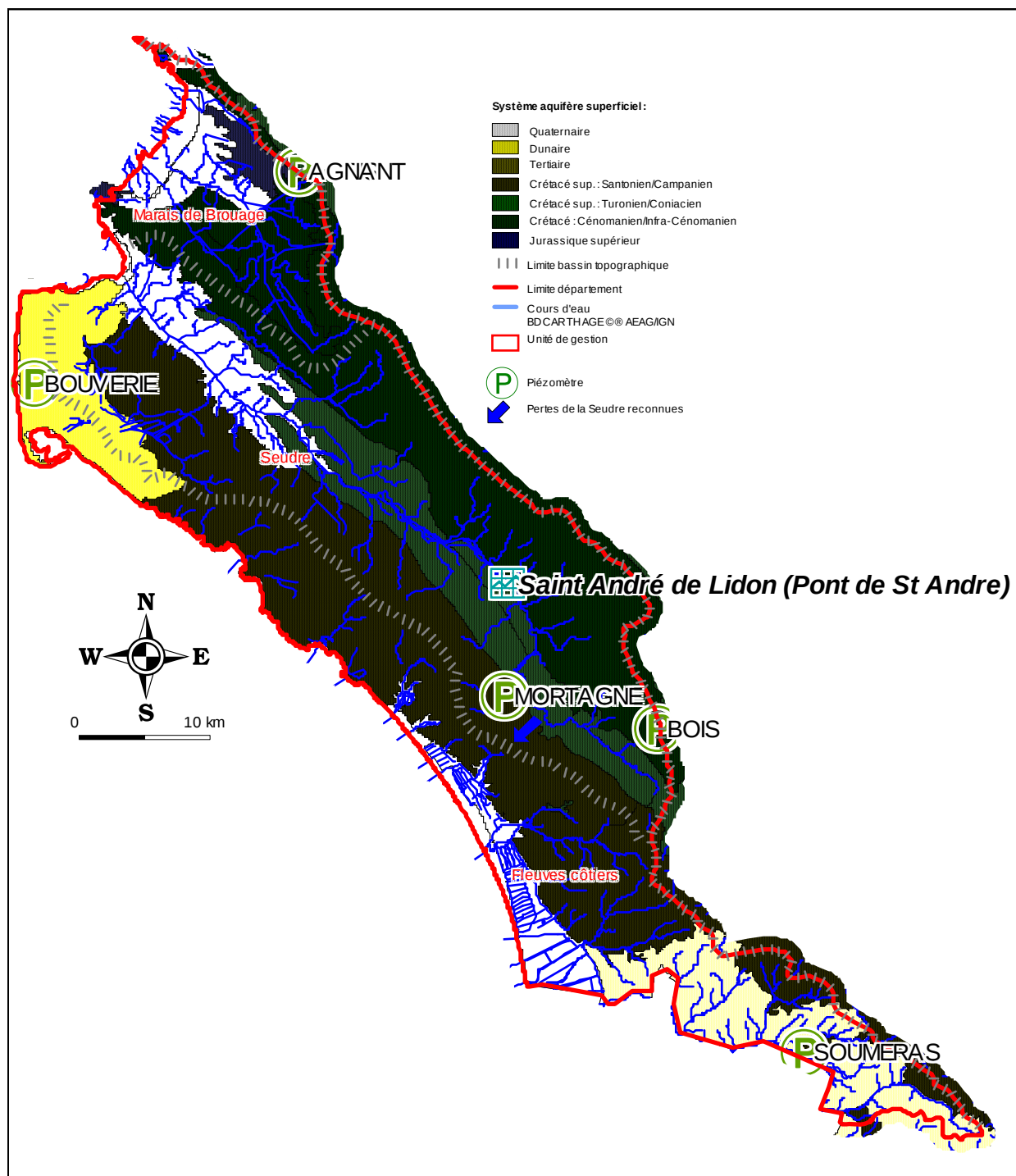


Illustration 115 : Carte des aquifères du bassin de la Seudre, position des piézomètres et des stations hydrologiques, limites des zones de gestion proposées.

### **3.3.2 La zone de gestion Seudre**

#### **3.3.2.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre de Mortagne [07304X0007] Coniacien***

Ce piézomètre de 50 m de profondeur capte la nappe du Coniacien. Il est situé entre les pertes de la Seudre vers la nappe du Coniacien/Turonien et les sorties de cette nappe via les sources en bordure de l'estuaire de la Gironde. Il est donc impacté par les transferts souterrains qui court-circuitent le bassin de la Seudre au profit de la Gironde.

Ces pertes fonctionnent essentiellement en basses eaux car en hautes eaux la nappe serait au même niveau ou au-dessus de la Seudre et viendrait en revanche l'alimenter.

L'actualisation du modèle ne modifie en rien la qualité du calage et les résultats. Le piézomètre ne montre pas d'impact significatif de pompages. Il existe des débordements modérés en hautes eaux.

Le modèle restitue une composante rapide (transferts karstiques ?) assez faible et une composante lente avec un pic impulsif au bout de 3 mois environ et un retour à l'état initial au bout de 300 jours.

En prévision (Illustration 118), les courbes "5 ans sec" et médianes sont cohérentes avec les historiques. Ces courbes sont espacées ce qui témoigne d'un piézomètre donnant une bonne représentation de l'état quantitatif des ressources souterraines.

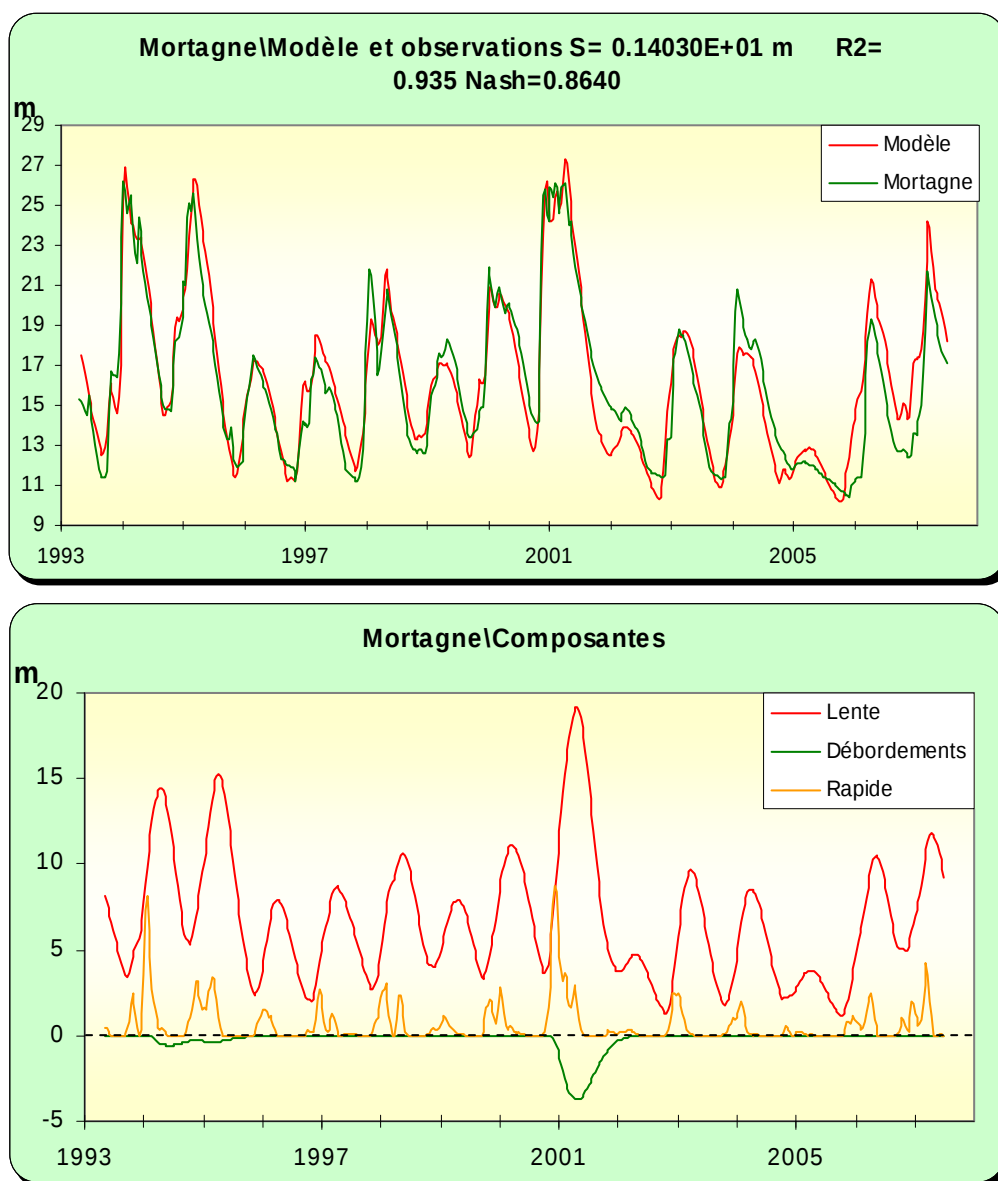


Illustration 116 : Modélisation du piézomètre de Mortagne, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

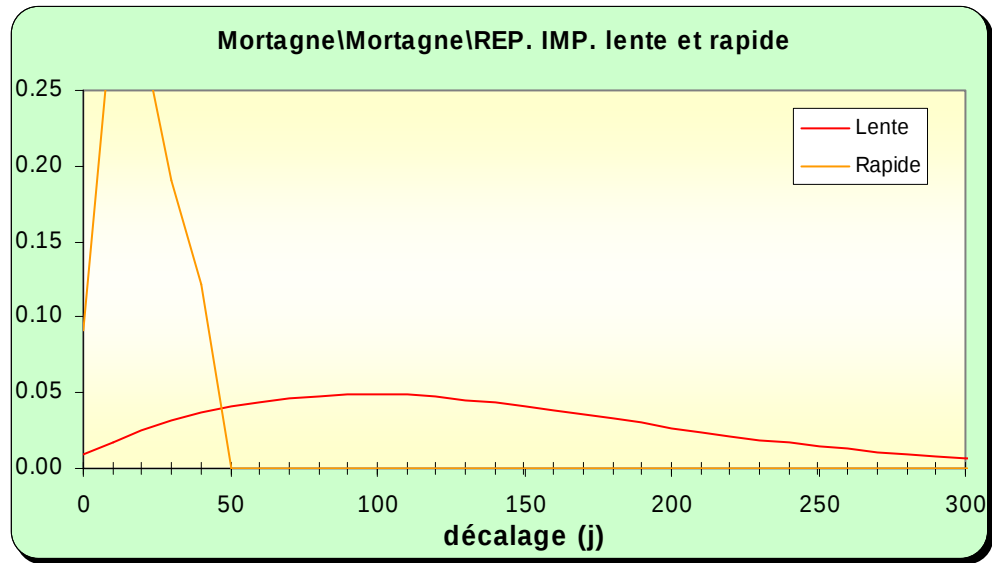


Illustration 117 : Modélisation du piézomètre de Mortagne, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

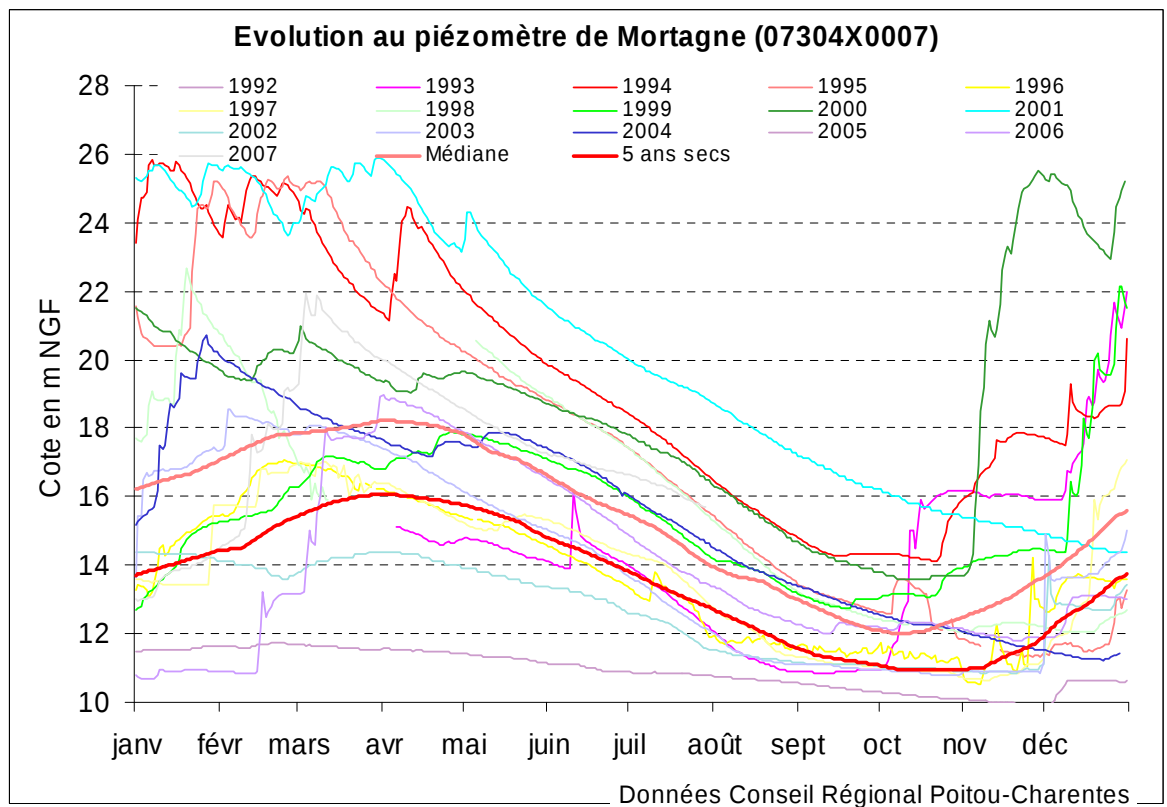


Illustration 118 : Utilisation du modèle du piézomètre de Mortagne en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de St-Agnant [06822X0013] Turonien**

Le piézomètre de St-Agnant est situé sur la crête entre le bassin versant de l'Arnoult et celui du Marais de Brouage. Avec 59 m de profondeur (il a été en parti rebouché) il capte la nappe du Turonien.

Le comportement de ce piézomètre est très similaire à celui de Mortagne vu précédemment. La décomposition du signal montre une composante rapide non négligeable mais minoritaire et une composante lente avec un pic impulsionnel au bout d'environ 1 mois et un retour à l'état initial entre 200 à 300 jours. Un seuil bas autour de 4 m NGF a été introduit pour améliorer le calage

La modélisation de ce piézomètre a été réalisé aussi en phase 2, dans le cadre du traitement du bassin de la Charente, donc avec en entrée des modèles, une équation pluie différente. Les résultats sont tout à fait comparables entre les 2 modélisations.

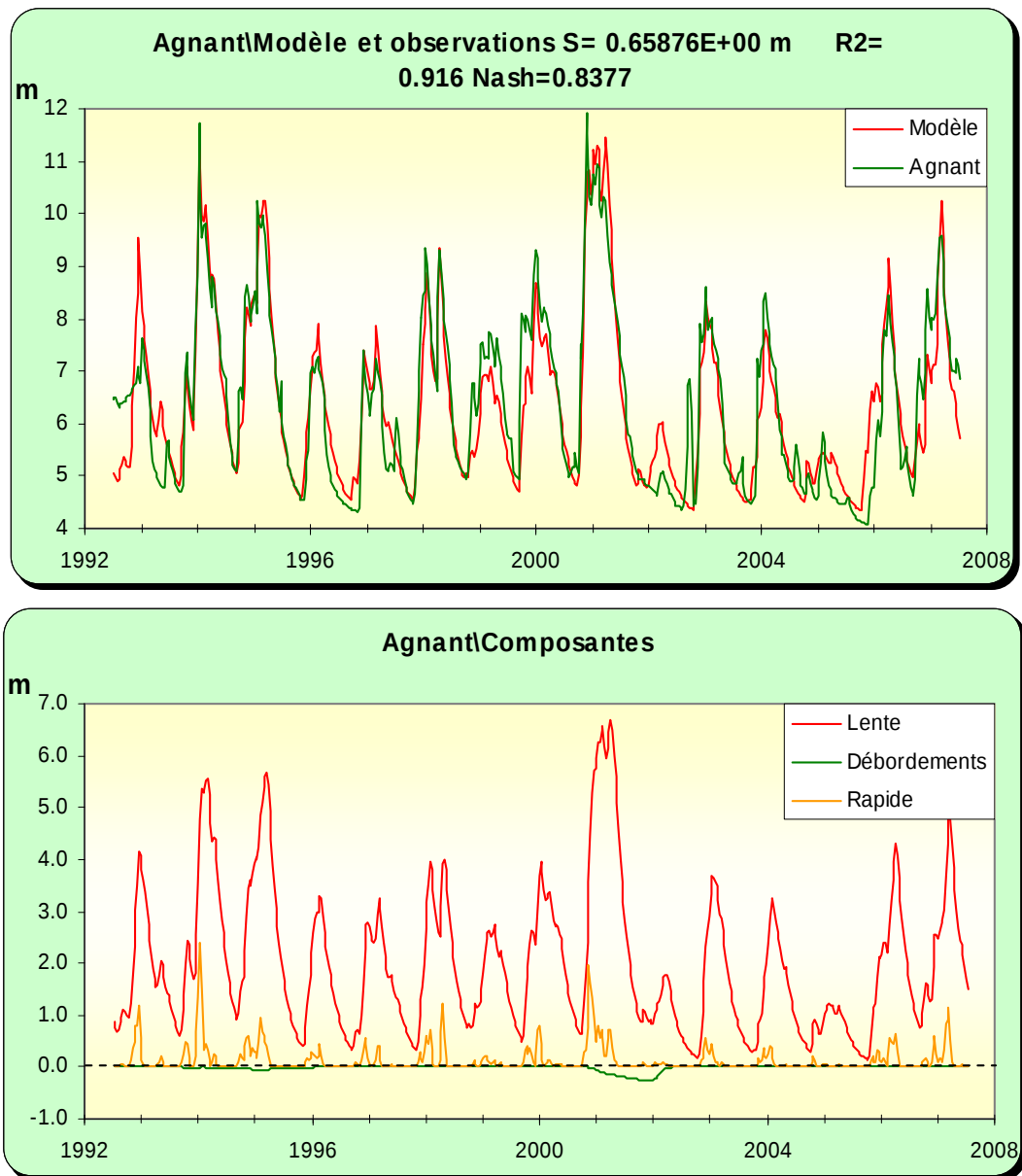


Illustration 119 : Modélisation du piézomètre de St-Agnant, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

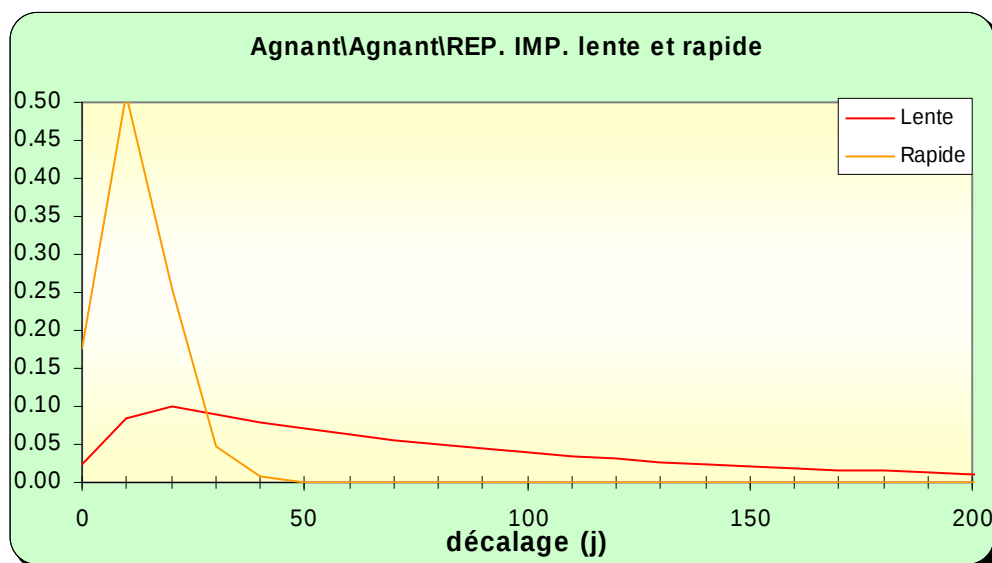


Illustration 120 : Modélisation du piézomètre de St-Agnant, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

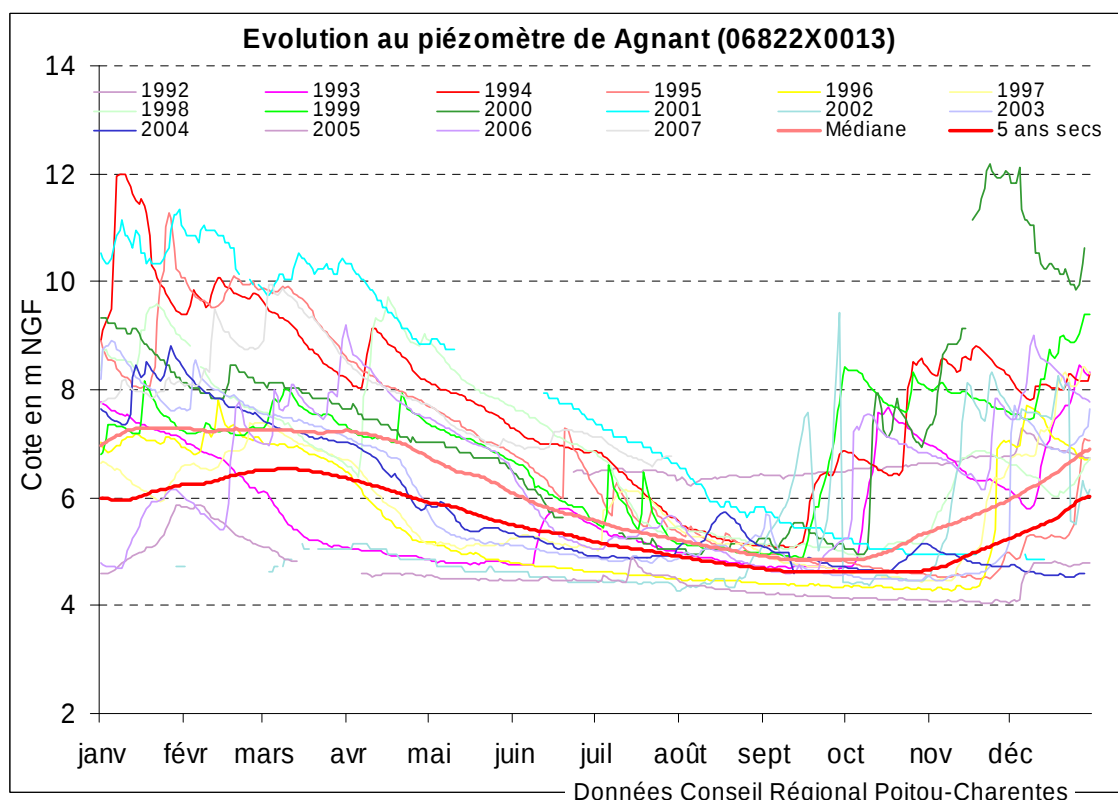


Illustration 121 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Agnant en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre de Bois [07312X0034] Cénomanién***

Le piézomètre de Bois est situé à l'amont du bassin versant et des pertes de la Seudre. Il capte la nappe du Cénomanién captive (70 m de profondeur).

La modélisation de ce piézomètre montre une inertie assez importante avec une composante lente ayant un pic impulsif au bout d'environ 3 mois et un retour à l'état initial supérieur à l'année (voire de 2 ans). Cette inertie est tout à fait cohérente avec une nappe captive comme le Cénomanién, à faciès calcaire et sableux.

Le nouveau calage ne modifie en rien les résultats précédents.

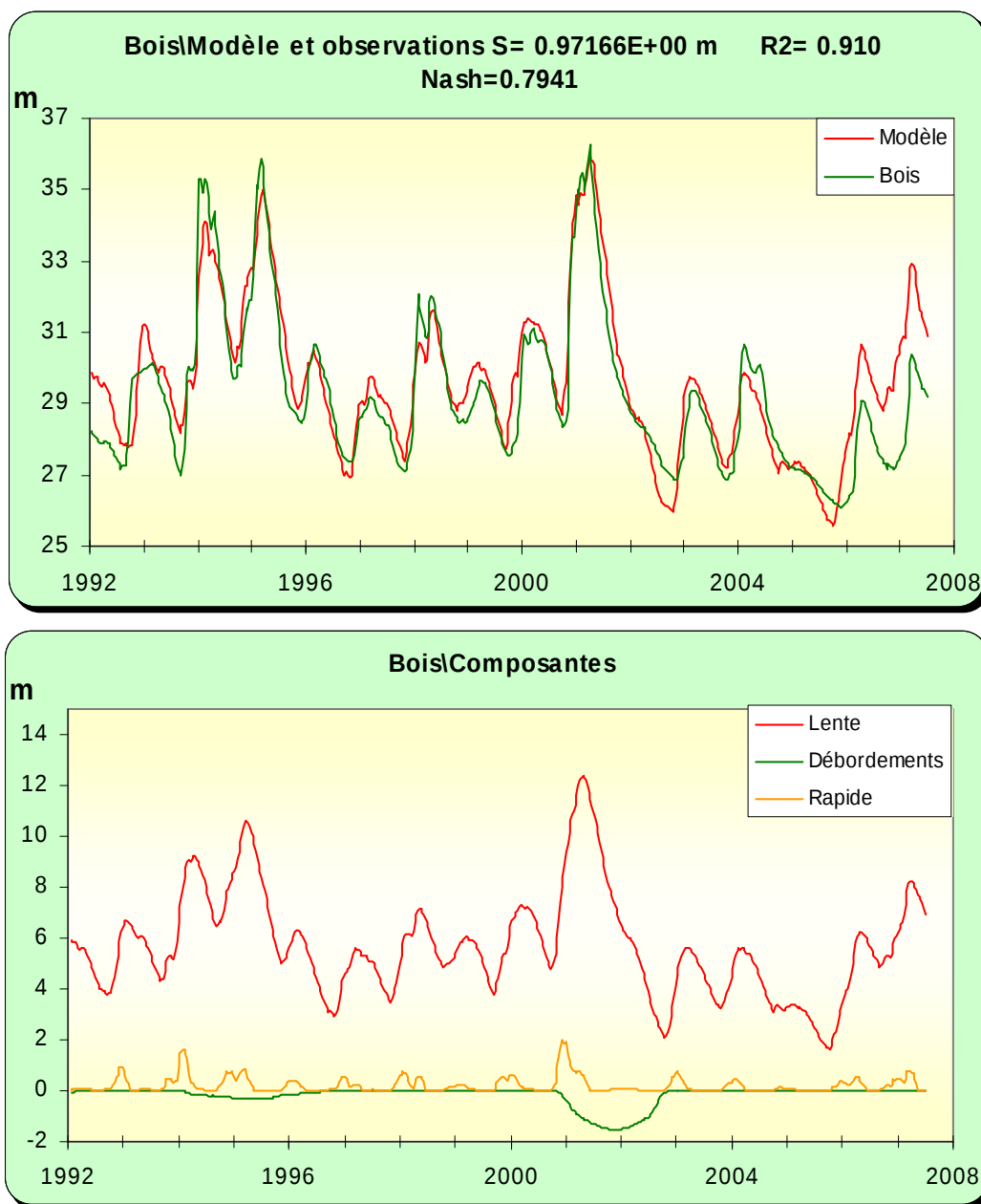


Illustration 122 : Modélisation du piézomètre de Bois, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

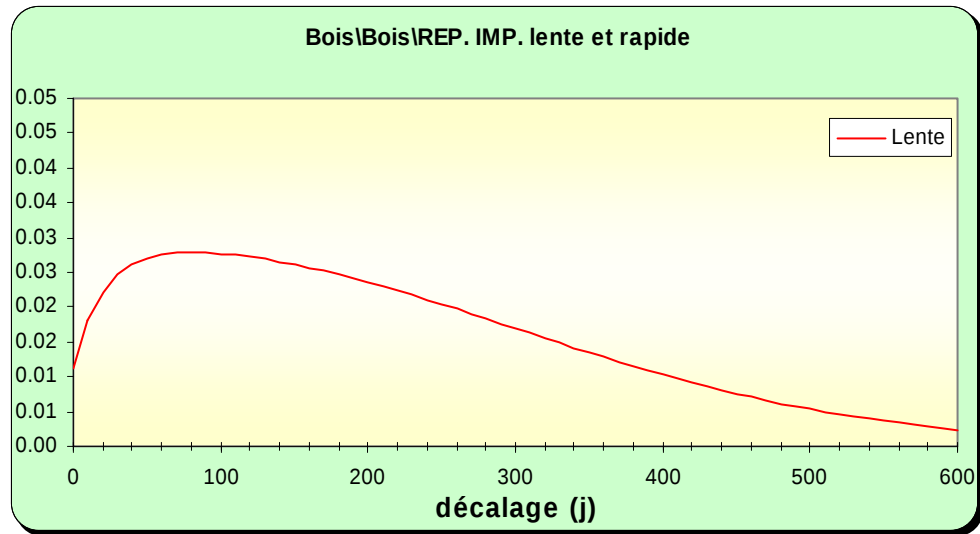


Illustration 123 : Modélisation du piézomètre de Bois, analyse impulsionnelle de la composante lente

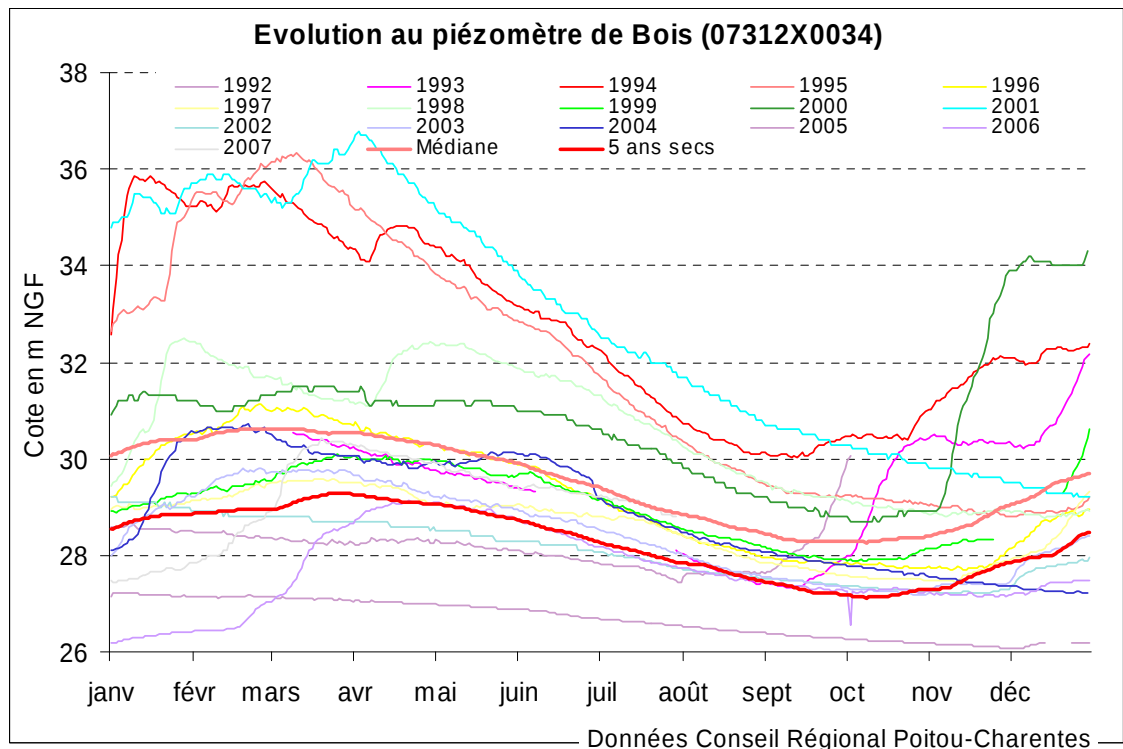


Illustration 124 : Utilisation du modèle du piézomètre de Bois en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.3.2.2 Modélisation de la station de débit de St-André-de-Lidon

La station de St-André-de-Lidon est située sur la Seudre à l'aval des pertes. Les débits tombent autour de 0 pendant l'été. Le modèle souligne ce fonctionnement atypique (Illustration 125).

L'actualisation du modèle de cette station ne modifie pas les résultats de la première modélisation. La décomposition du signal montre une participation non négligeable du piézomètre de Mortagne (la nappe du Coniacien/Turonien apporte de l'eau à la rivière hors période de basses eaux), une composante rapide importante en hiver peut être due à des transferts karstiques (?).

En prévision, le modèle donne un débit théorique quinquennal sec hors pertes de l'ordre de  $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dans la phase 1, un artifice avait permis de comparer ces valeurs hors pertes avec les valeurs de gestion à St-André-de-Lidon ( $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le DSA et  $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le débit de coupure) en ajoutant  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  à ces derniers. Cette valeur correspond en effet à l'écart moyen entre le modèle et l'historique en période d'étiage. Mais cette approche était loin d'être satisfaisante.

Dans le cadre de cette phase 3 d'actualisation des modèles, l'introduction d'une fonction Peigne (à partir du mois de juillet) a été réalisée afin de simuler les pertes de la rivière. Cette nouvelle approche donne des résultats plus satisfaisants en reproduisant plus fidèlement les chroniques observées. Le débit d'étiage donné par le modèle dans ce cas de figure pour une année quinquennale sèche est de  $0.013 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui est très inférieur aux débits d'objectifs de  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  et même inférieur au débit de crise de  $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$ . Lorsque l'on regarde les historiques de mesures, le DOE n'est jamais respecté à l'exception de 2001 et le débit de crise que très rarement.

Les Illustrations 128 et 129 donnent les résultats des approches sans et avec simulation des pertes.

Les pertes de la Seudre « artificialisent » complètement les débits mesurés à la station de St-André-de-Lidon qui apparaît de ce fait très mal adaptée pour la gestion du bassin de la Seudre. La recherche d'une station plus aval, à l'amont de Saujon par exemple pour s'affranchir des effets des marées, apparaît comme une nécessité.

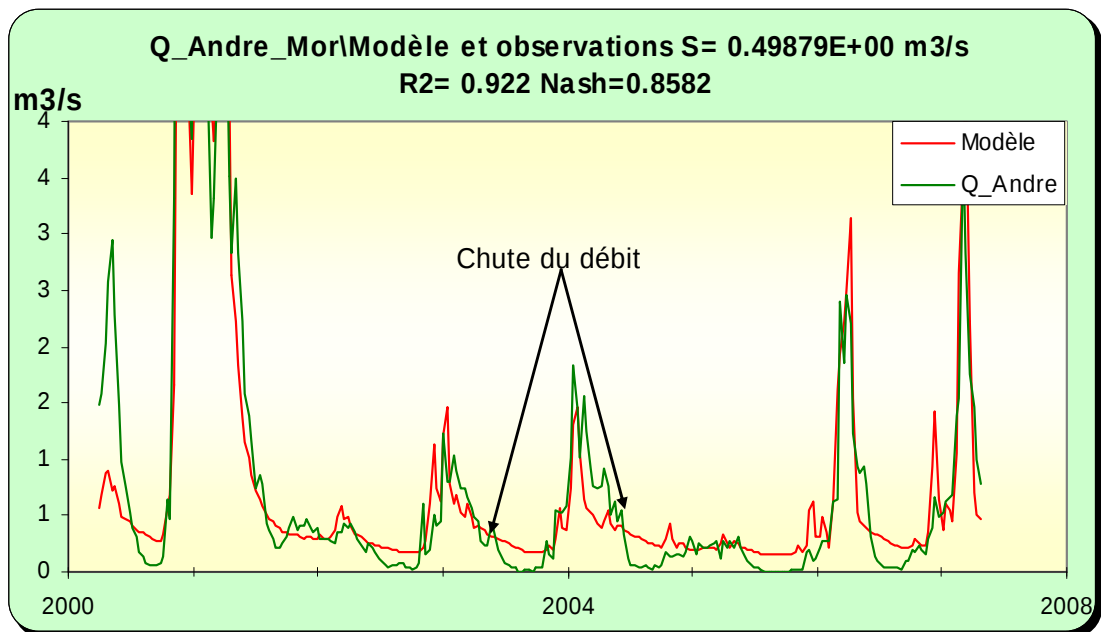


Illustration 125 : Modélisation de la station de St-André-de-Lidon : superposition du modèle sur la chronique.

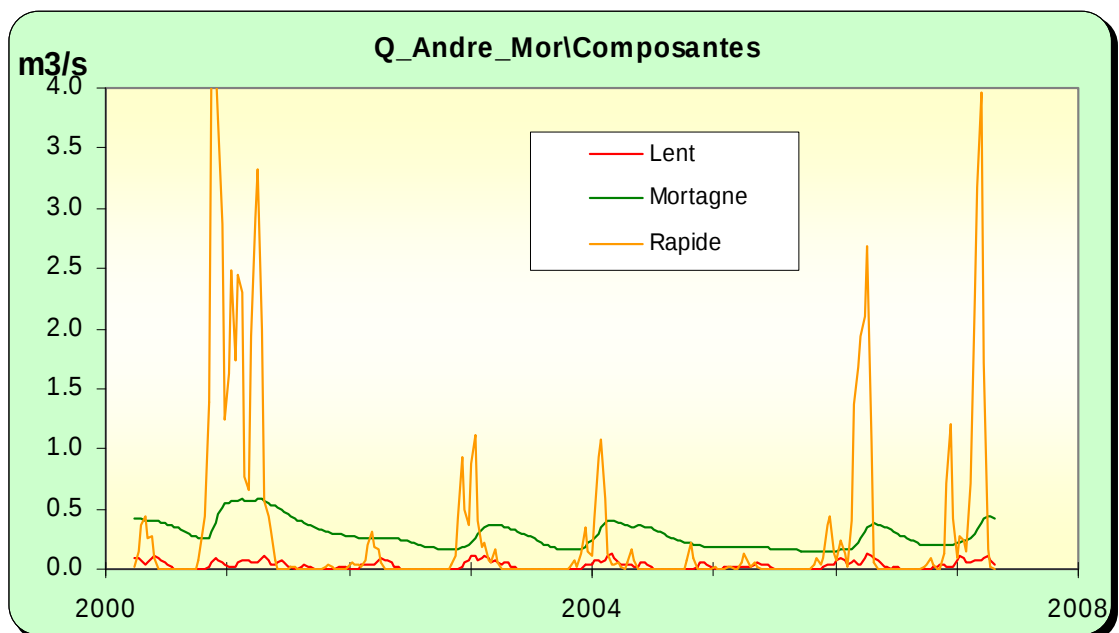


Illustration 126 : Modélisation de la station de St-André-de-Lidon, composantes du signal

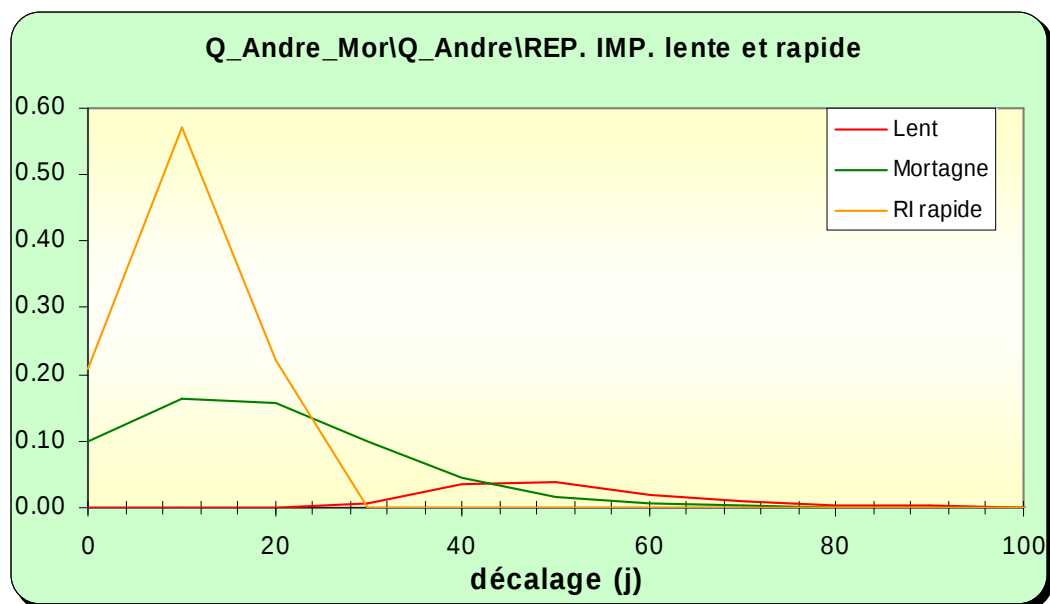


Illustration 127 : Modélisation de la station de St-André-de-Lidon, réponses impulsionnelles

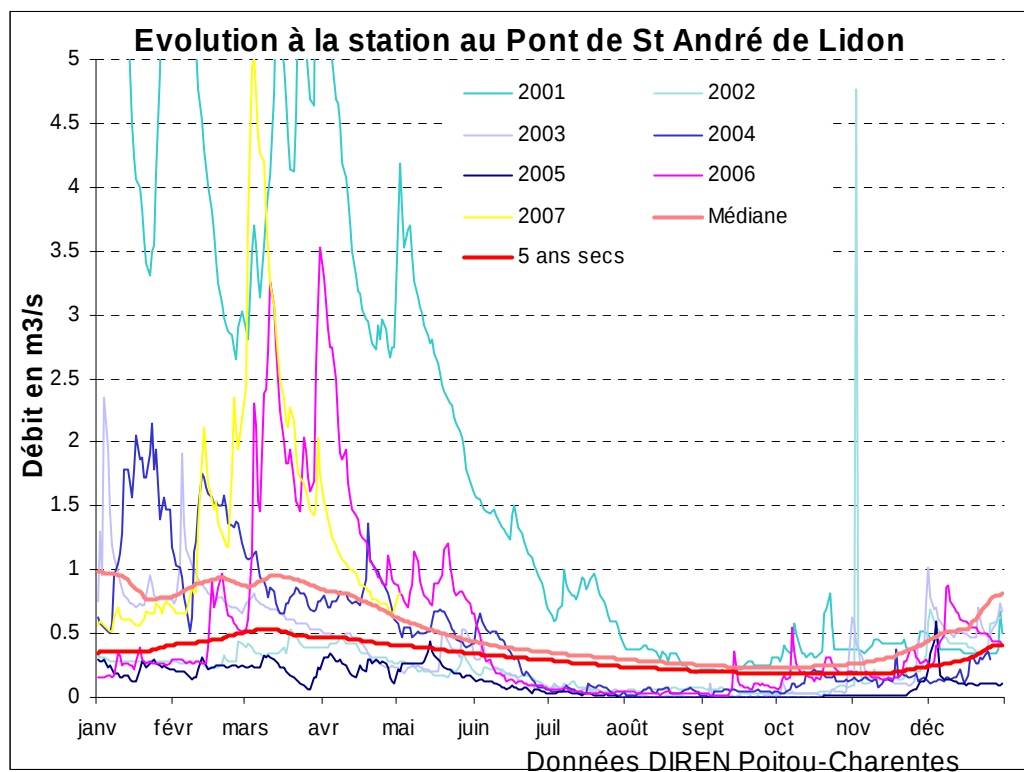


Illustration 128 : Utilisation du modèle de la station de St-André-de-Lidon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

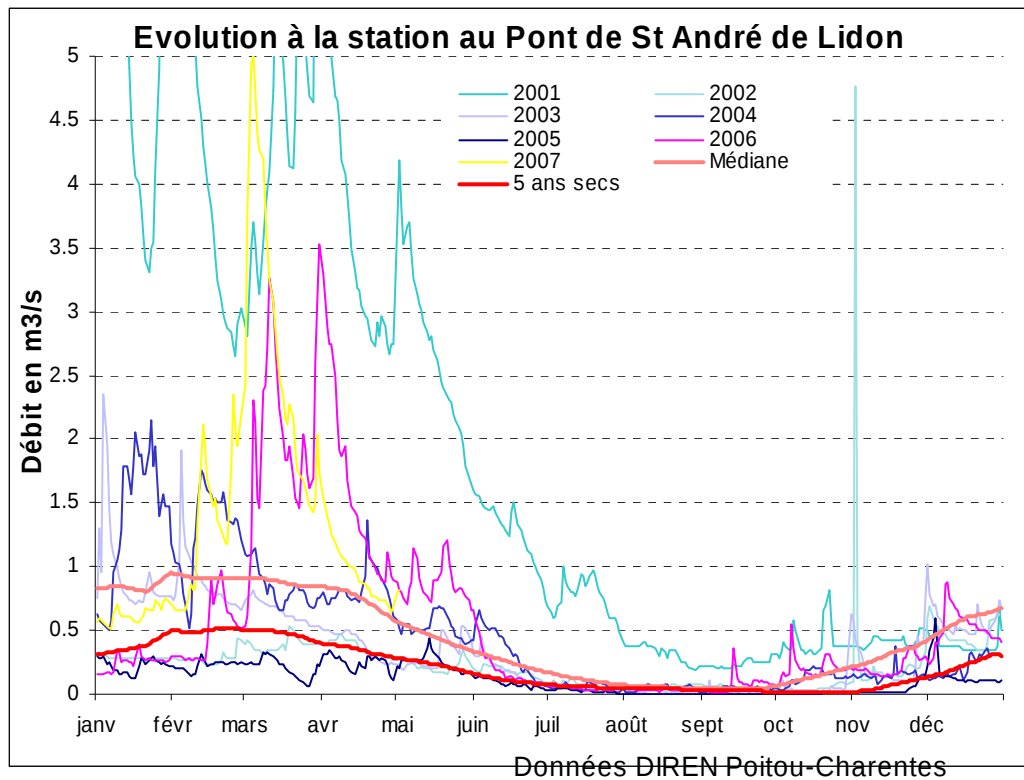
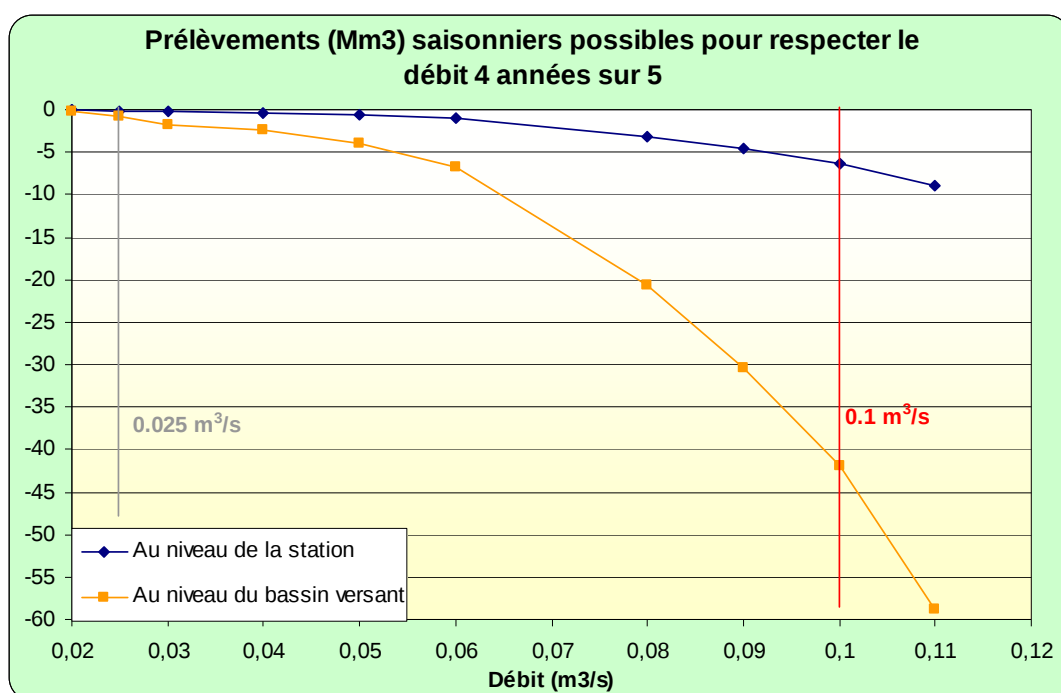


Illustration 129 : Utilisation du modèle de la station de St-André-de-Lidon en prévision en introduisant une fonction Peigne pour simuler les pertes : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.3.2.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Afin de comparer avec les résultats donnés en phase 1 avec une approche différente (-12 Mm<sup>3</sup> de volume disponible pour le respect du DOE et -5 Mm<sup>3</sup> pour le DCR), les calculs ont été réalisés avec le modèle intégrant une fonction « pertes ».

Comme illustré sur le graphe (Illustration 130), il en ressort des résultats un peu différents qu'en phase 1 avec des volumes négatifs moins importants pour le respect du DCR mais beaucoup plus importants pour le respect du DOE en année quinquennale sèche. Toutefois, dans les 2 approches les résultats sont les mêmes avec l'impossibilité d'atteindre les objectifs de débit en conditions naturelles.



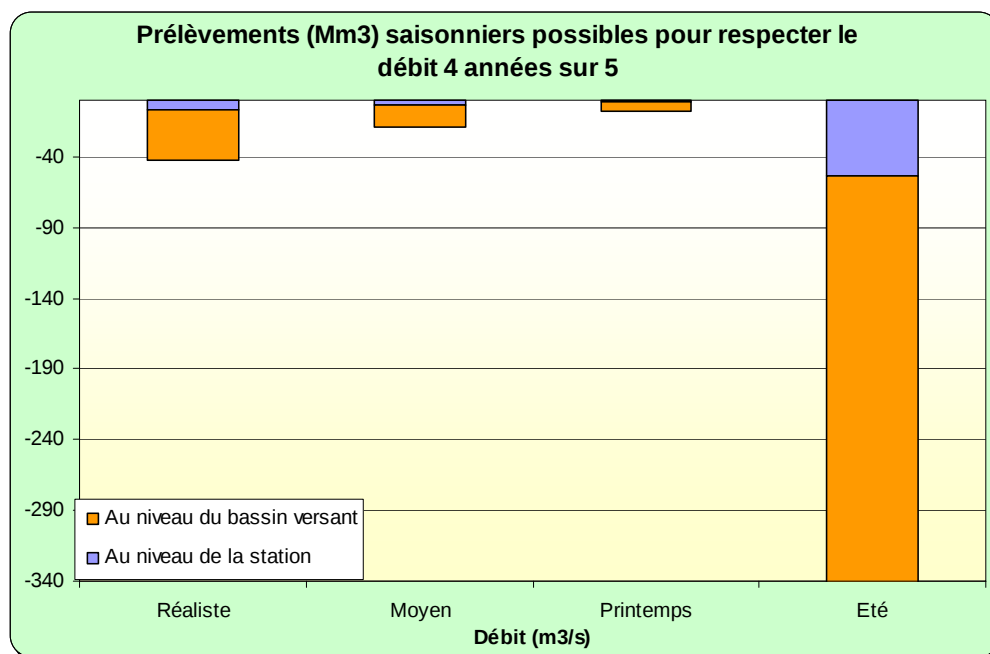
| Hypothèses                 |           |         |           |            |           |           |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | Mortagne  |         |           |            |           |           |

Illustration 130 : Zones de gestion de la Seudre/Gironde : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à St-André-de-Lidon

### 3.3.2.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Compte tenu des nombreuses incertitudes, le graphe ci-dessous est donné à titre indicatif. Comme il intègre l'inertie des prélèvements dans la nappe du Coniacien (à travers la prise en compte du piézomètre de Mortagne en entrée), Il faut uniquement en retenir que la disponibilité de la ressource est encore moins importante avec des pompes en plein été.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 131 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé (0.68 m<sup>3</sup>/s) selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion Seudre

### **Propositions pour la gestion**

Les échanges souterrains entre le bassin de la Seudre et l'Estuaire de la Gironde conduisent à proposer une gestion unique des deux secteurs.

En effet les pertes de la Seudre vers Gémovac soustraient une partie importante des débits de la Seudre amont au profit de l'Estuaire de la Gironde.

Afin de mieux tenir compte des enjeux du littoral (ostréiculture en particulier) il apparaît nécessaire de rechercher une station de mesure des débits plus à l'aval du bassin (vers Saujon) par rapport à celle de St-André-de-Lidon utilisée actuellement en gestion. Le débit de cette dernière est en effet très artificialisé par les pertes.

Le piézomètre de Mortagne est proposé en gestion en complément d'objectifs de débits sur la Seudre.

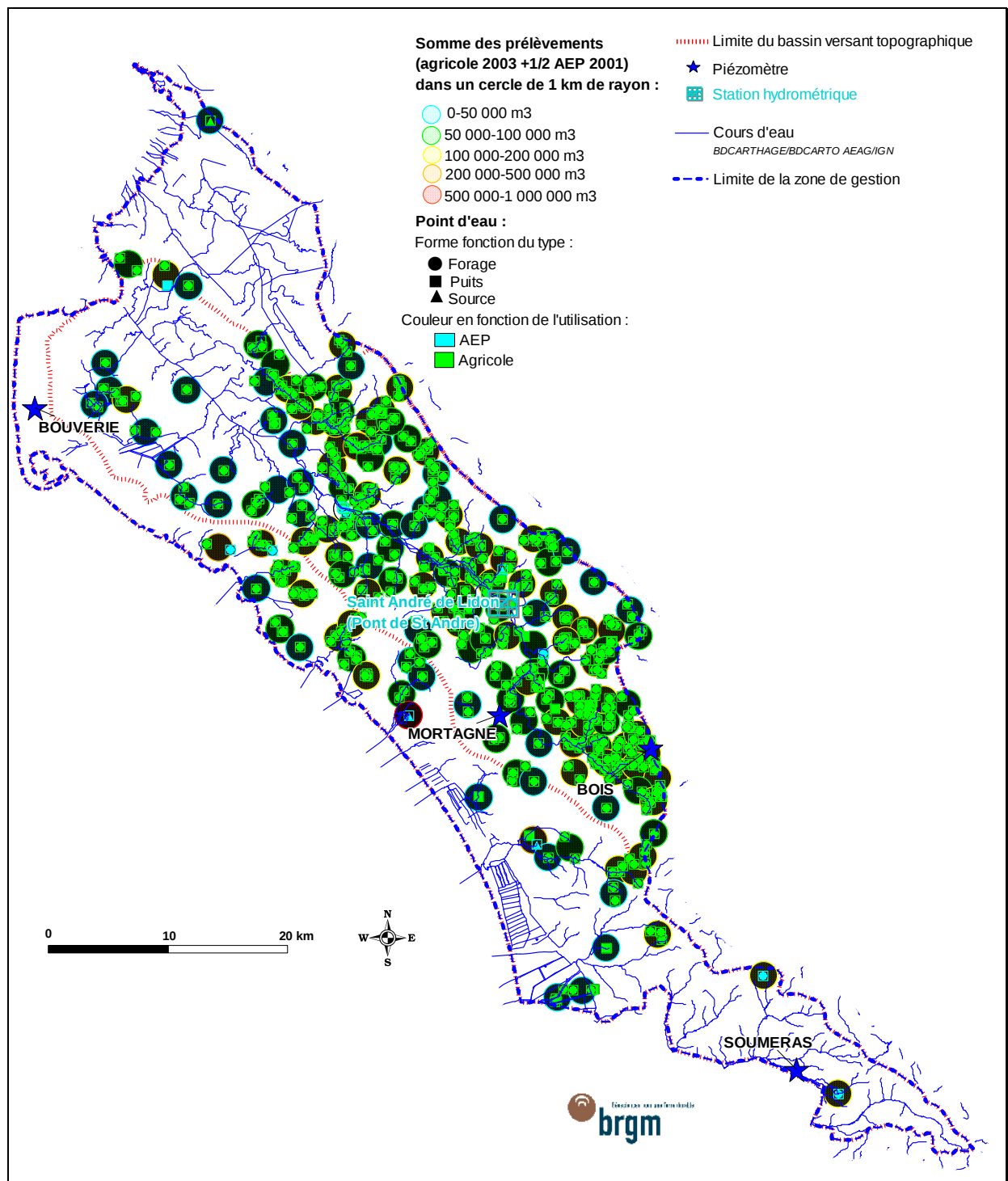


Illustration 132 : Extension des zones de gestion de la Seudre, position des piézomètres et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### 3.4 BASSIN DE LA DIVE DU NORD

#### 3.4.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé

Ce bassin, à cheval sur les départements des Deux-Sèvres et de la Vienne, est situé en marge du Massif Armoricaïn. Les couches sédimentaires s'y approfondissent globalement vers le Bassin de Paris.

- A la base de la série sédimentaire, venant sur le socle, on trouve les formations du Jurassique inférieur (Lias) constituées de terrains variés (argiles, grès, calcaires, dolomies...), peu épais à l'Est, surmontées par des marnes d'âge Toarcien. Les terrains infra-toarciens sont aquifères. Toutefois l'aquifère Infra-Toarcien est peu reconnu et peu exploité dans le bassin de la Dive.
- Au-dessus des marnes du Toarcien, les calcaires karstifiés du Dogger forment l'aquifère principal de ce bassin. Ils affleurent entre Thouet et Dive, en rive gauche de cette dernière.

La nappe du Dogger vient alimenter par débordement la source de la Grimaudière qui constitue une grosse partie du débit de la Dive.

Le bassin versant de cette nappe diffère légèrement du bassin versant topographique, notamment dans l'état actuel des connaissances) au Sud où les pertes du ruisseau de l'Homme communiquent avec la Grimaudière et où une petite partie du bassin topographique près de Cuhon a été rattachée au bassin de la Pallu.

En rive orientale de la Dive, le Dogger disparaît sous les recouvrements de terrains plus récents et la nappe devient captive.

- Au-dessus du Dogger viennent les formations du Jurassique supérieur (Oxfordien) de nature calcaréo-marneuse. Ces terrains, globalement assez peu perméables, deviennent toutefois aquifères en surface grâce à la fracturation et à l'altération. La frange superficielle fissurée et altérée sur une vingtaine de mètres d'épaisseur en moyenne forme un aquifère en relation étroite avec les cours d'eau. Cet aquifère apparaît aussi déconnecté de l'aquifère captif du Dogger comme en témoigne la différence de charge (environ 8 m de plus pour la nappe du Jurassique supérieur) constatée au niveau du piézomètre de Cuhon. En revanche, dans les secteurs où l'épaisseur des marnes jurassiques est faible, cette nappe vient vraisemblablement alimenter la nappe sous-jacente du Dogger, comme en témoignerait la crête dessinée par la piézométrie du Dogger tout le long de la frontière entre nappe captive et nappe libre (Illustration 133).

La nappe du Jurassique supérieur est également très exploitée par de nombreux forages agricoles.

- Au-dessus du Jurassique supérieur, ou directement au-dessus du Dogger dans le secteur d'Oiron, on trouve les terrains sablo-argileux discordants du Cénomaniens (Crétacé supérieur). Les sables du Cénomaniens forment un quatrième ensemble aquifère capacitif (emmagasine beaucoup d'eau) mais peu transmissif (vitesse des écoulements souterrains faible). Cette nappe est ou était exploitée par de nombreux puits.
- Enfin les calcaires crayeux ("Tuffeau") du Turonien, qui coiffent les reliefs crétacés, peuvent également contenir de petites nappes à intérêt local.

Les cartes piézométriques dressées dans ce bassin (Illustration 133) montrent que les nappes du Jurassique supérieur et du Crétacé s'écoulent globalement conformément à la topographie et viennent contribuer au débit de la Dive et de ses affluents. Dans la partie amont du bassin, c'est le Jurassique supérieur qui vient alimenter la Dive. En période estivale, le niveau de cette nappe descend sous le niveau de la rivière qui connaît alors des assecs. A partir de la Grimaudière, la nappe du Dogger vient alimenter la Dive. La piézométrie de cette nappe reste en rive gauche nettement au-dessus de la rivière ce qui soutient le débit d'étiage. Elle dispose vraisemblablement dans ce secteur d'importantes réserves comme en témoigne l'analyse des différents piézomètres disponibles (cf. chapitres suivants). Plus à l'aval, dans la partie "plate" de Oiron/Moncontour, le niveau de la nappe du Dogger est assez proche de celui de la rivière et les battements annuels (hautes et basses eaux) sont relativement faibles.

Enfin, pour être complet, au Nord du bassin de la Dive, la faille de Loudun remonte le compartiment septentrional et porte à l'affleurement des terrains du Jurassique (anticlinal de Richelieu).

L'analyse hydrogéologique conduit à proposer pour le bassin de la Dive deux domaines hydrogéologiques : d'une part le Dogger libre, le Jurassique supérieur et le Crétacé supérieur dont les eaux rejoignent le réseau hydrographique, et d'autre part le Dogger captif, voire l'Infra-Toarcien, qui tendent à s'écouler en profondeur vers le Bassin de Paris. On abordera dans cette partie uniquement la zone de gestion « Dive superficielle », les nappes profondes sont traitées dans le chapitre 5.

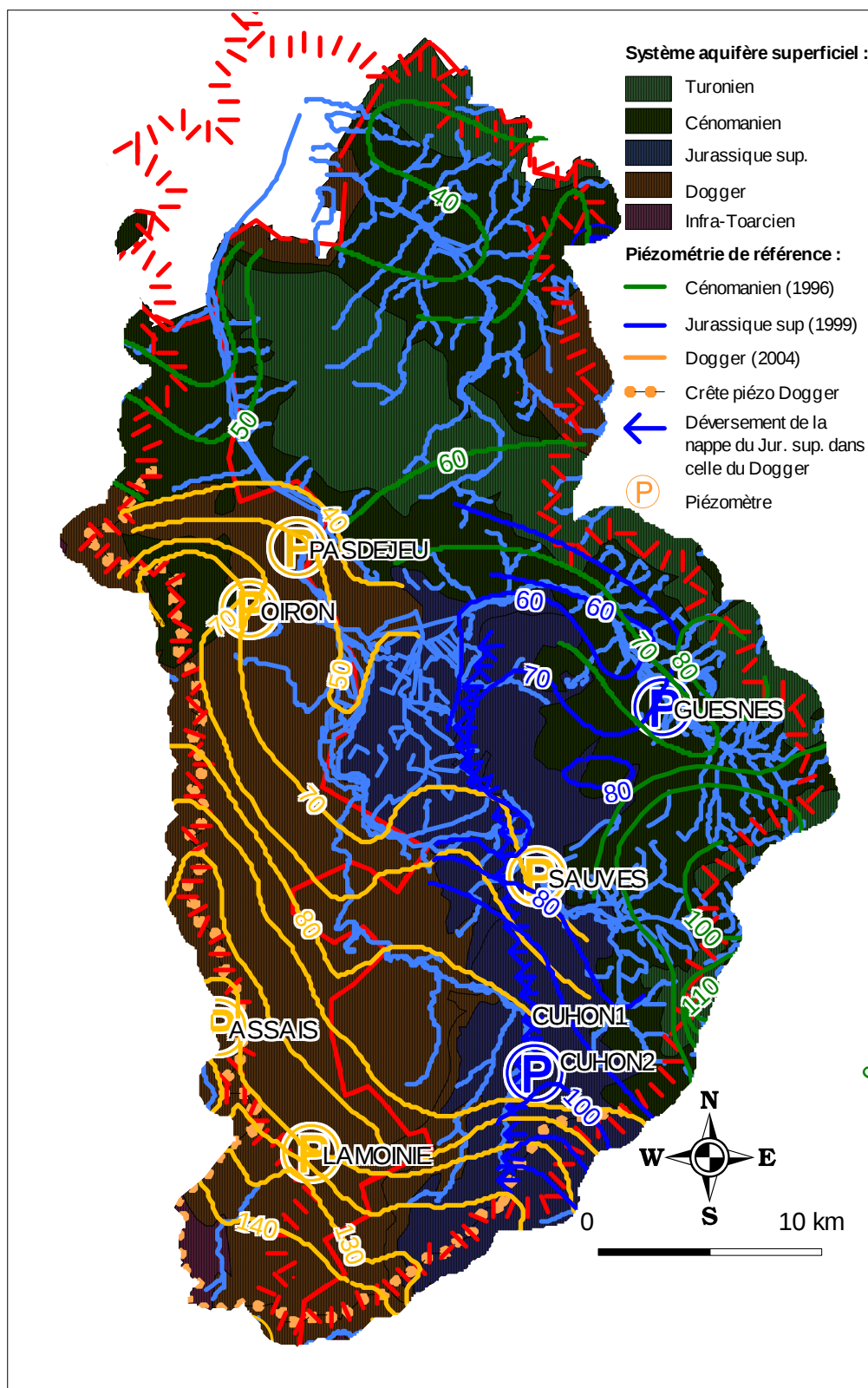


Illustration 133 : Synthèse hydrogéologique du bassin versant de la Dive

### **3.4.2 La zone de gestion Dive superficielle**

#### **3.4.2.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre de Lamoinie [05654X0018] Dogger***

Situé à l'amont nappe de la source de la Grimaudière, ce piézomètre de 27 m de profondeur capte la nappe du Dogger.

La chronique piézométrique montre une cyclicité pluri-annuelle en relation avec la cyclicité climatique. Aucun seuil de débordement ni seuil bas ne peuvent y être observés. Il n'y a pas non plus d'impact important des pompages.

L'actualisation du modèle a amélioré son calage. Mais les conclusions initiales restent les mêmes. Ce piézomètre souligne l'inertie importante de la nappe du Dogger avec notamment une composante lente très majoritaire présentant un pic à environ 8 mois et un retour à 0 après une impulsion pluie efficace au bout d'environ 2 ans.

Le calage reste assez moyen. Le modèle semble bien reproduire les tendances de fond à travers la composante lente mais nettement moins bien les évolutions plus rapides (transferts karstiques ?) qui se lisent sur la chronique.

Ce piézomètre est toutefois un bon indicateur de l'état de la ressource souterraine et sa position à l'aval de la source de la Grimaudière le rend d'autant plus intéressant pour la gestion.

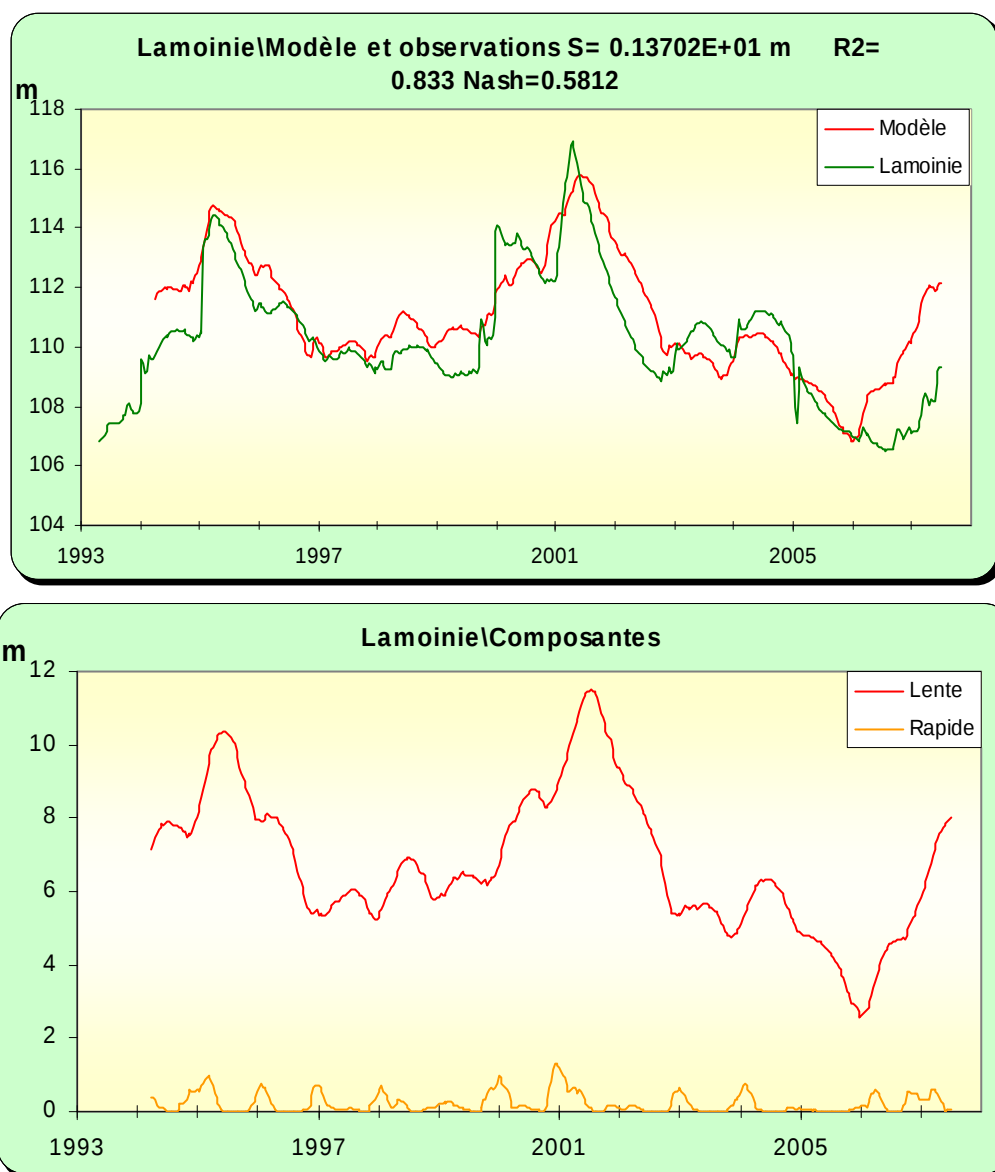


Illustration 134 : Modélisation du piézomètre de Lamoinie, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

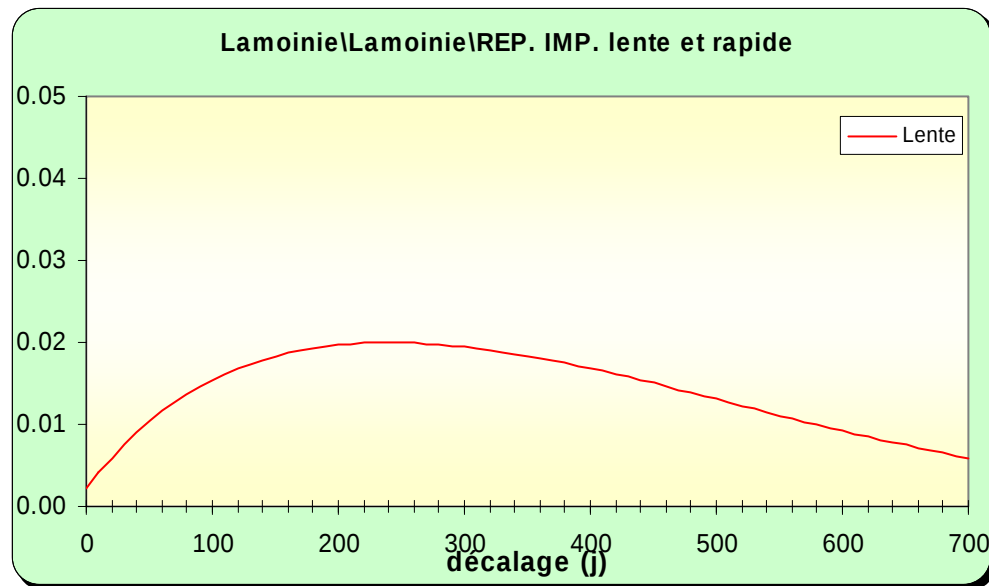


Illustration 135 : Modélisation du piézomètre de Lamoinie, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

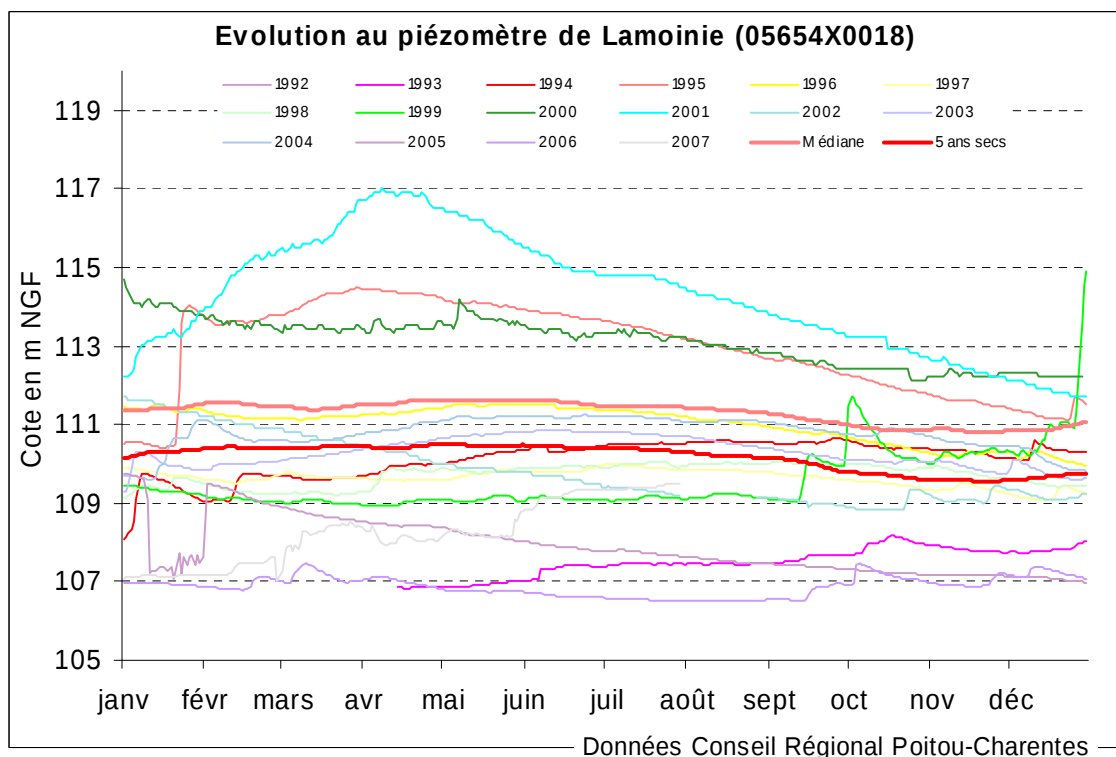


Illustration 136 : Utilisation du modèle du piézomètre de Lamoinie en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### ***Piézomètre de Oiron [05394X0012] Dogger***

Avec 22 m de profondeur le piézomètre de Oiron capte la nappe libre du Dogger mais en position plus aval par rapport au piézomètre précédent.

Comme Lamoinie et Assais (traité dans le bassin du Thouet) il présente une grande inertie avec pratiquement qu'une composante lente dont l'analyse impulsionnelle indique un pic à environ 3 mois et un retour à l'état initial au bout de 2 ans après une impulsion.

Cette grande inertie se lit aussi à travers l'analyse des chroniques de mesures (la même analyse peut être faite sur Lamoinie).

L'année 1992 est l'année où les niveaux les plus bas ont été enregistrés (c'est aussi l'année de début du suivi piézométrique). Cette année 1992 clôture un cycle particulièrement sec depuis 1989. L'inertie du système fait que l'année 1993 présente aussi des niveaux très bas, comparables à ceux mesurés au cours de l'année 2006. Cette dernière enregistre des niveaux plus bas qu'en 2005, année particulièrement sèche. On voit donc que l'impact d'un cycle ou d'une année sèche se marque surtout dans l'année qui suit ce cycle ou cette année sèche.

Par ailleurs, l'actualisation du modèle a plutôt dégradé le calage initial de la phase 1. Toutefois il est à noter que celui-ci faisait intervenir une tendance qui a été supprimée lors de l'actualisation.

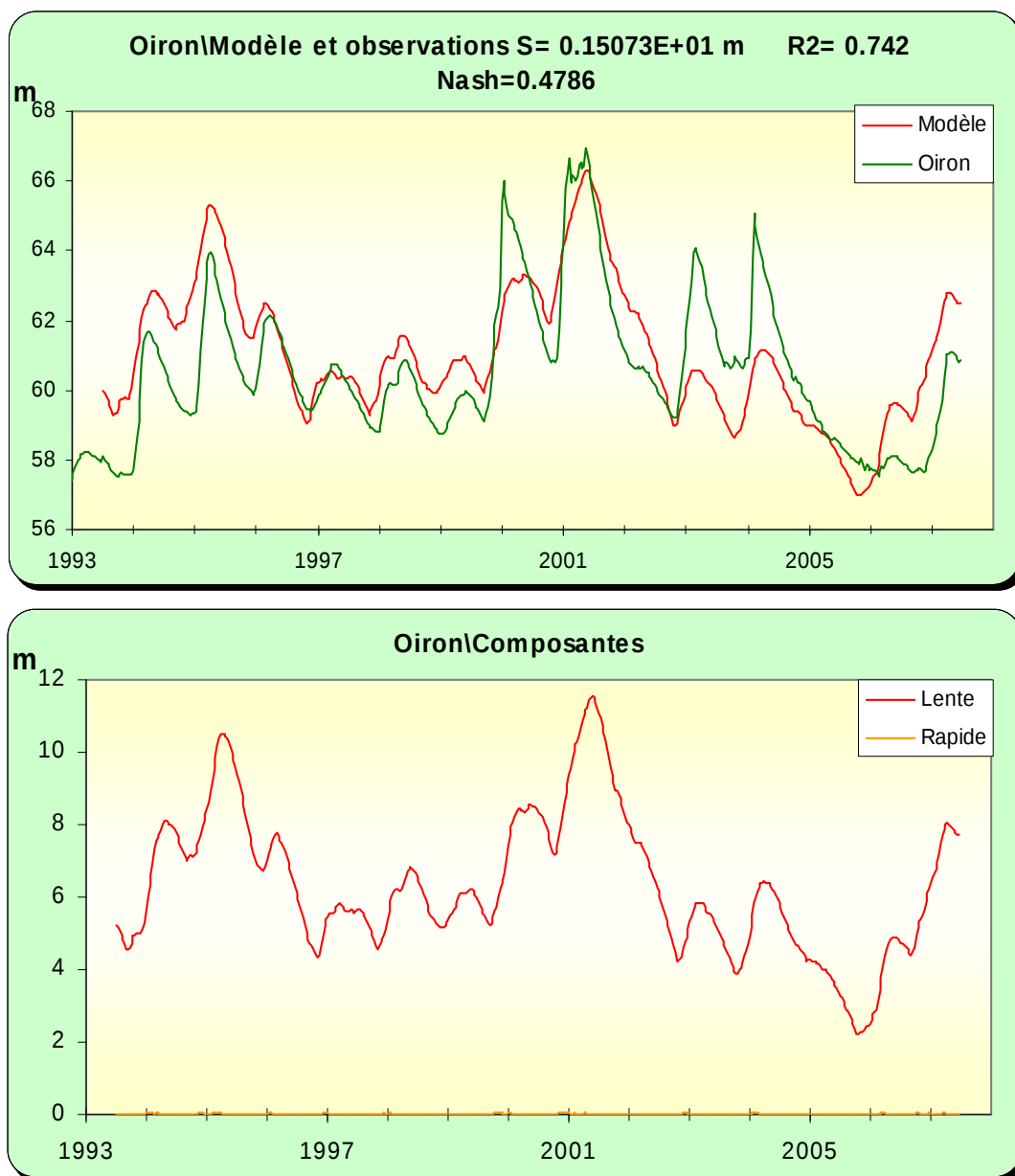


Illustration 137 : Modélisation du piézomètre de Oiron, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

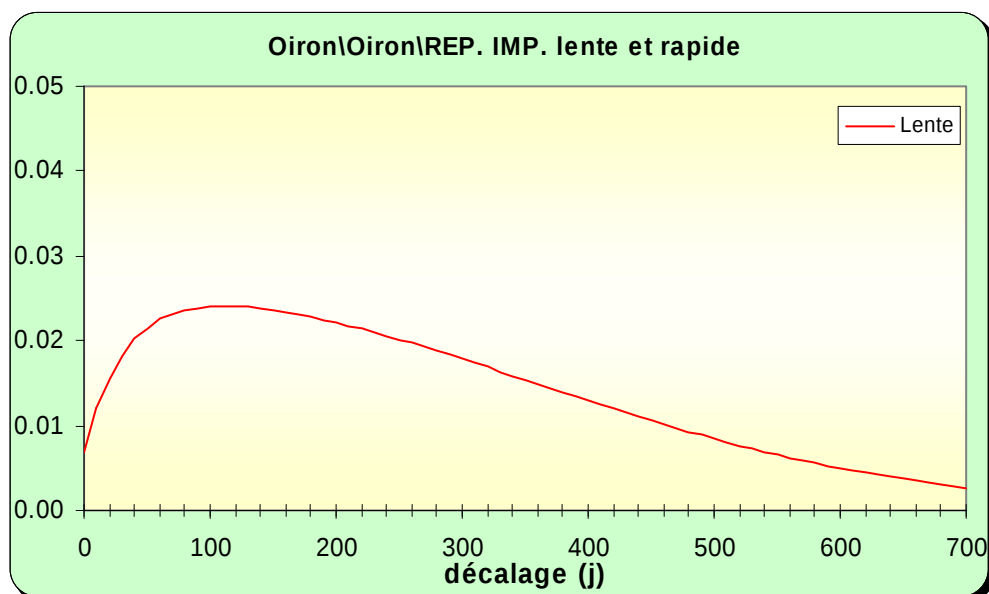


Illustration 138 : Modélisation du piézomètre de Oiron, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

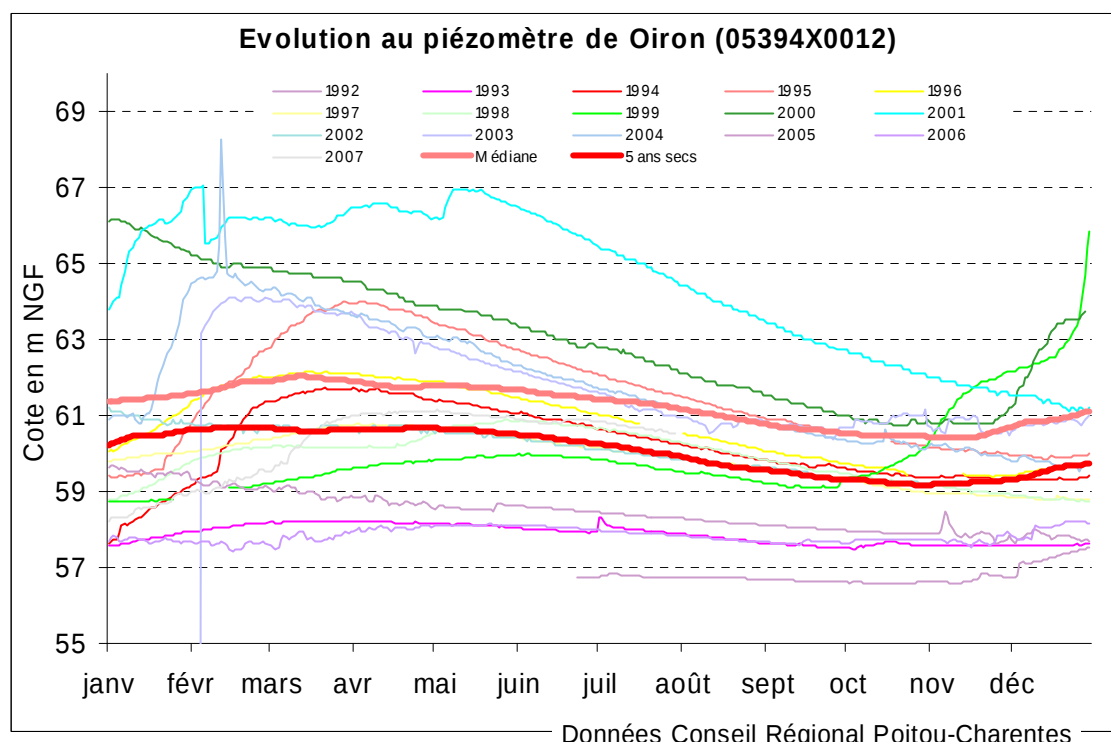


Illustration 139 : Utilisation du modèle du piézomètre de Oiron en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Sauves [05406X0022] Dogger**

Le piézomètre de Sauves (113 m de profondeur) capte la nappe captive du Dogger sous recouvrement de Jurassique supérieur. Il est assez atypique avec des chroniques qui semblent enregistrer plusieurs phénomènes.

Il est en premier lieu impacté par les pompages alentours et l'introduction d'une fonction Peigne, de manière à les prendre en compte, a permis d'améliorer très significativement le modèle.

En hautes eaux, il montre un niveau de débordement (autour de 60 m NGF) qu'il est difficile de raccorder à un niveau proche, les eaux superficielles étant dans les environs situées à plus de 70 m NGF.

L'observation des chroniques montre que les niveaux « hauts », variables d'une année sur l'autre entre 58 et 61 m NGF en fonction de la pluviométrie, perdurent en général jusqu'au début de l'été. Cette évolution suggère le soutien de la nappe par des eaux soit de la nappe du Jurassique supérieur susjacent, soit par les cours d'eau. On remarquera que la zone plate et basse autour de Moncontour est à peu près à ces cotes. Ce ne sont là toutefois que des hypothèses de travail.

La superposition des courbes restituées par le modèle en prévision sur les chroniques de mesures montre un écart au printemps entre les mesures et la modélisation, ce qui va également dans le sens d'un phénomène de soutien par des eaux plus superficielles. On constatera aussi que l'on ne retrouve pas sur ce piézomètre l'inertie relevée dans la nappe du Dogger en rive gauche de la Dive. L'année 2005 est particulièrement sèche mais l'année 2006 est au-dessus montrant une reprise de la recharge.

L'analyse « impulsionnelle » de la seule composante lente montre un pic au bout d'environ 2 mois et un retour à 0 au bout d'un an et demi.

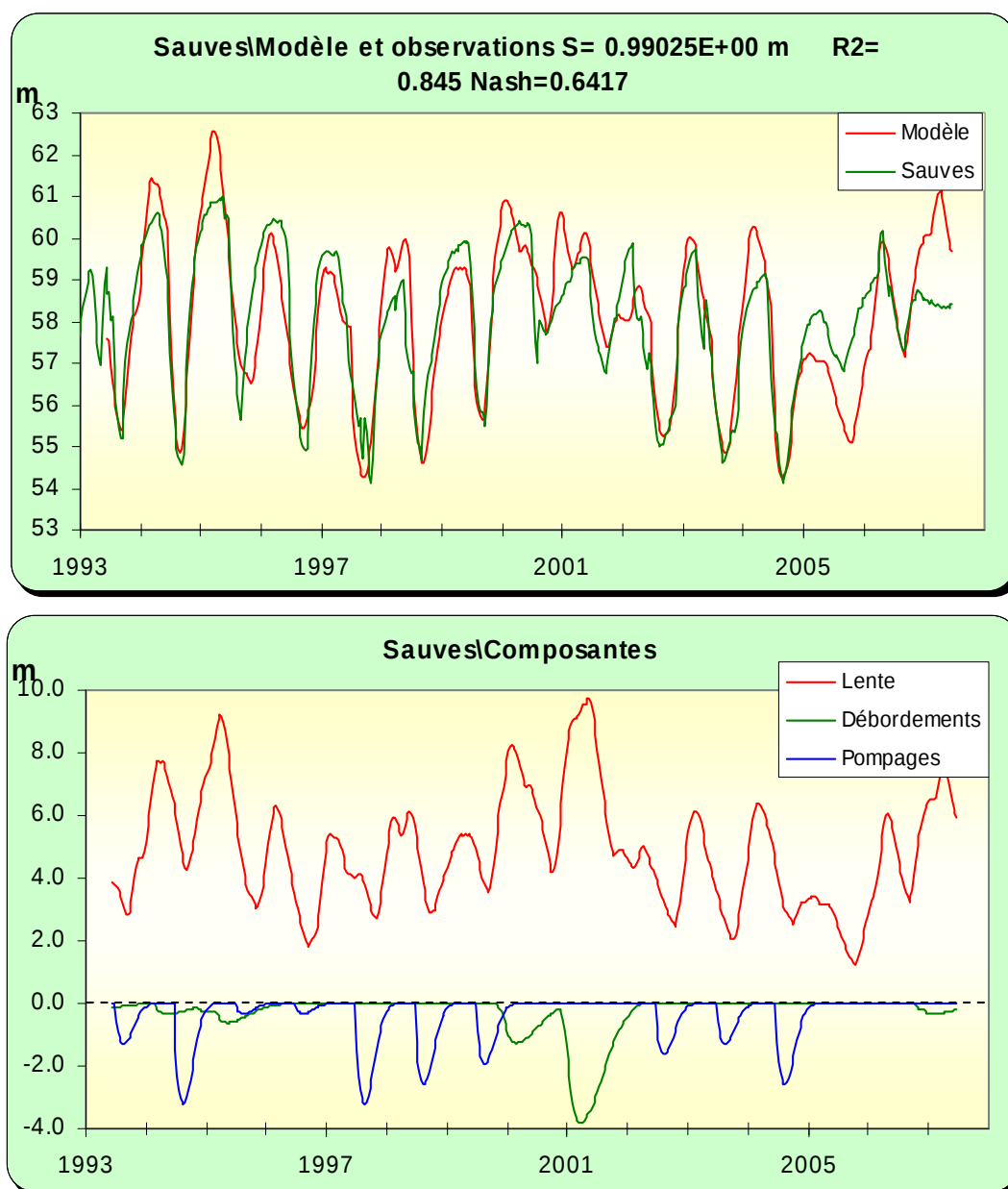


Illustration 140 : Modélisation du piézomètre de Sauves, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

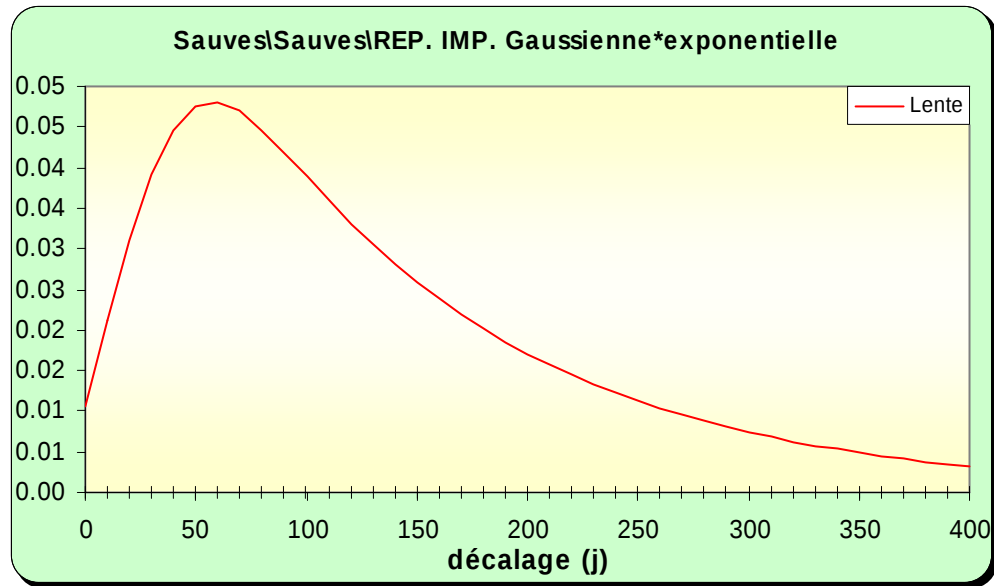


Illustration 141 : Modélisation du piézomètre de Sauves, analyse impulsionnelle de la composante lente

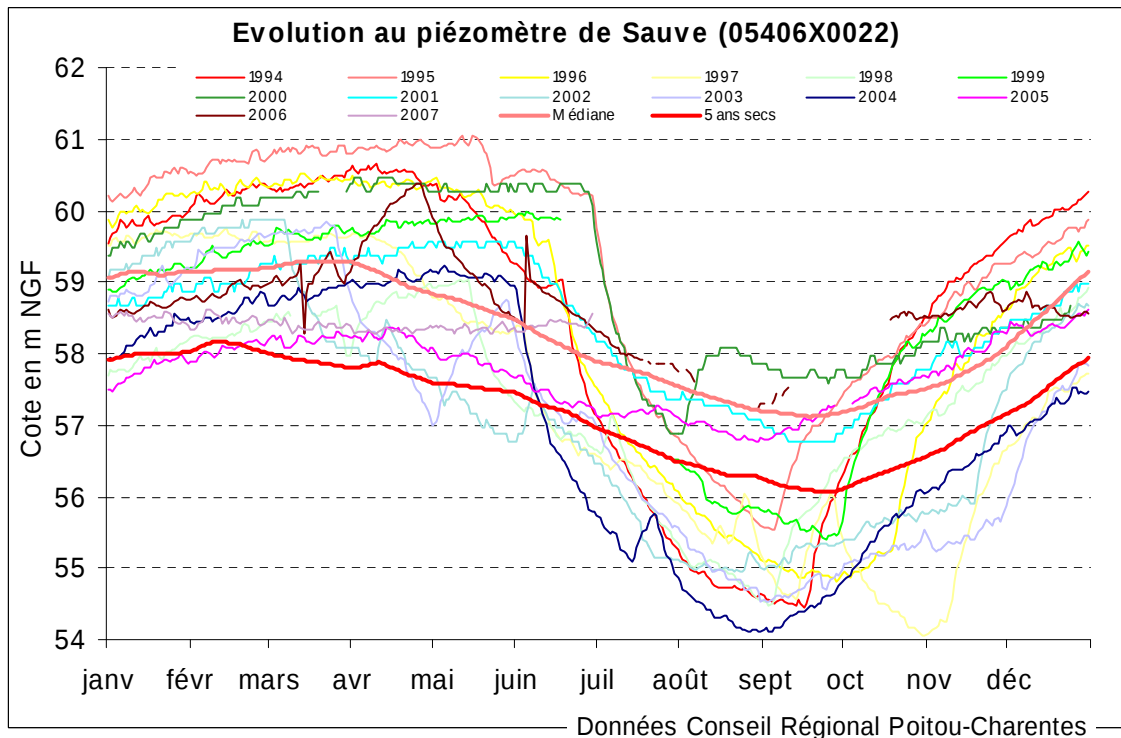


Illustration 142 : Utilisation du modèle du piézomètre de Sauves en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Cuhon1 [05662X0024] Dogger**

Le piézomètre de Cuhon1 (82 m de profondeur), qui capte la nappe captive du Dogger, est à peu près dans la même situation (hydro-)géologique que le piézomètre précédent de Sauves. Il est sous recouvrement de Jurassique supérieur dans une zone où l'épaisseur de ce dernier diminue et où l'on observe parallèlement une crête piézométrique dans la nappe du Dogger.

La prise en compte d'une fonction pompage a significativement amélioré le calage initial. Le paramétrage de la fonction montre que ces pompages ont été particulièrement importants dans les années 1995 et 1996.

A l'image du piézomètre de Sauves, le modèle souligne le maintien jusqu'au début de l'été des hautes eaux, qui varient entre 86.5 et 88.5 m NGF en fonction de la pluviométrie de l'année, suggérant là aussi le soutien de la nappe du Dogger par des eaux plus superficielles.

En basses eaux, le calage a nécessité l'introduction d'un seuil bas autour de 84 m NGF (84.2 m exactement). Comme mentionné dans le précédent rapport, cette cote est proche de celle de la source de la Grimaudière (estimée à 82/83 m NGF mais à préciser par un nivellement), niveau de base de la nappe du Dogger dans ce secteur. Le niveau de la Grimaudière constitue aussi un niveau critique qu'il convient de respecter sur le piézomètre de Cuhon1 pour ne pas inverser les écoulements souterrains et capter des eaux de la source.

Enfin, toujours à l'image du piézomètre de Sauves, l'analyse impulsionnelle de la seule composante lente montre un pic au bout de 2 mois et un retour à 0 au bout de l'année.

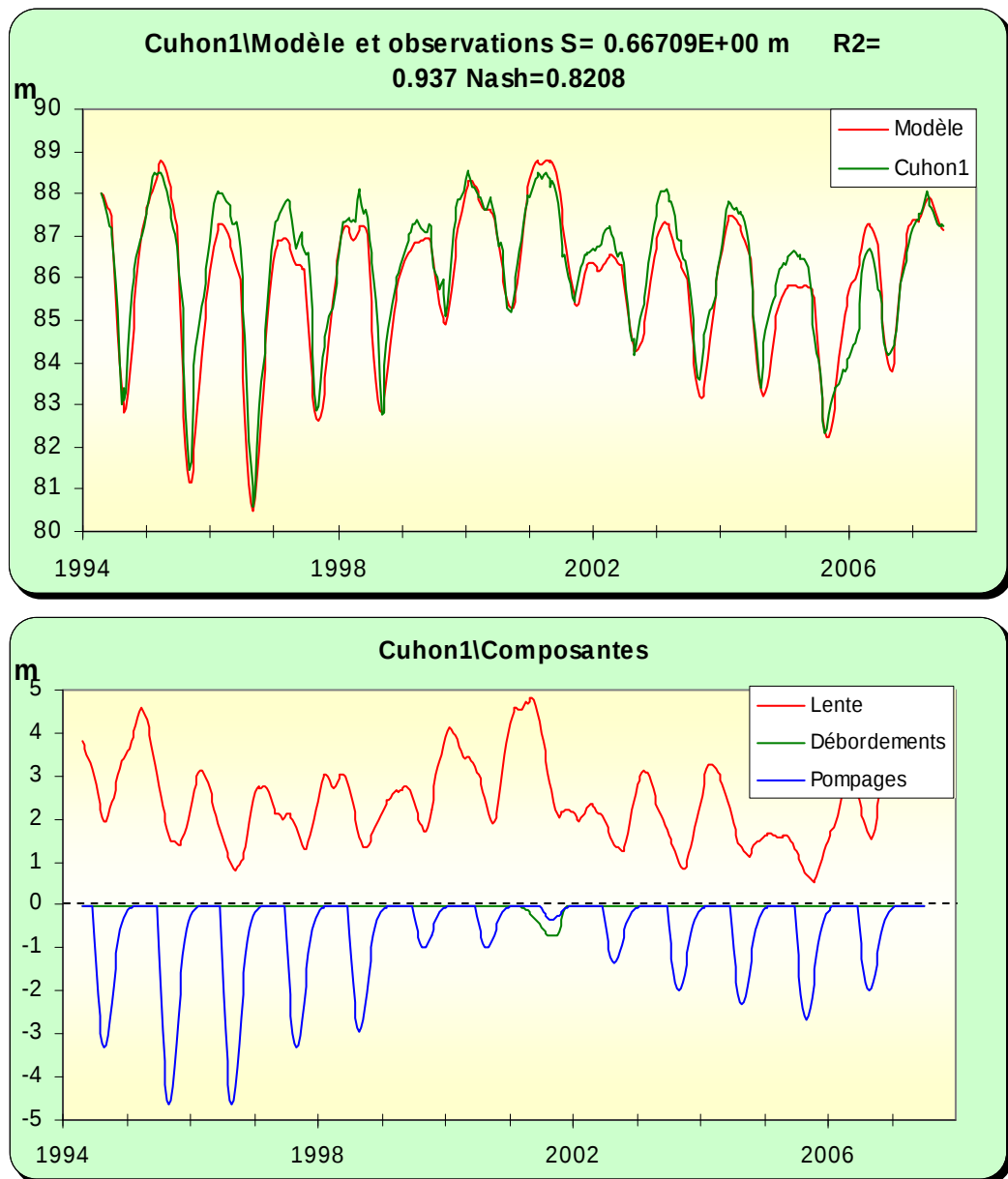


Illustration 143 : Modélisation du piézomètre de Cuhon1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

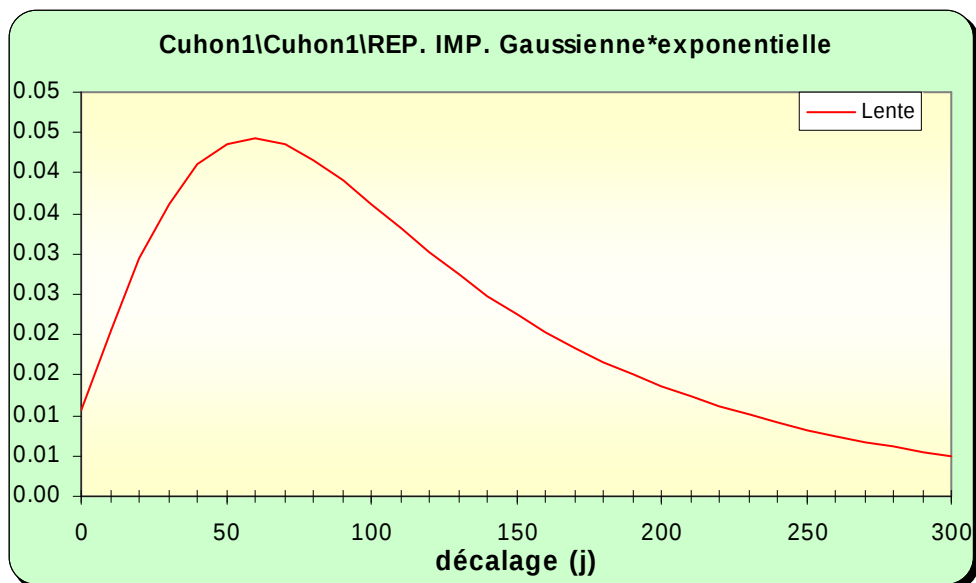


Illustration 144 : Modélisation du piézomètre de Cuhon1, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

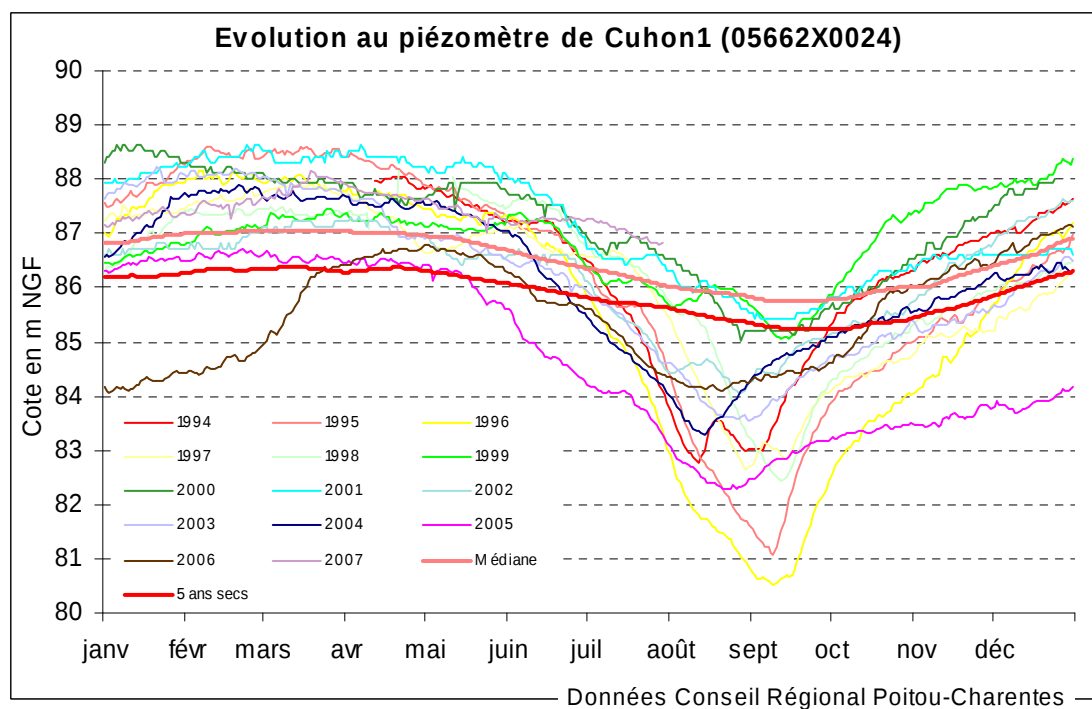


Illustration 145 : Utilisation du modèle du piézomètre de Cuhon1 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

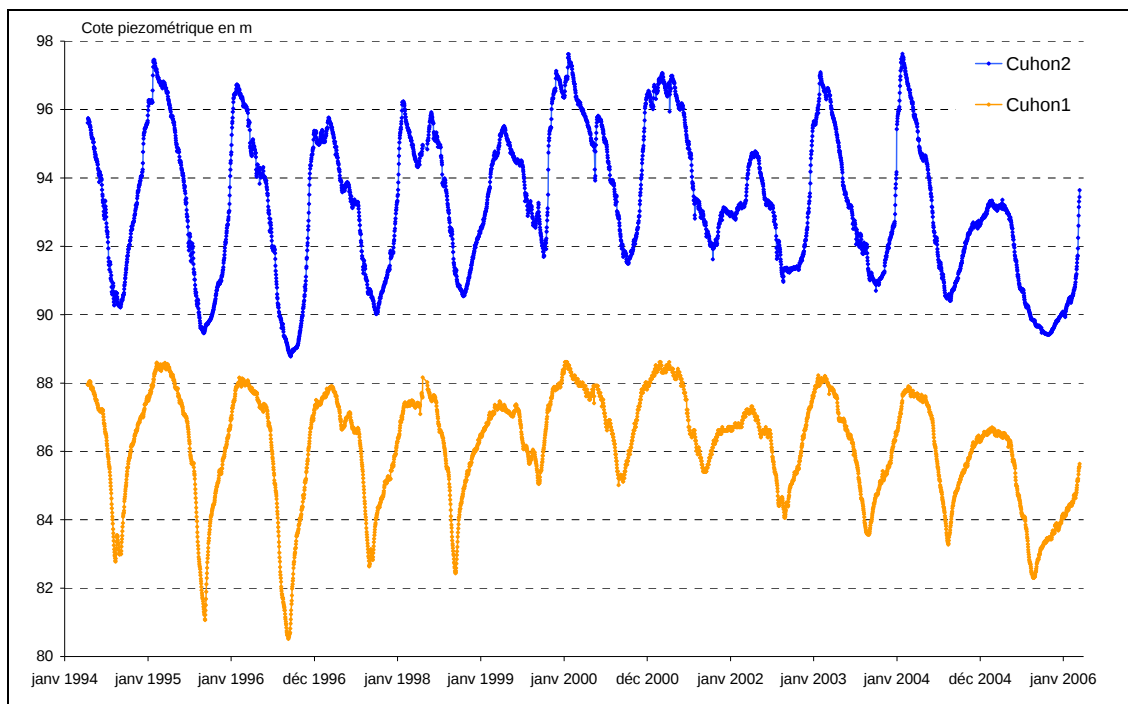
### **Piézomètre de Cuhon2 [05662X0073] Jurassique supérieur**

Comme le montre la comparaison des graphes (Illustration 146), l'évolution des piézométries des nappes du Dogger et du Jurassique supérieure sont concomitantes au niveau de Cuhon. La nappe du Jurassique supérieur (Cuhon2) reste toutefois toujours nettement au-dessus (8 m) du niveau de la nappe du Dogger. Latéralement, si la fracturation rend possible les échanges d'eau, ceux-ci seront donc descendant.

L'actualisation du modèle de Cuhon2 a été réalisée en introduisant la même fonction pompage que pour Cuhon1, ce qui a nettement amélioré le calage initial.

La modélisation souligne l'existence d'un seuil haut autour de la cote 97 m NGF qui correspondrait à celle des eaux superficielles à proximité du point.

Mais il est surtout intéressant de noter que, malgré l'évolution parallèle des niveaux, la modélisation restitue des inerties assez différentes avec des composantes lentes qui ne sont pas identiques. Pour Cuhon2, la composante présente un pic impulsif au bout de 40-50 jours et un retour à 0 au bout d'environ 6 mois.



*Illustration 146 : Comparaison de l'évolution des niveaux enregistrés sur Cuhon 1 (Dogger) et 2 (Jurassique sup.) [source des données : Conseil Régional/ORE]*

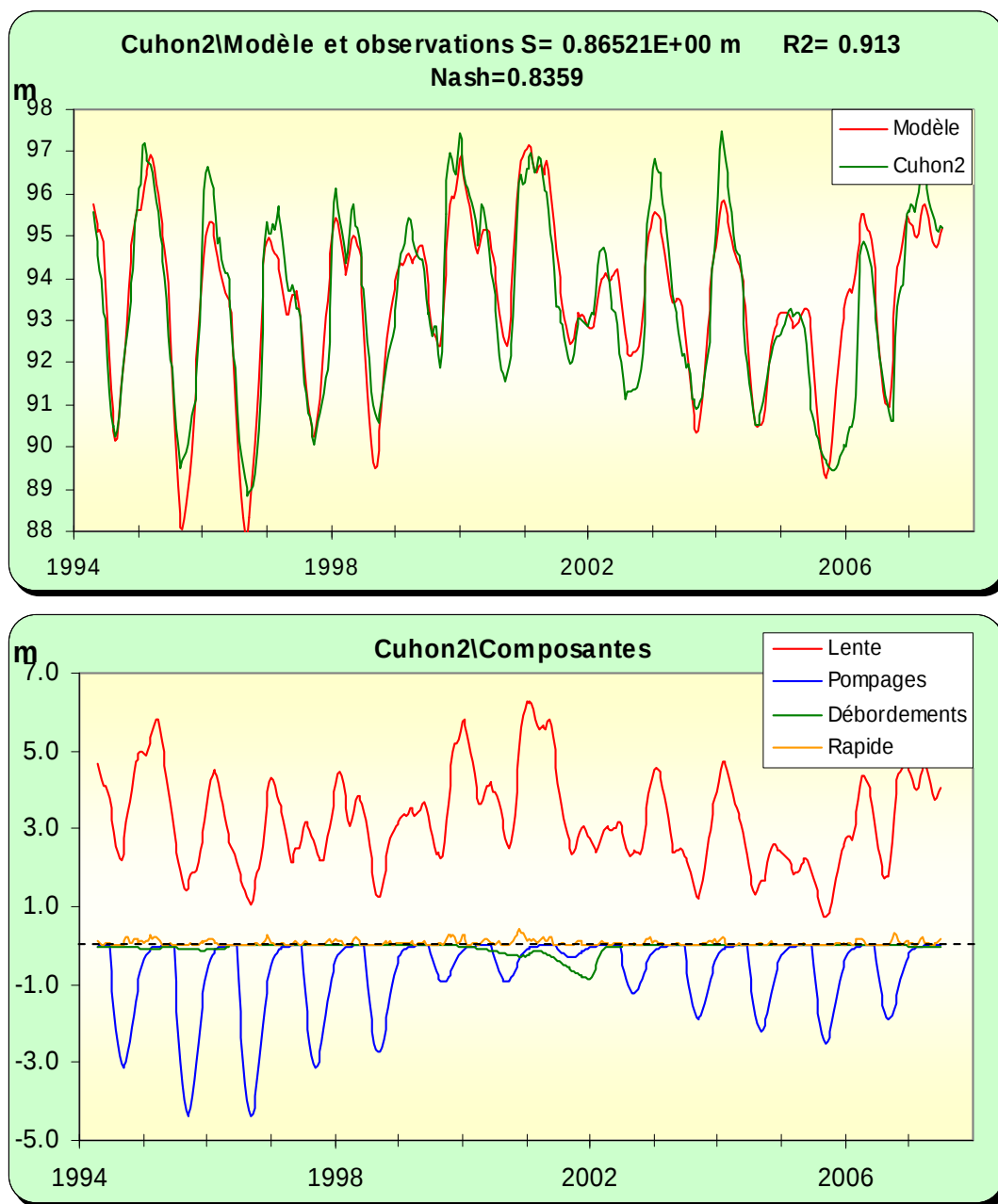


Illustration 147 : Modélisation du piézomètre de Cuhon2, *en haut* : superposition du modèle sur la chronique, *en bas* : les différentes composantes

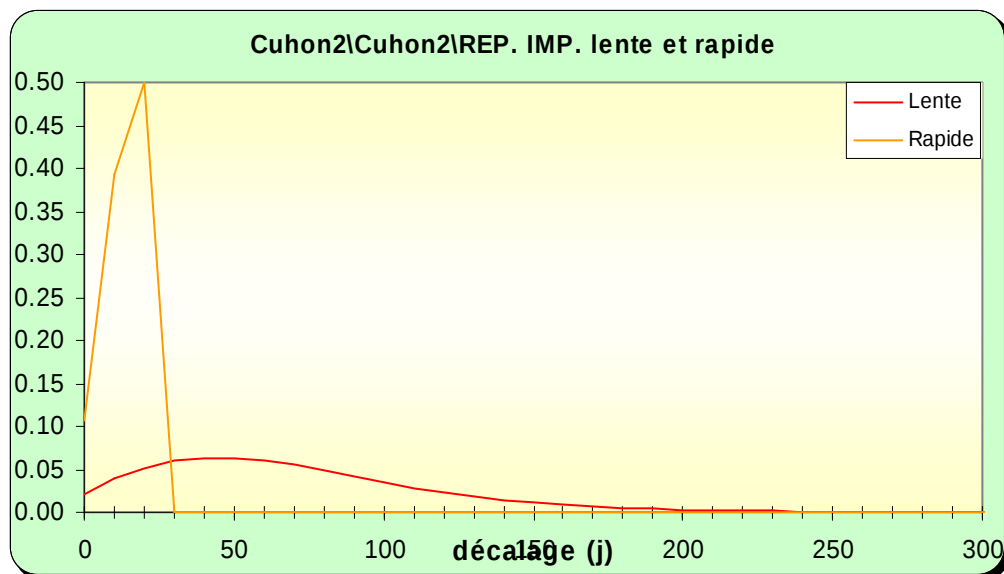


Illustration 148 : Modélisation du piézomètre de Cuhon2, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

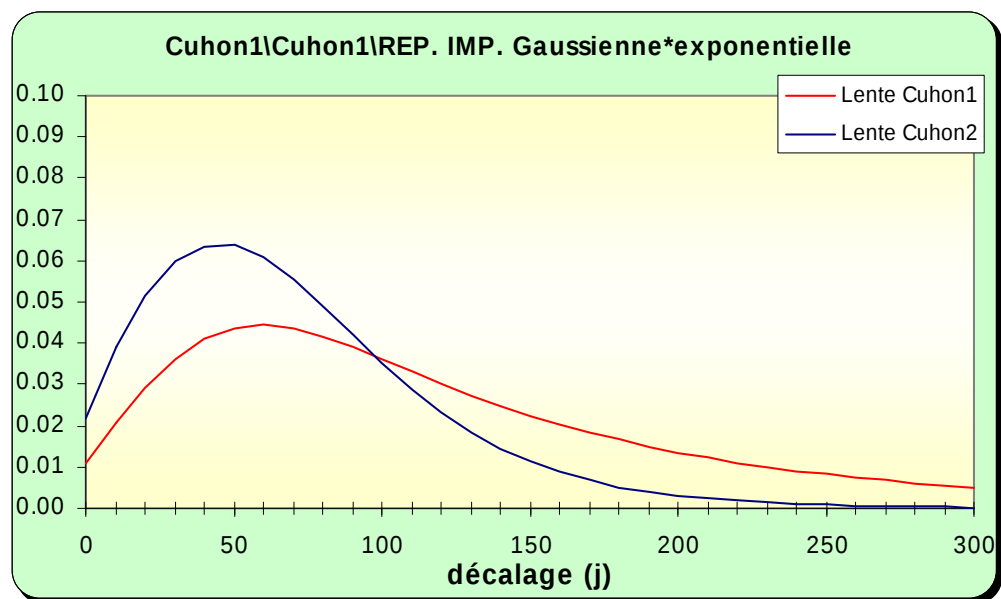


Illustration 149 : Comparaison des réponses impulsionnelles des composantes lentes de Cuhon1 (Dogger) et de Cuhon2 (Oxfordien)

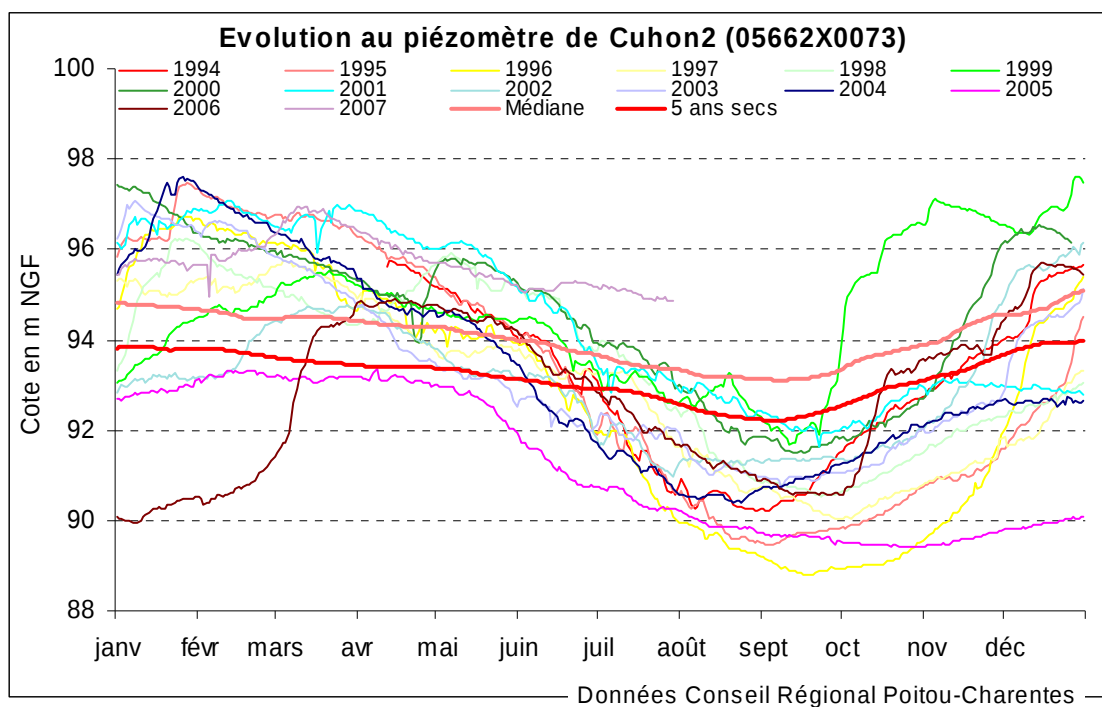


Illustration 150 : Utilisation du modèle du piézomètre de Cuhon2 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

**Piézomètre de Guesnes [05402X0036] Jurassique supérieur**

Avec 46.5 m de profondeur ce piézomètre capte la nappe du Jurassique supérieur sous recouvrement de Cénomaniens.

L'évolution piézométrique sur ce piézomètre est assez atypique avec des cycles pluriannuels témoignant d'une certaine inertie du système. La composante rapide très faible a été supprimée dans la dernière étape du calage. La composante lente montre une mise en charge rapide (nappe captive et de milieu fissuré) et un retour à l'état initial après une impulsion pluie au bout de plusieurs années.

L'introduction d'une fonction pompage a nettement amélioré le calage mais en revanche a modifié sensiblement les résultats de l'analyse impulsionnelle avec une inertie plus forte.

Le niveau de débordement à la cote de 67 m NGF correspondrait à la cote de la rivière proche.

En prévision, la superposition des courbes théoriques sur la chronique montre que le modèle est cohérent. La chronique de mesures souligne l'inertie assez forte mesurée par la modélisation, les courbes 2005 et 2006 correspondent aux plus bas niveaux enregistrés. Les évolutions annuelles apparaissent aussi très différentes en fonction de la pluviométrie annuelle et pluri-annuelle. Malgré les pompages, mais qui se marquent de manière modérée sur les chroniques, ce piézomètre est un bon indicateur de l'état de la ressource souterraine.

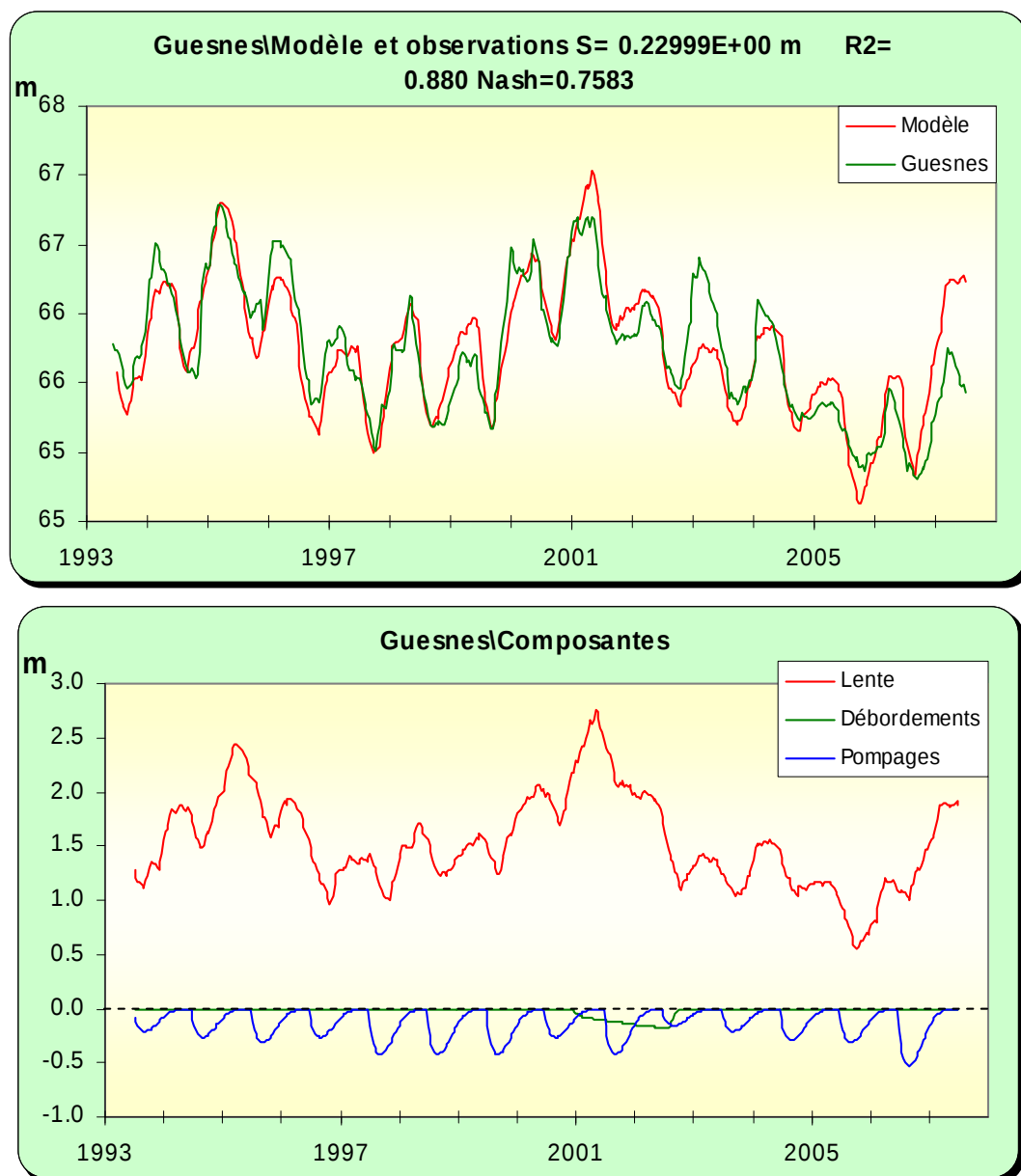


Illustration 151 : Modélisation du piézomètre de Guesnes, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

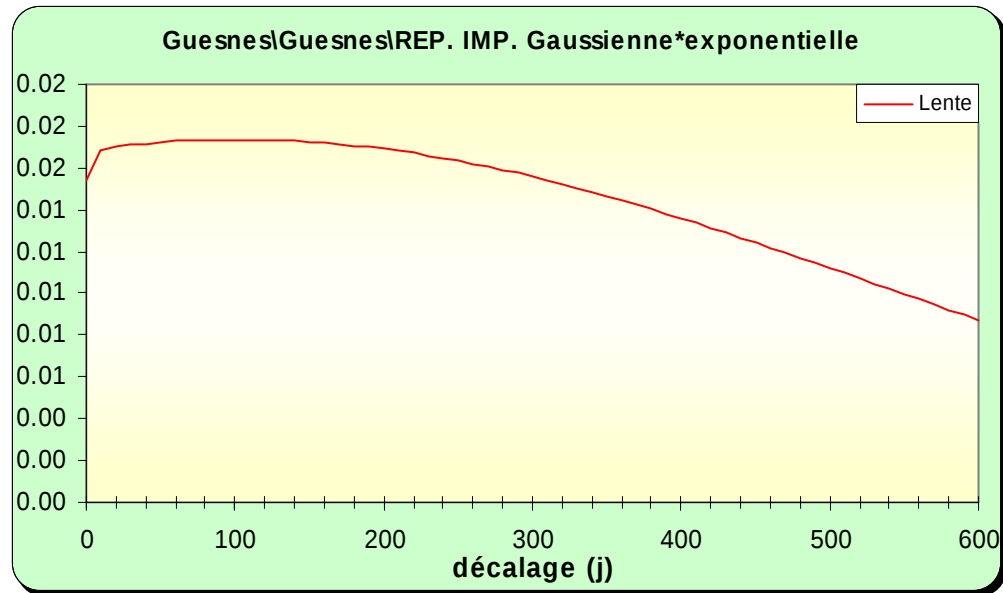


Illustration 152 : Modélisation du piézomètre de Guesnes, analyse impulsionnelle de la composante lente

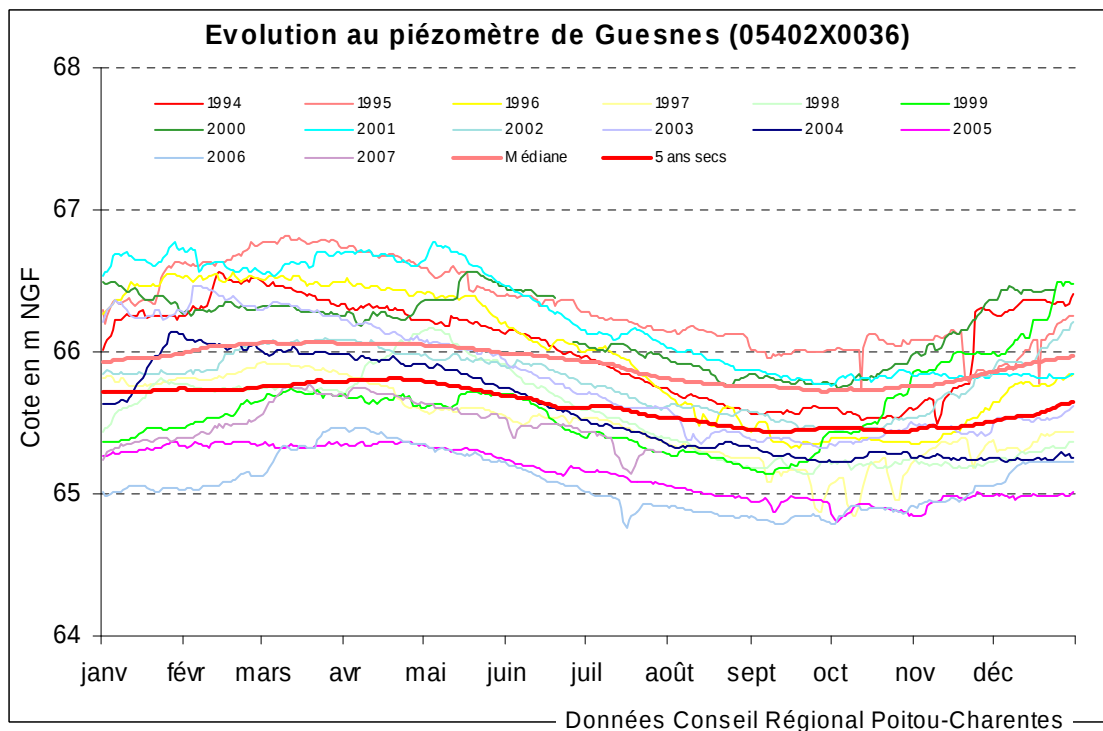


Illustration 153 : Utilisation du modèle du piézomètre de Guesnes en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **3.4.2.2 Modélisation de la station de débit de Moulin de Retournay**

La station de Moulin de Retournay est située à peu près au milieu du bassin versant de la Dive du Nord. De ce fait elle est intégratrice des apports principalement de la nappe du Dogger, qui alimente entre autre la source de la Grimaudière, mais aussi de la nappe du Jurassique supérieur en rive droite et à l'extrémité amont du bassin.

La modélisation de cette station a été entreprise en utilisant en entrée plusieurs piézomètres parfois combinés : Lamoinie, Oiron, Sauves, Guesnes. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec celui de Lamoinie, ce qui n'est pas surprenant vu sa position à l'amont des sources.

L'actualisation du modèle avec les années récentes très atypiques a conduit toutefois à une dégradation du calage. Les résultats restent cependant les mêmes que ceux obtenus en phase 1 de ce travail de modélisation.

Le calage est particulièrement mauvais en hautes eaux où les ruissellements rapides sur le bassin versant et à travers les réseaux karstiques sont plus importants que ce que nous donne le modèle. En revanche en 2006 le modèle donne des hautes eaux nettement plus élevées, faisant apparaître des transferts rapides plus importants que ce qui a été observé en réalité.

La décomposition du signal montre que la composante de la nappe du Dogger est importante. Cette composante n'explique toutefois pas la totalité des apports « lents », notamment en période de hautes eaux. Ces apports « inexpliqués » (Illustration 155) viennent vraisemblablement, du moins en grande partie, de la nappe du Jurassique supérieur.

Utilisé en prévision, le modèle donne un débit d'étiage "5 ans sec" de l'ordre de  $0.48 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui est sensiblement identique au résultat trouvé dans le premier travail de modélisation.

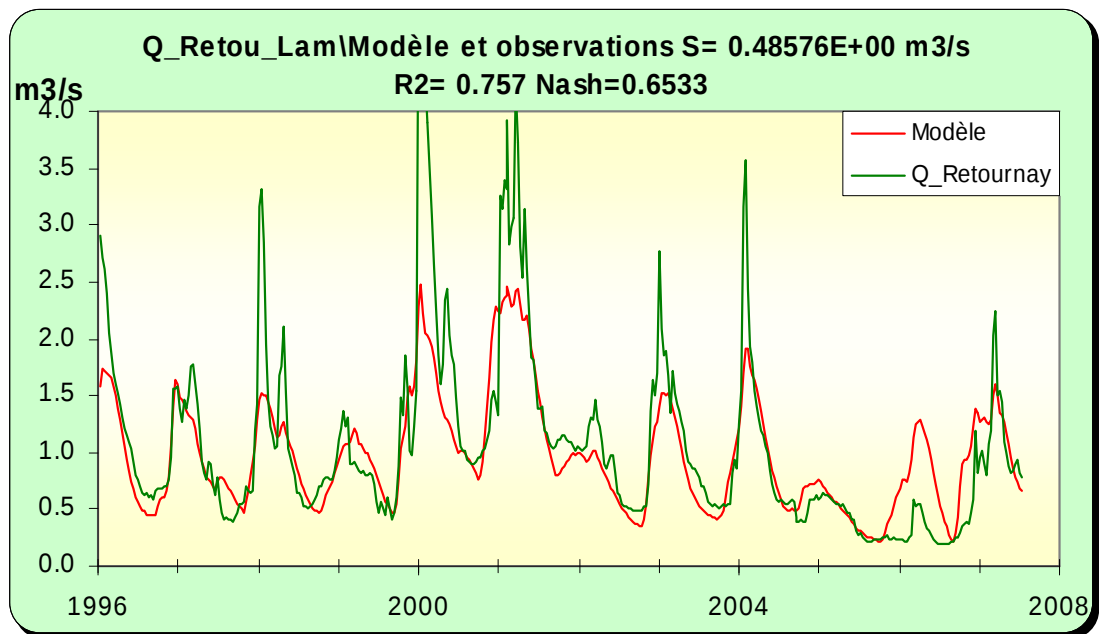


Illustration 154 : Modélisation de la station de Moulin de Retournay : superposition du modèle sur la chronique.

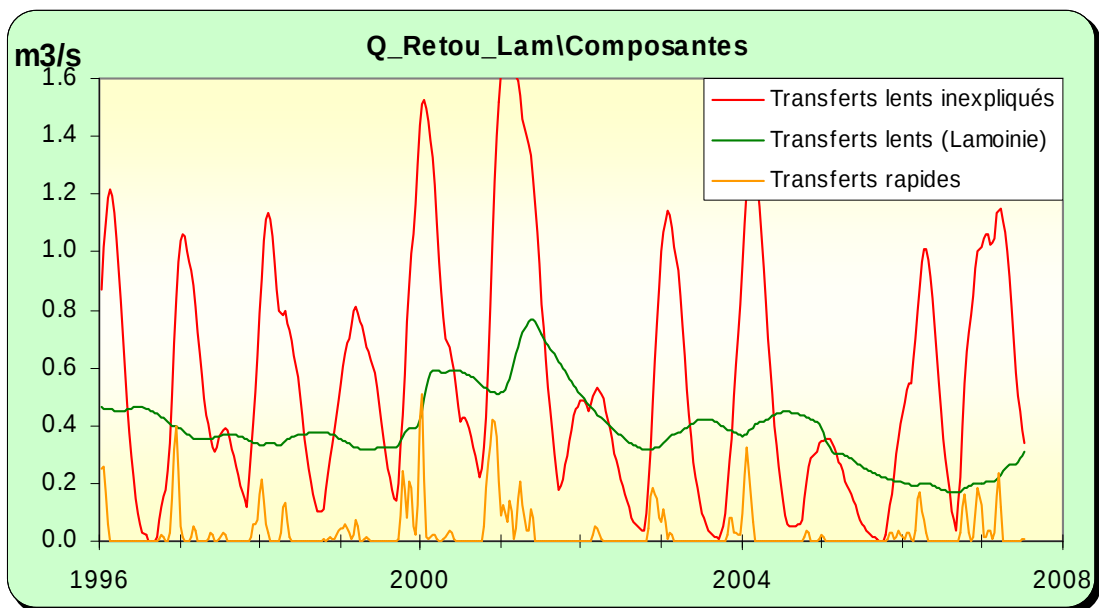


Illustration 155 : Modélisation de la station de Moulin de Retournay, composantes du signal

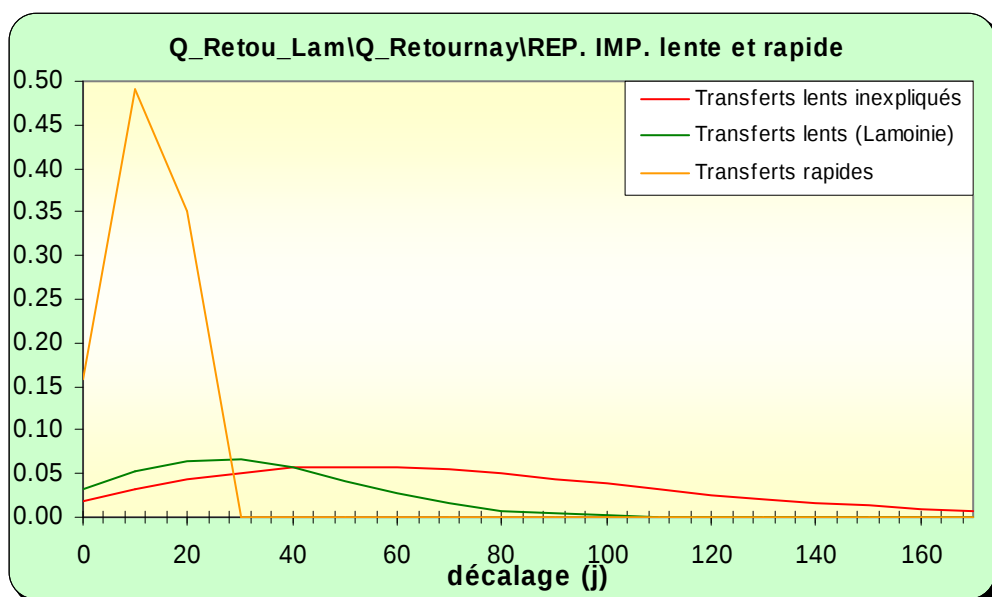


Illustration 156 : Modélisation de la station de Moulin de Retournay, réponses impulsionnelles

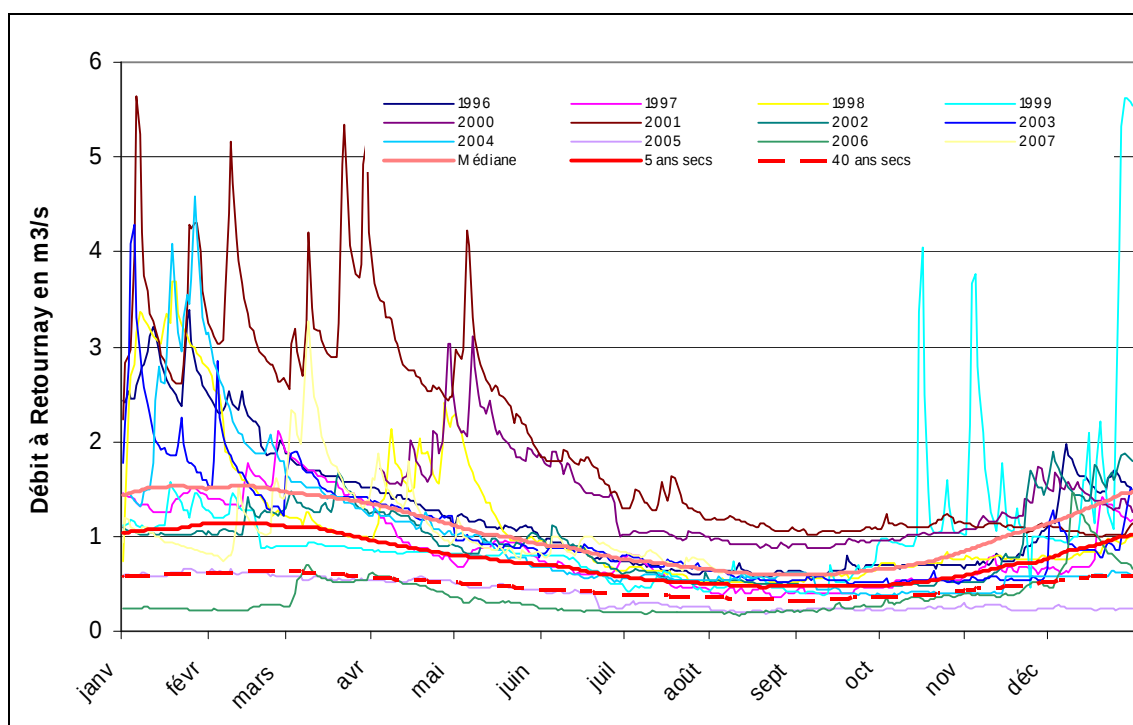


Illustration 157 : Utilisation du modèle de la station de Moulin de Retournay en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

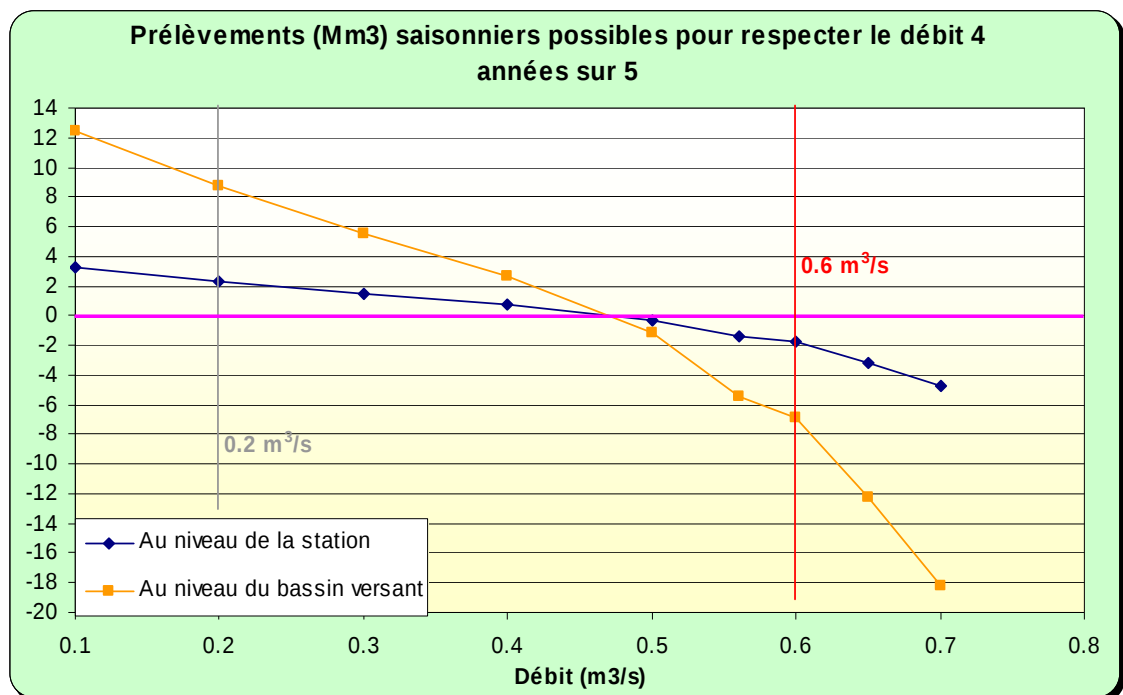
### 3.4.2.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

A Moulin de Retournay, le Débit Seuil d'Alerte (DSA) a été fixé à  $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$  et le Débit de Coupure à  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Le modèle permet de calculer les volumes disponibles (en pompant dans la nappe du Dogger) permettant de respecter, en année quinquennale sèche, des objectifs de débit, pris par défaut ici au niveau du DSA. Les résultats font l'objet du graphe ci-dessous (Illustration 158). Moulin de Retournay n'intégrant qu'une partie du bassin versant, le calcul a été extrapolé par simple rapport de surface à la totalité de la zone de gestion.

Le respect du DSA en année sèche apparaît naturellement impossible. Cela supposerait des stocks d'eau de l'ordre de  $7 \text{ Mm}^3$  sur le bassin versant ( $2 \text{ Mm}^3$  à l'amont de la station). En revanche, en année médiane le disponible serait quasiment nul et en année quinquennale humide il serait de l'ordre de  $7 \text{ Mm}^3$ .

En ce qui concerne le Débit de Coupure, celui-ci serait respecté en année quinquennale sèche à condition de ne pas prélever plus de  $2 \text{ Mm}^3$  à l'amont de Moulin de Retournay, soit  $8 \text{ Mm}^3$  transposés à l'ensemble de la zone de gestion.



| Hypothèses                 |           |         |           |            |           |           |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | Lamoinie  |         |           |            |           |           |

Illustration 158 : Zones de gestion de la Dive superficiel : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs

### 3.4.2.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Les différents calculs des volumes disponibles pour respecter le DSA de  $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$  en faisant varier le scénario de prélèvement souligne, pour ce bassin versant, la grande inertie de la nappe du Dogger, en particulier en rive gauche de la Dive. **Des prélèvements réalisés au printemps ont nettement plus d'impact sur le débit de la Dive l'été.**

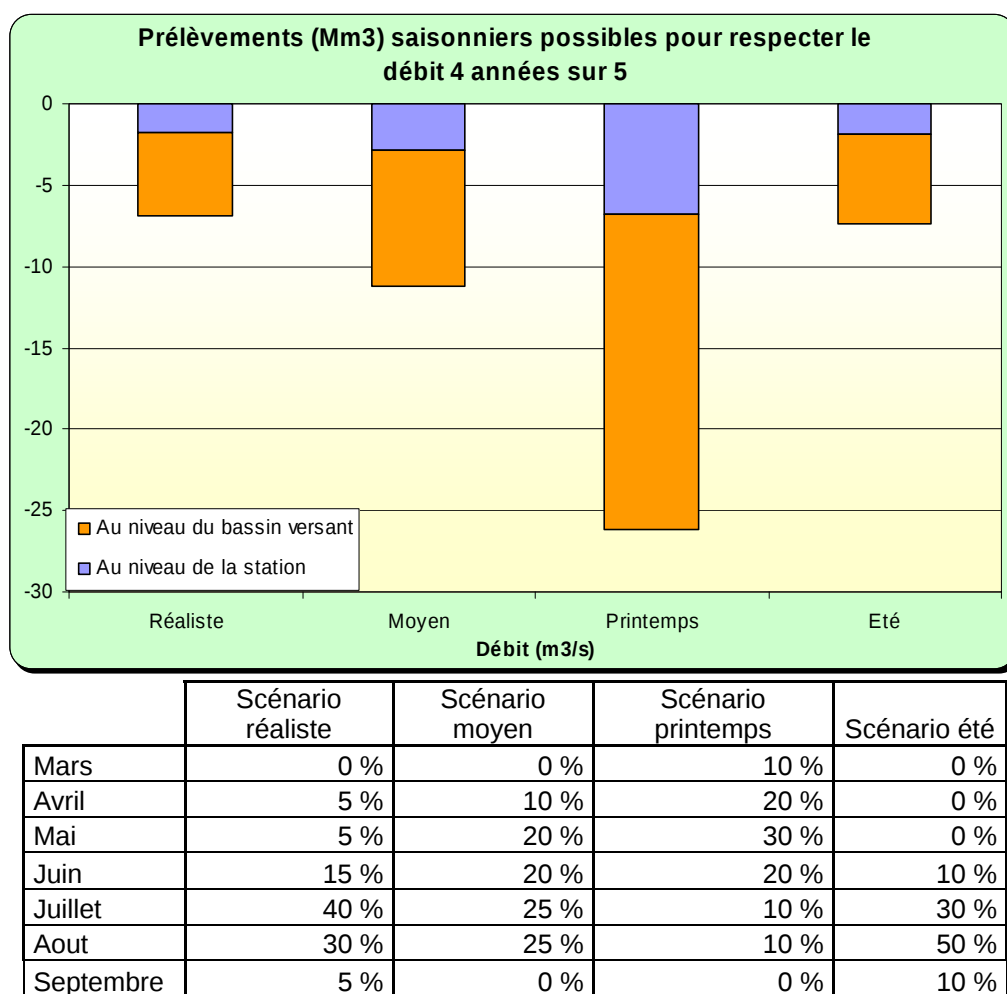


Illustration 159 : Débits disponibles pour le respect du DOE proposé ( $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$ ) selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion Dive du Nord « superficiel »

### **Propositions pour la gestion**

L'analyse hydrogéologique conduit à proposer de distinguer pour ce bassin versant 2 zones de gestion :

- une zone dite « superficielle » regroupant les nappes du Dogger, du Jurassique supérieur et du Crétacé supérieur qui participent au débit des cours d'eau,
- une zone dite « nappe profonde » regroupant les parties captives de la nappe du Dogger avec des écoulements vers les zones profondes du Bassin de Paris.

Une limite de la zone captive est proposée à partir des observations hydrogéologiques, en particulier de la piézométrie. Cette zone nappe profonde déborde sur les bassins versants voisins et des modalités de gestion particulières sont proposées dans le chapitre 5.

La nappe de l'Infra-Toarcien est très mal connue et pratiquement pas exploitée dans ce bassin versant. Elle est considérée ici au même titre que la nappe du Dogger. Il n'y a pas lieu à priori, dans l'état actuel des connaissances, de distinguer la nappe infra-toarcienne de celle du Dogger susjacent dans les zones où cette dernière est libre.

Une gestion de la zone Dive superficielle à partir du piézomètre de Lamoinie (pour intégrer la composante nappe) et de la station de Moulin de Retournay est proposée. Toutefois, les seuils actuellement fixés pourraient être revus au regard de ce travail de modélisation. Le DSA en particulier apparaît difficile à respecter en année sèche.

Le piézomètre de Lamoinie est préféré au piézomètre de Cuhon, qui a été utilisé en gestion, de par en premier lieu sa situation à l'amont de la Grimaudière, et en second lieu sa bonne représentativité de l'état de la ressource souterraine. La fixation de seuils (les courbes "5 ans sec" et médiane pourraient être utilisées) devra tenir compte de l'inertie de la nappe du Dogger. Cuhon apparaît par ailleurs impacté par les prélèvements et contraint par des seuils haut et bas.

La nappe du Dogger montre un comportement assez singulier pour la région Poitou-Charentes de par son inertie, qui n'apparaît pas comme un phénomène local mais se lit dans les chroniques des piézomètres de Lamoinie, de Oiron, et même d'Assais traité avec le bassin du Thouet.

La nappe du Dogger en rive gauche de la Dive est par ailleurs propice à des stockages souterrains.

De cette inertie, il en découle des applications en termes de gestion : développer plutôt les prélèvements estivaux par rapport à l'irrigation de printemps, éviter de mettre en place des réserves de substitution avec des prélèvements en nappe.

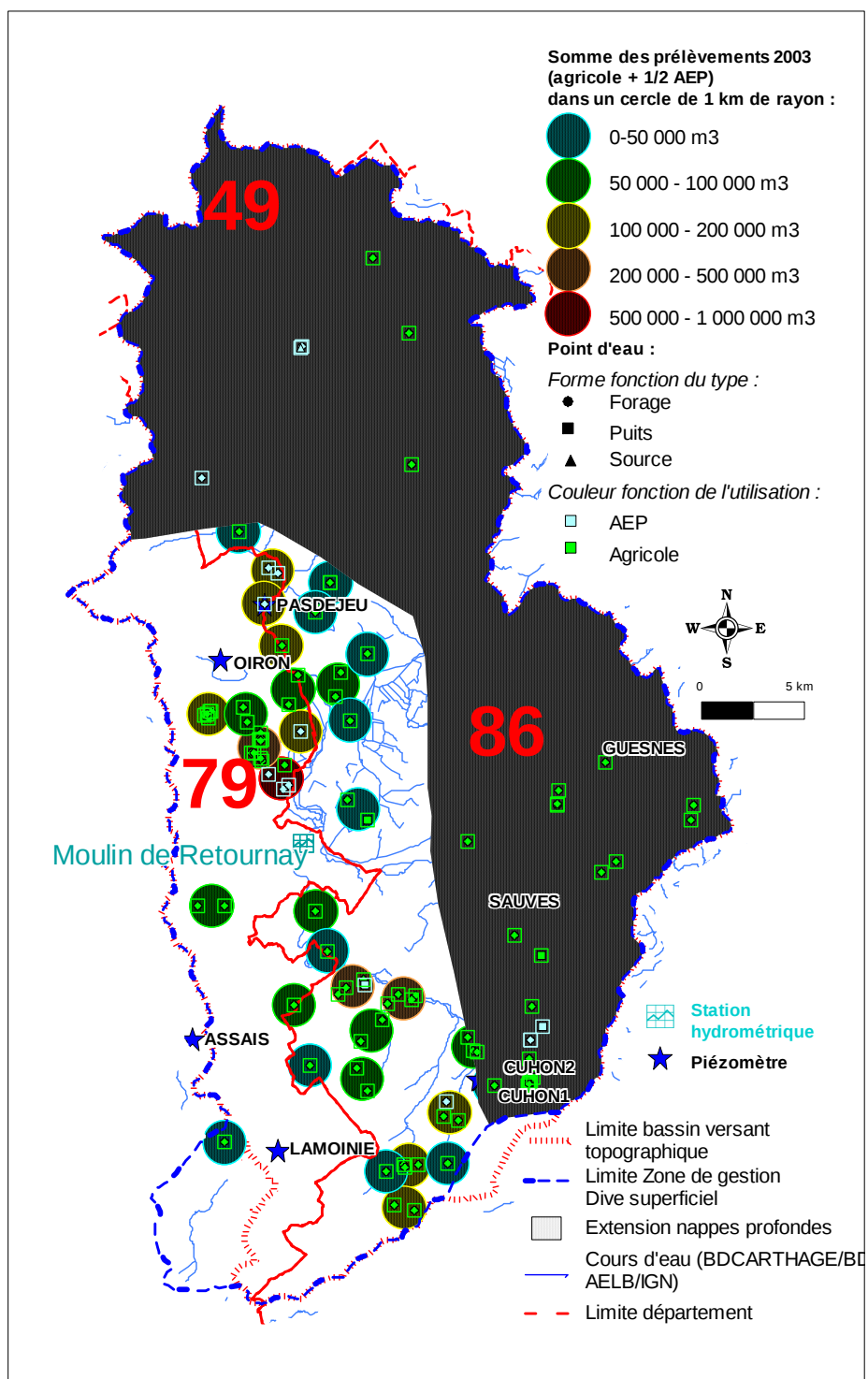


Illustration 160 : Extension de la zone de gestion Dive superficiel, position des piézomètres et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.5 BASSIN DU CLAIN**

#### **3.5.1 Rappel du contexte (hydro-)géologique et du découpage proposé**

Situé à l'extrémité méridionale du Bassin Parisien, entre Massif Armoricain et massif Central, le bassin versant du Clain est traversé par de grandes failles, orientées en général NO-SE (direction nord armoricaine), qui jouent un rôle géologique et hydrogéologique important.

Le Clain, la Vonne et l'Auxance prennent leur source sur des zones de socle formées principalement de granitoïdes. Sur ces zones, le chevelu hydrographique est dense traduisant la prépondérance du ruissellement superficiel.

D'un point de vue géologique, au-dessus de ce socle, qui affleure localement en fond de vallée (Ligugé, Champagné-St Hilaire...), on trouve les terrains du Lias constitués de faciès variés : argiles, sables, calcaires et dolomies de l'Hettangien-Sinémurien, arkoses, grès, calcaires du Pliensbachien, marnes du Toarcien (et de l'Aalénien). L'Infra-Toarcien renferme une nappe importante avec un réservoir relativement peu épais (quelques dizaines de mètres) mais bien karstifié et fissuré. Le Clain, la Vonne, l'Auxance circulent sur le Lias sur une grande partie de leur cours.

Au-dessus du Lias viennent les calcaires du Dogger au sein desquels la karstification est bien développée et qui sont entaillés par les vallées. Ce massif karstique forme les plateaux d'une grande partie du bassin du Clain. Les calcaires sont surmontés par des terrains sablo-argileux, plus ou moins épais, produits de leur altération combinés avec des dépôts fluviatiles et éoliens. Ces terrains, qui recouvrent presque partout le Dogger, emmagasinent les eaux de pluie mais présentent en général des perméabilités médiocres. Ils viennent ainsi alimenter lentement l'aquifère karstique sous-jacent comme en témoignent les nombreuses figures karstiques (dolines, dépressions fermées...) que l'on peut y observer.

Au Nord de Poitiers, entre l'Auxance et la Pallu, et au Sud dans la dépression de Lezay, on trouve à l'affleurement les terrains du Jurassique supérieur. Il s'agit d'une cinquantaine de mètres de formations calcaréo-marneuses d'âge oxfordien. Ces formations sont globalement imperméables mais, en surface, sous l'effet de l'altération et de la fissuration, une nappe en relation étroite avec les cours d'eau s'y développe. Elle est en général limitée aux 20 premiers mètres et constitue un aquifère fissuré sans réelle capacité de stockage. On discerne toutefois dans ces séries des passages latéraux à des termes plus carbonatés qui peuvent développer de meilleures propriétés réservoir : calcaires de l'Oxfordien inférieur et moyen, calcaires de Fors...

Au Nord de la Pallu affleure le Crétacé supérieur discordant sur le Jurassique supérieur. Les sables et les calcaires du Cénomani renferment un aquifère multicouche, capacitif mais assez peu transmissif, bien développé vers le Nord dans le Bassin de Paris.

En dehors des zones de socle, où le ruissellement est prépondérant, des nappes du jurassique supérieur au Nord (Pallu) et au Sud (Dive-Bouleure), de la nappe du Cénomanién à l'extrémité septentrionale du bassin versant, "l'hydrosystème" du bassin du Clain repose essentiellement sur deux grands aquifères superposés : à la base, la nappe de l'Infra-Toarcien, captive sous les marnes du Toarcien (voire Aalénien), et au-dessus la nappe karstique du Dogger à recouvrements sablo-argileux du Tertiaire. La plupart des forages concernent ces deux nappes.

L'alimentation de la nappe infra-toarcienne reste assez mal connue. Toutefois, les cycles piézométriques annuels (recharge/vidange) et des ressources parfois abondantes suggèrent des relations assez étroites avec les rivières d'une part, et la nappe du Dogger d'autre part. L'examen des profils en long des rivières montre que celles-ci circulent au-dessus de cet aquifère (souvent sur le Toarcien), et que le niveau piézométrique de la nappe infra-toarcienne se retrouve en général au-dessus du niveau de la rivière en hautes eaux et au-dessous en basses eaux. Les échanges sont possibles entre la nappe et la rivière dans les zones faillées.

Le Dogger karstique est alimenté, nous l'avons vu, soit directement soit à travers la couverture sablo-argileuse. Sur les plateaux, le niveau piézométrique de la nappe est en général à une profondeur de plusieurs dizaines de mètres. Dans les vallées, qui entaillent souvent le Dogger sur toute son épaisseur, la nappe ressort à travers de nombreuses sources situées quasiment à la base de l'aquifère. Ces sources constituent une ressource pour les rivières et il est important de veiller à maintenir un gradient piézométrique positif entre la nappe sous les plateaux et les niveaux de base que forment ses sources et les rivières.

La piézométrie de la nappe du Dogger, nappe la plus importante de ce bassin versant, permet de dessiner les contours du bassin versant hydrogéologique du Clain. Dans ces systèmes karstiques, celui-ci ne correspond pas obligatoirement au bassin topographique. A partir de l'état actuel des connaissances, on peut approcher la délimitation du bassin hydrogéologique. Les divergences entre les bassins hydrogéologiques et topographiques, actuellement connues, sont (Illustration 161) :

- au Nord, le bassin de la Pallu intercepterait une très petite partie du bassin topographique de la Dive ;
- au Sud-Ouest, une partie du bassin de la Vonne, qui correspond à une crête topographique coiffée par des formations du Tertiaire et à l'alimentation des sources de la vallée du Pamproux, et la partie amont du bassin de la Dive du Sud, qui se perd totalement en été dans la nappe du Dogger entre Lezay et Rom, sont à amputer au bassin du Clain au profit du bassin de la Sèvre Niortaise ;
- au Sud, le bassin versant de la Charente empiète sur celui du Clain notamment au niveau de la Bouleure ;
- à l'Est, la limite avec le bassin de la Vienne correspond à une zone où la piézométrie est relativement "plate", avec des gradients très faibles. Le

bassin hydrogéologique de la Vienne déborderait d'une manière importante sur le bassin topographique du Clain.

Du fait que la plupart des affluents du Clain constituent le drain presque unique (les cours d'eau sont rares sur les plateaux) des écoulements des nappes, il est proposé de découper, pour la gestion, le bassin du Clain en plusieurs sous-bassins au fonctionnement relativement autonome :

- le sous-bassin de la Pallu caractérisé en rive droite par la superposition de la nappe du Jurassique supérieur sur la nappe du Dogger, et en rive gauche par les apports des aquifères du Crétacé supérieur,
- le sous-bassin de l'Auxance, qui prend sa source sur du socle et circule sur les marnes du Toarcien/Aalénien sur environ 1/3 de son cours,
- le sous-bassin de la Boivre découpé par plusieurs failles importantes,
- le sous-bassin de la Vonne, qui prend aussi sa source sur du socle, circule sur le Lias et est amputé d'une partie de son bassin topographique,
- le sous-bassin de la Dive de Couhé/Bouleure,
- le sous-bassin du Clain amont et moyen, qui s'étend de sa source sur le socle jusqu'à Poitiers, et qui correspond pour l'essentiel à l'interfluve entre le Clain et la Charente et aux bassins versants des petits affluents latéraux,
- le sous-bassin de la Clouère, du Miosson et des sources de Sarzec, vaste ensemble karstique caractérisé par l'interfluve entre la Vienne et le Clain. Toutefois, les bassins versants de Sarzec et du Miosson pourraient être individualisés ajoutant une huitième zone de gestion.

Chacun de ces sous-bassins a fait l'objet d'une recherche d'indicateurs de gestion à partir des chroniques suffisamment longues disponibles dans le réseau régional. Les pluies données par les stations de La Rochelle, de Loudun et de Nuaille, combinées à l'ETP à Poitiers, ont été utilisées dans la modélisation des chroniques.

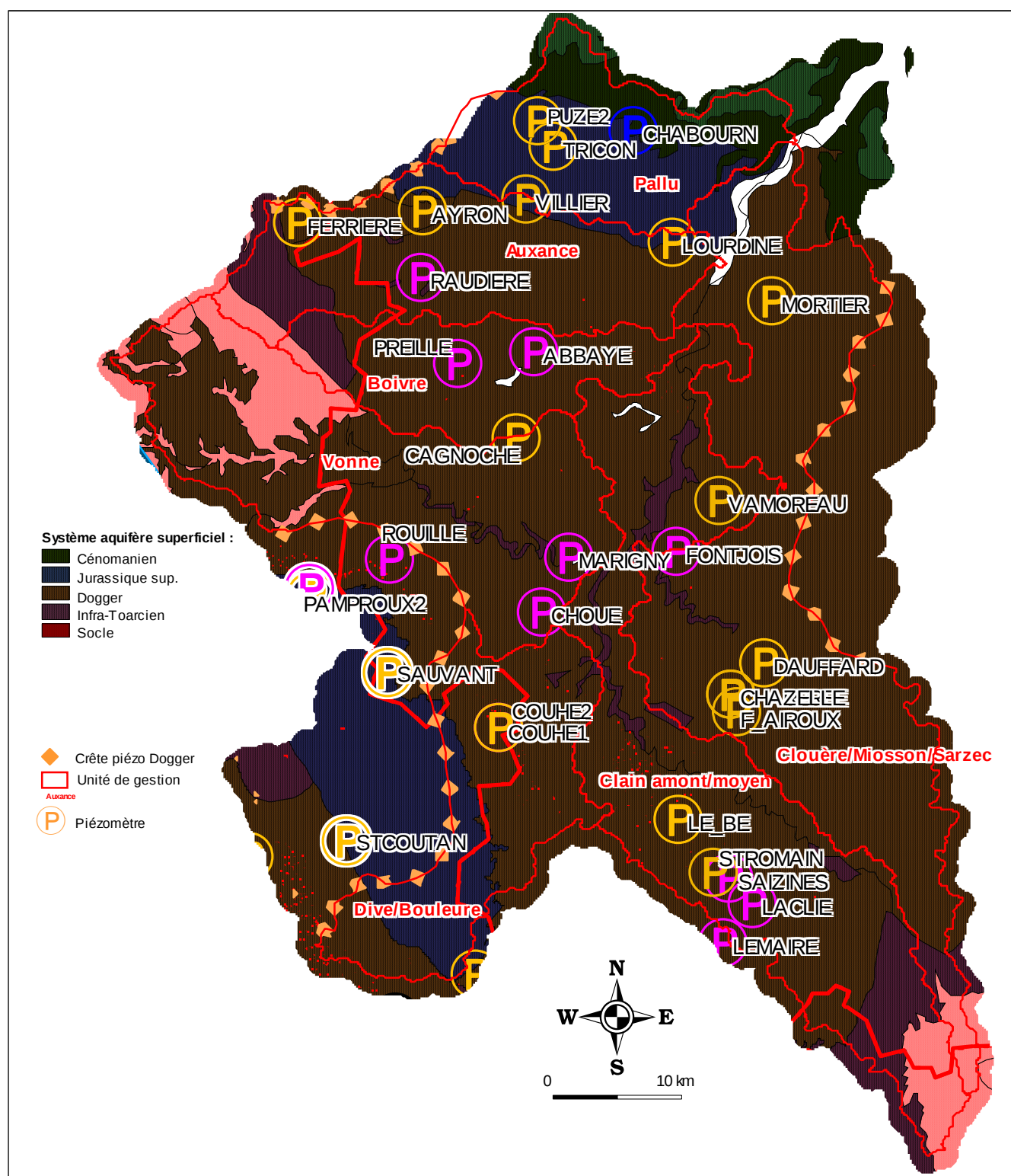


Illustration 161 : Synthèse hydrogéologique du bassin du Clain, contours des unités de gestion

### **3.5.2 La zone de gestion de la Pallu (superficiel)**

#### **3.5.2.1 Analyse des piézomètres**

Le bassin versant de la Pallu est caractérisé à l'amont et en rive droite par la superposition de la nappe du Jurassique supérieur (Oxfordien) sur celle du Dogger, et en rive gauche par les apports des aquifères du Crétacé supérieur.

Seules les nappes du Jurassique supérieur (Puzé 1 et Chabournay) et du Dogger (Puzé 2 et Tricon) font l'objet d'un suivi piézométrique.

#### ***Piézomètre de Puzé1 [05662X0005] Oxfordien***

Le piézomètre de Puzé 1 est situé à l'amont du bassin versant et, avec 15 m de profondeur, capte la nappe de l'Oxfordien.

La chronique montre un seuil de débordement très net (cf. Illustration 164) autour de 95.8 m NGF souligné aussi par le modèle. Ce seuil correspond à la cote de la rivière à proximité du forage.

Ce seuil correspond aussi sur les historiques des mesures à un palier qui se maintient jusqu'au mois de juin/juillet quelque soit la pluviométrie de l'année. Le modèle reproduit mal ce palier du fait de l'absence de pluie efficace à partir de la fin du printemps. Ce palier est donc interprété par le soutien de la nappe par le réseau, tant que celui-ci est en eau. Le cours amont de la Pallu est en effet connu pour ses assecs estivaux, qui ont une origine naturelle (d'où le nom de Champigny-le-Sec) mais sont avancés dans le temps par les prélèvements.

Le piézomètre est vraisemblablement impacté par les prélèvements alentours mais l'introduction dans le modèle d'une fonction pompage a plutôt dégradé le calage. Ce dernier a été en revanche nettement amélioré avec l'actualisation du modèle.

L'année 2005 a été une année particulièrement atypique avec des niveaux estivaux jamais atteints du moins depuis le début des mesures. Pour reproduire au mieux ce niveau bas, le modèle a dû tenir compte d'un seuil bas autour de 88.5 m NGF.

Par ailleurs, le recalage du modèle ne modifie pas les conclusions de phase 1. La chronique de Puzé1 caractérise un aquifère relativement homogène et à transmissivité assez élevée, de milieu fissuré. Les transferts rapides ont une incidence marginale sur le niveau de la nappe. Les transferts sont principalement lents avec un pic autour de 2 mois et avec un retour à l'état initial inférieur à l'année (autour de 300 jours) après l'impulsion pluie.

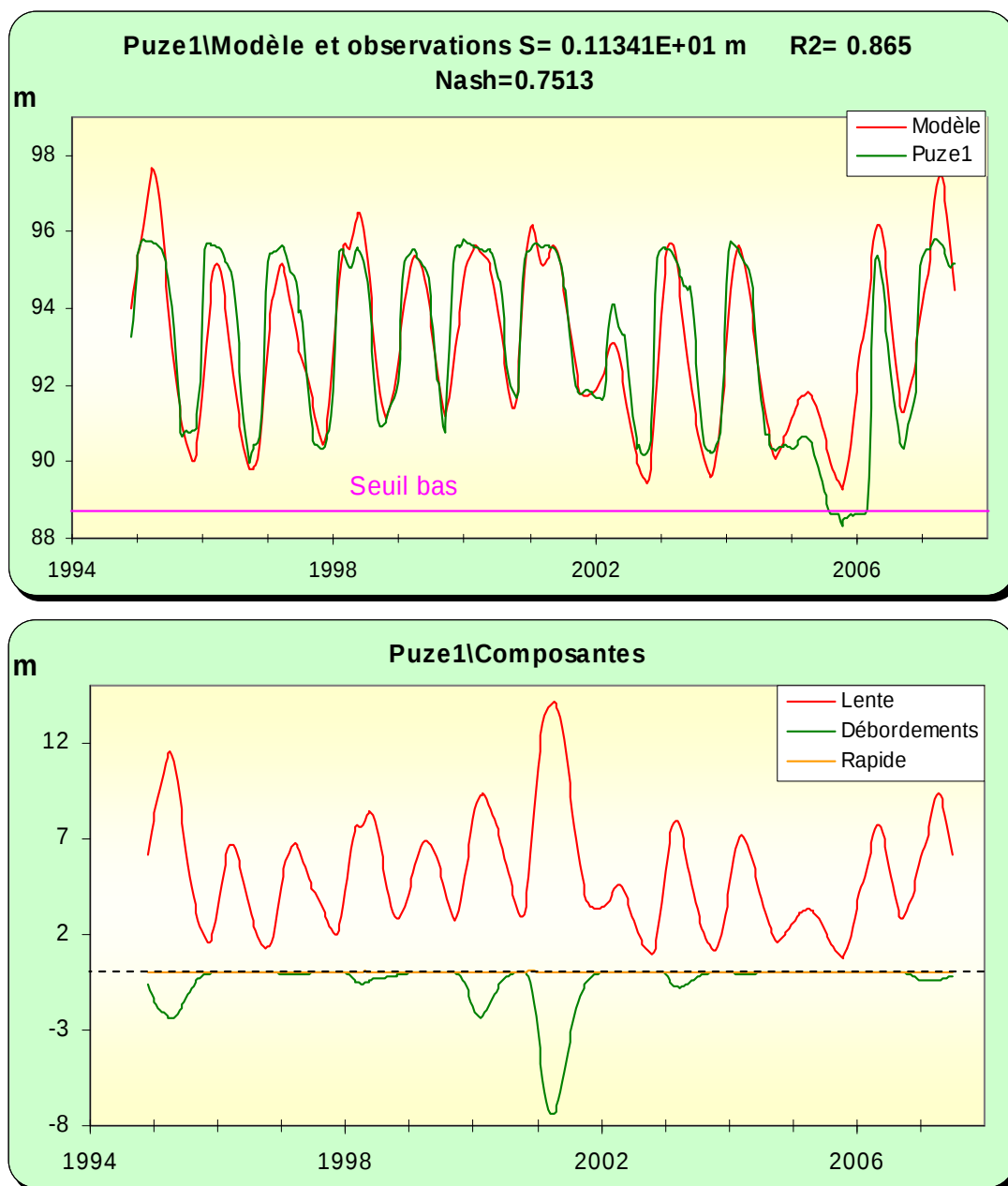


Illustration 162 : Modélisation du piézomètre de Puzé1, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

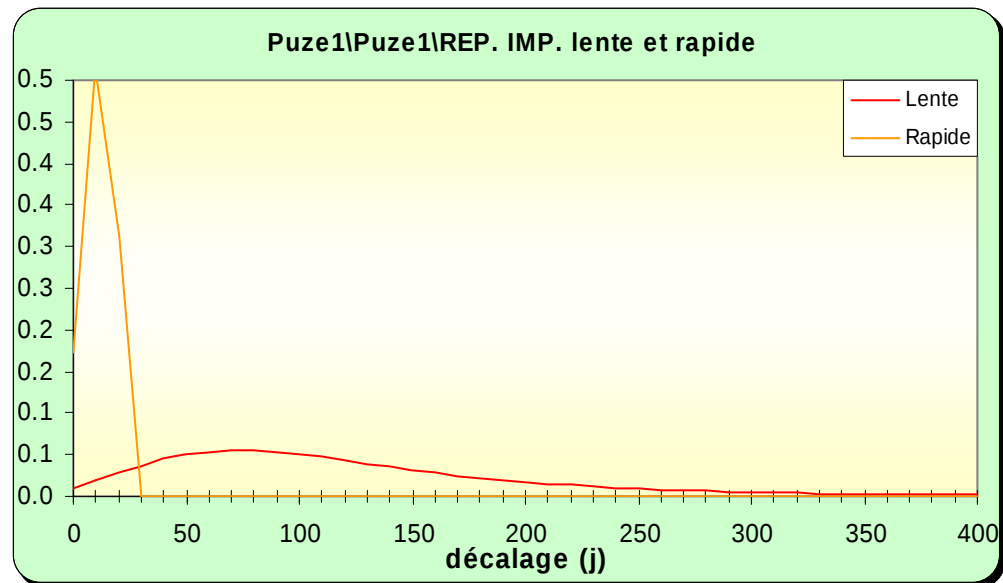


Illustration 163 : Modélisation du piézomètre de Puze1 analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

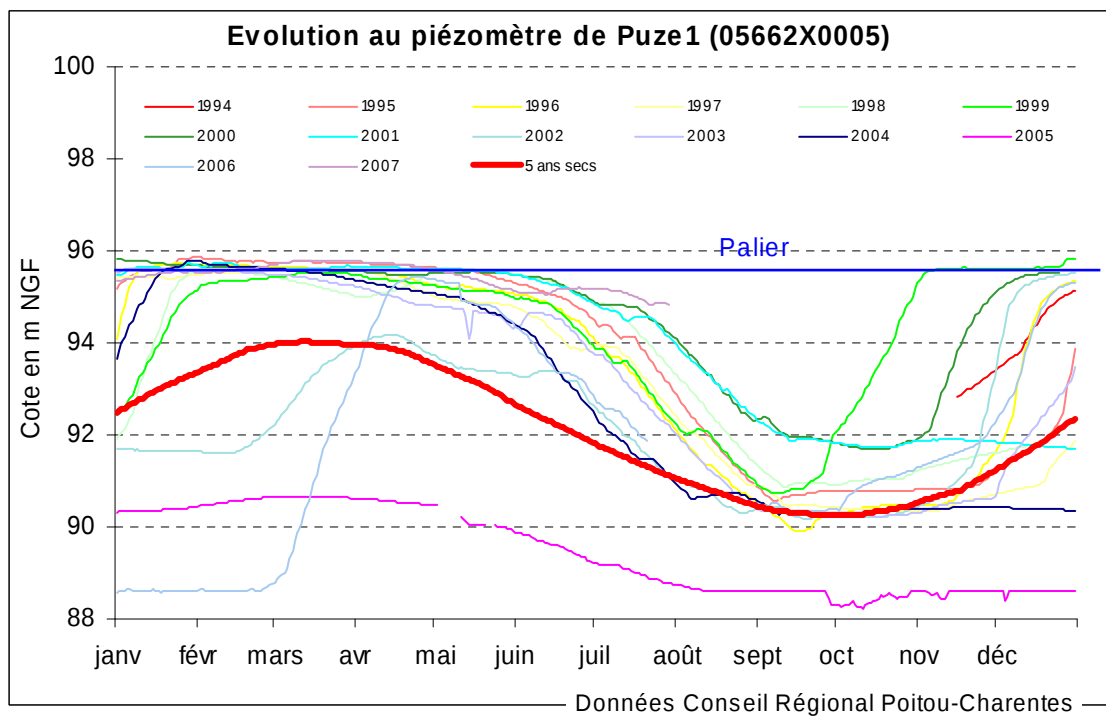


Illustration 164 : Utilisation du modèle du piézomètre de Puze1 en prévision (sans la tendance): superposition de la courbe "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### Piézomètre de Puzé 2 [05662X0011] Dogger

Le piézomètre de Puzé 2 de 88.5 m de profondeur capte la nappe captive du Dogger. La comparaison des chroniques de Puzé 1 et 2 montrent une évolution des niveaux quasiment identiques en dehors des périodes de pompages qui impactent de manière importante les niveaux de la nappe du Dogger. En dehors de cet impact la différence de charge entre les 2 aquifères superposés est très faible, le Dogger étant plutôt légèrement au-dessus de l'Oxfordien en hautes eaux (mais on note aussi sur Puzé 2 le même seuil de débordement que sur Puzé 1), et plutôt au-dessous en basses eaux.

Malgré l'introduction d'une fonction pompage mieux calibrée qu'en phase 1, le modèle reste assez mal calé sur la chronique, en particulier en hautes eaux. L'inertie de la nappe apparaît de même ordre que celle de la nappe du Jurassique supérieur, avec un retour à 0 après une impulsion pluie au bout d'environ 200 jours.

En résumé, ce piézomètre apparaît trop contrôlé et impacté par les pompages pour permettre une gestion correcte de la nappe du Dogger. Il ne donne pas une image significative de l'état de la ressource souterraine dans ce secteur. Il montre de plus une étroite relation (mais pas au droit du forage) entre les deux nappes superposées. Les cycles de recharge/vidange sont tout à fait identiques ce qui ne peut s'expliquer que par des contacts latéraux, à l'amont et à l'aval de l'ouvrage, par le biais de la fracturation.

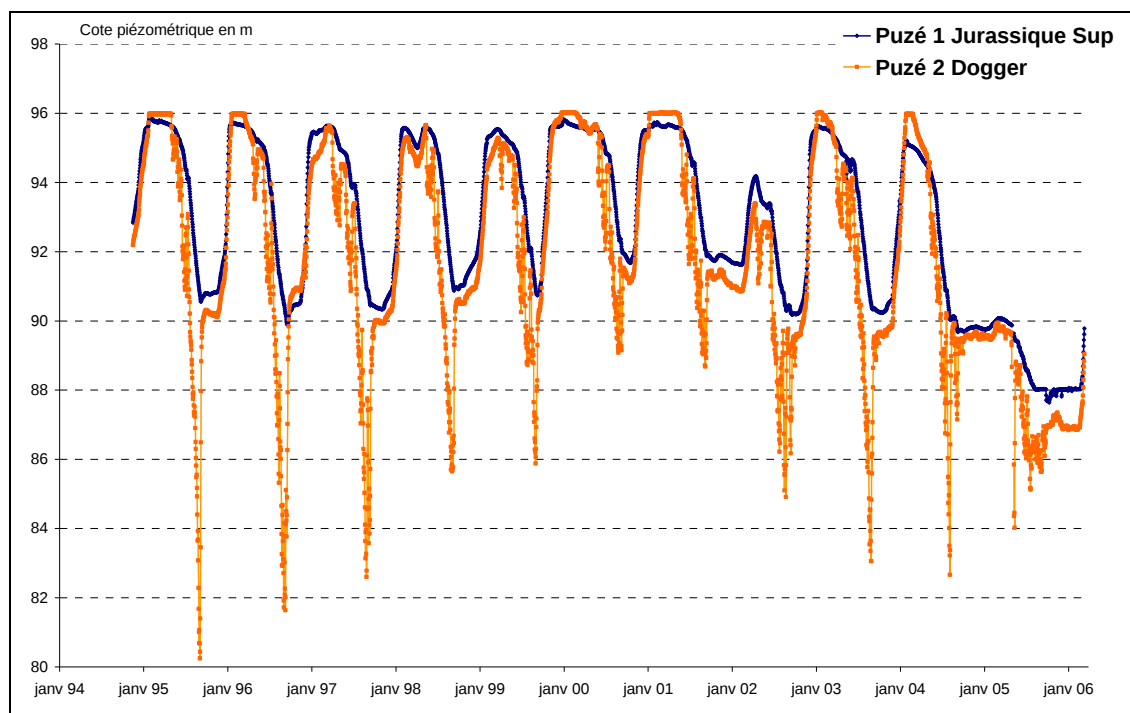


Illustration 165 : Comparaison des chroniques de Puzé 1 et de Puzé 2

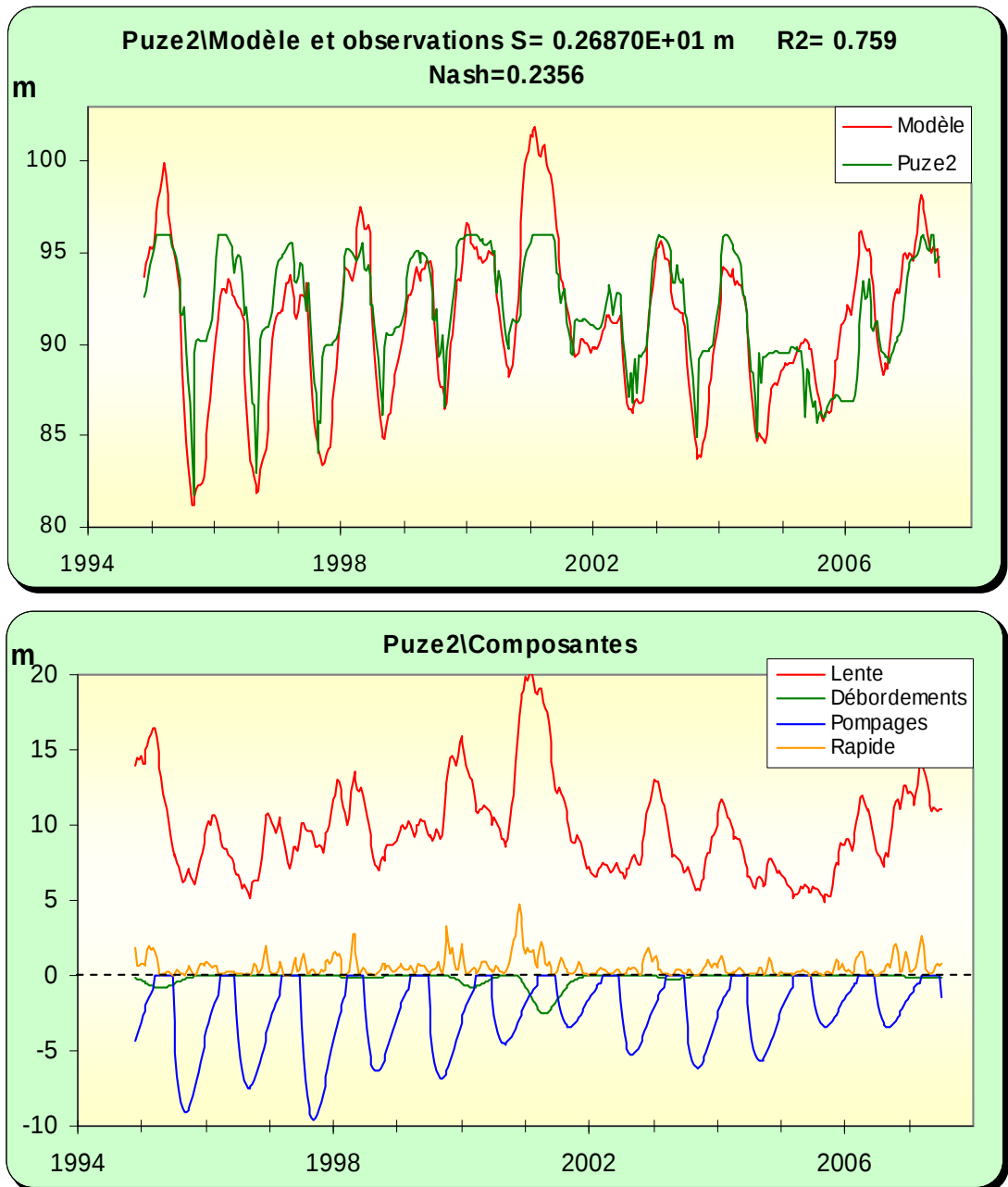


Illustration 166 : Modélisation du piézomètre de Puzé2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

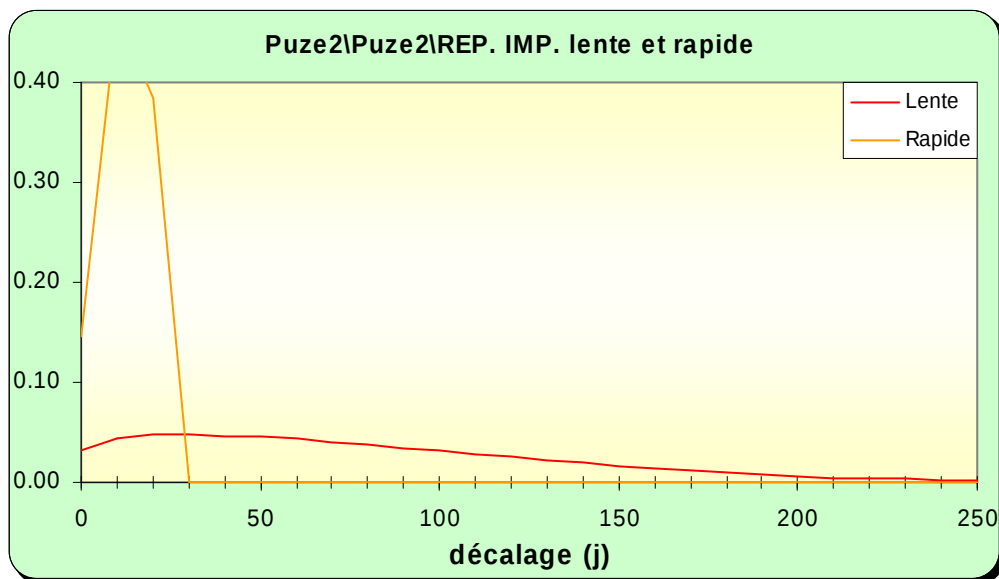


Illustration 167 : Modélisation du piézomètre de Puzé2 analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

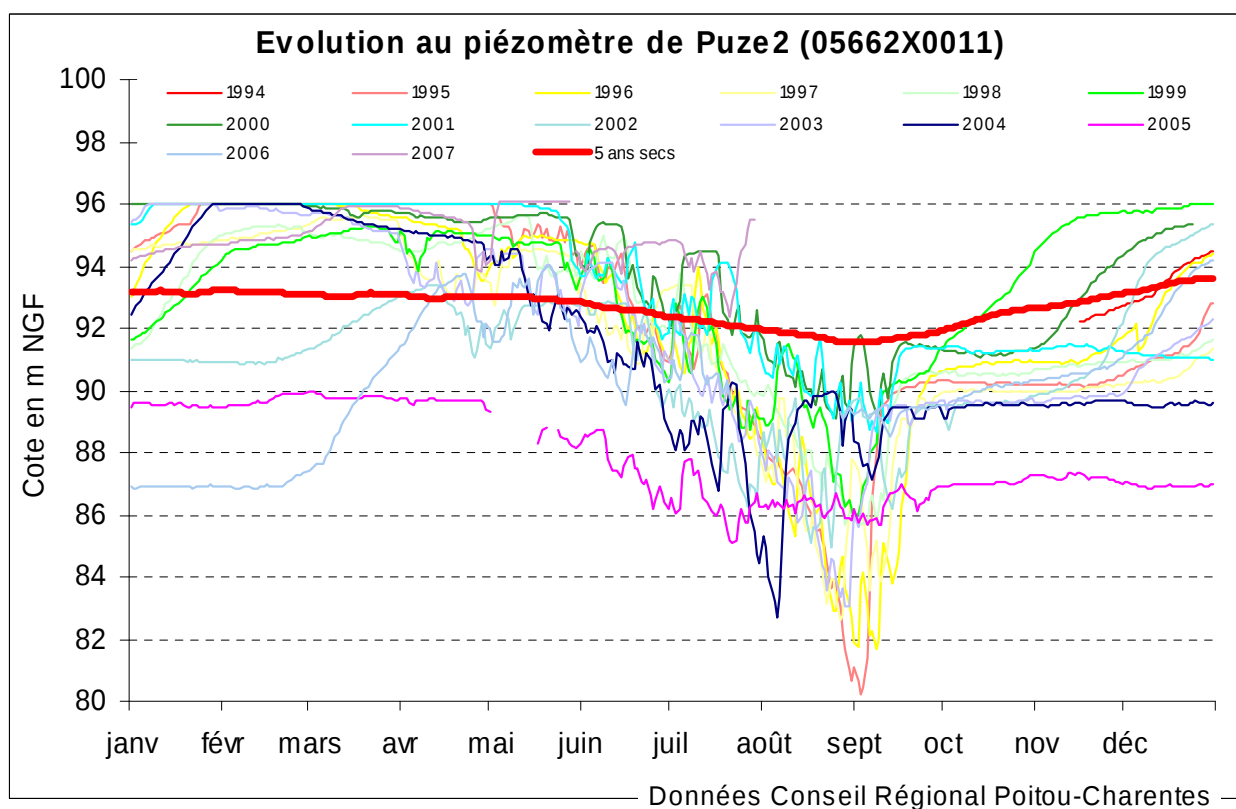


Illustration 168 : Utilisation du modèle du piézomètre de Puzé2 en prévision (sans la tendance) : superposition de la courbe "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre de Tricon [05667X0017] Dogger***

Ce piézomètre capte la nappe du Dogger (avec 75 m de profondeur) captive sous au moins 35 m de calcaires et marnes du Jurassique supérieur (l'aquifère aurait été rencontré à partir de 51 m de profondeur). Il est situé à l'amont nappe par rapport au piézomètre précédent de Puzé 2.

Le comportement de ce piézomètre est très similaire à celui de Puzé 2. Il présente un impact important des pompages, en adéquation avec le caractère captif de l'aquifère.

Le calage est toutefois assez moyen. La composante rapide est peu importante. La composante lente montre une certaine inertie avec un retour à l'état initial au bout d'environ 1 an après une impulsion pluie.

En hautes eaux, la chronique montre un niveau de débordement autour de 96 m NGF.

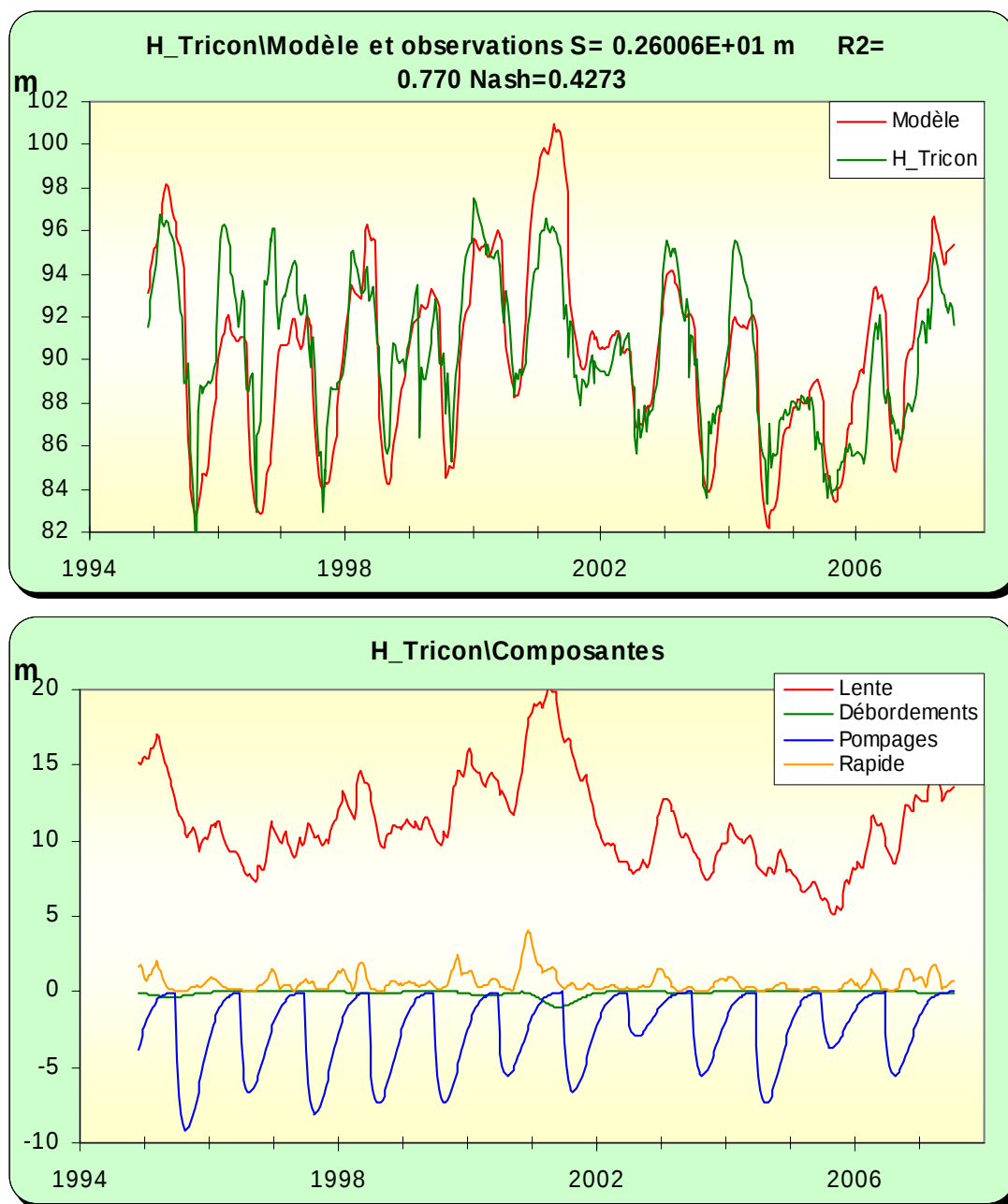


Illustration 169 : Modélisation du piézomètre de Tricon : en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

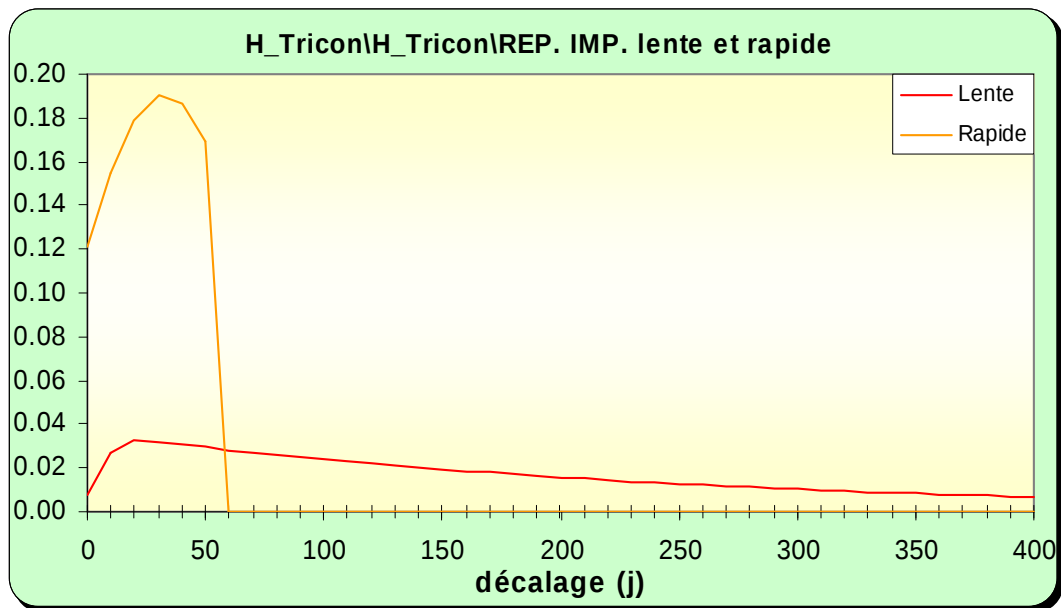


Illustration 170 : Modélisation du piézomètre de Tricon : analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

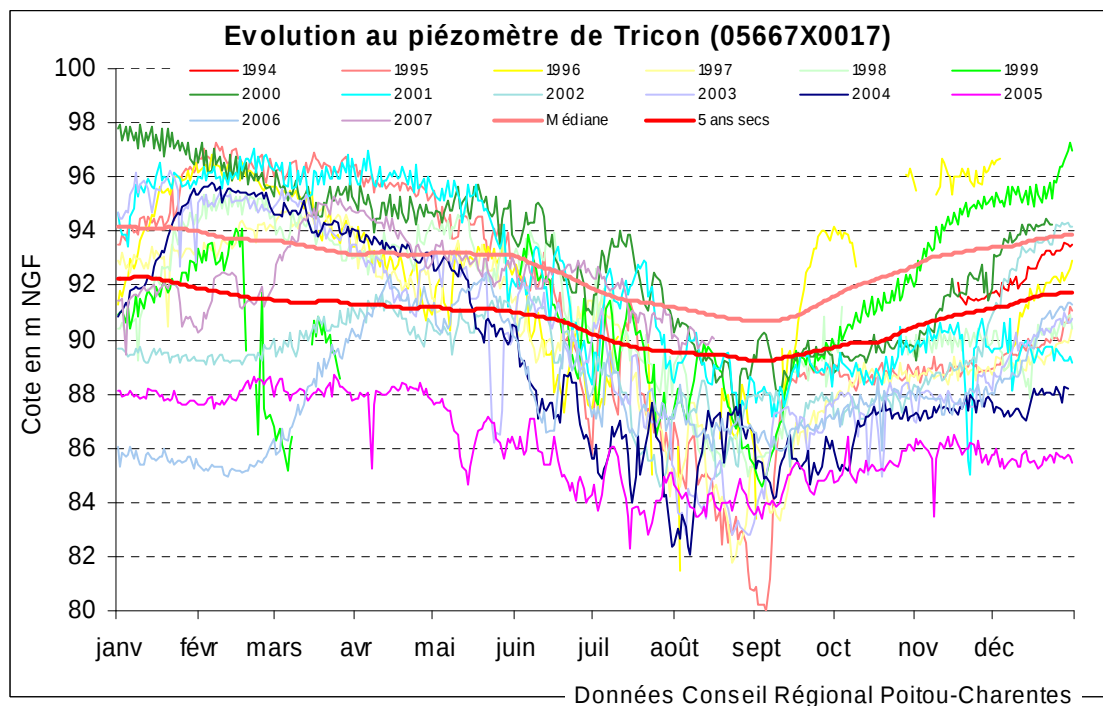


Illustration 171 : Utilisation du modèle du piézomètre de Tricon en prévision (sans la tendance): superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Chabournay [05664X0064] Oxfordien**

Le piézomètre de Chabournay au Jurassique supérieur montre un comportement très similaire à Puzé1 : battements annuels de quelques mètres, composante principale lente avec un pic autour de 2-3 mois et un retour à l'état initial au bout de plus de 200 j. Mais ce piézomètre montre aussi un seuil bas très net, autour de la cote 78 m NGF, interprété comme un soutien d'étiage de la nappe par la rivière Pallu, elle-même soutenue par les apports des nappes du Crétacé dans le secteur.

Au cours de l'été 2005, le niveau du piézomètre est descendu nettement plus bas que ce seuil, traduisant vraisemblablement l'assèchement complet de la rivière dans cette période d'étiage exceptionnel.

L'actualisation du modèle a amélioré le calage. Les débordements de la nappe en hiver sont faibles ainsi que la composante rapide. A la différence de Puzé 1 on n'observe pas le palier de fin de printemps/début d'été soulignant le soutien des cours d'eau. Ce piézomètre est donc un meilleur indicateur de l'état réel de la ressource souterraine pour la nappe du Jurassique supérieur.

Le calage reste médiocre en 2005 et 2006 (inertie du système) du fait du caractère très atypique de l'année sèche 2005. En dehors d'une année exceptionnellement sèche, le niveau d'étiage s'établit autour de la cote 78 m NGF, considérée comme un seuil critique.

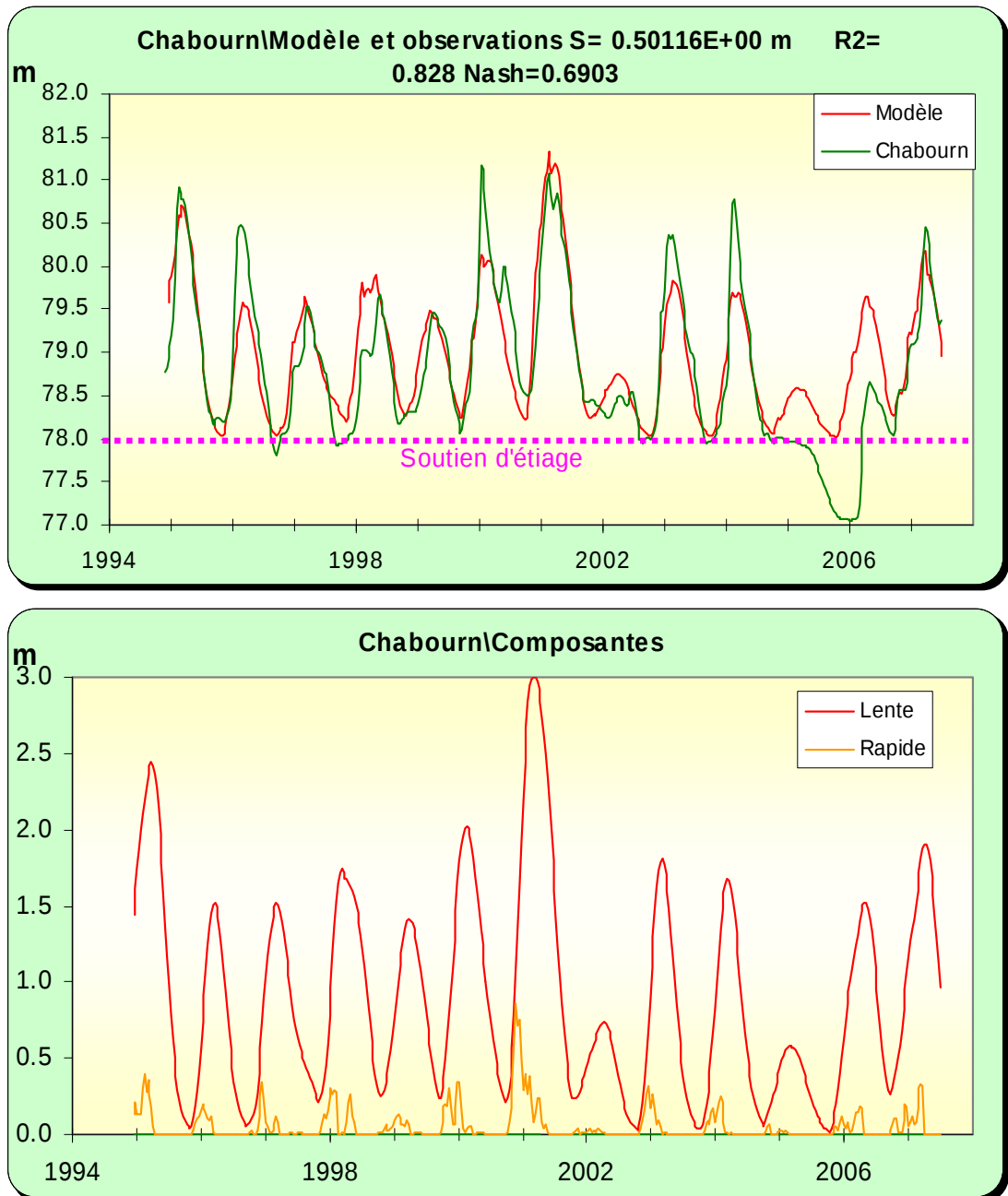


Illustration 172 : Modélisation du piézomètre de Chabournay , en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

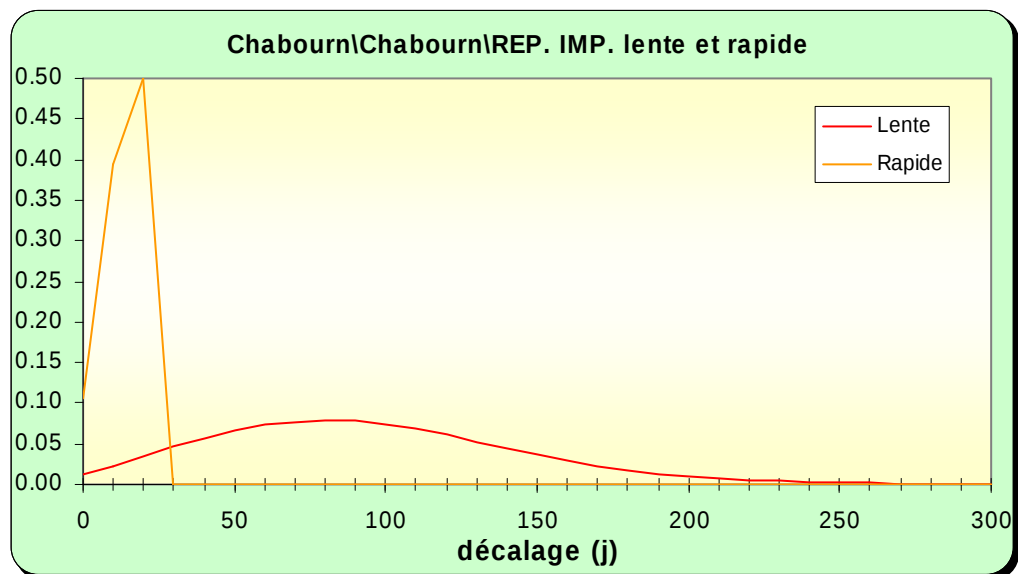


Illustration 173 : Modélisation du piézomètre de Chabournay analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

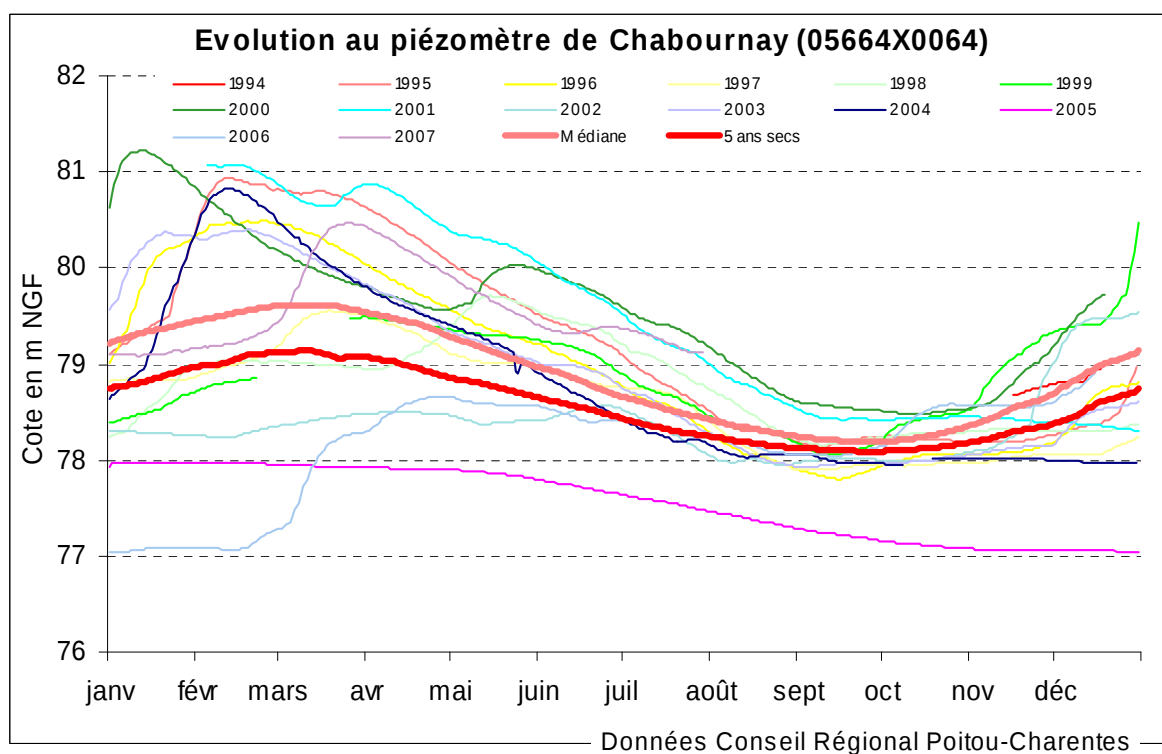


Illustration 174 : Utilisation du modèle du piézomètre de Chabournay en prévision (sans la tendance): superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.5.2.2 Discussion, conclusion

#### Propositions pour la gestion

Le bassin de la Pallu présente une géologie assez singulière par rapport au reste du bassin du Clain. Ce bassin comprend 3 entités hydrogéologiques principales :

- en rive gauche de la Pallu les nappes du **Crétacé supérieur** (principalement le Cénomaniens), soutien principal du débit de la Pallu en été. Aucun piézomètre ne permet de suivre ces aquifères.
- en rive droite, la nappe du **Jurassique supérieur**, qui correspond à une zone superficielle (d'environ 20 m d'épaisseur) fissurée et altérée, en relation étroite avec les cours d'eau, sans grande réserve, venant au-dessus de la nappe du **Dogger** karstique. Les piézométries de ces deux nappes sont très proches et leur comportement assez similaire (cf. graphe Puzé1 et 2 Illustration 165). En été il est difficile de maintenir - même dans un état naturel non influencé par les prélèvements (d'où le nom de Champigny-le-sec) - de l'eau dans les cours d'eau au-dessus de Blaslay, là où les apports de la nappe du Cénomaniens (voire du Turonien) ne s'exercent plus. En basses eaux c'est la rivière qui viendrait soutenir la nappe du Jurassique supérieur avant son assèchement (cf. le palier sur le piézomètre de Puzé 1). En période de sécheresse exceptionnelle, comme en 2005, la quasi-totalité de la Pallu est à sec. Sur Chabournay, le seuil de 78 m NGF, correspondant à un niveau d'équilibre avec la rivière en période d'étiage non exceptionnel, n'est alors plus respecté, ce qui est indicateur de cet assèchement.

Cette analyse conduit à proposer une unité de gestion correspondant au bassin de la Pallu (avec ajout d'une petite partie du bassin de la Dive-du-Nord) et intéressant les nappes qui contribuent au débit de ce cours d'eau. Il s'agit des nappes du Jurassique supérieur et du Crétacé supérieur auxquelles vient s'ajouter la nappe du Dogger (le parallélisme des évolutions piézométriques suggère des relations étroites entre les nappes du Dogger et du Jurassique supérieur) en dehors de sa partie nord, où elle s'enfonce vers le Bassin de Paris. La partie captive profonde de la nappe du Dogger fait l'objet d'une autre zone de gestion dans le prolongement de la zone nappe profonde de la Dive du Nord.

Les piézomètres au Dogger (Puzé 2 et Tricon) sont très influencés par les prélèvements. Celui de Tricon, le moins influencé, est un meilleur indicateur de l'état de la nappe du Dogger dans la partie amont du bassin versant.

Les piézomètres à la nappe du Jurassique supérieur, sur lesquels l'impact des pompes est moins visible, sont plus adaptés que les précédents pour la gestion. Celui de Puzé 1 toutefois apparaît contrôlé par la rivière. Jusqu'au mois de juin, parfois de juillet, le niveau piézométrique se maintient à un palier correspondant à un équilibre avec les eaux superficielles. Le piézomètre de Chabournay plus aval ne présente pas ce phénomène de palier. En résumé, en gestion, le piézomètre de Puzé1 peut être

utilisé comme indicateur d'assèchement du bassin versant amont (un objectif de gestion pourrait être le maintien le plus longtemps possible du palier), mais ne permet pas d'anticiper sur l'état de la ressource souterraine à la différence de celui de Chabournay.

En l'absence d'objectif de débit sur la Pallu et en attente de la mise en place d'une station de mesure des débits à l'aval, il est proposé d'envisager une gestion par analogie avec le bassin voisin de la Dive, qui présente beaucoup de similitude avec celui de la Pallu. En utilisant cette analogie avec la Dive du Nord, avec des prélèvements agricoles annuels autour de 5 Mm<sup>3</sup> sur le bassin de la Pallu, des économies apparaissent nécessaires 4 années sur 5.

En dehors de la gestion des prélèvements, et sur un plus long terme, la reconstitution de milieux humides en été dans ce bassin versant passe par son aménagement de manière à freiner le départ des eaux, à l'inverse des politiques d'aménagement conduites sur ce bassin ces dernières décennies.

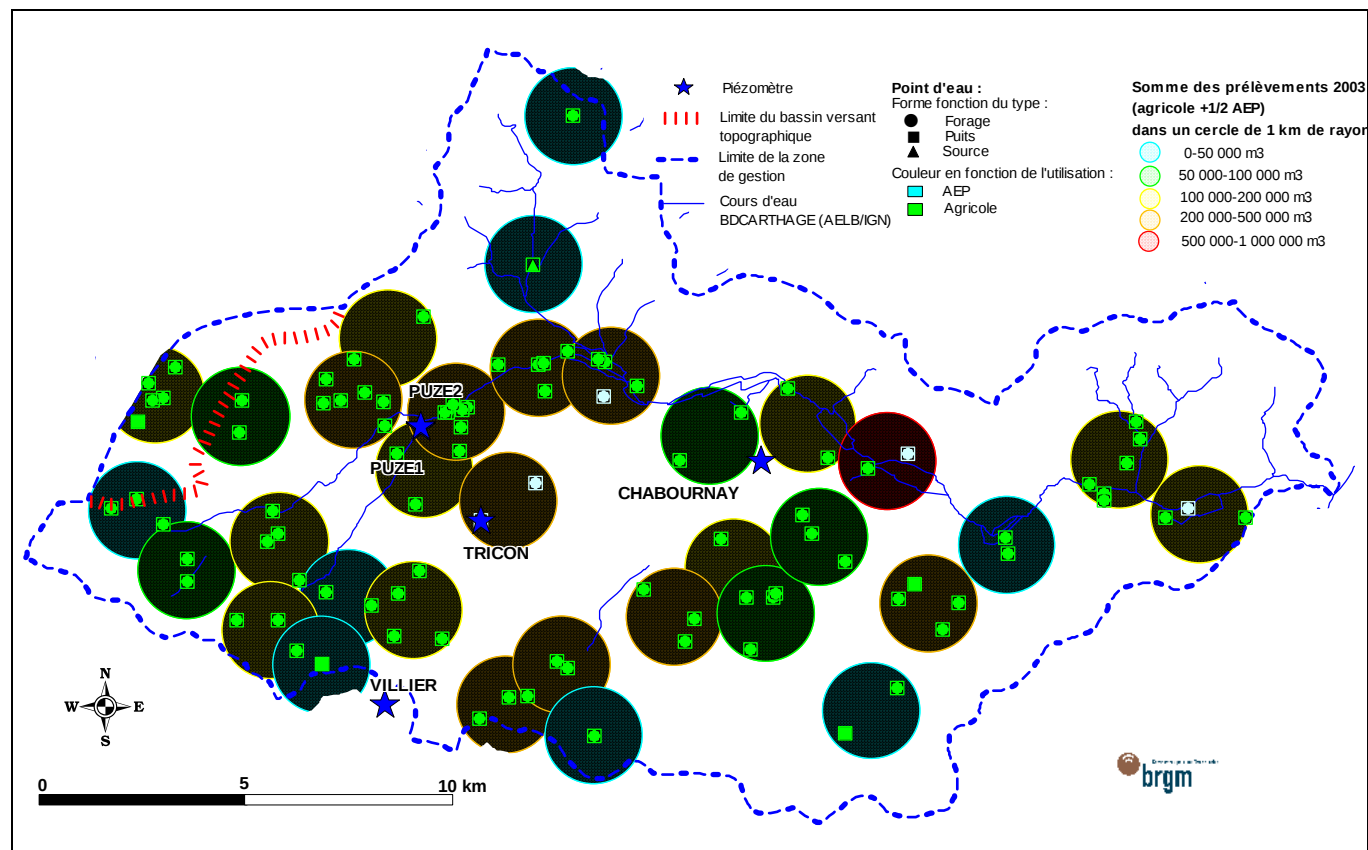


Illustration 175 : Extension de la zone de gestion de la Pallu, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.5.3 La zone de gestion de l'Auxance**

#### **3.5.3.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre des Lourdines [05668X0080] Dogger***

Le piézomètre des Lourdines est situé dans une vallée sèche en rive gauche de l'Auxance. Avec 37.5 m de profondeur, il capte la nappe du Dogger sous recouvrement de calcaires marneux du Callovien.

L'actualisation du modèle a légèrement amélioré le calage.

On constate un seuil de débordement autour de la cote de 74 m NGF. En basses eaux, le niveau atteint par la nappe 69/70 m NGF est proche du niveau de l'Auxance au droit de l'ouvrage.

Le modèle restitue une composante rapide très faible et une composante lente avec un pic au bout d'environ 50 jours et passage d'une pluie efficace au bout d'une année.

Ce piézomètre n'est pas impacté par les pompages.

Le calage du modèle n'est toutefois pas pleinement satisfaisant.

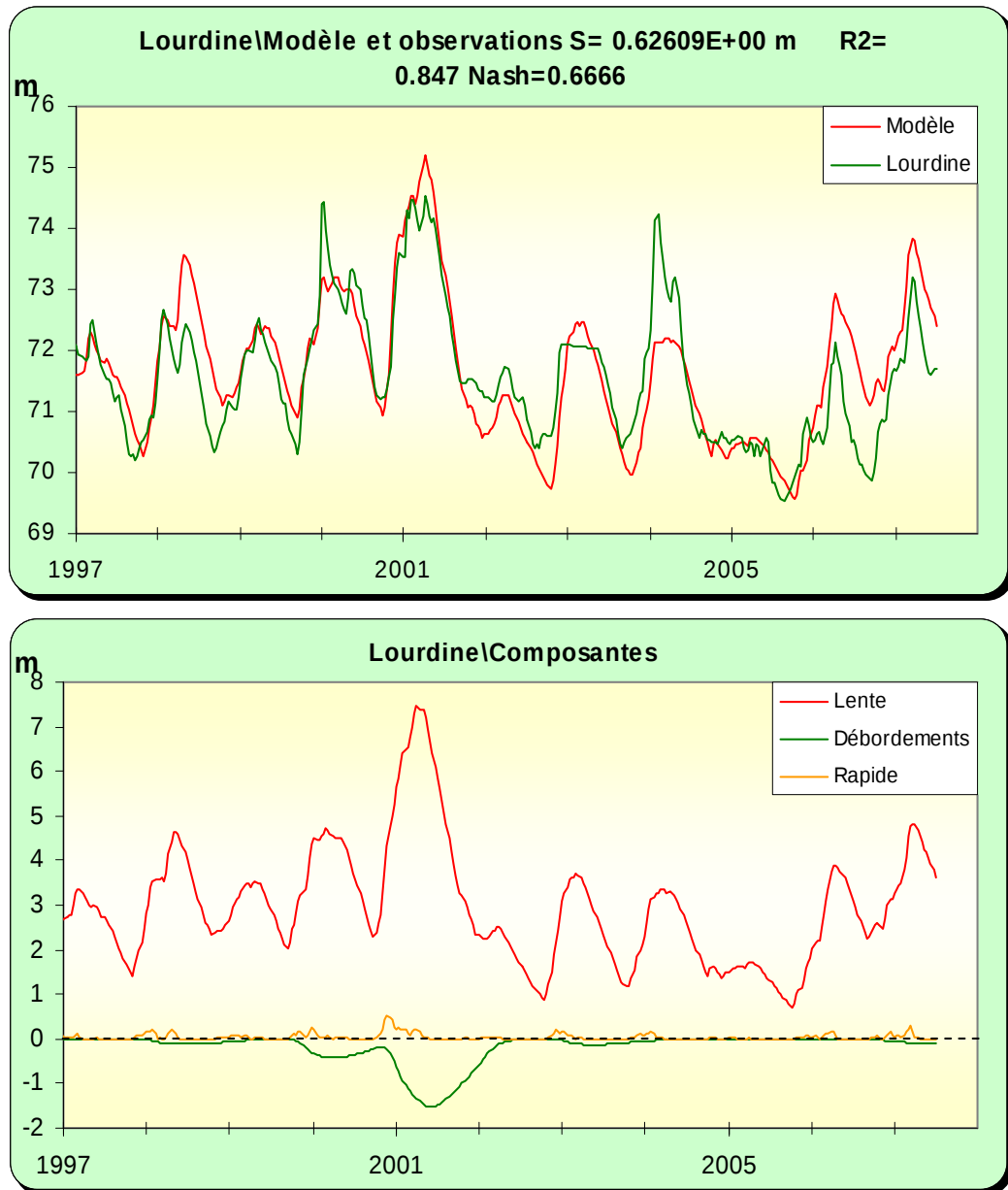


Illustration 176 : Modélisation du piézomètre des Lourdines, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

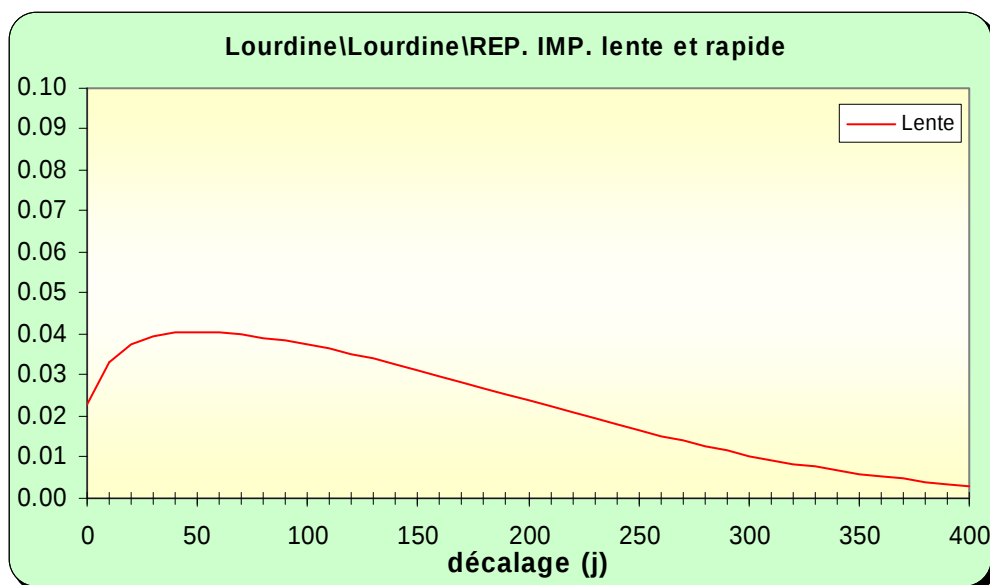


Illustration 177 : Modélisation du piézomètre de Lourdines, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

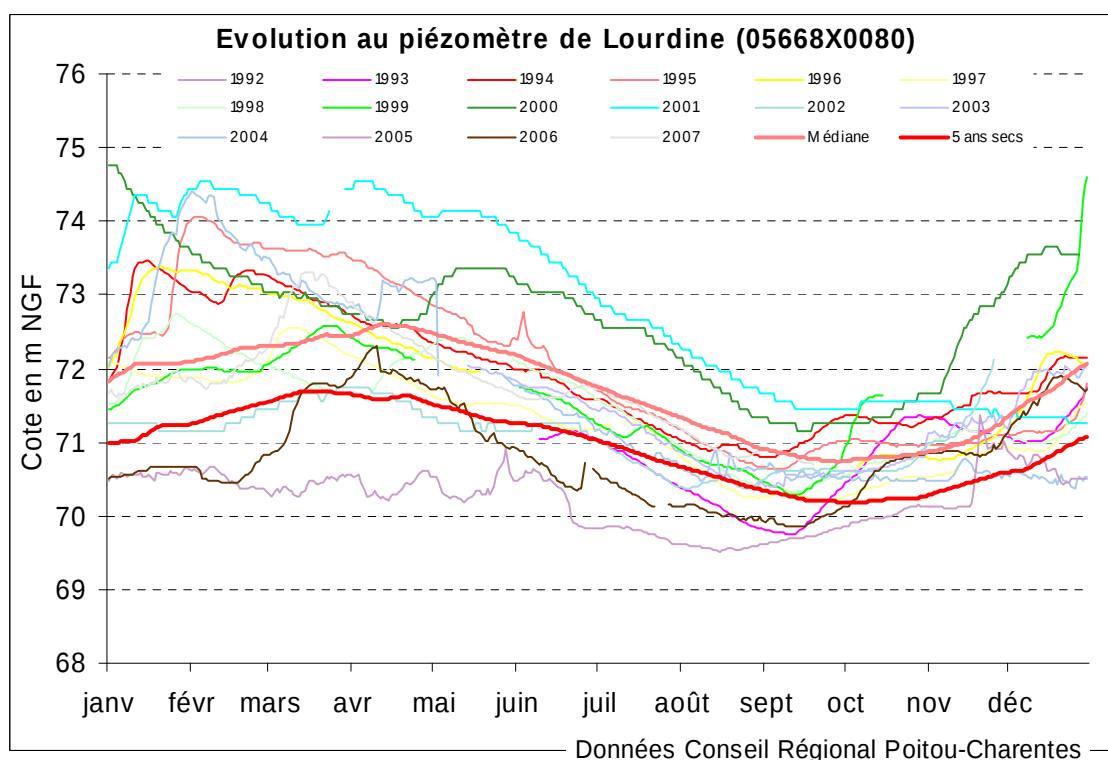


Illustration 178 : Utilisation du modèle du piézomètre des Lourdines en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Villiers [05666X0006] Dogger**

Le piézomètre de Villiers est situé dans la même configuration hydrogéologique que celui des Lourdines. En rive gauche, non loin de la crête topographique entre Auxance et Pallu, il capte avec 48 m de profondeur la nappe du Dogger sous recouvrement de calcaires marneux de l'Oxfordien et du Callovien.

Il est très impacté par les pompages alentours et la prise en compte de ces pompages en modélisation a nettement amélioré le calage.

En très hautes eaux, le modèle souligne l'existence de débordement autour de 120 m NGF.

La décomposition du signal à travers le modèle restitue une composante rapide et des débordements faibles, une composante lente et l'impact des pompages. La composante lente présente un pic « impulsionnel » autour du mois et un retour à l'état initial au bout d'environ 150 jours.

Utilisé en prévision, le modèle donne un niveau d'étiage, non influencé par les pompages et en année quinquennale sèche, autour de 106 m NGF. Rappelons que le niveau approximatif de l'Auxance au droit du piézomètre de Villiers est de 105 m NGF. Toutefois, ceci reste à confirmer par les levés topographiques plus précis. Rappelons aussi que le Dogger affleure largement dans la vallée.

En basses eaux, le gradient piézométrique dans la nappe du Dogger entre Villiers et l'Auxance est très faible. Les pompages font descendre le niveau de la nappe sous la cote de 105 m, rendant possible des inversions de flux de la rivière vers la nappe. Ce niveau de 105 m NGF a donc été jugé critique dans ce travail.

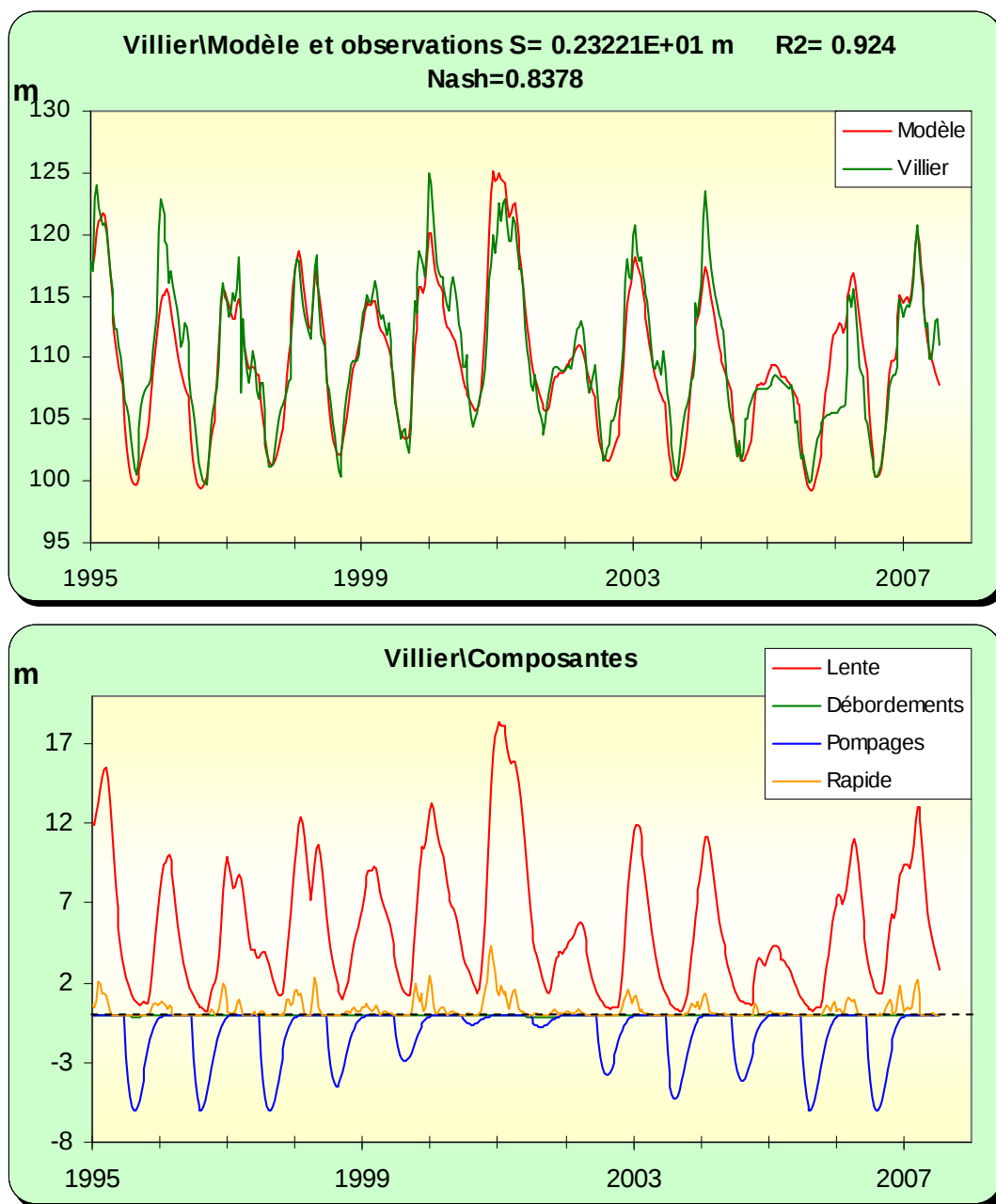


Illustration 179 : Modélisation du piézomètre de Villiers, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

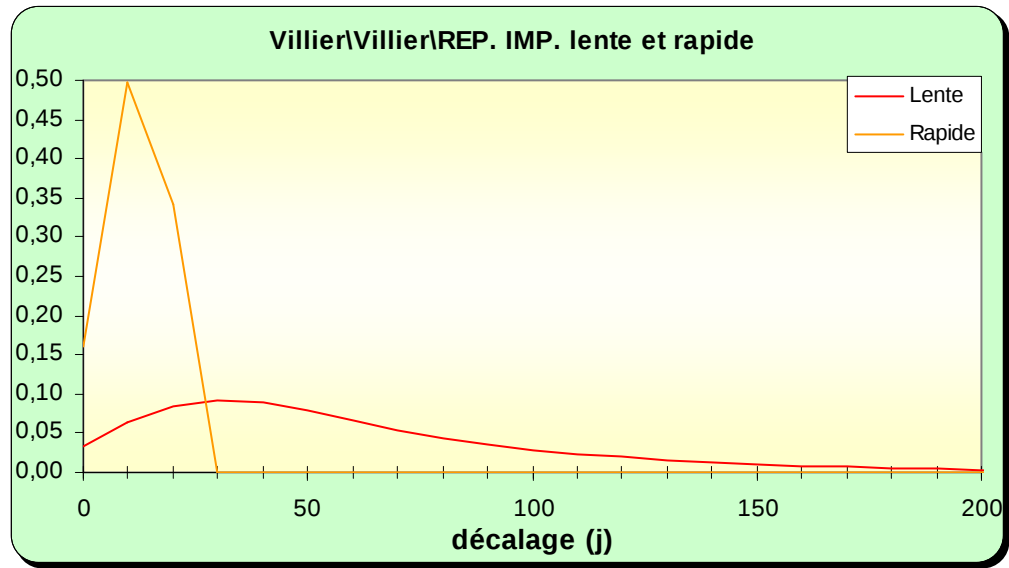


Illustration 180 : Modélisation du piézomètre de Villiers, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

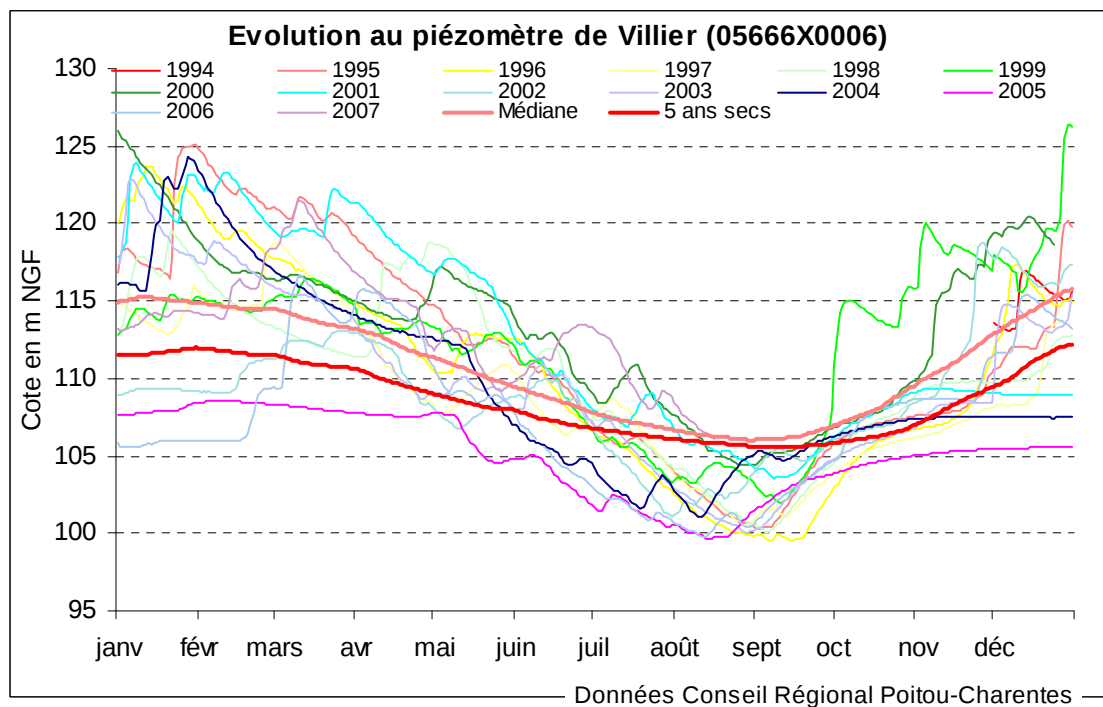


Illustration 181 : Utilisation du modèle du piézomètre de Villiers en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre d'Ayron [05665X0003] Dogger**

Ce piézomètre est situé dans la partie amont du bassin versant et, avec 12 m de profondeur, capte la nappe du Dogger. Sa modélisation n'avait pas été réalisée dans le cadre de la phase 1.

Le calage a nécessité l'introduction d'une tendance à la baisse qui semble apparaître à la lecture de la chronique. Le calage reste cependant moyen.

Le modèle restitue une composante lente avec un pic au bout de 2 mois et un retour à 0 après une impulsion pluie efficace au bout de plus de 400 jours. Il n'y a pas de composante rapide significative.

L'inertie moyenne pourrait expliquer une légère tendance à la baisse. Dans l'utilisation du modèle en prévision, la tendance a été enlevée ; le graphe ci-dessous (Illustration 184) présente des courbes théoriques obtenues, donc sans tendance, superposées sur les chroniques de mesures.

Cet ouvrage ne paraît pas impacté par les pompages.

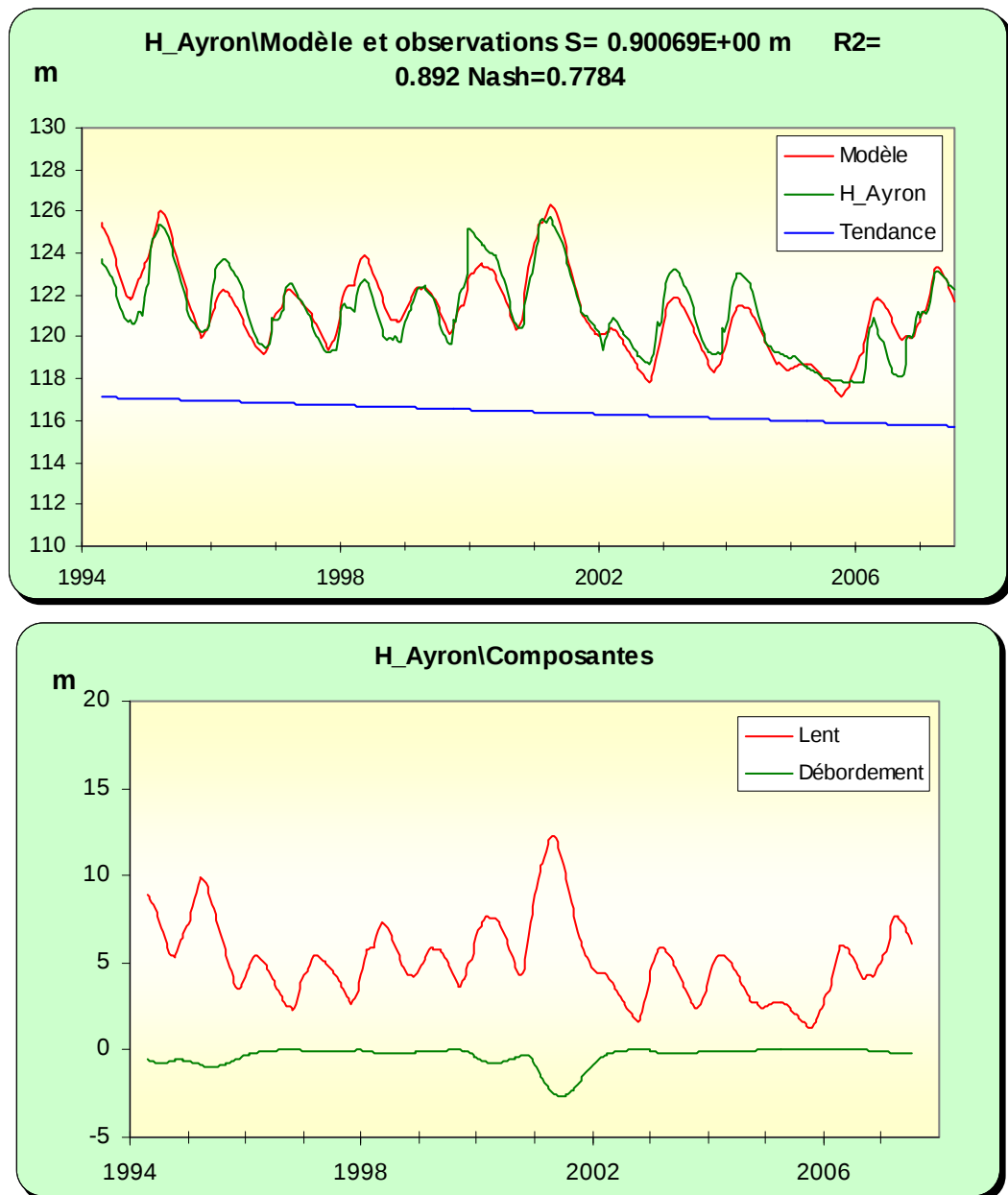


Illustration 182 : Modélisation du piézomètre de Ayrone, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

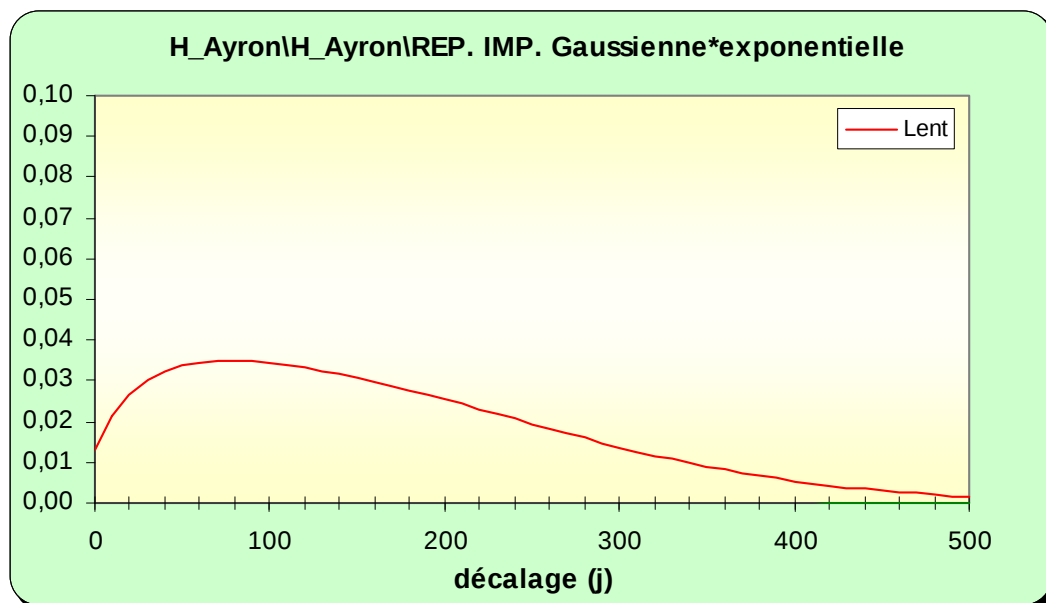


Illustration 183 : Modélisation du piézomètre de Ayron, analyse impulsionnelle de la composante lente

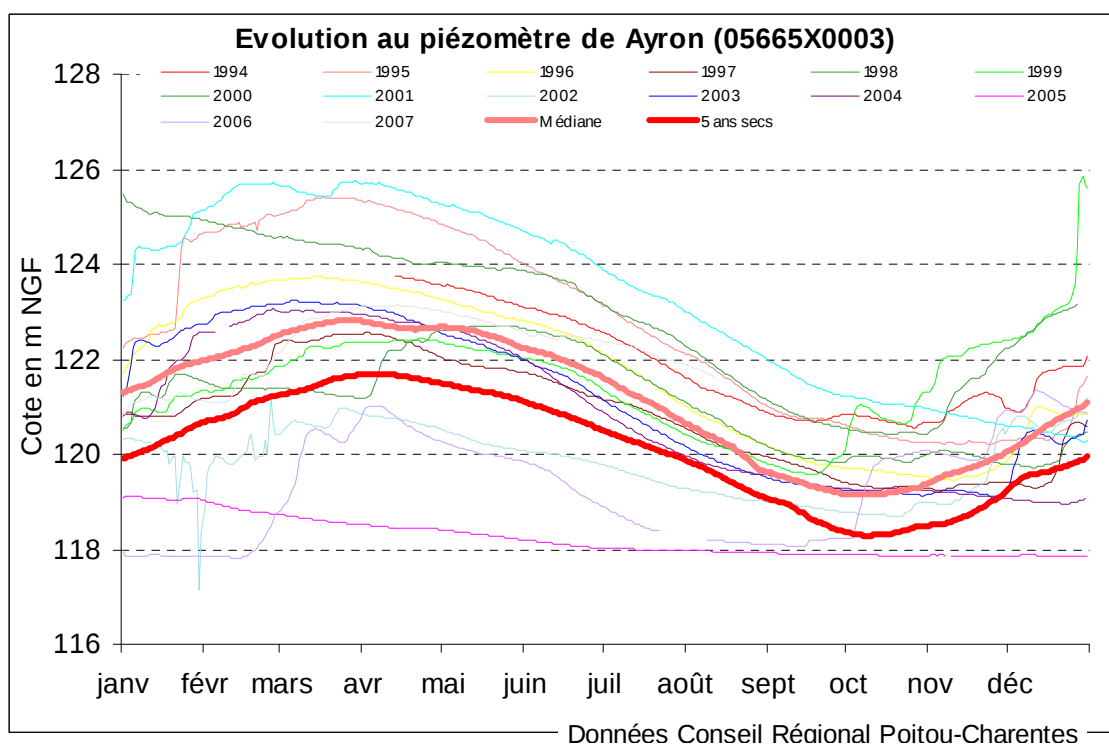


Illustration 184 : Utilisation du modèle du piézomètre de Ayron en prévision (sans tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre de Ferrière [05658X0017] Dogger***

Le piézomètre est à l'amont du bassin de l'Auxance. C'est un puits de faible profondeur (3 m) qui n'avait pas fait l'objet d'une modélisation.

La chronique de mesures montre des battements annuels de faibles amplitudes (de l'ordre de 50 cm) que la modélisation avec TEMPO a du mal à reproduire.

Le calage très moyen présenté ci-dessous (Illustration 185) a nécessité l'introduction dans le modèle de nombreuses contraintes : débordements, pompages, seuils bas. Le modèle ne peut être considéré comme représentatif.

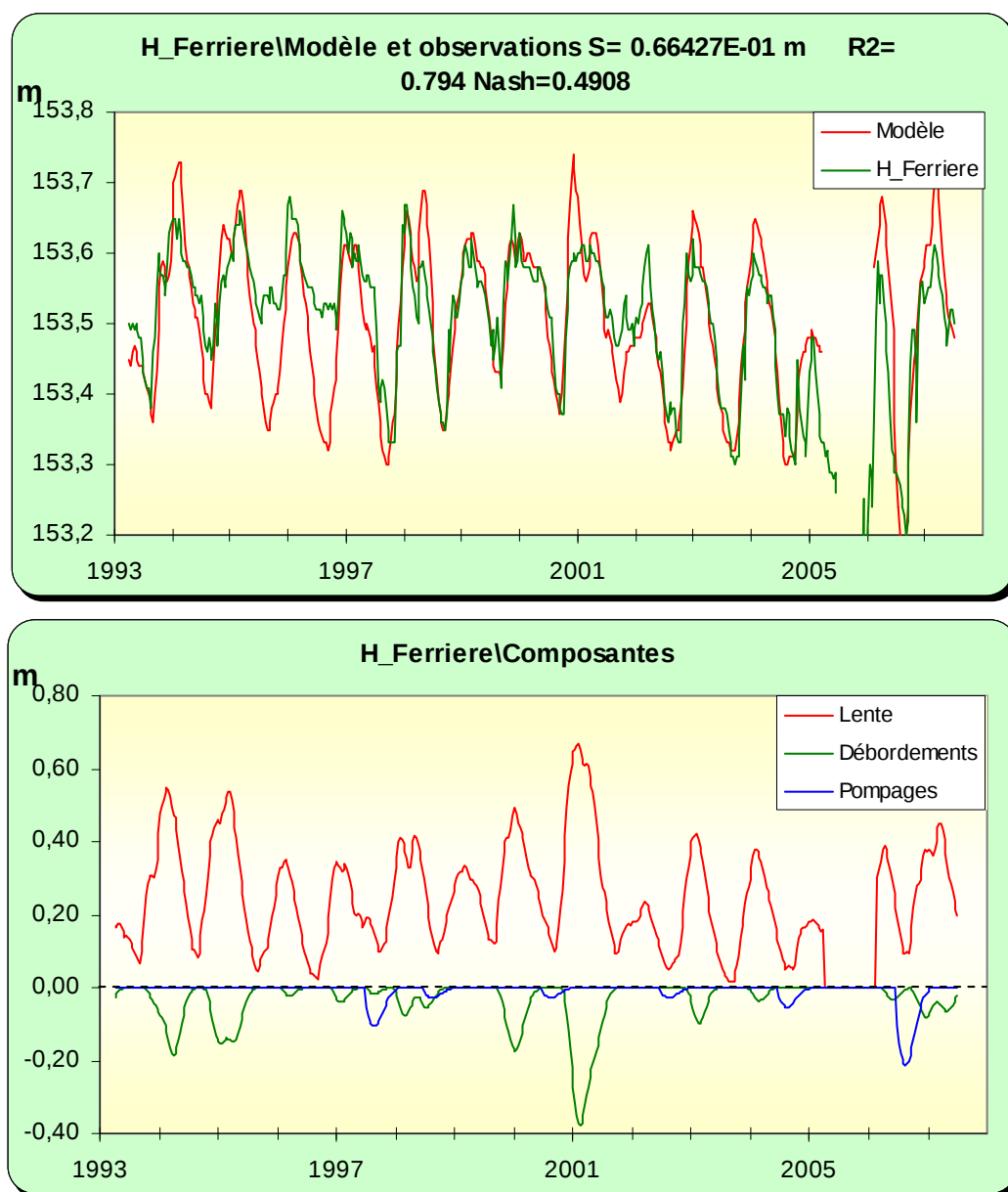


Illustration 185 : Modélisation du piézomètre de Ferrière, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

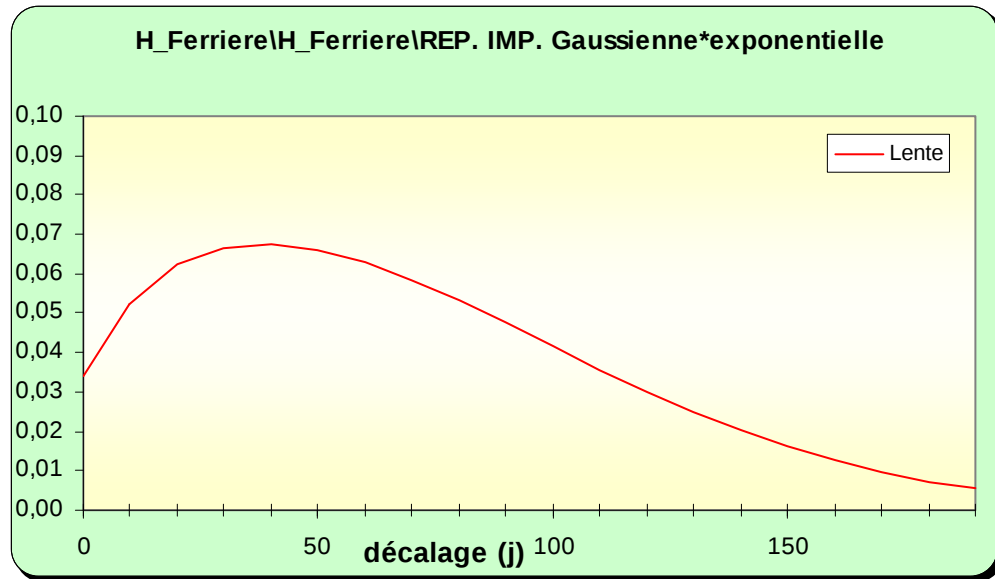


Illustration 186 : Modélisation du piézomètre de Ferrière, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

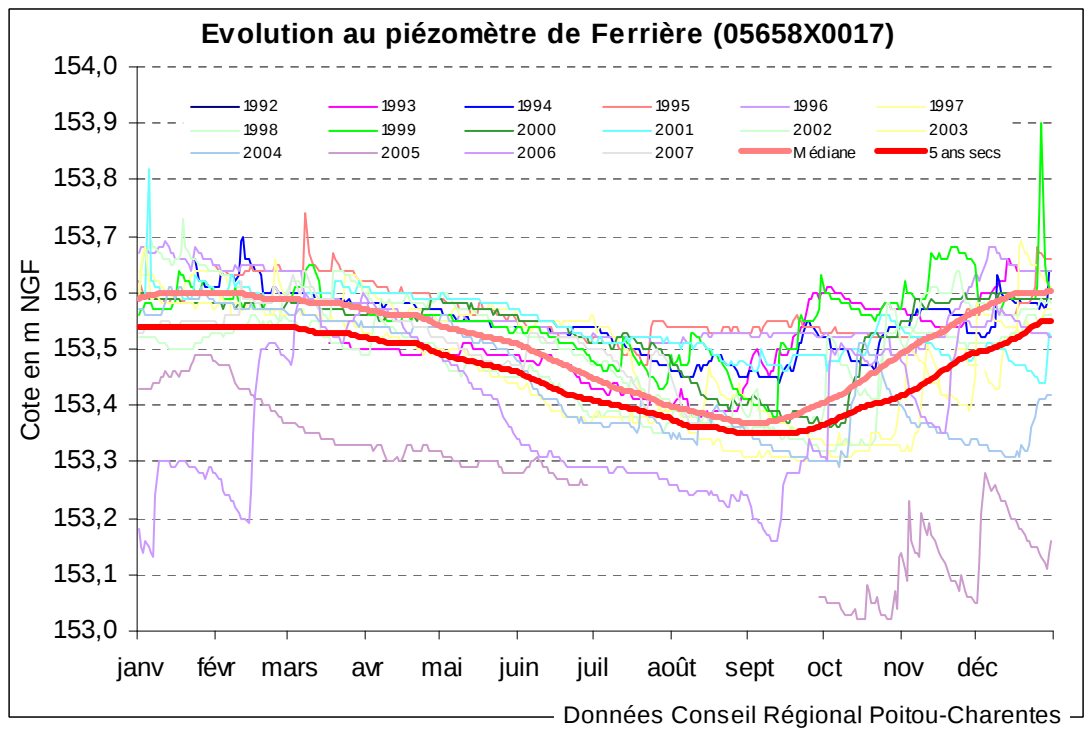


Illustration 187 : Utilisation du modèle du piézomètre de Ferrière en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Raudière [05891X0044] Infra-Toarcien**

Ce piézomètre (42 m de profondeur) est le seul du réseau régional à capter la nappe de l'Infra-Toarcien dans le bassin de l'Auxance.

L'amélioration du calage du modèle a nécessité l'introduction d'une tendance non linéaire, pouvant correspondre soit à l'impact de pompages AEP, soit à des évolutions pluri-annuelles lentes liées au climat.

Le forage déborderait en très hautes eaux aux environs de la cote 125 m NGF. Il serait soumis à l'impact de pompages AEP, quasiment continus. La cote de 115 m NGF, qui correspond au toit de l'aquifère et donc à un niveau critique, est actuellement presque atteinte en année sèche.

L'analyse impulsionnelle de la composante lente donne un pic de réaction au bout de 3 mois et le passage d'une pluie efficace au bout d'une année.

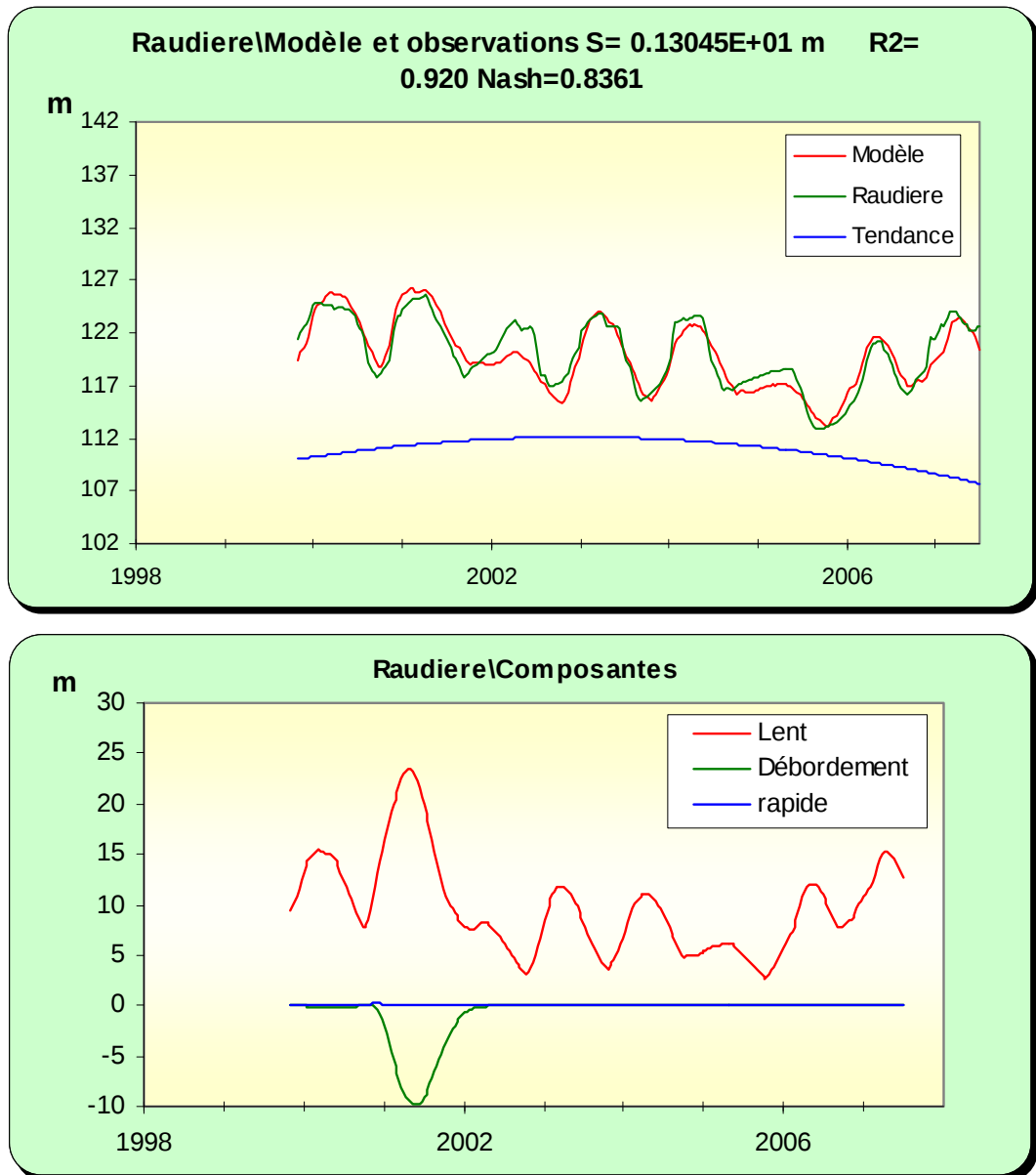


Illustration 188 : Modélisation du piézomètre de La Raudière, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

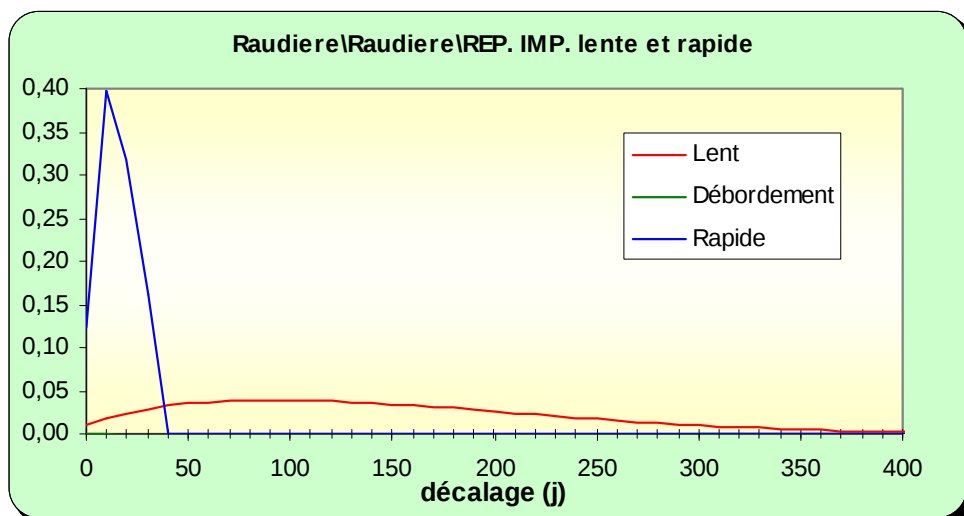


Illustration 189 : Modélisation du piézomètre de La Raudière, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

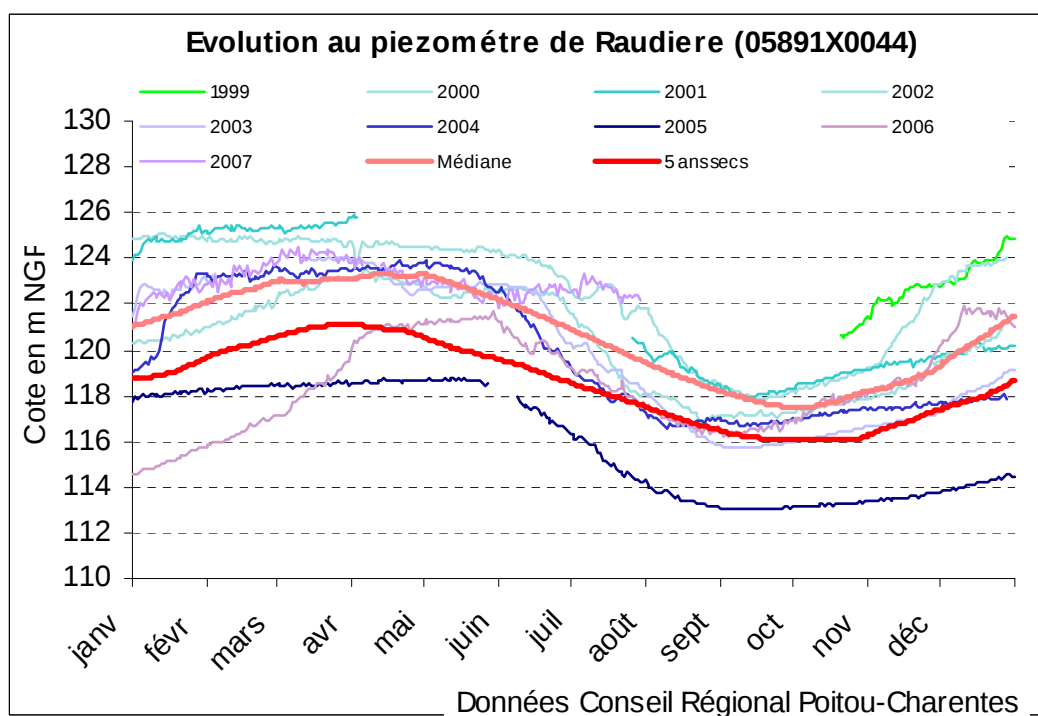


Illustration 190 : Utilisation du modèle du piézomètre de La Raudière en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### **3.5.3.2 Modélisation de la station de débit de Quinçay**

La station de Quinçay mesure les débits de l'Auxance depuis plusieurs décennies. Toutefois, elle a été arrêtée en 2005, ce qui a restreint le calage à une période relativement courte 2001-2005. L'enregistrement des débits de l'année 2000 présente par ailleurs des anomalies qui nous ont aussi amenés à écarter cette année là.

Plusieurs modélisations de la chronique de débits ont été réalisées avec en entrée des piézomètres ou des combinaisons de piézomètres différents.

Les contributions des piézomètres des Lourdines et de Ferrières apparaissent faibles dans le signal hydrologique. En revanche, le piézomètre de Villiers, après actualisation, prise en compte d'une fonction pompage et recalage, apparaît toujours bien corrélé avec les débits de l'Auxance. Il en est aussi de même (à la différence de la phase 1) du piézomètre de La Raudière (sans la tendance). La contribution de la nappe du Dogger représenté par le piézomètre de Villiers serait de l'ordre des 2/3 alors que celle de la nappe infra-toarcienne représentée par celui de La Raudière serait de 1/3. Ces contributions « nappes » sont très majoritaires en basses eaux. En hautes eaux, le modèle restitue en revanche des composantes lentes et rapides correspondant aux parties du débit qui ne peuvent s'expliquer par les « signaux » utilisés en entrée.

Le modèle retenu in fine est celui faisant intervenir en entrée les 2 piézomètres ci-dessus. La qualité du calage s'en trouve nettement améliorée. Toutefois celui-ci se réduit aux années 2001-2005 pour les raisons évoquées ci-dessus auxquelles il convient d'ajouter l'historique réduit du piézomètre de La Raudière.

Ce calage est particulièrement bon en basses eaux où le modèle souligne l'impact des prélèvements avec des chutes de débit au mois de juin. Les courbes théoriques calculées par le modèle donnent un débit d'étiage en année quinquennale sèche de  $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$ , légèrement au-dessus de la valeur donnée en phase 1 (arrondie à  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ). L'écart s'explique vraisemblablement par une meilleure prise en compte des prélèvements sur Villiers, dont une partie devait être implicitement prise en compte.

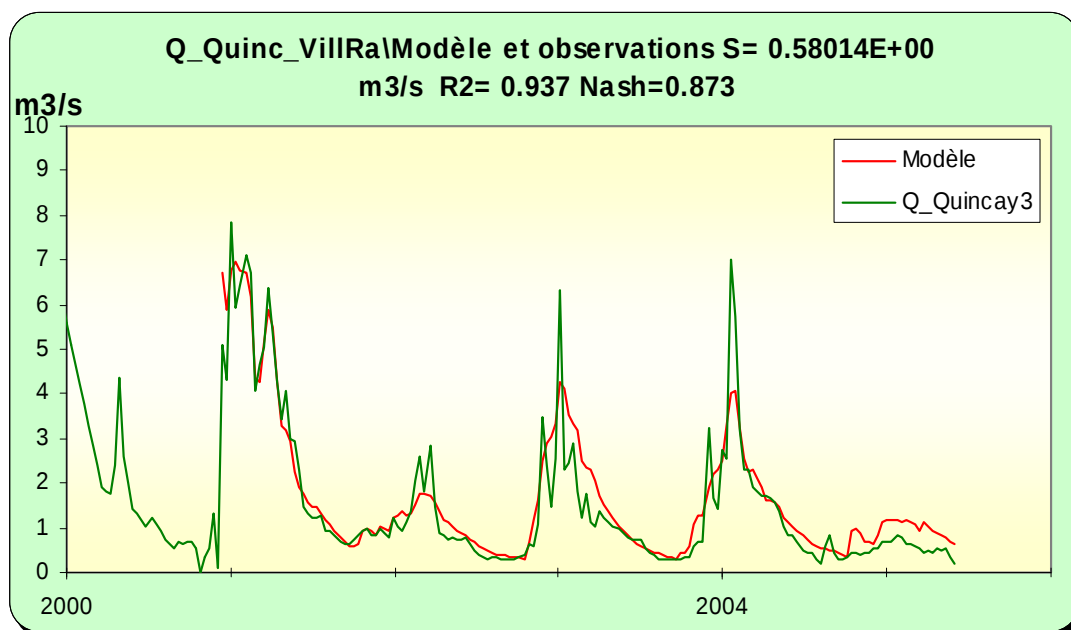


Illustration 191 : Modélisation de la station de Quinçay : superposition du modèle sur la chronique

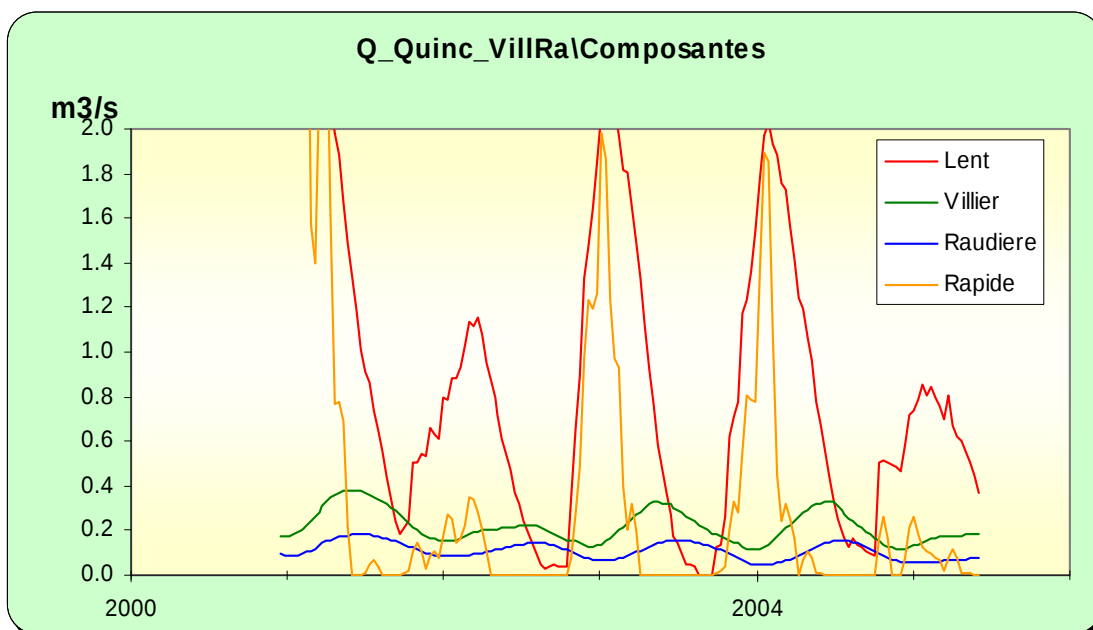


Illustration 192 : Modélisation de la station de Quinçay, composantes du signal

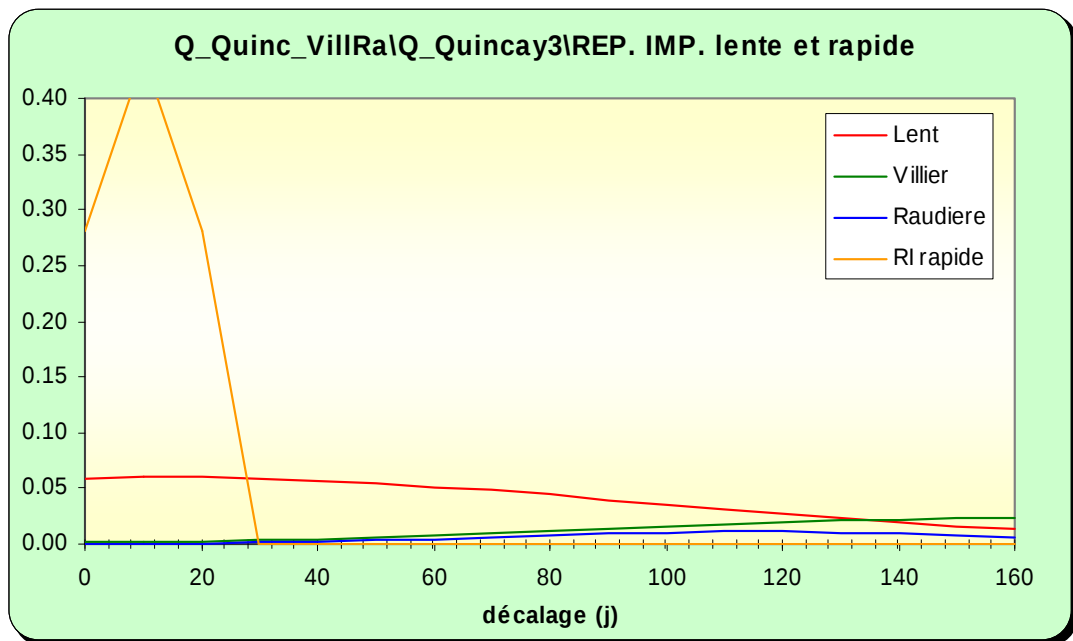


Illustration 193 : Modélisation de la station de Quinçay, réponses impulsionnelles

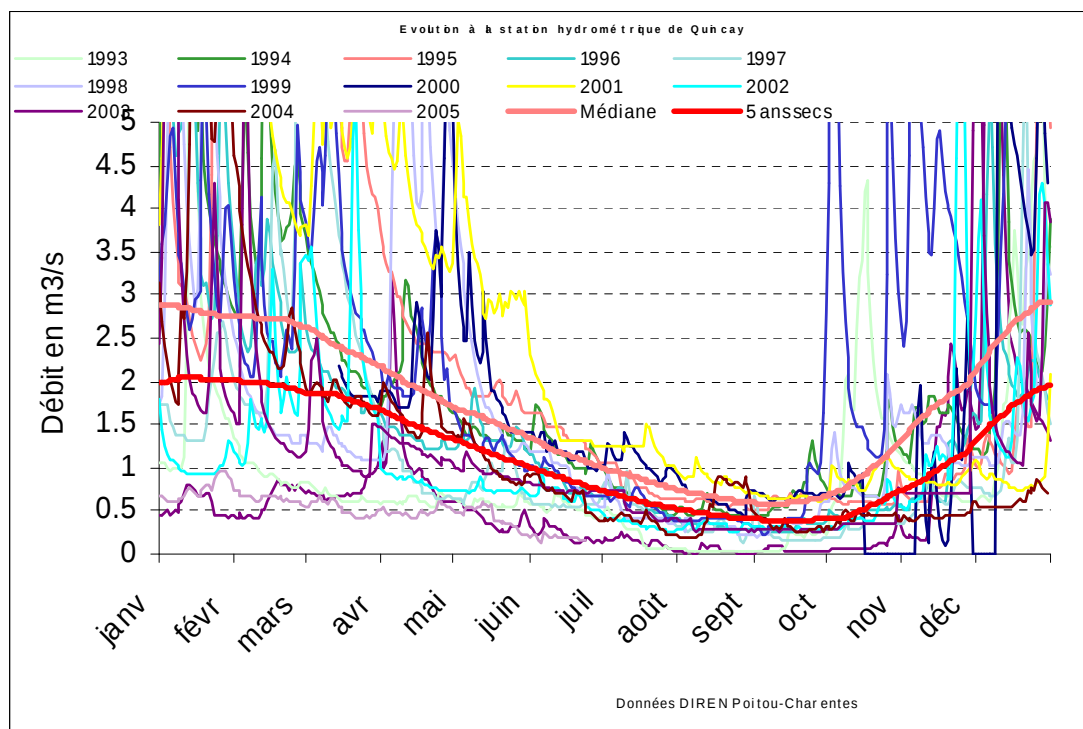
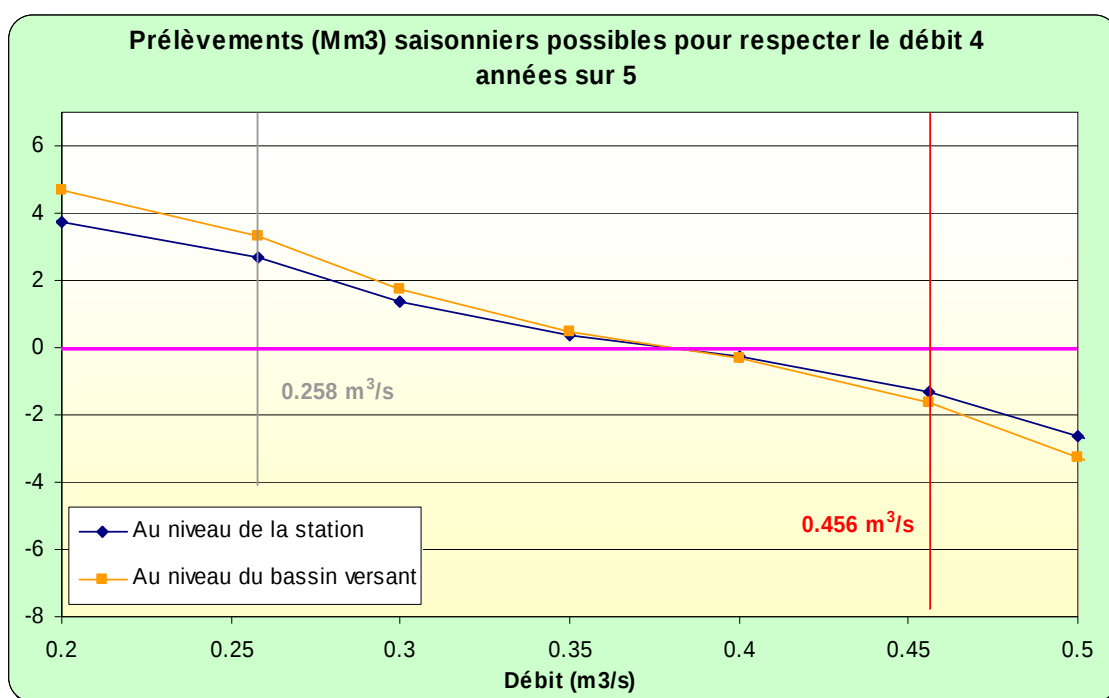


Illustration 194 : Utilisation du modèle de la station de Quinçay en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.5.3.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Sur Quinçay le débit d'alerte a été fixé à 0.456 m<sup>3</sup>/s et le débit de coupure à 0.258 m<sup>3</sup>/s. Le calcul des volumes disponibles pour plusieurs débits d'objectif et en fonction d'un scénario de prélèvements conduit au graphe ci-dessous.

En année quinquennale sèche le débit d'alerte ne peut être respecté même en supprimant les prélèvements agricoles. Le niveau actuel des prélèvements (3.5 Mm<sup>3</sup> pour l'agriculture) est de même ordre de grandeur que le disponible permettant de respecter le débit de coupure en année quinquennale sèche.



| Hypothèses                 |           |          |           |            |           |           |
|----------------------------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril | 5 % mai  | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | Villiers  | Raudière |           |            |           |           |

Illustration 195 : Zones de gestion de l'Auxance : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs

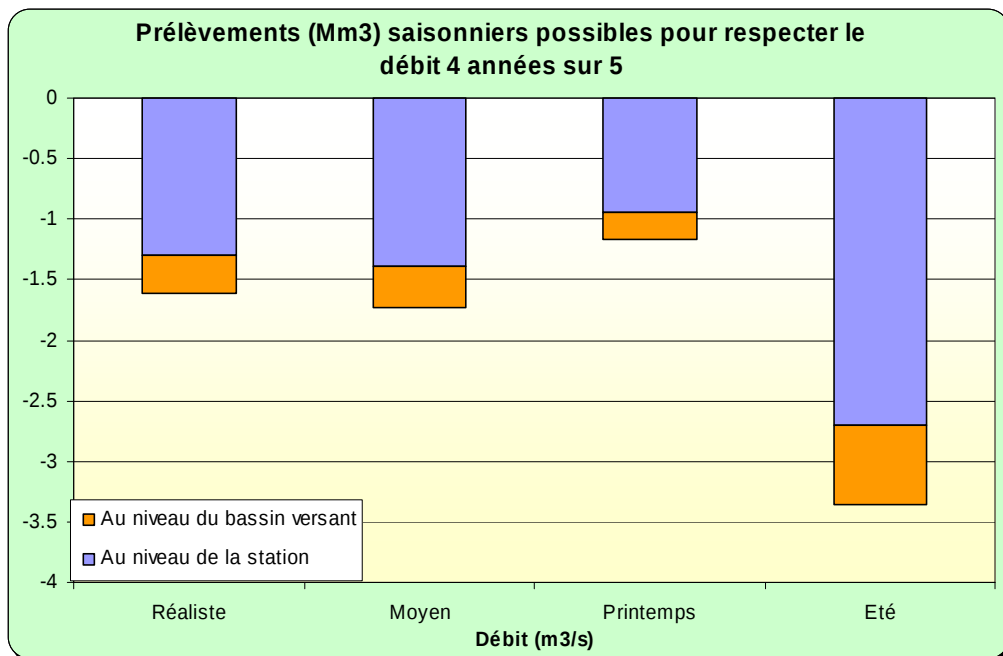
#### **3.5.3.4 Discussion, conclusion**

##### ***Evaluation de la précision des modèles***

Avec une meilleure prise en compte des prélèvements et après avoir écarté les parties de la chronique de débit sujettes à caution, le débit d'étiage quinquennal sec donné par le modèle est légèrement remonté, ce qui entraîne une modification sensible des volumes disponibles.

D'une manière générale, le débit de l'Auxance est très impacté par les prélèvements saisonniers. Son débit quinquennal sec aurait été divisé par 2 de par l'impact de ces prélèvements. La superposition des courbes théoriques données par le modèle sur la chronique des mesures souligne aussi cet impact.

Les nappes (Dogger et Infra-Toarcien) présentent une inertie relativement faibles, du moins aux points d'observation. Il en découle des disponibilités plus importantes si les prélèvements se font au printemps par rapport aux scénarios faisant intervenir des pompages estivaux.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 196 : Débits disponibles pour le respect du débit d'objectif de  $0.456 \text{ m}^3/\text{s}$  selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de l'Auxance

### **Propositions pour la gestion**

Le débit de l'Auxance est particulièrement sensible aux prélèvements, en particulier ceux intervenants en basses eaux. La réactivité de la rivière est rapide ce qui va de pair avec une inertie assez faible des nappes.

Il apparaît que les contributions de la nappe du Dogger (observée sur Villiers) et de celle de l'Infra-Toarcien (observée sur Raudière) sont importantes en basses eaux. Les prélèvements agricoles sont majoritairement situés dans la nappe du Dogger en rive gauche de l'Auxance, alors qu'ils sont plutôt dans l'Infra-Toarcien en rive droite.

Le travail de modélisation avec TEMPO, et le souci de protéger la nappe de l'Infra-Toarcien pour l'eau potable (le niveau à Raudière étant proche du dénoisement du toit du réservoir en période de basses eaux) conduit à proposer une gestion du bassin versant s'appuyant sur des objectifs de débit sur l'Auxance (cela suppose de remettre en activité la station de Quinçay) et sur des seuils sur les piézomètres de Villiers et de La Raudière pour la composante nappe. Les ouvrages au Dogger pourraient être rattachés à Villiers (+ débits à Quinçay) et ceux à l'Infra-Toarcien à Raudière (+ débits à Quinçay).

Par ailleurs, la courbe théorique d'une année quinquennale sèche et le calcul des volumes disponibles interpellent quant à la fixation du débit d'alerte. Celui-ci ne peut être respecté, hors prélèvements, en année quinquennale sèche.

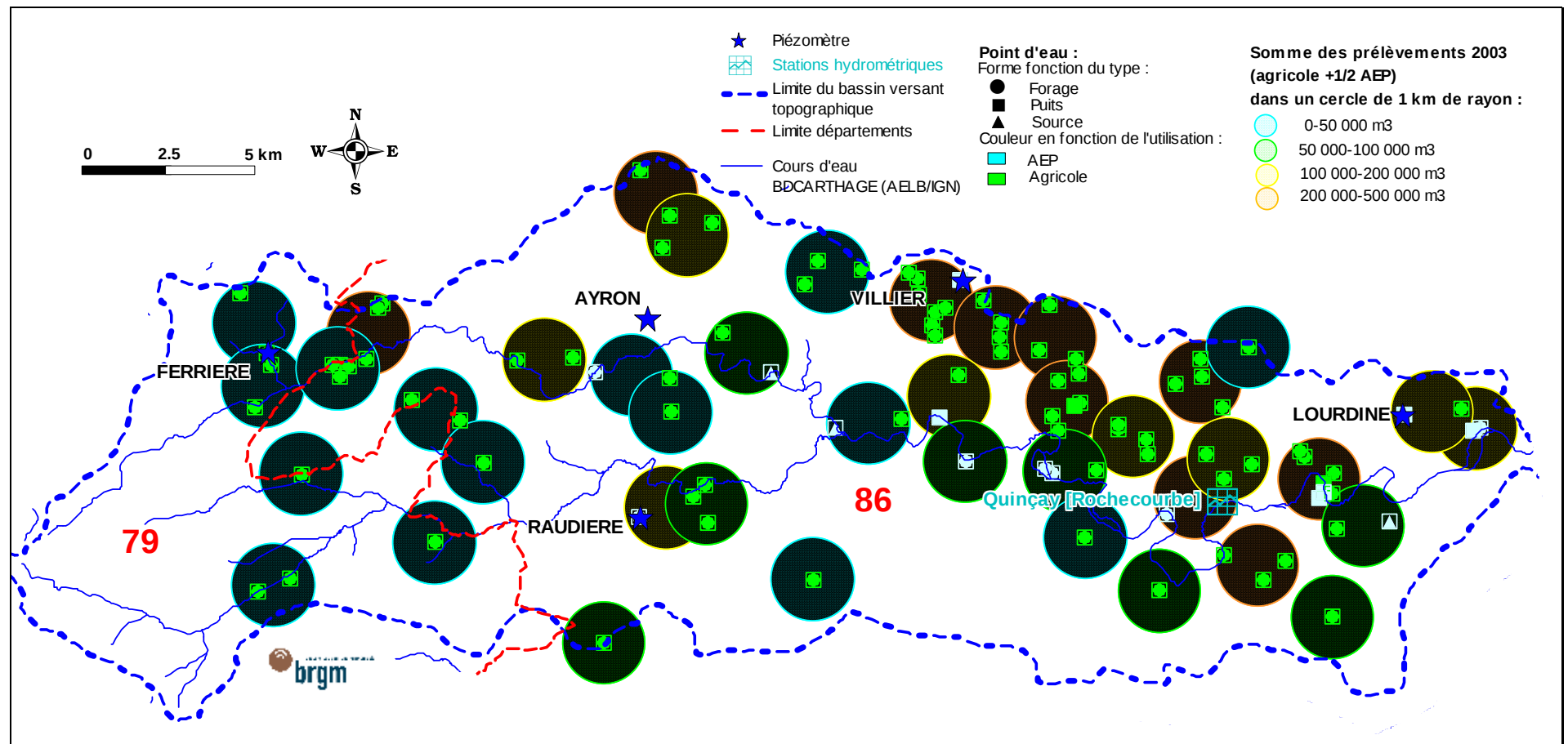


Illustration 197 : Extension de la zone de gestion de l'Auxancel, position des piézomètres et de la station hydrométrique, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.5.4 La zone de gestion de la Boivre**

#### **3.5.4.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre de l'Abbaye [05893X0037] Infra-Toarcien***

Ce piézomètre est situé dans la vallée de la Boivre dans une zone particulièrement traversée par des failles. Avec 58 m de profondeur, il capte l'aquifère captif de l'Infra-Toarcien. Le réservoir est peu épais, de l'ordre de 6 m de puissance.

Les faibles battements de ce piézomètre (environ 1.5 m entre hautes et basses eaux) sont difficilement reproduits par le modèle. Toutefois, le calage initial a été significativement amélioré en actualisant les données. Il a nécessité l'introduction d'une légère tendance à la baisse qui tend donc à être confirmée (moins de 50 cm sur 10 ans).

Le modèle met aussi en relief un phénomène de débordement en hautes eaux, avec un seuil autour de 104 m NGF.

L'analyse de la composante lente montre une certaine mise en charge quasi-immédiate, caractérisant le caractère captif de l'aquifère, un pic au bout d'environ 2 mois et un retour à l'état initial après une impulsion pluie efficace en moins d'un an.

En basses eaux le niveau piézométrique, qui resterait au-dessus du niveau de la rivière de quelques mètres (à vérifier par nivellement), est nettement au-dessus du toit de l'aquifère, de l'ordre de 20 m. Il n'y a donc pas actuellement de soucis d'un dénoyage de l'aquifère sur ce piézomètre.

Utilisé en prévision (sans la tendance) le modèle restitue des courbes théoriques tout à fait en adéquation avec la chronique des mesures.

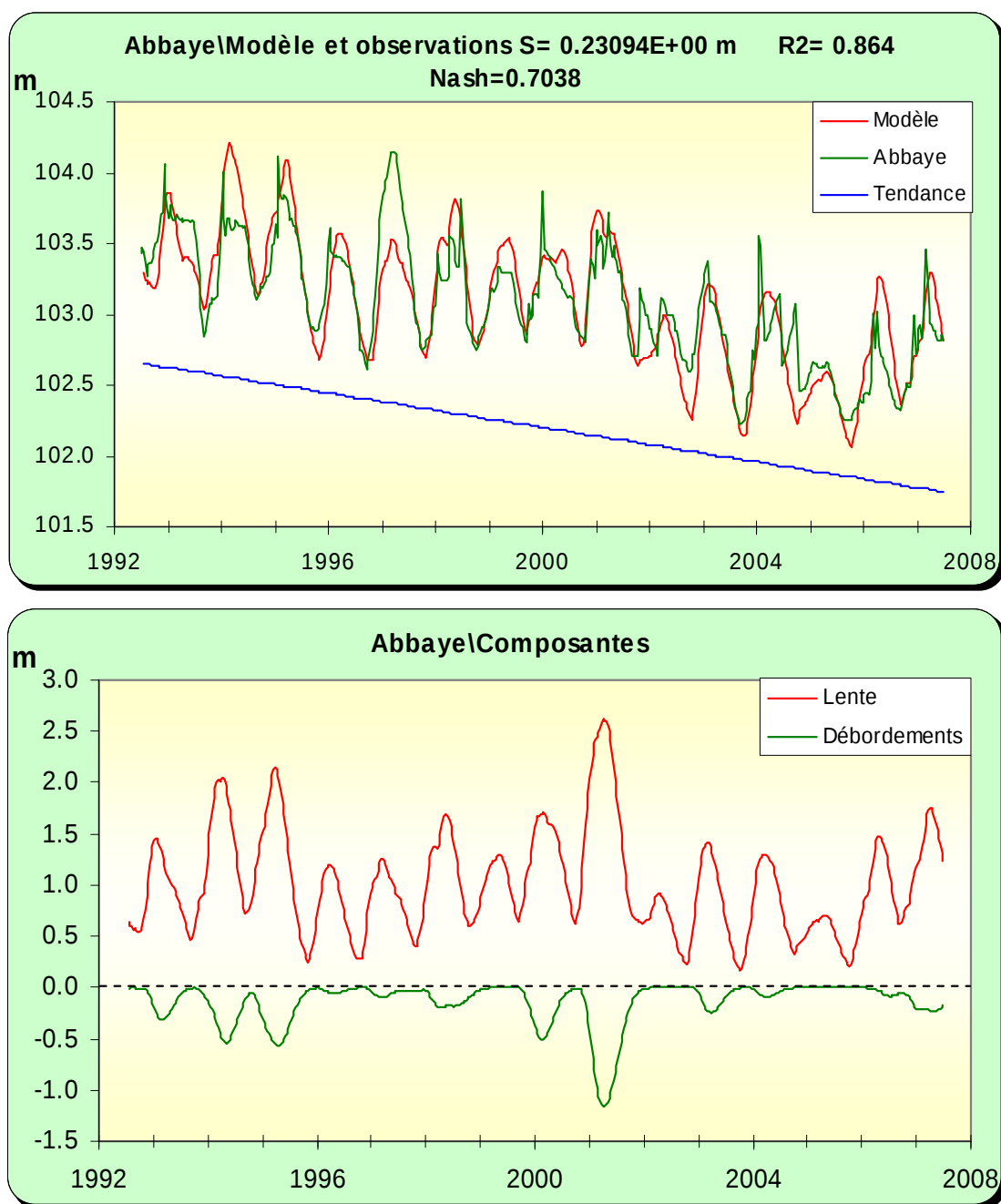


Illustration 198 : Modélisation du piézomètre de Abbaye, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

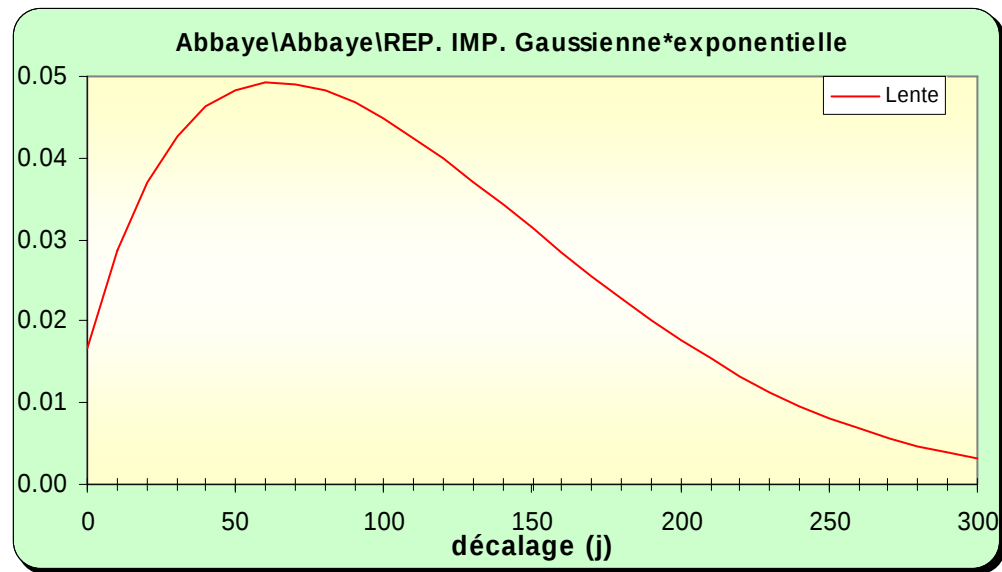


Illustration 199 : Modélisation du piézomètre de Abbaye analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

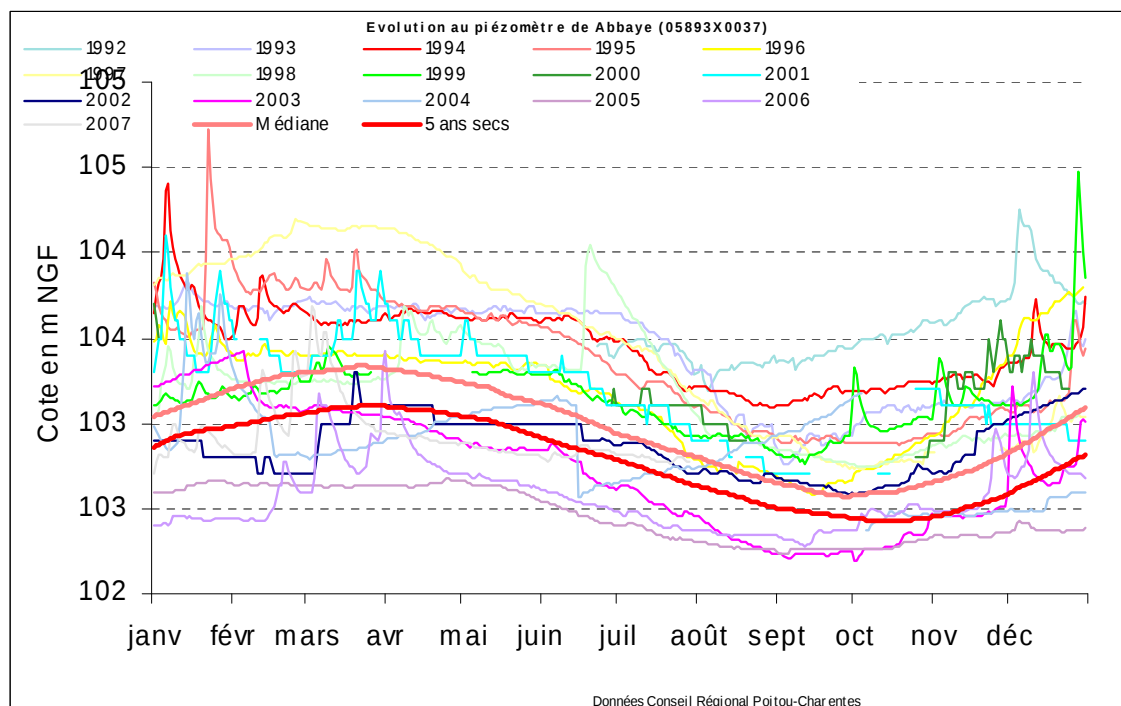


Illustration 200 : Utilisation du modèle du piézomètre de Abbaye en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de La Preille [05892X0032] Infra-Toarcien**

Situé plus à l'amont que le piézomètre de l'Abbaye, il capte aussi la nappe de l'Infra-Toarcien captive (70 m de profondeur). Les battements annuels sont beaucoup plus importants que sur l'Abbaye avec des différences de l'ordre de 15 m entre hautes et basses eaux. L'épaisseur de la partie réservoir est de l'ordre de 3 m.

Le peu d'années de chroniques disponibles dans la phase 1 n'avait pas permis une modélisation fiable de cet ouvrage. Bien que bénéficiant de 2 années supplémentaires, le modèle n'est pas calé de manière satisfaisante sur la chronique. La phase de calage a nécessité l'introduction d'une tendance à la baisse, de l'ordre du mètre par an, ainsi que l'introduction d'une fonction pompage, ceux-ci se marquant nettement sur la chronique de mesures.

Le modèle restitue une composante lente semblant témoigner d'une très grande inertie avec un pic au bout de plus d'un an. La superposition des courbes théoriques obtenues par modélisation sur les mesures montre toutefois une mauvaise reproduction des fluctuations de niveau. La chronique montre des variations très rapides vraisemblablement attribuables aux pompages.

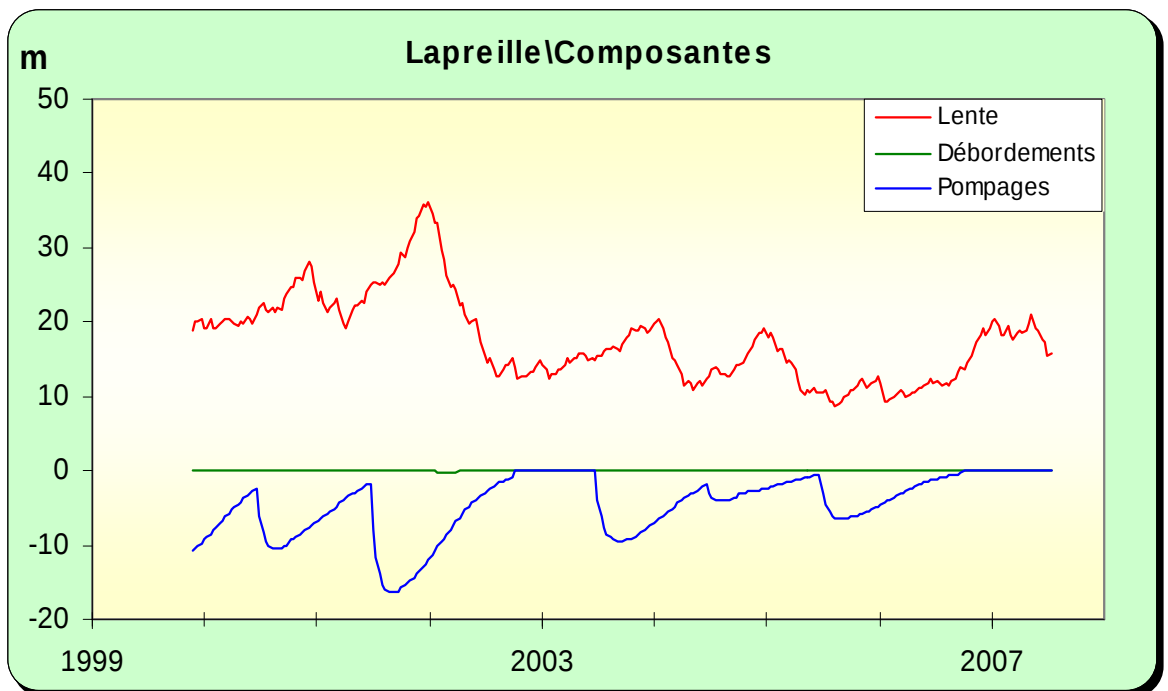
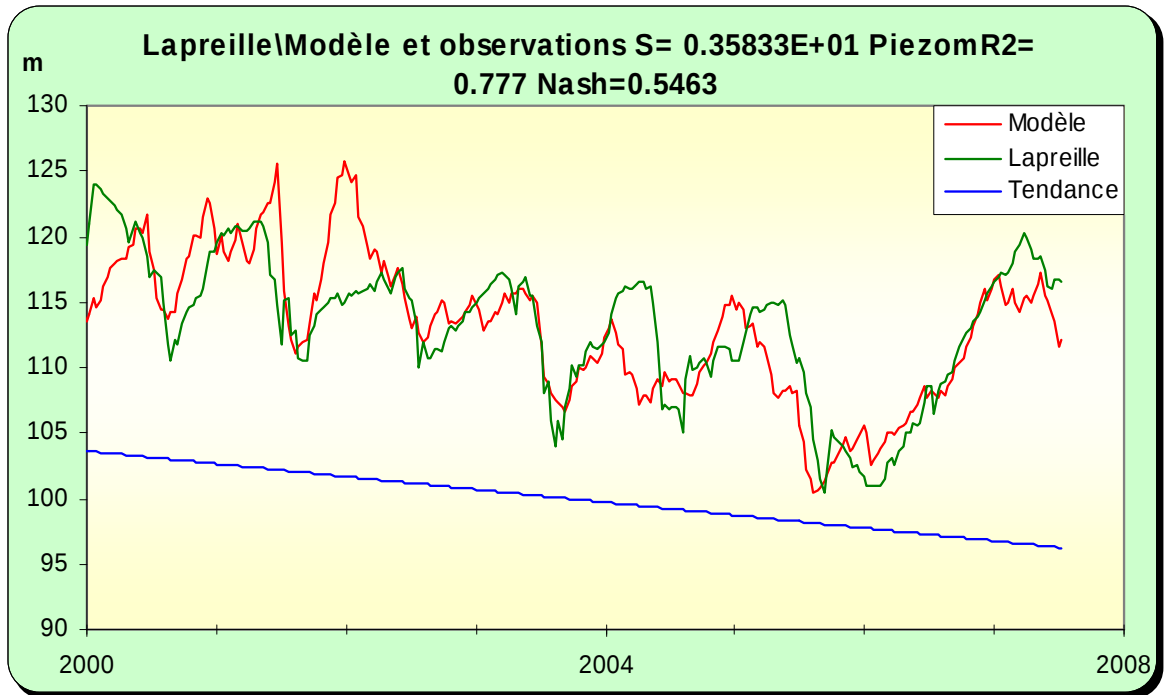


Illustration 201 : Modélisation du piézomètre de La Preille, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

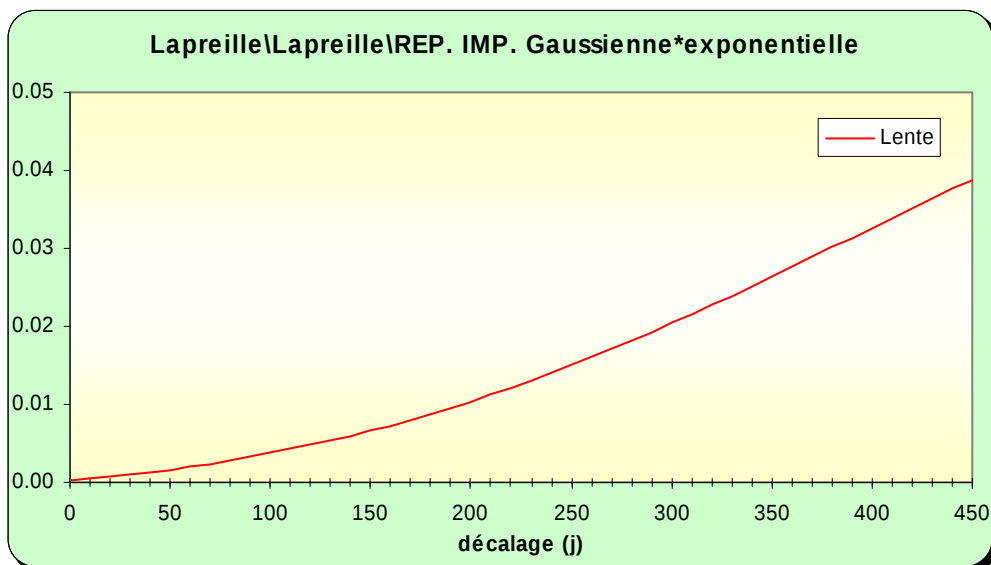


Illustration 202 : Modélisation du piézomètre de La Preille, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

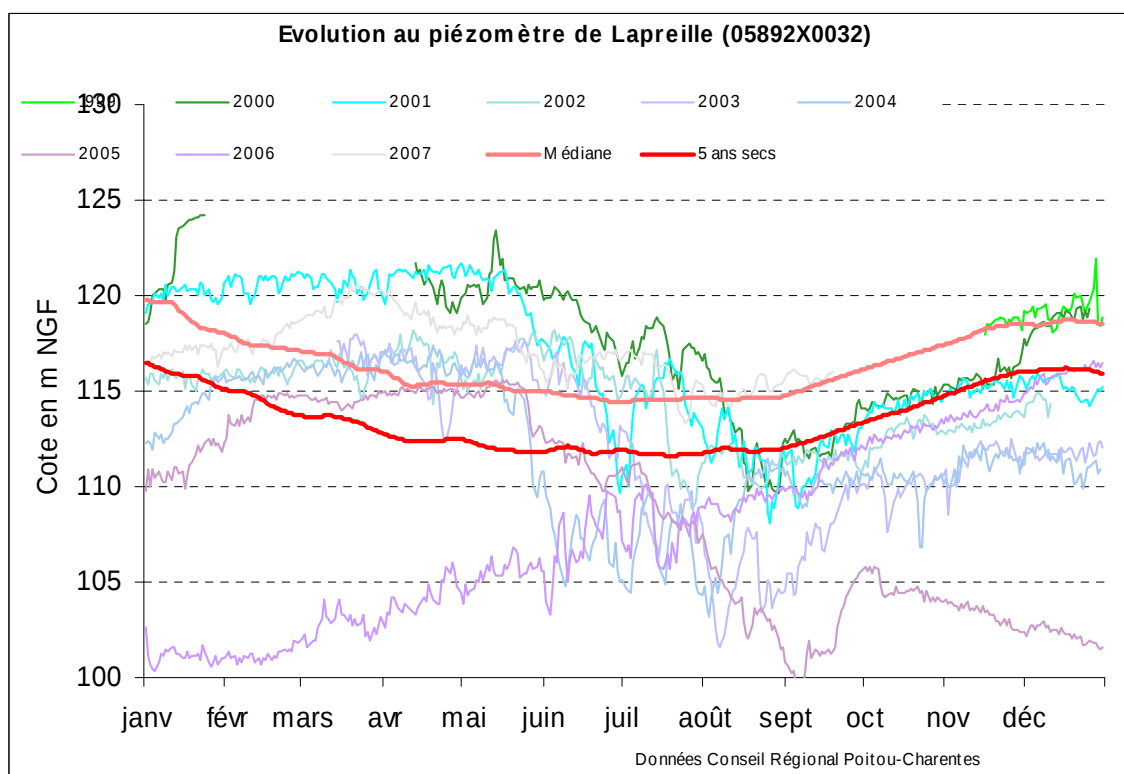


Illustration 203 : Utilisation du modèle du piézomètre de La Preille en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

#### **3.5.4.2 Modélisation de la station de débit de la Ribalière**

La station de la Ribalière à Vouneuil est pratiquement à l'extrémité aval du bassin versant.

Jusque dans les environs de Vasle à l'amont, la Boivre s'écoule sur du socle. A partir de Vasle, elle coule sur des terrains du Dogger puis, à partir de Chapelle Montreuil, sur les formations du Toarcien. Ce substratum est particulièrement haché par des failles qui peuvent mettre la nappe profonde infra-toarcienne en relation avec des eaux plus superficielles.

Ce bassin versant n'est suivi que par deux piézomètres à la nappe infra-toarcienne. La plupart des forages sont rattachés à cette nappe. Toutefois, les importants prélèvements du champ captant de Fleury, alimentant la Communauté d'agglomération de Poitiers, vont chercher l'eau de la nappe du Dogger.

Le piézomètre de l'Abbaye montre de bonnes corrélations avec la station de Vouneuil. Il a donc été introduit en entrée dans le modèle de la station de débit. La contribution de la nappe est relativement importante en basses eaux, très faible en revanche en hautes eaux par rapport aux autres composantes mis en évidence.

Le débit d'étiage « pseudo-naturel » (intègre les prélèvements AEP) restitué par le modèle pour une année quinquennale sèche reste bas ( $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ ), même si il a été réajusté à la hausse par rapport à la phase 1. Les débits d'alerte ( $0.198 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et de coupure ( $0.112 \text{ m}^3/\text{s}$ ), utilisés à défaut de mieux en référence, restent donc soit impossibles, soit difficiles à respecter en année sèche.

Les prélèvements agricoles restent modérés ( $1.5 \text{ Mm}^3$ ) par rapport aux prélèvements pour l'AEP, de l'ordre de  $5 \text{ Mm}^3$ . L'allure des chroniques et des courbes théoriques restituées par le modèle montre, qu'au printemps, le débit chute rapidement pour ensuite rester autour d'un palier qui perdure pendant l'été. Cette allure traduit le faible apport des nappes, apport en grande partie captée par la ponction régulière exercée pour l'AEP.

Si l'on compare au bassin précédent de l'Auxance, de superficie plus importante mais de contexte hydro-géologique similaire, le bassin de la Boivre apparaît particulièrement déficitaire. Le rapport des débits quinquennaux secs est supérieur à 3, ce qui est loin de refléter le rapport des surfaces. L'importante ponction pour l'Alimentation en Eau Potable (en particulier Fleury) explique de toute évidence ce déficit chronique en eau.

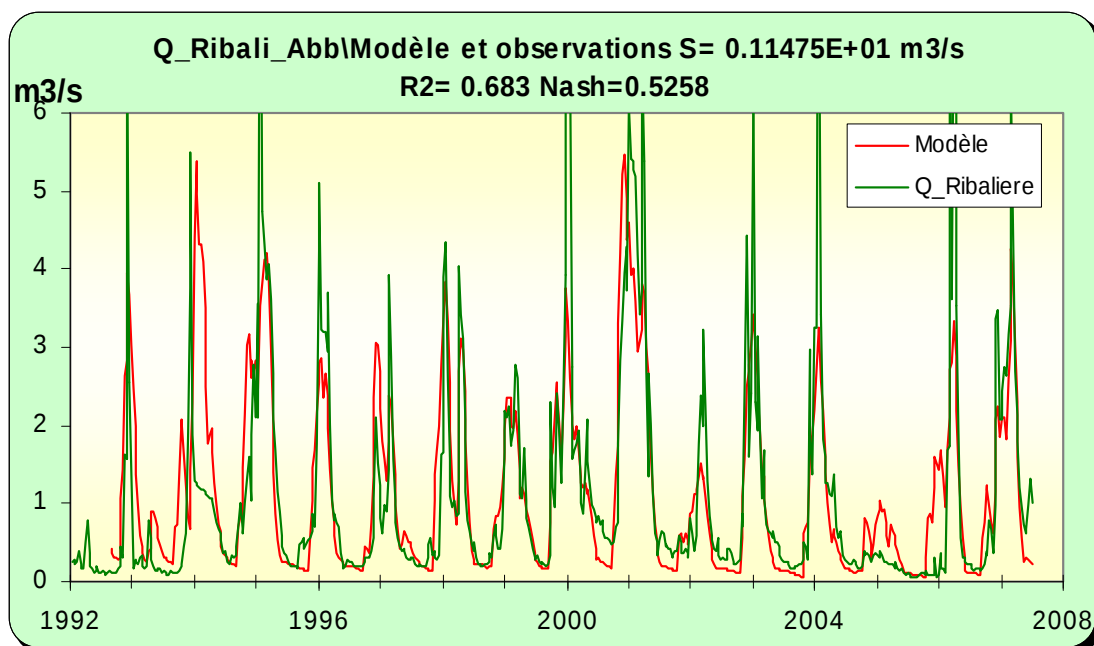


Illustration 204 : Modélisation de la station de Vouneuil : superposition du modèle sur la chronique.

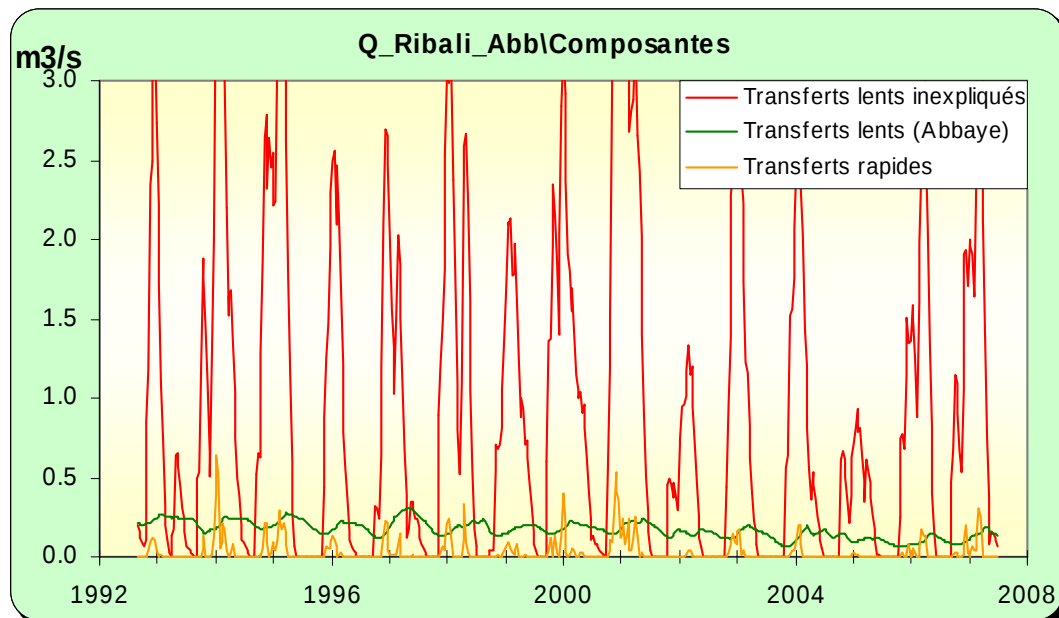


Illustration 205 : Modélisation de la station de Vouneuil, composantes du signal

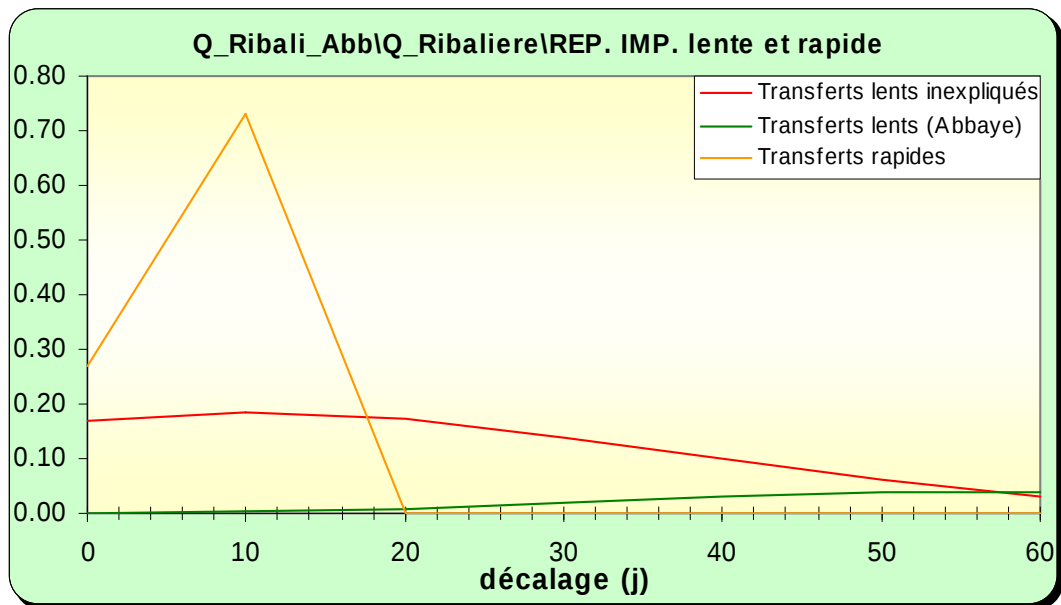


Illustration 206 : Modélisation de la station de Vouneuil, réponses impulsionnelles

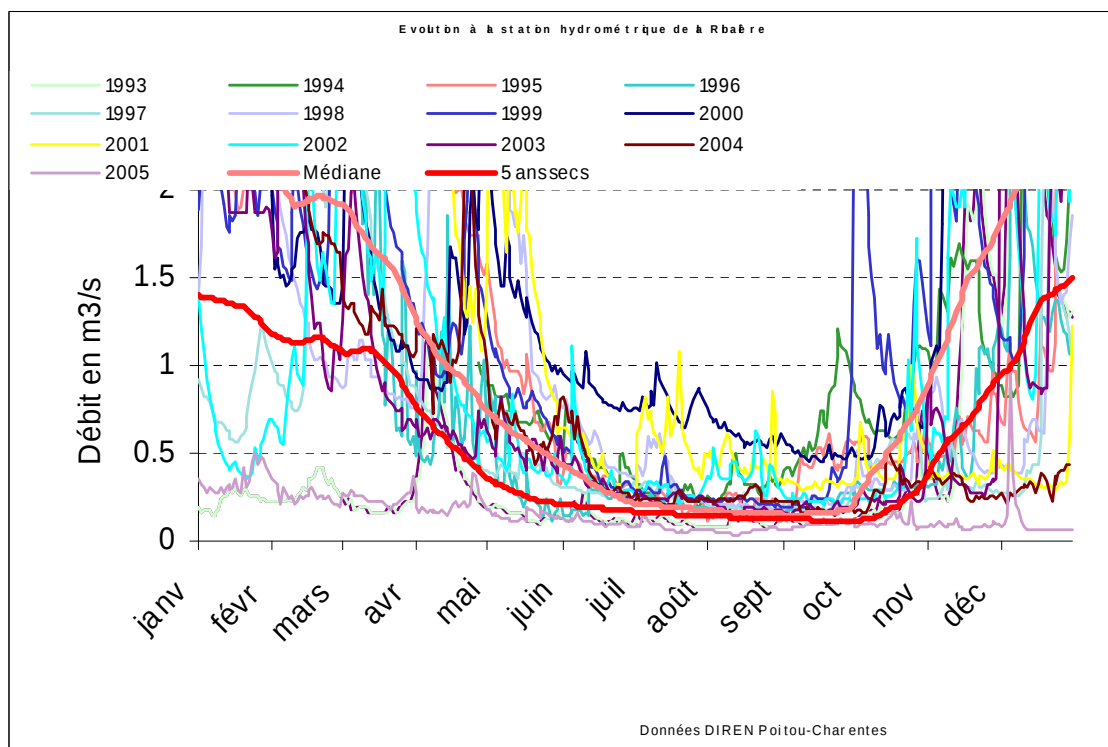


Illustration 207 : Utilisation du modèle de la station de Vouneuil en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### 3.5.4.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Ce bassin versant est particulièrement déficitaire comme le montre le calcul des volumes disponibles, en année quinquennale sèche, pour plusieurs débits d'objectif. Même si le recalage du modèle rapproche le débit d'étiage en année quinquennale sèche du débit de coupure, les conclusions de la précédente phase ne sont pas fondamentalement modifiées : ce bassin versant est très impacté par les prélèvements pour l'eau potable, ce qui le rend chroniquement déficitaire en eau pendant l'été.

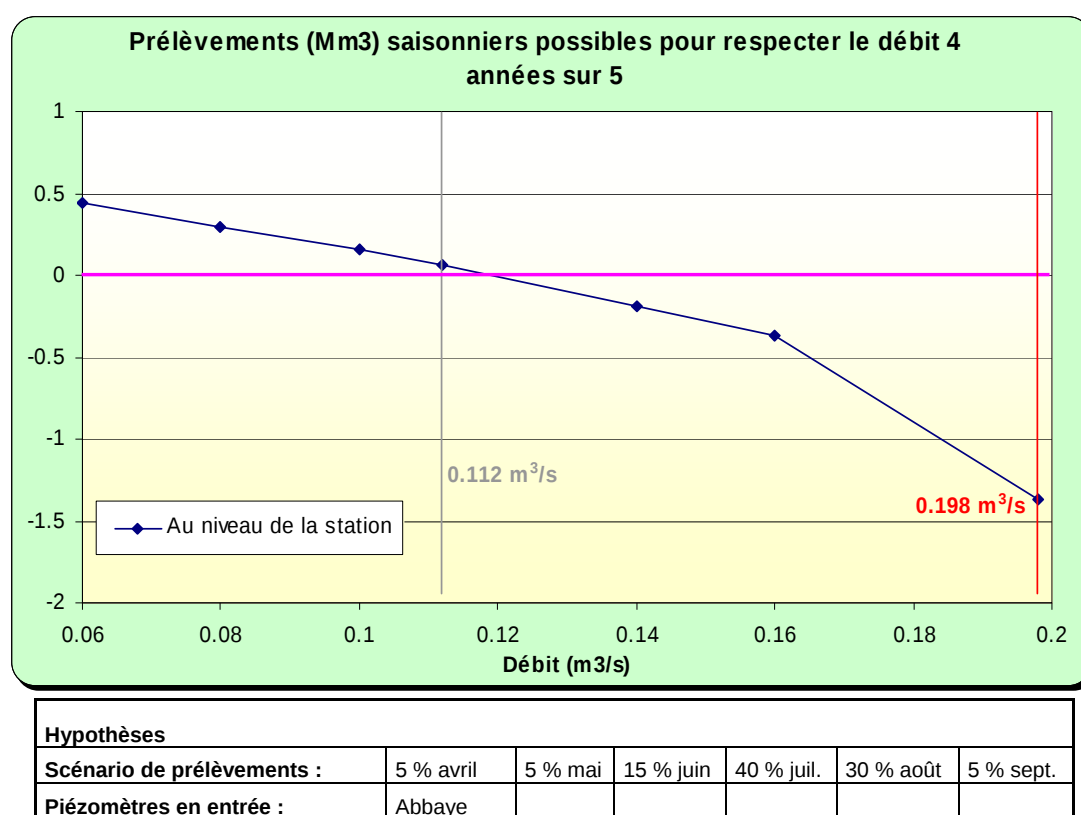
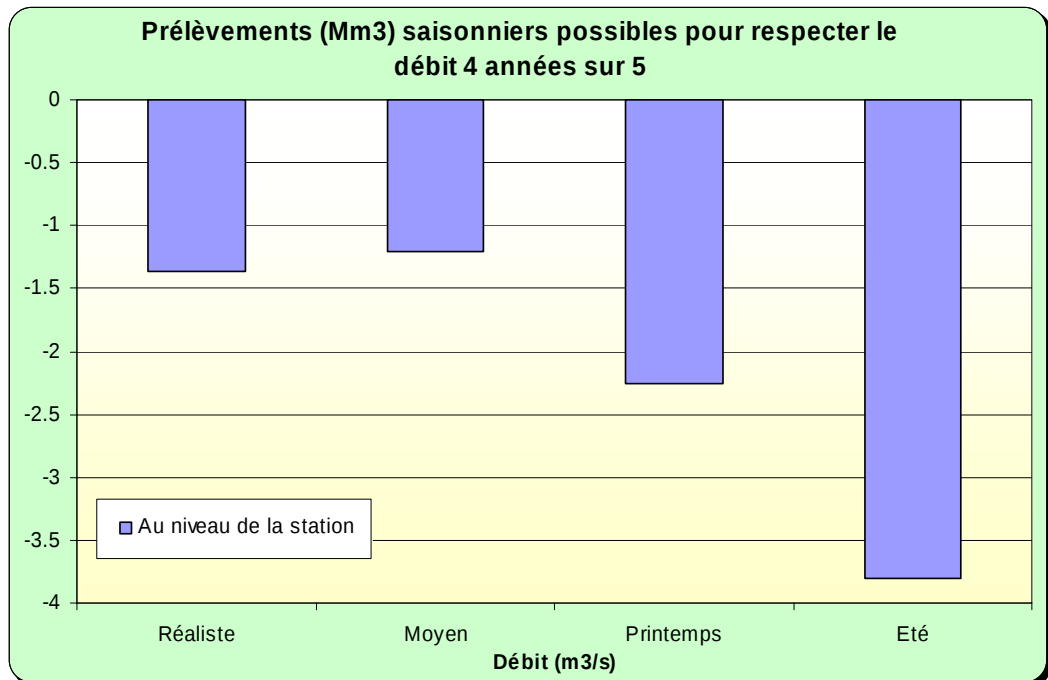


Illustration 208 : Zones de gestion de la Boivre : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs

### 3.5.4.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Le test de plusieurs scénarios montre que la disponibilité de la ressource est encore plus faible pour des prélèvements estivaux. Toutefois, à la différence du bassin versant de l'Auxance notamment, il en est aussi de même dans une moindre mesure pour les pompages au printemps. L'inertie plus importante de la nappe infra-toarcienne est vraisemblablement à l'origine de cette dichotomie.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 209 : Débits disponibles pour le respect du débit d'objectif de  $0.198 \text{ m}^3/\text{s}$  selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Boivre

### **Propositions pour la gestion**

Dans ce bassin versant, une bonne partie des prélèvements agricoles se fait dans la nappe de l'Infra-Toarcien. La nappe du Dogger en revanche est très ponctionnée par la galerie de Fleury pour l'alimentation en eau Potable. Cette ponction régulière, à hauteur de 5 Mm<sup>3</sup> par an, impacte significativement le débit de la Boivre. Cet impact se lit plus particulièrement à partir du printemps. Le modèle de la station de débit de Vouneuil intègre implicitement ces prélèvements.

Compte-tenu de la participation de la nappe infra-toarcienne au débit de la Boivre, facilitée par les nombreuses failles qui traversent ce bassin versant, il est proposé d'associer en gestion le piézomètre de l'Abbaye avec la station de Vouneuil.

La modélisation des 2 piézomètres disponibles à l'Infra-Toarcien a nécessité l'introduction d'une tendance à la baisse, tendance enlevée ensuite pour travailler avec le modèle en prévision. Il semblerait donc que la nappe infra-toarcienne soit dans ce bassin de la Boivre trop sollicitée et que son niveau baisse régulièrement. Cette baisse serait toutefois très faible sur l'Abbaye, nettement plus importante sur La Preille. Elle est vraisemblablement à mettre en relation avec la faible épaisseur du réservoir infra-toarcien dans ce secteur.

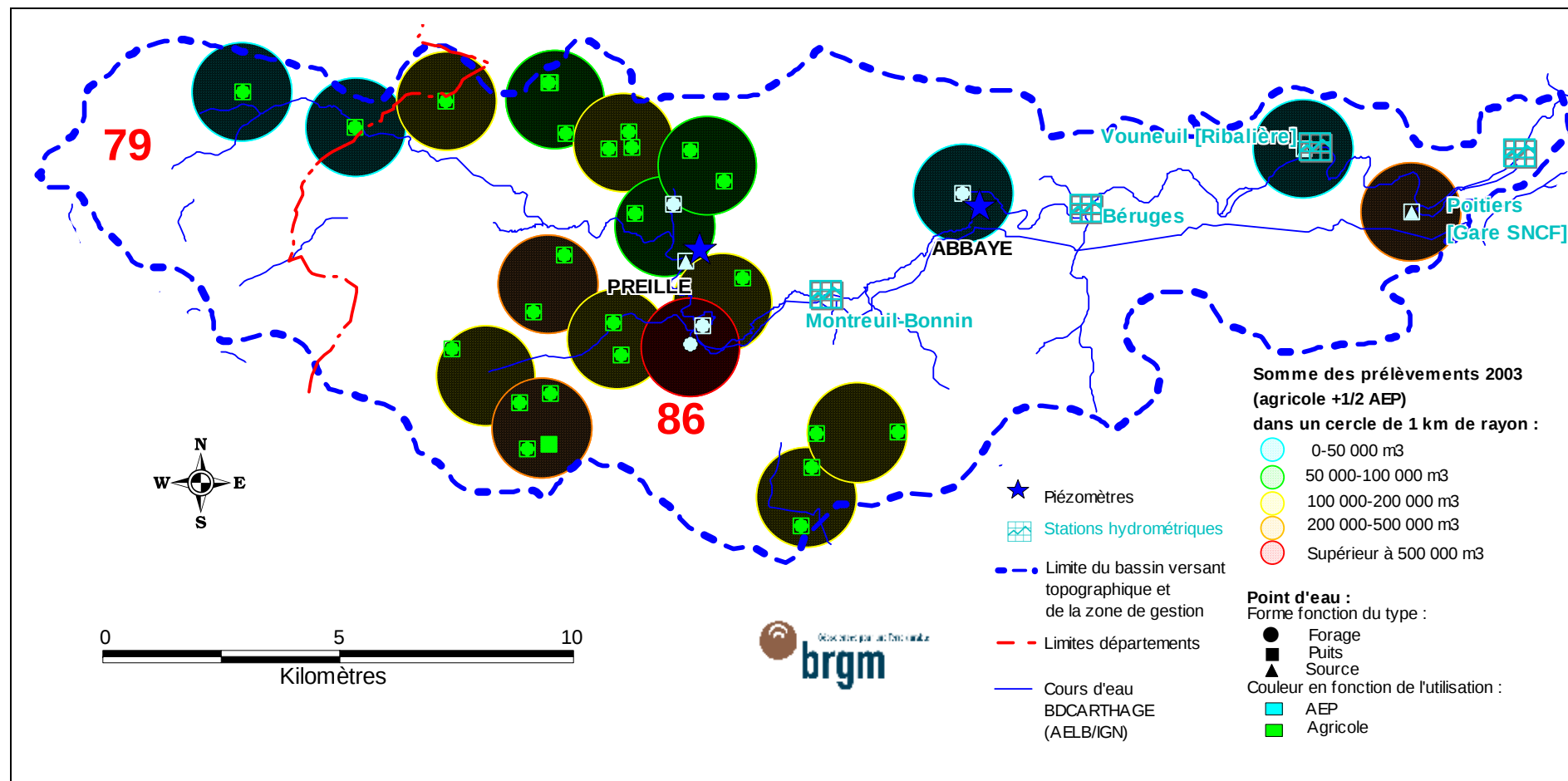


Illustration 210 : Extension de la zone de gestion de la Boivre, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.5.5 La zone de gestion de la Vonne**

#### **3.5.5.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre de Cagnoche [05896X0058] Dogger***

Ce piézomètre est situé dans le Dogger, en zone de crête, entre les bassins de la Boivre, de la Vonne et du Palais. Le Dogger est recouvert là d'importants niveaux d'altérites argilo-sableuses qui expliquent une certaine inertie du système aquifère.

La modélisation montre en effet uniquement des écoulements lents, avec un retour à l'état initial après une impulsion pluie, au bout de plus d'une année. La mise en charge est rapide, caractérisant plutôt un aquifère légèrement captif. La couverture sablo-argileuse introduit un effet retard dans l'alimentation de l'aquifère du Dogger. En 2005 la chronique n'enregistre pas de recharge (la chronique montre une courbe de vidange presque parfaite sur 2 ans) alors que le modèle réagit lui modérément à des pluies.

L'actualisation du modèle avec les données 2006/2007 n'apporte pas de précision au calage, bien au contraire. L'introduction de l'année 2005, particulièrement atypique dégrade ce dernier. Il a donc été choisi de calculer la fonction de transfert sur la période 1999/2005 (Illustration 211).

La superposition des courbes théoriques "5 ans sec" et médiane sur les chroniques annuelles de mesures montre l'intérêt de ce piézomètre en gestion : il n'est pas impacté par les prélèvements, car situé en zone de crête, et présente des évolutions piézométriques dépendantes de la climatologie. Les courbes calculées par le modèle apparaissent en cohérence avec les mesures de terrain.

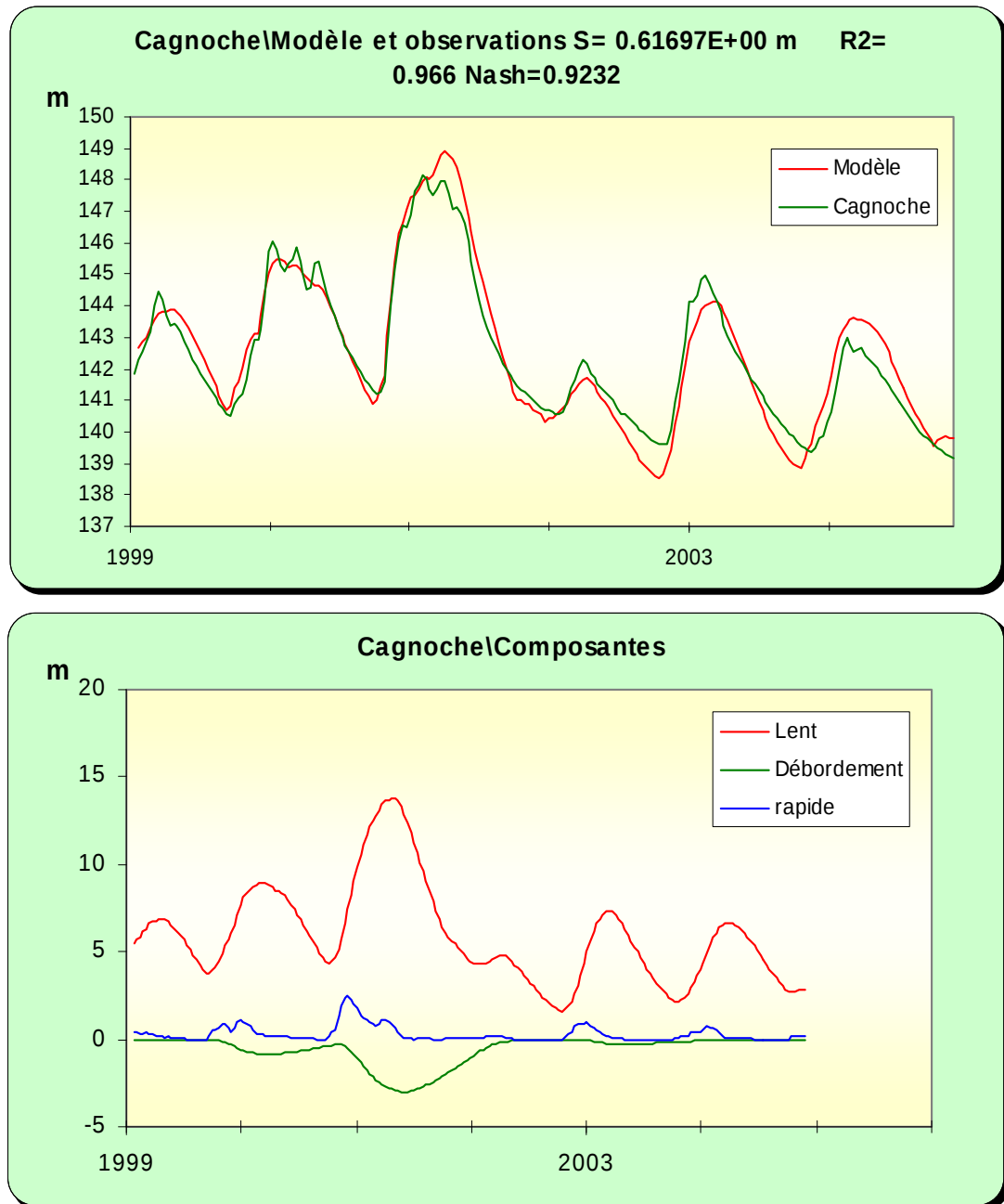


Illustration 211 : Modélisation du piézomètre de Cagnoche, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

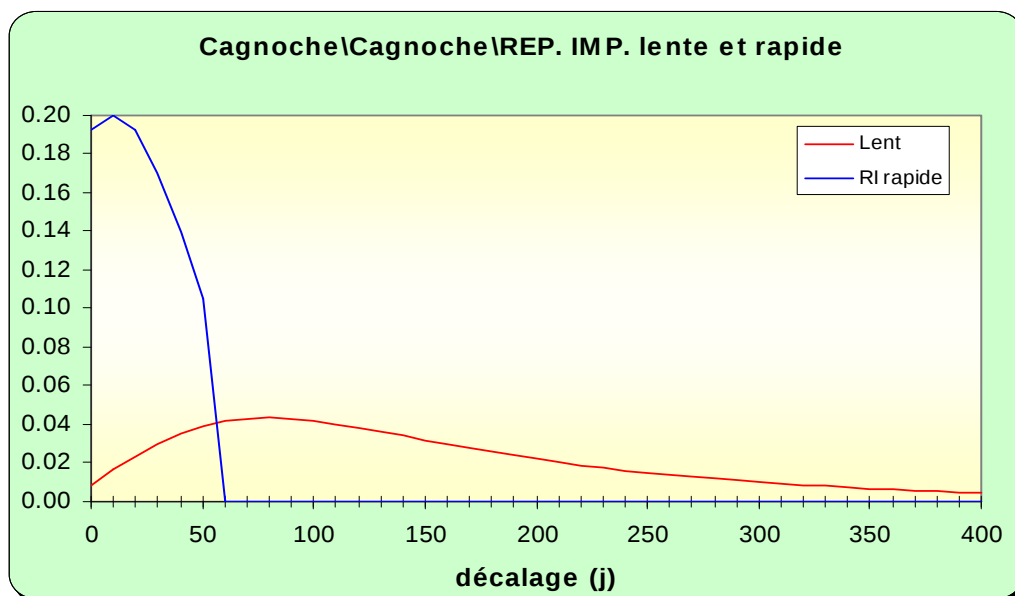


Illustration 212 : Modélisation du piézomètre de Cagnoche analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

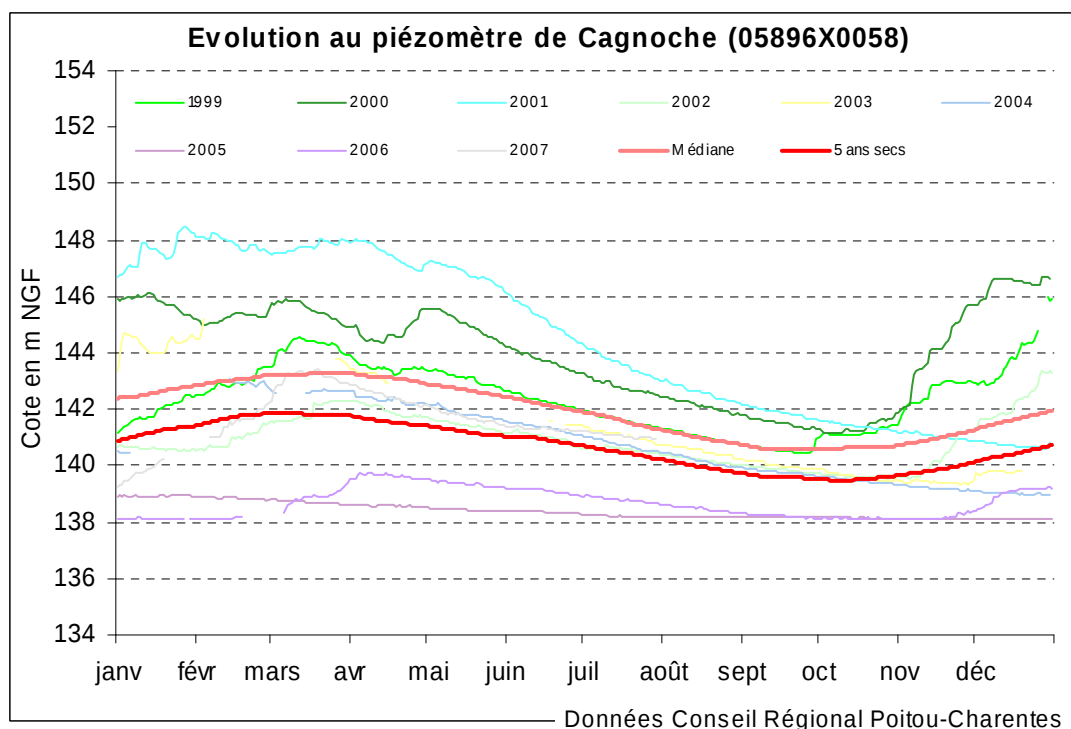


Illustration 213 : Utilisation du modèle du piézomètre de Cagnoche en prévision (sans la tendance): superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Choué [06123X0044] Infra-Toarcien**

Bien que présenté ci-dessous, le modèle de la station piézométrique de Choué présente un calage médiocre sur la chronique de mesures. Il montrerait toutefois une inertie assez importante de la nappe de l'infra-Toarcien avec un pic impulsif de la composante lente au bout d'environ 3 mois et un retour à l'état initial au bout de 500 jours.

Ce piézomètre de 62 m de profondeur capte les calcaires dolomitiques du Lias d'une vingtaine de mètres d'épaisseur. Situé en rive droite de la Vonne, sur le versant opposé à Cagnoche, ce piézomètre est sur une zone de failles qui peuvent mettre en contact direct la nappe de l'Infra-Toarcien avec celle du Dogger. Cette situation explique peut être un comportement assez atypique, faisant intervenir plusieurs phénomènes, difficilement reproductible en modélisation.

L'autre piézomètre à l'Infra-Toarcien du bassin versant de la Vonne, celui de Marigny, n'est plus utilisé depuis 2001.

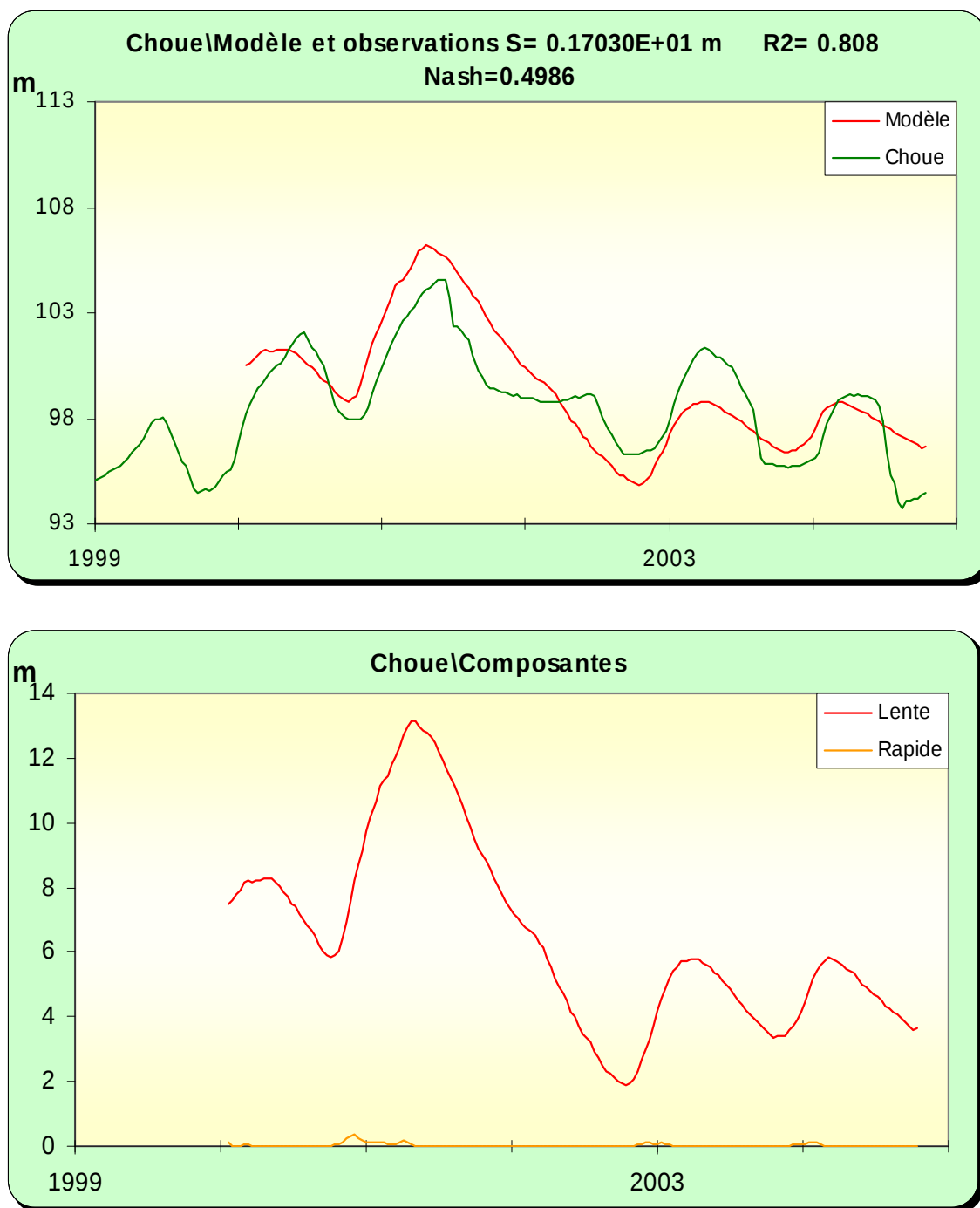


Illustration 214 : Modélisation du piézomètre de Choué, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

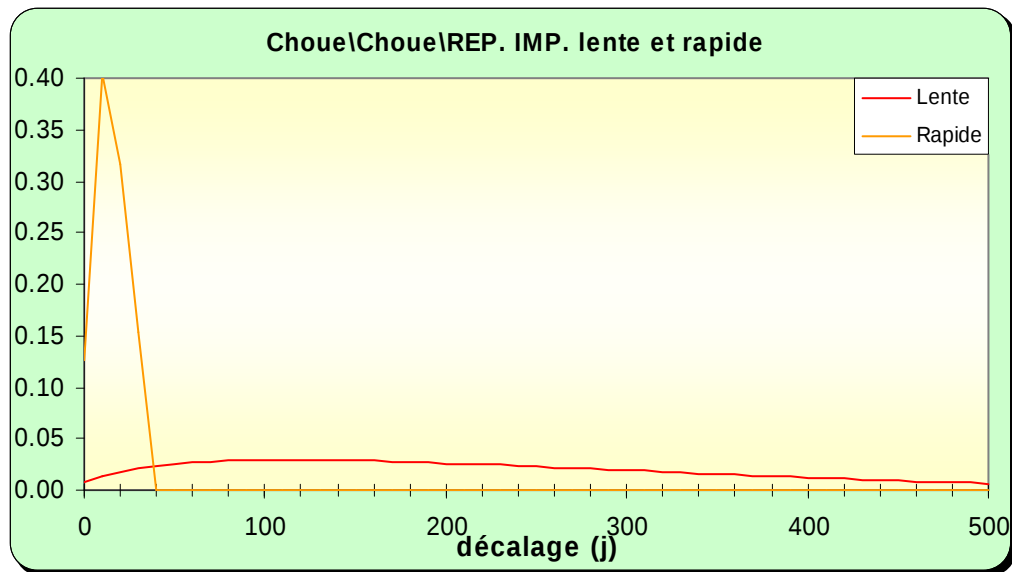


Illustration 215 : Modélisation du piézomètre de Choué, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

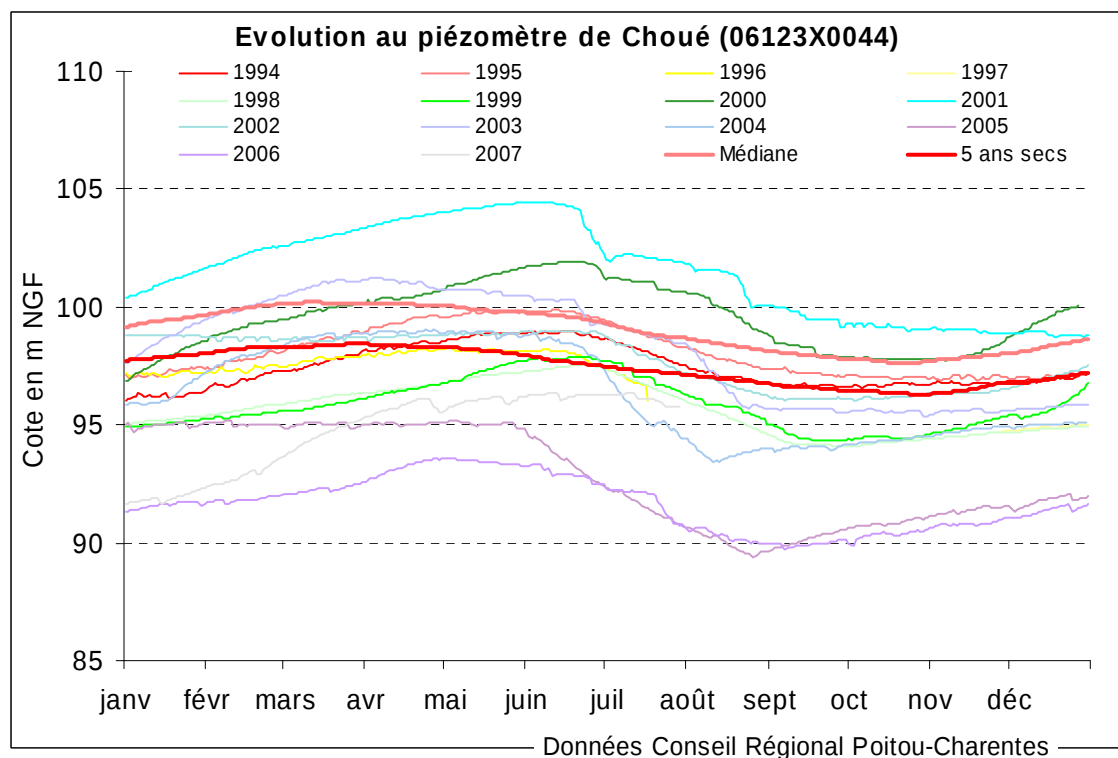


Illustration 216 : Utilisation du modèle du piézomètre de Choué en prévision: superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **3.5.5.2 Modélisation de la station de débit de Cloué**

Le bassin versant de la Vonne est mixte avec à peu près le tiers de son bassin versant amont qui draine des zones de socle, où le ruissellement est prépondérant, et les deux tiers restants qui correspondent aux plateaux calcaires de Dogger. Dans cette partie aval la Vonne coule principalement sur les marnes du Toarcien et de l'Aalénien. Elle entaille assez profondément le plateau calcaire.

Les piézométries des nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien, la géologie et même la topographie conduisent à amputer son bassin versant topographique d'une partie importante, dans le secteur de Rouillé, qui est à rattacher au bassin hydrogéologique de Pamproux et donc de la Sèvre Niortaise.

La modélisation de la chronique de débit de la station de Cloué, située tout à fait à l'aval du bassin versant, a été entreprise en utilisant en entrée le piézomètre de Cagnoche.

Bien que significative en basses eaux la participation de la nappe du Dogger (représentée par le piézomètre de Cagnoche) est relativement faible par rapport aux composantes lente et rapide inexploitées.

Le débit d'étiage en année quinquennale sèche donnée par le modèle a été ramené à  $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$  (au lieu de  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$  trouvé en phase 1). Toutefois cela ne modifie en rien les conclusions faites initialement dans le premier rapport. La superposition des courbes théoriques sur la chronique de mesures montre que le débit de la rivière est très impacté par les prélèvements à partir du mois de juin. Ceux-ci s'élèvent en moyenne à  $1,2 \text{ Mm}^3$  pour l'agriculture et à  $2.8 \text{ Mm}^3$  pour l'AEP.

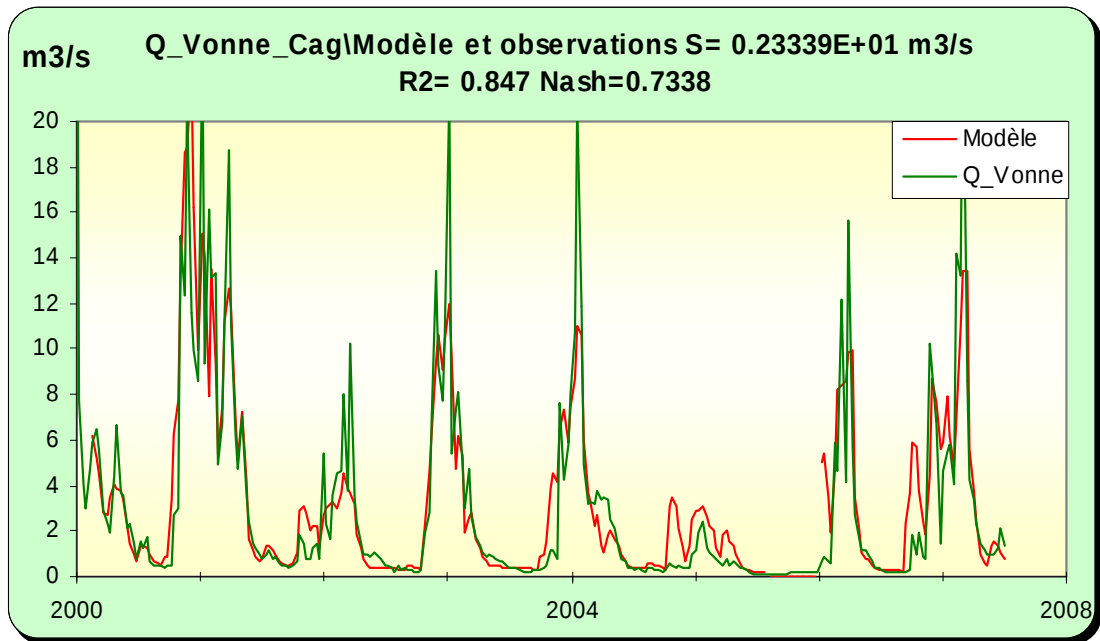


Illustration 217 : Modélisation de la station de Cloué : superposition du modèle sur la chronique.

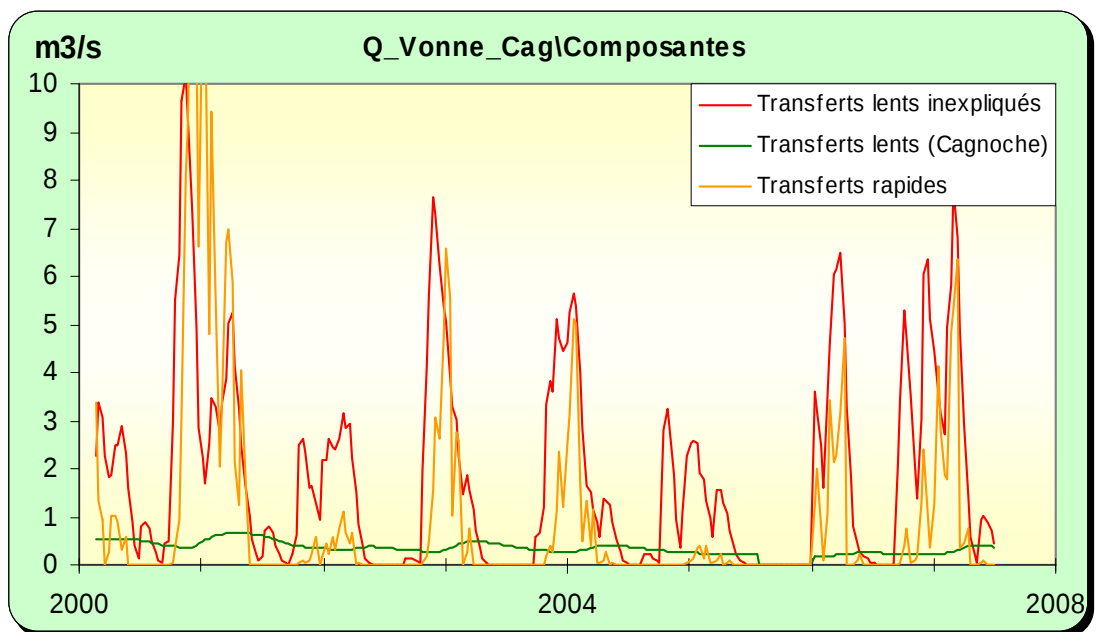


Illustration 218 : Modélisation de la station de Cloué, composantes du signal

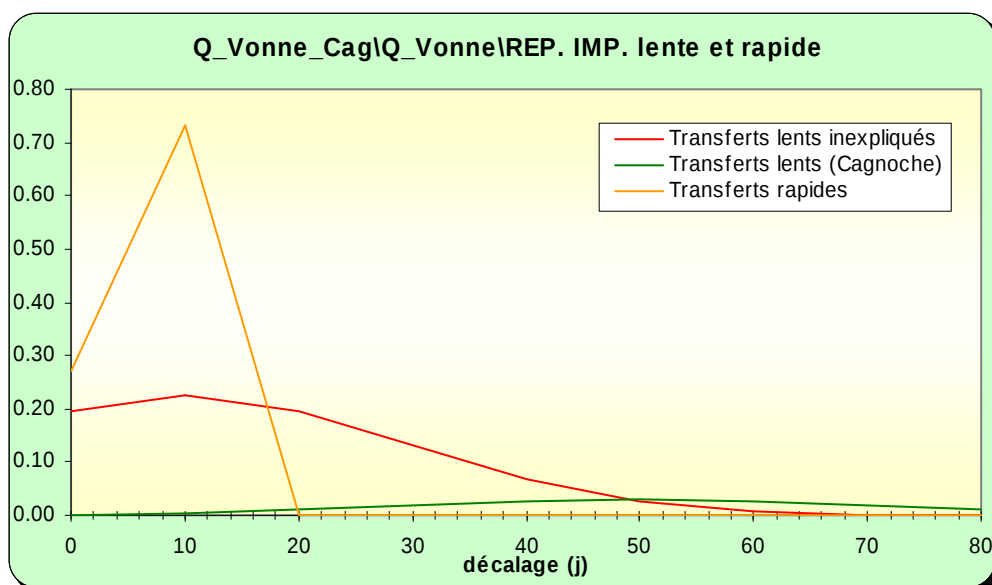


Illustration 219 : Modélisation de la station de Cloué, réponses impulsionnelles

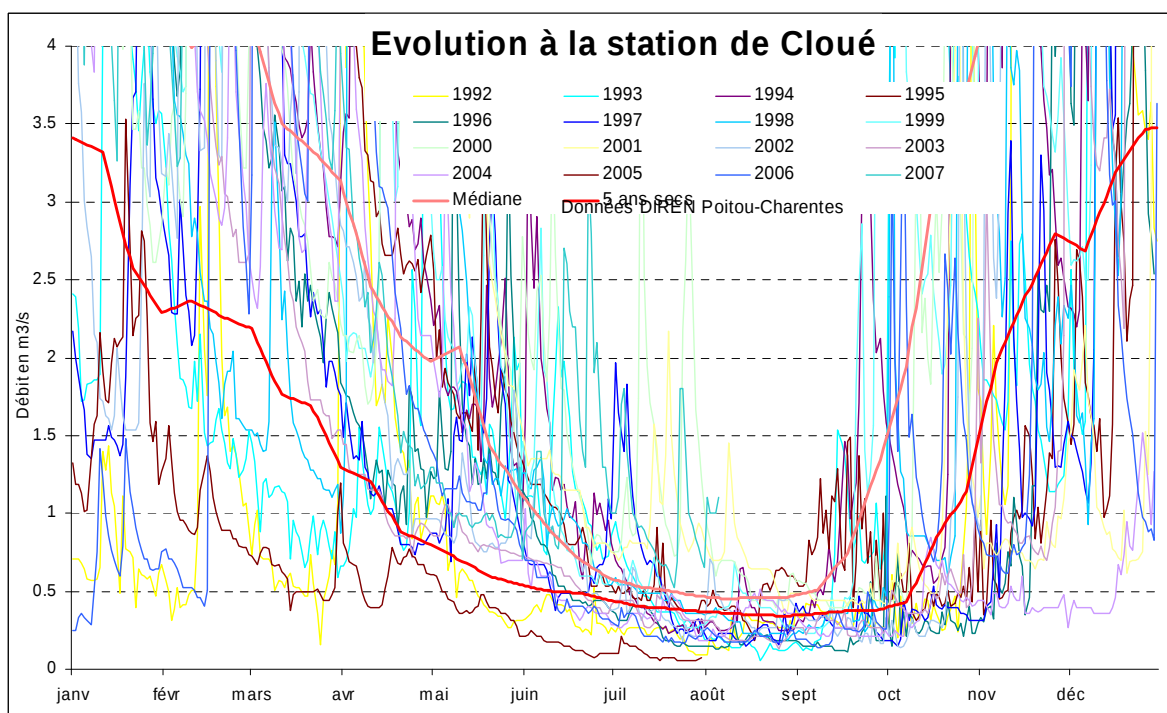


Illustration 220 : Utilisation du modèle de la station de Cloué en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.5.5.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Le débit d'alerte est fixé à 0.3 m<sup>3</sup>/s à la station de Cloué et le débit de coupure à 0.17 m<sup>3</sup>/s. Au regard des graphes précédents, le seuil d'alerte n'est que rarement respecté.

Selon le calcul des volumes disponibles pour plusieurs objectifs de débit, le respect du DSA en année quinquennale sèche permettrait de l'ordre de 0.7 Mm<sup>3</sup> de prélèvements en nappe en considérant le scénario de pompages au-dessous du graphe (Illustration 221). D'une manière générale la courbe montre que les disponibilités de la ressource souterraine sont faibles pour maintenir un débit significatif à Cloué pendant l'été. Du fait qu'une grande partie de son bassin versant est occupée par du socle, bassin versant par ailleurs amputé d'une partie de son extension, les stocks souterrains sont faibles et les débits d'étiages sont naturellement bas.

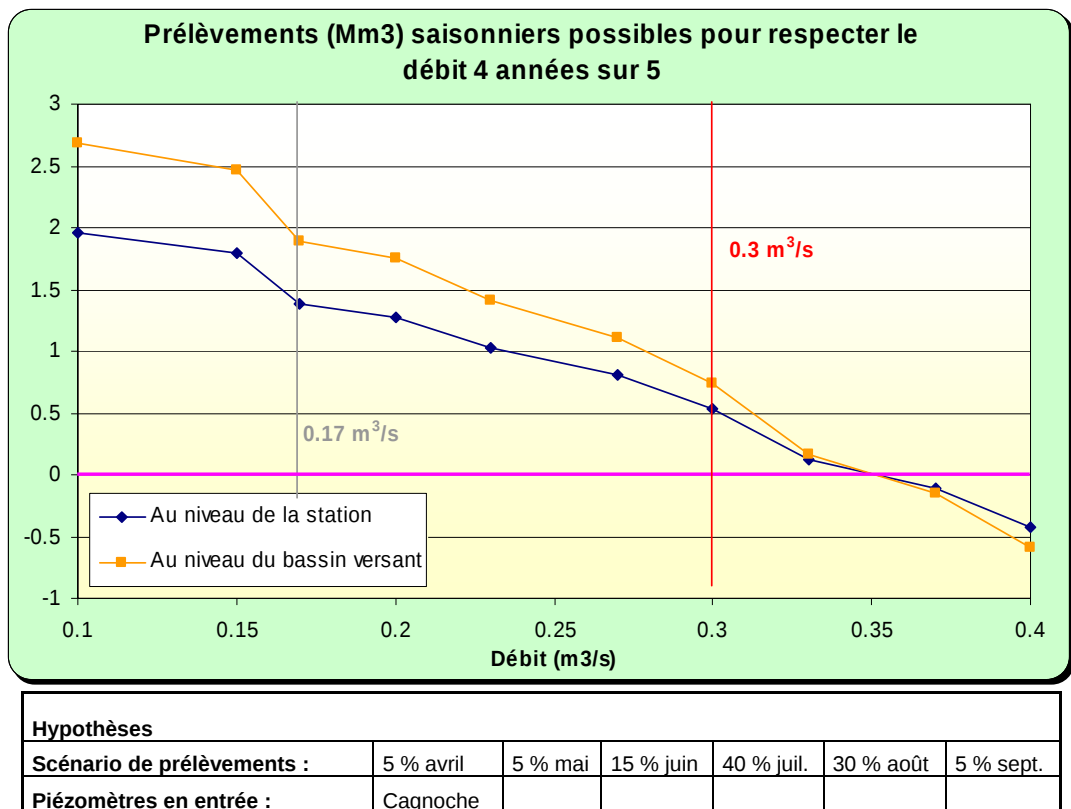
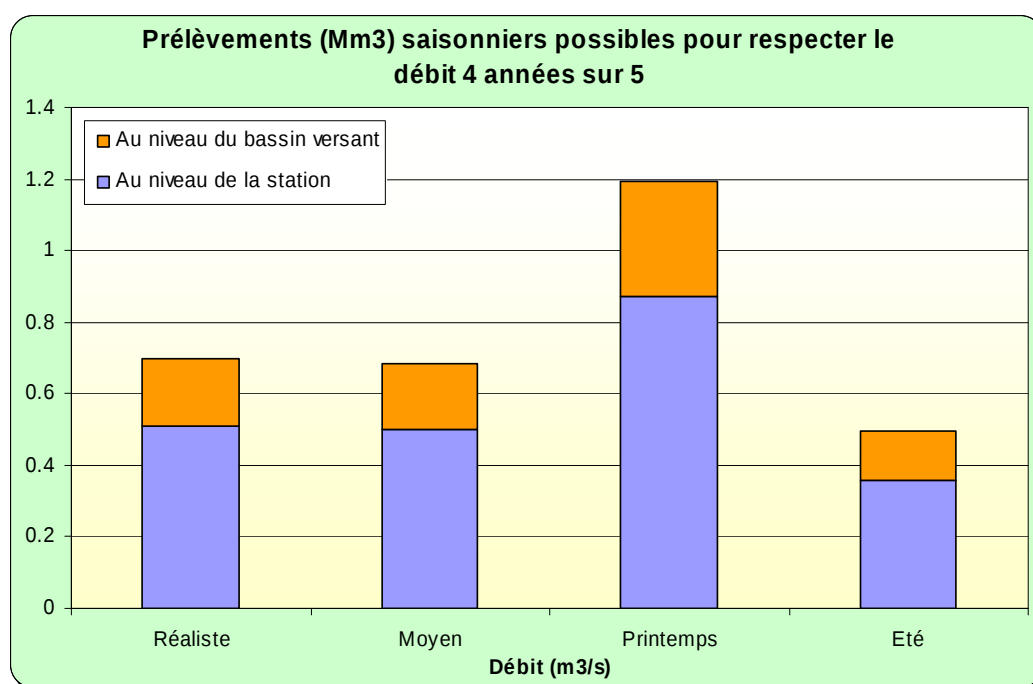


Illustration 221 : Zones de gestion de la Vonne : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs

### 3.5.5.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Il découle du test de plusieurs scénarios de prélèvements que la disponibilité de la ressource (en année quinquennale sèche et pour respecter le débit de  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ) est bien plus importante pour des pompages au printemps que pendant l'été. Le rapport est pratiquement de 1 à 3.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 222 : Débits disponibles pour le respect du DSA ( $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ) selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Vonne

### **Propositions pour la gestion**

La zone de gestion de ce bassin versant fait référence à l'extension du bassin hydrogéologique, assez différent dans l'état actuel des connaissances du bassin topographique (du moins selon le référentiel BDCARTHAGE). Une partie non négligeable de ce bassin correspondant à du socle avec des ruissellements prépondérants, le débit de la Vonne à Cloué est assez réactif aux pluies et relativement peu soutenu par les nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien en été.

La modélisation conduit à des disponibilités faibles pour des prélèvements agricoles, sur la base d'une année quinquennale sèche et pour respecter le débit d'alerte. La fixation de ce dernier ainsi que celle du débit de coupure apparaissent toutefois cohérents tout en permettant un certain niveau de prélèvements.

Les prélèvements en nappe se font à la fois dans la nappe du Dogger et dans celle de l'Infra-Toarcien. Le piézomètre de Cagnoche donne une bonne image de l'état des ressources de la nappe du Dogger dans son secteur. Il est peu impacté par des phénomènes parasitant les chroniques comme les pompages, les débordements ou les seuils bas.

En revanche, le piézomètre de Choué montre des chroniques assez atypiques difficiles à reproduire par le logiciel TEMPO.

Compte tenu de la présence de plusieurs failles pouvant mettre en contact les deux nappes dans ce bassin versant, il est proposé une gestion de celles-ci en combinant des seuils sur le piézomètre de Cagnoche et des objectifs de débits à Cloué. L'abandon de la distinction actuelle entre les gestions de la nappe du Dogger et de l'Infra-Toarcien est donc proposé.

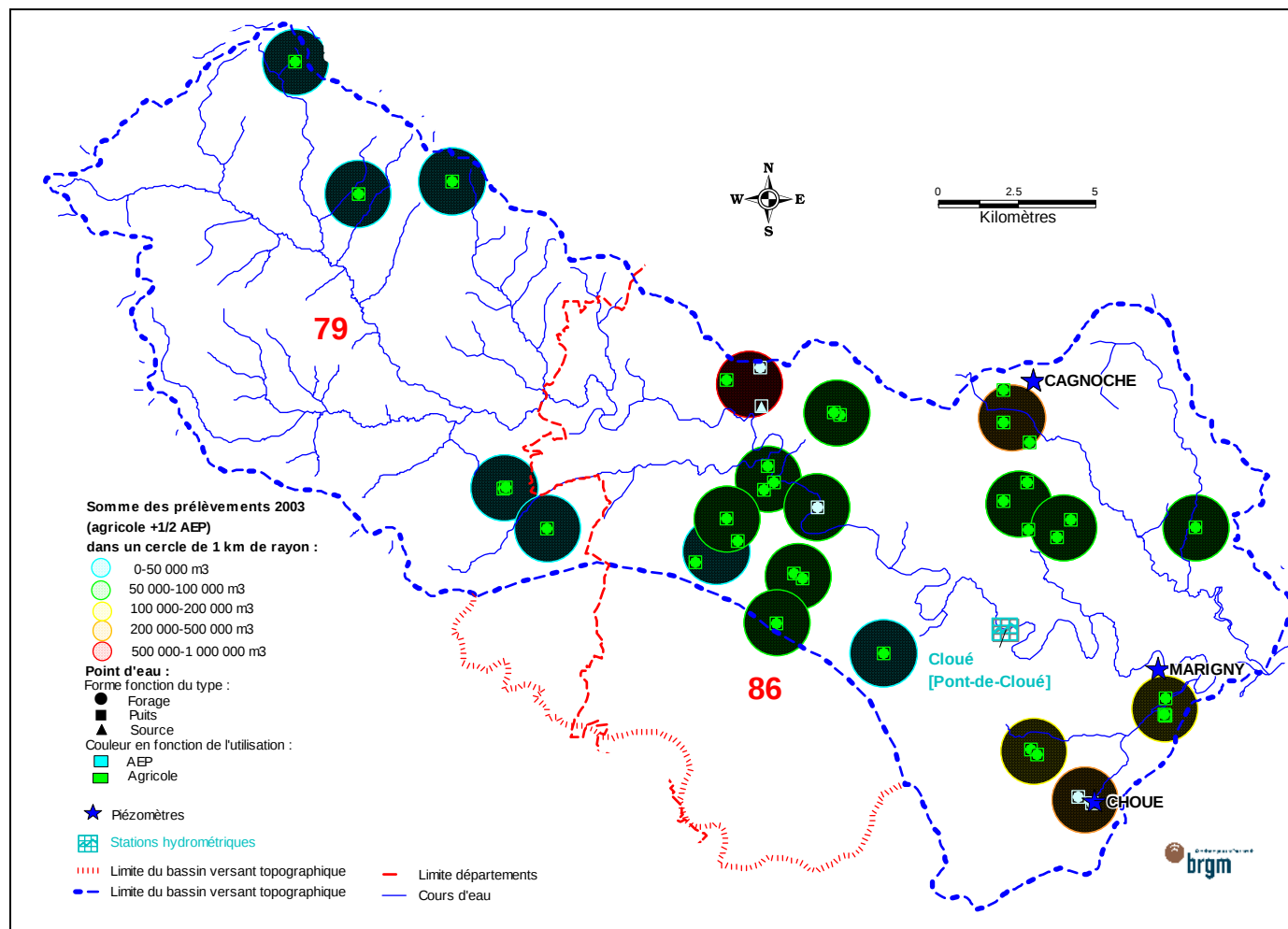


Illustration 223 : Extension de la zone de gestion de la Vonne, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.5.6 La zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure**

#### **3.5.6.1 Analyse des piézomètres**

##### ***Piézomètre de Couhé1 [06126X0078] Dogger***

Le piézomètre de Couhé1, qui capte la nappe du Dogger avec 10 m de profondeur, est situé dans la vallée de la Dive, entre Couhé et Rom.

En hautes eaux le seuil de débordement autour de 111 m NGF est proche de la cote de la rivière à proximité.

Le calage a été sensiblement amélioré par rapport à la phase 1 grâce à l'introduction et au paramétrage d'une fonction pompage. La superposition du modèle sur la chronique est tout à fait satisfaisante.

Ce piézomètre apparaît toutefois très contraint : débordement l'hiver, impact des pompages l'été.

La composante lente est nettement prépondérante sur la composante rapide. L'analyse impulsionnelle montre une composante lente très plate avec un maximum au bout du mois.

La courbe "5 ans sec" donne un débit d'étiage « naturel » un peu supérieur à 109 m NGF.

La superposition des courbes théoriques sur l'historique de la chronique de Couhé1 montre un décalage assez net à la fin du printemps et au début de l'été. L'historique des mesures de niveaux permet d'identifier un palier vers 110 m NGF autour duquel le niveau de la nappe du Dogger se stabilise en général jusqu'aux mois de juillet/août. Ce palier, souligné par le décalage avec le modèle, pourrait s'expliquer par le soutien de la nappe par la rivière (il conviendrait de vérifier les cotes par des nivellements). Dès que la rivière ne peut plus soutenir la nappe, le niveau piézométrique s'effondre. Le même phénomène de soutien par la rivière pourrait aussi expliquer les cotes de nappe « anormalement » hautes pour le modèle les années particulièrement sèches (2002 et 2005).

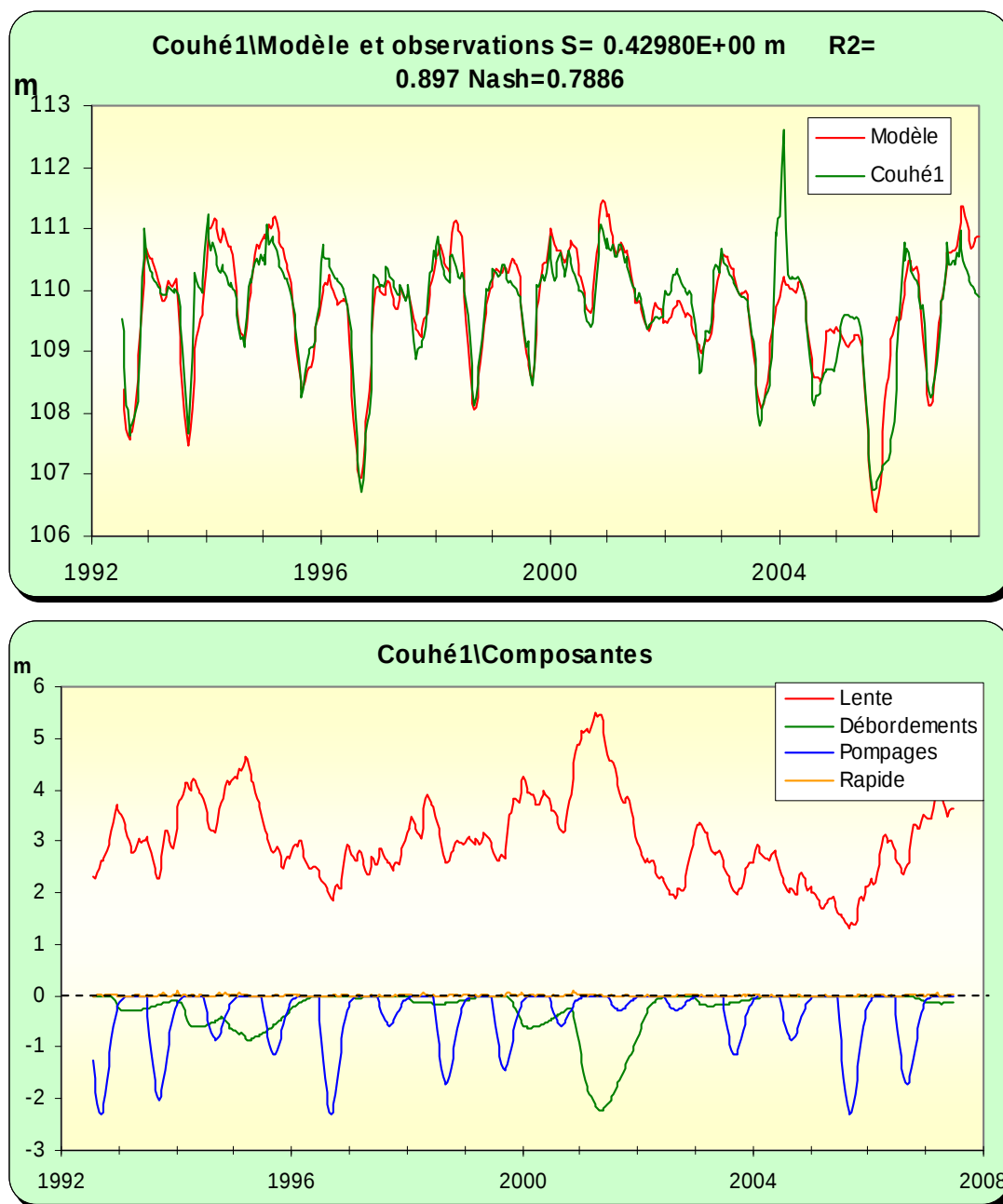


Illustration 224 : Modélisation du piézomètre de Couhé1, *en haut* : superposition du modèle sur la chronique, *en bas* : les différentes composantes

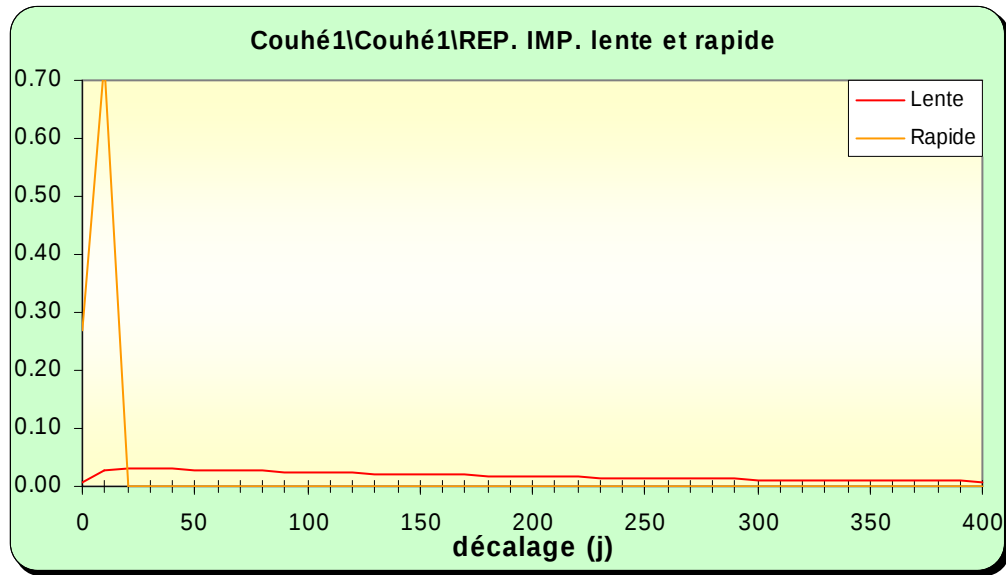


Illustration 225 : Modélisation du piézomètre de Couhé1 analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

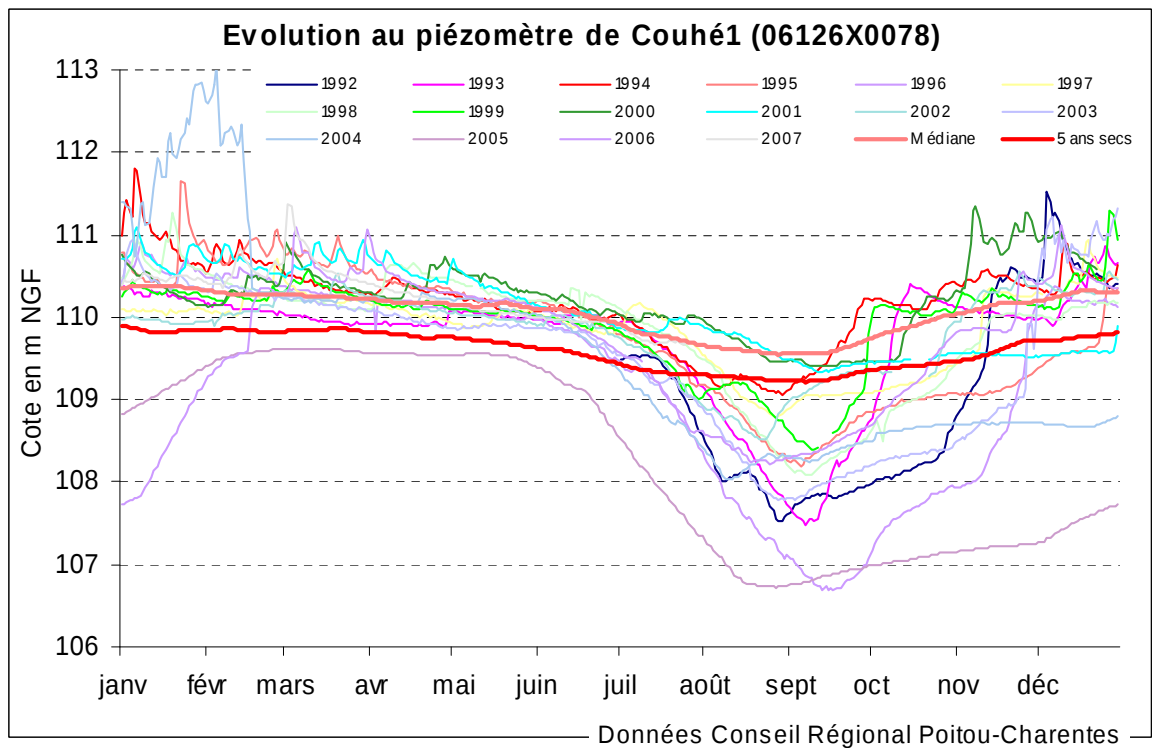


Illustration 226 : Utilisation du modèle du piézomètre de Couhé1e en: superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Couhé2 [06126X0052] Infra-Toarcien**

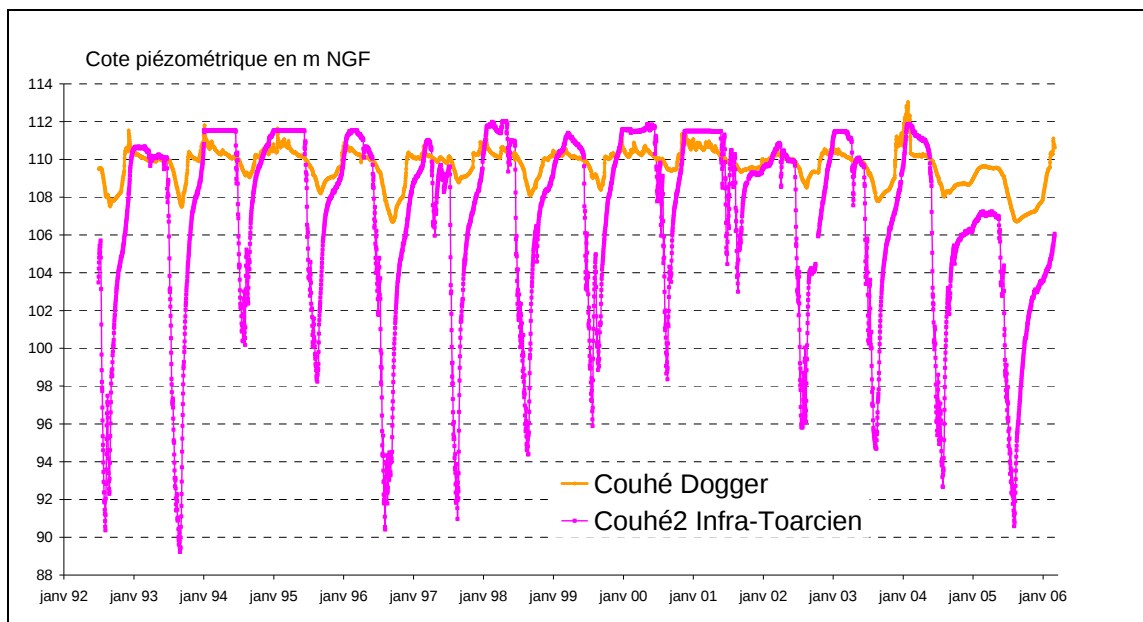
Avec 113.5 m de profondeur ce piézomètre capte la nappe de l'Infra-Toarcien au même endroit que le piézomètre précédent de Couhé1.

La superposition des graphes des 2 piézomètres (Illustration 226) souligne l'importance de l'impact des pompages qui se marque nettement sur la chronique de l'Infra-Toarcien (Couhé2). En hautes eaux, l'Infra-Toarcien se trouverait légèrement en charge au-dessus du Dogger ; en basses eaux, l'Infra-Toarcien est très déprimé par rapport au niveau du Dogger. A contrario, le parallélisme des cycles annuels suggère l'existence de relations latéralement entre les 2 nappes par le biais de la fracturation. La comparaison de ces 2 graphes souligne aussi, au niveau des ouvrages, une certaine déconnexion des 2 aquifères par les niveaux marneux du Toarcien.

La chronique de l'Infra-Toarcien (Couhé2) présente un niveau de débordement très net, proche de celui noté pour le Dogger, correspondant aussi à la cote du sol au niveau de l'ouvrage. En période de basses eaux, les niveaux des deux nappes se trouvent nettement inférieurs aux cotes de la rivière.

L'introduction d'une fonction pompage a aussi nettement amélioré la précision du calage. L'historique de ces pompages serait assez différent sur les 2 piézomètres, soulignant la déconnection des 2 nappes au droit des ouvrages. Les pompages à l'Infra-Toarcien influençant le piézomètre seraient plus réguliers que ceux dans la nappe du Dogger.

L'analyse de la composante lente montre une inertie importante de la nappe avec visualisation de cycles pluri-annuels qui seraient masqués par les débordements et les pompages.



*Illustration 227 : Comparaison des chroniques de Couhé1 et de Couhé2*

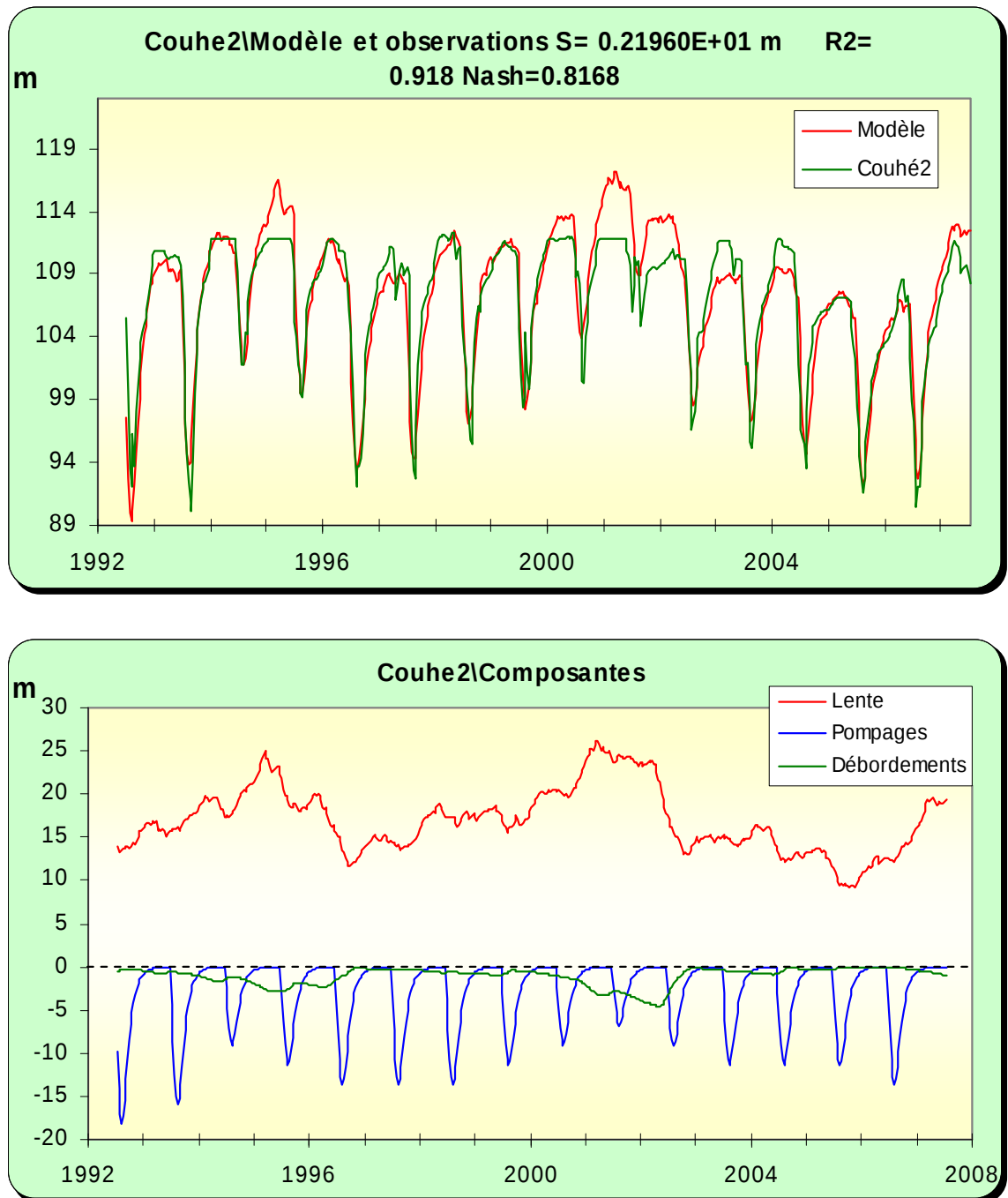


Illustration 228 : Modélisation du piézomètre de Couhé2, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

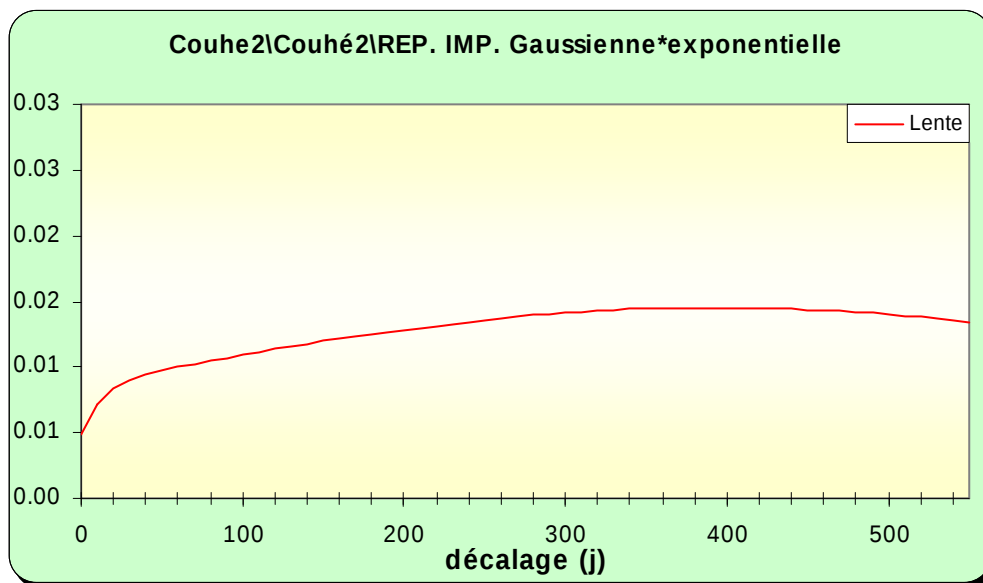


Illustration 229 : Modélisation du piézomètre de Couhé2, analyse impulsionnelle de la composante lente

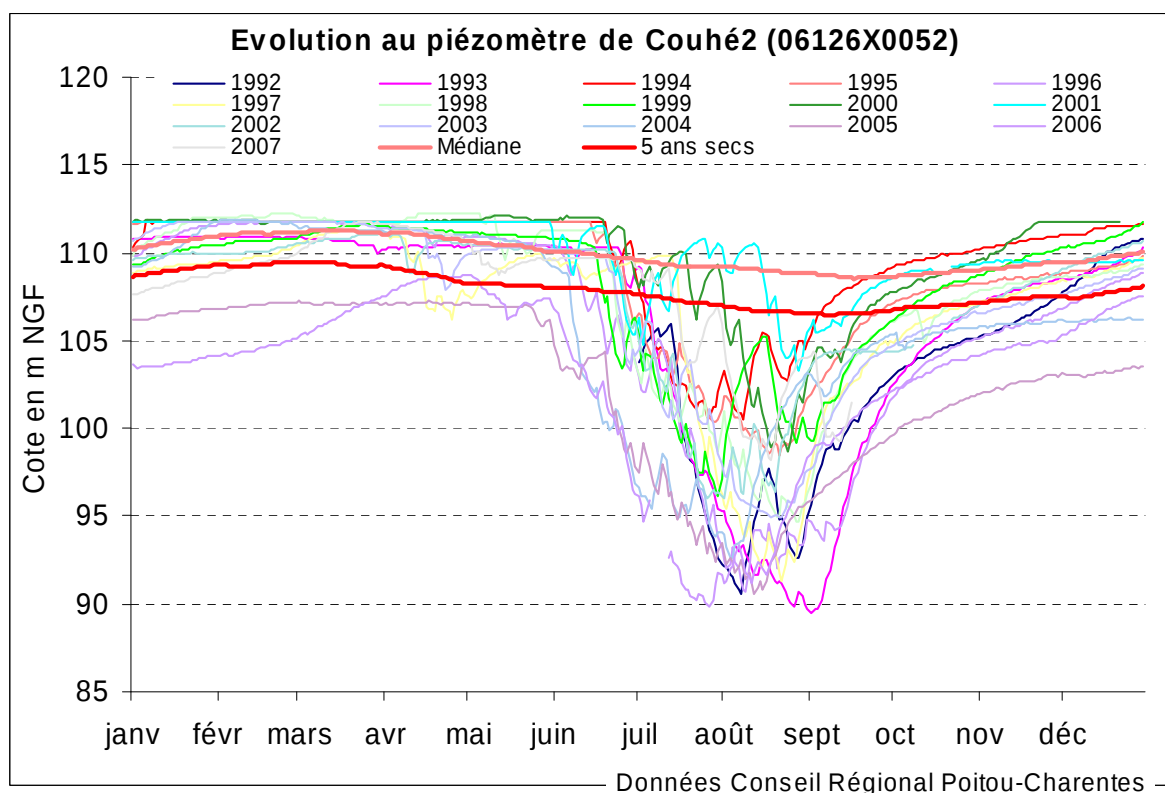


Illustration 230 : Utilisation du modèle du piézomètre de Couhé2 en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **3.5.6.2 Modélisation de la station de débit de Voulon**

Les deux piézomètres précédents ont été utilisés en entrée pour modéliser la chronique de mesures de débits de la station de Voulon, située tout à fait à l'aval du bassin de la Dive du Sud (ou de Couhé), près de la confluence avec le Clain.

Le calage des modèles est tout à fait satisfaisant tant avec Couhé1 en entrée qu'avec Couhé2. La comparaison des résultats de ces modélisations montre toutefois que la participation de la nappe du Dogger au débit de la rivière (à Voulon) serait supérieure à celle de la nappe de l'Infra-Toarcien. La contribution des deux nappes est prépondérante en été par rapport aux ruissellements et circulations karstiques rapides.

A Voulon le Débit Seuil d'Alerte a été fixé à  $0.24 \text{ m}^3/\text{s}$  et le Débit de Coupure à  $0.136$ . Le modèle donne un débit d'été en année quinquennale sèche de l'ordre de  $0.26 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui est proche du DSA.

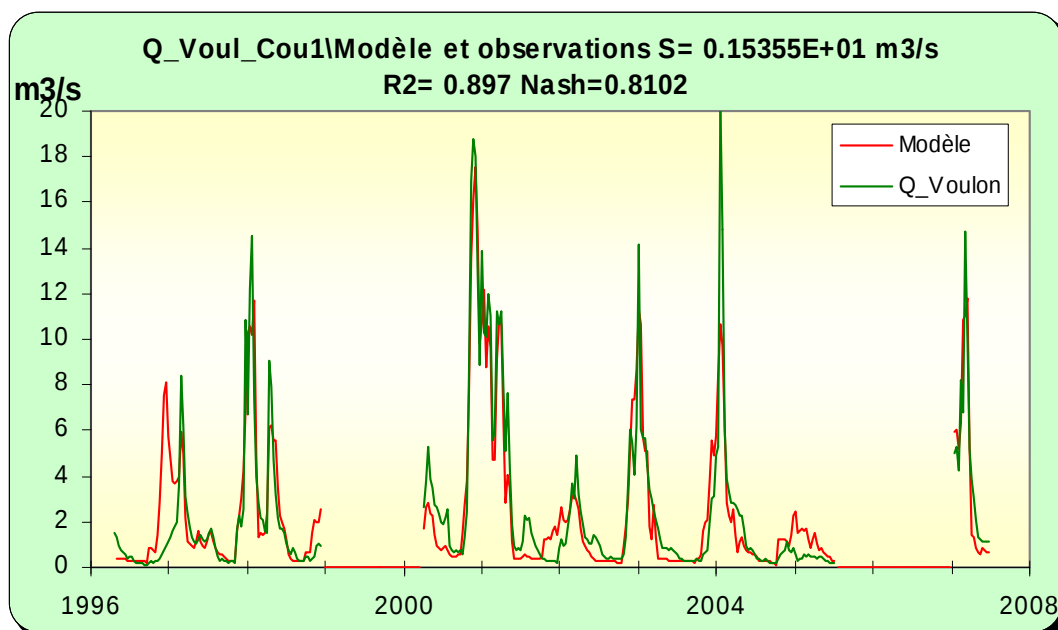


Illustration 231 : Modélisation de la station de Voulon : superposition du modèle sur la chronique.

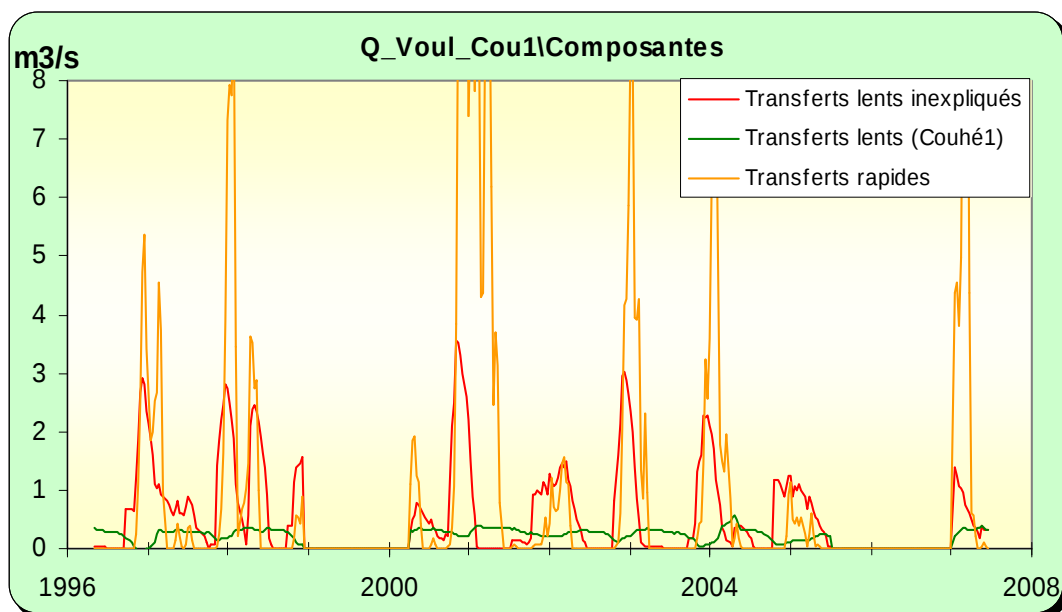


Illustration 232 : Modélisation de la station de Voulon, composantes du signal

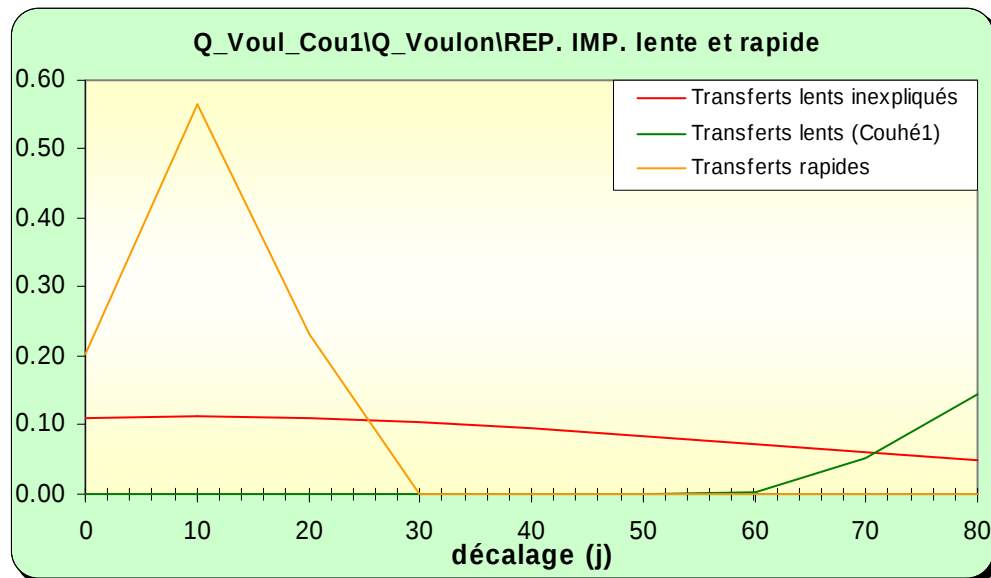


Illustration 233 : Modélisation de la station de Voulon, réponses impulsionnelles

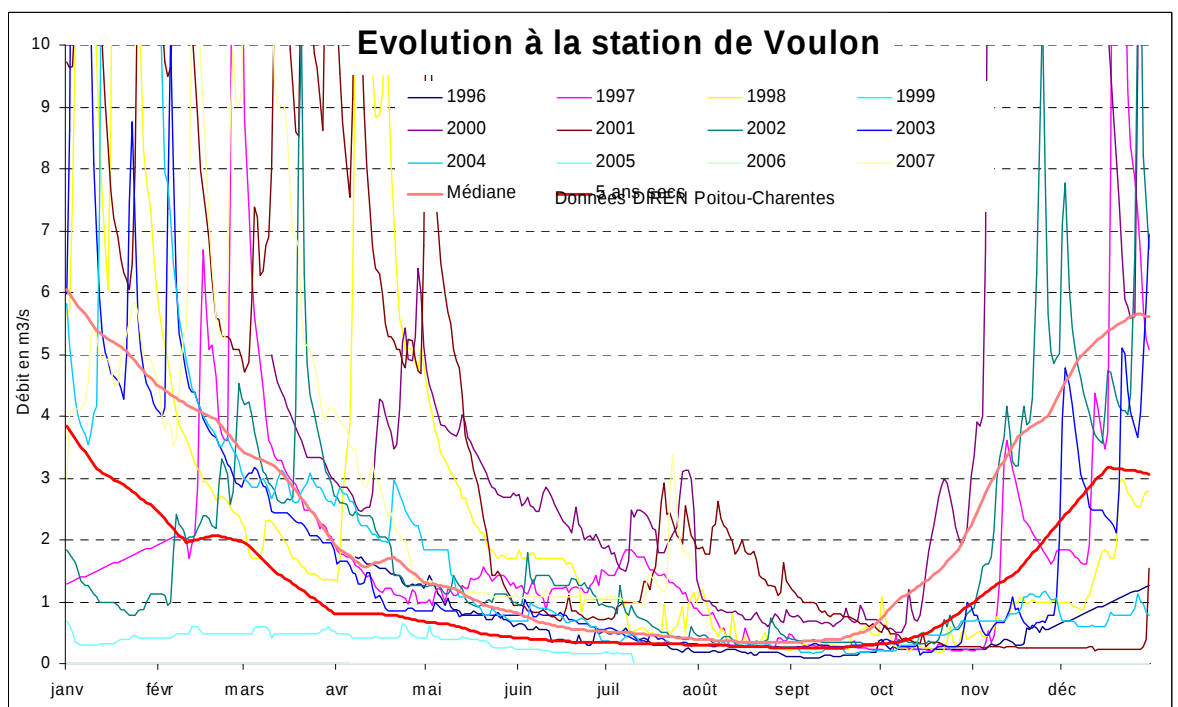


Illustration 234 : Utilisation du modèle de la station de Voulon en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.5.6.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

La courbe des volumes disponibles en année quinquennale sèche par rapport à des débits d'objectif donne un volume de 700 000 m<sup>3</sup> pour des prélèvements saisonniers en nappe de manière à respecter le DSA. Compte tenu des prélèvements agricoles estimés en moyenne à 4 Mm<sup>3</sup> par an, le respect de cet objectif en année sèche apparaît difficile à tenir. Sur l'historique des débits depuis 1996, le DSA n'a pas été respecté 7 années sur 9 (respecté seulement en 2000 et 2002). Ces prélèvements ne sont pas répartis uniformément (Illustration 237) sur l'ensemble du bassin versant et impactent majoritairement le débit de la Dive à Voulon.

Dans la zone de gestion proposée, le bassin de la Dive du Sud a été tronqué de sa partie amont du fait des pertes de la Dive entre Lezay et Rom. La superficie du bassin hydrologique de la station de Voulon est dans ce cas de figure de 96 km<sup>2</sup>. Les volumes calculés ont été rapportés à la totalité de la zone de gestion Dive/Bouleure d'une superficie de 276 km<sup>2</sup>.

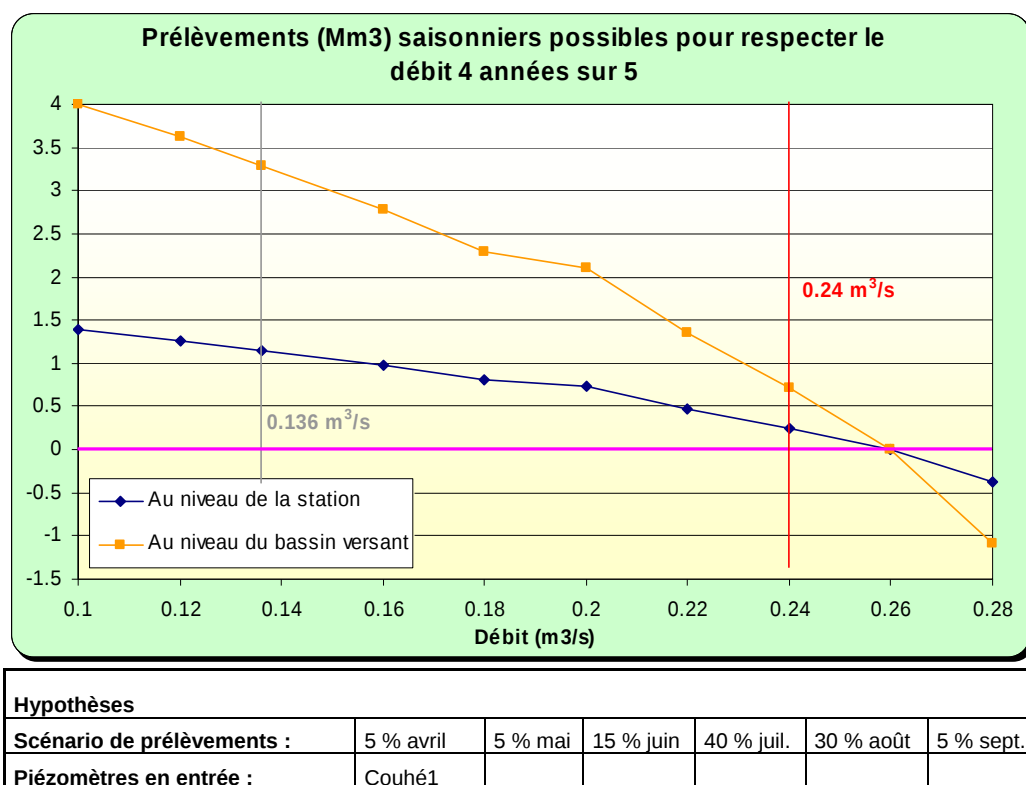
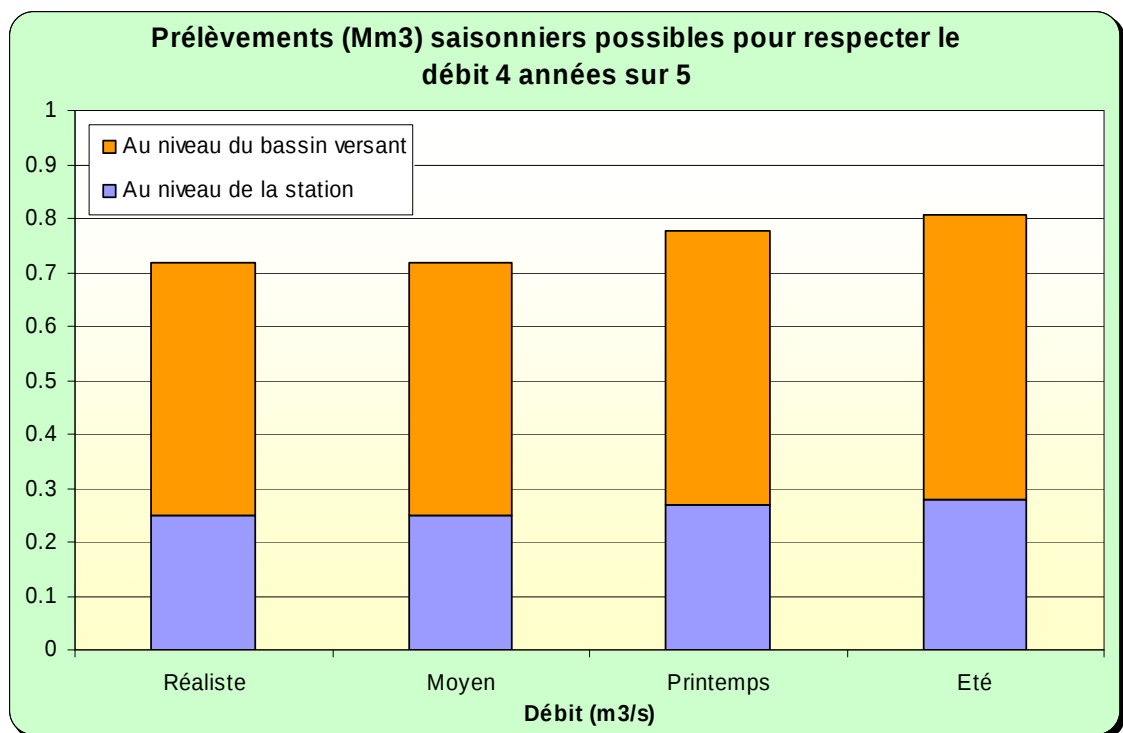


Illustration 235 : Zones de gestion de la Dive du Sud/Bouleure : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à Voulon

### 3.5.6.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Contrairement à la plupart des bassins versants, le test de plusieurs scénarios de prélèvements montre peu de différence entre l'impact de pompages en nappe au printemps par rapport à des prélèvements estivaux.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 236 : Débits disponibles pour le respect du DSA de 0.24 m<sup>3</sup>/s selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure

### **Propositions pour la gestion**

Le sous-bassin de la Dive du Sud et de la Bouleure est amputé de la partie amont du bassin versant de la Dive du Sud dont les eaux rejoignent la Sèvre Niortaise à Exoudun. Du fait de ces phénomènes karstiques, avec échange entre bassins versants, le fonctionnement hydrologique de cette zone est complexe.

Les piézomètres de Couhé montrent des comportements assez similaires des nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien dans ce secteur. L'impact des prélèvements est plus important sur la nappe profonde captive (transferts de pression rapides). La nappe infra-toarcienne présente toutefois (sur le piézomètre de Couhé2) une inertie plus importante que la nappe du Dogger. La modélisation met en évidence des cycles pluri-annuels.

Les contributions des 2 nappes au débit à Voulon sont à peu près équivalentes. Elles apparaissent mineures en hautes eaux du fait des autres composantes lentes et rapides, mais deviennent prépondérantes en basses eaux.

Des modalités de gestion à partir du piézomètre de Couhé1, couplées avec des objectifs à Voulon, sont proposées pour les nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien. Sur cette zone de gestion les prélèvements agricoles sont assez importants (avec plus de 4 Mm<sup>3</sup> par an) et mal répartis. D'importantes économies sur les prélèvements (environ 3 Mm<sup>3</sup>) seraient à réaliser pour respecter le débit d'alerte en année quinquennale sèche. L'analyse des chroniques de débits va aussi dans ce sens.

Il convient de préciser que les 2 piézomètres de cette zone de gestion apparaissent comme très contraints, avec des débordements très nets en hiver et un impact important des pompages en été. Ils sont donc assez peu représentatifs de l'état de la ressource souterraine et en conséquence mal adaptés pour la gestion des prélèvements. **La recherche de nouveaux indicateurs en nappe est vivement recommandée.**

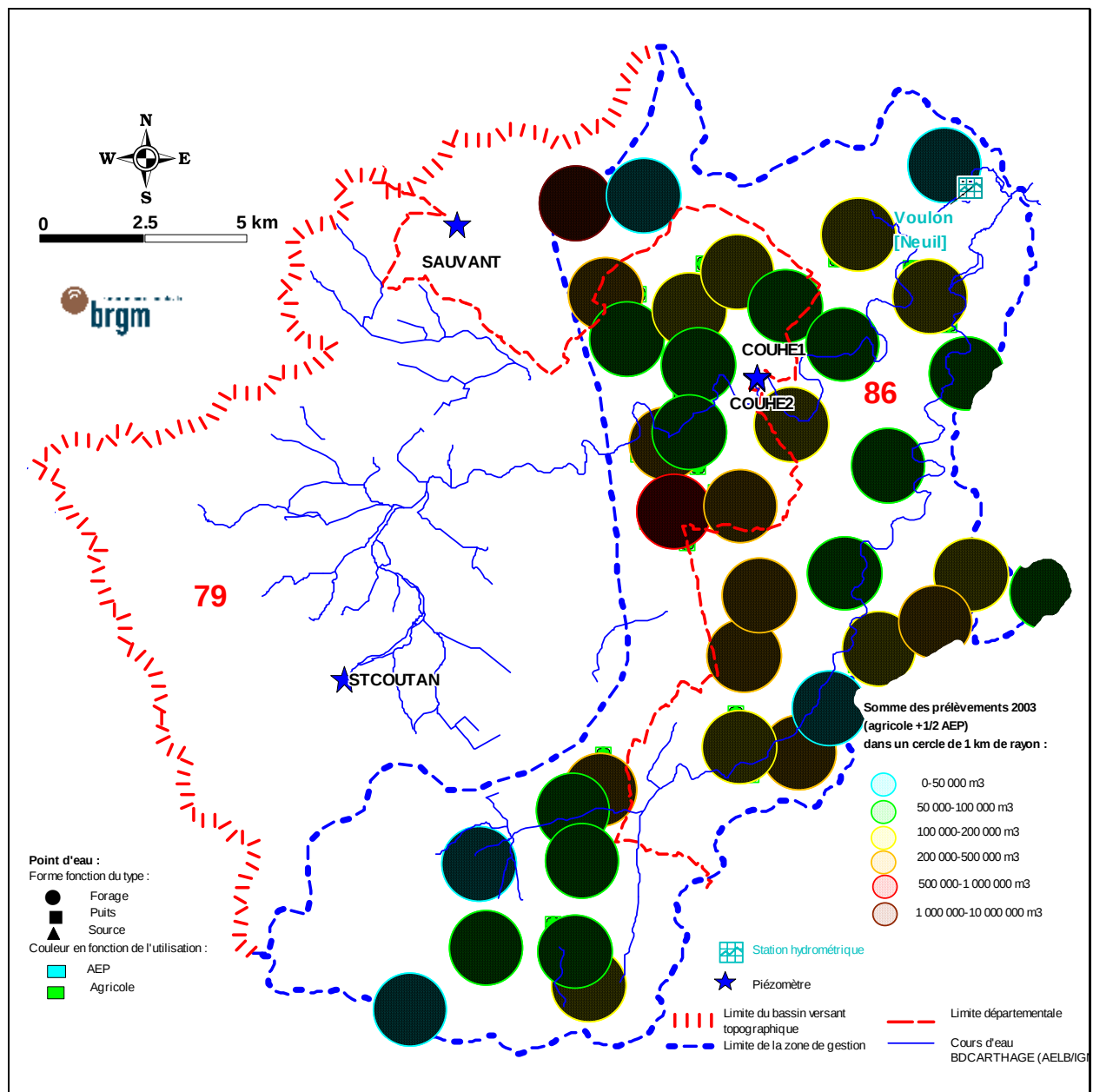


Illustration 237 : Extension de la zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.5.6.5 Analyse des piézomètres**

#### ***Piédomètre de St-Romain [06381X0040] Dogger***

Situé sur le plateau calcaire entre les vallées du Clain et de la Charente, le piézomètre de St-Romain, de 80 m de profondeur, capte la nappe du Dogger.

L'introduction d'une fonction pompage a amélioré sensiblement le calage réalisé en phase 1. L'impact de ces pompages apparaît toutefois très amorti et étalé.

En hautes eaux on constate des débordements autour de la cote 131.7 m NGF qui correspondent à la base des argiles recouvrant les calcaires du Dogger. La nappe se comporte comme si elle débordait latéralement (vallée sèche ?) au moment où son état devient captif (hypothèse à vérifier).

A l'étiage 2005, la chronique dessine un palier particulièrement bas jamais observé, que ne peut reproduire le modèle et qui correspond à la cote de 118 m NGF. Cette cote correspond au niveau de la rivière la plus proche du point, le ruisseau de Fontegrive. Ce niveau de base peut être considéré comme seuil critique.

Utilisé en prévision, le modèle restitue des courbes théoriques cohérentes avec l'historique de mesures. Ce piézomètre est un bon indicateur de l'état de la ressource souterraine.

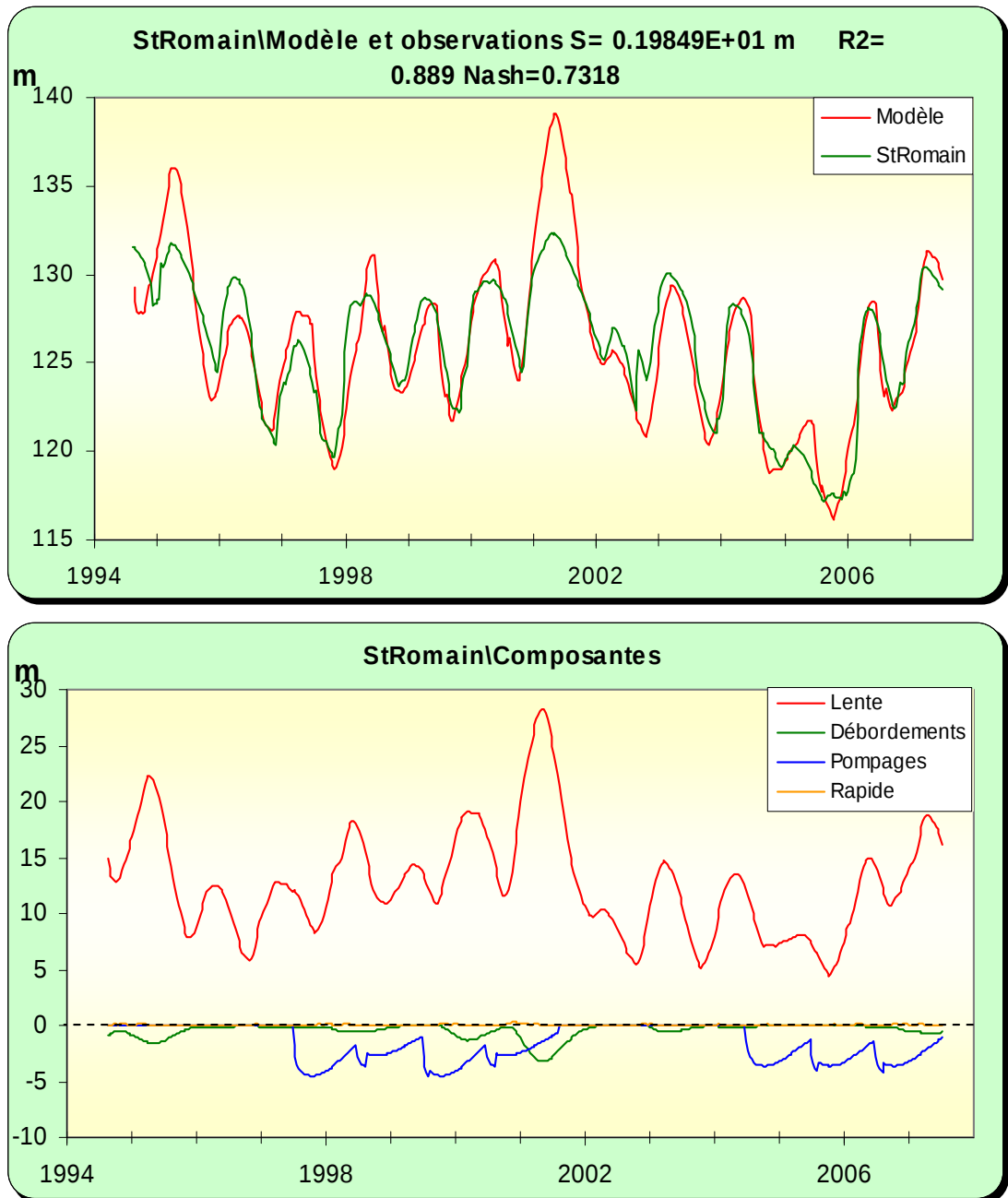


Illustration 238 : Modélisation du piézomètre de St-Romain en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

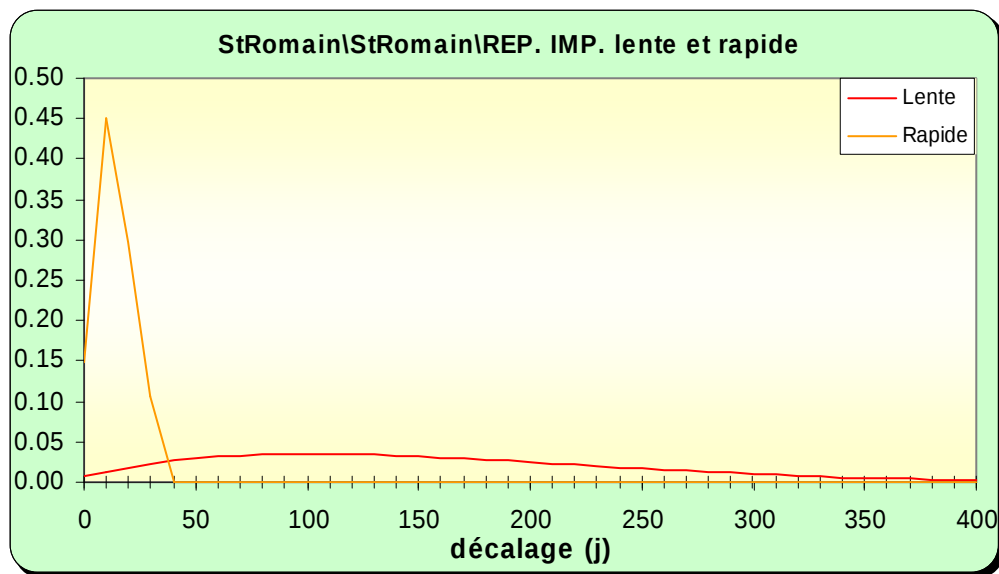


Illustration 239 : Modélisation du piézomètre de St-Romain analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

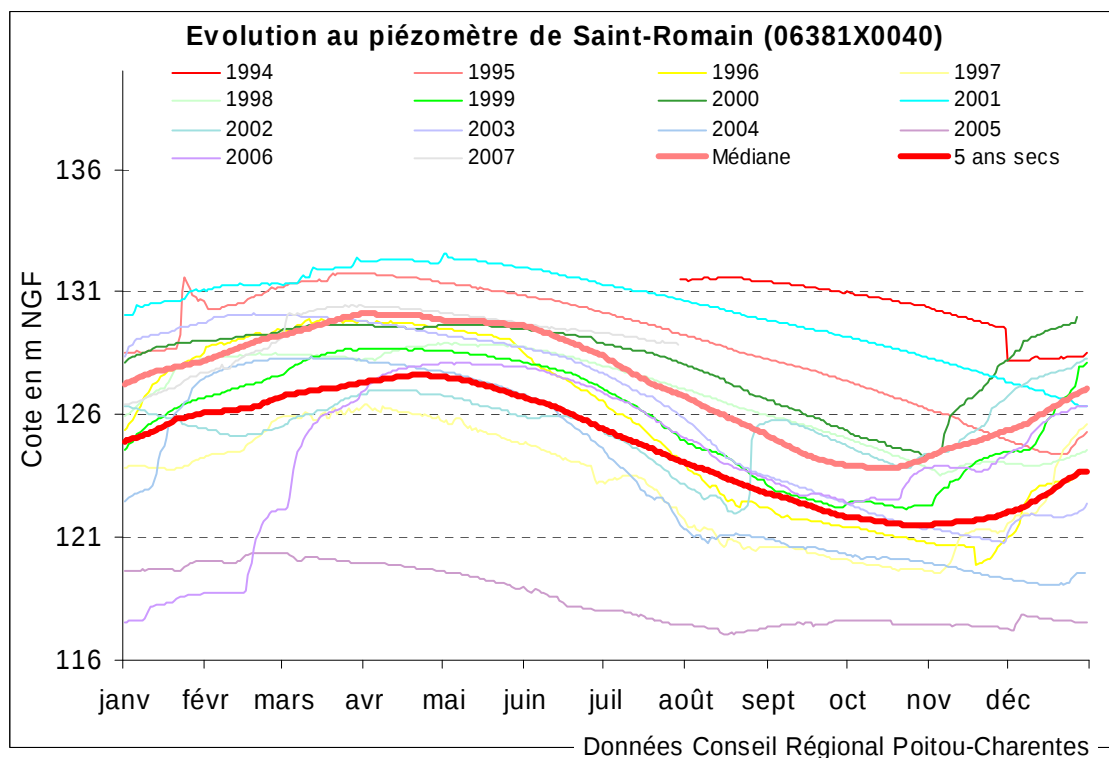


Illustration 240 : Utilisation du modèle du piézomètre de St-Romain en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

**Piézomètre du Bé [06374X0041] Dogger**

Le piézomètre du Bé fait 44 m de profondeur et capte la nappe du Dogger sous 8 m d'argiles d'altération en surface.

Le graphe des mesures est assez comparable à l'évolution des niveaux sur St-Romain mais montre cependant une inertie un peu plus importante confirmée par la modélisation. Le calage est loin d'être parfait.

Le modèle restitue un phénomène de débordement autour de la cote 119 m NGF, une composante rapide négligeable et surtout une composante lente avec un pic impulsionnel autour de 4 mois et un retour à l'état initial après une impulsion pluie au bout d'environ 18 mois.

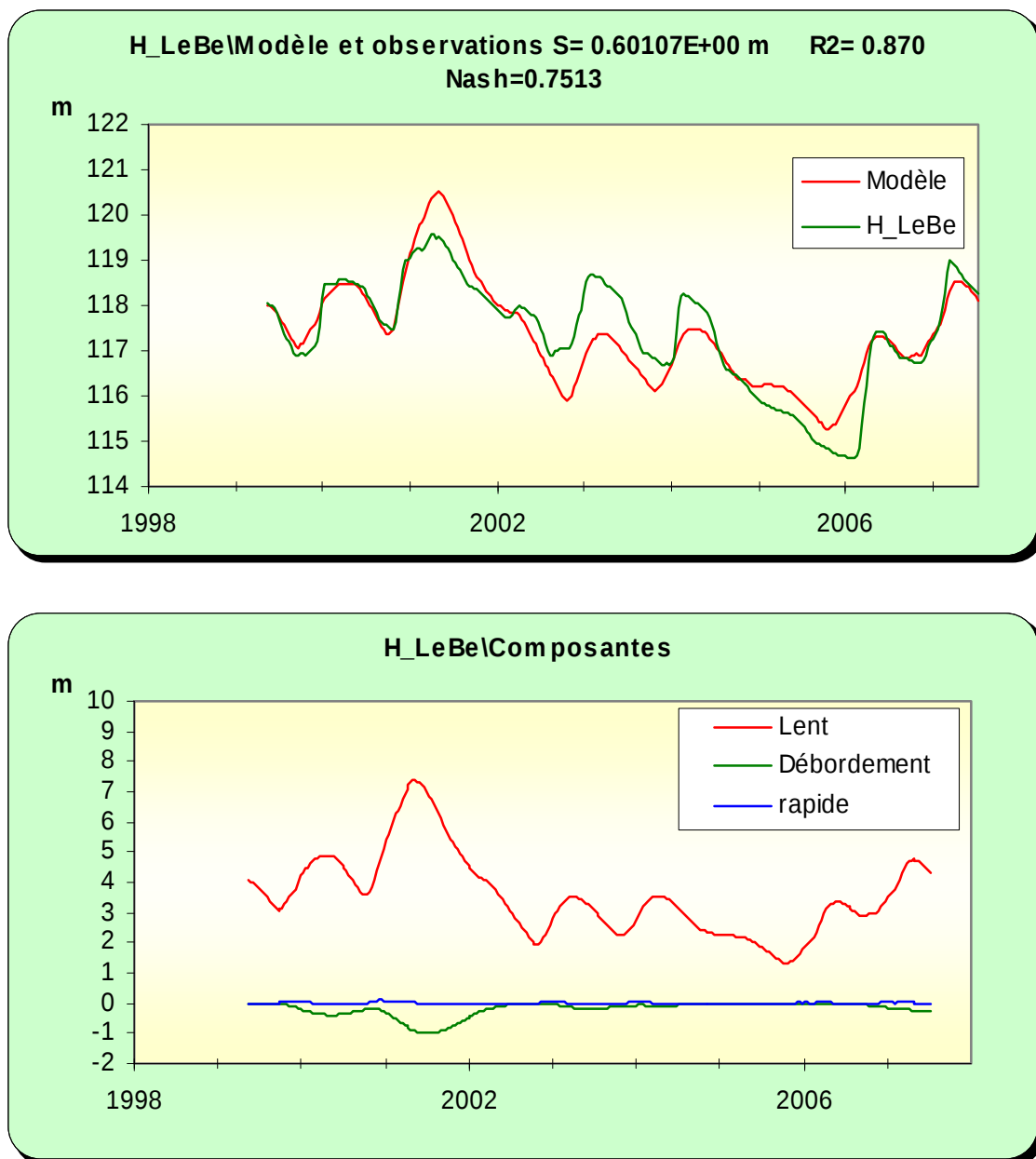


Illustration 241 : Modélisation du piézomètre du Bé, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

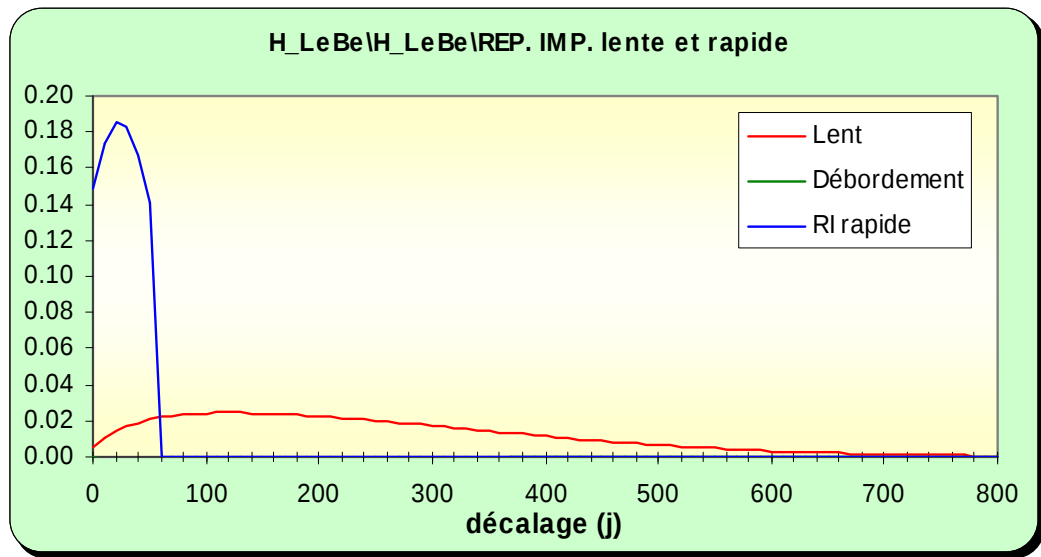


Illustration 242 : Modélisation du piézomètre du Bé, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

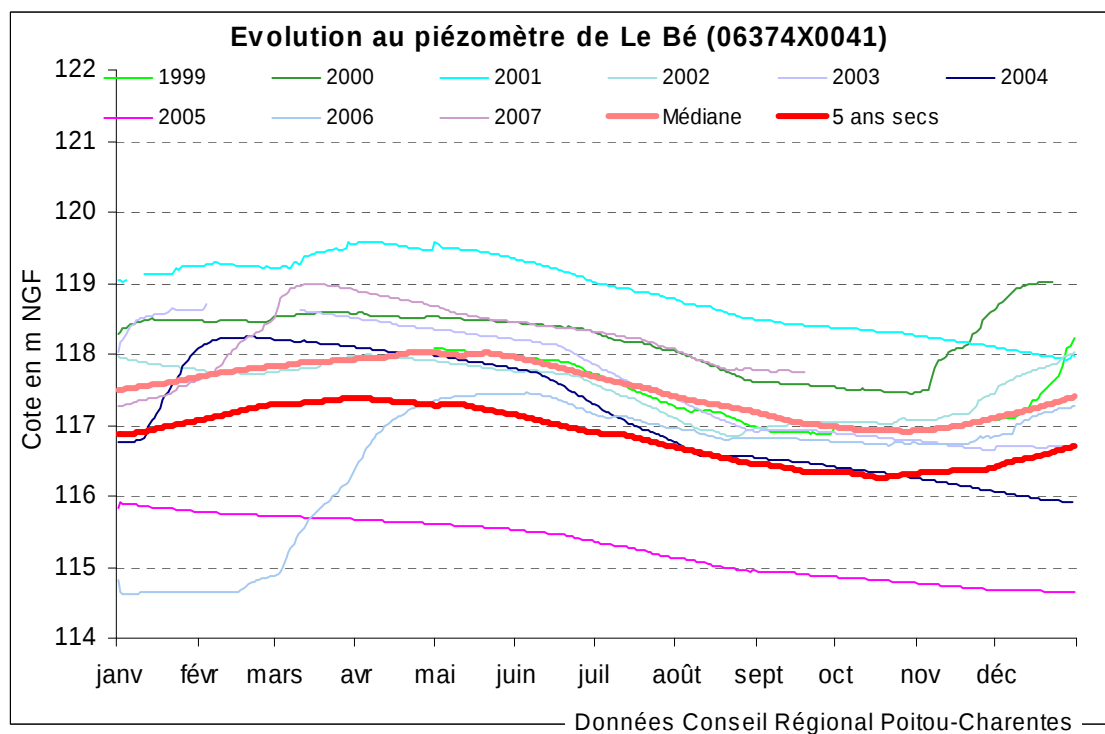


Illustration 243 : Utilisation du modèle du piézomètre du Bé en : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre des Saizines [06381X0033] Infra-Toarcien**

Le piézomètre des Saizines (132 m de profondeur) capte l'aquifère captif de l'Infra-Toarcien.

La modélisation de ce piézomètre souligne un comportement assez similaire par rapport au piézomètre de St-Romain (Dogger) dans le même secteur. Il présente une composante lente avec un pic au bout de 3 mois et un retour à l'état initial au bout d'une année. On note un niveau de débordement autour de 122 m NGF.

Les pompages se marquent en revanche beaucoup plus nettement, ce qui est normal en nappe captif. Ceux-ci auraient été plus importants à la fin des années 1990. L'introduction d'une fonction pompage a amélioré sensiblement le calage.

En revanche dans les années sèches 2002 et 2005 la pluie ne permet pas d'expliquer le soutien du niveau de la nappe. Tout se passe comme si celle-ci était soutenue par des apports d'un « réservoir » tampon (la nappe du Dogger ?).

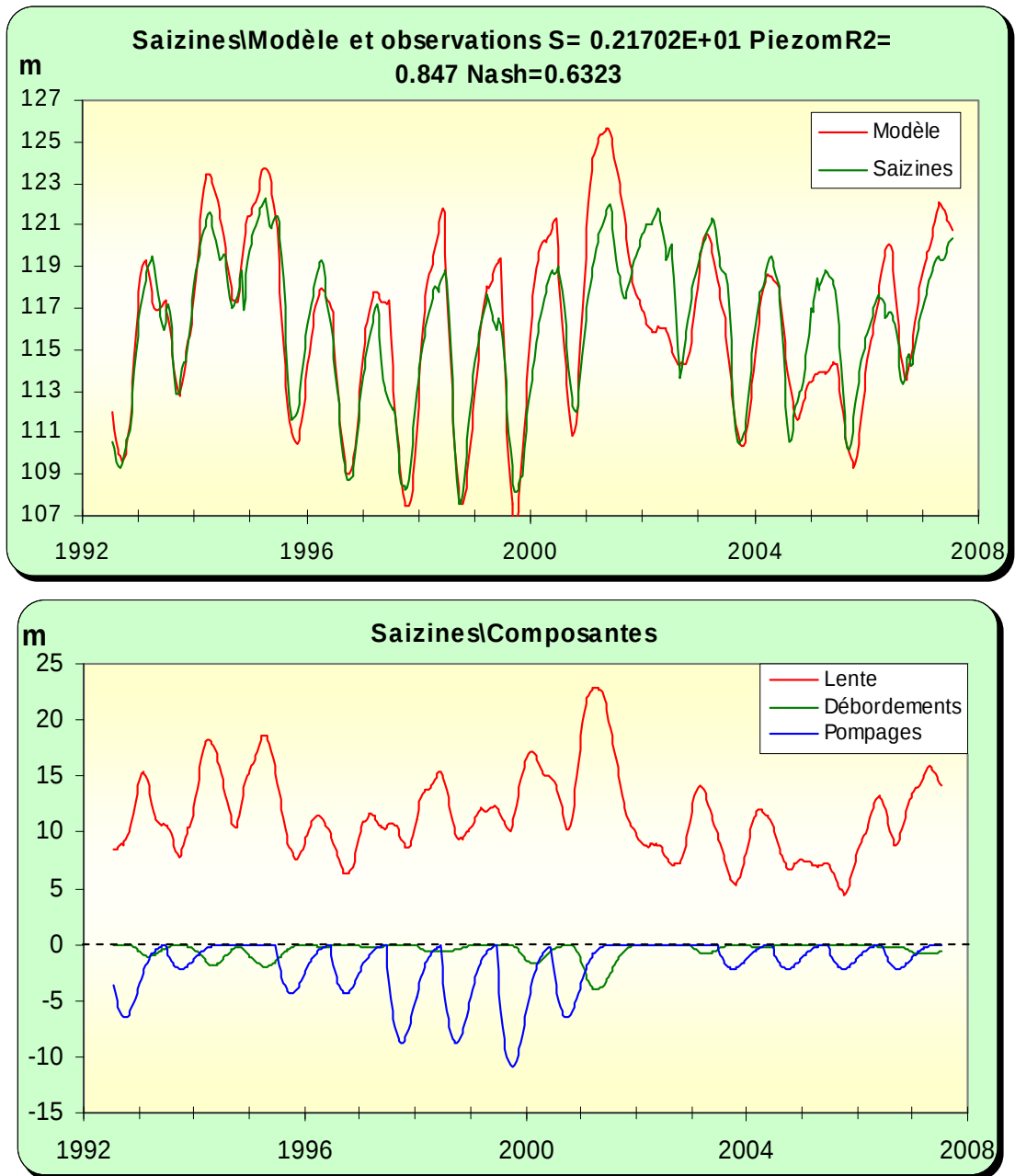


Illustration 244 : Modélisation du piézomètre des Saizines, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

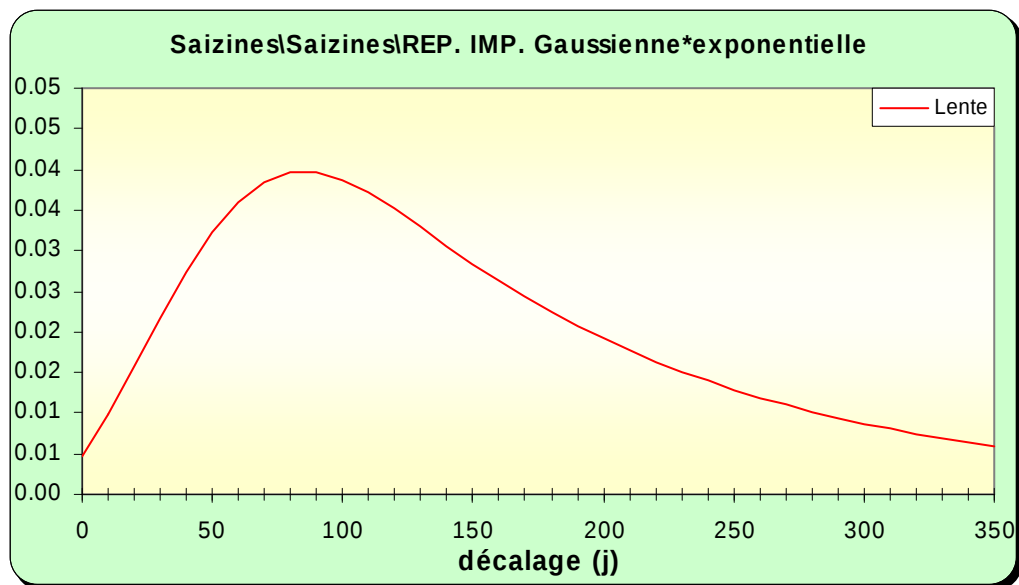


Illustration 245 : Modélisation du piézomètre des Saizines, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

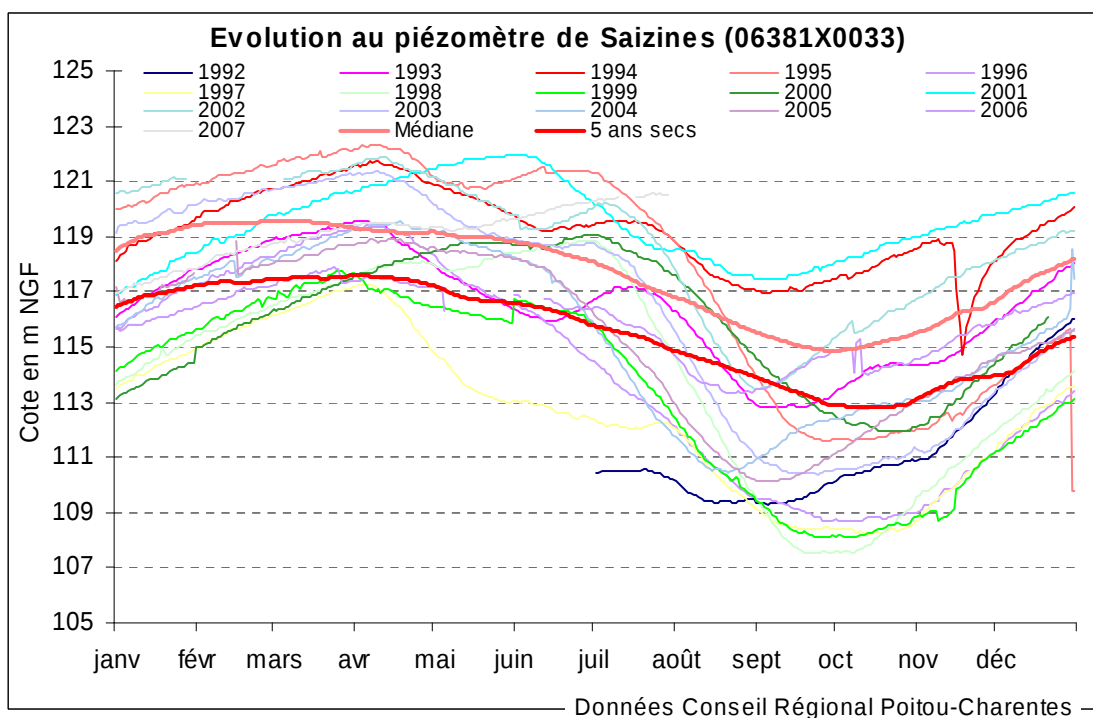


Illustration 246 : Utilisation du modèle du piézomètre des Saizines en : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

***Piézomètre de La Clie [06381X0048] Infra-Toarcien***

Avec 192 m de profondeur, atteignant le socle, ce piézomètre capte la nappe captive de l'Infra-Toarcien qui ferait là une cinquantaine de mètres d'épaisseur.

Le graphe montre un palier en hautes eaux autour de la cote 131 m NGF. Ces débordements sont assez difficilement reproduits par le modèle.

Ce piézomètre est très impacté par les pompages. Ceux-ci apparaissent relativement réguliers sur les années d'observation.

La composante lente restituée par le modèle donne un pic au bout de 50 jours et un retour à l'état initial au bout d'environ 10 mois.

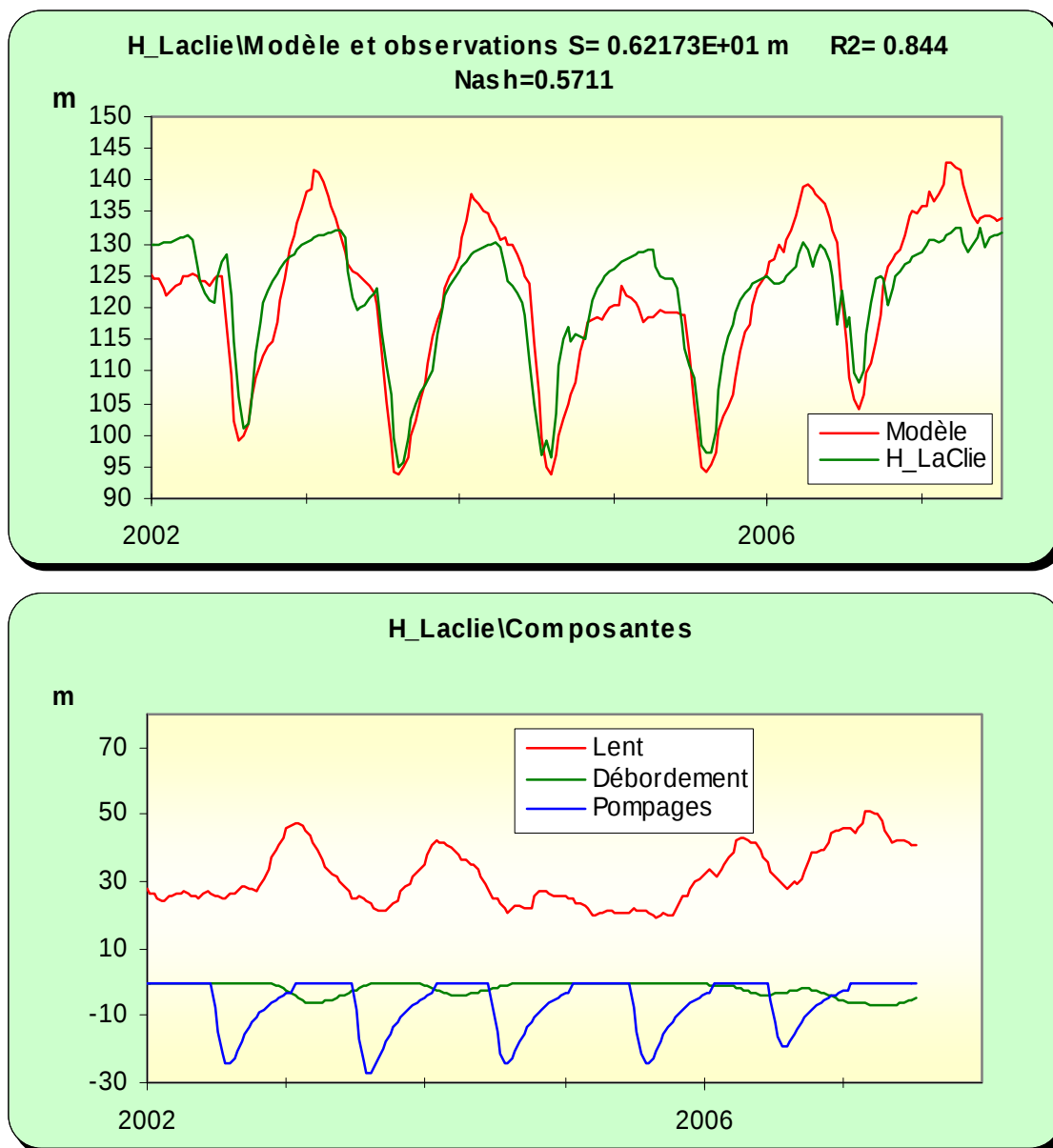


Illustration 247 : Modélisation du piézomètre de laClie, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

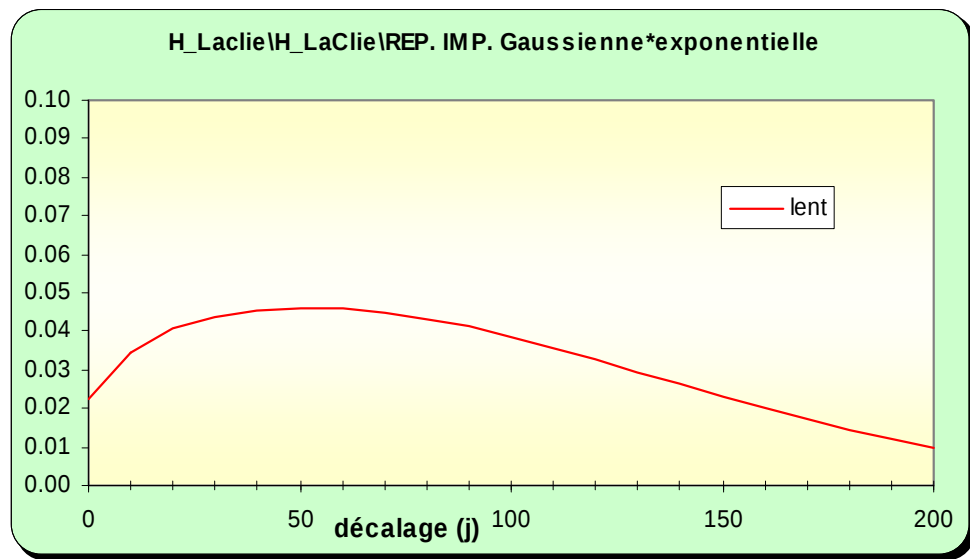


Illustration 248 : Modélisation du piézomètre de LaClie, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

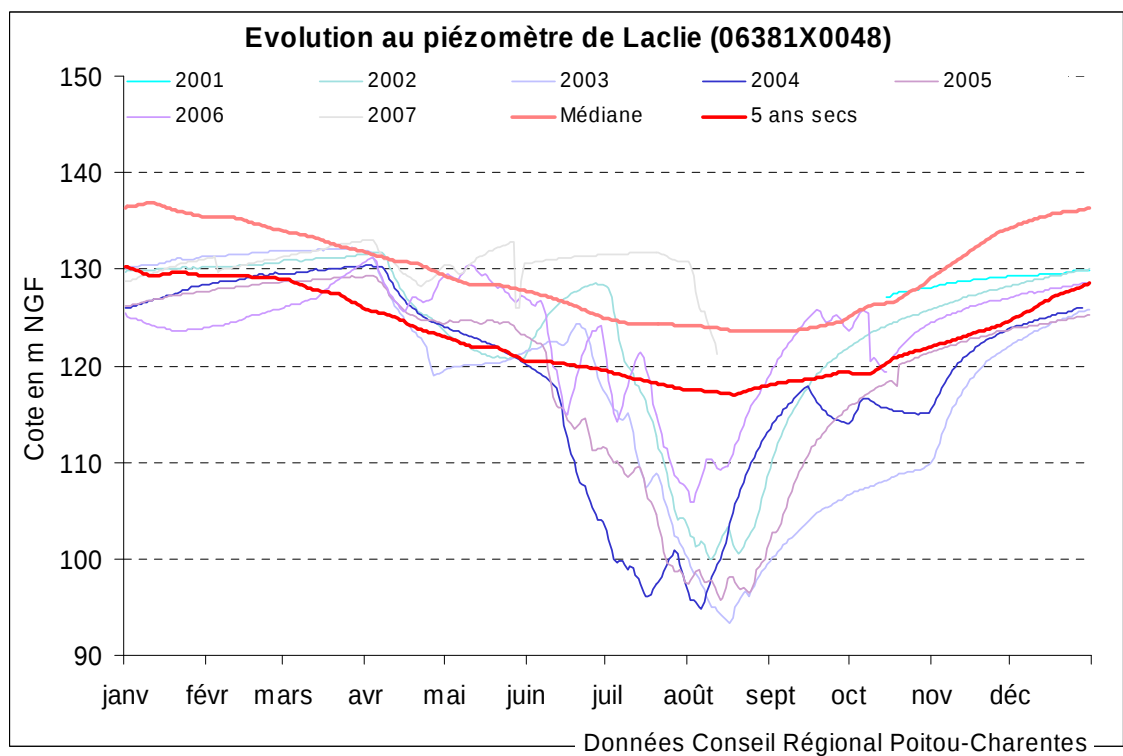


Illustration 249 : Utilisation du modèle du piézomètre de LaClie en : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **3.5.6.6 Modélisation de la station de débit de Petit-Allier**

Les modèles des piézomètres de St-Romain et de Saizines ont été utilisés en entrée pour modéliser les débits à la station de Petit-Allier. Afin d'enlever l'impact des apports de la Dive de Couhé, le modèle de Voulon a été également ajouté en entrée. Il est à noter que le débit à Petit-Allier intègre les apports de la Bouleure qui ne sont en revanche pas pris en compte dans les mesures à la station de Voulon (mais données depuis 2000). Les apports de la Dive de Couhé contribuent en moyenne à 36 % du débit du Clain à Petit-Allier.

Un premier calage réalisé sans faire intervenir Voulon, ce qui a permis de caler sur un historique plus long, a montré que, en périodes d'étiage, les résultats obtenus sont meilleurs en utilisant le modèle de St-Romain, moins impacté par les pompages, que le modèle du piézomètre des Saizines. Le premier est donc mieux adapté à la gestion. Par ailleurs les contributions relatives de ces 2 piézomètres (et donc des nappes du Dogger et de l'Infra-Toarcien qu'ils permettent de suivre) au débit du Clain sont équivalentes.

Les crues sont bien moins reproduites du fait des phénomènes de ruissellement et de débordements de nappe sur le bassin versant. La décomposition des apports montre, que, sur le débit du Clain à Petit Allier, les apports de la Dive de Couhé ont une contribution importante mais différée dans le temps. Le caractère peu perméable du substratum dans le bassin versant amont du Clain (socle et marnes du Toarcien) explique vraisemblablement des transferts plus rapides des pluies vers la rivière (ruissellement prépondérant). La contribution de la nappe (piézomètre de St-Romain, Dogger) est assez faible sauf en période d'étiage où elle devient prépondérante. Des résultats similaires ont été obtenus en utilisant le piézomètre des Saizines.

A Petit-Allier, au droit de Vivonne, le débit de coupure a été fixé à  $0.818 \text{ m}^3/\text{s}$  et le débit d'alerte à  $1.443 \text{ m}^3/\text{s}$ . La courbe "5 ans sec" calculée à partir du modèle donne un débit d'étiage autour de  $1.35 \text{ m}^3/\text{s}$  (au lieu de  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$  en phase 1).

La comparaison des courbes théoriques avec les courbes mesurées montre que le débit critique n'a pas été atteint en 1992, 1993, 1996, 2005 et 2006. On constate sur les chroniques réelles une avancée de l'étiage, due aux prélèvements, par rapport au modèle qui restitue lui un état non influencé par les pompages saisonniers (mais les pompages AEP sont implicitement intégrés).

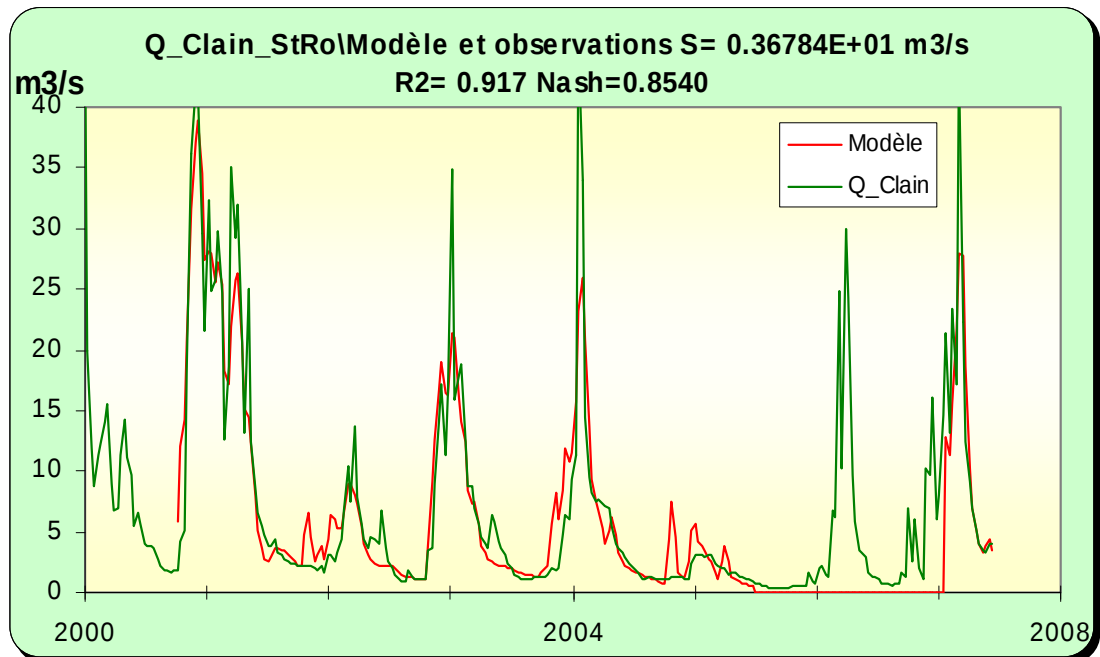


Illustration 250 : Modélisation de la station de Petit-Allier : superposition du modèle sur la chronique.

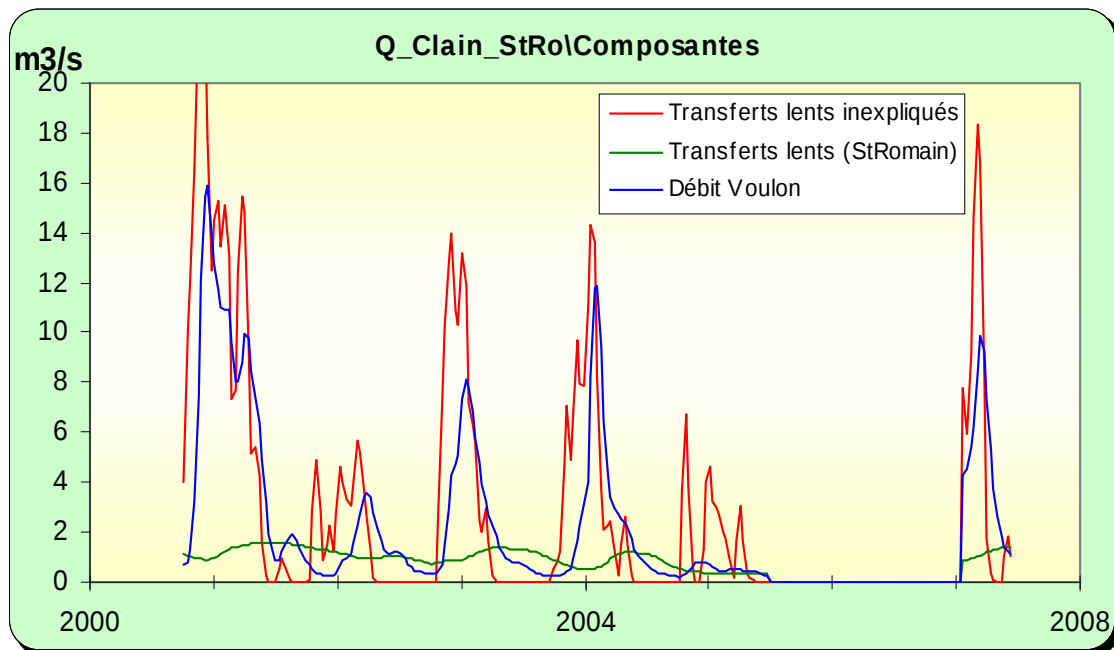


Illustration 251 : Modélisation de la station de Petit-Allier, composantes du signal

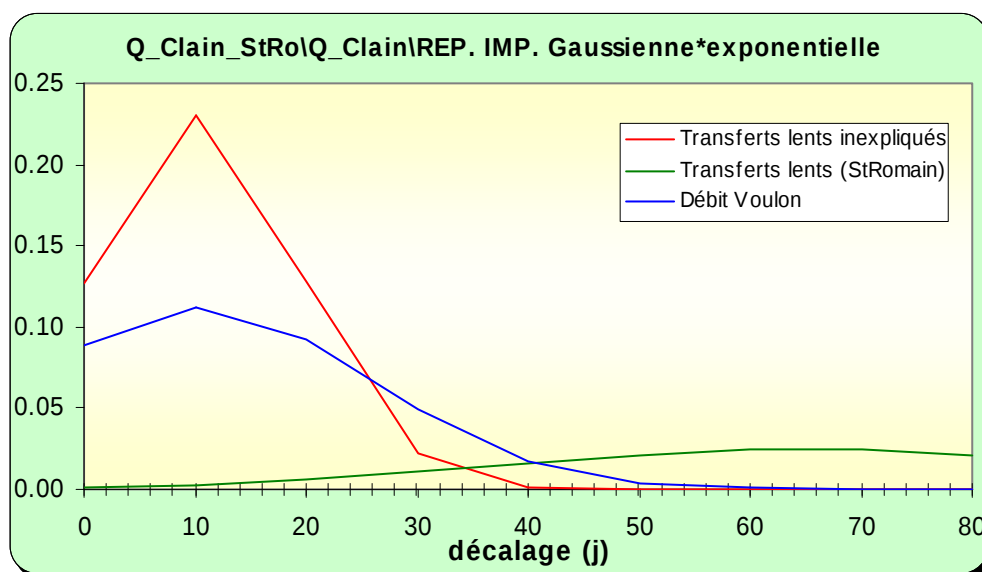


Illustration 252 : Modélisation de la station de petit-Allier, réponses impulsionnelles

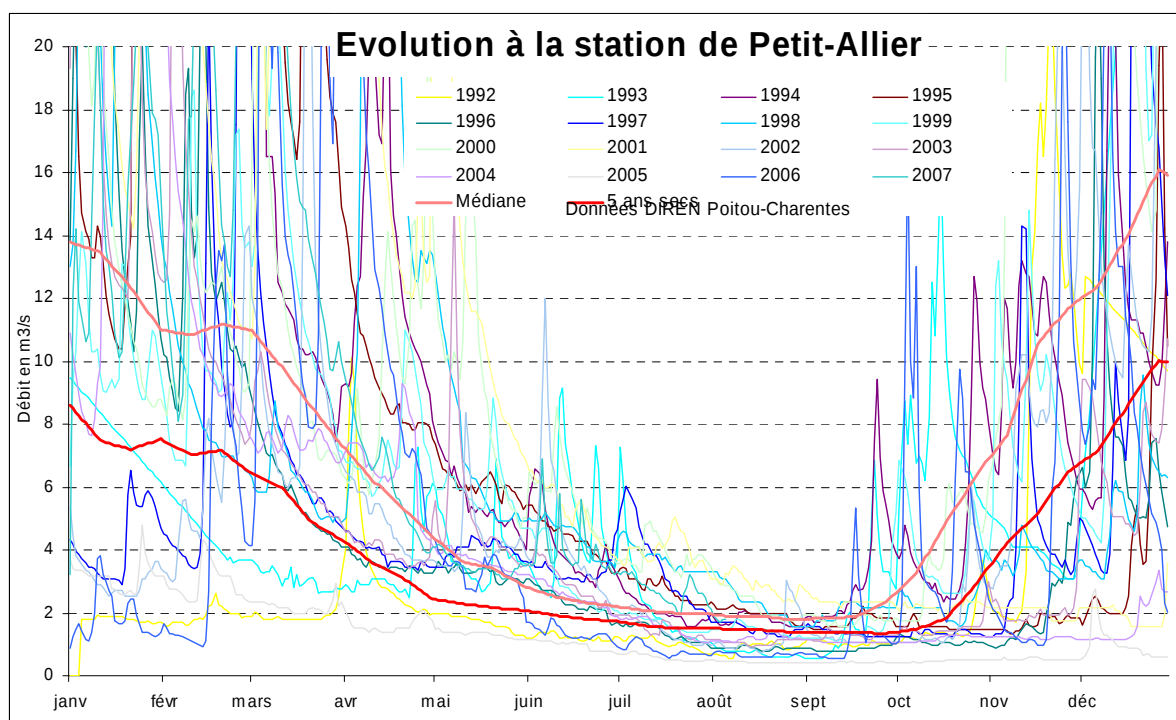
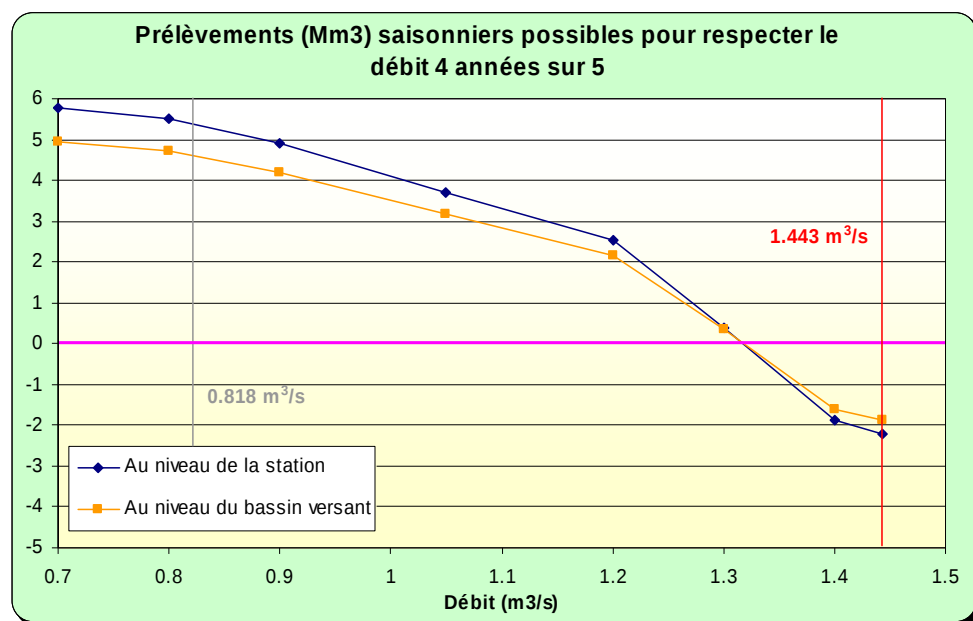


Illustration 253 : Utilisation du modèle de la station de Petit-Allier en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.5.6.7 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Le débit mesuré à Petit-Allier intègre les débits de la Dive (Voulon) et de la Bouleure, bassins versants correspondant à une autre unité de gestion. Le bassin versant de Petit-Allier a été estimé à 679 km<sup>2</sup>, incluant celui de la Dive-Bouleure (276 km<sup>2</sup>). Les apports de ce dernier peuvent être estimés grossièrement compris entre 50 à 60 % du débit mesuré sur le Clain. Dans le tableau, une règle de 3 permet de ramener les volumes disponibles correspondant au bassin versant de Petit-Allier à la superficie de la zone de gestion Clain amont-moyen de 581 km<sup>2</sup>. Il en découle une superficie du bassin versant de la station supérieure à la superficie de la zone de gestion. Le calcul des volumes disponibles pour plusieurs débits d'objectif montre qu'en année quinquennale sèche les prélèvements pour l'irrigation possibles pour respecter le débit de coupure seraient de l'ordre de 5 Mm<sup>3</sup> sur l'ensemble de la zone de gestion. En année sèche, le respect du débit d'alerte suppose des apports d'eau de l'ordre de 2 Mm<sup>3</sup>. En année médiane nous avons en revanche une ressource disponible de l'ordre de 3 Mm<sup>3</sup>. Précisons que l'ordre de grandeur des prélèvements agricoles dans cette zone de gestion est de 4.5 Mm<sup>3</sup> par an.



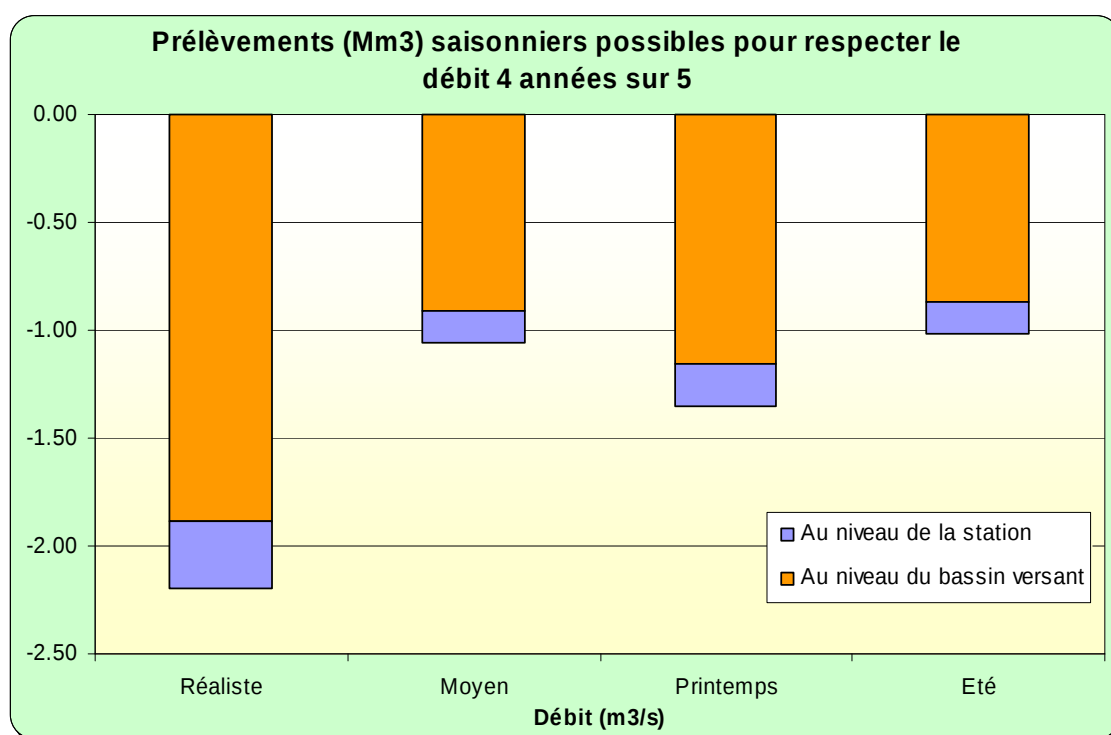
| Hypothèses                 |           |         |           |            |           |           |
|----------------------------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Station de débit en entrée | Voulon    |         |           |            |           |           |
| Piézomètres en entrée :    | St-Romain |         |           |            |           |           |

Illustration 254 : Zones de gestion du Clain amont et moyen: disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à Petit-Allier

### 3.5.6.8 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Le scénario « réaliste » adopté dans ce travail donne une ressource disponible moins importante que des scénarios plus contrastés, avec des prélèvements reportés sur le printemps ou inversement sur l'été.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 255 : Débits disponibles pour le respect du DSA de 1.443 m<sup>3</sup>/s selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Dive du Sud/Bouleure

### **Propositions pour la gestion**

Le sous-bassin du Clain moyen et amont s'étend du socle où il prend sa source, jusqu'à Poitiers. Il peut être divisé en deux parties : une amont jusqu'à la confluence avec la Dive de Couhé et une partie aval qui reçoit les affluents du Clain.

L'analyse porte principalement sur la première partie où l'on peut comparer les niveaux de la nappe du Dogger (piézomètre de St Romain) avec les débits de la station de Petit-Allier. Les comportements des piézomètres de St Romain (nappe du Dogger) et des Saizines (Infra Toarcien) sont assez similaires. Le débit mesuré à Petit Allier (679 km<sup>2</sup>) intègre les débits de la Dive (Voulon) et de la Bouleure, bassins versants correspondant à une autre unité de gestion (276 km<sup>2</sup>) et fournissant à peu près la moitié des débits du Clain à la hauteur de Vivonne.

En matière de gestion, le piézomètre de St-Romain et la station de Vivonne sont proposés pour gérer à la fois les prélèvements dans la nappe du Dogger et dans celle de l'Infra-Toarcien. En effet, l'analyse des signaux montre des corrélations aussi fortes entre le débit à Petit-Allier et les niveaux piézométriques de St-Romain et des Saizines.

La station de Poitiers (Pont-de-St-Cyprien) est par ailleurs trop **intégratrice** de tous les phénomènes du bassin versant pour donner des résultats satisfaisants en modélisation.

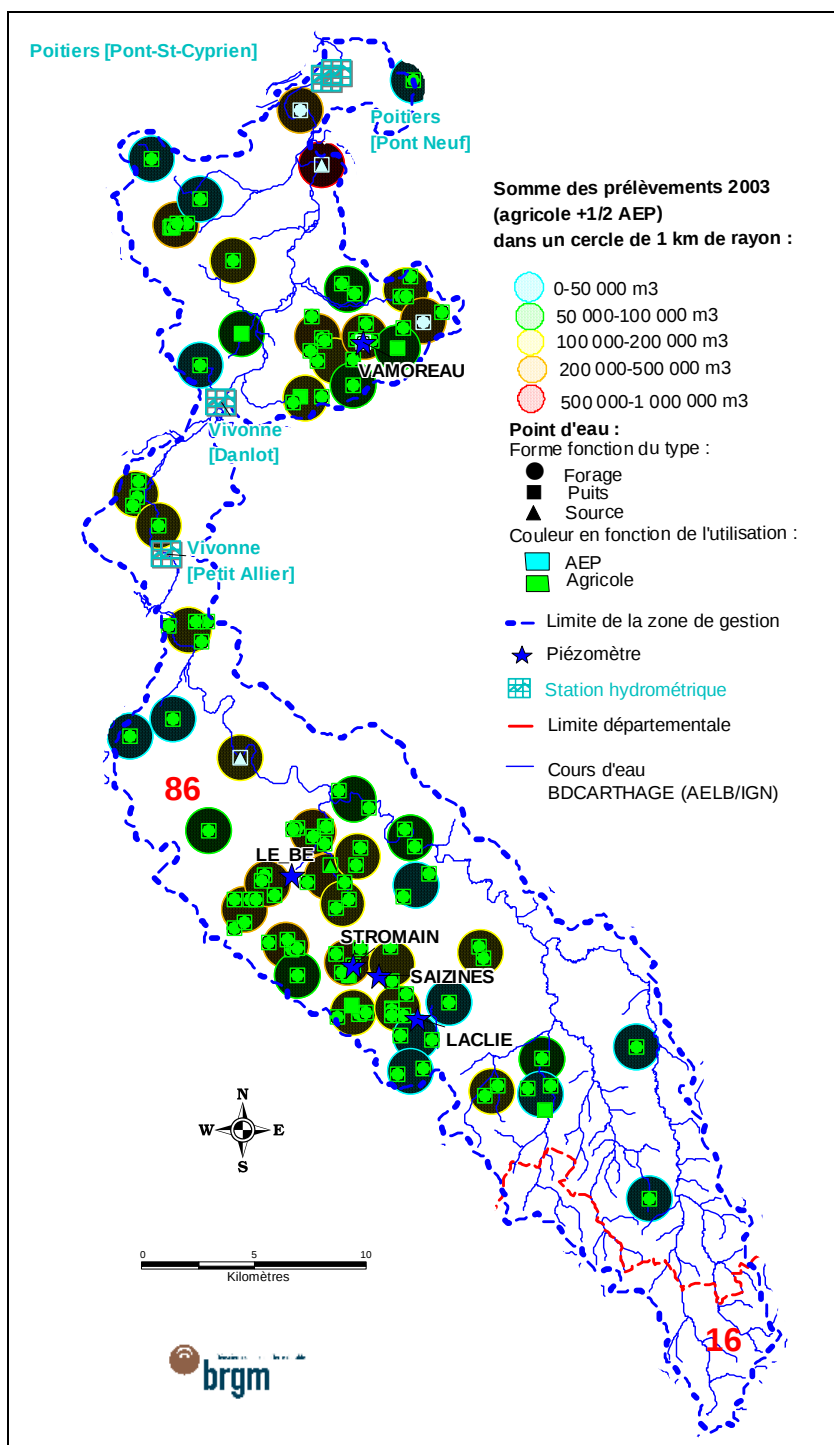


Illustration 256 : Extension de la zone de gestion du Clain amont et moyen, position des piézomètres et des stations hydrométriques, répartition de la densité des prélèvements d'avril à octobre

### **3.5.7 La zone de gestion de la Clouère/Miosson/Sarzec**

#### **3.5.7.1 Analyse des piézomètres**

Ce sous-bassin versant intègre les cours d'eau en rive droite du Clain : la Clouère, le Miosson et, au Nord, le bassin d'alimentation des sources de Sarzec. Ce domaine correspond à des plateaux calcaires karstiques du Dogger, à couverture plus ou moins épaisse d'altérites sablo-argileuses voire de Tertiaire, et entaillés par les cours d'eau parfois jusqu'aux marnes du Toarcien. Dans le karst, les nombreuses piézométries disponibles montrent une limite souterraine bien différente de la limite topographique entre les bassins versants du Clain et de la Vienne. Le bassin souterrain de cette dernière s'étend nettement à l'intérieur du bassin topographique du Clain. Même si la limite demeure assez imprécise, la délimitation des unités de gestion tient compte de ce phénomène.

Dans ce bassin versant, il existe un certain nombre de piézomètres :

- à la nappe du Dogger, Ferrière\_Airoux, non retenu en phase 1 car abandonné, La Charprée, non retenu en phase 1 car chronique courte et incomplète, Petit-Dauffard dans le bassin de la Clouère. Le piézomètre de Sarzec géré par la CAP, seule référence hydrogéologique dans le secteur nord,
- à la nappe de l'Infra-Toarcien, Fontjoise non retenu en phase 1 car chronique trop courte.

Dans le cadre de cette actualisation, le calage des modèles des piézomètres de Petit-Dauffard et de Sarzec a été repris, la modélisation des piézomètres de La Charprée et de Fontjoise a été réalisée.

#### **Piézomètre de La Charprée [06135X0049] Dogger**

Avec une profondeur de 40 m, cet ouvrage capte les calcaires à silex et les calcaires dolomitiques du Dogger. Ce piézomètre est suivi depuis 2000. Les amplitudes de variations annuelles sont inférieures à 2 m et traduisent une réactivité de la nappe aux précipitations malgré les 9 à 10 m d'argile en surface. L'influence des pompages est également identifiable sur la chronique. De l'été 2004 à l'automne 2005 les niveaux n'ont varié que dans une fourchette de 30 cm.

Le piézomètre est situé à 1 km à l'amont et dans le bassin versant de la source de Puy-Rabier, et en basses eaux le niveau mesuré dans l'ouvrage correspond à celui de la source. Le calage du modèle a d'ailleurs nécessité l'introduction d'un seuil bas à 113.1 m NGF ce qui correspond à ce niveau.

Le modèle restitue une composante rapide non négligeable (transferts karstiques) et une composante lente dont l'analyse impulsionnelle montre une mise en charge quasi-immédiate et un retour à l'état initial au bout d'environ 8 mois.

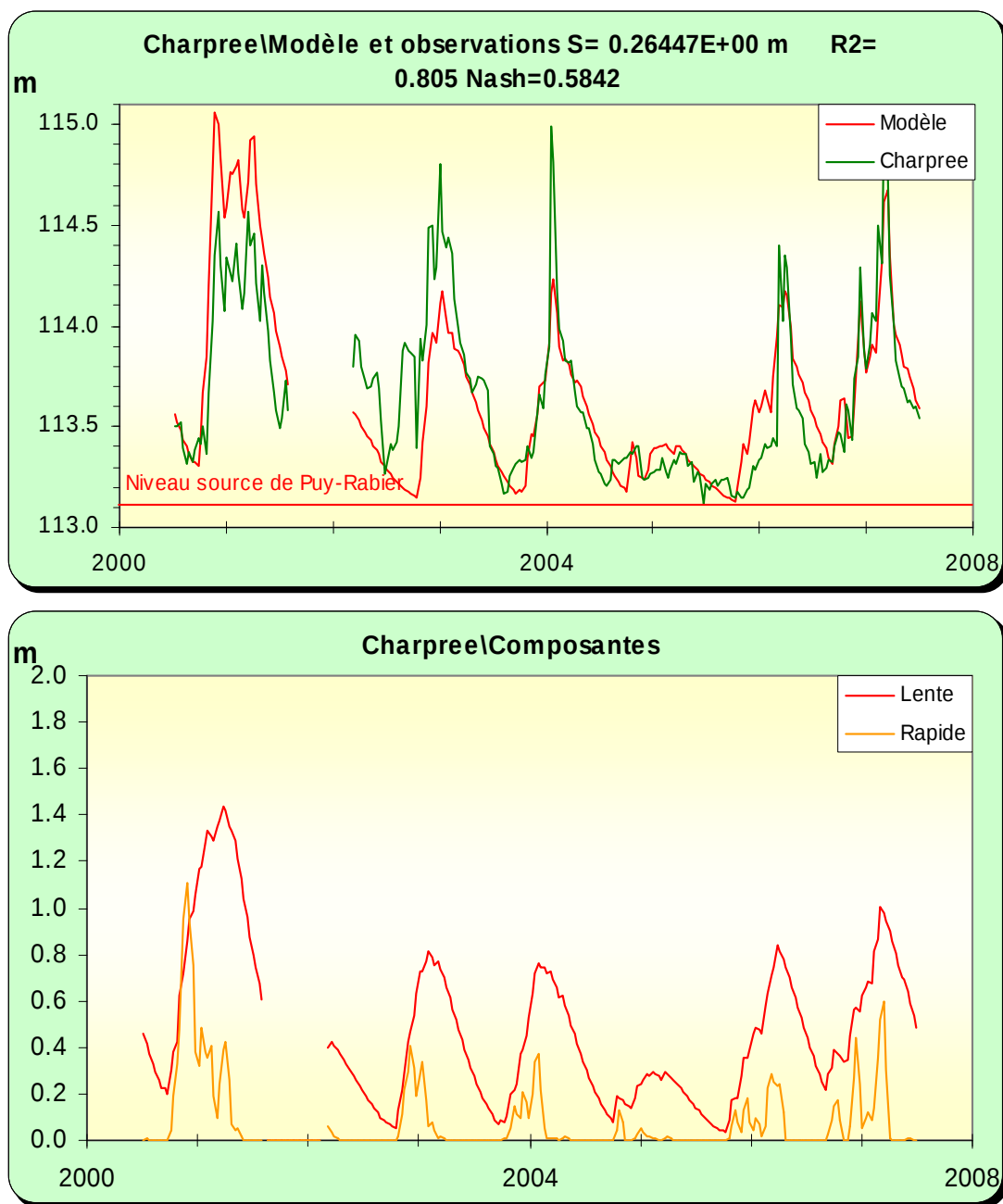


Illustration 257 : Modélisation du piézomètre de La Charprée, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

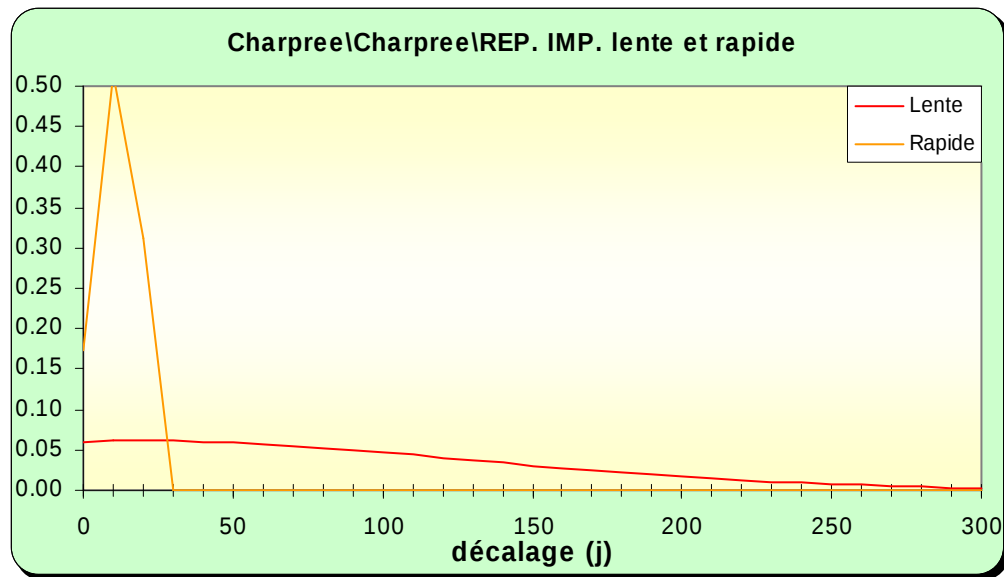


Illustration 258 : Modélisation du piézomètre de La Charprée, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

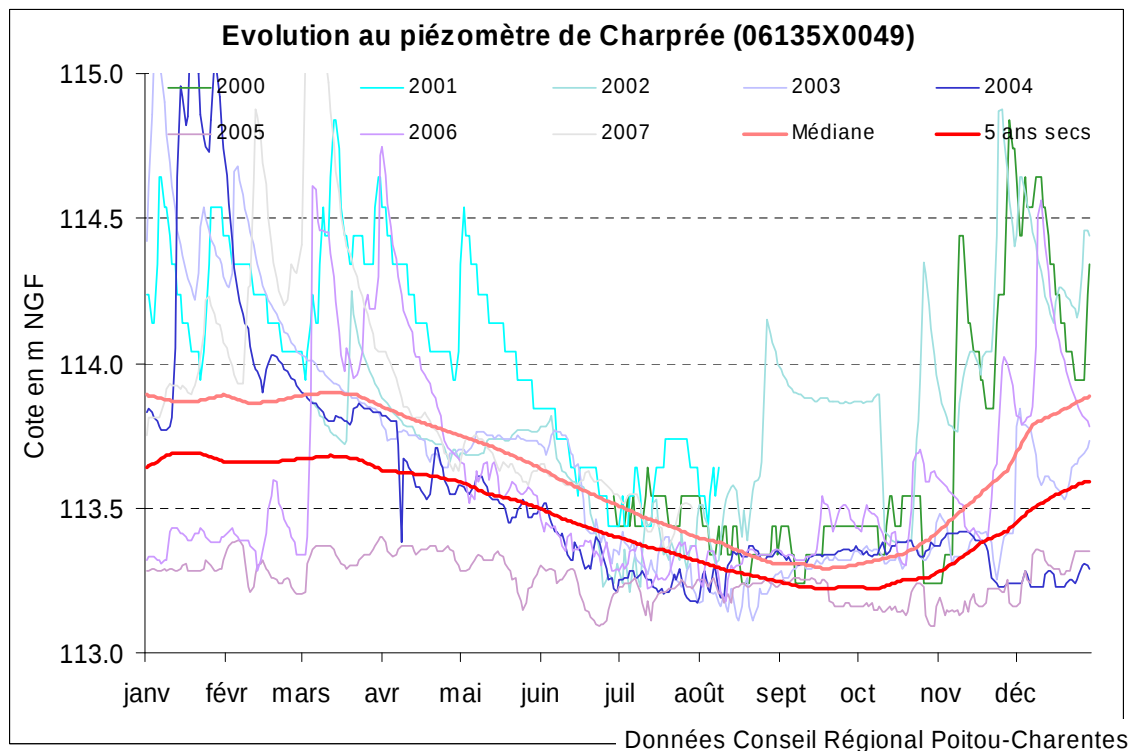


Illustration 259 : Utilisation du modèle du piézomètre de La Charprée en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans secs" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Petit-Dauffard [06131X0035] Dogger**

Ce piézomètre est situé entre la Clouère et la Belle. Il capte la nappe du Dogger.

Sur la chronique piézométrique de ce piézomètre les amplitudes sont nettement plus importantes que sur le piézomètre précédent de La Charprée et peuvent dépasser 5 m dans l'année. Les différences entre les plus hautes et les plus basses eaux observées sont de plus de 8 m. On soulignera le fort décrochement des niveaux à fin 2004 qui s'est poursuivi jusqu'à l'automne 2005, la remontée modérée des niveaux en 2006 et enfin le retour à la « normale » en 2007. On peut aussi remarquer sur la chronique de mesures que la cote d'étiage 2005 (la plus basse jamais observée) se stabilise approximativement autour de la cote de la source de Puy-Rabier (à environ 4 km de distance).

L'introduction d'un seuil bas a été nécessaire pour le calage ainsi que l'application d'une tendance non linéaire. Cette tendance nécessaire pour avoir un calage correct est à mettre vraisemblablement en relation avec des cycles climatiques longs, sur plusieurs années, que l'on peut identifier sur de nombreux graphes. Cette tendance correspondrait alors à une composante que l'on pourrait appeler « très lente ».

L'analyse impulsionnelle restitue une composante lente avec un pic au bout de 4 mois et un retour à l'état initial au bout d'environ un an et demi.

En prévision, la tendance a été supprimée pour le calcul des courbes théoriques de référence, médiane et "5 ans sec".

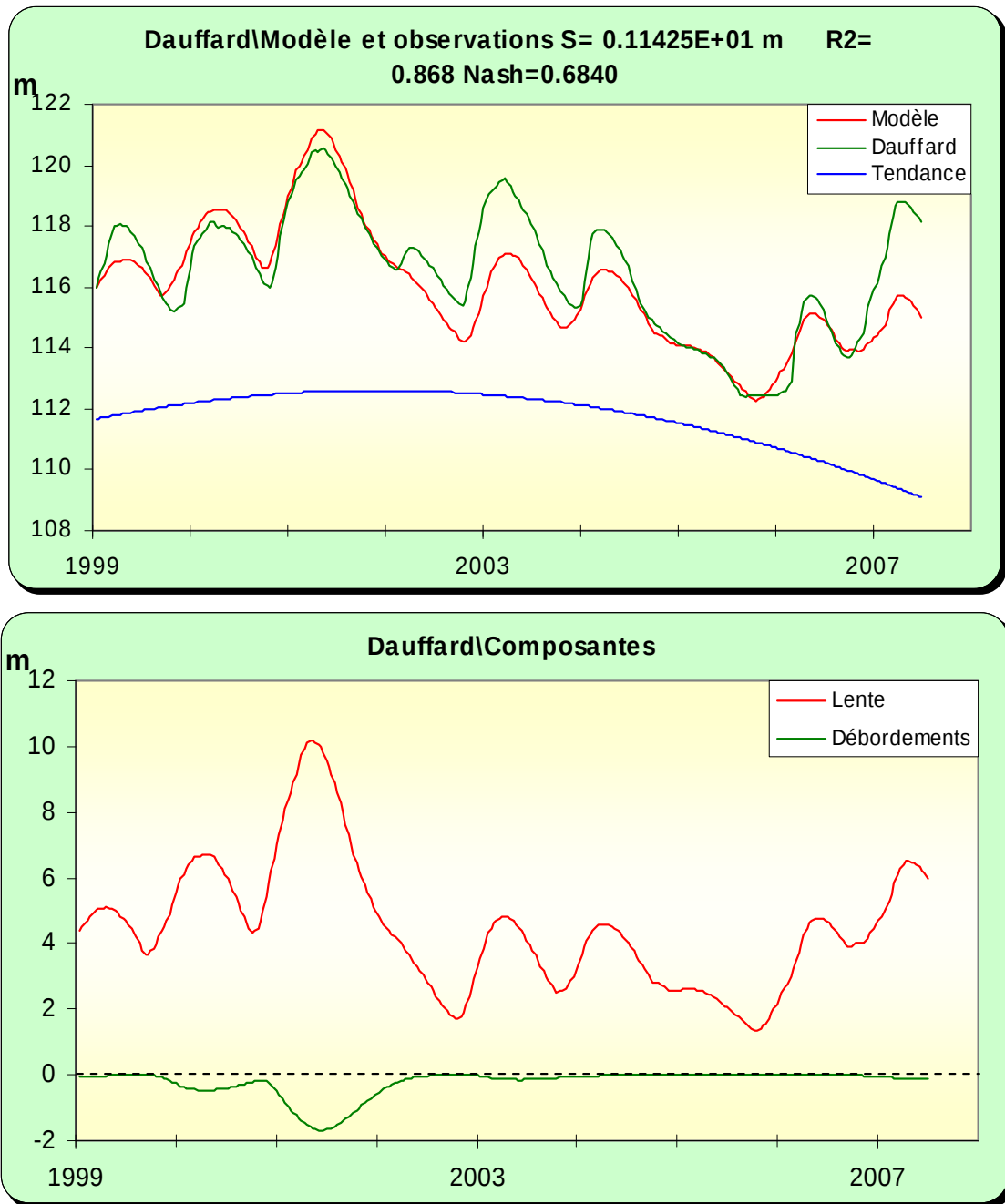


Illustration 260 : Modélisation du piézomètre de Petit-Dauffard, *en haut* : superposition du modèle sur la chronique, *en bas* : les différentes composantes

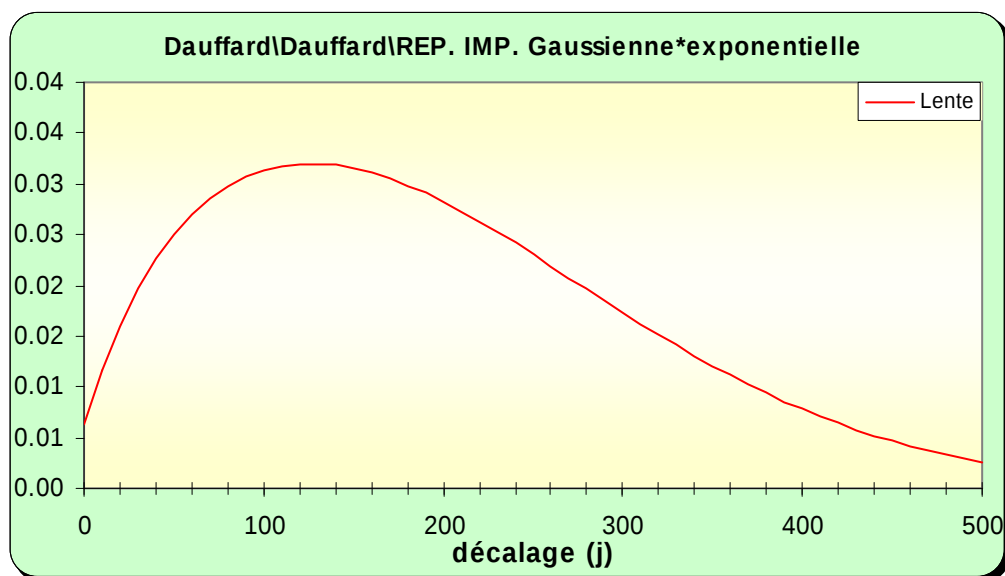


Illustration 261 : Modélisation du piézomètre de Petit-Dauffard, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

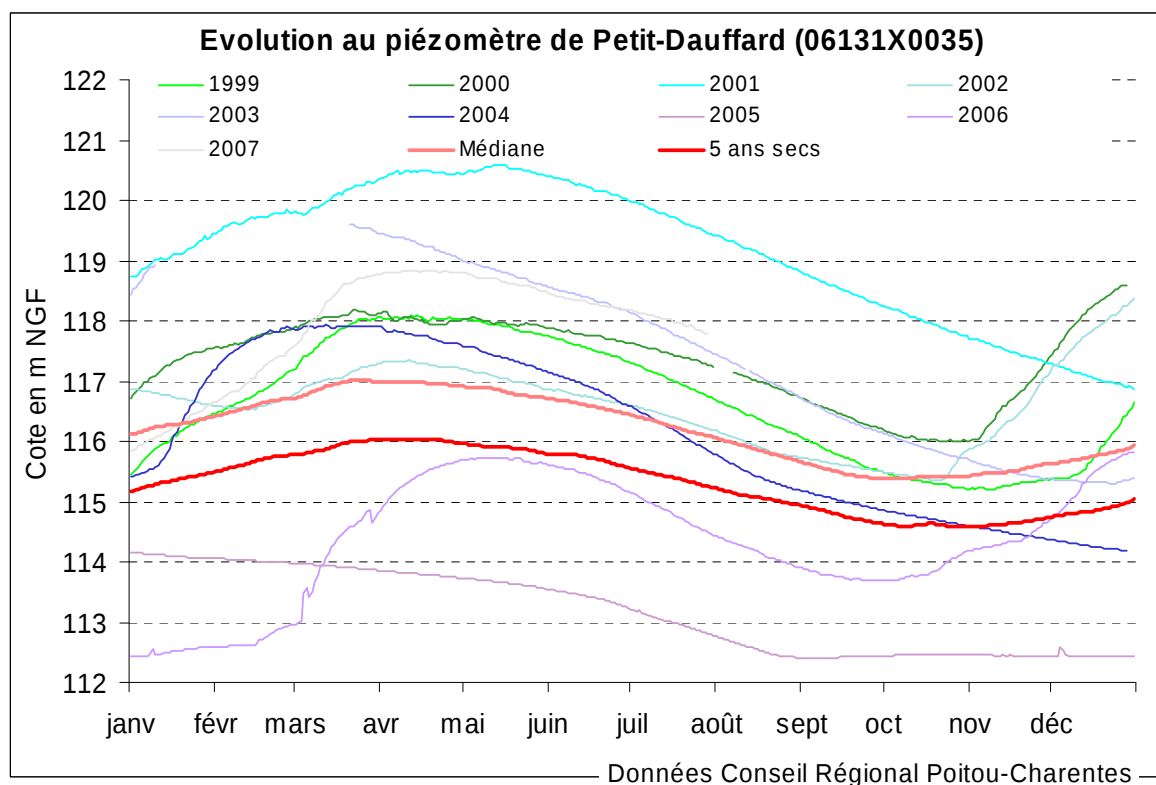


Illustration 262 : Utilisation du modèle du piézomètre de Petit-Dauffard en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

**Piézomètre de Fontjoise [06124X0026] Infra-Toarcien**

Ce piézomètre est situé dans la partie aval du bassin versant de la Clouère. Avec 45 m de profondeur, il capte l'aquifère captif de l'Infra-Toarcien. Le suivi ayant débuté en 2001, il n'a pas pu faire l'objet d'une modélisation en phase 1. Avec à présent 6 années de chronique, la modélisation a été entreprise.

La modélisation de cette chronique a nécessité l'introduction d'une tendance à la baisse. Cette tendance se lit également sur la chronique de mesures.

La composante lente présente un pic impulsionnel à 2 mois et un retour à l'état initial au bout de 6 mois.

Le calage, pour lequel il n'a pas été nécessaire d'introduire une fonction « pompage », n'est pas pleinement satisfaisant.

Enfin, il convient de noter, que la modélisation de la plupart des piézomètres à la nappe Infra-toarcienne de ce secteur de part et d'autre du Clain a nécessité l'introduction de tendances à la baisse : la Preille, l'Abbaye, dans une moindre mesure Raudière, cycle climatique conjoncturel ou réelle tendance liée aux prélèvements ?

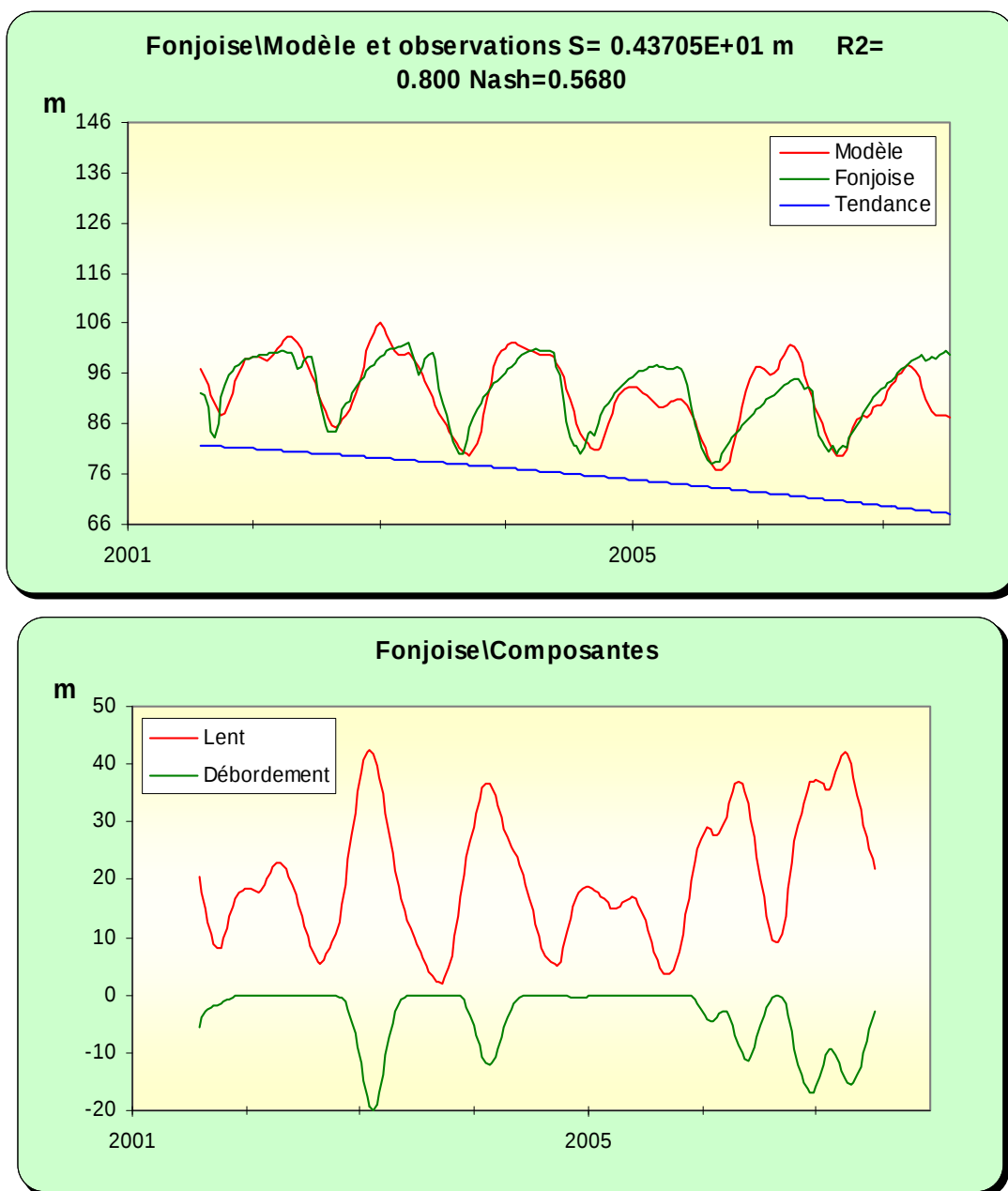


Illustration 263 : Modélisation du piézomètre de Fontjoise, en haut : superposition du modèle sur la chronique, en bas : les différentes composantes

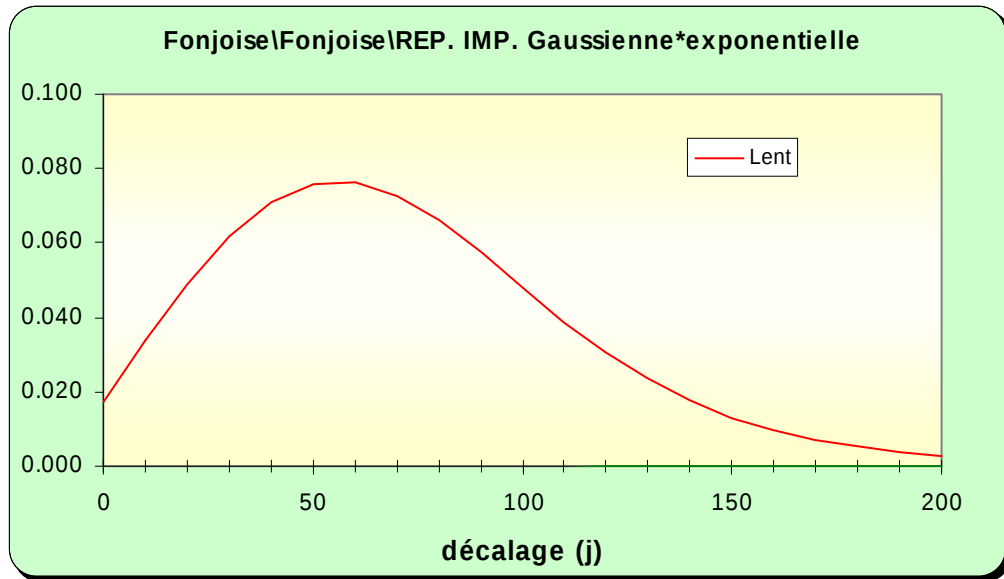


Illustration 264 : Modélisation du piézomètre de Fontjoise, analyse impulsionnelle des composantes lente et rapide

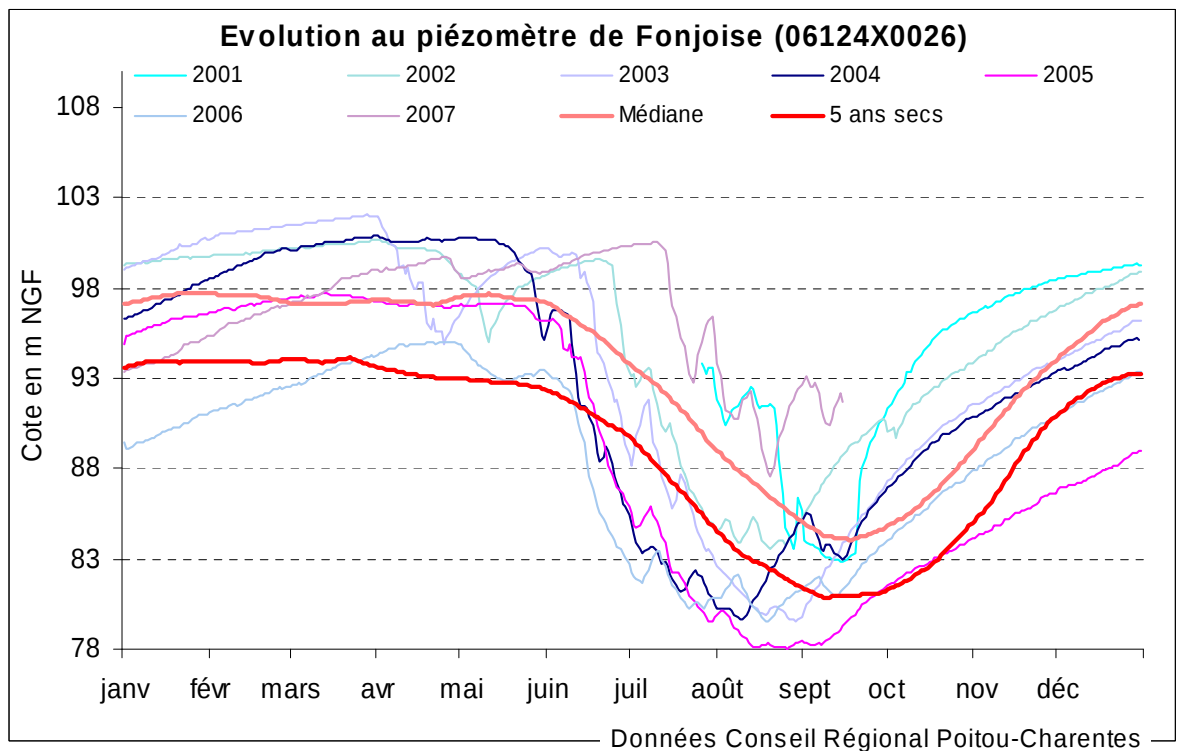
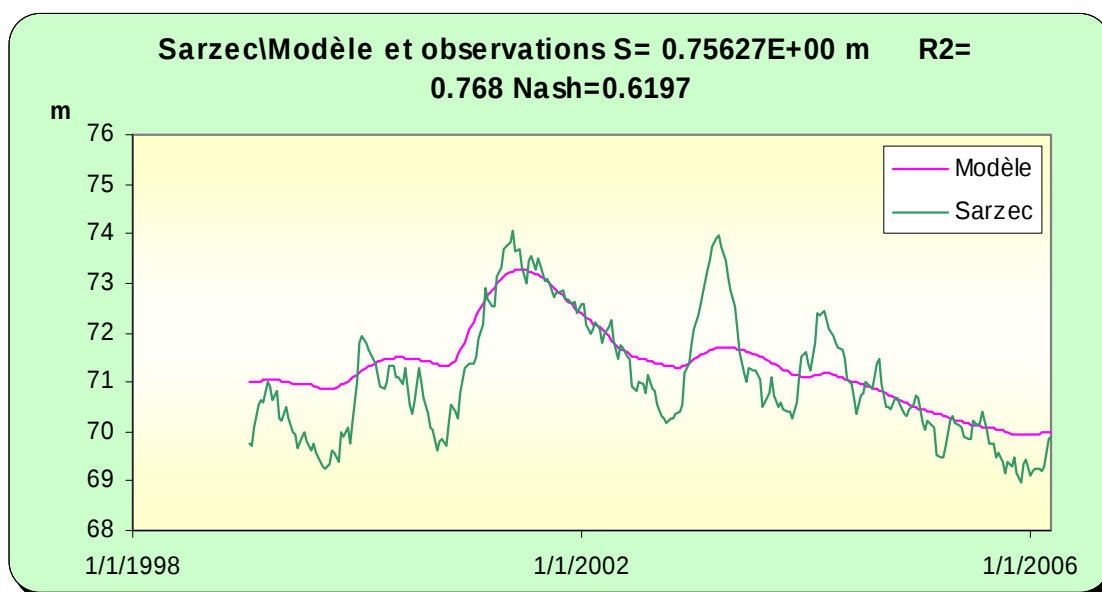


Illustration 265 : Utilisation du modèle du piézomètre de Fontjoise en prévision (sans la tendance) : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### **Piézomètre de Sarzec [05675X0066] Dogger**

Le modèle du piézomètre de Sarzec, qui présentait un calage très médiocre en phase 1, n'a pu être amélioré.

En effet, très influencé par les pompages sur le champ captant (AEP), le piézomètre de Sarzec présente un comportement très atypique par rapport aux autres piézomètres analysés, avec une composante assez rapide, (avec toutefois un pic impulsif au bout de 6 mois), et une composante très lente prépondérante avec un pic autour de 2/3 ans et un retour très long à l'état initial. L'existence d'épais placages sablo-argileux tertiaires dans le bassin versant peut expliquer ce comportement très singulier (retard d'alimentation de la nappe du Dogger du fait du stockage d'eau dans les faciès sableux).



*Illustration 266 : Modélisation du piézomètre de Sarzec superposition du modèle sur la chronique*

### **3.5.7.2 Modélisation de la station de débit de Château-Larcher**

Les deux piézomètres de Petit-Dauffard et de La Charprée sont dans le bassin versant de la Clouère dont le débit est mesuré à l'aval à Château-Larcher. Le premier apparaît peu impacté par les pompages et assez bien refléter l'état de la ressource de la nappe du Dogger malgré l'existence d'une tendance à la baisse. Soulignons qu'en prévision cette tendance a été enlevée.

Le second est en revanche très contraint avec un niveau de base correspondant à la source de Puy-Radier. Il apparaît aussi impacté par les pompages. Mais surtout, les battements de la nappe sur ce piézomètre entre hautes et basses eaux sont relativement faibles. Il est donc assez mal adapté en gestion, les seuils devant être fixés à quelques centimètres près.

Petit-Dauffard a été utilisé en entrée du modèle de la station de Château-Larcher. Le calage est satisfaisant et tout à fait comparable aux résultats obtenus en phase 1.

L'analyse des composantes fait apparaître une contribution significative de la nappe de Petit-Dauffard (Dogger) en période d'étiage. Les autres composantes matérialisent les ruissellements dans le bassin versant ainsi que les apports des autres nappes.

Sur la Clouère à Château-Larcher les débits de gestion ont été fixés à  $0.69 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le débit d'alerte et à  $0.391$  pour le débit de coupure. Le modèle donne un débit d'étiage en année quinquennale sèche de  $0.42 \text{ m}^3/\text{s}$ , un peu plus élevé que les  $0.34 \text{ m}^3/\text{s}$  obtenus en phase 1 et proche du débit de coupure. Cela ne change toutefois pas les conclusions de la phase 1.

En situation non influencée par les pompages, le débit d'alerte ne pourrait être respecté en année sèche. L'observation des chroniques de mesures confirme cette conclusion. C'est d'autant plus vrai avec des prélèvements sur le bassin de la Clouère.

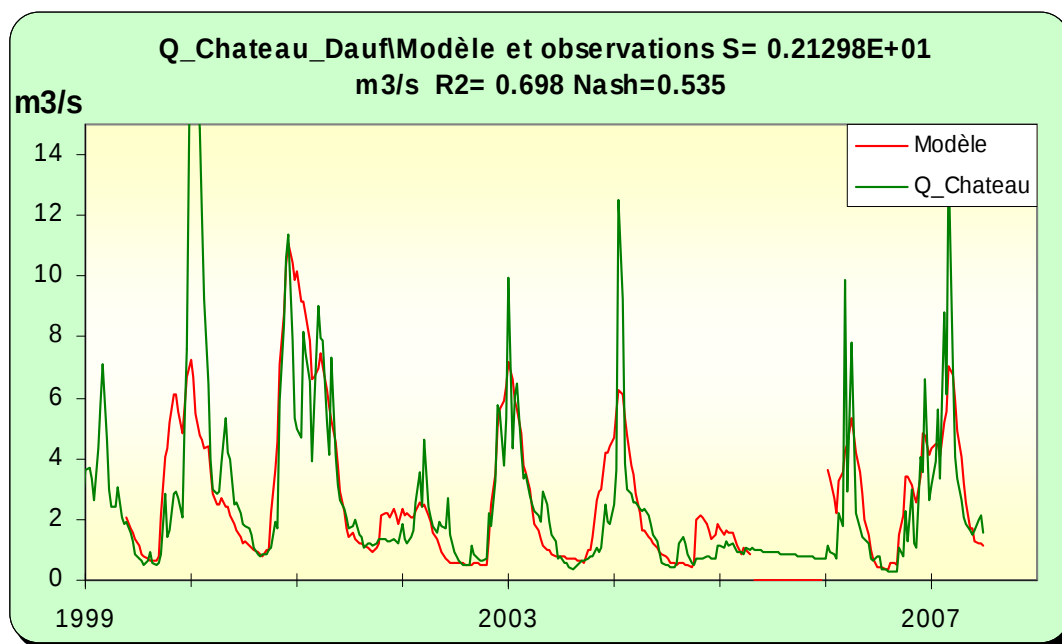


Illustration 267 : Modélisation de la station de Château-Larcher : superposition du modèle sur la chronique.

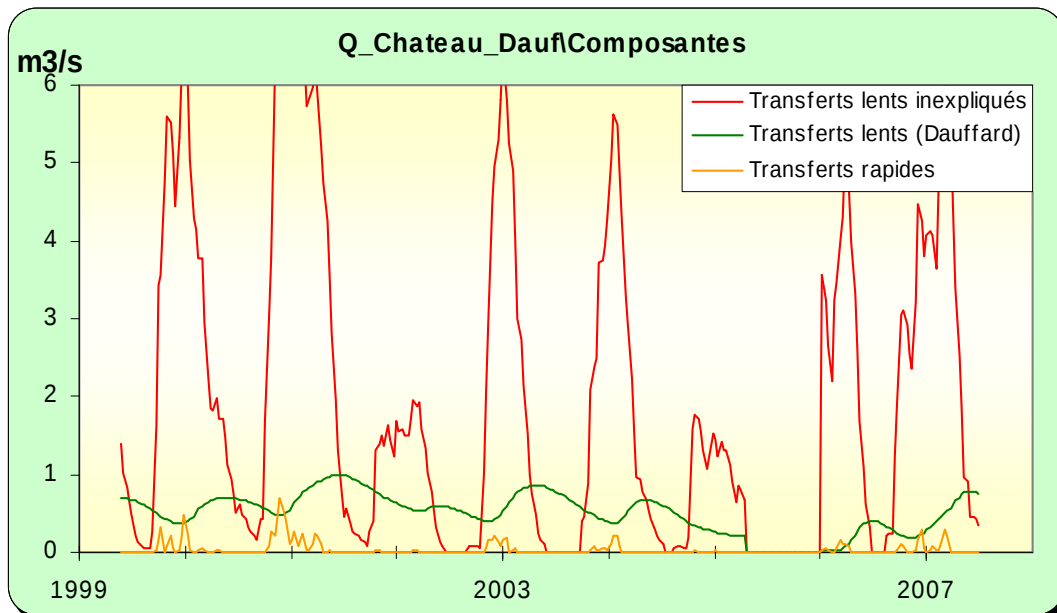


Illustration 268 : Modélisation de la station de Château-Larcher, composantes du signal

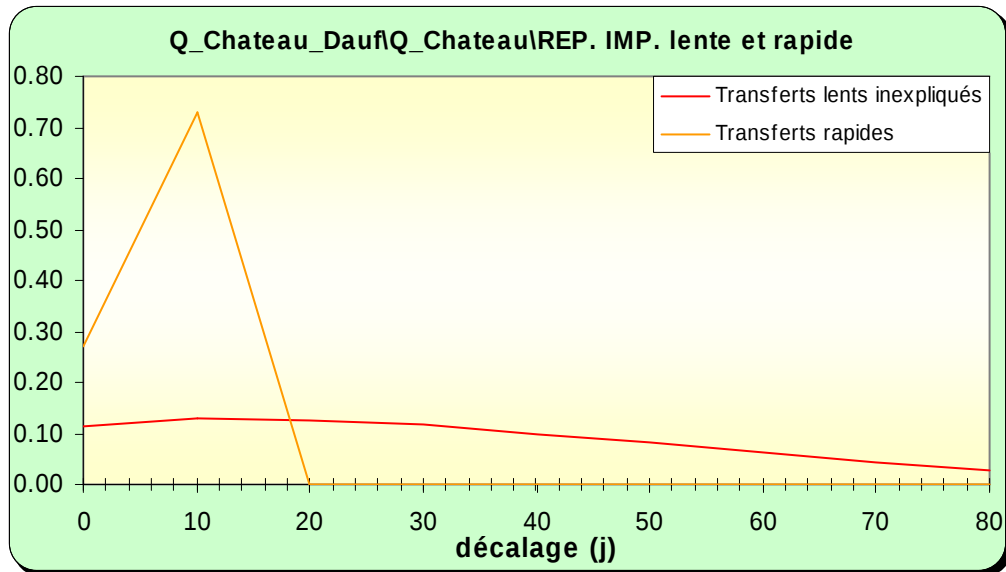


Illustration 269 : Modélisation de la station de Château-Larcher, réponses impulsionnelles

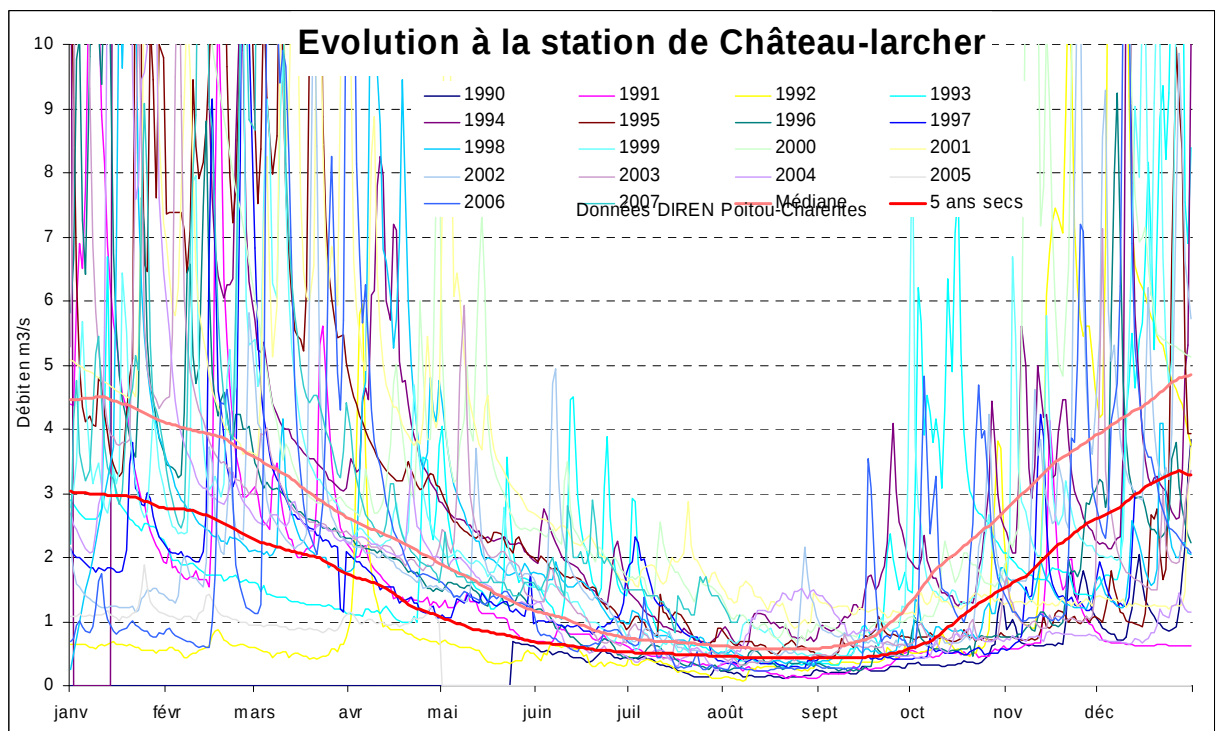
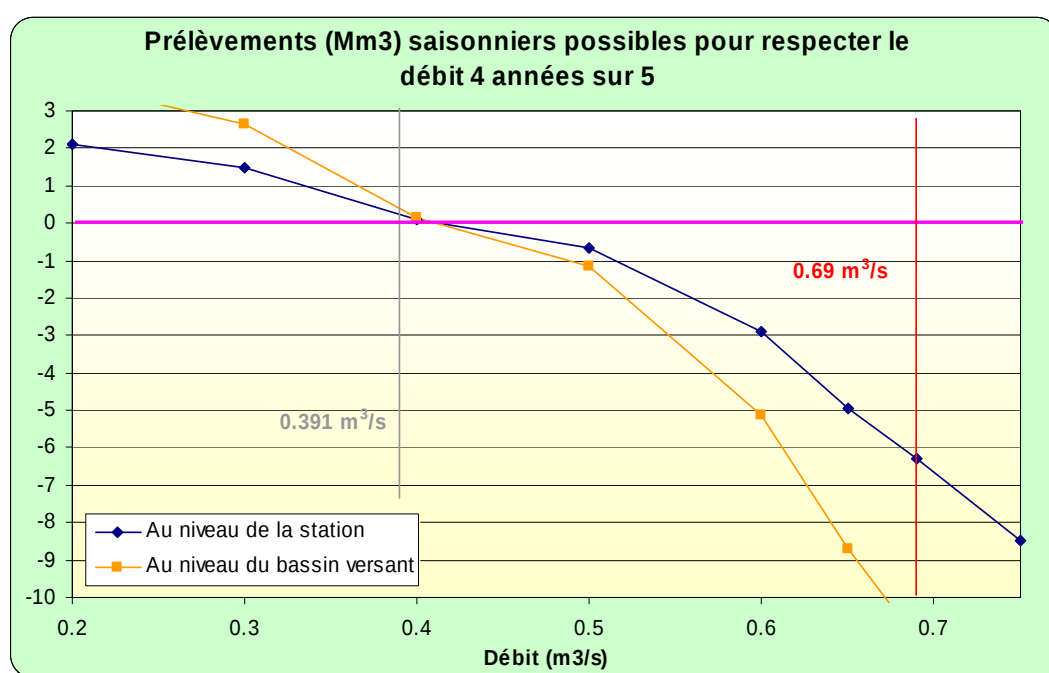


Illustration 270 : Utilisation du modèle de la station de Château-Larcher en prévision : superposition des courbes médiane et "5 ans sec" sur les chroniques de mesures

### 3.5.7.3 Approche des volumes disponibles par rapport aux objectifs

Le calcul des volumes disponibles pour plusieurs débits d'objectif en année quinquennale sèche donne des volumes négatifs importants (de l'ordre de -6 Mm<sup>3</sup> sur le bassin versant de la station de Château-Larcher) pour respecter le débit d'alerte. En revanche, le disponible serait de 2.7 Mm<sup>3</sup> pour une année quinquennale humide et de -1.6 Mm<sup>3</sup> pour une année médiane. Avec des prélèvements sur le bassin versant de la Clouère, le respect du DSA n'est possible qu'en année très humide.

Cette « disponibilité » de la ressource souterraine a été extrapolée à l'ensemble de la zone de gestion en utilisant le rapport des surfaces (370 km<sup>2</sup> pour le bassin de Château-Larcher, 652 km<sup>2</sup> pour la zone de gestion).



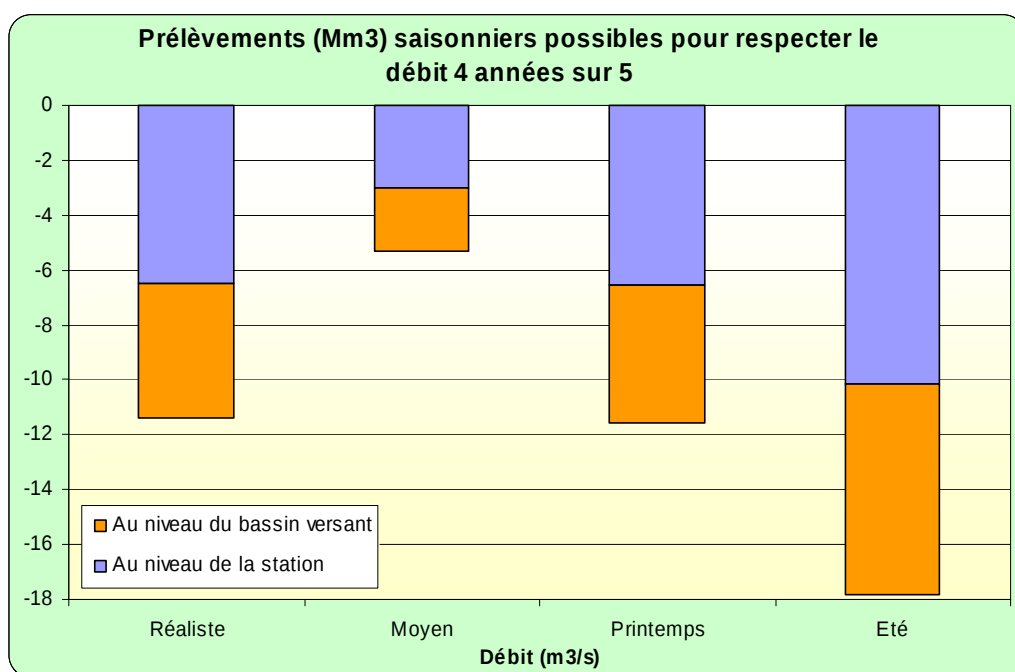
| Hypothèses                 |                |         |           |            |           |           |
|----------------------------|----------------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Scénario de prélèvements : | 5 % avril      | 5 % mai | 15 % juin | 40 % juil. | 30 % août | 5 % sept. |
| Piézomètres en entrée :    | Petit-Dauffard |         |           |            |           |           |

Illustration 271 : Zones de gestion de la Clouère/Miosson/Sarzec : disponibilité de la ressource pour des prélèvements saisonniers en fonction des débits objectifs à Château-Larcher

### 3.5.7.4 Discussion, conclusion

#### Evaluation de la précision des modèles

Le test de plusieurs scénarios de prélèvement montre un impact plus important des prélèvements estivaux sur le débit de la Clouère. L'impact minimum a été obtenu avec des prélèvements assez uniformément répartis sur la période printemps/été.



|           | Scénario réaliste | Scénario moyen | Scénario printemps | Scénario été |
|-----------|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Mars      | 0 %               | 0 %            | 10 %               | 0 %          |
| Avril     | 5 %               | 10 %           | 20 %               | 0 %          |
| Mai       | 5 %               | 20 %           | 30 %               | 0 %          |
| Juin      | 15 %              | 20 %           | 20 %               | 10 %         |
| Juillet   | 40 %              | 25 %           | 10 %               | 30 %         |
| Aout      | 30 %              | 25 %           | 10 %               | 50 %         |
| Septembre | 5 %               | 0 %            | 0 %                | 10 %         |

Illustration 272 : Débits disponibles pour le respect du DSA ( $0.69 \text{ m}^3/\text{s}$ ) selon différents scénarios de prélèvements, pour la zone de gestion de la Clouère/Miosson/Sarzec

### **Propositions pour la gestion**

Cette zone de gestion correspond au plateau calcaire en rive droite de la vallée du Clain, jusqu'au bassin versant de la Vienne à l'Est. On trouve principalement dans cette zone les aquifères du Dogger, karstique, et de l'Infra-Toarcien. Les piézométries de la nappe du Dogger montrent des gradients en règle générale faibles et surtout permettent de tracer un bassin versant hydrogéologique très différent du bassin topographique entre Vienne et Clain. Le bassin « hydrogéologique » de la Vienne est plus étendu que son bassin topographique. La zone de gestion utilise la limite hydrogéologique tracée à partir des connaissances actuelles.

Dans cette zone de gestion, la Clouère dispose d'une station de mesure de débit à Château-Larcher. Dans la partie nord de la zone de gestion (Montamisé) la quasi-absence de réseau hydrologique ne permet pas de définir des objectifs de débits. De plus, le piézomètre de Sarzec, très impacté par le champ captant de la Communauté d'Agglomérations de Poitiers, et au comportement atypique, ne donne pas un modèle satisfaisant. Par défaut, en attendant la recherche d'indicateurs plus adéquats, cette zone a été rattachée à la Clouère même si il n'y a pas, bien évidemment, de relations hydrauliques entre les deux. Il en est de même avec le petit bassin versant du Miossons.

Pour la gestion de cette zone le piézomètre de Petit-Dauffard au Dogger a été retenu. C'est un bon indicateur de l'état de la ressource souterraine avec des battements annuels d'amplitude suffisante. La chronique de ce piézomètre se corrèle bien avec la chronique de la station de débit de Château-Larcher ce qui conduit à proposer de coupler en gestion les deux indicateurs.

En ce qui concerne la nappe infra-toarcienne, elle présente sur le piézomètre de Fontjoise (seul indicateur dans cette nappe dans cette zone) une tendance à la baisse déjà observée en rive gauche du Clain. Cette tendance à la baisse, également visible sur la chronique de mesures, peut venir de la conjugaison de prélèvements trop importants avec des cycles climatiques. Le piézomètre de Fontjoise apparaît très impacté par les pompages.

Les relations localement entre la nappe du Dogger et la nappe infra-toarcienne par le biais des failles conduisent à proposer une gestion commune de ces 2 nappes. Le paradoxe veut que dans les zones où les 2 aquifères sont bien isolés, l'aquifère infra-toarcien est moins bien alimenté et son niveau piézométrique peut présenter une tendance à la baisse et de toute manière est très impacté par les pompages. Il en découle une problématique eau potable très forte. Cette problématique peut d'ailleurs conduire à coupler le dispositif précédent (Petit-Dauffard + Château-Larcher) avec des seuils sur un piézomètre à l'Infra-Toarcien (Fontjoise ?).

Par ailleurs, ce travail conduit aussi à une réflexion sur la fixation du débit d'alerte qui paraît très optimiste par rapport à ce que peut donner la ressource.