

Document public



Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine

Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - Module 1 – Année 3 – Convention 2008 – 2013

Rapport final

BRGM/RP-61614-FR
Décembre 2012



Préfecture de la région Aquitaine
Secrétariat général pour les affaires régionales



Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine

Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes

- Module 1 – Année 3 –
Convention 2008 – 2013

Rapport final

BRGM/RP-61614-FR
Décembre 2012

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2011-EAUK-26

M. Saltel, A. Faucher, B. Bourguine



Préfecture de la région Aquitaine
Secrétariat général pour les affaires régionales



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



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

Vérificateur :

Nom : J.J. SEGUIN

Date : 20/03/2013

Signature :

Approbateur :

Nom : N. LENOTRE

Date :

Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Mots clés : modélisation géologique, modélisation hydrodynamique, Bassin Nord-Aquitain, Modèle Nord-Aquitain, Bajocien, Bathonien, Callovo-Oxfordien, Kimméridgien, Tithonien, Cénomanién, Turonien, Coniacien-Santonien, Campano-Maastrichtien, Éocène moy à inf, Éocène sup, Oligocène, Burdigalien-Aquitanién, Serravallien, Plio-Quaternaire.

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

Saltel M., Faucher A., Bourguin A. (2012) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes – Module 1 – Année 3 – BRGM/RP-61614-FR, 45 pages, 24 figures, 3 annexes.

Synthèse

Cette étude (PSP11AQI19 et PSP11AQI23) est réalisée dans le cadre de l'année 3 de la convention "Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine" signée entre l'État, la Région Aquitaine et le BRGM pour la période 2008-2013 avec le concours financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et de l'Europe (fonds FEDER). Elle s'inscrit dans le prolongement des travaux de modélisation des aquifères de la région Aquitaine engagés par le BRGM Aquitaine pour élaborer des outils d'aide à la décision destinés à définir au mieux les stratégies d'exploitation des ressources en eaux souterraines de la région. Certaines nappes sont en effet très sollicitées et parfois en situation de déséquilibre avec des prélèvements excédant leur possibilité de renouvellement. Elles requièrent donc une gestion stricte afin d'en préserver leur pérennité sur le long terme. L'objectif global de ce module est de développer le Modèle Nord-Aquitain (MONA) pour obtenir une plus grande finesse de représentation des aquifères et mieux traiter ainsi les problèmes posés à une échelle plus locale, en particulier ceux soulevés par le SAGE "Nappes profondes de Gironde", mais aussi ceux qui émergent dans les départements voisins du Lot-et-Garonne et de la Dordogne.

Le travail réalisé au cours de cette année d'étude a consisté à actualiser les données d'entrées du modèle (prélèvements, flux d'infiltration) et les chroniques piézométriques jusqu'en 2010 de manière à pouvoir bénéficier d'un outil le plus à jour possible. Cette actualisation a démontré que le modèle retranscrit bien la piézométrie mesurée avec les nouvelles données d'entrée sans qu'aucune modification des paramètres hydrodynamiques n'ait été nécessaire. Le calage du modèle peut donc être considéré comme robuste.

En parallèle à la maintenance de la version 3 du MONA, ce module a permis la poursuite de l'élaboration de la version 4 du modèle dont l'objectif est d'améliorer encore sa représentativité.

La base de données de référence initiée en année 2 a été complétée et comprend désormais : 3 400 forages distinguant les horizons aquifères et épontes rencontrés, les données diagraphiques disponibles (343 données diagraphiques numériques sur près de 250 forages), les affleurements cartographiés des couches aquifères et des épontes issus du Référentiel Hydrogéologique BD LISA, les données sismiques disponibles et le tracé des failles.

Un travail important de validation et de mise en cohérence des données a été réalisé. Il a notamment porté sur la correspondance des données de sondage et des cartes géologiques. Etant donné l'importance de la surface modélisée, c'est près de 100 cartes géologiques qu'il a fallu revisiter pour faire coïncider, au mieux, les observations en forages avec celles des affleurements de la carte. Les limites d'extension des aquifères ont également été revues dans le cadre de la modélisation géologique. Les ajustements réalisés viendront à terme alimenter la BD-LISA. En préalable à la modélisation géologique, il était nécessaire d'avoir une vision d'ensemble de la géométrie des réservoirs du nord du Bassin aquitain. C'est pourquoi, en année 2, de grandes coupes hydrogéologiques avaient été dressées. Pour valider le travail de modélisation réalisé en année 3 une comparaison a été effectuée entre ces coupes et celles issues du modèle géologique.

L'année 4 sera consacrée à la finalisation de la géométrie du MONA dans sa version 4 avec intégration des formations du Secondaire. La géométrie complète sera intégrée dans le logiciel Marthe en fin d'année 4 pour réaliser les premières simulations en régime permanent. En parallèle, les données d'entrée du modèle ainsi que les chroniques d'observation seront actualisées avec les données de l'année 2011 afin de disposer d'un outil d'aide à la décision, d'évaluation et de gestion des ressources toujours opérationnel.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Actualisation des données spatio-temporelles	9
2.1. PRÉLÈVEMENTS	9
2.1.1. Collecte des données de prélèvements	9
2.1.2. Traitements des données collectées	9
2.1.4. Bilan général de l'actualisation des données de prélèvements du modèle Nord-Aquitain sur la période 2009-2010	11
2.2. CALCUL DES PRÉCIPITATIONS EFFICACES ET ACTUALISATION DES DONNÉES DE RECHARGE DES NAPPES DU MODÈLE NORD-AQUITAIN	12
2.2.1. Les précipitations efficaces	12
2.2.2. La recharge	14
2.3. CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES	16
2.3.1. Mise à jour des chroniques des points d'observation	16
2.3.2. Mesures complémentaires	17
2.4. RESULTATS DU MODELE ACTUALISE	19
2.4.1. Les chroniques de calage	19
2.4.2. Les cartes piézométriques	19
3. Actualisation de la géométrie des réservoirs du Bassin Nord Aquitain	21
3.1. OBJECTIF	21
3.2. OUTILS ET PRINCIPES	21
3.3. CODAGE DES DONNÉES	22
3.4. SOURCE DE DONNÉES	23
3.4.1. Données de forage	23
3.4.2. Carte géologique	26
3.4.3. Données sismiques	26
3.4.4. Failles	31
3.5. VALIDATION DES DONNÉES	32
3.5.1. Mise en cohérence carte géologique / forages	32
3.5.2. Ajustement des limites d'extension maximale des formations	34
3.5.3. Comparaison de coupes	36
4. Conclusion	41
5. Bibliographie	43

Liste des figures

Figure 1 : Prélèvements dans les aquifères modélisés du MONA en 2008 et 2009 (m ³ /an).....	11
Figure 2 : Évolution des prélèvements dans les couches du Modèle Nord Aquitain de 1972 à 2009 tous départements confondus.....	12
Figure 3 : Évolution des précipitations efficaces annuelles à la station de Mérignac (33) pour une Réserve Utile (RU) de 150 mm.....	13
Figure 4 : Précipitations efficaces 2008 et 2009 calculées pour les 5 stations météorologiques prises en compte dans le MONA V3.3b-2009 (RU=150 mm)	13
Figure 5 : Moyenne et écarts-type des précipitations efficaces pour les 5 stations prises en compte dans le MONA V3.3b-2009	13
Figure 6 : Localisation des zones d’affleurement du modèle pour chaque nappe et source des données de pluies utilisées pour le calcul de la recharge	15
Figure 7 : Nombre de chroniques piézométriques utilisés pour le calage.....	16
Figure 8 : Localisation des points d’observation	17
Figure 9 : Localisation des points de mesure	18
Figure 10 : Exemple de comparaison entre les niveaux observés et simulés - forage de Bouliac (Eocène moyen).....	19
Figure 11 : Niveaux piézométriques simulés par le modèle Nord-Aquitain version MONA V3.3b-2009 dans l’aquifère « Eocène moyen » pour les années 2009 et 2010.....	20
Figure 12 : Pile stratigraphique des formations modélisés.....	23
Figure 13 : Codification des forages – Illustration schématique de la problématique de concaténation des données.....	24
Figure 14 : Exemple de corrélation diagraphique et vue en coupe	25
Figure 15 : Principaux forages utilisés pour le calage des réflecteurs	27
Figure 16 : Carte de différence entre les données de forage et la base du Tertiaire déduites des données sismiques	28
Figure 17 : Carte de différence entre les données de forage et la base du Crétacé supérieur déduite des données sismiques	29
Figure 18 : Apport des données sismiques dans la modélisation géologique	30
Figure 19 : Faille prises en compte dans le modèle géologique	31
Figure 20 : Apport de l’intégration de la carte géologique dans la modélisation.....	33
Figure 21 : Évolution de l’extension du réservoir oligocène après contrôle de cohérence	35
Figure 22 : Localisation des coupes de contrôles réalisées dans le modèle géologique	36
Figure 23 : Comparaison de la coupe hydrogéologique schématique C 8 et a la coupe issue du modèle géologique.....	38
Figure 24 : Comparaison de la coupe hydrogéologique schématique C 17 et a la coupe issue du modèle géologique.....	39

Liste des annexes

Annexe 1 : Historique du Modèle Nord Aquitain	47
Annexe 2 : Actualisation des chroniques de calage – période 1972 - 2010	51
Annexe 3 : Fiche récapitulative des mesures piézométriques complémentaires.....	71

1. Introduction

Les travaux présentés dans ce rapport ont été effectués dans le cadre du module 1 de l'année 3 (2011-2012) de la convention "Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine" (convention comprenant 6 modules) signée entre l'État, la Région Aquitaine et le BRGM pour la période 2008-2013 avec le concours financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et de l'Europe (fonds FEDER).

Cette étude fait suite aux travaux de modélisation des aquifères de la région Aquitaine engagés par le BRGM Aquitaine depuis près de 20 ans pour disposer d'outils de gestion et d'aide à la décision et définir ainsi au mieux des stratégies d'exploitation des ressources souterraines de la région. Certaines nappes sont en effet très sollicitées et mises en situation de déséquilibre.

Le MOdèle Nord-Aquitain (MONA), initialement construit pour apporter des réponses à la problématique de l'effondrement des niveaux de la nappe de l'Eocène en Gironde, est le fruit d'un long développement, qui a commencé il y a 20 ans [(Braneyre et al., 1993) ; (Braneyre et al., 1993) ; (Braneyre et al., 1994) ; (Amraoui et al., 1998) ; (Amraoui et al., 1999) ; (Seguin, 1999) ; (Seguin, 1999) ; (Seguin, 2002) ; (Pédron et al., 2003) ; (Pédron et al., 2005) ; (Pédron et al., 2006) ; (Pédron et al., 2006) ; (Pédron et al., 2007) ; (Pédron et al., 2008) ; (Pédron et al., 2008) ; (Gomez et al., 2010) ; (Saltel et al., 2011)]. Les différentes évolutions qui ont été apportées au modèle, notamment dans le cadre des différentes conventions « Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine », ont abouti à l'élaboration de plusieurs versions décrites en Annexe 1. Initialement composé de 3 couches (Oligocène, Eocène et Crétacé supérieur) et à mailles carrées de 5 km de côté, ce modèle (MONA V3.3b-2007) intègre aujourd'hui 15 couches (du Plio-Quaternaire au Jurassique moyen) à mailles carrées de 2 km de côté et couvre le sud de la Charente, la moitié sud-ouest de la Dordogne, le nord-ouest du Lot-et-Garonne, le nord des Landes et la totalité du département de la Gironde.

Le modèle a notamment été utilisé dans le cadre du Schéma Directeur de Gestion de la Ressource en Eau de la Gironde puis du SAGE « nappes profondes » de Gironde, pour chiffrer les économies d'eau à réaliser et proposer des réductions de prélèvements ou des ressources de substitution. Plus ponctuellement, il a permis de simuler l'impact sur la ressource de nouveaux champs captant dans le secteur de Sainte-Hélène en Gironde [(Pédron et al., 2009) ; (Saltel, 2012) ; (Cabaret et al., 2012)] et a aussi servi à réaliser des simulations prospectives permettant d'évaluer les effets de différentes conditions de recharge et d'exploitation de la ressource sur les nappes du Secondaire de Dordogne et du Lot et Garonne (Platel et al., 2010). D'un point de vue plus global, le modèle a été utilisé pour apporter des éléments techniques permettant appuyer la définition de volumes prélevables dans toutes les nappes captives du nord du Bassin aquitain (Gomez et al., 2010) et pour réaliser des simulations prospectives dans le cadre de la révision du SAGE "Nappes profondes de Gironde" [(Saltel et al., 2012) ; (Cabaret et al., 2012)]. Le modèle a également été utilisé dans le cadre du projet national Explore 2070 visant à étudier les impacts du changement climatique sur les eaux souterraines.

Le présent module de la Convention a pour objectif la maintenance et le développement du Modèle Nord-Aquitain pour obtenir une plus grande finesse de représentation des aquifères et mieux traiter ainsi les problèmes posés à une échelle plus locale.

La première partie du travail réalisé concerne l'actualisation de la version actuelle du MONA (Version 3.3b) : mise à jour des données d'entrée (prélèvements, flux d'infiltration) et des chroniques piézométriques sur l'année 2010 afin de bénéficier d'un outil le plus à jour possible.

La deuxième partie est consacrée à l'actualisation du modèle géologique, infrastructure du MONA, avec l'objectif d'affiner le maillage du modèle en passant d'une maille de 2 km de côté à une maille de 500 m tout en intégrant les épontes. Ce travail, complexe à mettre en œuvre, a nécessité l'élaboration d'une base de données de référence compilant : la description de près de 3 400 forages, les données diagraphiques disponibles, la carte des affleurements (d'après le Référentiel Hydrogéologique BD-LISA) et le tracé des failles. Ce travail s'est appuyé sur les différents modèles géologiques existants (Miocène, Oligocène, Eocène, Crétacé supérieur, Cénomaniens + Jurassique) développés avec différents outils et à différentes périodes (au cours des 2 précédentes conventions régionales ou dans le cadre de projets spécifiques). La construction de cette base a permis de revenir sur la géométrie des premières couches intégrées dans le modèle (Tertiaire) qui n'ont pu bénéficier au moment de leur élaboration des outils récents utilisés pour construire la géométrie des couches du Crétacé et du Jurassique (logiciel GDM + composants Multilayer).

2. Actualisation des données spatio-temporelles

Les phases d'actualisation des données réalisées successivement en 1999, 2001, 2005 et 2010 ont servi de période de validation du modèle et ont permis de contrôler sa robustesse. La version actuelle du Modèle Nord-Aquitain (MONA V3.3b-2007) simule les écoulements au sein de quinze entités hydrogéologiques sur la période 1972-2009. Le recueil des données d'entrée (prélèvements, flux d'infiltration) et des chroniques piézométriques sur l'année 2010 permet de bénéficier d'un outil le plus à jour possible. Le modèle sera alors dans sa version MONA V3.3b-2010.

2.1. PRÉLÈVEMENTS

Afin de restituer au mieux les variations piézométriques de chacune des nappes modélisées sur l'ensemble de la période considérée, il est nécessaire d'acquérir une connaissance la plus exhaustive possible des prélèvements dans les nappes. Un important travail de collecte des données de prélèvements est donc nécessaire.

2.1.1. Collecte des données de prélèvements

Des données de prélèvements sont recueillies annuellement par le BRGM dans le cadre du programme de « Gestion des nappes d'eaux souterraines du département de la Gironde ». Cette collecte permet de disposer des volumes prélevés de 1431 ouvrages du département captant une ou plusieurs nappes d'eaux souterraines. Elle est faite directement auprès des exploitants et chaque prélèvement est rattaché à un ouvrage parfaitement localisé. Elle constitue le noyau de la base de données utilisée pour le modèle Nord-Aquitain. Dans les autres départements, le BRGM ne procède pas au recueil annuel des volumes prélevés sur les captages d'eaux souterraines. Seules des études ponctuelles, comme par exemple celle menée sur l'évaluation des ressources en eau de l'Eocène dans le Bergeracois (Pédron et al., 2003), viennent alimenter les bases de données gérées par le BRGM. Dans le cadre de cette actualisation, le BRGM a récupéré 5521 données auprès de l'Agence de l'Eau Adour Garonne (AEAG).

Ces informations ont servi à mettre à jour la base de données déjà existante pour le Modèle Nord-Aquitain avec des prélèvements recensés jusqu'en 2010.

2.1.2. Traitements des données collectées

Les chroniques brutes de prélèvements recensés proviennent d'organismes différents ayant chacun leurs objectifs propres (connaissance pour le BRGM, redevance pour l'AEAG). L'organisation qui en découle conduit à une grande hétérogénéité dans les données. Chaque organisme applique généralement son propre système de codification pour identifier les ouvrages malgré l'existence de l'indice national issu de la Banque du Sous-Sol (BSS). Suivant les bases de données, la qualité de la géolocalisation des points peut-être très variable. La valeur des volumes prélevés aux points d'eau varie également. Principalement, deux cas de figures ont été rencontrés : soit la valeur communiquée correspondait exactement au soutirage sur le forage (cas le plus favorable), soit elle représentait un cumul de prélèvements lié au regroupement de plusieurs ouvrages (même exploitant ou même commune par exemple). Un travail de traitement des données collectées a dû être entrepris afin :

- d'identifier les points proposant des volumes prélevés (communes, lieu-dit, géolocalisation...) et de les recouper avec la BDES (Banque de Données sur les Eaux Souterraines) afin d'écartier les doublons,
- de vérifier la cohérence des volumes communiqués,
- d'actualiser la base de données locale dédiée au modèle Nord-Aquitain.

Certains forages sont présents dans les bases de plusieurs organismes qui proposent parfois, sur une même période, des volumes de prélèvements différents. Dans ce cas, l'usage de l'ouvrage, la connaissance du point de prélèvement ou une confirmation directe auprès de l'exploitant lui-même a permis de déterminer la valeur exacte ou la plus probable. Certains volumes peu crédibles ont toutefois été écartés de l'actualisation car il était impossible de retrouver leur origine. Les ouvrages agricoles représentent un cas particulier : les seules sources d'informations sont les études ponctuelles des Chambres d'Agriculture et dans une moindre mesure les données transmises par l'AEAG (très difficiles à exploiter car les redevances pour cet usage ne sont pas gérées à l'ouvrage). Le recouplement des données est donc quasiment impossible dans la majorité des cas (notamment dans le Miocène où les ouvrages agricoles sont très nombreux). Les données bancarisées dans la BDES correspondent alors souvent au report, depuis l'année de mise en service du forage, des prélèvements relevés lors des inventaires BRGM. Durant tout le traitement, une parfaite correspondance entre les données issues de la Gestion des nappes en Gironde (GN33) et les données du Modèle a été assurée pour répondre notamment aux exigences de gestion du SAGE « Nappes profondes de Gironde ».

A l'heure actuelle, la base de données de prélèvement du MONA compte au total 3 865 forages pour lesquels les volumes annuels soutirés sont renseignés sur la période 1972 – 2010. Sur cet ensemble 3 426 forages sont compris dans les limites du MONA et et leurs données introduites dans le modèle.

2.1.4. Bilan général de l'actualisation des données de prélèvements du modèle Nord-Aquitain sur la période 2009-2010

Les prélèvements totaux, par an et par nappe, injectés dans le modèle Nord-Aquitain pour les années 2008 à 2010 sont indiqués ci-après (Figure 1).

Aquifères	Prélèvements (en m ³) selon les années		
	2008	2009	2010
Helvétien	24 058 892	21 808 333	21 648 810
Aquitainien	35 829 179	34 723 601	32 629 808
Oligocène	67 185 466	63 405 728	63 612 265
Eocène supérieur	3 852 837	3 321 887	3 522 787
Eocène moyen	52 889 918	54 479 526	51 898 184
Eocène inférieur	9 226 694	9 806 213	9 989 264
Campanien	15 778 764	17 815 139	17 783 569
Coniacien-Santonien	23 686 689	23 750 274	22 959 996
Turonien	39 729 795	39 580 864	39 895 424
Cénomanién	13 625 189	13 507 962	13 451 721
Tithonien	804 046	866 619	863 094
Kimméridgien	2 754 988	2 933 700	2 798 471
Bathonien-Collovo-Oxfordien	11 502 549	11 853 119	12 068 652
Bajocien	4 203 763	3 989 213	4 593 589
Total	305 128 769	301 842 178	297 715 635

Figure 1 : Prélèvements dans les aquifères modélisés du MONA en 2008 et 2009 (m³/an)

Les prélèvements sont globalement à la baisse entre les années 2008 et 2010. Cette diminution est régulière. Entre 2008 et 2009, les prélèvements recensés diminuent de près de 3 millions de m³. Entre 2009 et 2010, une baisse d'environ 4 millions de m³ est observée.

En observant l'évolution des prélèvements dans leur ensemble (Figure 2), il est possible de constater qu'en dehors des fluctuations liées aux conditions climatiques (plus ou moins favorables), les prélèvements peuvent être considérés comme quasi stables depuis les années 2000.

Les aquifères de l'Oligocène et de l'Eocène moyen sont les réservoirs les plus sollicités avec des volumes pompés largement supérieurs à ceux des autres nappes (chacun représentant environ 20% du volume total). L'Oligocène est devenu, depuis le début des années quatre-vingt-dix, l'aquifère le plus exploité parmi les nappes modélisées. La diminution des prélèvements observés pour l'Oligocène entre 2008 et 2009 est en partie due aux reports de prélèvements vers l'Éocène moyen dans le secteur de Martillac en raison de la pollution des sources de Gamarde de juin 2009.

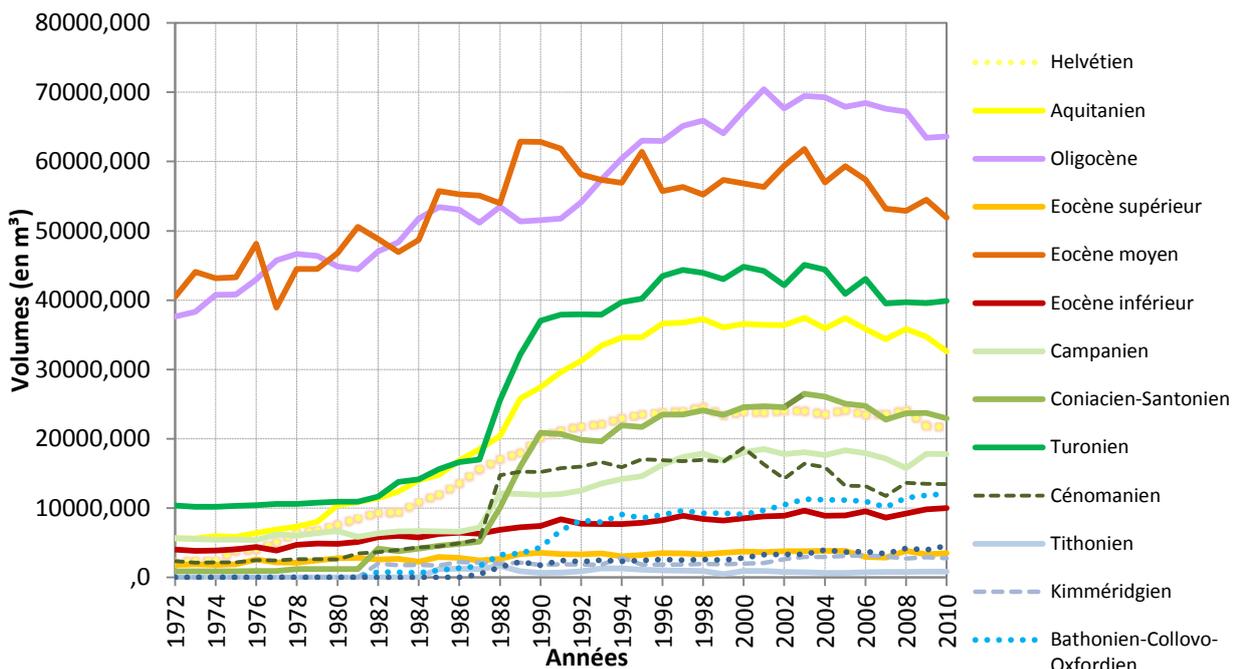


Figure 2 : Évolution des prélèvements dans les couches du Modèle Nord Aquitain de 1972 à 2009 tous départements confondus.

2.2. CALCUL DES PRÉCIPITATIONS EFFICACES ET ACTUALISATION DES DONNÉES DE RECHARGE DES NAPPES DU MODÈLE NORD-AQUITAIN

2.2.1. Les précipitations efficaces

Les données de précipitations et d'évapotranspirations potentielles (ETP) pour les stations de Mérignac en Gironde, de Cognac (Château-Bernard) en Charente, de Bergerac en Dordogne, de Gourdon dans le Lot et de Mont-de-Marsan dans les Landes ont été acquises sur les sites internet de Météo-France (Climathèque et Publithèque). Les données de ces stations sont utilisées dans le modèle pour le calcul de la recharge des nappes par zones météorologiques (ZMTO).

Les précipitations efficaces ont été calculées au pas de temps décadaire à partir :

- des précipitations (P),
- de l'évapotranspiration potentielle (ETP),
- de la capacité maximale en eau du sol (la réserve utile RU), fixée à deux valeurs : 100 mm et 150 mm.

L'évolution des précipitations efficaces annuelles depuis 1972 (pour une RU de 150 mm) à la station de mesure de Mérignac (33) est retracée sur la Figure 3.

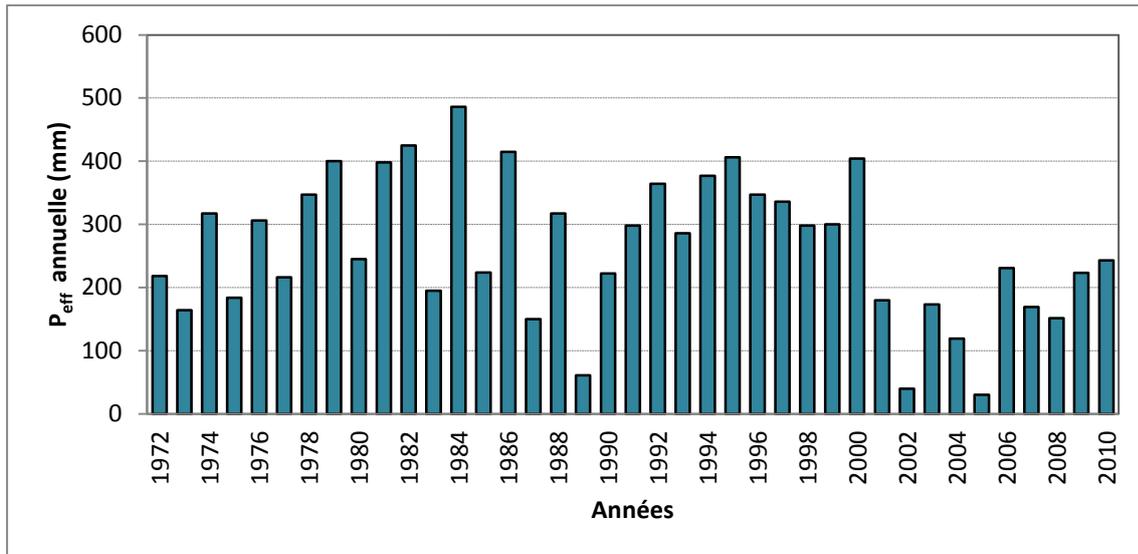


Figure 3 : Évolution des précipitations efficaces annuelles à la station de Mérignac (33) pour une Réserve Utile (RU) de 150 mm.

Les précipitations efficaces (RU=150 mm) de l'année 2010 sont présentées ci-dessous pour les 5 stations météorologiques prises en compte.

Années	Précipitations efficaces Peff (mm) selon les stations				
	Mérignac (33)	Cognac (16)	Gourdon (46)	Bergerac (24)	Mont-de-Marsan (40)
2010	243,0	183,1	113,5	115,1	296,0

Figure 4 : Précipitations efficaces 2008 et 2009 calculées pour les 5 stations météorologiques prises en compte dans le MONA V3.3b-2009 (RU=150 mm)

Pour chacune de ces cinq stations, la Figure 5 ci-après fournit la moyenne et l'écart type des pluies efficaces calculées sur la période 1972-2010.

Station	Mérignac (33)		Cognac (16)	Bergerac (24)	Gourdon (46)	Mont-de-Marsan (40)
	100 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm
Moyenne (mm)	289,2	263,2	168,4	157,5	171,1	295,6
Ecart type (mm)	97,2	112,0	94,6	91,2	97,3	101,8

Figure 5 : Moyenne et écarts-type des précipitations efficaces pour les 5 stations prises en compte dans le MONA V3.3b-2009

2.2.2. La recharge

Le mode de calcul de la recharge pour la période d'actualisation est le même que celui utilisé lors des phases de calage des différentes versions du modèle qui se sont succédées depuis 1998. Le calcul est détaillé dans le dernier rapport BRGM/RP-53 659-FR (Pédron et al., 2005). Dans cette phase, la recharge année par année a été évaluée suivant les secteurs en prenant comme référence la pluie efficace moyenne de la station météo considérée, calculée sur la période 1972-2000 (avec une RU maximale de 150 mm). A partir des valeurs de recharge du régime permanent, les valeurs année par année pour chaque zone d'infiltration définie lors de la phase de calage sont obtenues par :

$$R_{z,k} = \frac{P_{eff}(k)}{\overline{P_{eff}}} \overline{R_z}$$

$R_{z,k}$ est la valeur de recharge de l'année k affectée à la zone z

$\overline{R_z}$ est la valeur de recharge du régime permanent pour la zone z

$P_{eff}(k)$ est la pluie efficace de l'année k

$\overline{P_{eff}}$ est la pluie efficace moyenne calculée sur la période 1971-2010

La localisation des zones de recharge de chaque couche du modèle ainsi que les stations météorologiques qui s'y rattachent est présentée en Figure 6.

Les 5 stations météorologiques considérées (Mérignac, Bergerac, Gourdon, Cognac et Mont de Marsan) sont utilisées pour le calcul de la recharge dans les mailles d'affleurement. Elles ont été choisies pour leur représentativité. Elles sont bien réparties sur le territoire modélisé et présentent des chroniques de pluies et d'ETP sur plus de 35 ans qui peuvent donc être utilisées pour le calcul de la recharge du modèle sur chaque pas de temps depuis l'état initial (1972). Le Plio-Quaternaire constitue l'aquifère le plus superficiel du modèle Nord-Aquitain et affleure sur toute la partie ouest de la zone d'étude. L'attribution des flux d'infiltration s'y fait donc par grandes plages. Par contre, les zones d'affleurement des aquifères plus profonds sont peu nombreuses et souvent localisées. Il peut y avoir des écarts importants entre la superficie réelle des affleurements et la superficie des mailles correspondantes (4 km²), ce qui impose, de distribuer le flux d'infiltration dans les mailles en fonction de la superficie réelle des affleurements. Les superficies des affleurements dans les mailles de la grille du modèle de 2 km de côté ont été entièrement recalculées et regroupées en classes (0 à 10%, 10 à 20%...). Chaque maille de recharge directe a ensuite été rattachée (en utilisant les polygones de Thiessen) à une station météorologique en fonction de sa localisation géographique () de façon à moduler la recharge calculée en fonction de la variabilité spatiale des pluies efficaces.

Chaque maille d'affleurement du modèle est affectée d'un numéro de zone de recharge (ou météorologique [ZMTO] dans le logiciel MARTHE) qui dépend de la couche considérée, de la station météorologique à laquelle elle est rattachée et de la classe correspondant au rapport de la superficie réelle de l'affleurement sur la superficie totale de la maille (4 km²). La nomenclature de codification des mailles est décrite ci-dessous :

14 1 9

- 14** : numéro de la couche du modèle en l'occurrence le Bathonien-Calovo-Oxfordien
- 1** : numéro de la station météorologique
- 9** : superficie réelle de l'affleurement dans la maille comprise entre 90 et 100% (Classe 9)

Cette numérotation permet d'ajouter des couches ou de prendre en compte des stations météorologiques supplémentaires sans modifier l'existant.

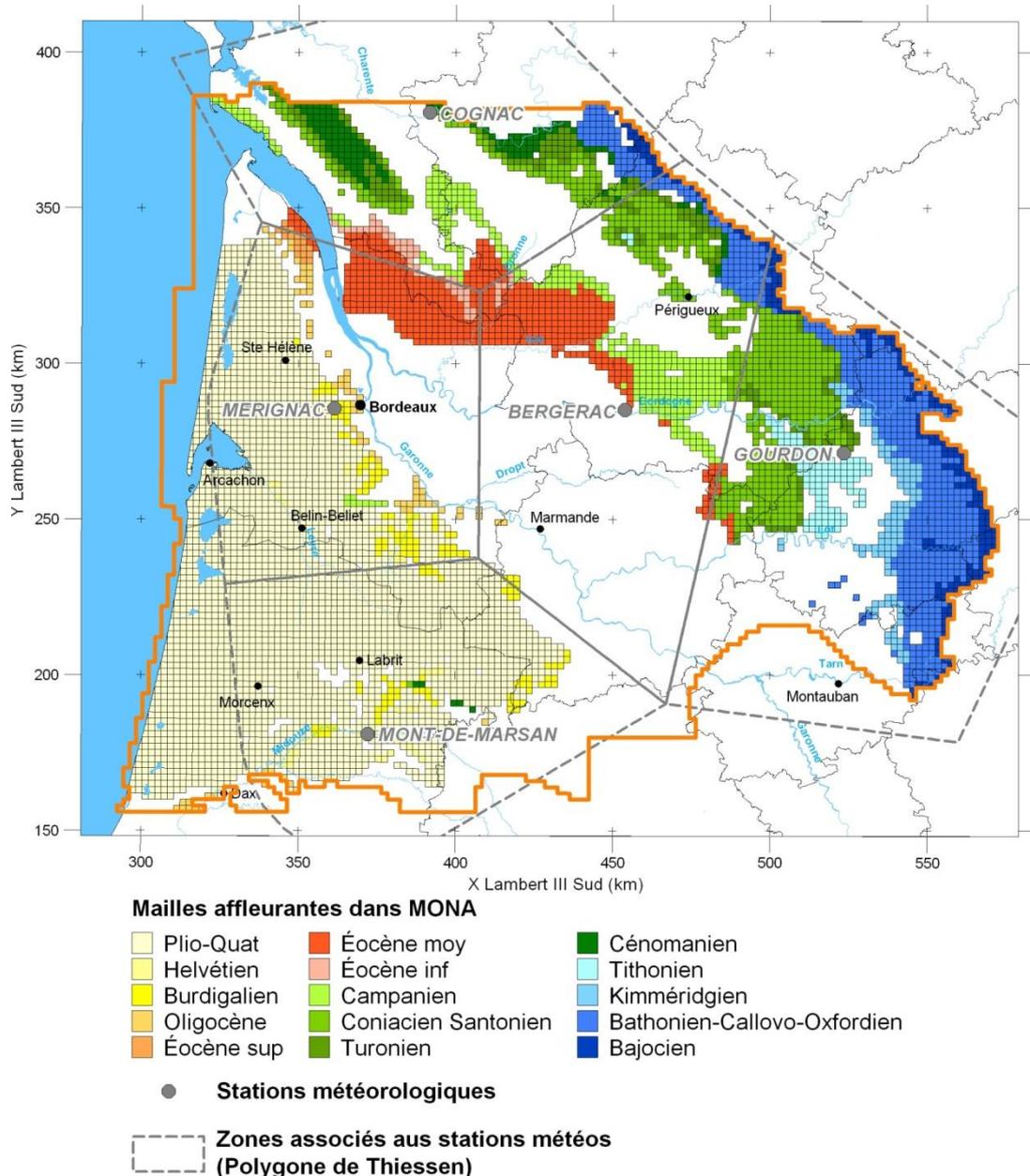


Figure 6 : Localisation des zones d'affleurement du modèle pour chaque nappe et source des données de pluies utilisées pour le calcul de la recharge

Les données de pluies efficaces de la station de Mérignac, pour une RU de 150 mm, sont utilisées pour l'Éocène (sup, moy et inf), le Campano-Maastrichtien et le Turonien-Coniacien-Santonien.

Les données de la station de Mérignac, pour une RU de 100 mm sont utilisées pour le calcul de la recharge des nappes plio-quaternaire, miocènes (Aquitanién-Burdigalien et Langhien - Serravallien) et oligocène. Les données des stations de Cognac et de Gourdon, pour une RU de 150 mm, sont utilisées pour le Turonien-Coniacien-Santonien et le Campano-Maastrichtien.

Les données de Bergerac, pour une RU de 150 mm, sont utilisées pour les nappes de l'Eocène inférieur et de l'Eocène moyen.

Les données de Mont-de-Marsan, pour une RU de 100 mm sont utilisées pour le Plio-Quaternaire. Les pluies efficaces trimestrielles supérieures ou égales à 250 mm sont réduites de 30 %. Cet écrêtage simule la diminution de l'infiltration (augmentation de la part du ruissellement) dans les écoulements durant les périodes fortement pluvieuses.

2.3. CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES

2.3.1. Mise à jour des chroniques des points d'observation

Les points d'observation sont utilisés pour le calage et la validation du modèle qui s'appuie sur des chroniques de référence que le modèle doit restituer au mieux en respectant à la fois les niveaux observés, la pente, la phase et l'amplitude des variations. Pour qu'une chronique piézométrique soit exploitable, elle doit être suffisamment étoffée et longue. L'aquifère capté doit être connu avec certitude et être unique (sauf lorsque deux réservoirs sont sollicités mais pas individualisés par une épente). Le pas d'acquisition des mesures est variable d'un point à un autre (journalier, hebdomadaire, ..., annuel). L'attribution du réservoir capté pour chacun des points d'observation a fait l'objet d'une validation par le géologue régional (Figure 7). Les chroniques piézométriques de référence ont également été vérifiées et actualisées avec les données de nivellement acquises ces dernières années dans le cadre des réseaux « quantitatifs » de gestion patrimoniale et départementale (Gironde, Dordogne et Lot-et-Garonne notamment) ou d'études ponctuelles.

Aquifère	Couche du modèle	Nombre de chroniques utilisées pour le calage
Plio-Quaternaire	1	24
Serravallien	2	13
Aquitainien	3	38
Oligocène	4	64
Éocène supérieur	5	10
Éocène moyen	6	77
Éocène inférieur	7	23
Campanien	8	57
Coniacien-Santonien	9	22
Turonien	10	7
Cénomannien	11	15
Tithonien	12	32
Kimméridgien	13	7
Bathonien-Callovio-Oxfordien	14	31
Bajocien	15	9
TOTAL		429

Figure 7 : Nombre de chroniques piézométriques utilisés pour le calage

L'ensemble des chroniques piézométriques utilisées dans le cadre du modèle Nord-Aquitain a été actualisé jusqu'en 2010. Ces données ont été principalement extraites de la banque de données sur les eaux souterraines (BDES) gérée par le BRGM.

Les graphiques présentés en Annexe 2 ont été générés avec Infograph (utilitaire BRGM développé sous Excel) qui permet de comparer les observations issues des différents piézomètres aux valeurs simulées par le modèle. La localisation des points de mesures est présentée en Figure 8

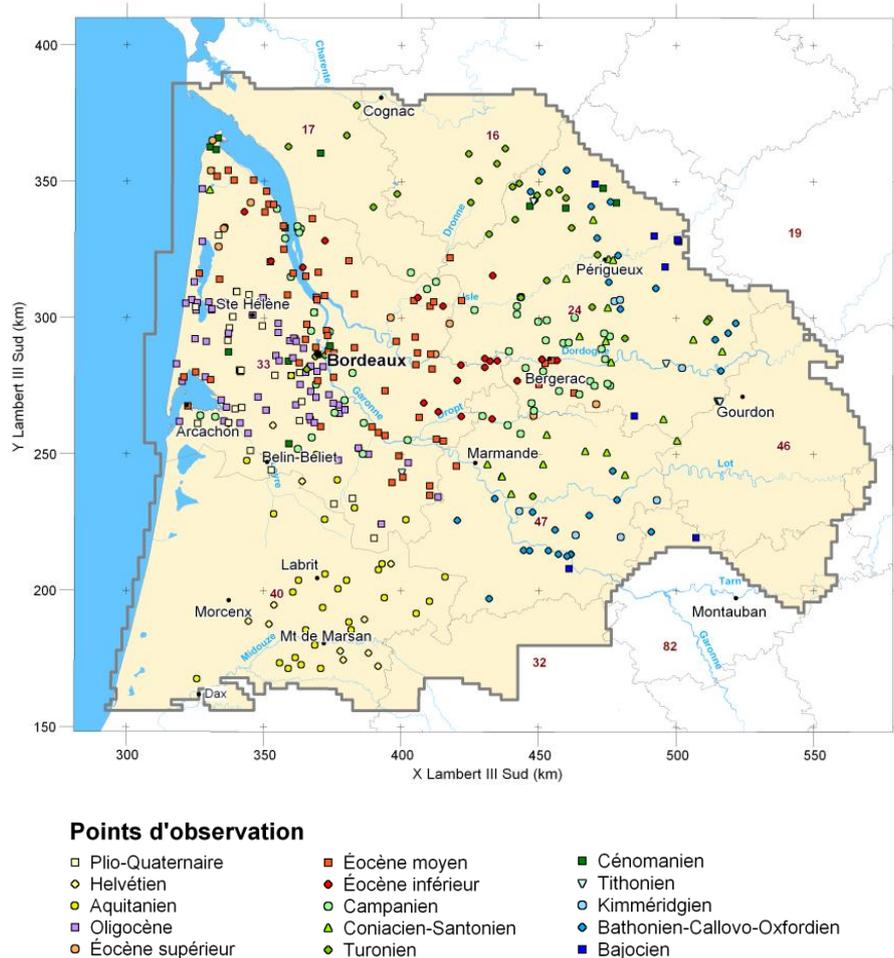
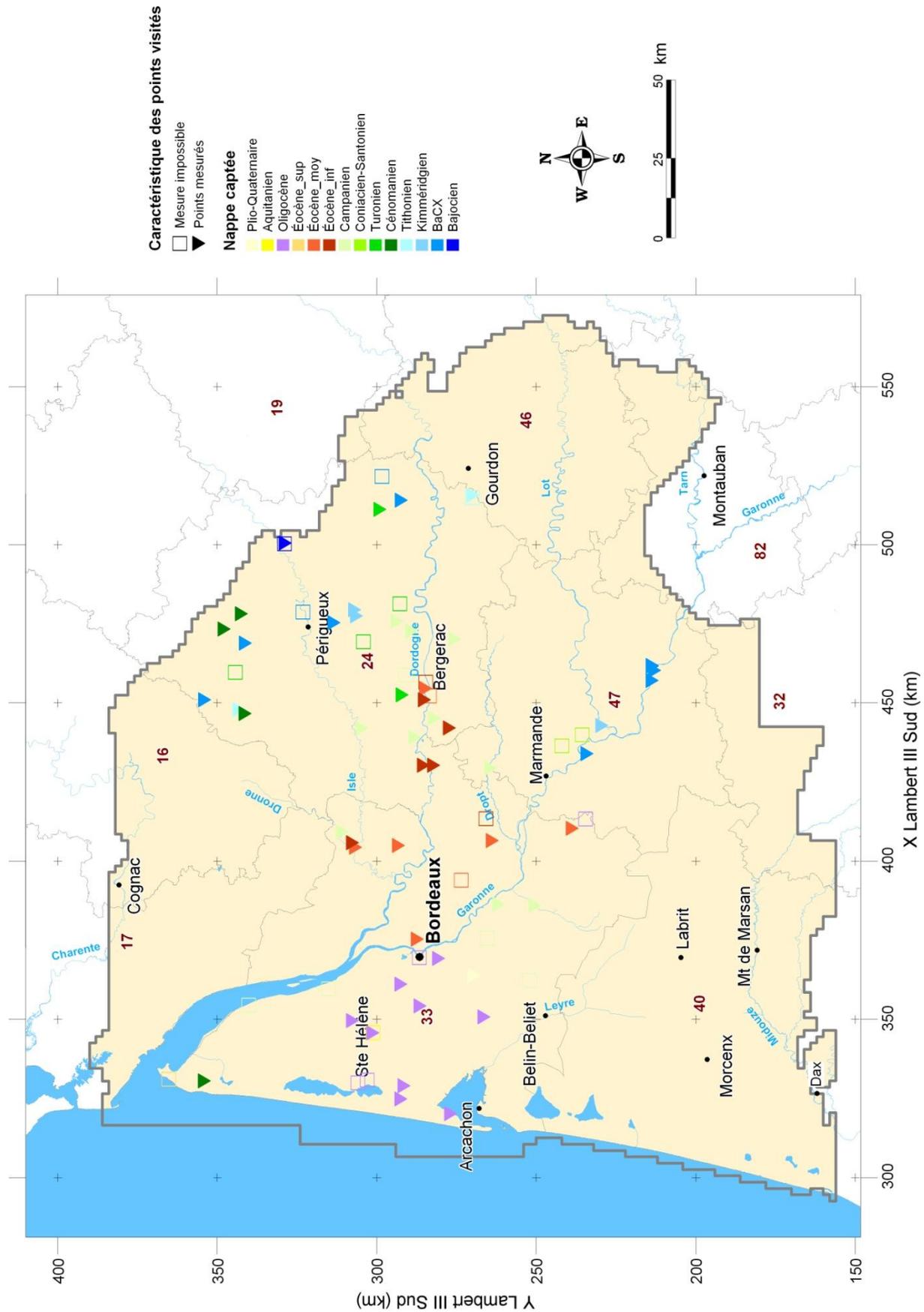


Figure 8 : Localisation des points d'observation

2.3.2. Mesures complémentaires

Parmi les chroniques utilisées pour le calage du modèle, certaines ne sont plus suivies depuis de nombreuses années ou présentent peu de mesures mais restent intéressantes du point de vue de leur localisation géographique (pas d'autres points de calage aux alentours). Pour disposer de mesures de contrôle sur ces points, une campagne piézométrique spécifique a été réalisée afin de pouvoir valider et/ou améliorer le calage du modèle. A noter que la validation de la simulation pourra être réalisée dans deux ans, date à laquelle le modèle pourra être actualisé avec les données d'entrée (prélèvements, recharge) de l'année 2012. Cette campagne de mesure s'est déroulée entre avril et juillet 2012 et a permis de visiter 85 points localisés dans les départements de la Gironde, de la Dordogne et du Lot-et-Garonne. Sur ces 78 visites, 54 mesures ont pu être réalisées (Figure 9). Les informations concernant ces points de mesure sont récapitulées dans des fiches synthétiques présentées en Annexe 3. Dans certains cas, la mesure n'a pu être réalisée : site non trouvé sur le terrain, ouvrage non adapté à la prise de mesure piézométrique, forage en exploitation ou arrêté sur une période de temps ne permettant pas le retour à un niveau statique.



2.4. RESULTATS DU MODELE ACTUALISE

2.4.1. Les chroniques de calage

Les graphiques de comparaison entre les courbes d'évolution tracées à partir des mesures et des charges calculées par le modèle pour les différentes nappes sont présentés en Annexe 2. L'exemple de restitution présenté ci-dessous (Figure 10) montre en points bleu les mesures brutes observées et en rouge les niveaux calculés par le modèle version MONA 3.3b 2009 au droit du piézomètre considéré.

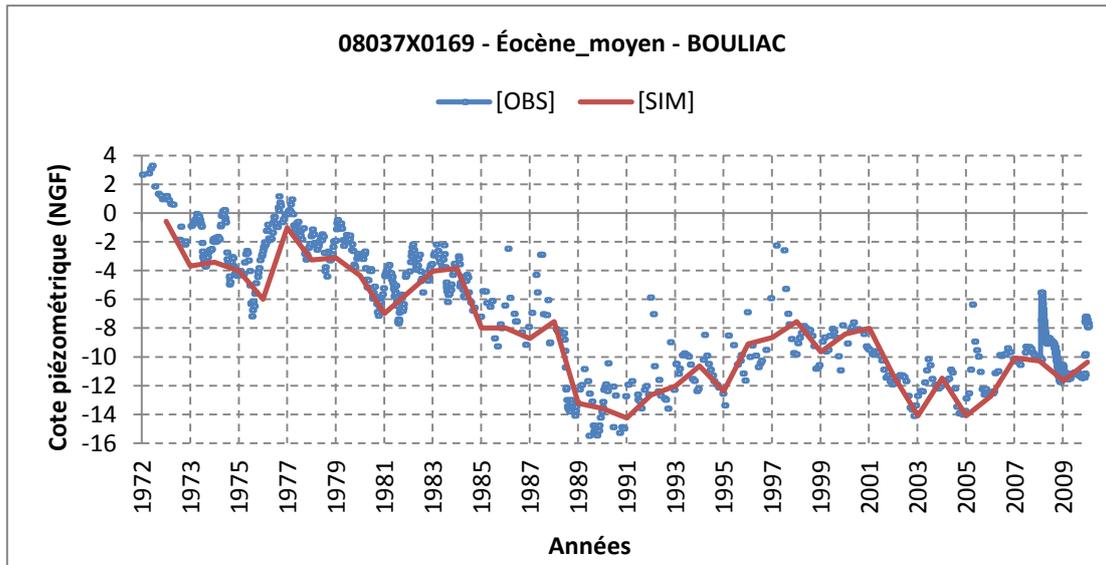


Figure 10 : Exemple de comparaison entre les niveaux observés et simulés - forage de Bouliac (Eocène moyen)

L'ajustement apparaît visuellement satisfaisant sur la grande majorité des chroniques de calage pour les nappes considérées (Annexe 2). La plupart des points sont bien reproduits en niveau, en phase et en pente. Ces résultats confirment la fiabilité du modèle. En effet, sur la période 2009-2010, le modèle retranscrit très convenablement les variations de charge avec les nouvelles données d'entrée sans qu'aucune modification des paramètres hydrodynamiques n'ait été nécessaire.

2.4.2. Les cartes piézométriques

Le modèle actualisé dans sa version MONA V3.3b-2010 permet de restituer les cartes piézométriques simulées des nappes l'année 2010. La carte piézométrique de l'aquifère « Eocène moyen » est présentée en Figure 11 et comparée à celle de l'année précédente. Ce réservoir présente un enjeu important dans le nord du Bassin aquitain, notamment en Gironde où il est sollicité pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bordelaise. La comparaison de ces cartes montre une baisse des niveaux entre 2009 et 2010, le cône de dépression sous Bordeaux atteignant des niveaux inférieurs à - 25 m NGF. Au fil des ans, la surface influencée par les prélèvements réalisés sur l'agglomération bordelaise et sa périphérie n'a cessé de croître en direction du Sud-Est. Ainsi, entre 2009 et 2010, la surface dont la piézométrie est inférieure à 0 m NGF a augmenté de 10% pour atteindre près de 3 600 km². Par ailleurs, le creux de la dépression, représenté par la valeur la plus faible observée, s'est déplacé vers le sud-est. En effet, au milieu des années 70, les niveaux les plus bas étaient mesurés dans le secteur de Blanquefort, alors qu'en 2010 ils sont localisés à Martillac.

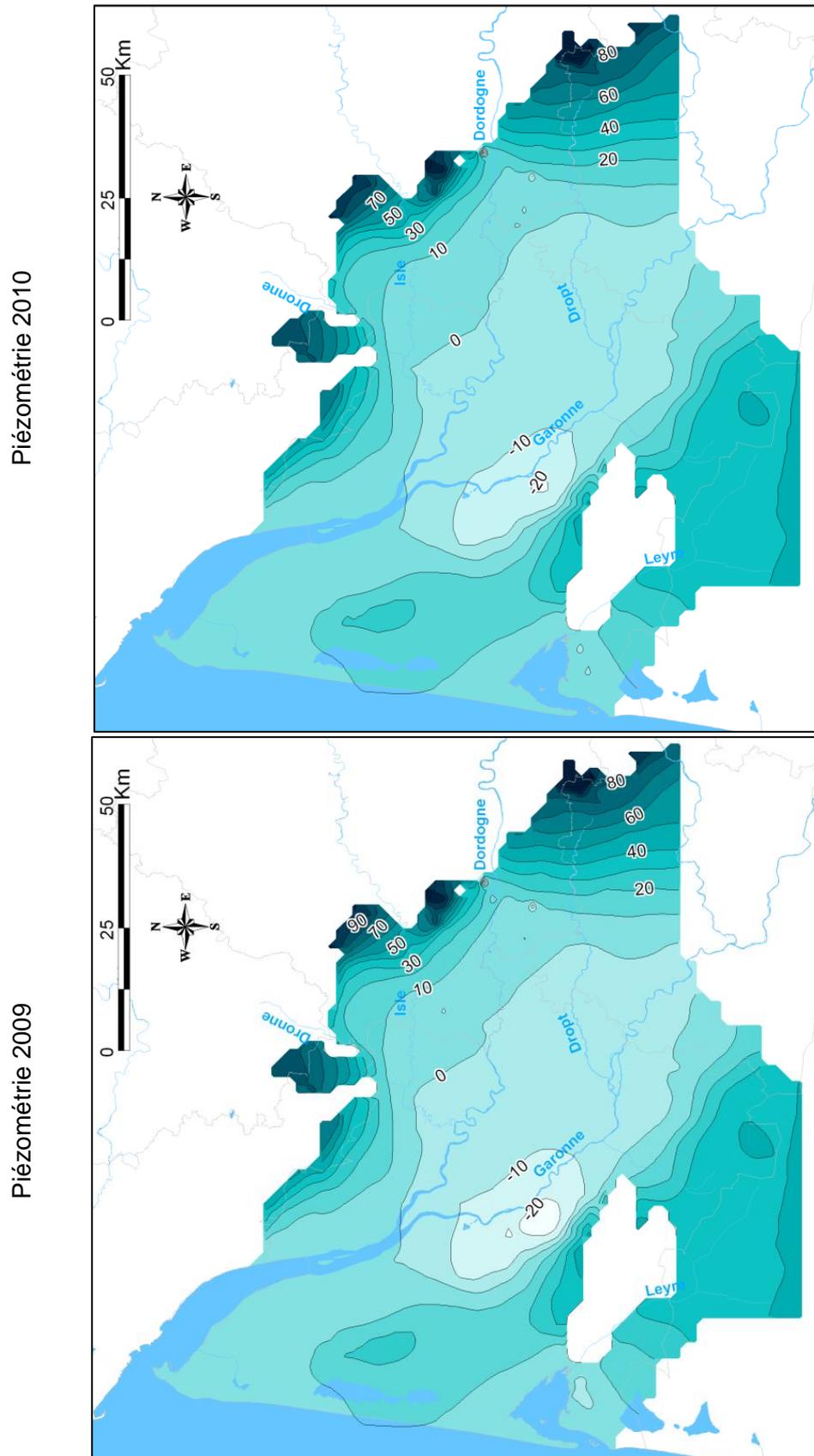


Figure 11 : Niveaux piézométriques simulés par le modèle Nord-Aquitain version MONA V3.3b-2009 dans l'aquifère « Eocène moyen » pour les années 2009 et 2010.

3. Actualisation de la géométrie des réservoirs du Bassin Nord Aquitain

3.1. OBJECTIF

L'actualisation de la géométrie des réservoirs du Bassin nord aquitain a pour but d'améliorer la représentativité du modèle hydrodynamique. Dans sa version actuelle (V3.3b 2010), le Modèle Nord-Aquitain répond parfaitement aux problématiques de nappes profondes à renouvellement lent pour lesquels il a été construit. Toutefois, les problématiques émergentes dans les départements de Dordogne et de Lot-et-Garonne (baisse généralisée et continue des niveaux piézométriques pour les nappes profondes du Jurassique et du Crétacé supérieur) nécessitent d'affiner le maillage. Ces secteurs correspondent par ailleurs aux grandes zones d'alimentation des aquifères du Secondaire. Une représentation plus fine de la géométrie permet de mieux prendre en compte les zones d'affleurements et donc les secteurs où il peut y avoir des émergences (matérialisées par des zones de débordements dans le modèle). La fiabilité des bilans calculés sera donc accrue.

Par ailleurs, le modèle est toujours dans une version quasi-3D (les épontes ne sont pas explicitement prises en compte comme couches de calcul). Le modèle ne peut donc pas être utilisé pour le moment sur les problématiques de transport (zone minéralisée de l'Éocène girondin) ou de thermique (géothermie). L'intégration des épontes dans la version 4 du modèle permettra d'y remédier.

Toutes ces modifications nécessiteront un recalage complet de l'outil et un travail sur plusieurs années de la convention régionale. Dans l'attente de cette version, le MONA V3.3b sera pleinement opérationnel.

La construction du modèle géologique du MONA est un préalable à la modélisation hydrodynamique. L'objectif final étant d'obtenir une géométrie de l'ensemble des couches à la maille de 500 m en intégrant les épontes.

La géométrie du modèle actuel (V3.3b 2010) a été réalisée en plusieurs phases en utilisant des méthodes et des outils différents. En effet, les premières couches incorporées dans le Modèle Nord Aquitain (du Plio-Quaternaire à l'Éocène) n'ont pu bénéficier au moment de leur élaboration des outils récents utilisés pour construire la géométrie des couches du Crétacé et du Jurassique.

Le but est ici de synthétiser l'ensemble des informations (forages, diagraphies, cartes géologiques, failles, MNT,...) qui ont été prises en compte dans les travaux précédents pour construire une base de données géologique cohérente et la plus complète possible.

3.2. OUTILS ET PRINCIPES

Le modèle géologique est construit avec le logiciel **GDM (Geological Data Management)** et son composant **Multilayer** (Bourgine, 2010) développé tous deux par le BRGM. Ces outils permettent d'interpoler les toits et les murs des formations considérées et de combiner ces surfaces en contrôlant la cohérence par rapport aux données d'entrée (log de forages, contacts géologiques à l'affleurement,...).

Le principe général de la modélisation géologique peut être décrit comme suit :

- on part des données « exactes » où le toit et/ou le mur d'une formation ont été reconnus (forages, contacts géologiques) ;
- à partir de ces données exactes, une interpolation est réalisée au droit de chaque point pour vérifier si les contraintes d'inégalité sont respectées : par exemple pour un sondage se terminant dans la couche A, la surface calculée correspondant au mur de cette couche doit passer sous la fin du forage. Réciproquement pour un sondage débutant dans la couche A, la cote du toit interpolée en ce point doit passer au-dessus du début du forage (les surfaces interpolées au-dessus de la topographie sont éliminées, la surface du sol étant considérée comme une "variable érodante") ;
- lorsque ces inégalités ne sont pas respectées, il faut ajouter des points de contrainte de façon à respecter les structures géologiques et les variations connues des épaisseurs des formations. Ce travail se fait à partir de l'expertise du géologue et de visualisations en plan et en coupe sur lesquelles sont reportés les éléments connus : logs des forages, épaisseurs et cote des formations, coupes interpolées.
- le travail se fait ainsi pas à pas, interface par interface.
- Les paramètres d'interpolation de chaque surface sont ajustés en fonction du jeu de données correspondant.
- Une fois toutes les contraintes d'inégalités respectées, les différentes surfaces modélisées sont combinées automatiquement entre elles en fonction de leur caractère « érosif » ou « déposant » et avec la variable TOPO (MNT). Cette combinaison permet d'obtenir un modèle multicouches cohérent.
- l'ensemble du modèle est ensuite contrôlé par l'intermédiaire de cartes en isohypses et isopaques, et par le tracé de coupes sériées, ce qui permet de corriger les éventuelles anomalies résiduelles.

3.3. CODAGE DES DONNÉES

Les données utilisées pour la construction du modèle (forages, la carte géologique) font l'objet d'un codage spécifique permettant une analyse de cohérence avant modélisation. Chacun des sondages ainsi que chaque polygone de la carte géologique dans le cadre utilisés de la modélisation a été décrit en fonction du codage présenté ci-dessous (Figure 12).

Au final, le modèle géologique comportera 30 couches dont 15 aquifères, 14 épontes et une couche de recouvrement sur le Quaternaire, soit 31 surfaces à interpoler.

Le codage est similaire à celui de la version 3 puisque les mêmes réservoirs sont pris en compte. A noter cependant l'intégration complète des épontes et l'ajout de la formation RECO qui correspond aux alluvions flandriennes et aux formations tertiaires ne pouvant être rattachés aux épontes décrites.

L'intégration du code « RECO » permet de modéliser l'ensemble des formations et de ne pas générer des surépaisseurs dans les réservoirs.

Code	Description
RECO	Formations de recouvrement et alluvions flandriennes
QUAT	Formations du Quaternaires
EPLS	Éponte au sommet du Langhien-Serravallien
LASE	Aquifère du Langhien-Serravallien
EPAQ	Éponte au sommet de l'Aquitainien
AQUI	Aquifère de l'Aquitainien
EPCM	Éponte Chattien-Miocène
OLNP	Aquifère de l'Oligocène
EPOL	Éponte à la base de l'Oligocène
EOCS	Réservoir supérieur de l'Éocène
EPES	Éponte à la base de l'Éocène supérieur
EOCM	Aquifère de l'Éocène moyen
EPEO	Éponte à la base de l'Éocène moyen
EOCI	Réservoir inférieur de l'Éocène
EPCA	Éponte au sommet du Campanien
CAMP	Aquifère du Campanien
EPSC	Éponte au sommet du Coniacien Santonien
COST	Aquifère du Coniacien-Santonien
EPTU	Éponte au sommet du Turonien
TURO	Aquifère du Turonien
EPCE	Éponte au sommet du Cénomaniens
CENO	Cénomaniens
EPTI	Éponte au sommet du Tithonien
TITH	Aquifère du Tithonien
EPKI	Éponte au sommet du Kimméridgien
KIMM	Aquifère du Kimméridgien
EPCX	Éponte au sommet du réservoir du Bathonien-Calovo-Oxfordien
BACX	Aquifère du Bathonien-Calovo-Oxfordien
EPBJ	Éponte au sommet du Bajocien
BAJO	Réservoir du Bajocien

Figure 12 : Pile stratigraphique des formations modélisés

3.4. SOURCE DE DONNÉES

3.4.1. Données de forage

La base des forages comprend des données de « tête » (indice BSS, coordonnées, altitudes, localisation, ...) et des données de « passe » qui correspondent à la description des horizons rencontrés (aquifères et épontes). Elle a été construite en s'appuyant sur les données de modèles géologiques antérieurs : MONA dans sa version 3, modèle « Estuaire » (Platel et al., 2006), modèle « Oligocène » (Saltel et al., 2010), modèle « Plio-Quaternaire » (Corbier et al., 2010).

Les aquifères du Crétacé et du Jurassique ont été incorporés très récemment à la version 3.3 du Modèle Nord Aquitain. La quasi-totalité des forages traversant ces horizons avaient été décrits. Un modèle géologique correspondant avait été construit à l'aide du logiciel GDM (Pédron et al., 2008).

L'élaboration de la géométrie des réservoirs tertiaires étant plus ancienne et la source de données plus fragmentaire, un travail beaucoup plus important a été nécessaire pour compléter la base des forages tout en s'assurant de la cohérence de l'information.

A noter que les différentes bases de données qui ont servi de point de départ à notre travail ont été construites avec des objectifs différents s'intéressant plus particulièrement à tel ou tel horizon. Ainsi certaines descriptions de forages n'ont été réalisées que pour les formations de surface (Plio-Quaternaire par exemple) alors que d'autres forages n'ont été codés que pour les

terrains du secondaire. Il arrive donc que certains forages soient décrits à plusieurs reprises mais à des profondeurs différentes (Figure 13). Il a donc été nécessaire de confronter les différentes sources d'information afin de s'assurer de leur cohérence et de venir compléter l'information lorsque celle-ci était manquante. De plus, des codifications utilisées pour d'anciens modèles n'ont pu être conservées. Le code « MIOC » utilisé pour décrire les formations miocènes dans le cadre de la problématique de l'atlas des zones à risques de l'Oligocène a dû être entièrement recodé pour faire apparaître la distinction entre l'Aquitanien et le Langhien-Serravallien.

A l'issu de l'année 2, la base de forage comprenait 3 305 forages décrits par 13 173 passes. Sur ce total 1000 forages avaient été validés. En année 3, le travail de synthèse des données de forages a permis de compléter la base qui contient désormais 3 415 forages décrits par 15 744 passes. Sur ce total, près de 2 290 forages ont été validés.

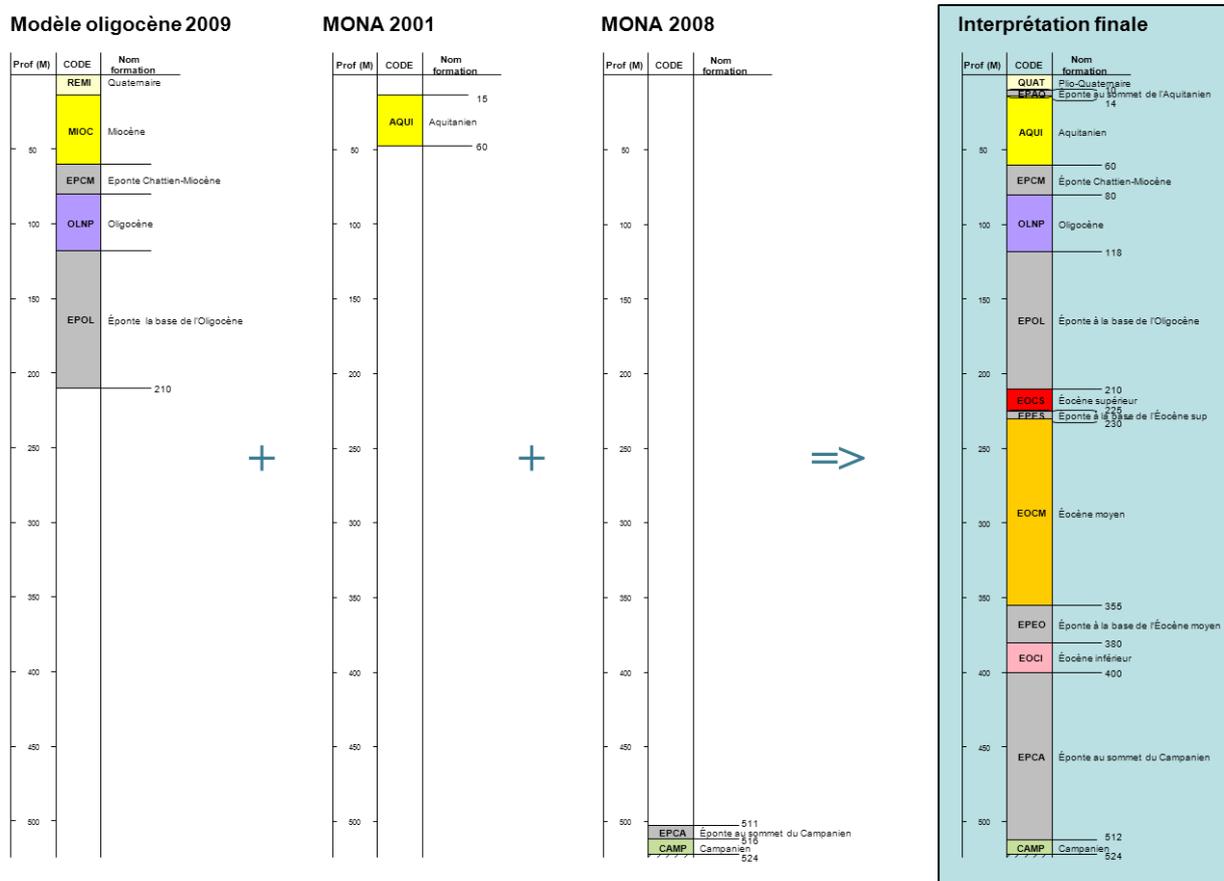


Figure 13 : Codification des forages – Illustration schématique de la problématique de concaténation des données

En compléments des descriptions lithologiques, les données diagrapiques ont été utilisées pour délimiter les horizons réservoirs et les épontes. Les corrélations de ces différentes mesures (Gamma ray, résistivités, log de production,...) réalisées sur un ensemble de forages donnent des informations précieuses sur la géométrie des corps aquifères. En s'appuyant sur des mesures physiques, cette approche, utilisée récemment dans des travaux de recherche (Cabaret, 2011), permet d'avoir une vision intégrée des systèmes étudiés et d'aboutir à une définition des réservoirs la plus cohérente possible (Figure 14). C'est au total 343 données diagrapiques numériques sur près de 250 forages (Gamma ray et résistivité) qui ont été intégrés dans la base géologique.

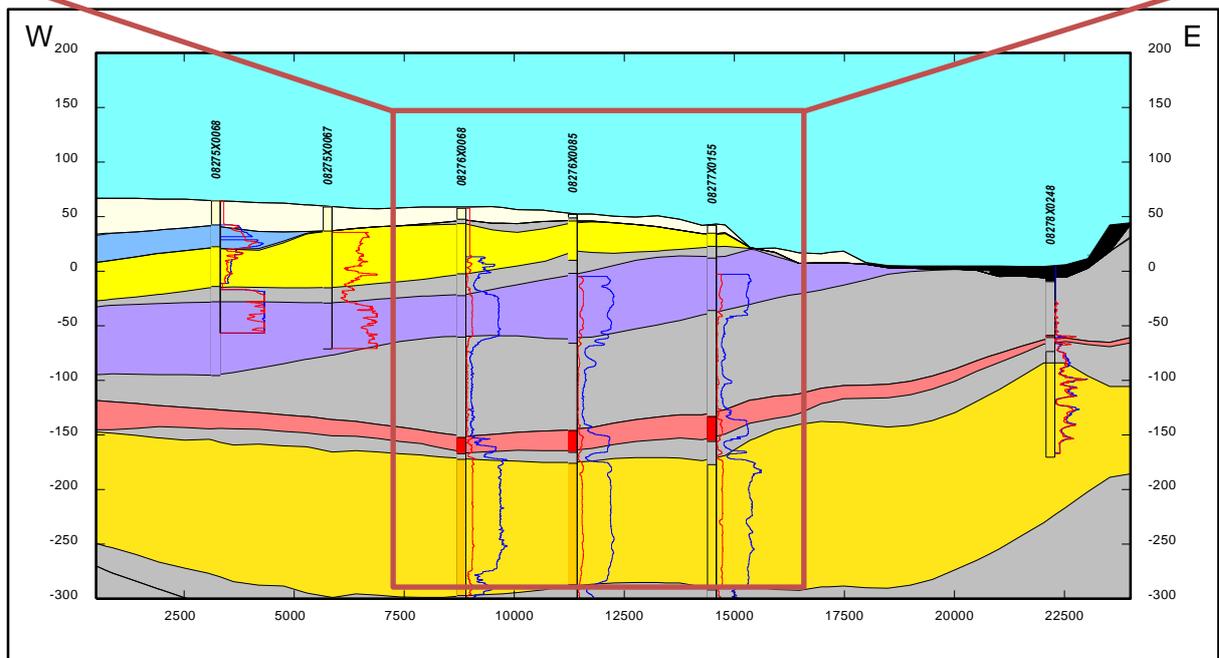
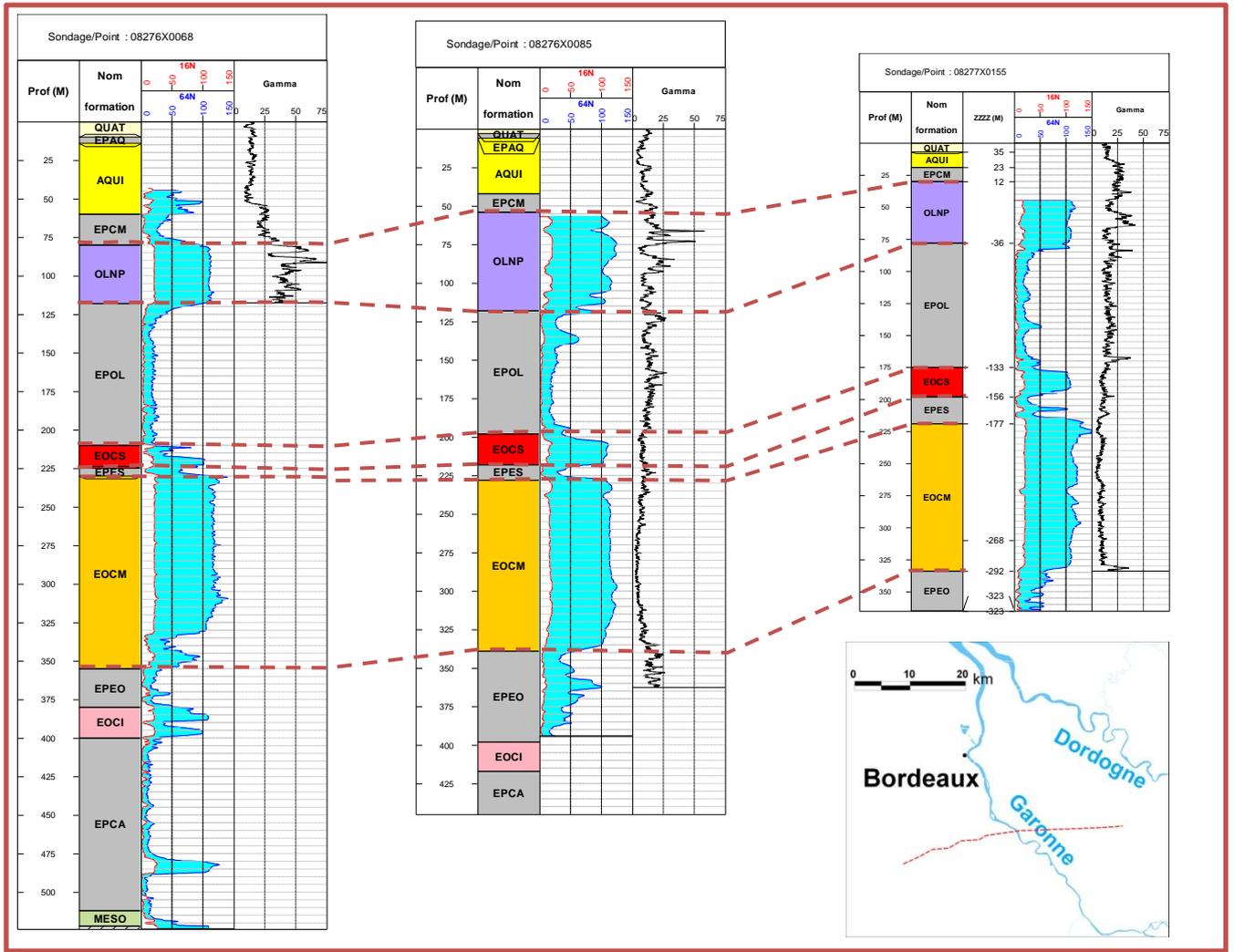


Figure 14 : Exemple de corrélation diagraphique et vue en coupe

3.4.2. Carte géologique

Dans le cadre de la modélisation géologique, l'utilisation d'une carte géologique des formations affleurantes est un auxiliaire de travail précieux. Elle permet en effet de :

- comparer les formations affleurantes fournies par la carte géologique à la première formation observée dans les forages et de produire une carte de divergence,
- définir les contacts entre formations affleurantes et ainsi contraindre le modèle.

Souhaitant modéliser les différents réservoirs et épontes du nord du Bassin aquitain, la vision stratigraphique des cartes géologiques conventionnelles n'est pas parfaitement adaptée à notre démarche. Par contre, le travail réalisé dans le cadre du Référentiel Hydrogéologique Français **BD-LISA** (**B**ase de **D**onnées des **L**imites des **S**ystèmes **A**quifères) correspond tout à fait à notre problématique [(Pédron et al., 2009) ; (Ayache et al., 2011)].

En effet, l'élaboration de ce référentiel national confiée au BRGM en 2006 par le Ministère en charge de l'Ecologie a pour objectif la délimitation et la caractérisation des entités aquifères et non aquifères au sein d'un SIG (Système d'Information Géographique). A partir du travail réalisé, il est donc possible d'aboutir à une carte hydrogéologique délimitant les affleurements des formations aquifères et non aquifères.

Le maillage choisi pour la modélisation géologique permettra de mieux restituer les différentes zones d'affleurements. En effet, le passage d'un maillage de 2 km de coté à 500 m permettra d'aboutir à une meilleure représentativité de la complexité des corps géologiques modélisés. Néanmoins, même à cette échelle, des simplifications sont inévitables.

3.4.3. Données sismiques

Les données utilisées ici proviennent des travaux de 2008 dont l'objectif était d'affiner les connaissances sur la structuration des formations du Tertiaire et du Crétacé au droit de la structure de Villagrains-Landiras à partir du retraitement¹ d'anciens profils de sismique réflexion (Platel et al., 2008). L'objectif est ici d'intégrer ces données au modèle géologique.

Les profils utilisés sont les suivants :

- ligne 1 189 (permis Landes) opérée par Esso REP dans les années 60,
- lignes 94 B1, 94 B2, 94 M1 et 94 M2 de la campagne Grand Villandraut opérée en 1994 par CGG pour le compte de Texas Crude qui correspondent aux données les plus récentes.

Récemment, ces profils, ont été utilisés pour générer des cartes structurales de la base du Tertiaire et du Crétacé supérieur (Serrano et al., 2012). Pour pouvoir réinterpréter les profils géophysiques, une quinzaine de sondages a été utilisée pour caler les réflecteurs sismiques (Figure 15).

La grande majorité d'entre eux a été réalisée dans les années soixante pour la prospection pétrolière du sous-bassin de Parentis et, pour la zone étudiée, de sa bordure orientale. Ce sont principalement des sondages profonds de la compagnie ESSO-Rep. Ils sont complétés par

¹ Les méthodes de retraitement utilisées sont décrites dans le rapport BRGM RP-56962-FR et ne seront pas détaillées ici

quelques anciens forages d'eau (08515X0049 et 08752X0141) et quatre sondages récents réalisés par le SMEGREG (S 1 à S 4) dans le cadre de travaux de recherche (Saltel, 2008). L'ensemble des sondages utilisés est rassemblé dans le tableau suivant :

Sondage	sigle	n°BSS BRGM	profondeur finale
BELIET 1	BLT 1	08504X0002	1 438 m
ST-MAGNE 1	SMA 1	08515X0003	3 336 m
BIGANON 1	BIN 1	08744X0002	1 421 m
MANO 1	MO 1	08751X0001	2 749 m
MANO B	MO B	08752X0006	266 m
BALOZE 1	BLZ 1	08751X0002	1 574 m
LE TUZAN 1b	LTZ 1	08752X0002	3 703 m
SAUCATS 1	STS 1	08276X0005	1 012 m
LANDIRAS 1	LDS 1	08514X0001	1 129 m
ST-MAGNE	S 3	08515X0052	315 m
ST-MAGNE	S 4	08511X0219	300 m
ST-MAGNE	F	08515X0049	189 m
HOSTENS	S 1	08752X0141	336 m
BALIZAC	S 2	08517X0018	207 m
LOUCHATS	F	08752X0141	150 m

Figure 15 : Principaux forages utilisés pour le calage des réflecteurs

Le pointé des horizons a été effectué après calage des différents forages ayant reconnu les intervalles stratigraphiques d'intérêts (base de l'Oligocène, base du Tertiaire et base du Crétacé supérieur), pour lesquels nous disposons des courbes de correspondances Temps/Profondeur (carottage sismique). Les calages réalisés dans le cadre du projet régional sur le Bassin d'Aquitaine (Serrano et al., 2006) ont également été utilisés. Les marqueurs sismiques choisis sont généralement facilement identifiables sur les profils sismiques car ils correspondent à des contrastes lithologiques dans l'enregistrement sédimentaire (argiles, sables, calcaires). Après identification des marqueurs sismiques, le pointé consiste en leur propagation sur l'ensemble des profils. La cohérence spatiale est contrôlée par le croisement des différentes sections sismiques.

Afin d'apprécier la précision des grilles générées, les surfaces issues des interpolations calées sur les données sismiques ont été confrontées aux données de toit et de mur reconnues dans la base forage MONA V4 (Saltel et al., 2011) sur le secteur considéré (Figure 16 et Figure 17). Il ressort de ce contrôle que les différences observées sont moins importantes pour la base du Tertiaire que pour la base du Crétacé supérieur. Ceci peut s'expliquer par le fait que le contraste lithologique soit plus marqué dans le premier cas que dans le second. Cependant, il faut noter que la fiabilité des données issue de la base du Tertiaire est maximale aux abords des lignes sismiques prises en compte. En dehors de ces zones, il apparaît que l'écart avec les cotes provenant des forages est plus important.

Seules les données issues de la base du Tertiaire aux abords des lignes sismiques ont donc été utilisées pour contraindre l'interpolation du modèle géologique. L'intégration de ces données permet d'affiner de manière significative la géométrie de l'interface Tertiaire/Secondaire au droit de la structure de Villagrains-Landiras. Pour illustrer l'apport des données sismiques dans la modélisation géologique, la Figure 18 compare les surfaces de la base du Tertiaire issue uniquement de l'interpolation des données de forage avec celle intégrant les profils sismiques.

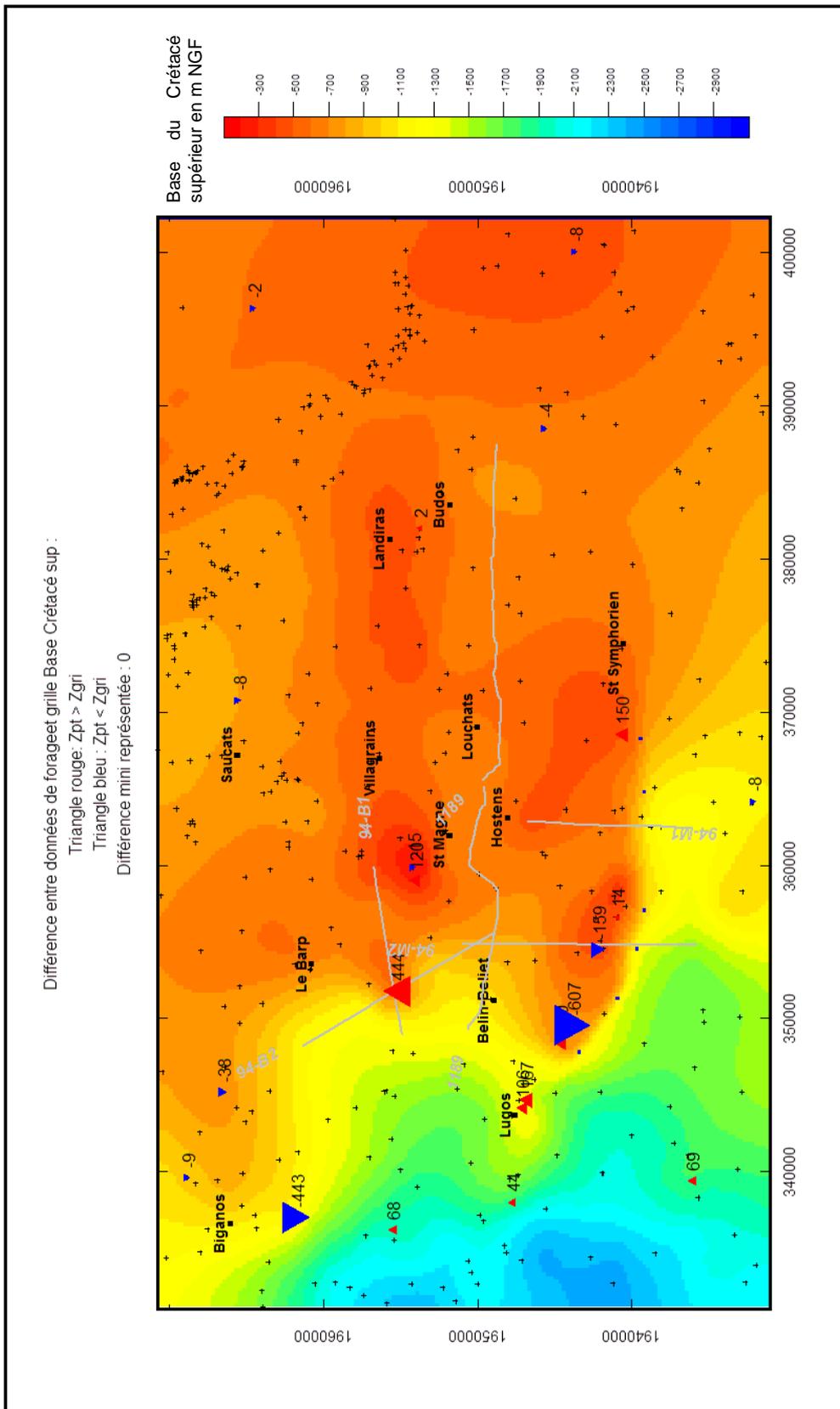
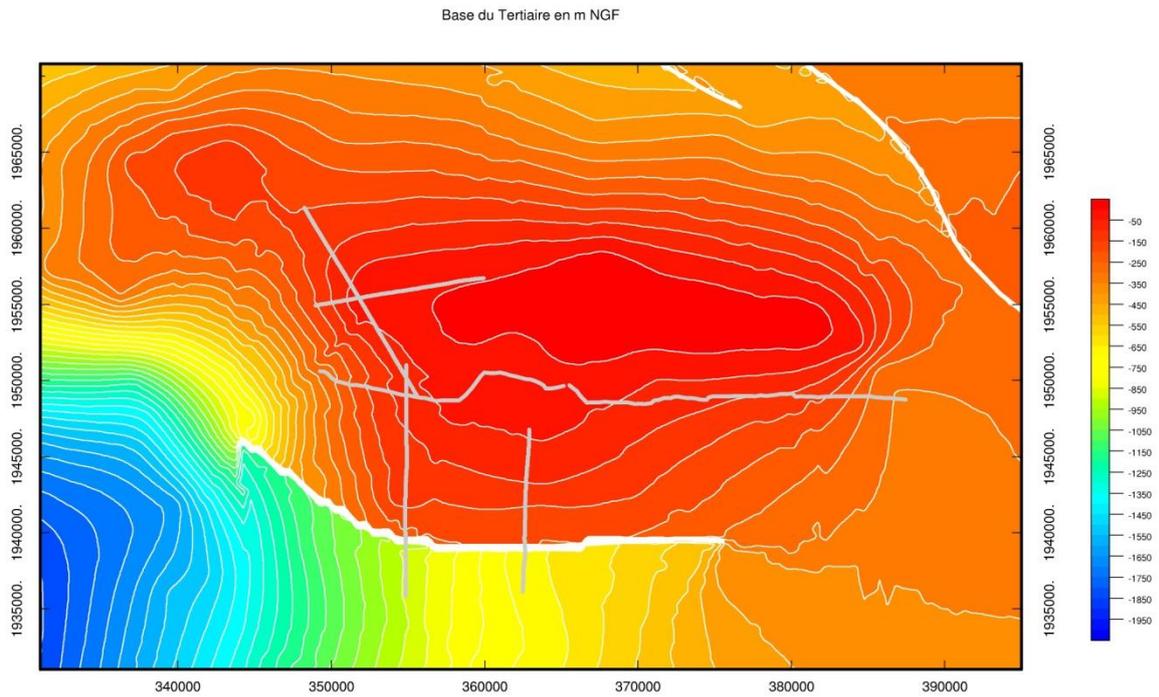
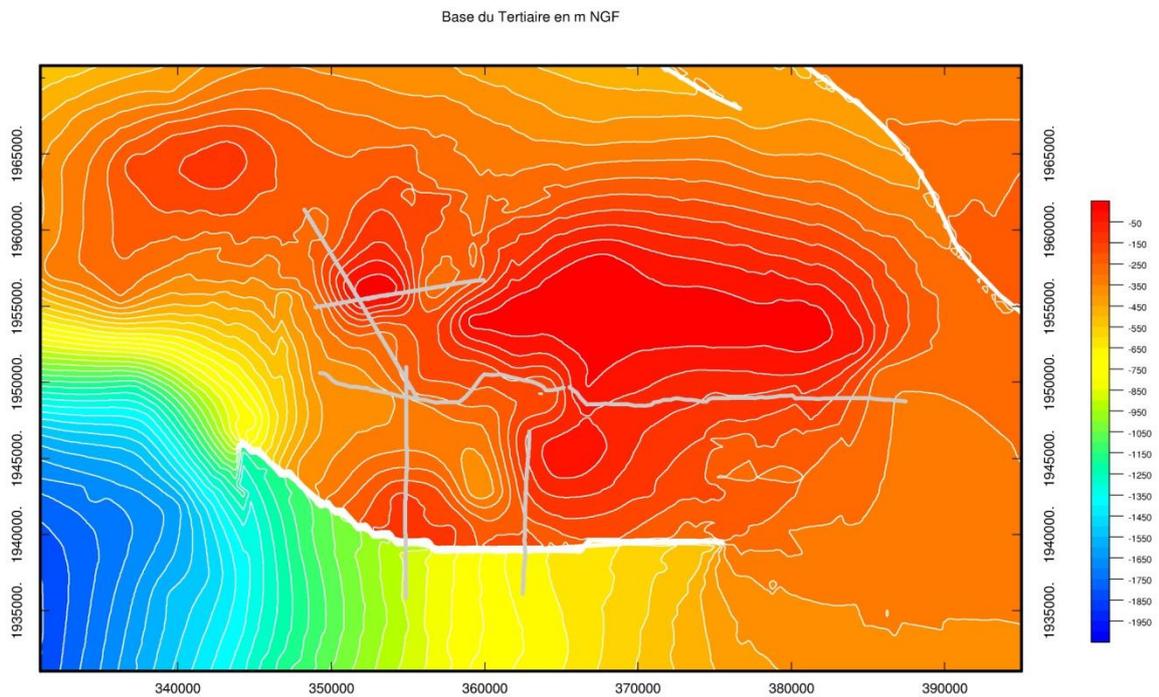


Figure 17 : Carte de différence entre les données de forage et la base du Crétacé supérieur déduite des données sismiques



A : Surface issue de l'interpolation des seules données de forages



B : Surface issue de l'interpolation des données de forages et des données sismiques
Figure 18 : Apport des données sismiques dans la modélisation géologique

3.4.4. Failles

Si les recouvrements mio-pliocènes ont longtemps rendu difficile une bonne connaissance de la tectonique du Bassin aquitain, l'ensemble des méthodes géophysiques (gravimétrie, méthodes telluriques) et en particulier la sismique réflexion ont mis en évidence la complexité des structures en place. L'organisation structurale du Bassin aquitain montre l'existence de deux provinces séparées par un accident majeur, la flexure Celtaquitaine, dont le linéament prolonge d'Arcachon à Carcassonne le rebord du talus continental nord aquitain. Le domaine septentrional qui nous intéresse plus particulièrement est caractérisé par des accidents tectoniques (plis ou failles) peu complexes de direction hercynienne. La province méridionale est le siège d'une tectonique plus complexe où l'halocinèse (processus de formation des dômes typique des séries sédimentaires très épaisses par la migration d'une masse saline légère vers le haut) joue un rôle prépondérant. Les principales failles jouant un rôle sur la structuration des réservoirs du Nord du Bassin ont été digitalisées afin d'être utilisées pour l'interpolation des toits et des murs des couches modélisées (Figure 19), mais ces failles (ou zones de failles) seront toujours considérées comme verticales (contrainte technique liée aux outils de modélisation utilisés).

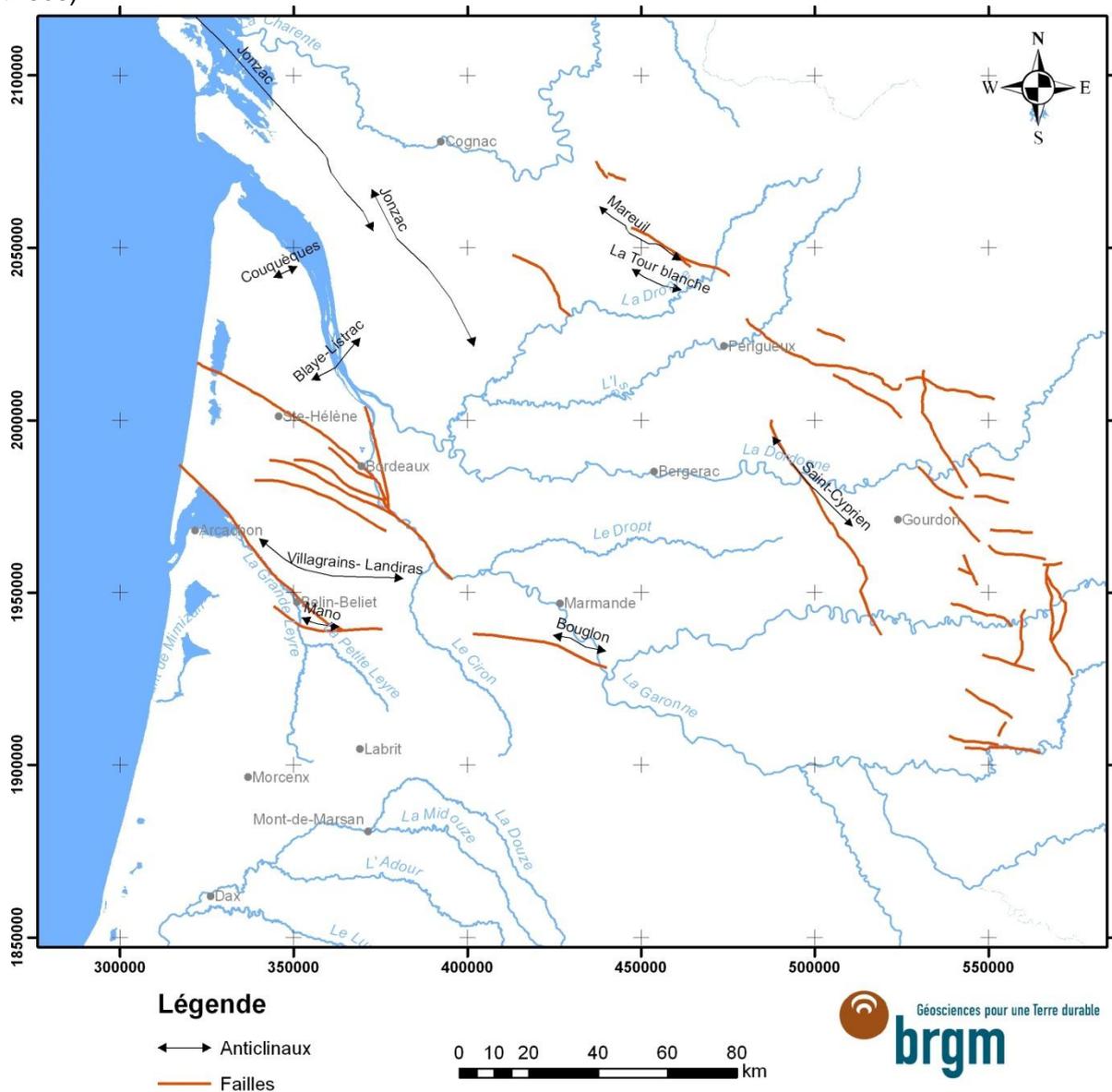


Figure 19 : Failles prises en compte dans le modèle géologique

Les failles peuvent être prises en compte dans les interpolations ou les calculs des variogrammes dans lesquels elles introduisent des discontinuités. L'interpolation peut se faire en prenant en compte un réseau de failles différent d'une formation à l'autre.

3.5. VALIDATION DES DONNÉES

3.5.1. Mise en cohérence carte géologique / forages

L'ensemble du domaine modélisé s'étend sur une surface globale de 49 740 km² et intègre près de 100 cartes géologiques. Sur cet ensemble la concordance entre la carte géologique et les données de forages a été réalisée. En effet Multilayer permet de comparer la première formation du forage à celle identifiée au même endroit sur la carte géologique, afin de relever d'éventuelles incohérences.

Différentes sources d'erreurs sont possibles : limites des formations géologiques mal positionnées, forage mal codé, carte vecteur mal codée (erreur de saisie), etc... En tout état de cause il convient de corriger ces incohérences. Le plus souvent, la carte géologique est moins précise que l'information donnée par les forages, mais il peut arriver aussi qu'il y ait des erreurs de saisie ou d'interprétation dans les forages. Par ailleurs, il faut garder à l'esprit que les cartes géologiques ont été réalisées à une période donnée, en fonction des informations alors disponibles. Depuis, la réalisation de nouveaux forages, non présents au moment du levé de la carte, apportent des informations complémentaires qui permettent de valider ou d'infirmer certaines hypothèses de construction.

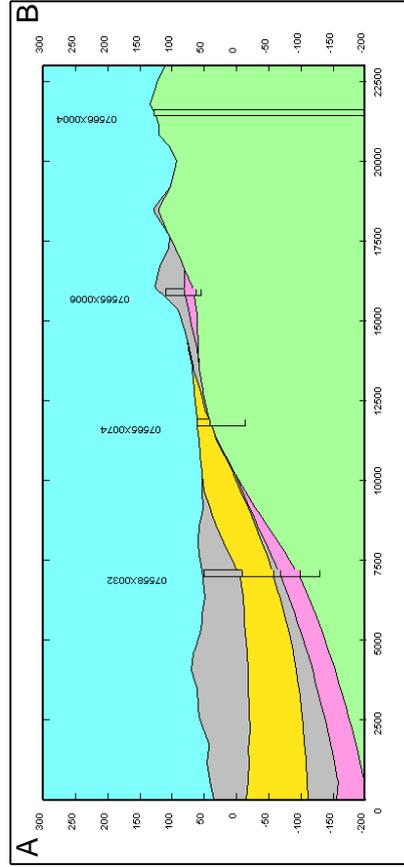
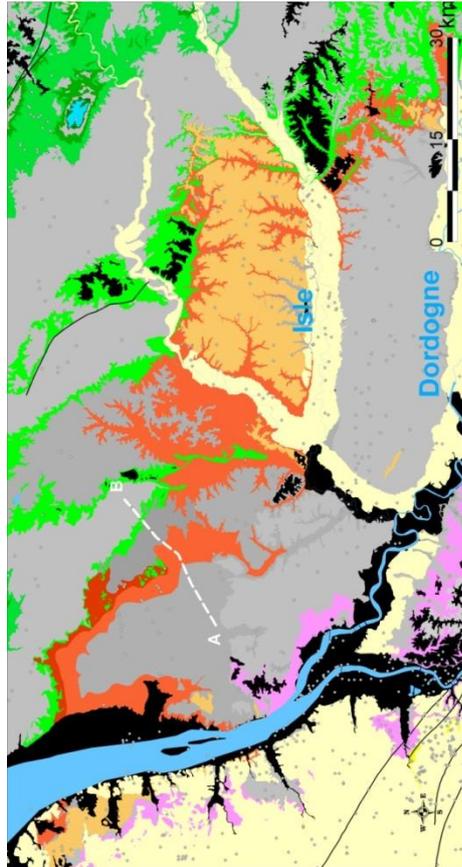
Dans le modèle géologique, la carte géologique entrée dans les données de base sous forme de polygones sera imposée dans le modèle final. Il est donc important de corriger cette dernière si celle-ci diffère sensiblement des informations fournies par les forages.

A titre d'illustration, la Figure 20 permet de comparer le résultat de la modélisation avec deux cartes géologiques différentes :

- la première carte (en I) est non cohérente avec les données de forage ; elle ne permet pas de retranscrire correctement la géologie à l'affleurement ;
- la seconde carte (en II) a elle été corrigée et permet d'aboutir à une vision homogène de la géométrie des réservoirs dans ce secteur.

Cet exemple traduit bien la démarche intégrée de la modélisation géologique qui nécessite de confronter plusieurs informations et de les mettre en cohérence avant interpolation. Cette approche est donc itérative et est d'autant plus complexe que la zone à modéliser est grande.

II - Après mise en cohérence carte géologique / forages



I - Avant mise en cohérence carte géologique / forages

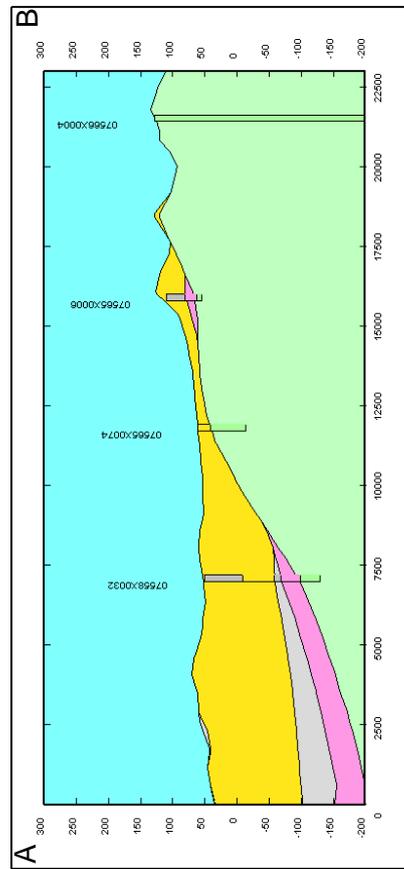
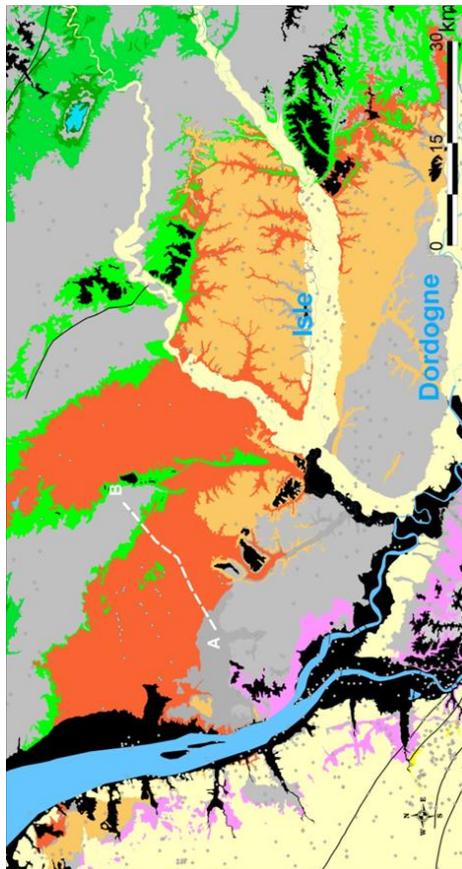


Figure 20 : Apport de l'intégration de la carte géologique dans la modélisation

3.5.2. Ajustement des limites d'extension maximale des formations

Les limites maximales des formations peuvent être utilisées en compléments de la carte géologique qui elle ne correspond qu'aux zones d'affleurements. Elles permettent de limiter les contrôles d'inégalités et les interpolations dans les limites d'extension des formations et ainsi de limiter le temps de calcul au cours de la modélisation géologique (Bourguin, 2010).

Néanmoins, ces limites ne sont intéressantes à utiliser que si les formations ne sont pas présentes sur l'ensemble du domaine, mais seulement sur une superficie limitée. En introduisant ces limites on évite d'avoir à interpoler les formations sur toute la surface du modèle à construire. Les contrôles d'inégalités sont ainsi limités à la zone indispensable où ceux-ci doivent être réalisés.

Dans le cadre de la modélisation géologique, nous avons intégré les limites des réservoirs des formations du Tertiaire de la base du Quaternaire (QUAT) à l'Éocène inférieur (EOCI). Les contours initiaux sont issus de la BD LISA (Ayache et al., 2011). Chaque entité de la BD LISA est constituée d'une partie affleurante et d'une partie sous-couverture. Le tracé global d'une formation s'est appuyé sur les données de forages, la connaissance régionale des géologues et hydrogéologues et sur les affleurements des couches considérées. Néanmoins, les limites d'extension de la BD LISA peuvent être imprécises dans certains secteurs car la liste des forages pris en compte alors n'était pas exhaustive.

Ces contours ont donc fait l'objet d'un contrôle d'inégalité afin de vérifier si les forages traversant une formation donnée sont bien localisés à l'intérieur de la limite d'extension de la dite formation. L'ensemble des limites des aquifères tertiaires ont pu ainsi être ajustées.

Ainsi, la Figure 21 permet de comparer le contour initial de l'extension du réservoir oligocène issu de la BD LISA à celui produit après les corrections réalisées à l'issue du contrôle des inégalités.

Les modifications les plus importantes ont été réalisées sur le secteur du Lac de Biscarosse et du courant de Mimizan pour lequel l'interprétation de la géologie des forages pétroliers a abouti à l'augmentation de l'extension du réservoir.

Des ajustements ont également été réalisés autour de la lacune de la structure de Villagrains-Landiras en rapport avec les travaux réalisés sur la thématique du dénoyage de la nappe de l'Oligocène (Saltel et al., 2010).

Plus à l'est, l'intégration des données de forages localisés aux abords de la structure de Bouglon a abouti à une modification du contour créant localement une zone de lacune.

Par ailleurs la réalisation de nouveaux forages permet également de modifier les contours des formations. Ainsi, le forage 07542X0072/F réalisé au nord du Médoc au lieu-dit de petit Moulin en 2012 par Antéa a permis d'apporter des informations convergentes vers une absence d'Oligocène dans ce secteur nécessitant de modifier les contours d'extensions de la nappe et même de réinterpréter localement la carte géologique.

Toutes ces modifications seront mises à jour dans la prochaine version du référentiel BD-LISA contribuant ainsi au processus itératif d'amélioration de la connaissance.

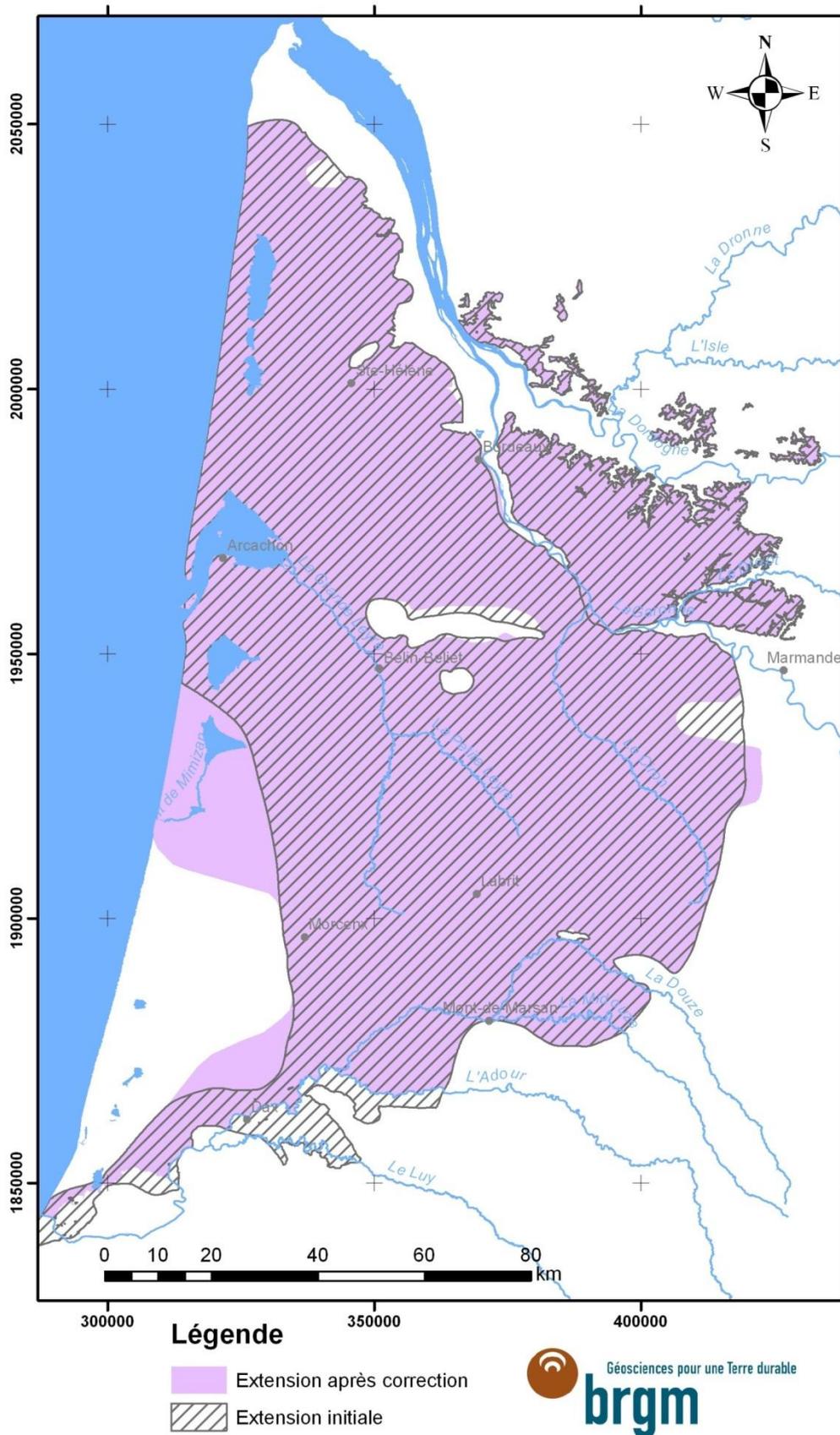


Figure 21 : Évolution de l'extension du réservoir oligocène après contrôle de cohérence

3.5.3. Comparaison de coupes

En préalable à la modélisation géologique, afin d'avoir une vision d'ensemble de la géométrie des réservoirs du nord du Bassin aquitain, plusieurs coupes de référence avaient été réalisées en année 2 au sein du domaine étudié. Elles avaient été construites à partir des forages de la base de données géologiques. Dans un souci de clarté et pour venir compléter les coupes qui avaient été réalisées dans le cadre de travaux récents centrés sur les réservoirs du Crétacé et du Jurassique (Platel et al., 2010), les terrains représentés s'intéresse plus particulièrement aux formations tertiaires en figurant les réservoirs en couleur et les épontes en grisé uniforme. Par ailleurs, 21 transects ont été réalisés à l'aide du modèle géologique pour contrôler la cohérence de ce dernier (Figure 22). Leur tracé coïncide avec celui de certaines coupes de référence réalisées en 2011 (Figure 23 et Figure 24). La comparaison s'effectue sur la coupes 8 (notée A dans le rapport BRGM/RP-59 959-FR) orientées NW-SE et sur la coupe 17 (notée D dans le rapport BRGM/RP-59 959-FR) orientée NNW-SSE.

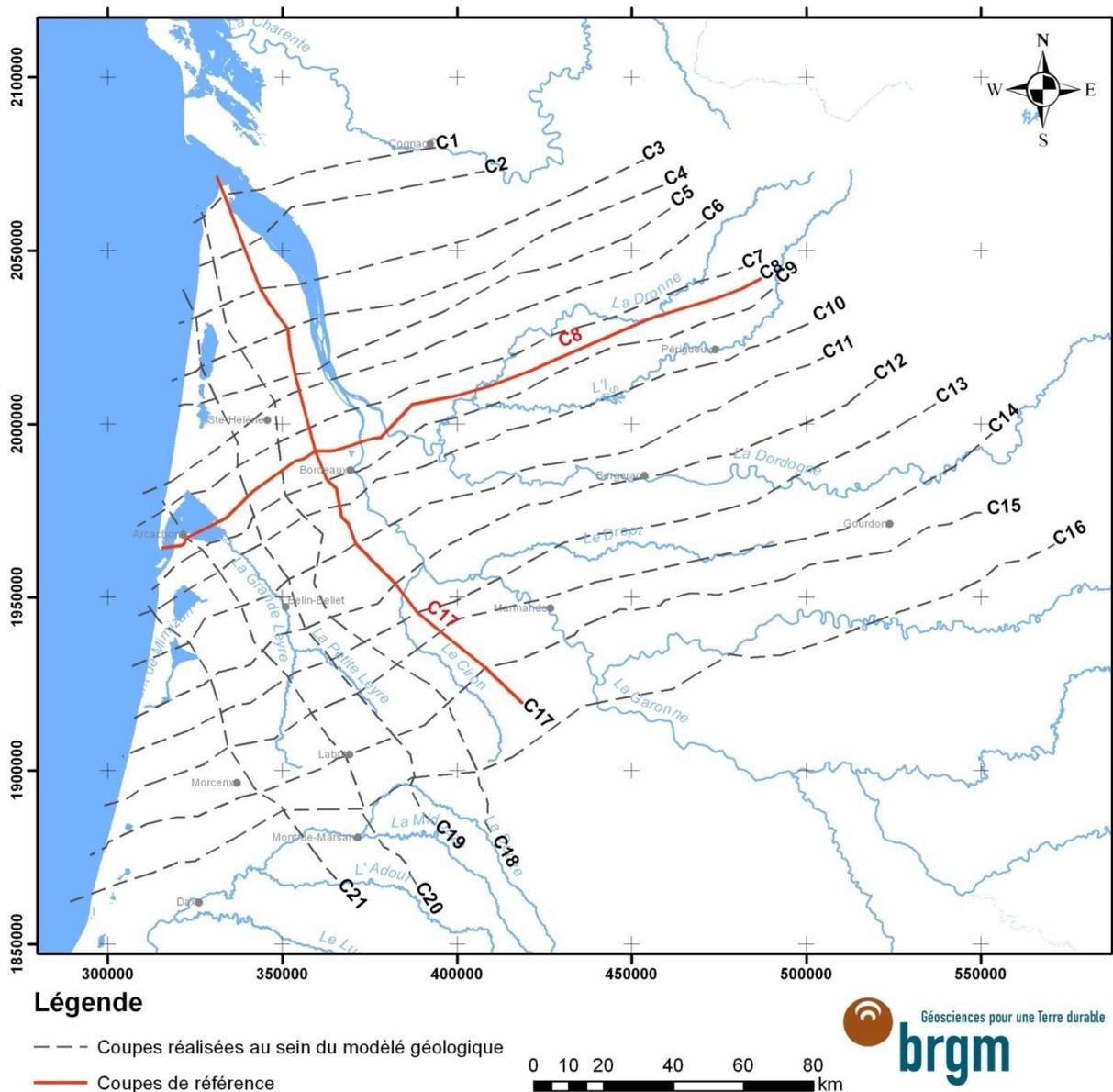


Figure 22 : Localisation des coupes de contrôles réalisées dans le modèle géologique

Trois réservoirs sont identifiés au sein des formations éocènes. L'aquifère principal est constitué par l'Éocène moyen, dont l'épaisseur est plus importante en comparaison des réservoirs sommital (Éocène supérieur) et basal (Éocène inférieur) plus discontinus. Au sein de l'Éocène inférieur, deux ensembles indépendants peuvent être individualisés : un aquifère plus détritique localisé au NE et un réservoir calcaire situé au SW. Localement les réservoirs éocènes peuvent être en communication. C'est notamment le cas dans le secteur d'Arcachon où l'Éocène supérieur et moyen sont en relation.

L'aquifère de l'Oligocène est facilement identifiable en forage. Le réservoir est constitué par des calcaires à texture grainstone, les calcaires à Astéries. Deux membres (B et C) peuvent être individualisés (Platel et al., 2000) séparé par une intercalation de marnes et de calcaires marneux de quelques mètres d'épaisseur. Néanmoins, cette séparation ne pouvant pas être considérée comme une véritable éponte à l'échelle régionale, un seul réservoir regroupant les deux ensembles a été considéré dans le cadre de la modélisation géologique.

Dans les formations miocènes, la distinction de deux aquifères (Langhien-Serravallien et Aquitanien) déjà présente dans la version 3 du MONA a été conservée ici. Ces deux entités sont séparées par une éponte discontinue d'épaisseur variable.

Le réservoir plio-quadernaire regroupe les formations des Sables des Landes, de Castets, de Belin, d'Onesse, et d'Arengosse. L'éponte basale correspond aux formations des Glaises bigarrées et des Sables fauves

La coupe 8 (Figure 23) est orientée NW-SE, elle permet d'illustrer l'approfondissement général des réservoirs tertiaires en direction de l'ouest. La coupe issue du modèle géologique est très proche de la coupe de référence. Les différences les plus importantes sont observées au sein de l'aquifère de l'Éocène inférieur qui a fait l'objet d'un travail spécifique pour améliorer la connaissance de son extension. Le décalage généré par la faille de bordeaux est également retranscrit dans le modèle même si des améliorations doivent encore être apportées.

La coupe 17 (Figure 24) orienté NNW-SSE recoupe les principales structures géologiques sur secteur d'étude (Jonzac, Blaye-Listrac et Villgrains-Landiras) et montre bien l'impact de ces anticlinaux sur l'agencement des corps aquifères. Comme précédemment la coupe schématique et la coupe issue du modèle sont tout à fait comparables. Pour les mêmes raisons qu'évoquées un peu plus haut, l'aquifère de l'Éocène inférieur est moins discontinue dans le modèle géologique. A noter également que dans un souci de simplification, certaines failles n'ont pas été prises en compte afin de limiter les problèmes d'instabilité lors de l'interpolation.

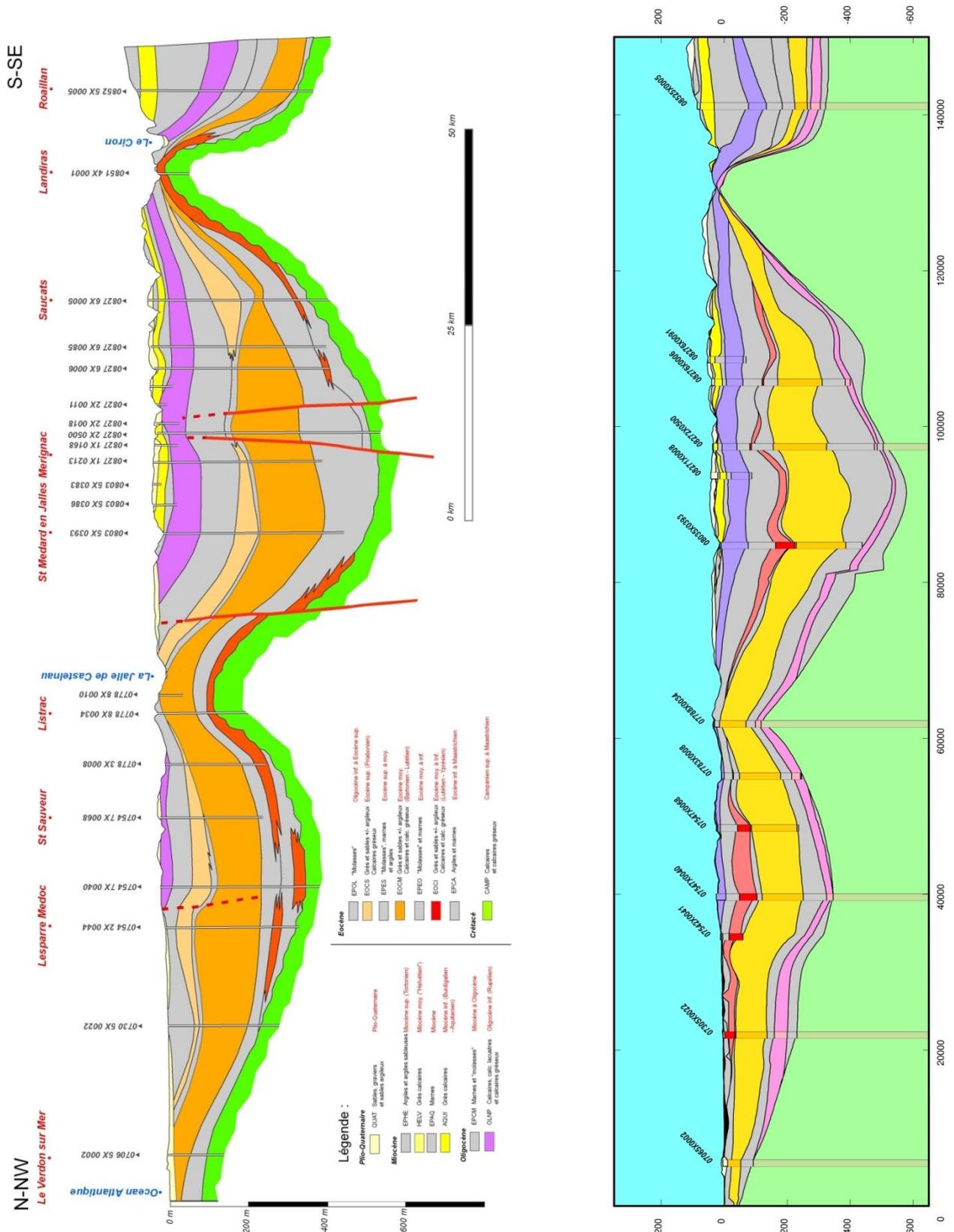


Figure 24 : Comparaison de la coupe hydrogéologique schématique C 17 et à la coupe issue du modèle géologique

4. Conclusion

L'objectif principal de ce module est l'évolution du Modèle Nord-Aquitain afin de disposer d'un outil de gestion et d'aide à la décision, actualisé et enrichi de nouvelles couches, de plus en plus performant pour définir au mieux les stratégies d'exploitation des ressources en eau souterraines de la région. Le programme de cette année 3 est scindé en deux parties :

- Une première partie qui s'est focalisée sur la version actuelle du MONA (Version 3.3b) avec l'objectif d'actualiser les données d'entrées (prélèvements, flux d'infiltration) et les chroniques d'observation jusqu'en 2010 afin de bénéficier d'un outil le plus à jour possible.
- Dans un second temps, l'élaboration d'une version actualisée de la géométrie du modèle (qui conduira à une Version 4 de ce modèle) initié en année 2 s'est poursuivie cette année. Le but étant d'obtenir une plus grande finesse de représentation des aquifères. Cela permettra de mieux traiter les problèmes posés à une échelle plus locale, en particulier ceux soulevés par le SAGE "Nappes profondes de Gironde", mais aussi ceux qui émergent dans les départements voisins de Lot-et-Garonne et de la Dordogne.

Par ailleurs, l'actualisation du modèle jusqu'en 2010 a permis de démontrer que le modèle retranscrit bien les variations de charge avec les nouvelles données d'entrée sans qu'aucune modification des paramètres hydrodynamiques n'ait été nécessaire. Le calage du modèle peut donc être considéré comme robuste.

L'amélioration de la géométrie du modèle doit permettre de représenter à une échelle plus fine la complexité des réservoirs du Nord du Bassin aquitain, l'objectif final étant d'obtenir une géométrie de l'ensemble des couches, aquifères et épontes, à la maille de 500 m (contre 2 km dans la version actuelle). Le modèle géologique comportera in-fine 30 couches dont 15 aquifères et 15 épontes. Actuellement (MONA V3.3b-2010) seul les 15 aquifères sont représentés dans le modèle hydrodynamique.

Le travail réalisé cette année sur ce volet de l'étude a consisté à compléter la base de données de référence élaborée en année 2 compilant : la description de près de 3 400 forages, les données diagraphiques disponibles (343 données diagraphiques numériques sur près de 250 forages), les affleurements cartographiés des couches aquifères issus du Référentiel Hydrogéologique BD-LISA, les données sismiques disponibles et le tracé des failles.

La construction du modèle a été initiée. L'ensemble du système aquifère tertiaire a fait l'objet d'une attention particulière en raison de sa complexité, du nombre très important de forages qui recoupent ces formations et de son importance stratégique pour l'alimentation en eau potable. Par ailleurs les aquifères du Crétacé et du Jurassique ayant été incorporés très récemment au Modèle Nord Aquitain (MONA V3.3), la révision de leur géométrie n'était pas prioritaire.

Un travail important de validation et de mise en cohérence des données a été réalisé. Il a notamment porté sur la correspondance des données de sondage et des cartes géologiques. Etant donné l'importance de la surface modélisée, c'est près de 100 cartes géologiques qu'il a fallu revisiter pour faire coïncider, au mieux, les observations en forages avec celles des affleurements de la carte.

Les limites d'extension des aquifères ont également été revues dans le cadre de la modélisation géologique. Les ajustements réalisés viendront à terme alimenter la BD-LISA.

En préalable à la modélisation géologique, il était nécessaire d'avoir une vision d'ensemble de la géométrie des réservoirs du nord du Bassin aquitain. C'est pourquoi, en année 2, de grandes coupes hydrogéologiques avaient été dressées. Pour valider le travail de modélisation réalisé en année 3 une comparaison a été effectuée entre ces coupes et celles issues du modèle géologique.

L'année 4 sera consacrée à la finalisation de la géométrie du MONA dans sa version 4 avec intégration des formations du Secondaire de façon à disposer à terme d'une version opérationnelle de cet outil. La géométrie sera intégrée dans le logiciel Marthe en fin d'année 4. Dans un premier temps les simulations seront effectuées en régime permanent dans le but de valider les choix de construction du modèle (conditions aux limites, recharge...) et d'obtenir les premiers champs de perméabilités.

En parallèle, les données d'entrée du modèle ainsi que les chroniques d'observation seront actualisées avec les données de l'année 2011. Le but étant de maintenir le modèle opérationnel et disposer ainsi d'un outil d'aide à la décision, d'évaluation et de gestion des ressources. Le modèle sera alors dans sa version MONA V3.3b-2011.

5. Bibliographie

Amraoui N., Bichot F., Platel J.P., Seguin J.J. (1998) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 2 - Evaluation des ressources. Ajout des couches du Santonien-Turonien, du Cénomaniens et du Jurassique moyen et supérieur au modèle nord aquitain. BRGM/RR-40110-FR, 239p.

Amraoui N., Bichot F., Seguin J.J., Platel J.P., Sourisseau B. (1999) - Restructuration du modèle nord aquitain de gestion des nappes. Réalisation de 6 simulations pour le Schéma de Gestion des Eaux du département de la Gironde. BRGM/RR-40224-FR, 20p.

Ayache B., Labarthe B., Pédron N., Saplaïroles M. (2011) - Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA -Bassin Adour-Garonne - Année 4 - Harmonisation des entités hydrogéologiques à l'échelle du bassin. Complément au rapport au Rapport BRGM/RP-58198-FR, 170 p., 23 ill., 2 ann.

Bourgine B. (2010) - Modélisation géologique 3D à l'aide du programme MultiLayer - Version 4 - BRGM/RP-53111-FR Mise à jour janvier 2010, 197 p., 147 ill.

Braneyre M., Chigot D., Lambert M., F. Moreau C., P. Sourisseau, J., Dubreuilh J., Gaaloul N. (1993) - Modélisation mathématique multicouche de trois aquifères exploités du sédimentaire nord-aquitain (Oligocène - Eocène - Crétacé). R-37361, 73p.

Braneyre M., Seguin J.J., Lambert M. (1993) - Modèle conceptuel sommaire - Multicouche aquitain. Rapport BRGM R37322 BOR AQI 93, 25p.

Braneyre M., Lambert M., Sourisseau B. (1994) - Rapport de synthèse du modèle régional multicouche du Bassin Nord-Aquitain : Calage en régime transitoire et simulations. Rapport BRGM R38006 SGN SP 94, 255p.

Cabaret O. (2011) - Caractérisation physique et approche numérique du rôle des aquitards dans les systèmes aquifères multicouches - Application au complexe tertiaire nord-aquitain. Thèse de doctorat : Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3, 308 p.

Cabaret O., Saltel M. (2012) - Simulations d'impacts d'un champ captant d'une capacité de 10 et 12 millions de m³ dans l'Oligocène à l'aide du Modèle Nord-Aquitain (MONA) – Sainte-Hélène (33) – Rapport BRGM/RP-61290-FR, 81 p., 62 fig., 3 ann.

Cabaret O., Saltel M. (2012) - Contribution à la révision du SAGE Nappes Profondes de Gironde : Utilisation du Modèle Nord-Aquitain - phase « Tendances et Scénarios » - Simulations complémentaires - Rapport final, BRGM/RP-61479-FR, 46 p., 21 fig., 4 ann.

Corbier P., Karnay G., Bourguine B., Saltel M. (2010) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine - Reconnaissance des potentialités aquifères du Mio-Plio-Quaternaire des Landes de Gascogne et du Médoc en relation avec les SAGE - Module 7- Année 2. BRGM/RP-57813-FR , 184p., 36 figures, 6 annexes.

Gomez E., Pédron N., Buscarlet E. (2010) - Utilisation du Modèle Nord-Aquitain (MONA) pour appuyer la définition des volumes prélevables dans les aquifères profonds du Nord du Bassin aquitain - BRGM/RP-57878-FR, 61 p., 30 fig. 13 ann.

Gomez E., Saltel M., Pédron N. (2010) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain - Module 4 - Année 1 - Convention 2008-2013. BRGM/RP-57810-FR, 38 p., 15 ill., 8 ann.

Pédron N., Abou Akar A., Gomez E. (2009) - Simulation d'impact d'un champ captant dans l'aquifère Oligocène sur le secteur de Sainte-Hélène (33) à l'aide du Modèle Nord-Aquitain (MONA) – BRGM/RC-57035-FR, 36 p., 11 fig., 6 ann.

Pédron N., Abou Akar A., Platel J.P. (2007) - Evaluation de la ressource en eau de l'Eocène dans le Bergeracois. Phase 2 : Finalisation de l'inventaire, intégration des données au modèle régional et simulations. Rapport final. BRGM/RP-56301-FR, 72 p., 7 ann.

Pédron N., Seguin J.J., Capdeville J.P. (2003) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Développements et maintenance du modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - Module 4 - Année 1 - BRGM/RP-52602-FR, 56 pages, 25 fig., 5 tab., 7 ann.

Pédron N., Lopez B. (2006) - Actualisation du modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Période 2001 - 2003. Rapport final - BRGM/RP-54220-FR, 26 p. 1 ann.

Pédron N., Capdeville J.P., Mauroux B., Baudry D. (2003) - Evaluation de la ressource en eau de l'Eocène dans le Bergeracois. Année 1. Recueil et synthèse des données..

Pédron N., Platel J.P., Bourguine B. (2006) - Gestion des eaux souterraines en région aquitaine. Développement et maintenance du modèle nord-aquitain de gestion des nappes - Module 4 - Année 3 - BRGM/RP-55242-FR, 56 p., 24 fig., 3 ann.

Pédron N., Platel J.P., Abou Akar A. (2008) - Évaluation de la ressource en eau de l'Éocène dans le Bergeracois. Phase 2 : Finalisation de l'inventaire, intégration des données au modèle régional et simulations. Rapport final. - BRGM/RP-56301-FR, 72 p., 7 ann.

Pédron N., Platel J.P., Bidzana K., Lucassou F., Loiseau J.B., Labarthe B., Seguin J.J., Mardhel V. (2009) - Référentiel Hydrogéologique Français BDRHF - Version 2- Bassin Adour-Garonne. Années 2 et 3 - Délimitation des entités hydrogéologiques en région Aquitaine. Rapport d'étape. BRGM/RP-56949-FR. 60 p., 41 ill., 5 ann.

Pédron N., Platel J.P., Bourguine B., Loiseau J.B. (2008) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine -Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - Année 4 - Module 4 - BRGM/RP-56614-FR, 99 p., 49 fig., 6 ann.

Pédron N., Platel J.P., Lopez B. (2005) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes - Modules 4 - Année 2 - Rapport final - BRGM/RP-53659-FR, 96 p., 43 fig., 8 tab., 8 ann.

Platel J.P., Pédron N., Gomez E., Saltel M. (2010) - Perspectives de gestion des nappes du Secondaire en Agenais-Périgord. Synthèse géologique et hydrogéologique, modélisation hydrodynamique. BRGM/RP-59330-FR, 217 p., 101 fig., 12 tab., 19 ann.

Platel J.P., Pédron N., Gomez E., Winckel A. (2006) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Caractérisation de la crête piézométrique de l'Éocène au Sud de l'Estuaire de la Gironde. Module 2 - Année 3. Finalisation et suivi du réseau de surveillance. Modélisation hydrodynamique. Rapport final - BRGM/RP-55240-FR, 166 p., 37 fig., 15 tab., 6 ann.

Platel J.P., Schnebelen N., Le Nindre Y.M., Sourisseau B., Saplairoles M., Dufour P., Benhammouda S., Bonnery H. (2000) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine - Année 4 - Etude sectorielle - Protection de la nappe de l'Oligocène en région bordelaise - Synthèse des connaissances géologiques - Etat des connaissances hydrogéologiques. Rapport BRGM/RP-50468-FR, 70 p., 36 fig., 5 cartes annexes.

Platel J.P., Serrano O. (2008) - Structuration des formations du Tertiaire et du Crétacé dans le Sud-Gironde (Villagrains - Saint-Magne) après retraitement et interprétation de profils de sismique-réflexion ancienne. Rapport BRGM/RP-56962-FR, 43 p., 13 ill., 1 annexe, 11 planches hors texte.

Saltel M. (2012) - Simulation d'impact d'un champ captant d'une capacité de 10 millions de m³ par an dans l'aquifère oligocène sur le secteur de Sainte-Hélène (33) à l'aide du Modèle Nord-Aquitain (MONA) –Rapport BRGM/RP-60822-FR, 40 p., 18 fig., 3 ann.

Saltel M., Pédron N. (2012) - Contribution à la révision du SAGE Nappes Profondes de Gironde : Utilisation du Modèle Nord-Aquitain dans le cadre du module « Tendances et Scénarios » -Rapport final, BRGM/RP-60416-FR 56 p., 24 fig., 5 ann..

Saltel M., Pédron N., Platel J.P., Bourguine B., Gutierrez T. (2011) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine -Développements et maintenance du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes – Module 1 – Année 2 – BRGM/RP-59 959-FR, 63 pages, 38 figures, 6 annexes..

Saltel M., Pédron N., Platel J.P., Corbier P., Bourguine B. (2010) - Atlas des zones à risque du SAGE Nappes Profondes de Gironde - Phase 2 - Problématique du dénoyage de l'Oligocène au Sud de l'agglomération Bordelaise. BRGM/RP - 58156-FR 123 p., 64 fig., 11 tab., 7 ann.

Saltel Marc (2008) - Impact de structures géologiques sur l'alimentation de systèmes aquifères profonds - Fonctionnement hydrogéologique des antiformes du sud de Bordeaux. Thèse de doctorat : Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3, 268p.

Seguin J.J. (1999) - Contrôle qualité et gestion des nappes d'eaux souterraines en Gironde. Actualisation du modèle nord-aquitain de gestion des nappes. Période 1997-1998. BRGM/RR-40760-FR, 22 p., 10 fig., 8 tab.

Seguin J.J. (1999) - Restructuration du modèle nord-aquitain de gestion des nappes. Correction du biais de calage du modèle. BRGM/RR-40711-FR, 16 p., 11 fig.

Seguin J.J. (2002) - Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Actualisation du modèle nord-aquitain. Période 1999-2000. BRGM/RP-51758-FR, 22 p., 8 fig., 8 tab.

Serrano O., Delmas J., Hanot F., Vially R., Herbin J.P., Houel B., Tourlière B. (2006) - Le Bassin d'Aquitaine : valorisation des données sismiques, cartographie structurale et potentiel pétrolier. Ed. BRGM, 2 volumes, 245p., 142 figures, 17 tableaux, 17 annexes,

Serrano O., Saltel M. (2012) - Note Technique sur les données sismiques retraitées sur le secteur de Villagrains – Saint Magne. Rapport BRGM/RP-61350-FR, 11 p., 4 fig.

Annexe 1

Historique du Modèle Nord Aquitain

MONA V1

Elaboration d'un 1er modèle régional à mailles carrées de 5 km de côté au début des années 90 [(Braneyre, 1993) ; (Braneyre, et al., 1993) ; (Braneyre, et al., 1994)] fonctionnant en régime transitoire sur la période 1972-1992 et simulant les écoulements au sein de 4 couches aquifères : Mio-Plio-Quaternaire (à potentiels imposés), Oligocène, Éocène et Campano-Maastrichtien.

En 1996, L'Agence de l'Eau Adour-Garonne, la Communauté Urbaine de Bordeaux et le Conseil Général de la Gironde ont décidé la mise en place d'un schéma directeur de gestion des ressources en eau de la Gironde, proposant des solutions alternatives permettant de limiter les prélèvements dans l'Éocène. Les partenaires ci-dessus ont demandé au BRGM d'utiliser le **MONA V1** pour tester les différentes solutions proposées par les cabinets d'étude du schéma. En 1998, une expertise du modèle réalisée à la demande de l'Agence de l'Eau a montré qu'il devait être amélioré pour arriver à un niveau de représentativité du milieu souterrain suffisant pour fonder des décisions d'investissements lourds, nécessaires pour mettre en œuvre les solutions du schéma. La prise en compte des différentes recommandations de l'expertise a permis de faire évoluer le modèle et d'aboutir à la version 2 décrite ci-dessous.

MONA V2

Version du modèle au pas de 5 km fonctionnant en régime transitoire sur la période 1972-1996 (**MONA V2-1996**) et simulant les écoulements au sein de 5 couches aquifères : Mio-Plio-Quaternaire (à potentiels imposés), Oligocène, Éocène, Campano-Maastrichtien, Turonien-Coniacien-Santonien (Amraoui, et al., 1999).

Cette version du modèle a été par la suite actualisée à deux reprises :

- en 1999 (Seguin, 1999b) avec les données 1997 et 1998 (**MONA V2-1998**). Cette version du modèle a permis de reprendre les simulations du Schéma Directeur de Gestion des Ressources en Eau de la Gironde pour tester différents scénarios d'exploitation des nappes et de réduction des prélèvements dans l'Éocène.
- en 2001 (Seguin, 2002) avec les données 1999 et 2000 (**MONA V2-2000**). Le modèle ainsi actualisé a été utilisé dans le cadre du SAGE "Nappes profondes de Gironde" pour simuler différents scénarios d'économie d'eau, aider à la définition des VMPO (Volumes Maximum Prélevables Objectifs) pour chacune des nappes visées par le SAGE, et proposer des indicateurs de l'état de la ressource.

Parallèlement, à la demande de la MISE de Gironde, des simulations ponctuelles ont été réalisées pour fonder les autorisations d'implantation et de prélèvements d'une dizaine d'ouvrages devant solliciter des nappes visées par le SAGE « Nappes Profondes ».

MONA V2B : Il existe une version du modèle 5 km fonctionnant en régime permanent avec 7 couches (+Cénomaniens et Jurassique) développé au cours de l'année 2 de la convention « Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine 1996-2001 ».

MONA V3

Développements réalisés dans le cadre de la convention régionale « Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine » 2002-2006. Au cours de l'année 1 (Pédron, et al., 2003b), les améliorations suivantes ont été apportées :

- Passage du modèle à mailles carrées de 5 km de côté (MONA V2-2000) à une version 2 km avec adjonction de l'Aquitain-Burdigalien, du Langhien-Serravallien (Helvétien) et du Plio-Quaternaire en remplacement de l'ancienne couche Mio-Plio-Quaternaire à potentiels imposés (MONA V3-2000).
- Subdivision de l'Éocène en 3 couches distinctes et réajustement de la géométrie de l'Oligocène (MONA V3.1-2000).

Au cours de l'année 2, la finalisation de la géométrie de l'Oligocène a été réalisée et le calage des trois couches de l'Éocène et celle de l'Oligocène effectués.

La version **MONA** V3.1 du Modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes intègre donc 9 couches : Plio-Quaternaire, Langhien-Serravallien (Helvétien), Aquitain-Burdigalien, Oligocène, Éocène supérieur, Éocène moyen, Éocène inférieur, Campano-Maastrichtien, et l'ensemble Turonien-Coniacien-Santonien.

Cette version du modèle a été actualisée en 2005 (Pédron, et al., 2006) avec les données de la période 2001-2003 (**MONA** V3.1-2003), puis partiellement en 2007 (uniquement les 3 couches de l'Éocène et du Campano-Maastrichtien) sur la période 2004-2006 (**MONA** V3.1-2006p) pour les besoins de l'étude sur l'évaluation des ressources dans le Bergeracois (Pédron, et al., 2008).

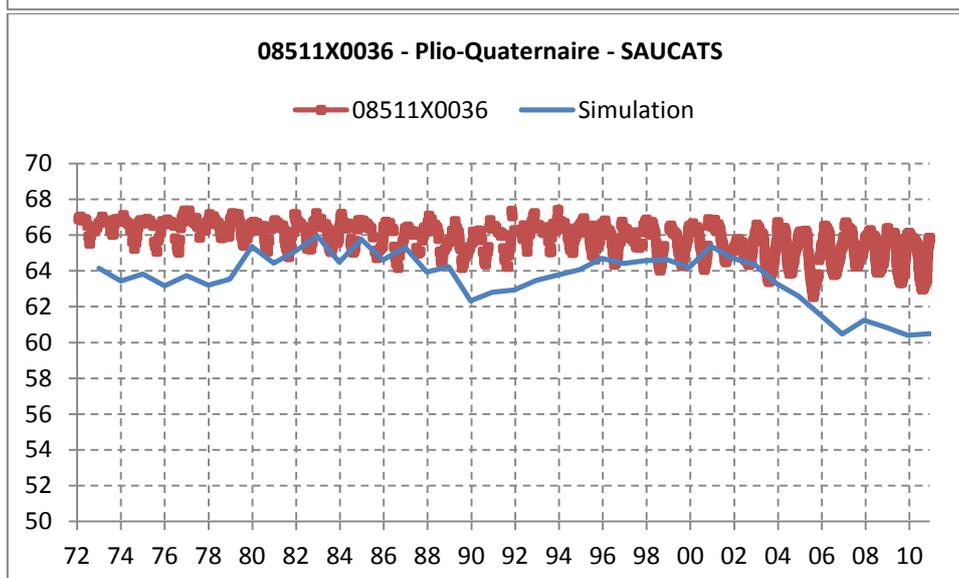
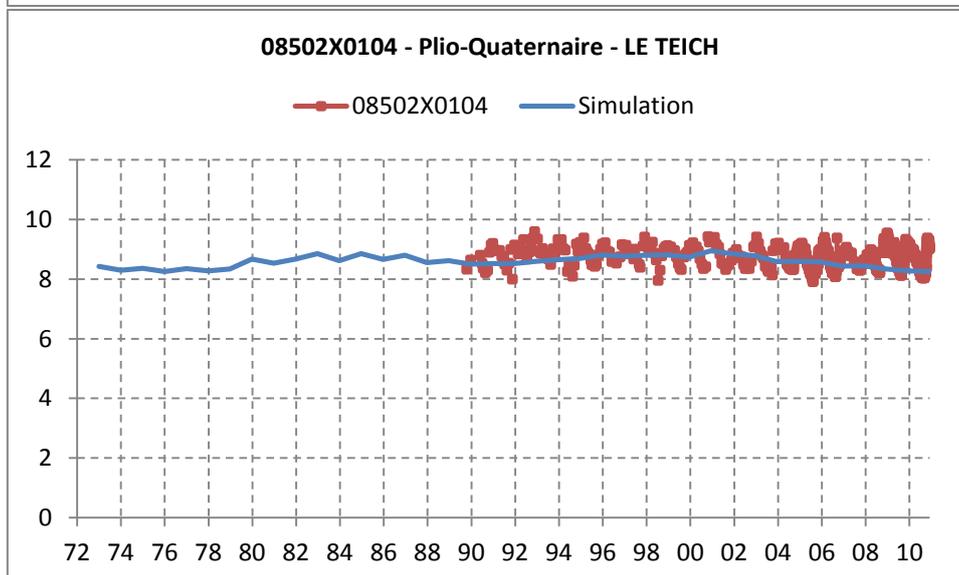
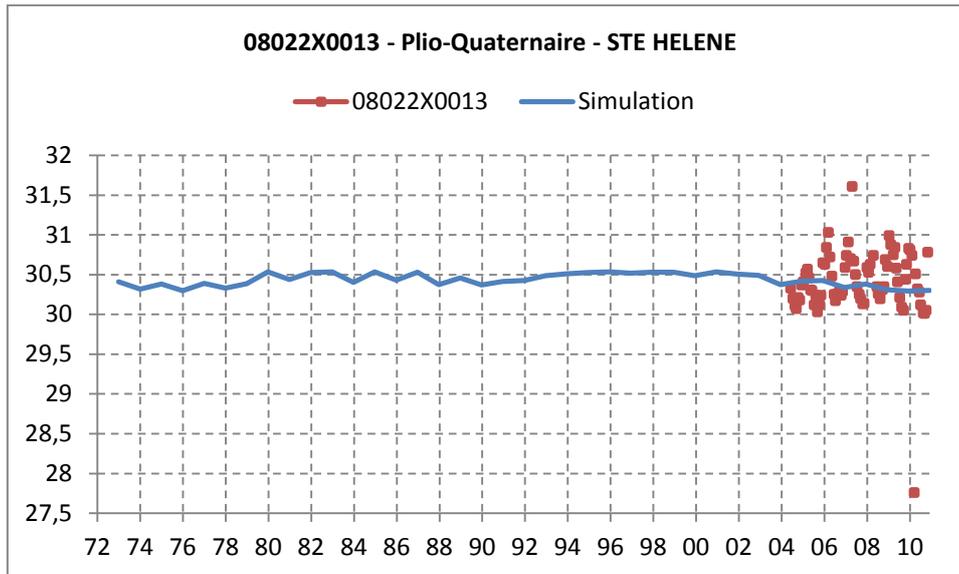
Au cours de l'année 3 (Pédron, et al., 2006), les travaux réalisés ont permis la subdivision de la couche du Turonien-Coniacien-Santonien en deux couches distinctes (Turonien et Coniacien-Santonien) et l'actualisation de la géométrie du Campano-Maastrichtien (**MONA** V3.2).

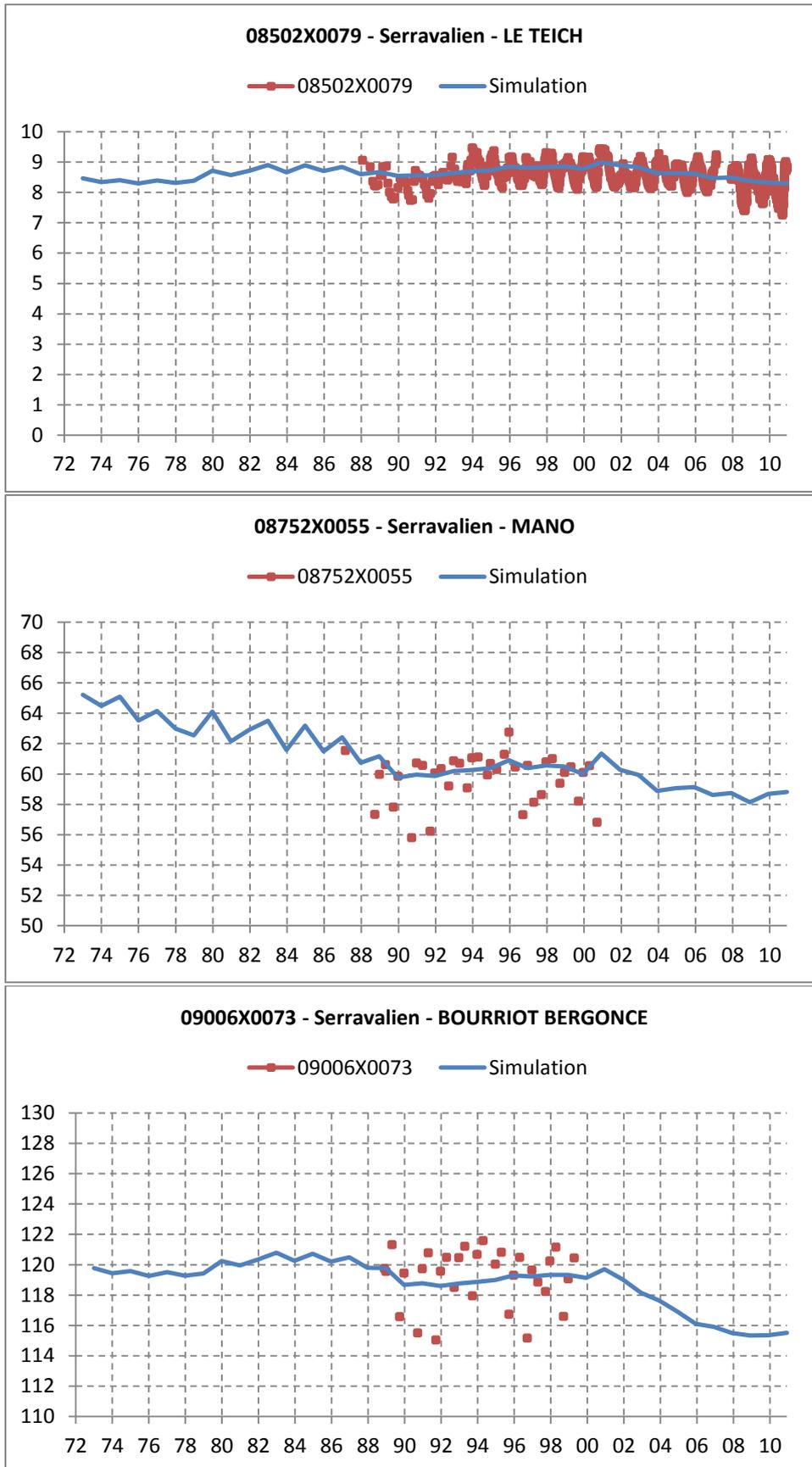
L'année 4 (Pédron, et al., 2008) a été consacrée à la réalisation d'un modèle géologique régional des couches du Cénomaniens et du Jurassique (Bajocien, Bathonien-Callovio-Oxfordien, Kimméridgien et Tithonien) et à l'intégration de ces couches dans le modèle hydrodynamique pour aboutir à une version **MONA** V3.3.

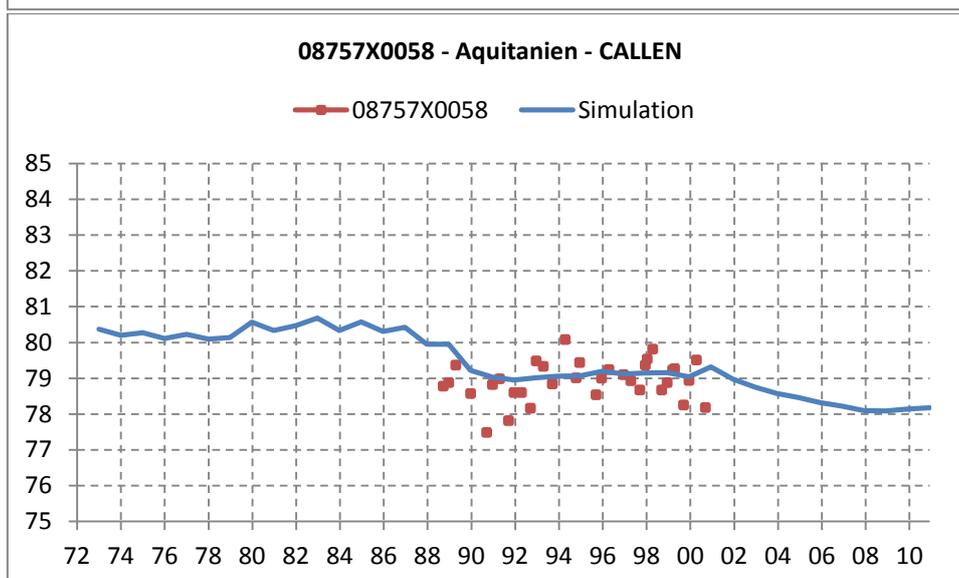
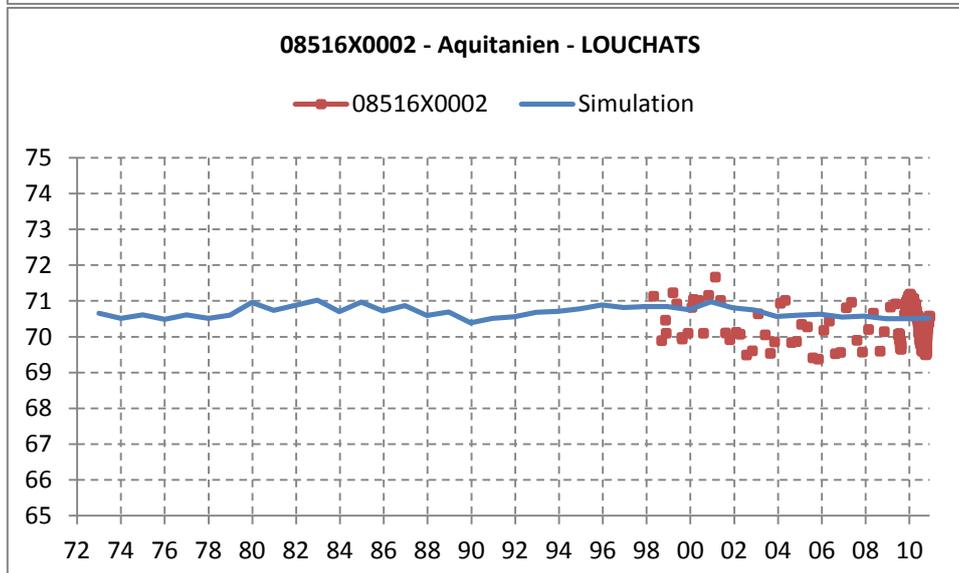
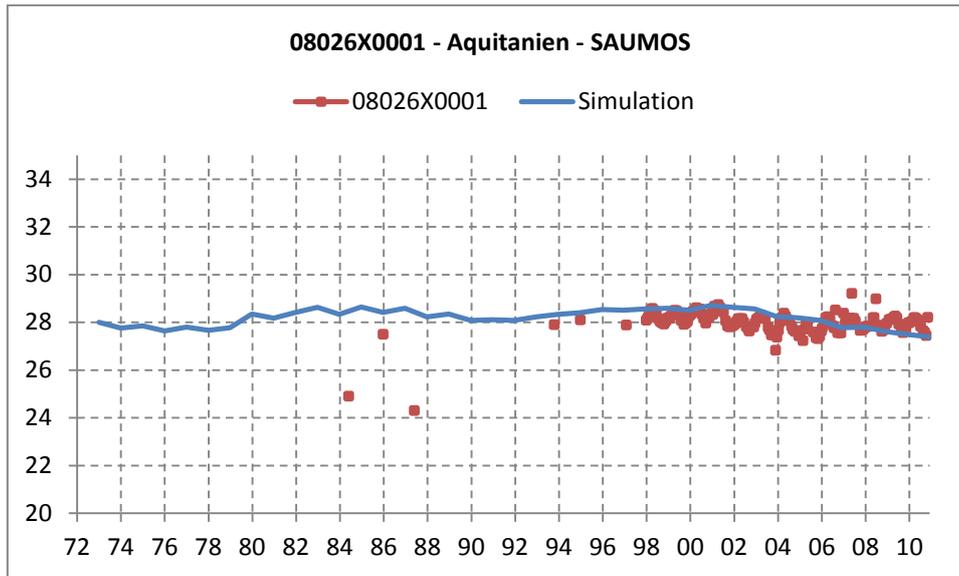
La version V3.3b correspond principalement à des ajustements de la loi de recharge de la nappe du Plio-Quaternaire et à une meilleure prise en compte du comportement des réservoirs autour de la structure de Villagrains-Landiras suite aux études récentes réalisées dans le secteur (Saltel, 2008).

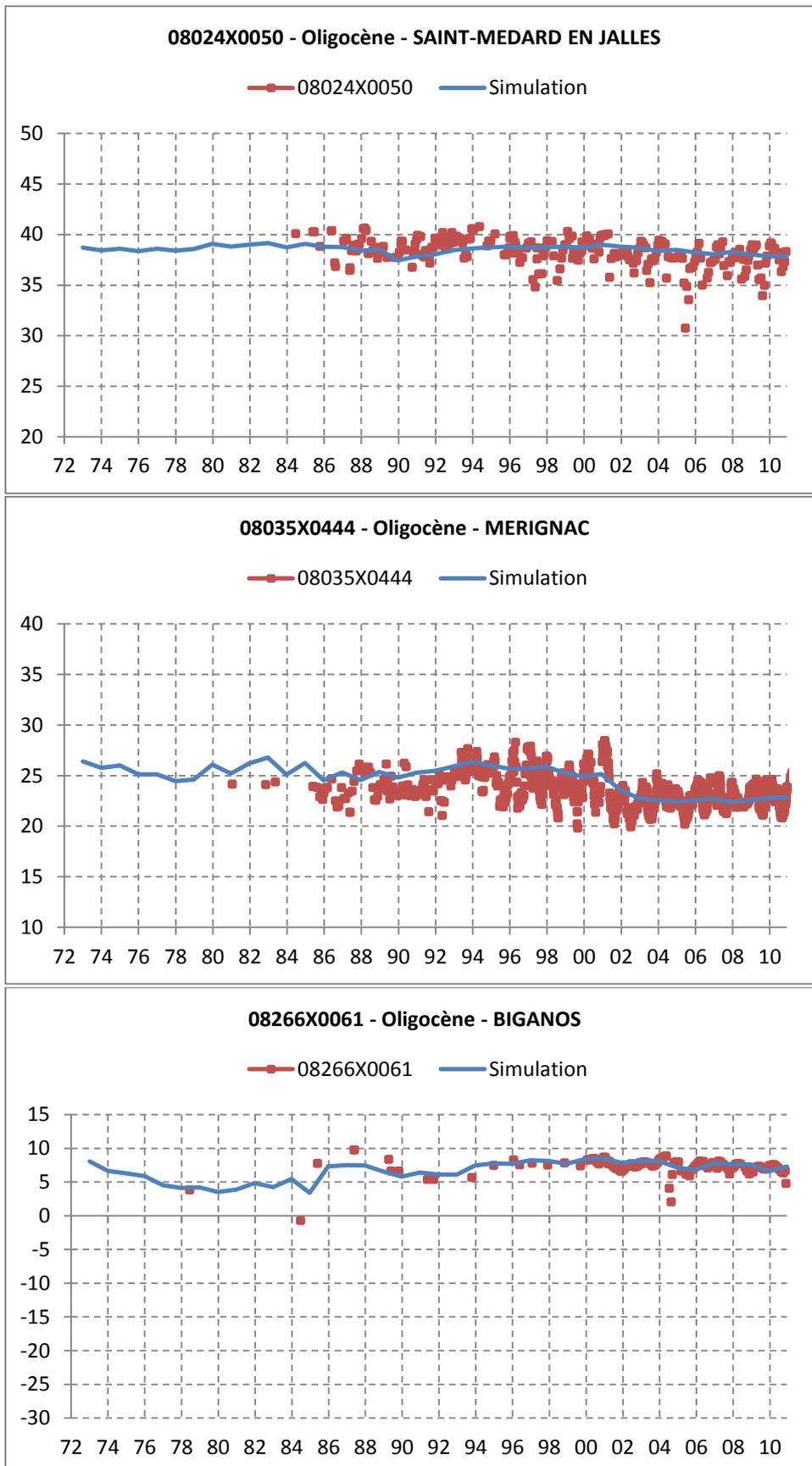
Annexe 2

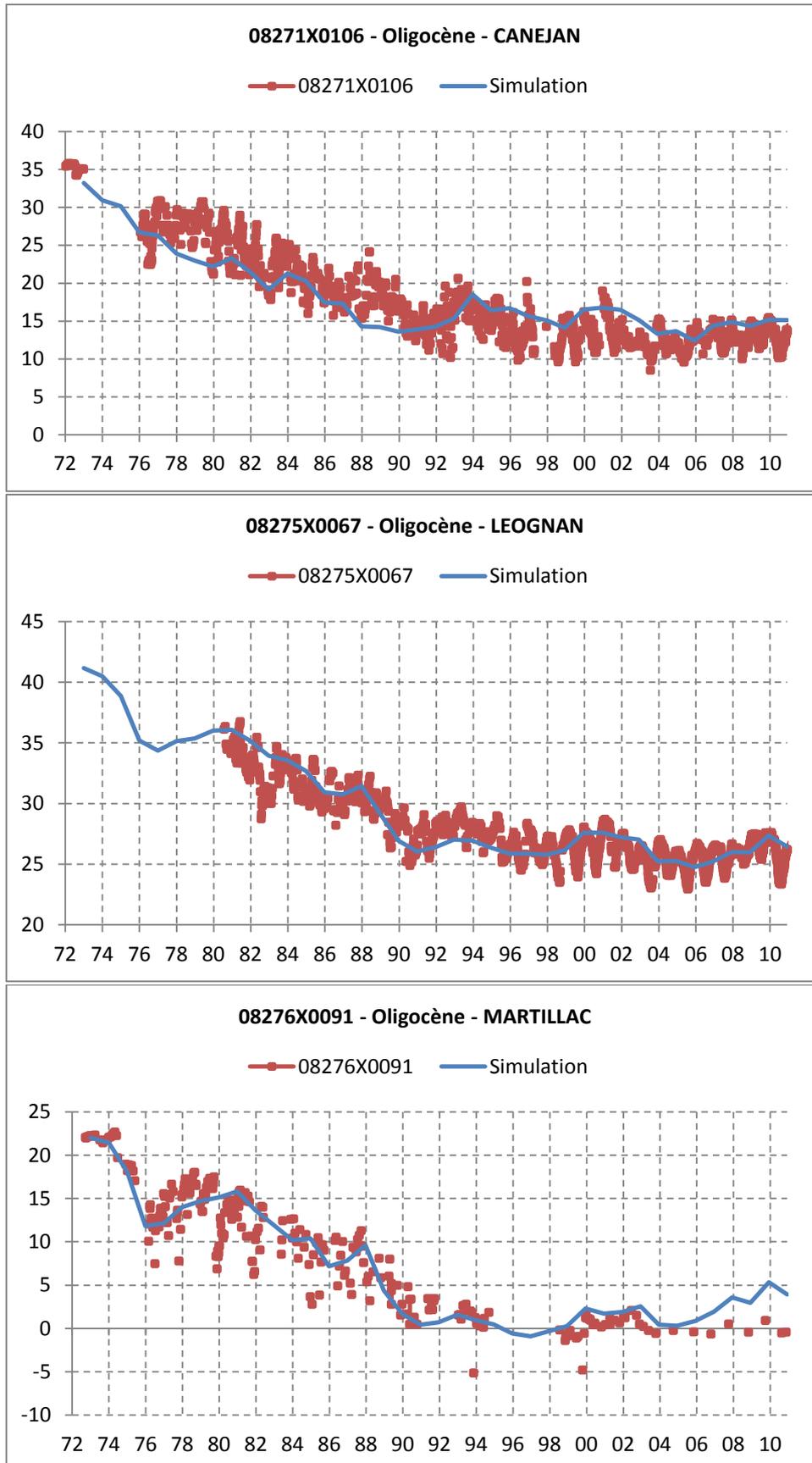
Actualisation des chroniques de calage – période 1972 - 2010

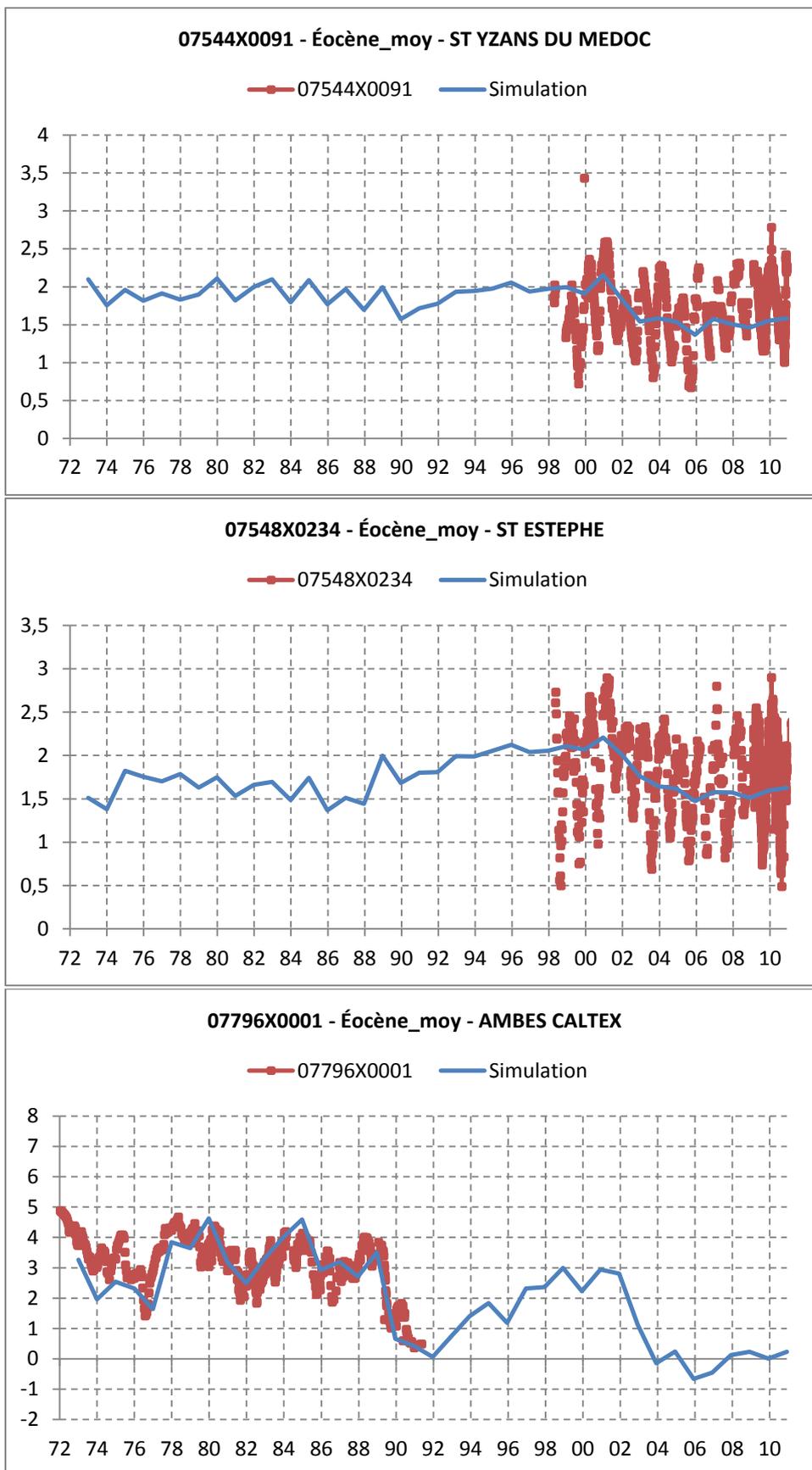


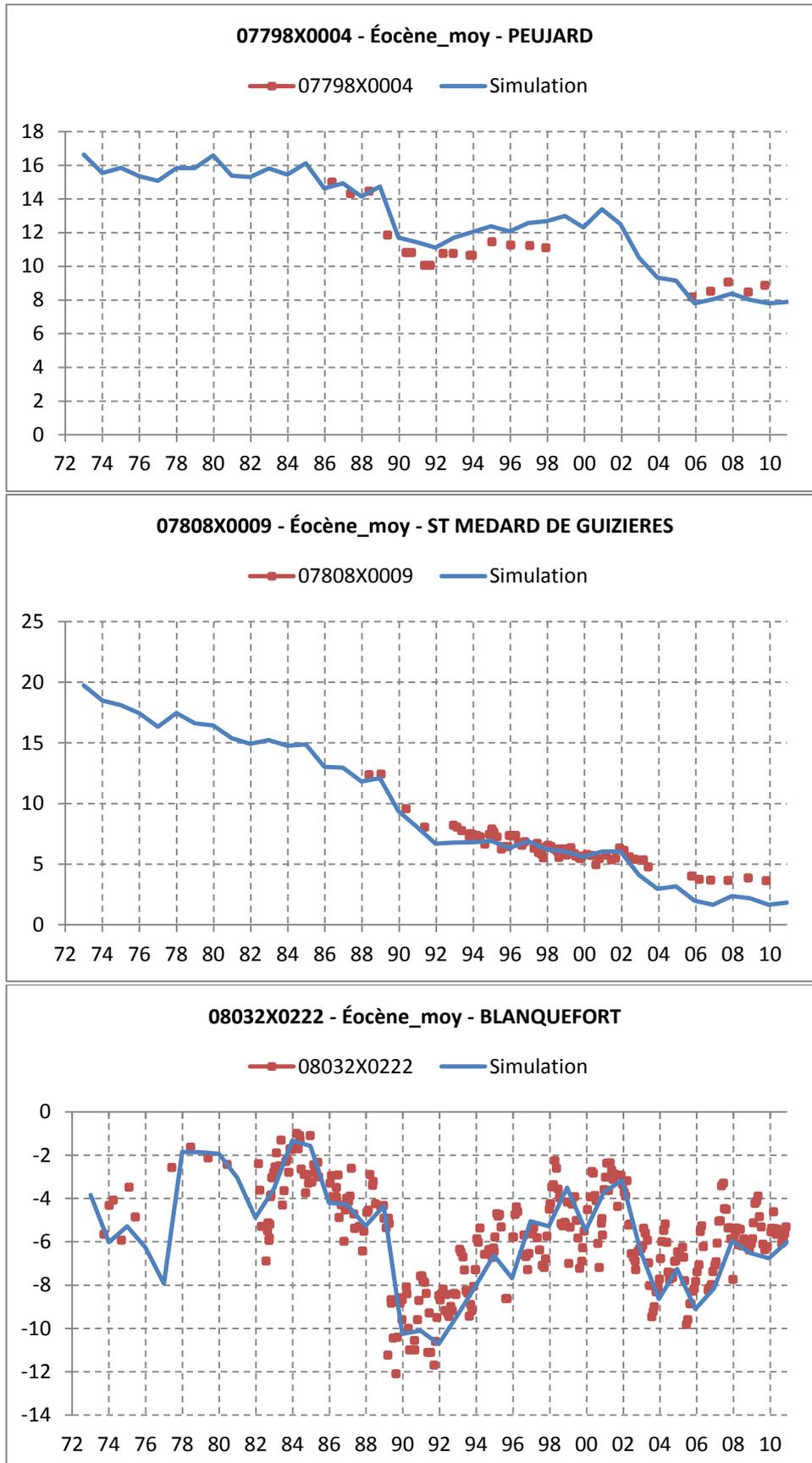


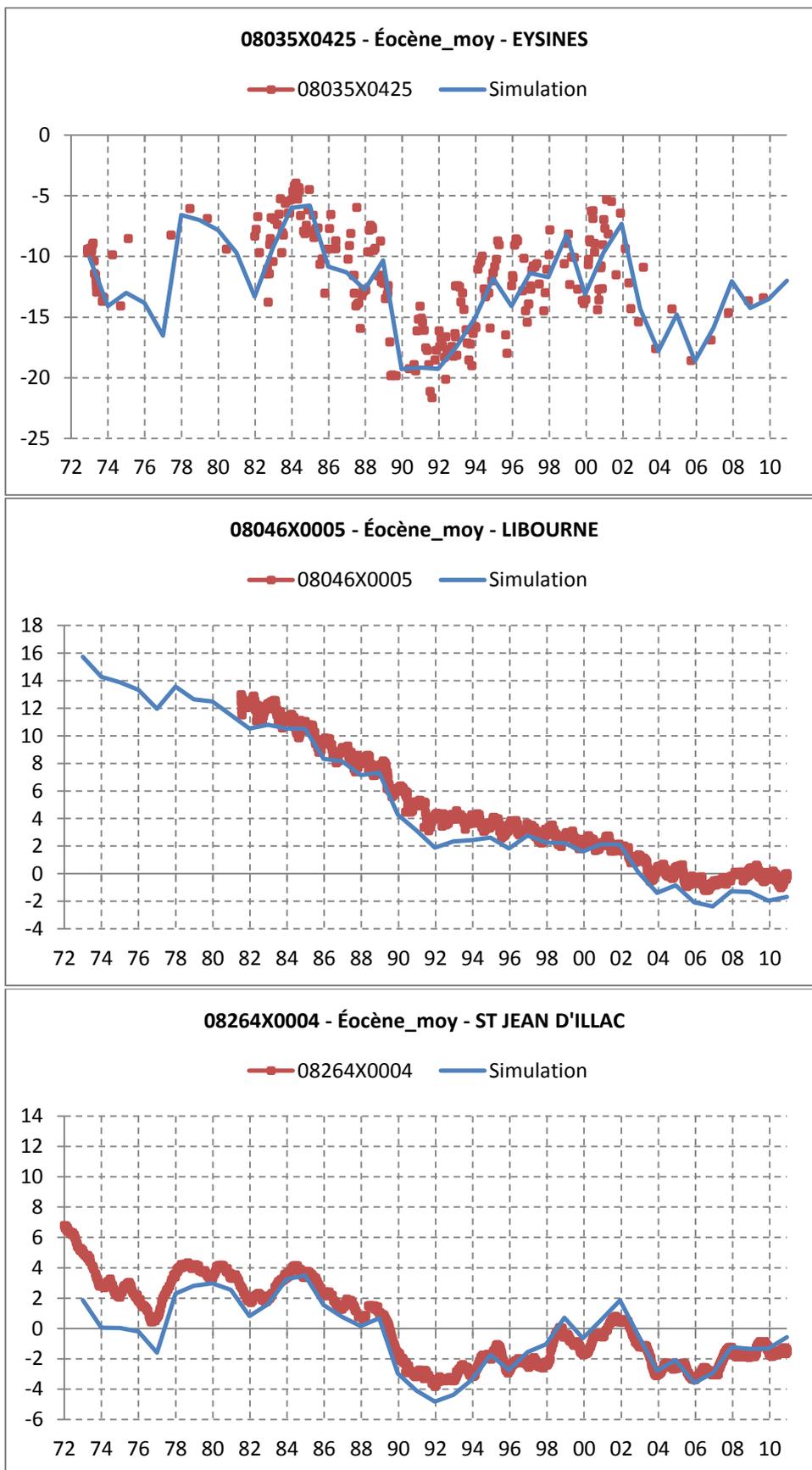


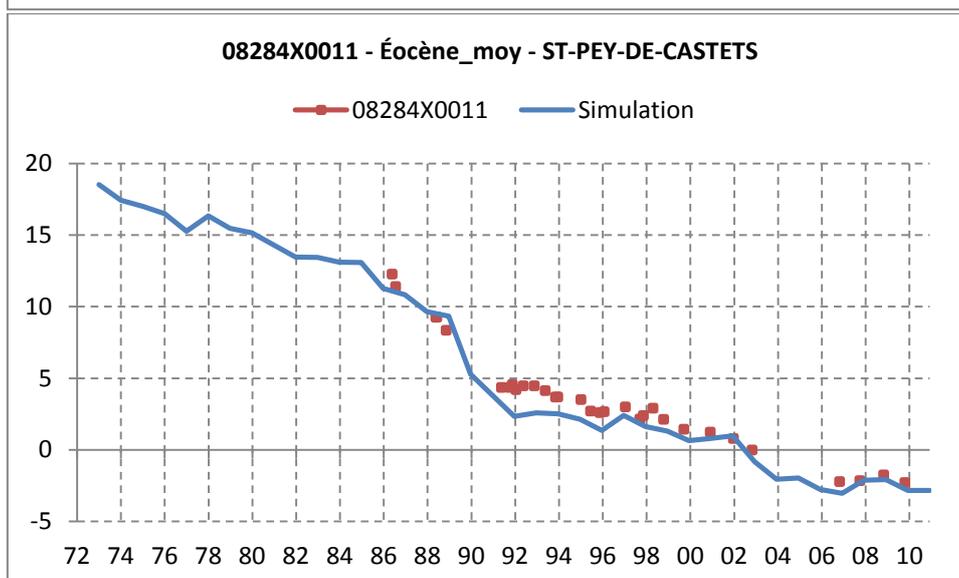
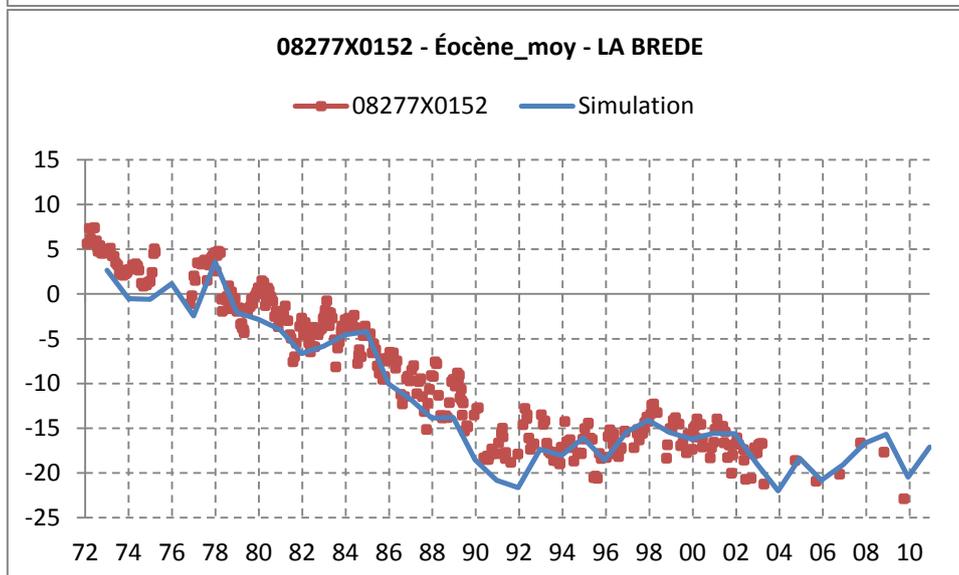
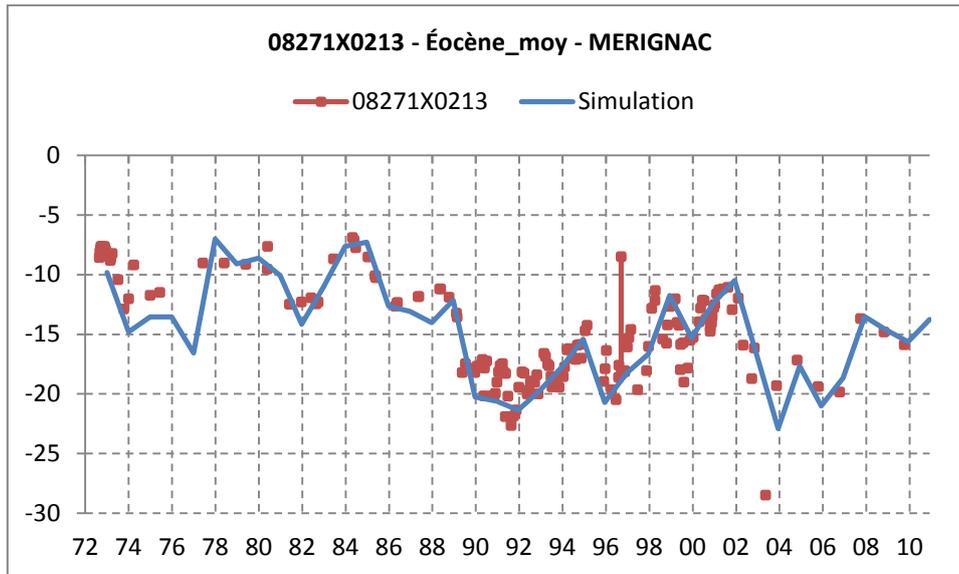


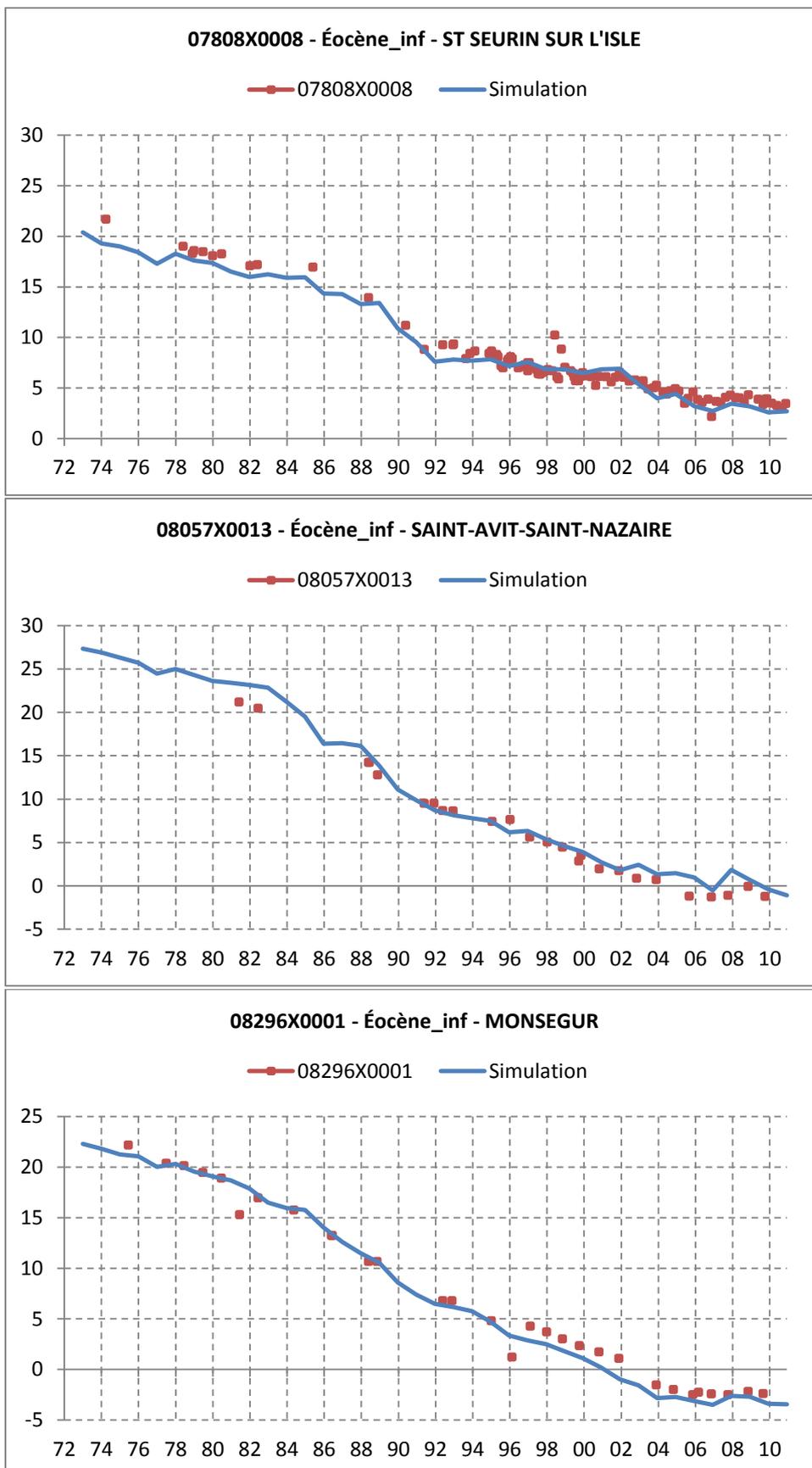


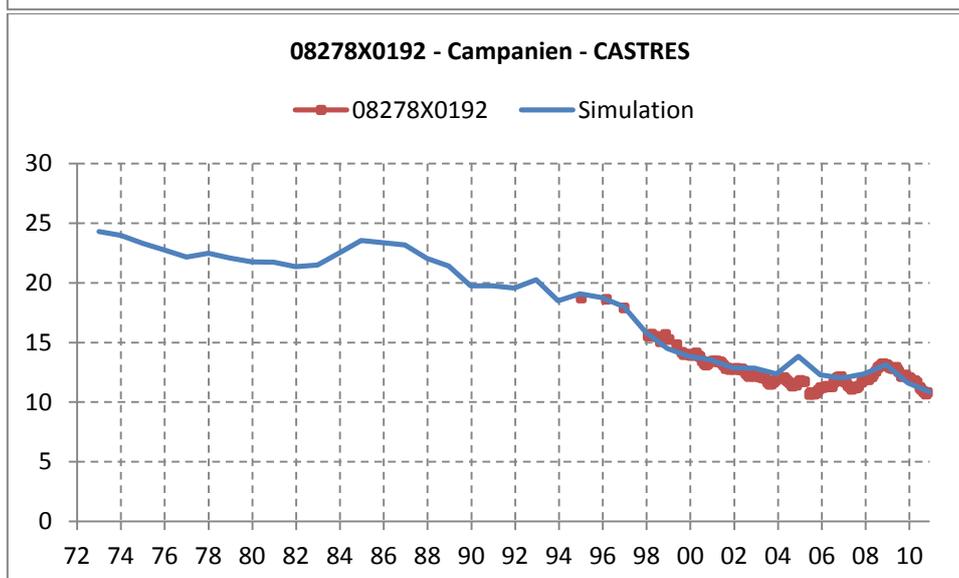
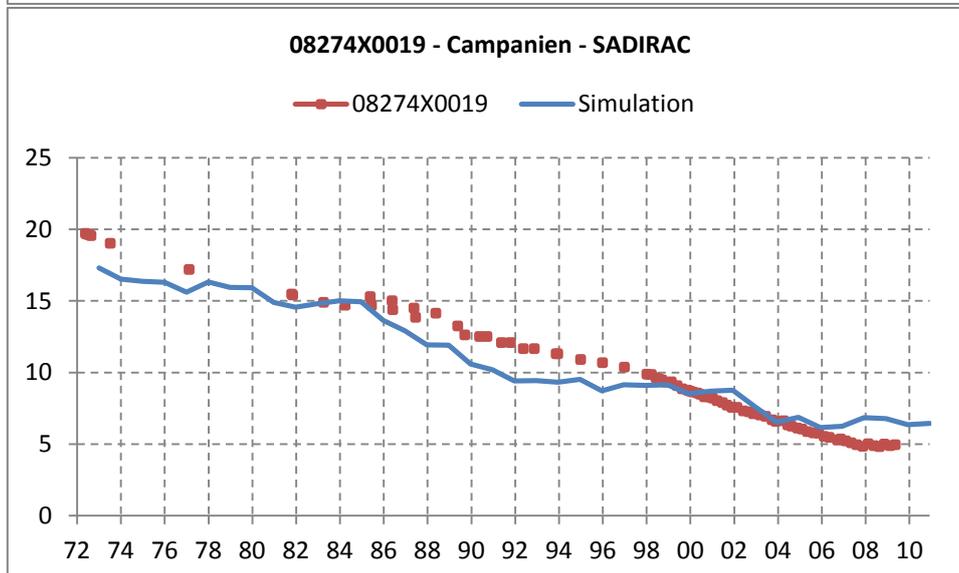
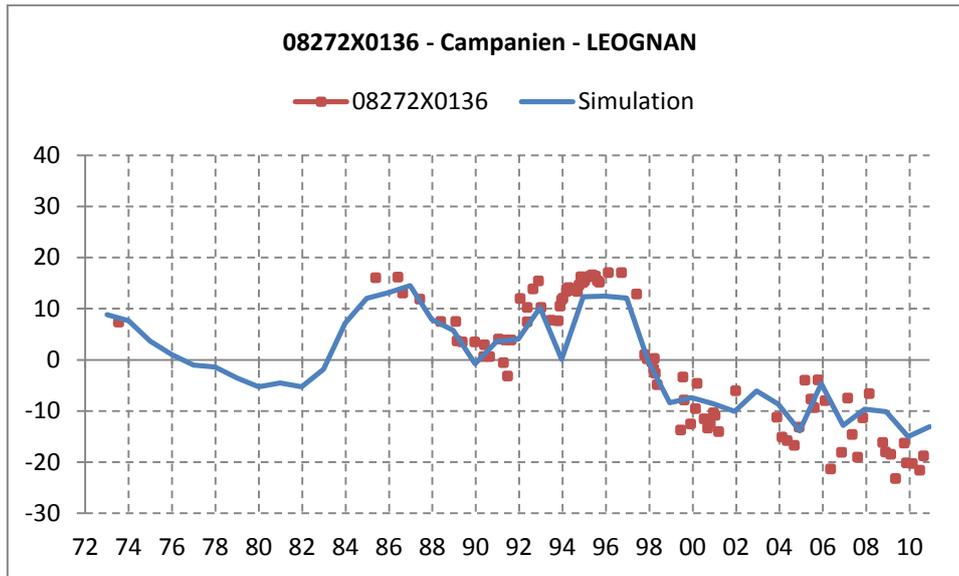


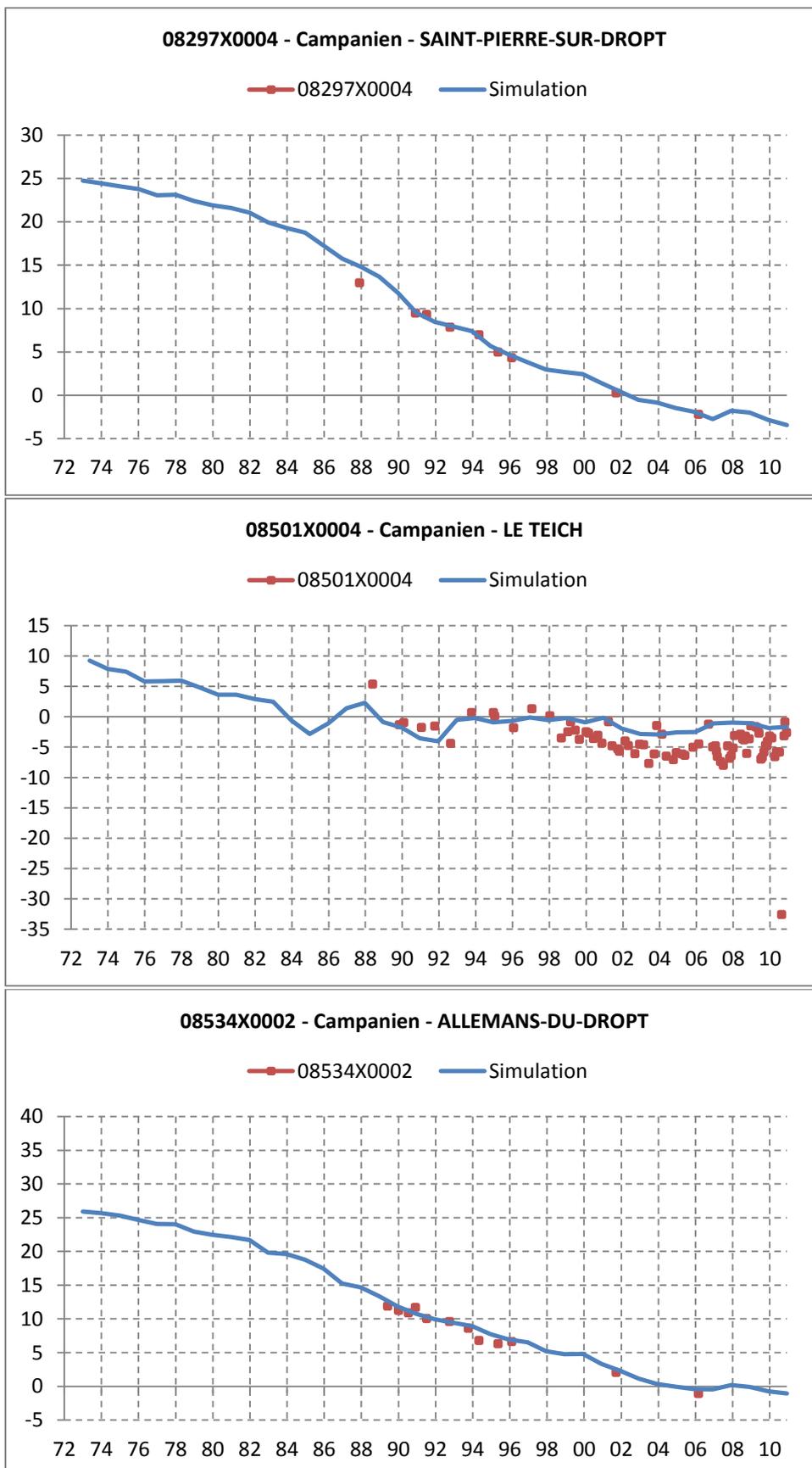


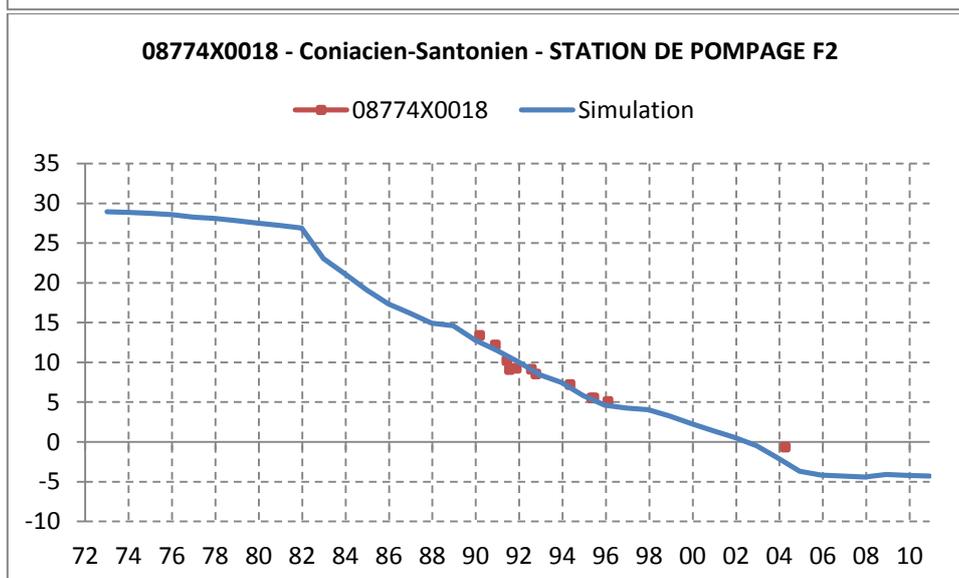
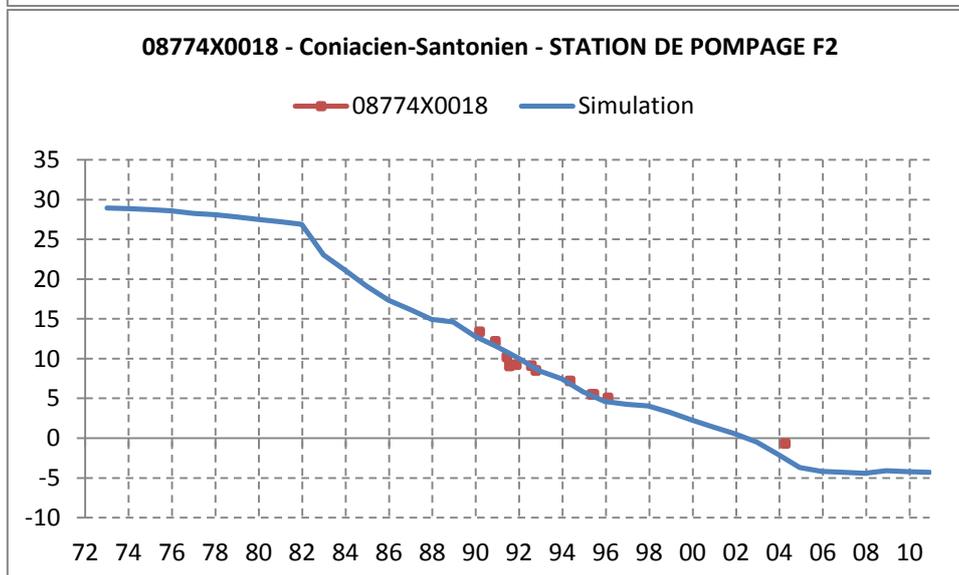
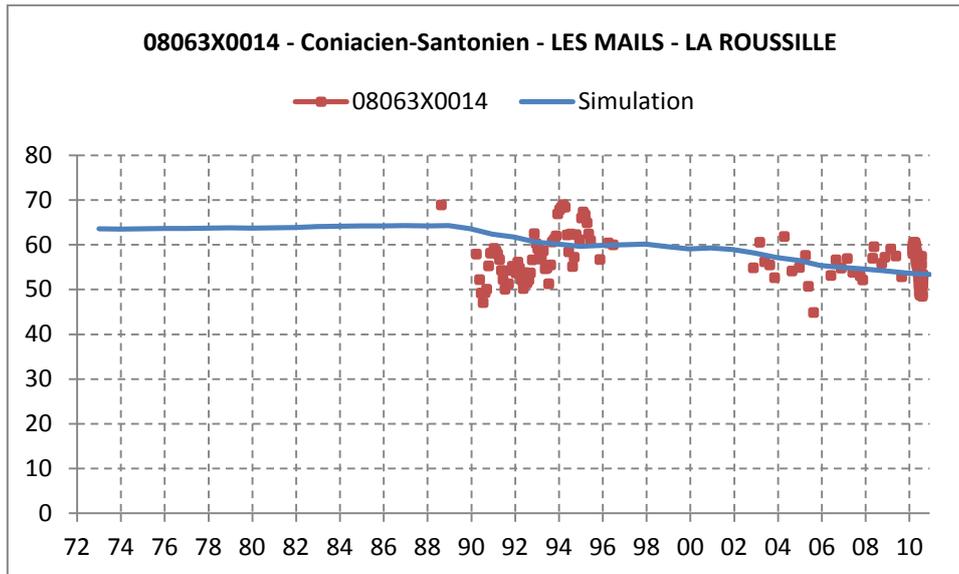


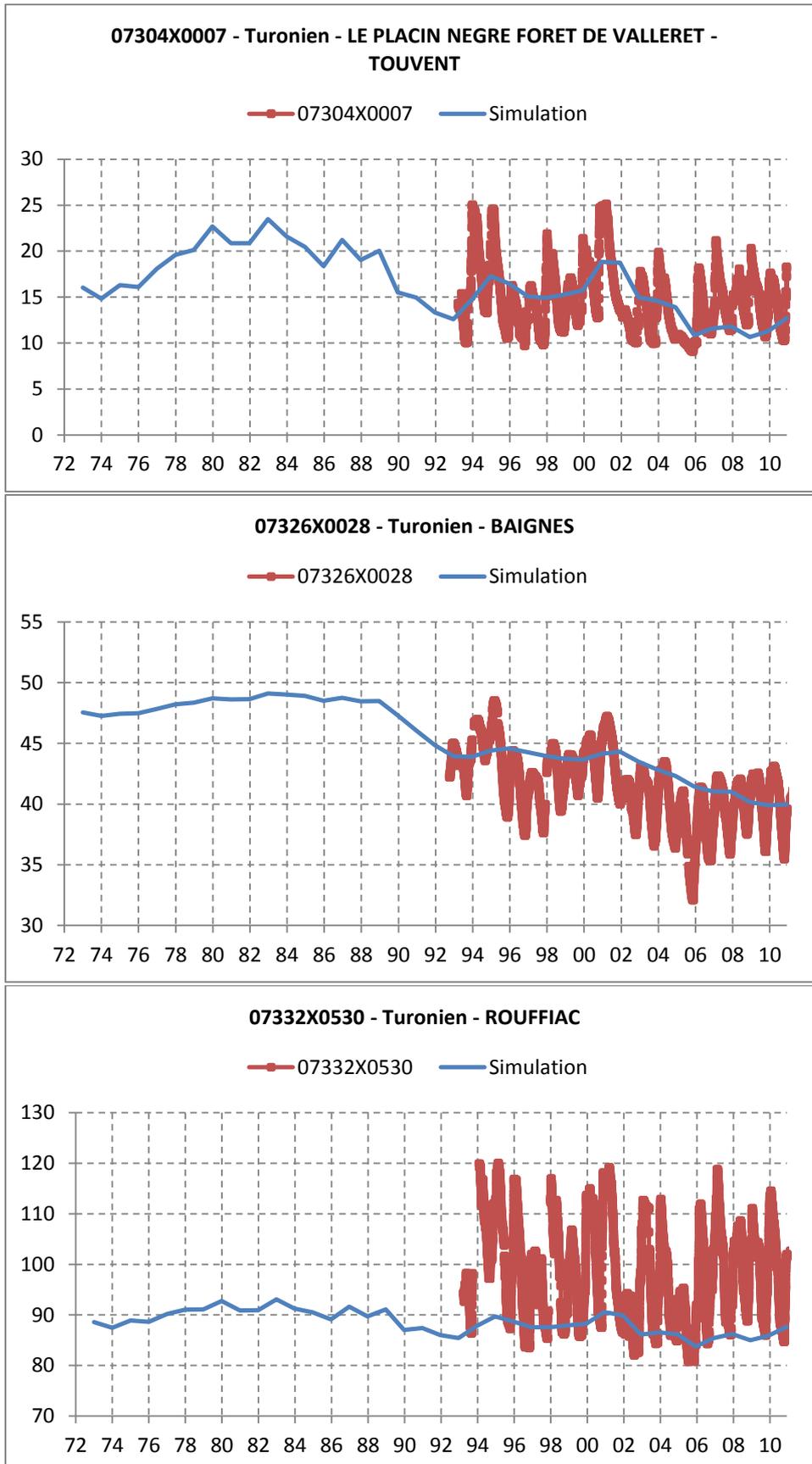


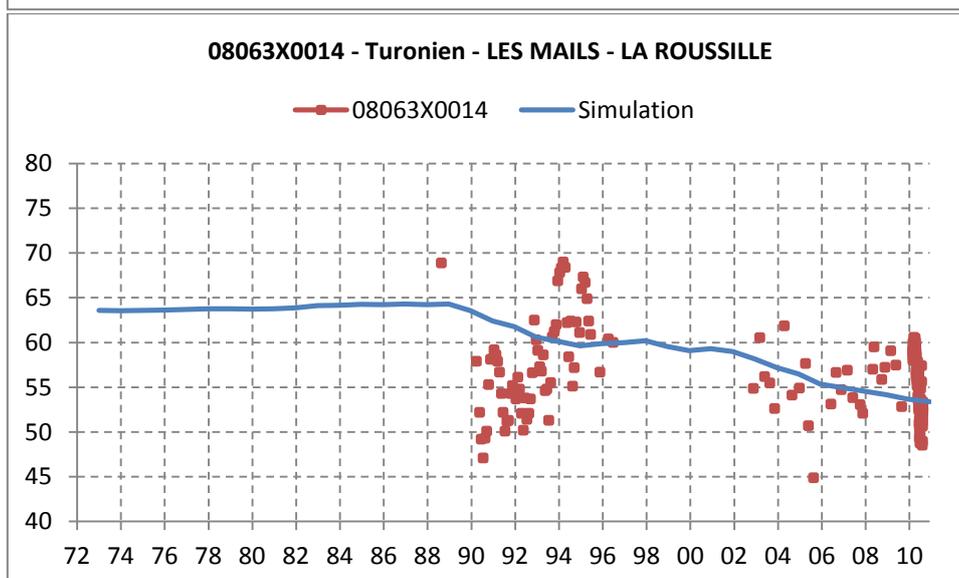
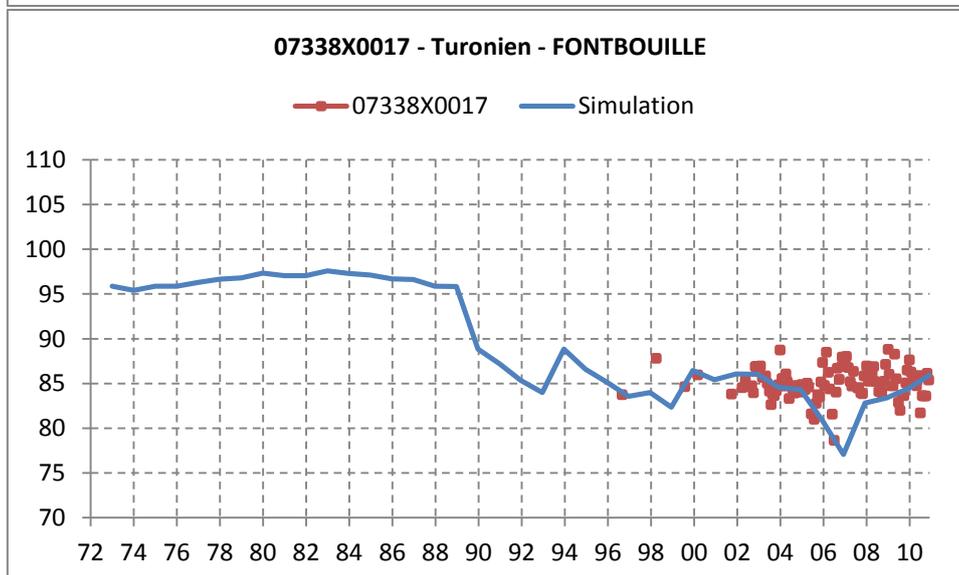
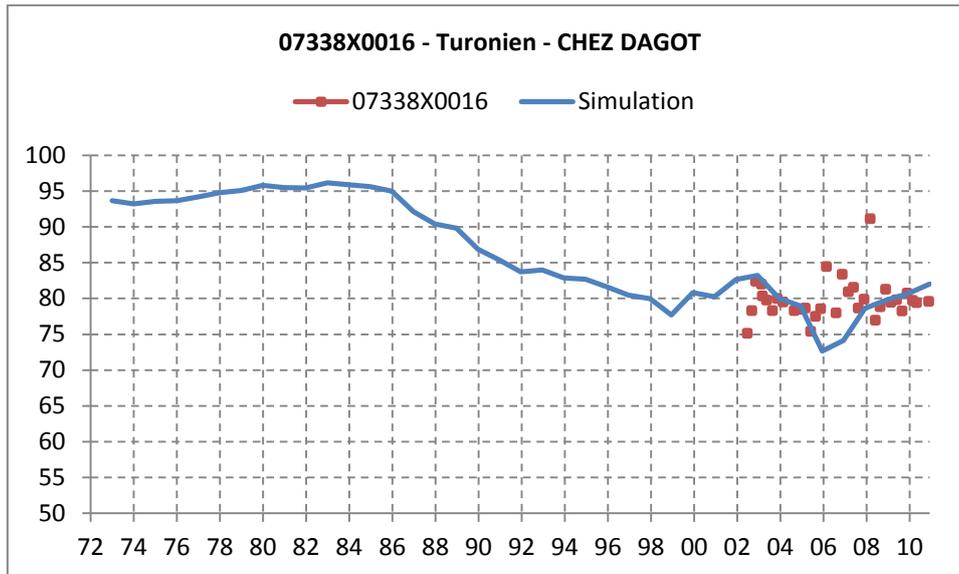


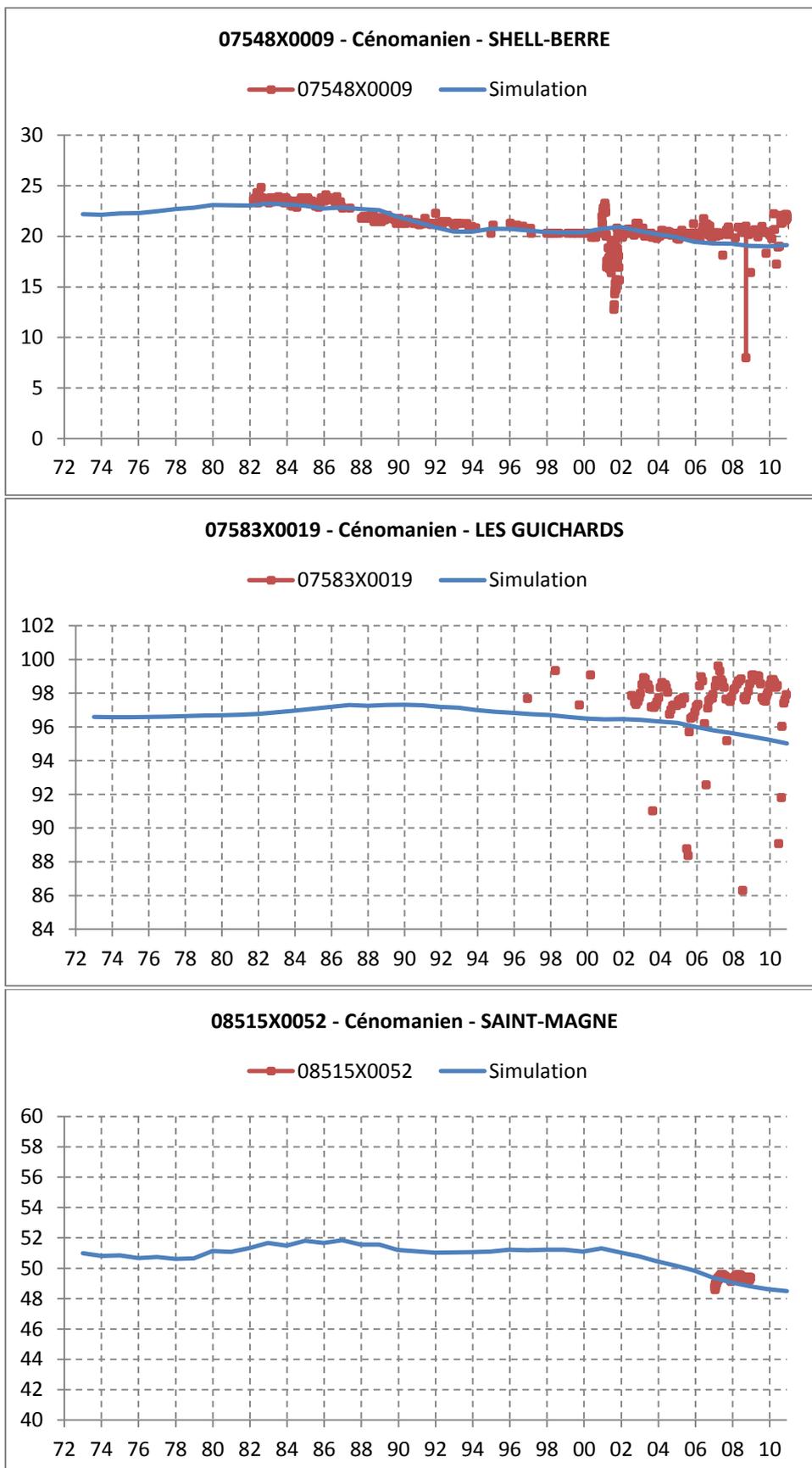


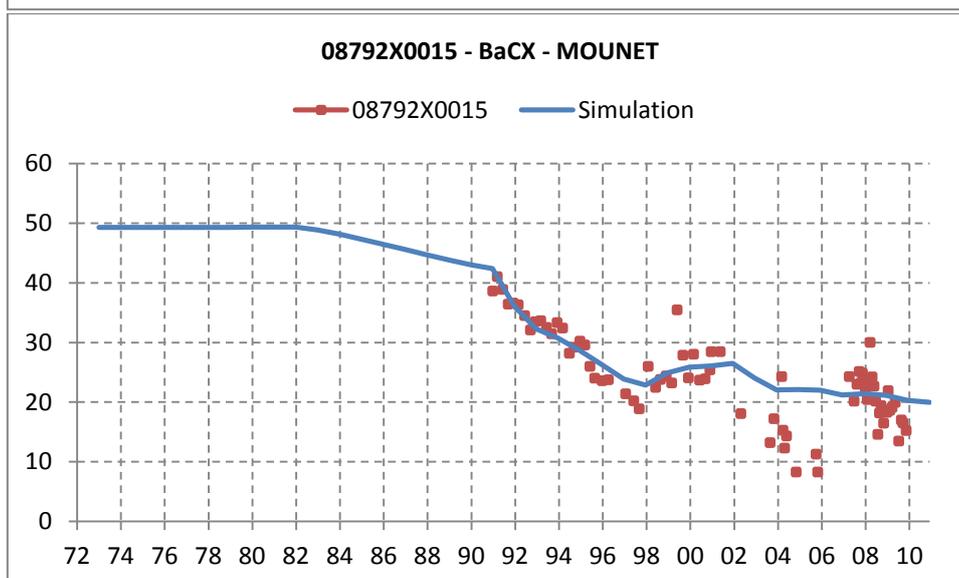
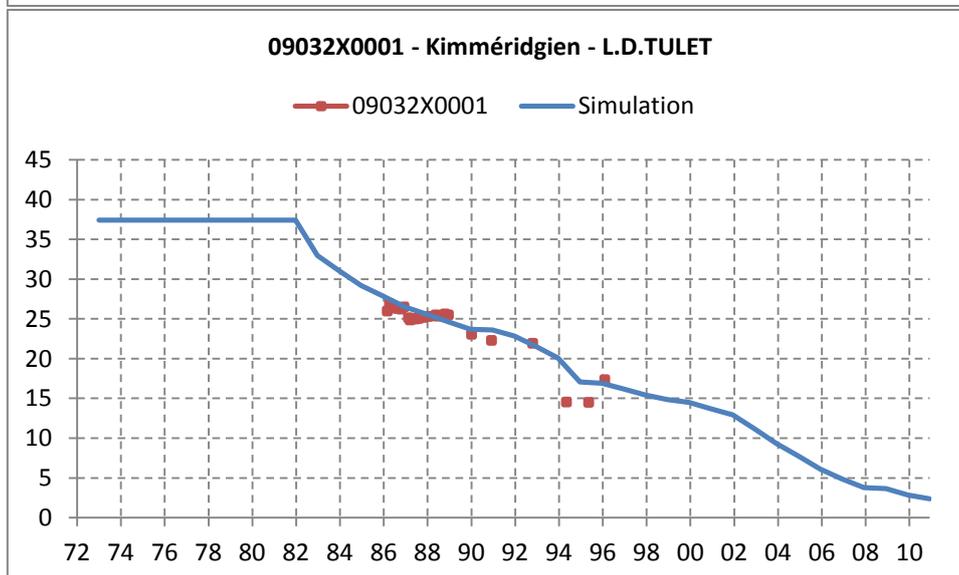
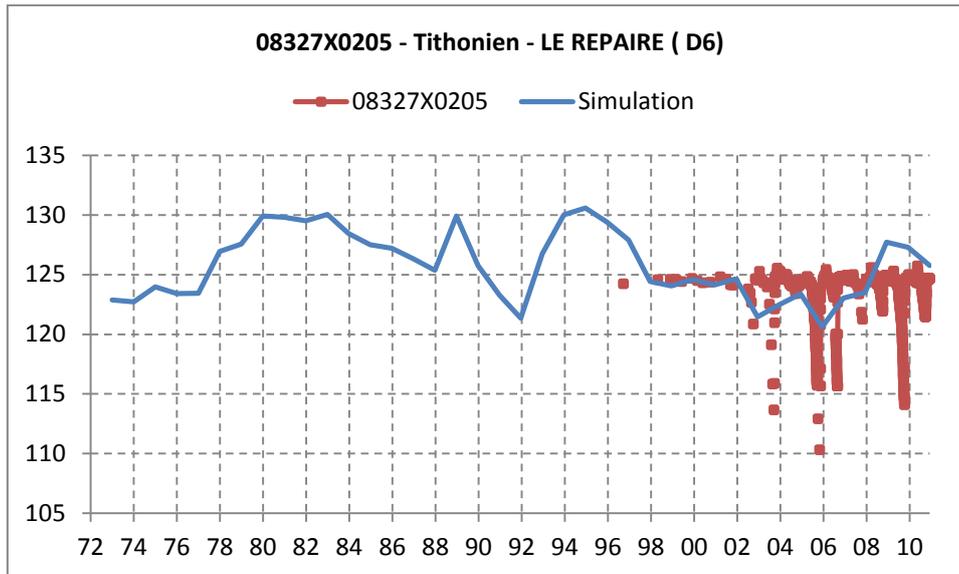


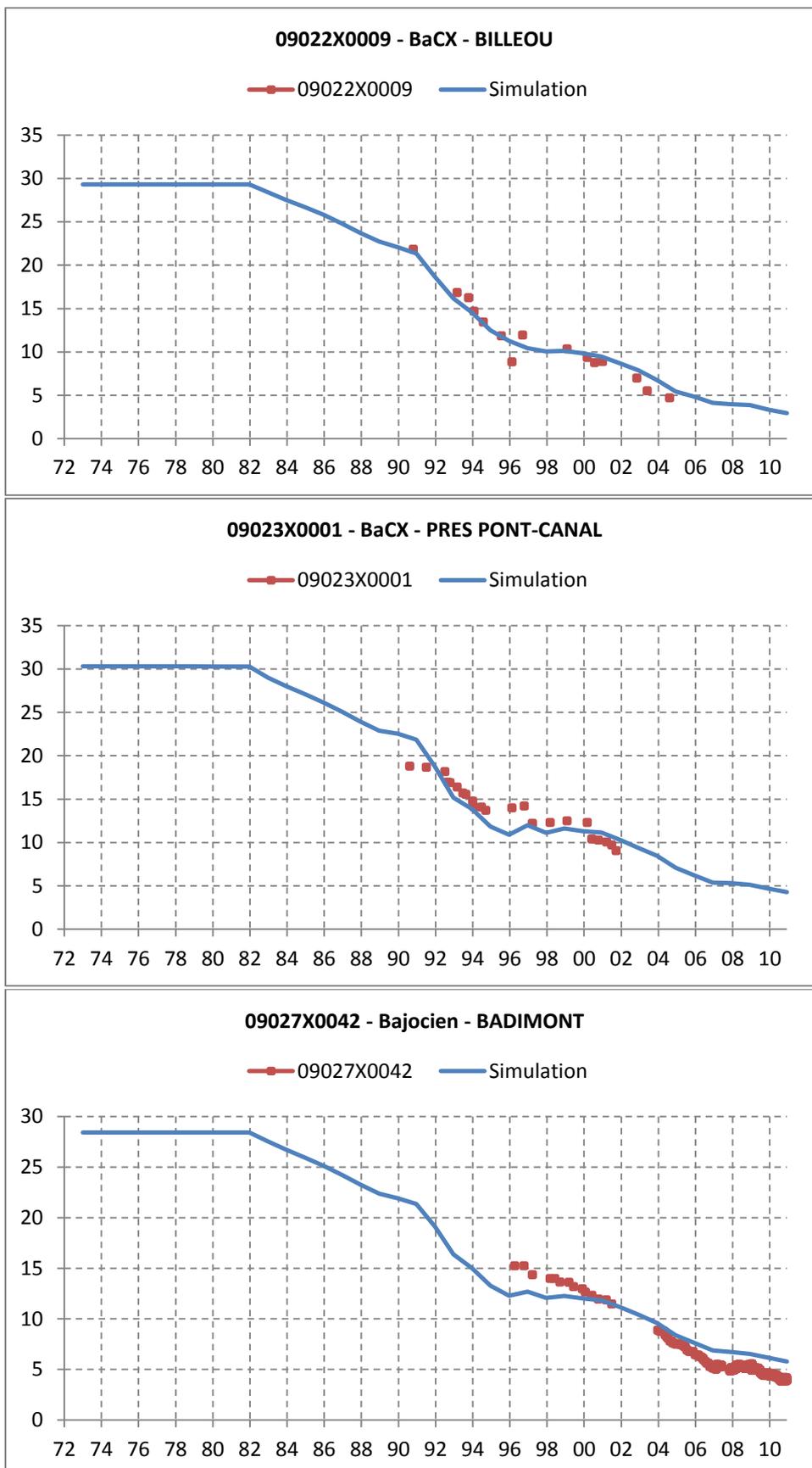












Annexe 3

Fiche récaputilative des mesures piézométriques complémentaires

N°BSS : 08272X0337

Département : GIRONDE (33)

Commune : VILLENAVE-D'ORNON

Lieu-dit : INRA

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

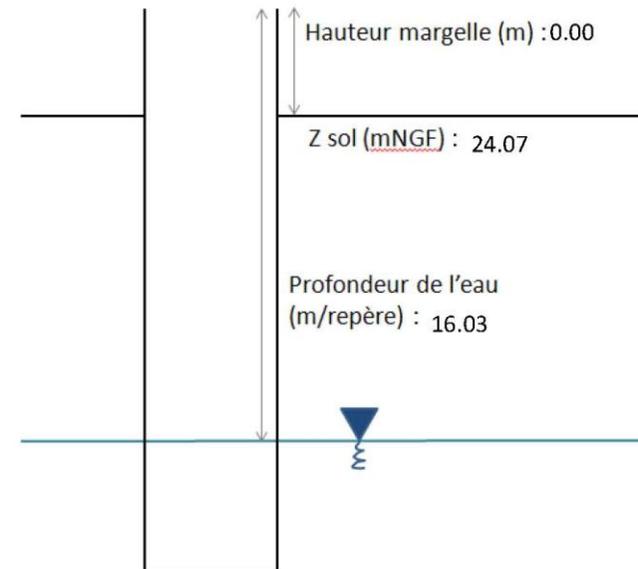
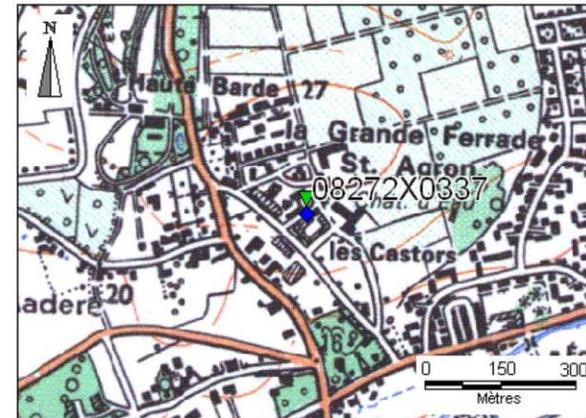
Dans la base de données : 369221.3 | 1980638.9

Mesures sur place : 369219.6 | 1980666.1

Nappe captée : Oligocène

Date de la mesure : 20/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 8.04



Commentaires :

N°BSS : 09023X0017

Département : LOT-ET-GARONNE (47)

Commune : AGEN

Lieu-dit : AGEN-ROUQUET 2

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

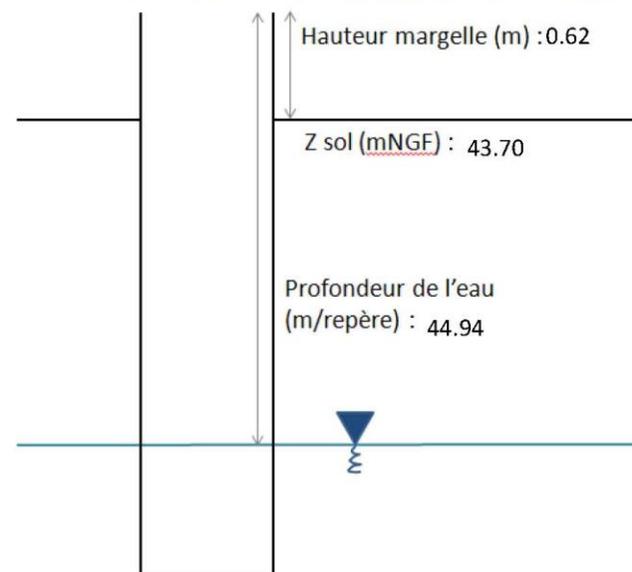
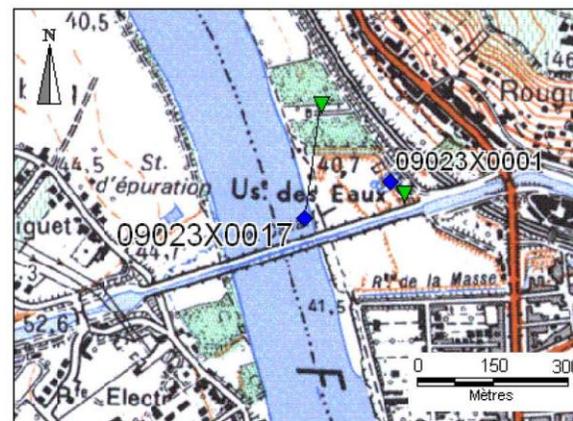
Dans la base de données : 461592.4 | 1913443.7

Mesures sur place : 461628.0 | 1913665.5

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 10/5/2012

Niveau piézométrique (m) : -0.62



Commentaires :

N°BSS : 09023X0001

Département : LOT-ET-GARONNE (47)

Commune : AGEN

Lieu-dit : PRES DU PONT-CANAL

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

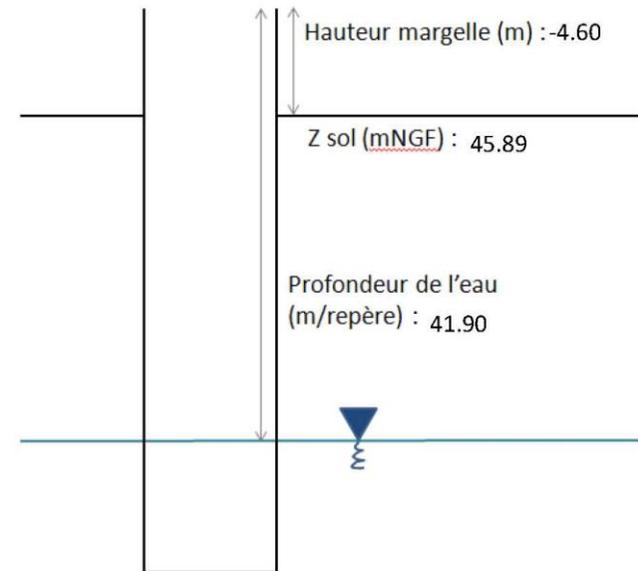
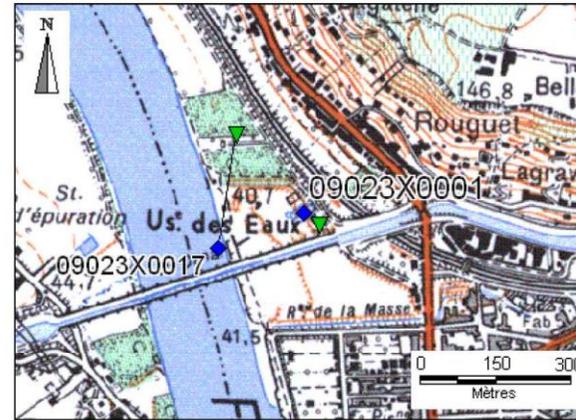
Dans la base de données : 461762.6 | 1913513.6

Mesures sur place : 461793.7 | 1913489.5

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 10/5/2012

Niveau piézométrique (m) : -0.61



Commentaires :

N°BSS : 07831X0007

Département : DORDOGNE (24)

Commune : ATUR

Lieu-dit : LAFAYE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

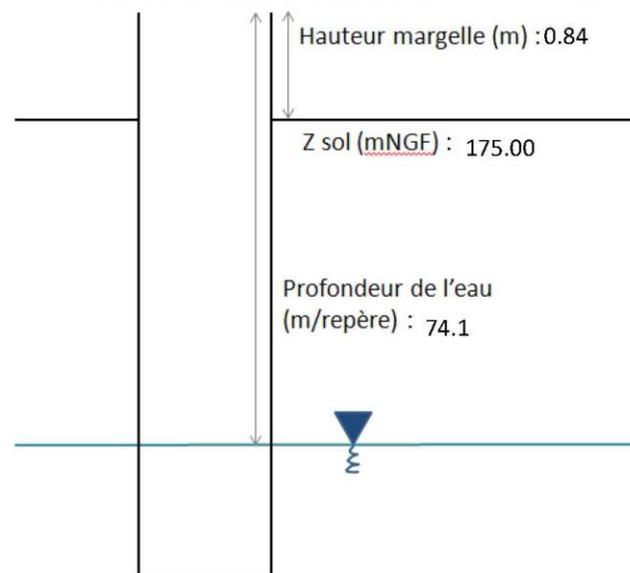
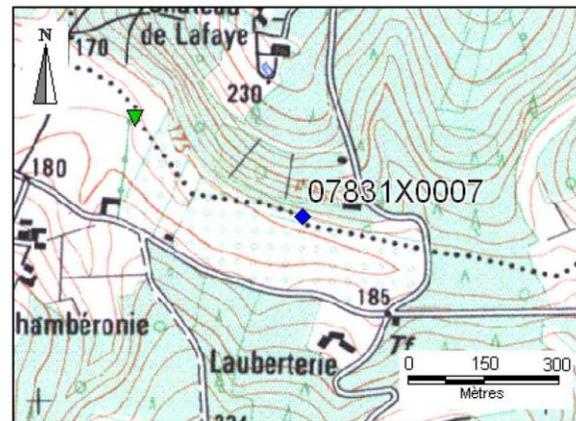
Dans la base de données : 475486.7 | 2013344.3

Mesures sur place : 475152.8 | 2013537.2

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 24/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 101.74



Commentaires :

N°BSS : 08268X0021

Département : GIRONDE (33)

Commune : BARP(LE)

Lieu-dit : CEA - LE BARP

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

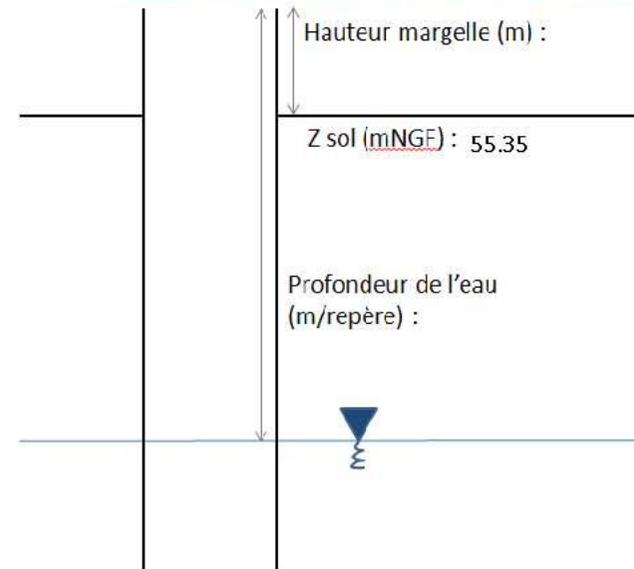
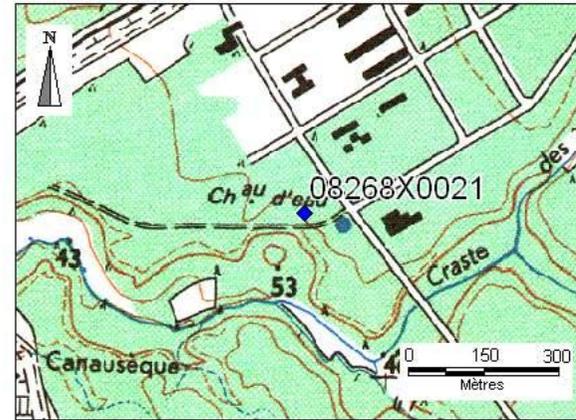
Dans la base de données : 350685.6 | 1966452.9

Mesures sur place : |

Nappe captée : Oligocène

Date de la mesure : 20/3/2012

Niveau piézométrique (m) : 9



Commentaires :

fait par Loïc

N°BSS : 08066X0049

Département : DORDOGNE (24)

Commune : BERGERAC

Lieu-dit : GALA - PRÈS DE L'USINE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

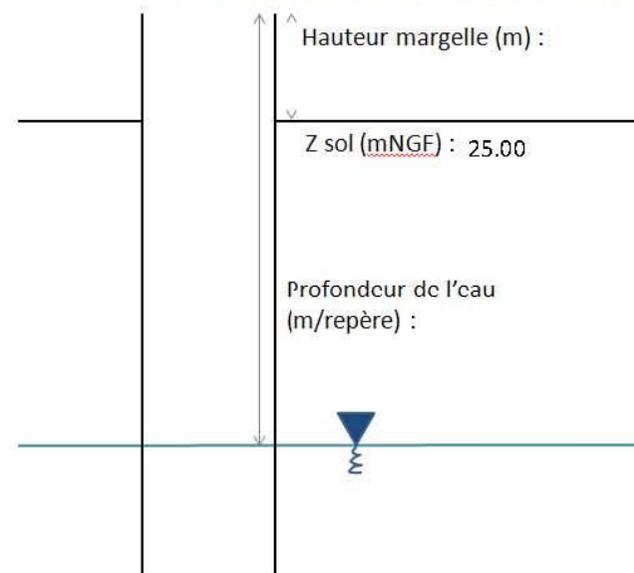
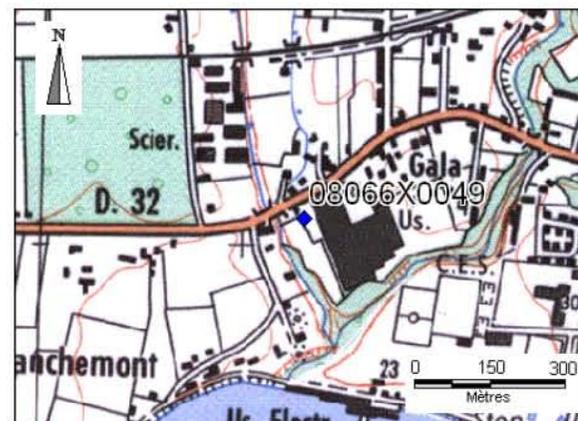
Dans la base de données : 451049.1 | 1985047.9

Mesures sur place : |

Nappe captée : Éocène_inf

Date de la mesure : 28/3/2012

Niveau piézométrique (m) : 17,74



Commentaires :

N°BSS : 08066X0043

Département : DORDOGNE (24)

Commune : BERGERAC

Lieu-dit : Piquecailloux

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

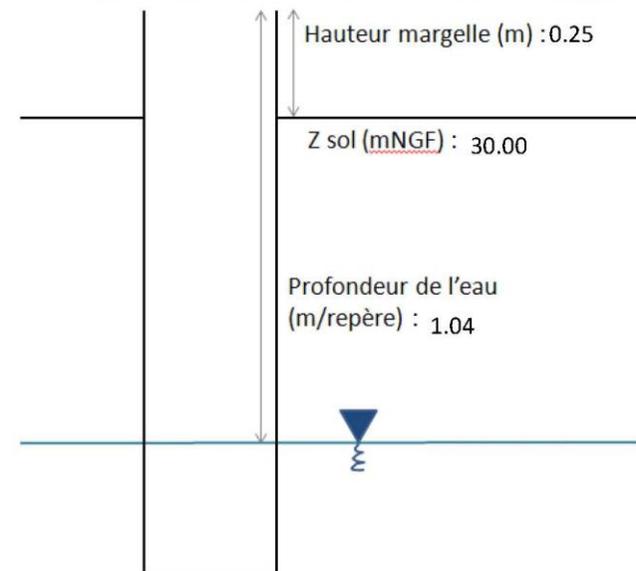
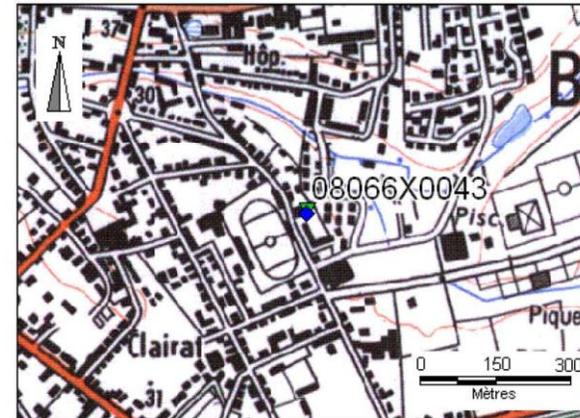
Dans la base de données : 454560.4 | 1984674.0

Mesures sur place : 454560.7 | 1984677.0

Nappe captée : Éocène_moy

Date de la mesure : 27/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 29.21



Commentaires :

N°BSS : 07584X0007

Département : DORDOGNE (24)

Commune : BRANTOME

Lieu-dit : LES HABRANDS

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

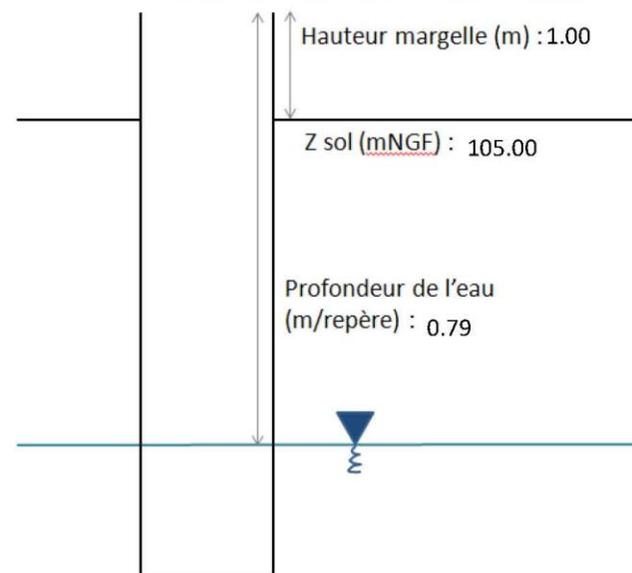
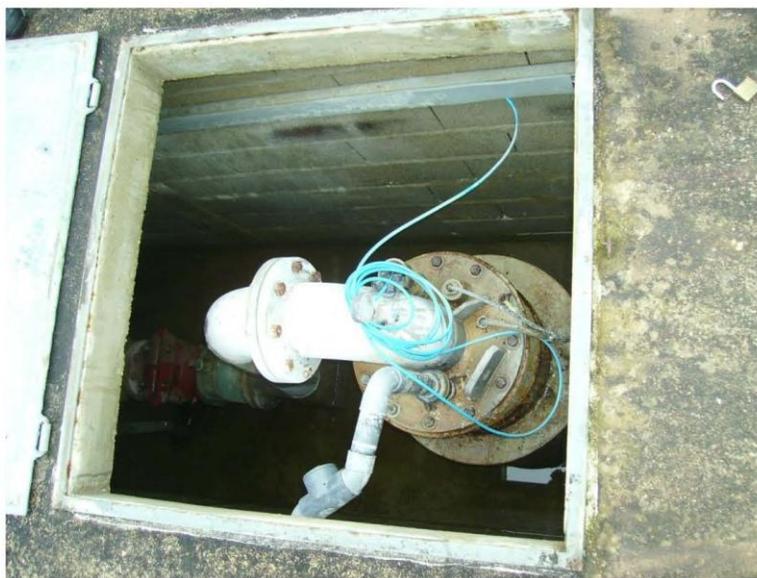
Dans la base de données : 469029.7 | 2041180.1

Mesures sur place : 469035.4 | 2041167.6

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 27/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 105.21



Commentaires :

N°BSS : 09023X0018

Département : LOT-ET-GARONNE (47)

Commune : BRAX

Lieu-dit :

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

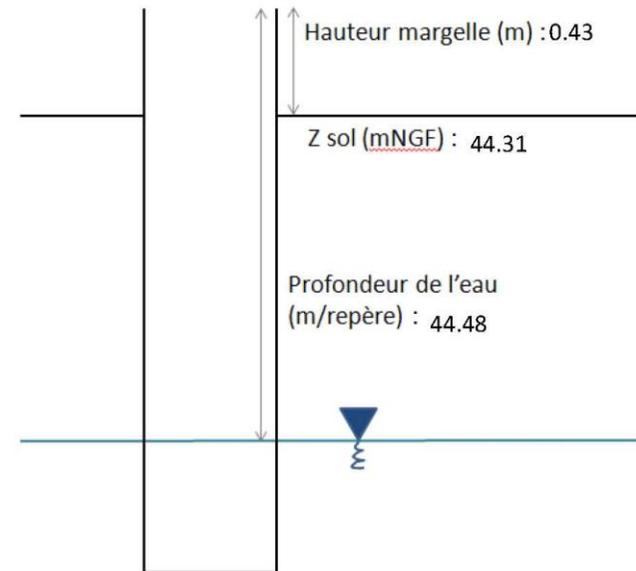
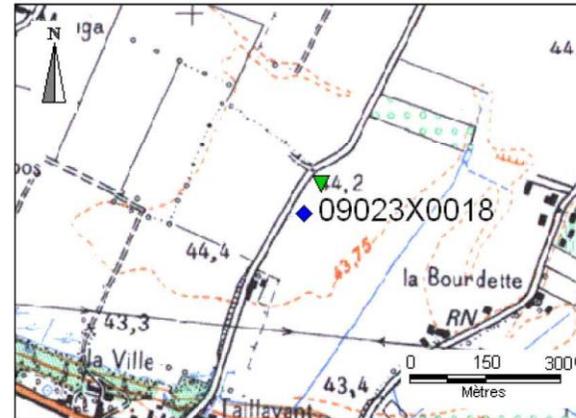
Dans la base de données : 457077.9 | 1913538.4

Mesures sur place : 457112.0 | 1913596.4

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 10/5/2012

Niveau piézométrique (m) : 0.26



Commentaires :

N°BSS : 07787X0002

Département : GIRONDE (33)

Commune : CASTELNAU-DE-MEDOC

Lieu-dit : UNION COOPERATIVE FORESTIERE D'AQUITAINE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

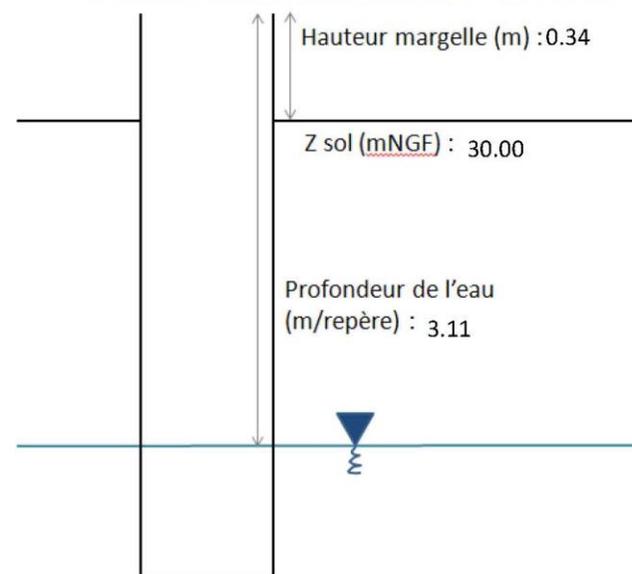
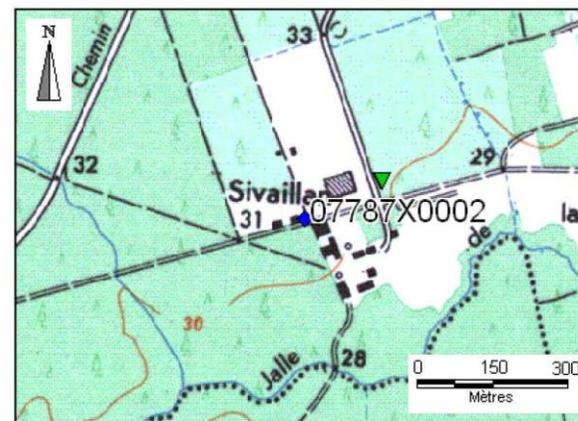
Dans la base de données : 349600.1 | 2007685.3

Mesures sur place : 349752.0 | 2007758.2

Nappe captée : Ste Hélène

Date de la mesure : 20/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 27.23



Commentaires :

N°BSS : 08764X0005

Département : GIRONDE (33)

Commune : CAUVIGNAC

Lieu-dit : GRIGNOLS - RIPPES

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

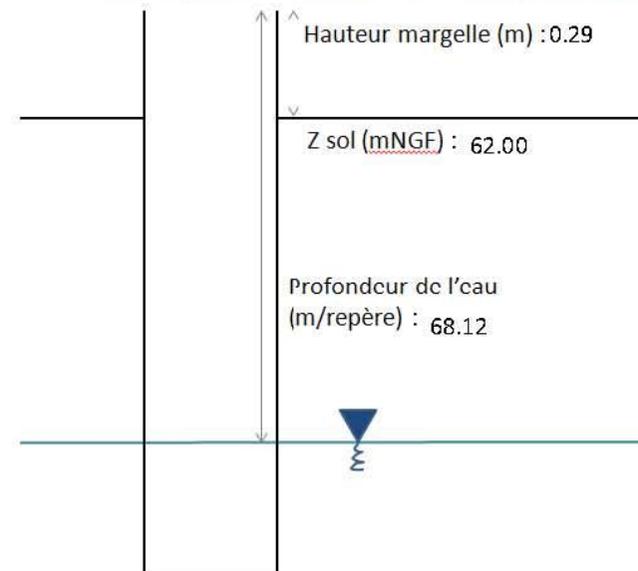
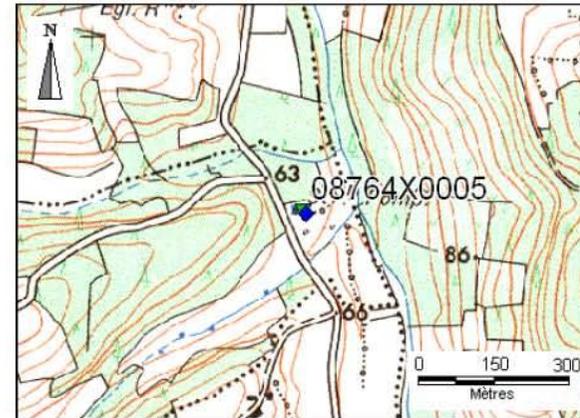
Dans la base de données : 410270.0 | 1938673.0

Mesures sur place : 410264.4 | 1938674.6

Nappe captée : Éocène_moy

Date de la mesure : 5/4/2012

Niveau piézométrique (m) : -5.83



Commentaires :

N°BSS : 08037X0425

Département : GIRONDE (33)

Commune : CENON

Lieu-dit : LA MAREGUE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

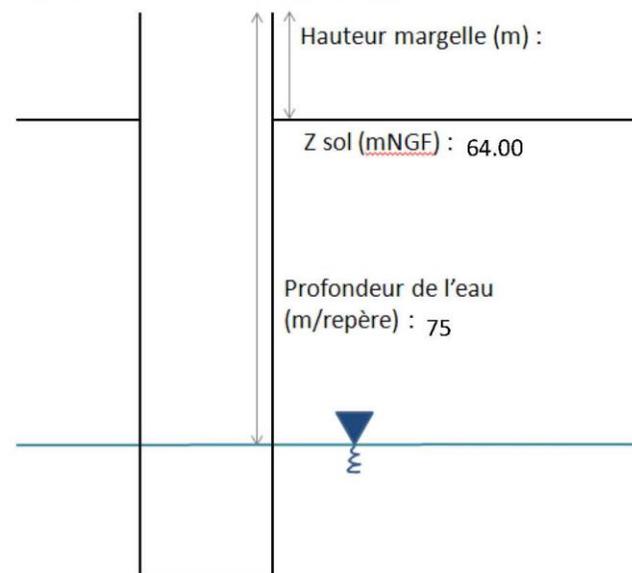
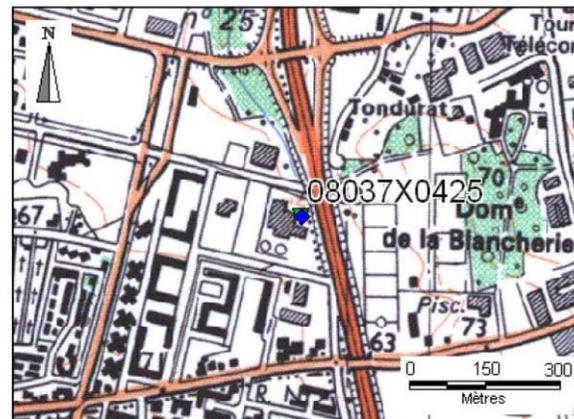
Dans la base de données : 375345.0 | 1987375.0

Mesures sur place : 375340.8 | 1987374.1

Nappe captée : Éocène_moy

Date de la mesure : 6/4/2012

Niveau piézométrique (m) : -10.73



Commentaires :

N°BSS : 08521X0238

Département : GIRONDE (33)

Commune : CERONS

Lieu-dit : EXPERT - CAMÉOU

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

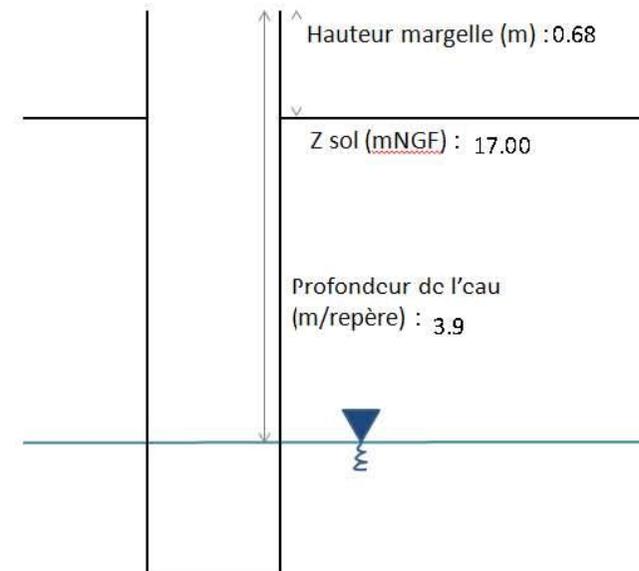
Dans la base de données : 386311.0 | 1961760.0

Mesures sur place : |

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 13/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 13.775



Commentaires :

N°BSS : 07345X0021

Département : DORDOGNE (24)

Commune : CHERVAL

Lieu-dit : LA GUID / LES POUYADES

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

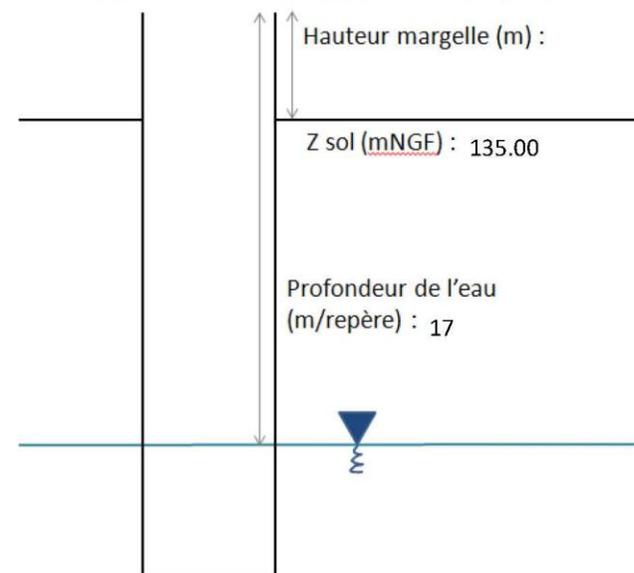
Dans la base de données : 448017.4 | 2043217.1

Mesures sur place : |

Nappe captée : Tithonien

Date de la mesure : 26/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 118.15



Commentaires :

N°BSS : 08785X0002

Département : LOT-ET-GARONNE (47)

Commune : CLAIRAC

Lieu-dit : BROC

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

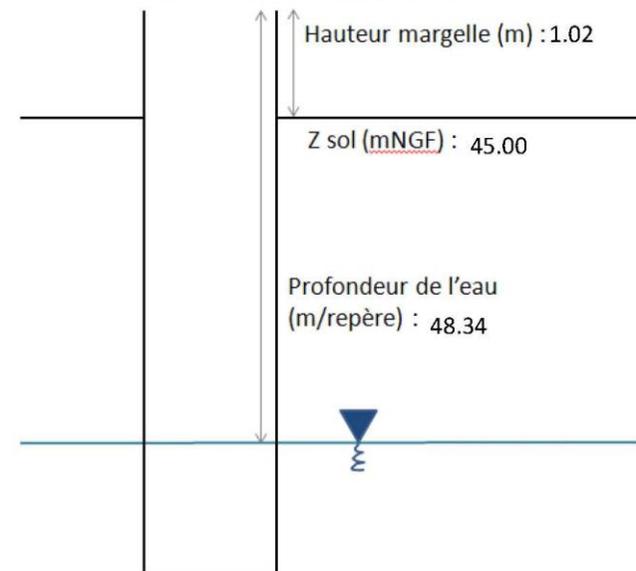
Dans la base de données : 442831.6 | 1929358.7

Mesures sur place : 442823.3 | 1929312.6

Nappe captée : Kimméridgien

Date de la mesure : 10/5/2012

Niveau piézométrique (m) : -2.32



Commentaires :

N°BSS : 07807X0002

Département : GIRONDE (33)

Commune : COUTRAS

Lieu-dit : LA FOURCHEE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

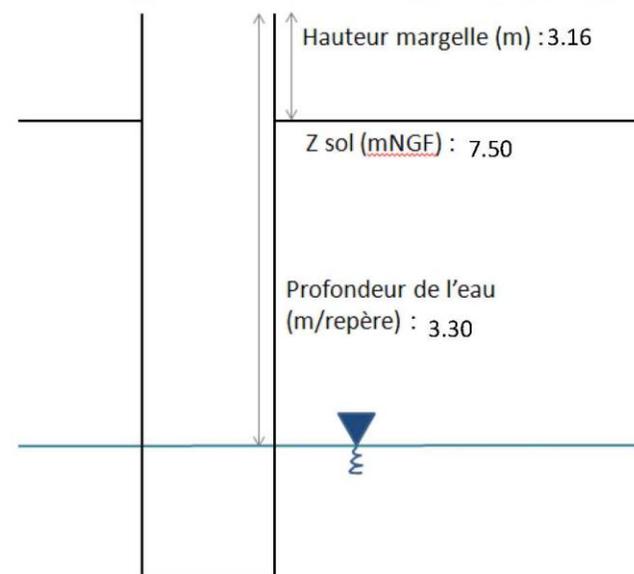
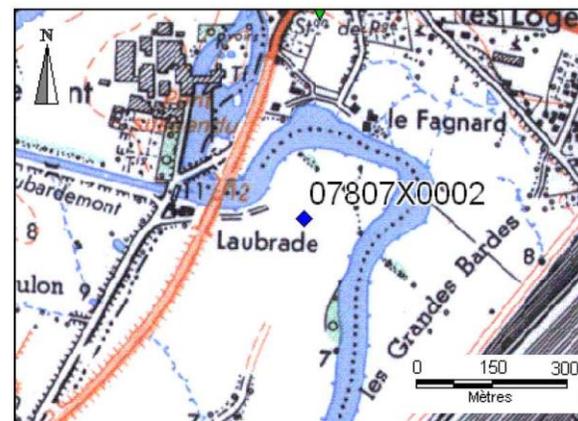
Dans la base de données : 404437.1 | 2006625.5

Mesures sur place : 404466.8 | 2007030.0

Nappe captée : Éocène_moy

Date de la mesure : 6/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 7.36



Commentaires :

mesure du toit ; forage abandonné

N°BSS : 07807X0004

Département : GIRONDE (33)

Commune : COUTRAS

Lieu-dit : CHAMP DE FOIRE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

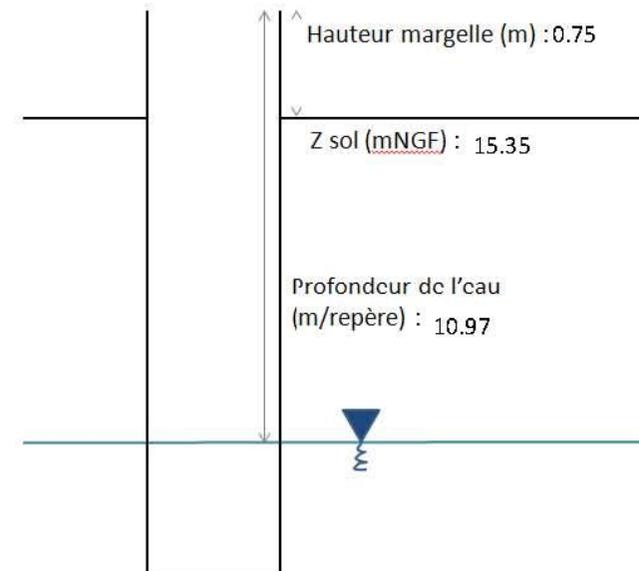
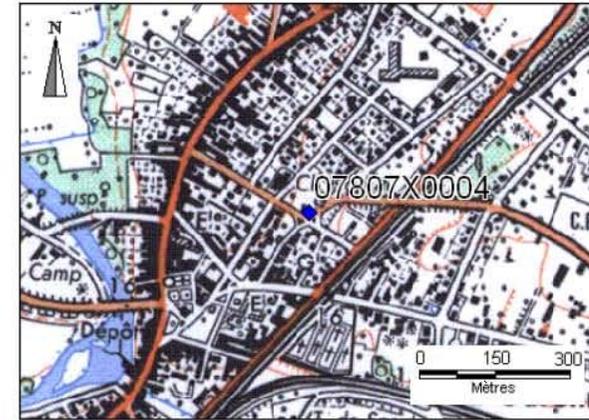
Dans la base de données : 405879.1 | 2007663.8

Mesures sur place : |

Nappe captée : Éocène_inf

Date de la mesure : 5/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 5.13



pas de photo

Commentaires :

va être rebouché dans l'année

N°BSS : 07298X0015

Département : GIRONDE (33)

Commune : GRAYAN-ET-L'HOPITAL

Lieu-dit : VIDEAU

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

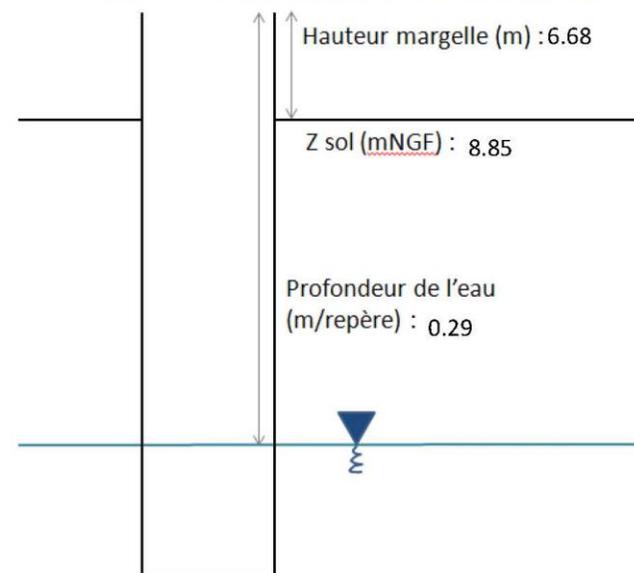
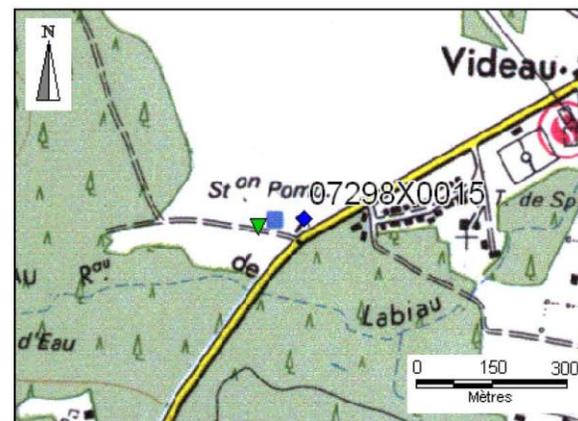
Dans la base de données : 330685.7 | 2054239.7

Mesures sur place : 330593.1 | 2054222.1

Nappe captée : Cénomaniens

Date de la mesure : 20/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 15.24



Commentaires :

N°BSS : 07836X0005

Département : DORDOGNE (24)

Commune : LACROPTÉ

Lieu-dit : LE BALAN

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

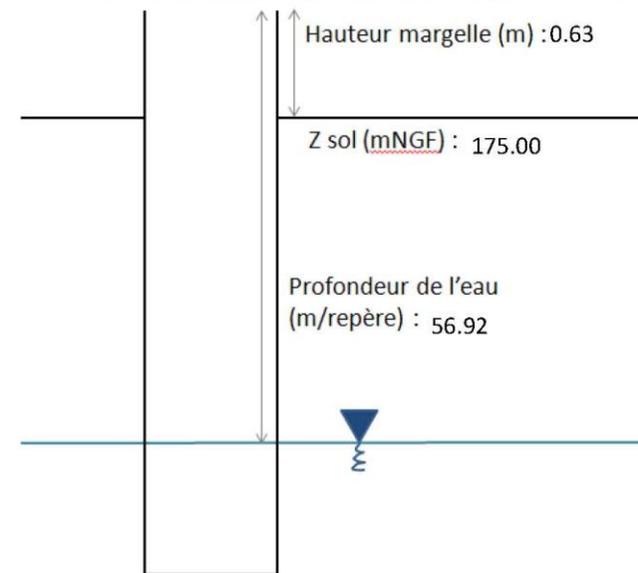
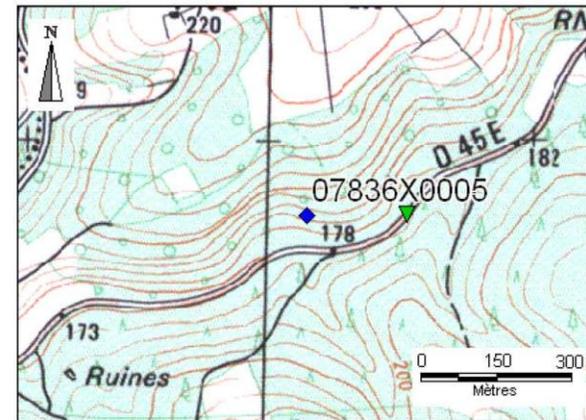
Dans la base de données : 479512.0 | 2006828.7

Mesures sur place : 479710.2 | 2006828.8

Nappe captée : Kimméridgien

Date de la mesure : 25/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 118.71



Commentaires :

N°BSS : 08773X0011

Département : LOT-ET-GARONNE (47)

Commune : LAGRUERE

Lieu-dit : MOULIOT

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

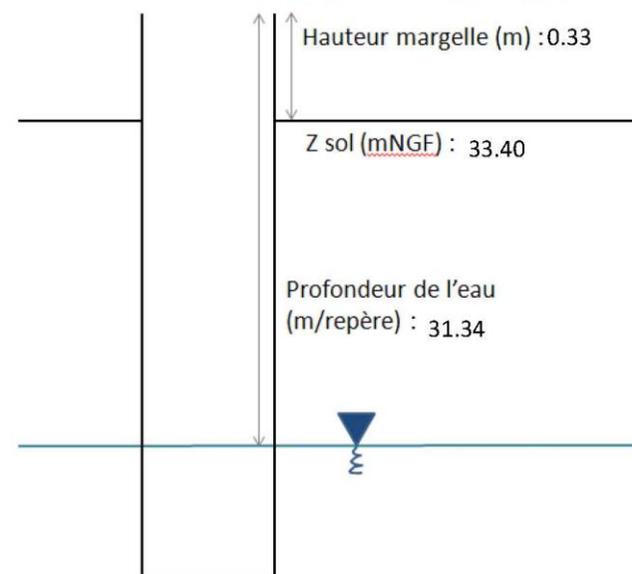
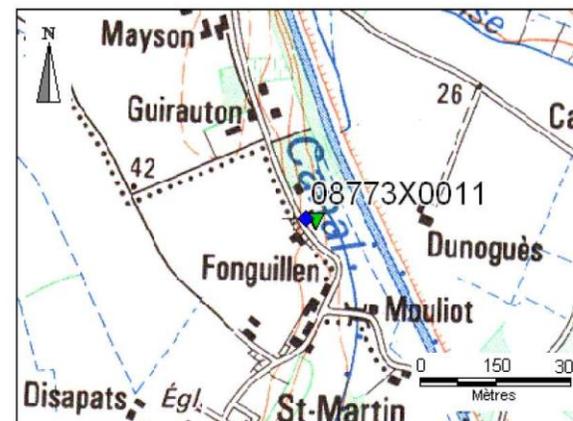
Dans la base de données : 433884.2 | 1933983.2

Mesures sur place : 433902.6 | 1933976.8

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 10/5/2012

Niveau piézométrique (m) : 2.39



Commentaires :

N°BSS : 08065X0025 **Département** : DORDOGNE (24)

Commune : LAMONZIE-SAINT-MARTIN

Lieu-dit : LA SIONIE

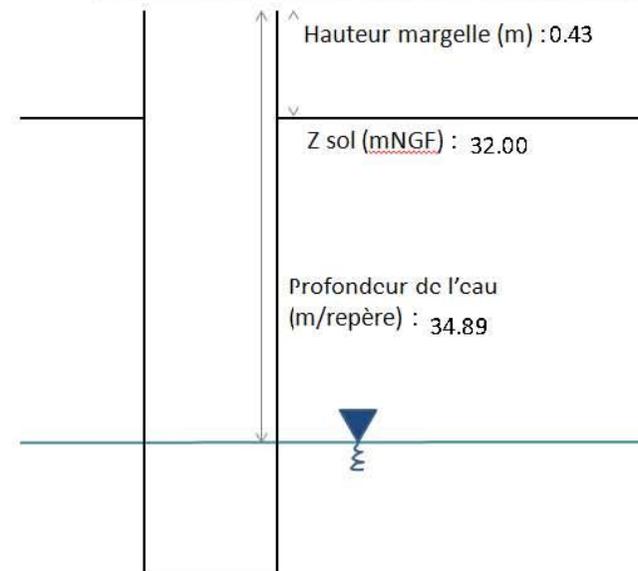
Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

Dans la base de données : 445182.7 | 1981862.8

Mesures sur place : 445288.68 | 1981889.36

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 4/7/2012 **Niveau piézométrique (m)** : -2.46



Commentaires :

N°BSS : 08253X0010

Département : GIRONDE (33)

Commune : LEGE-CAP-FERRET

Lieu-dit : LES VIVIERS

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

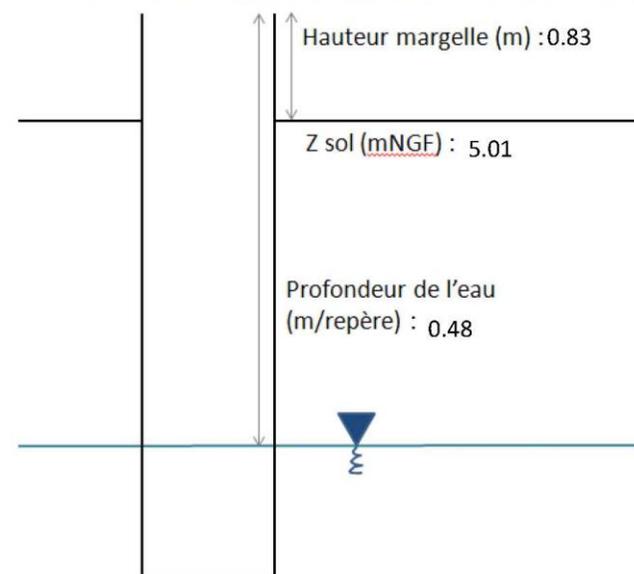
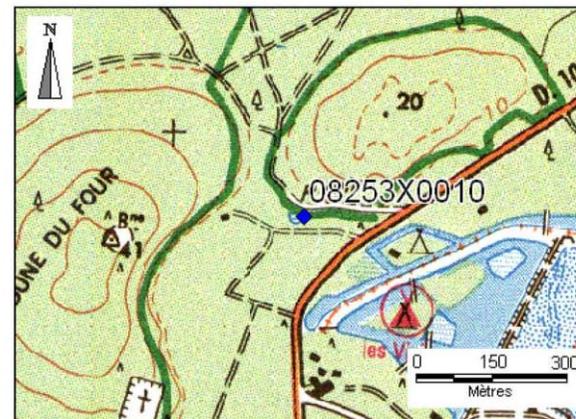
Dans la base de données : 320108.0 | 1977035.0

Mesures sur place : |

Nappe captée : Oligocène

Date de la mesure : 3/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 5.36



Commentaires :

N°BSS : 08275X0070

Département : GIRONDE (33)

Commune : LEOGNAN

Lieu-dit : LIPOMEY

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

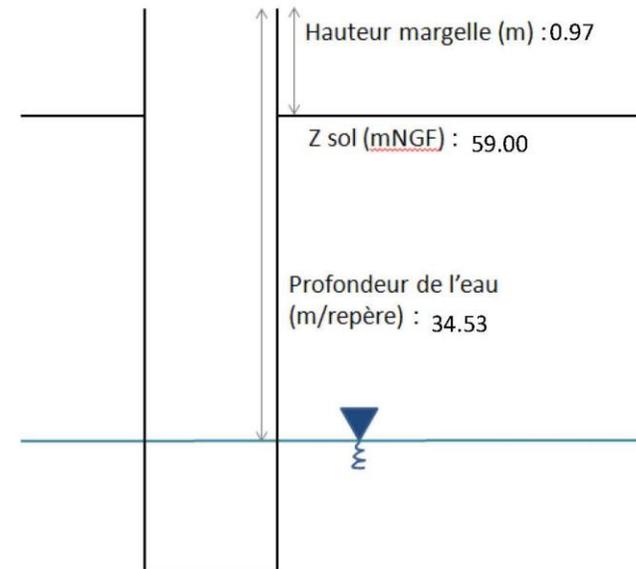
Dans la base de données : 363739.3 | 1969541.8

Mesures sur place : 363722.7 | 1969561.3

Nappe captée : Plio-Quaternaire

Date de la mesure : 19/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 25.44



Commentaires :

N°BSS : 08028X0176

Département : GIRONDE (33)

Commune : MARTIGNAS-SUR-JALLE

Lieu-dit : GABACHOT

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

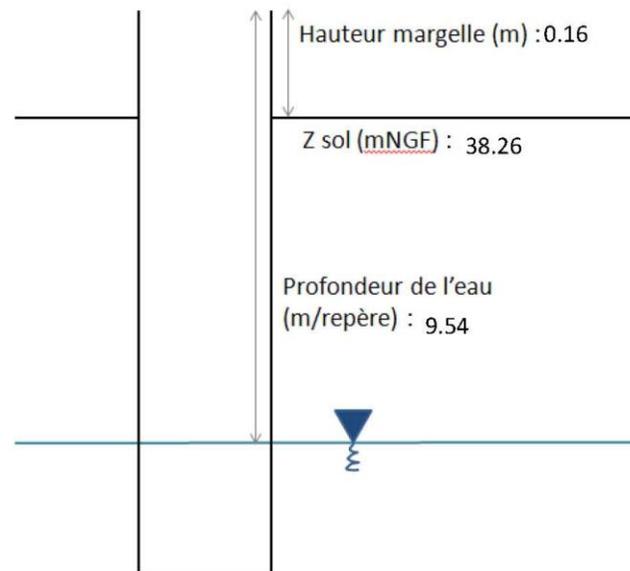
Dans la base de données : 354263.7 | 1986507.9

Mesures sur place : 354203.7 | 1986560.2

Nappe captée : Ste Hélène

Date de la mesure : 19/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 28.88



Commentaires :

N°BSS : 08062X0020

Département : DORDOGNE (24)

Commune : MAURENS

Lieu-dit : BARDICALES

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

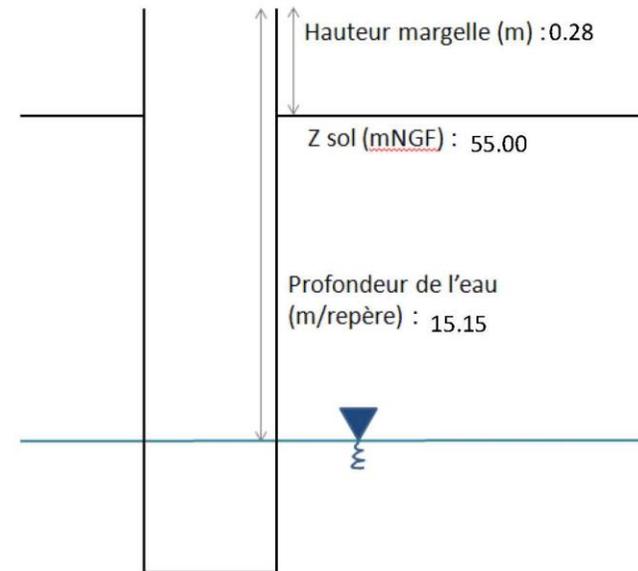
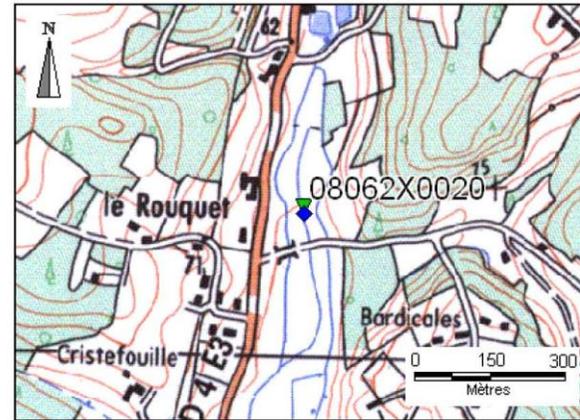
Dans la base de données : 452557.3 | 1991949.5

Mesures sur place : 452555.81 | 1991961.79

Nappe captée : Turonien

Date de la mesure : 24/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 40.13



Commentaires :

N°BSS : 08294X0001

Département : DORDOGNE (24)

Commune : MONESTIER

Lieu-dit : LA BASTIDE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

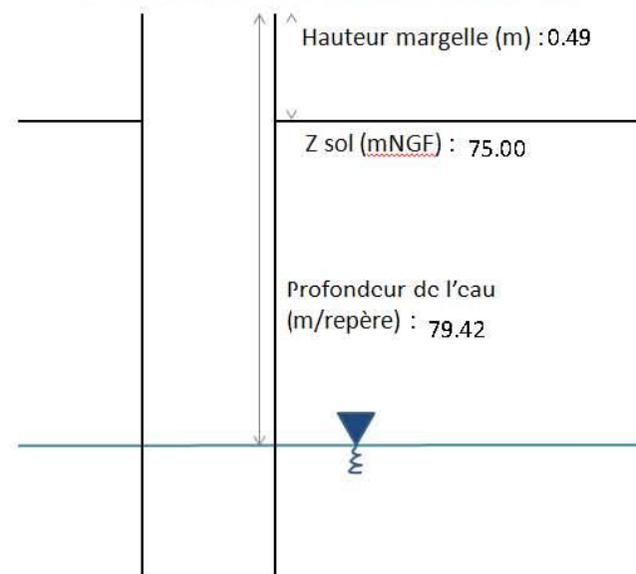
Dans la base de données : 442135.7 | 1977203.9

Mesures sur place : 442148.4 | 1977203.9

Nappe captée : Éocène_inf

Date de la mesure : 4/7/2012

Niveau piézométrique (m) : -3.93



Commentaires :

N°BSS : 08304X0019

Département : DORDOGNE (24)

Commune : NAUSSANNES

Lieu-dit : BOULEYGUE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

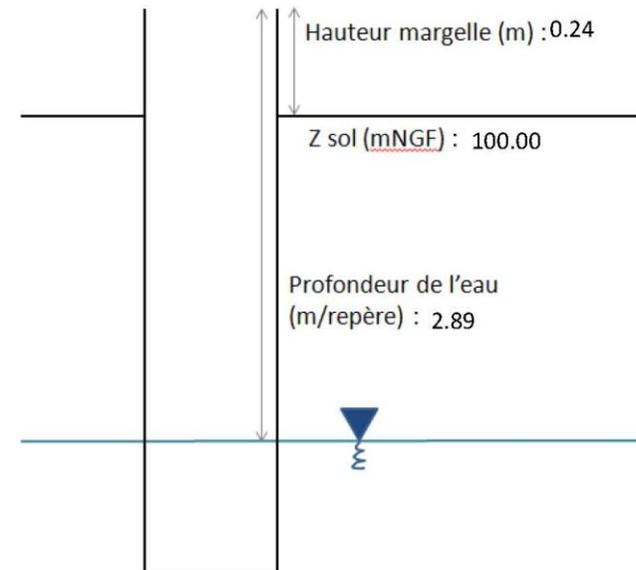
Dans la base de données : 470329.3 | 1975373.4

Mesures sur place : 470459.0 | 1974905.1

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 24/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 97.35



Commentaires :

N°BSS : 09023X0019

Département : LOT-ET-GARONNE (47)

Commune : PASSAGE(LE)

Lieu-dit : ROSETTE (LE PASSAGE 2)

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

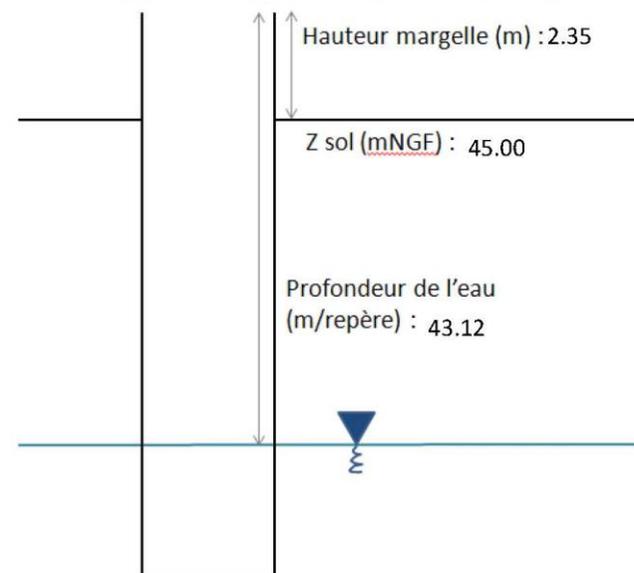
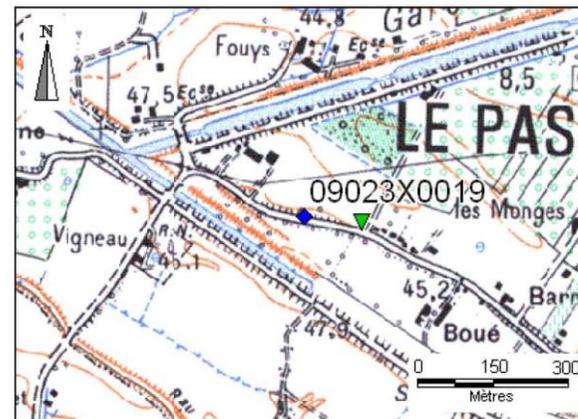
Dans la base de données : 460260.4 | 1912764.3

Mesures sur place : 460372.3 | 1912752.3

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 9/5/2012

Niveau piézométrique (m) : 4.23



Commentaires :

N°BSS : 07808X0015

Département : GIRONDE (33)

Commune : PEINTURES(LES)

Lieu-dit : ROLLAND

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

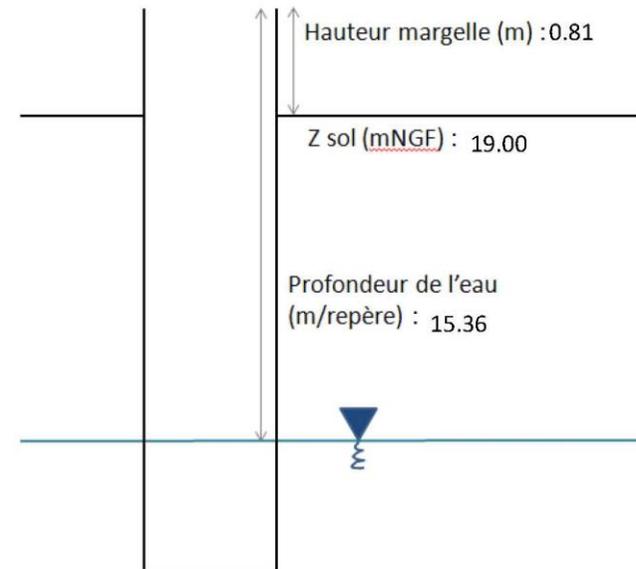
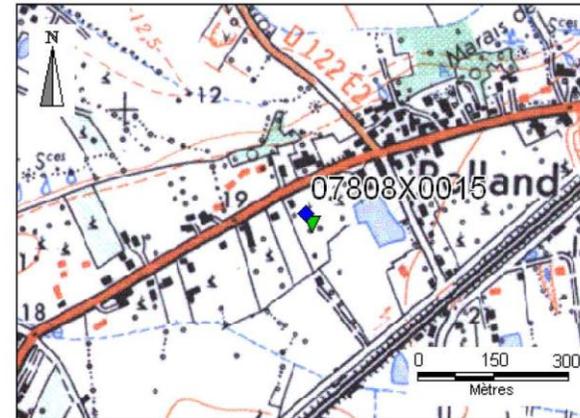
Dans la base de données : 409304.6 | 2010859.9

Mesures sur place : 409315.9 | 2010837.2

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 6/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 4.45



Commentaires :

N°BSS : 08018X0002

Département : GIRONDE (33)

Commune : PORGE(LE)

Lieu-dit : COMMUNAL

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

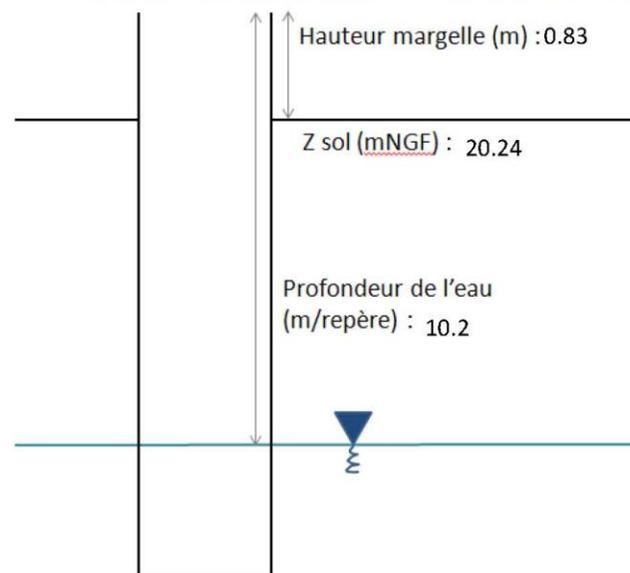
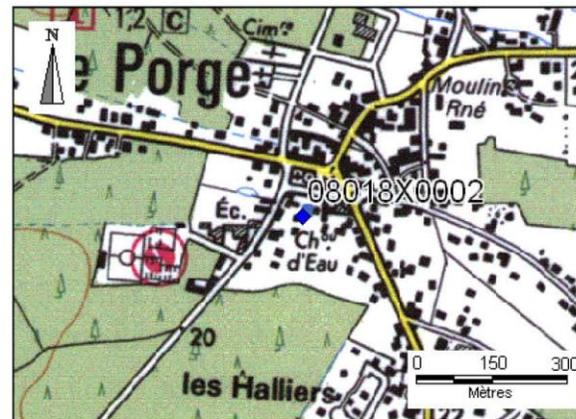
Dans la base de données : 328941.2 | 1991638.1

Mesures sur place : |

Nappe captée : Ste Hélène

Date de la mesure : 3/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 10.87



Commentaires :

N°BSS : 08018X0004

Département : GIRONDE (33)

Commune : PORGE(LE)

Lieu-dit : GLEIZE VIEILLE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

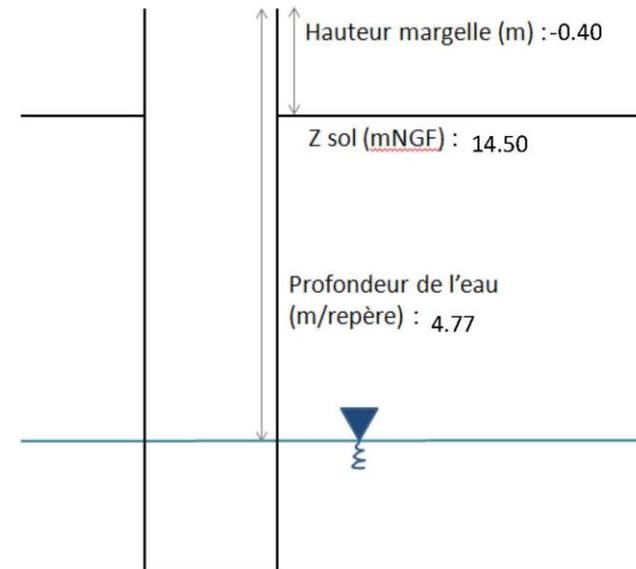
Dans la base de données : 324841.1 | 1992576.7

Mesures sur place : |

Nappe captée : Ste Hélène

Date de la mesure : 3/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 9.33



Commentaires :

N°BSS : 08057X0030

Département : DORDOGNE (24)

Commune : PORT-SAINTE-FOY-ET-PONCHAPT

Lieu-dit : GARRIGUES

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

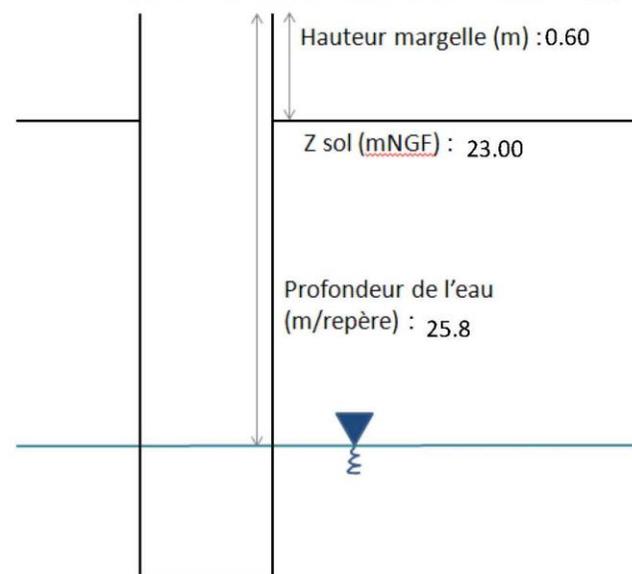
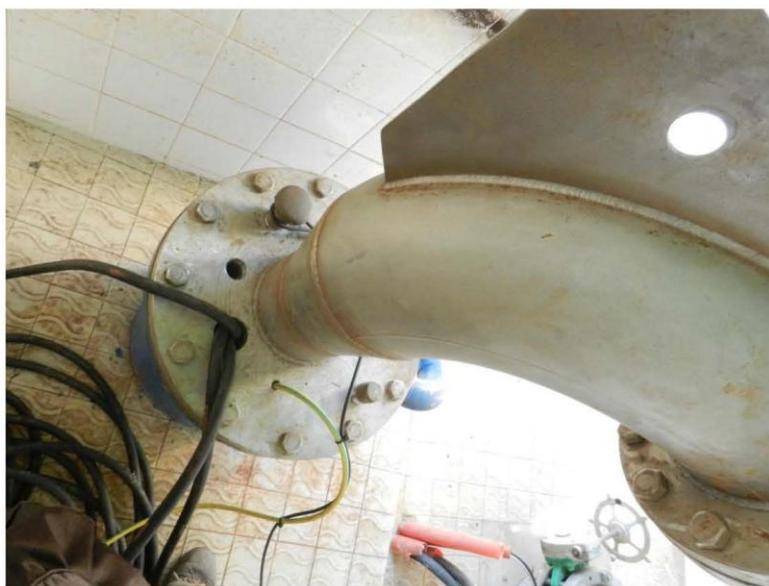
Dans la base de données : 430269.3 | 1985342.2

Mesures sur place : 430289.85 | 1985346.32

Nappe captée : Éocène_inf

Date de la mesure : 3/7/2012

Niveau piézométrique (m) : -2.2



Commentaires :

N°BSS : 08075X0001

Département : DORDOGNE (24)

Commune : PRESSIGNAC-VICQ

Lieu-dit : LABOURET

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

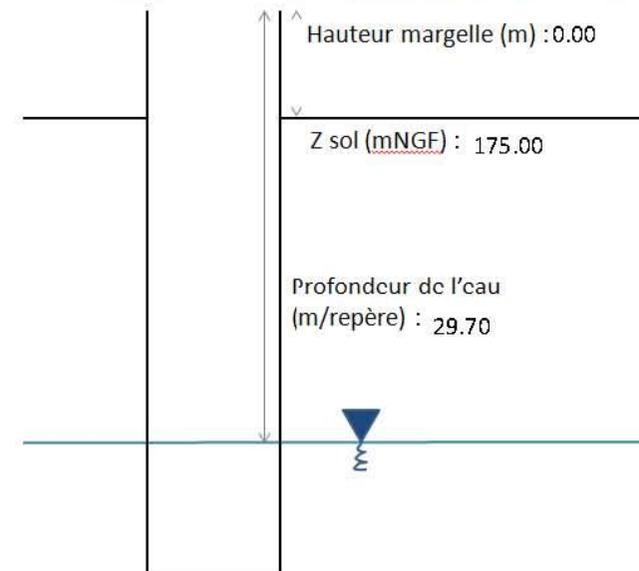
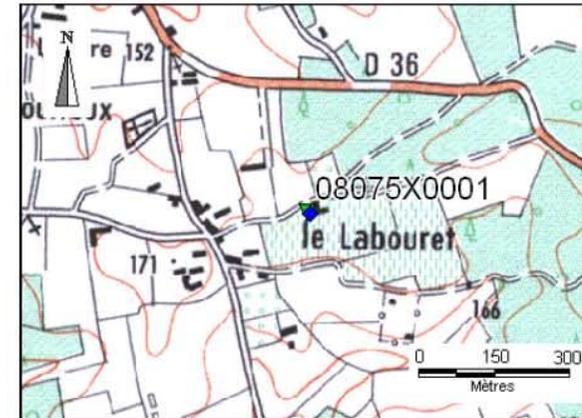
Dans la base de données : 472833.2 | 1988927.8

Mesures sur place : 472826.8 | 1988929.1

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 25/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 145.3



Commentaires :

N°BSS : 08082X0008

Département : DORDOGNE (24)

Commune : PROISSANS

Lieu-dit : MOULIN DE FAGEAT

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

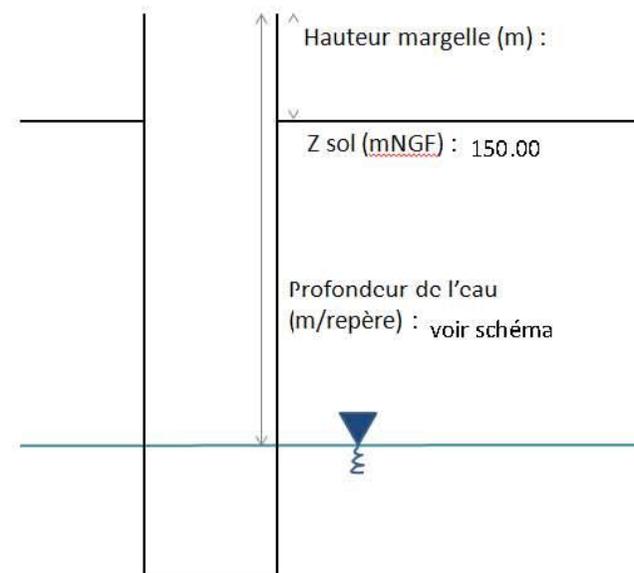
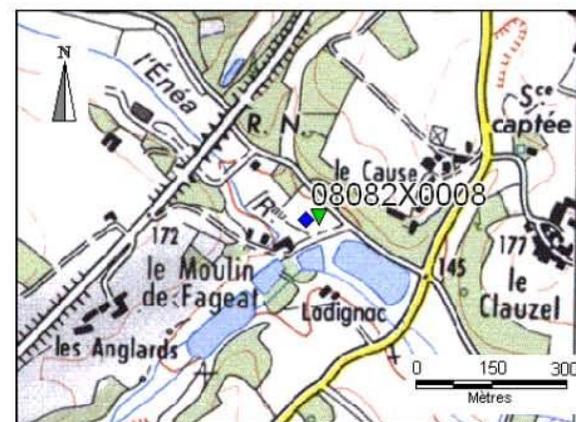
Dans la base de données : 514163.9 | 1992247.1

Mesures sur place : 514188.9 | 1992251.0

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 26/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 83.32



Commentaires :

valeur véolia

N°BSS : 07355X0007

Département : DORDOGNE (24)

Commune : QUINSAC

Lieu-dit : JAYAC

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

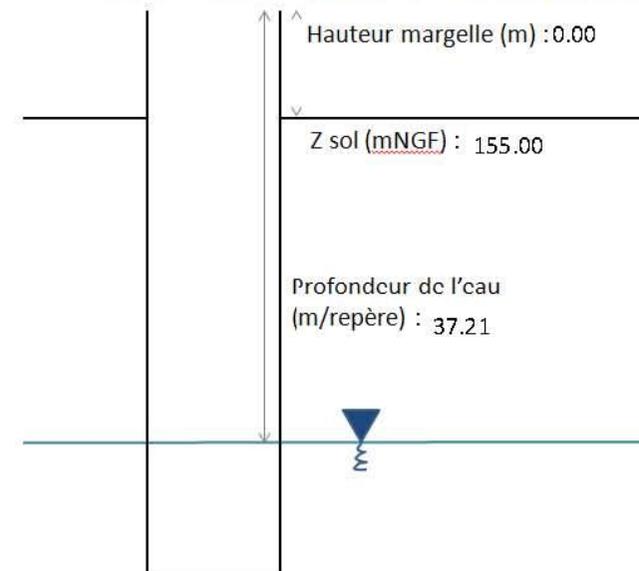
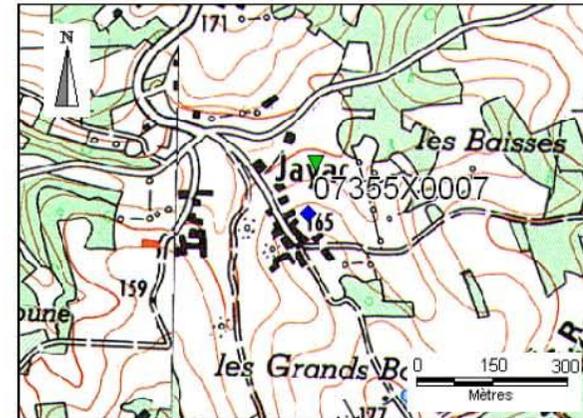
Dans la base de données : 473448.1 | 2047791.2

Mesures sur place : 473462.1 | 2047887.1

Nappe captée : Cénomaniens

Date de la mesure : 27/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 117.79



Commentaires :

N°BSS : 08293X0001

Département : GIRONDE (33)

Commune : SAINT-ANDRE-ET-APPELLES

Lieu-dit : PONT DE BEAUZE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

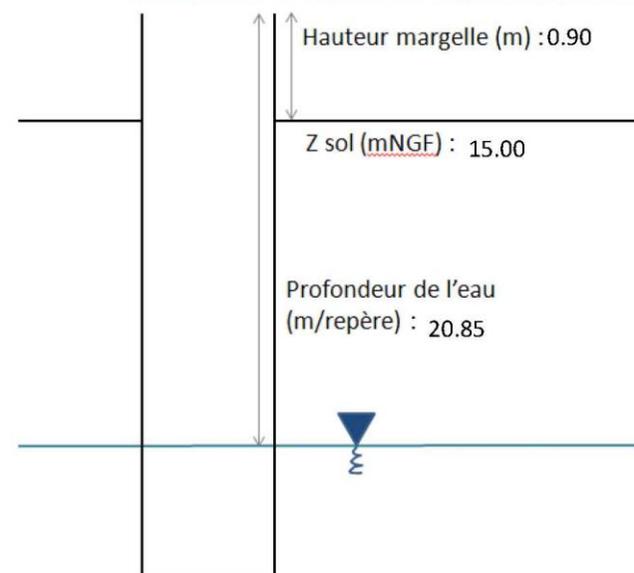
Dans la base de données : 430315.4 | 1982170.6

Mesures sur place : 461628.0 | 1913665.5

Nappe captée : Éocène_inf

Date de la mesure : 3/7/2012

Niveau piézométrique (m) : -4.95



Commentaires :

N°BSS : 07341X0007

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINTE-CROIX-DE-MAREUIL

Lieu-dit : LA CHABROULIE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

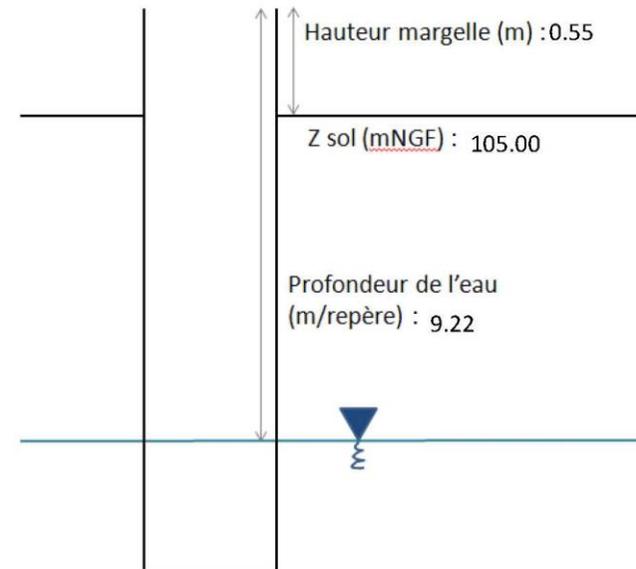
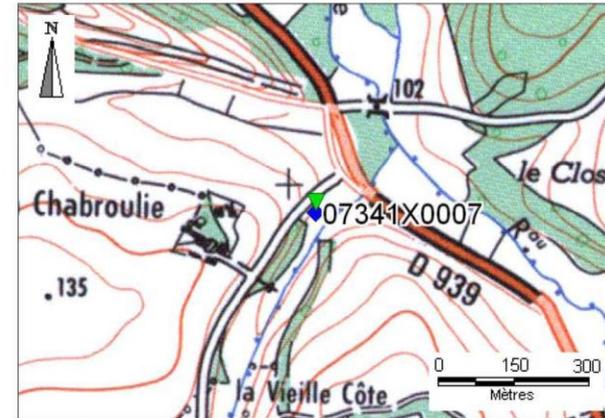
Dans la base de données : 451054.4 | 2053964.0

Mesures sur place : 451055.66 | 1991961.79

Nappe captée : BaCX

Date de la mesure : 3/7/2012

Niveau piézométrique (m) : 96.33



Commentaires :

N°BSS : 08071X0020

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINTE-FOY-DE-LONGAS

Lieu-dit : VALLEE DE LA LOUYRE (H1-36)

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

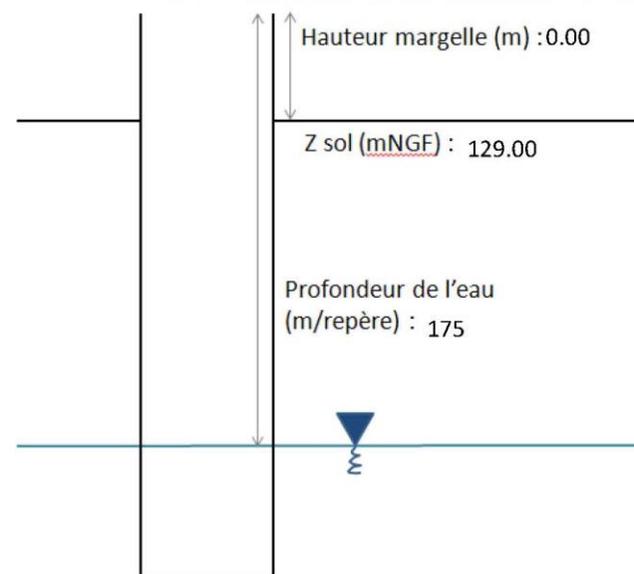
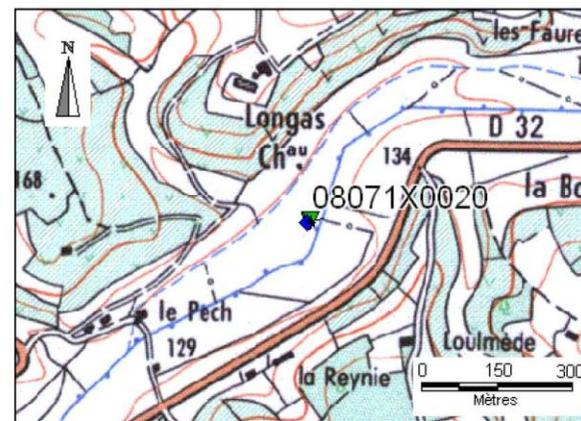
Dans la base de données : 475768.7 | 1993517.1

Mesures sur place : 475754.5 | 1993535.7

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 25/4/2012

Niveau piézométrique (m) : -46



Commentaires :

3 mesures effectuées sur le même site

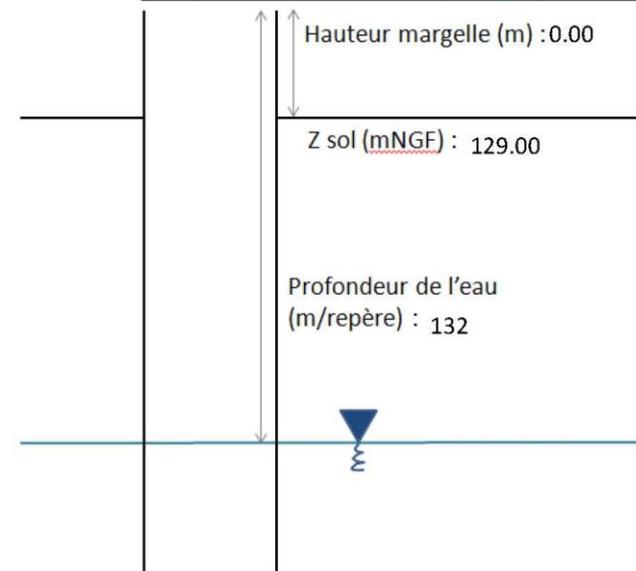
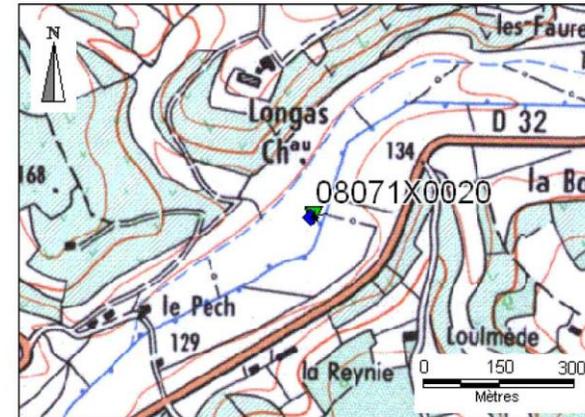
N°BSS : 08071X0020 Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINTE-FOY-DE-LONGAS
Lieu-dit : VALLEE DE LA LOUYRE (H1-36)

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :
Dans la base de données : 475768.7 | 1993517.1
Mesures sur place : 475773.9 | 1993520.8

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 25/4/2012 Niveau piézométrique (m) : -3



Commentaires :

3 mesures effectuées sur le même site

N°BSS : 08071X0020

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINTE-FOY-DE-LONGAS

Lieu-dit : VALLEE DE LA LOUYRE (H1-36)

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

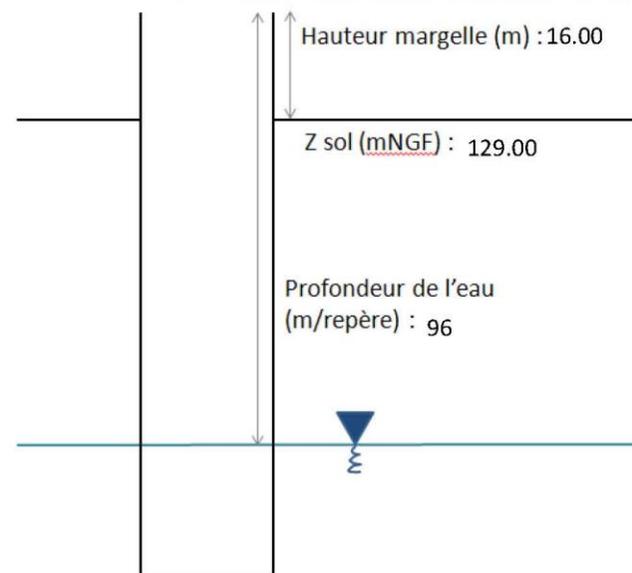
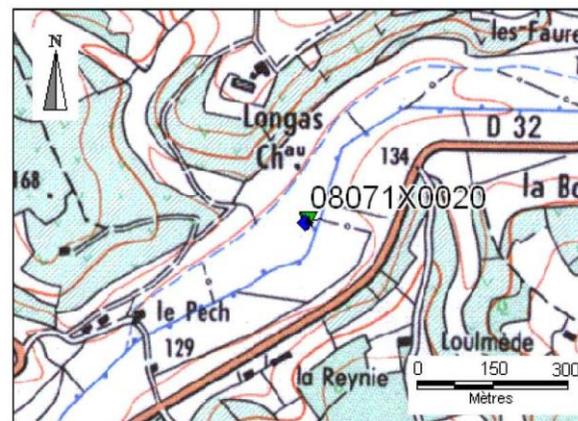
Dans la base de données : 475768.7 | 1993517.1

Mesures sur place : 475775.54 | 1993521.85

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 25/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 49



Commentaires :

3 mesures effectuées sur le même site

N°BSS : 08023X0039

Département : GIRONDE (33)

Commune : SAINTE-HELENE

Lieu-dit : STATION

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

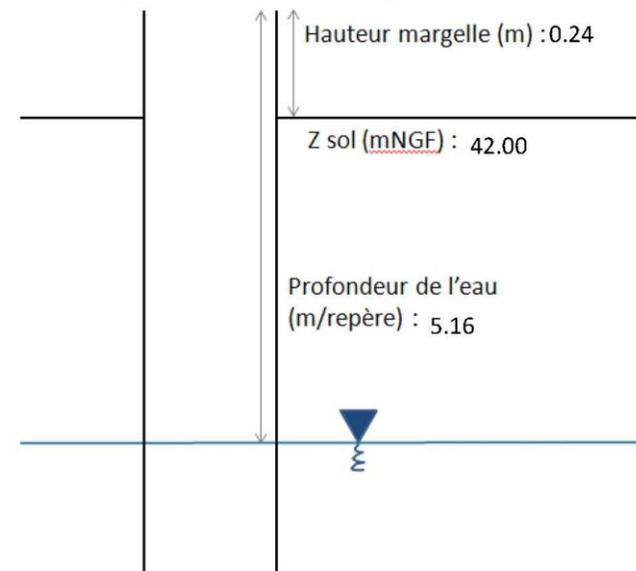
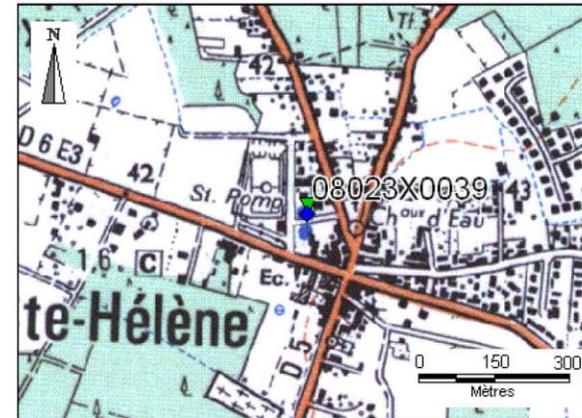
Dans la base de données : 345775.0 | 2001347.0

Mesures sur place : 345777.11 | 2001361.01

Nappe captée : Ste Hélène

Date de la mesure : 3/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 37.08



Commentaires :

N°BSS : 08043X0008

Département : GIRONDE (33)

Commune : SAINT-EMILION

Lieu-dit : BARBANNES

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

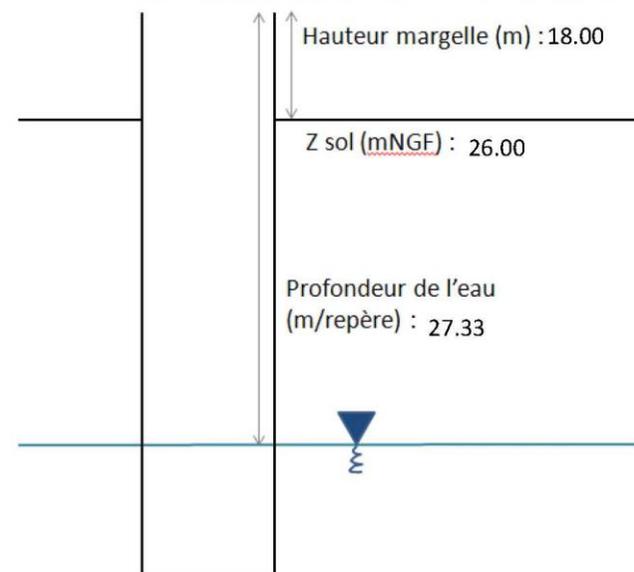
Dans la base de données : 404967.0 | 1993248.0

Mesures sur place : |

Nappe captée : Éocène_moy

Date de la mesure : 5/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 16.67



Commentaires :

forage arrêté seulement 1h avant la mesure

N°BSS : 08287X0015

Département : GIRONDE (33)

Commune : SAINT-FELIX-DE-FONCAUDE

Lieu-dit : FONTET

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

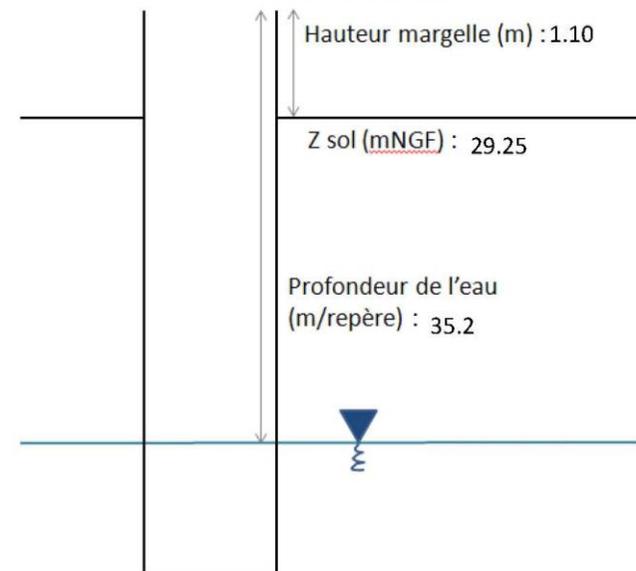
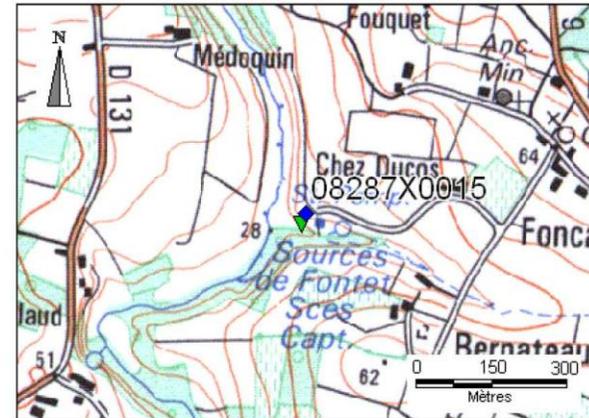
Dans la base de données : 406455.0 | 1963822.0

Mesures sur place : 406444.8 | 1963800.3

Nappe captée : Éocène_moy

Date de la mesure : 6/4/2012

Niveau piézométrique (m) : -4.85



Commentaires :

N°BSS : 08082X0010

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINT-GENIES

Lieu-dit : LE PONT DE BEUNE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

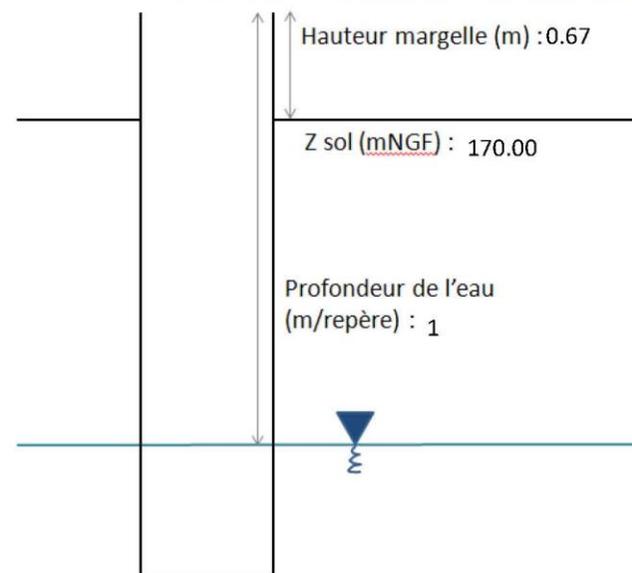
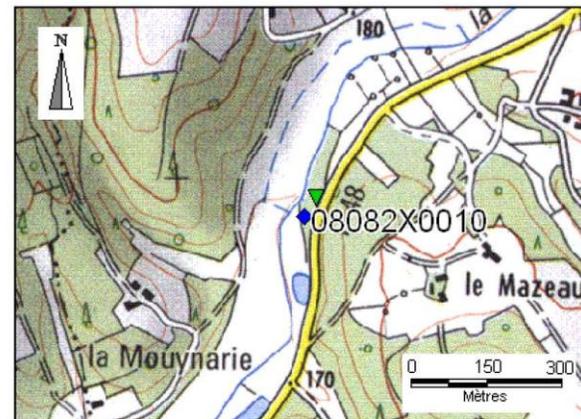
Dans la base de données : 511217.0 | 1998876.7

Mesures sur place : 511239.2 | 1998913.5

Nappe captée : Turonien

Date de la mesure : 26/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 169.67



Commentaires :

N°BSS : 08327X0204

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINT-MARTIAL-DE-NABIRAT

Lieu-dit : LE REPAIRE (A9)

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

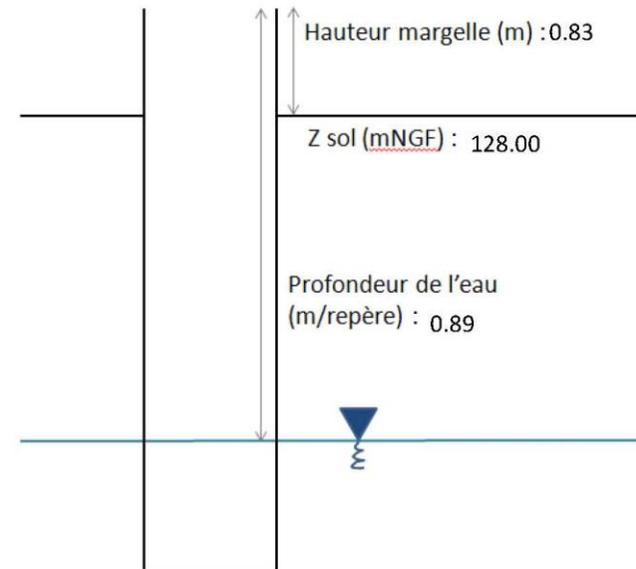
Dans la base de données : 515650.7 | 1969784.9

Mesures sur place : 515636.8 | 1969760.7

Nappe captée : Tithonien

Date de la mesure : 25/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 127.94



Commentaires :

N°BSS : 07818X0030

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINT-MEDARD-DE-MUSSIDAN

Lieu-dit : DOMAINE DE BASSY

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

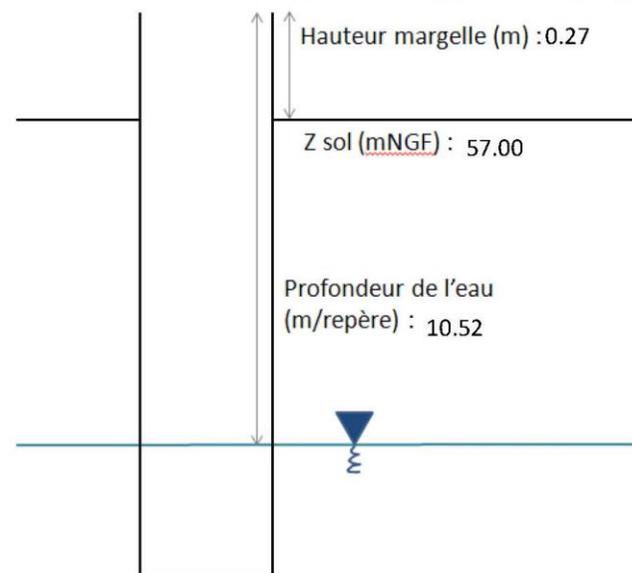
Dans la base de données : 442009.0 | 2004534.0

Mesures sur place : |

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 28/3/2012

Niveau piézométrique (m) : 46.75



Commentaires :

N°BSS : 08035X0008

Département : GIRONDE (33)

Commune : SAINT-MEDARD-EN-JALLES

Lieu-dit : PUIITS RAYONNANT

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

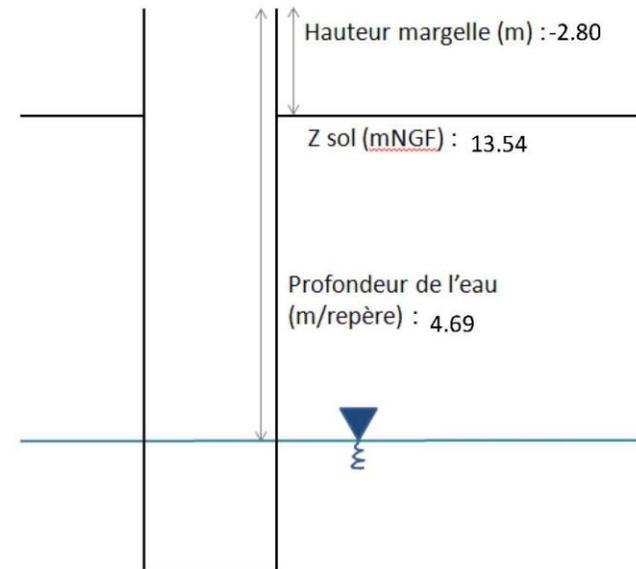
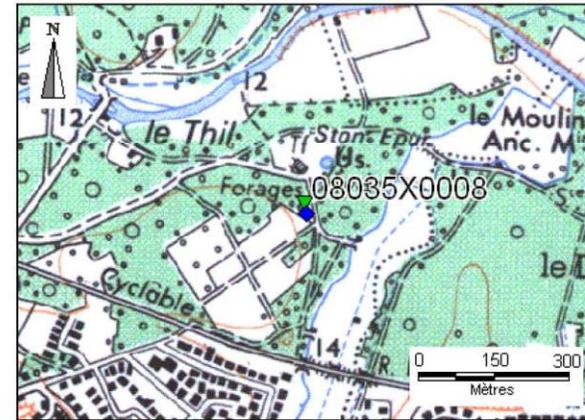
Dans la base de données : 361117.7 | 1992548.7

Mesures sur place : 361112.4 | 1992565.8

Nappe captée : Ste Hélène

Date de la mesure : 6/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 6.05



Commentaires :

N°BSS : 07355X0005

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINT-PIERRE-DE-COLE

Lieu-dit : VALLEE DE LA COLE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

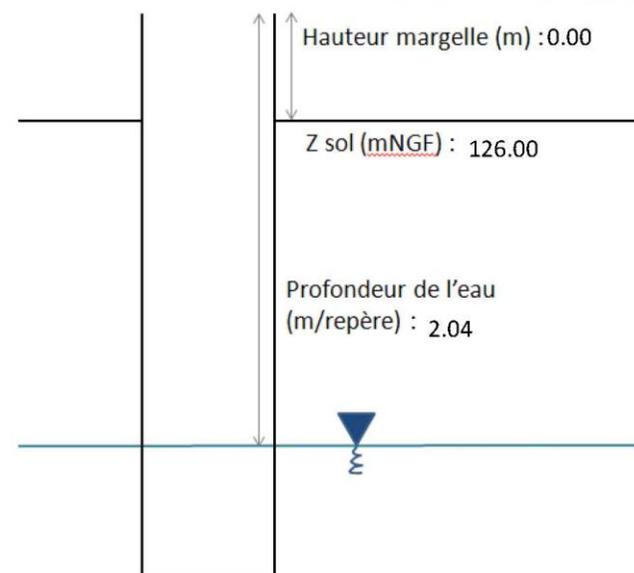
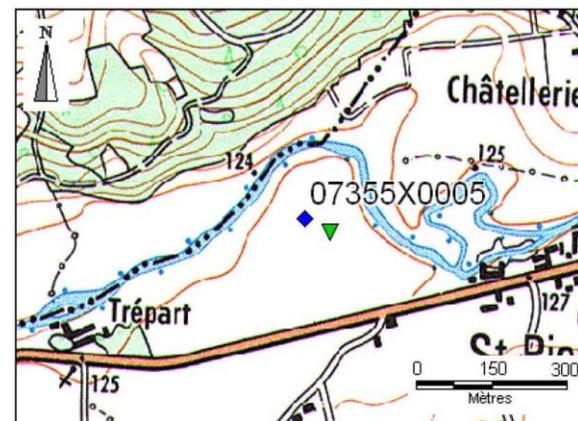
Dans la base de données : 478233.4 | 2042416.6

Mesures sur place : 478283.8 | 2042388.5

Nappe captée : Cénomaniens

Date de la mesure : 27/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 123.96



Commentaires :

N°BSS : 08058X0013

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SAINT-PIERRE-D'EYRAUD

Lieu-dit : LA RAUFFIE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

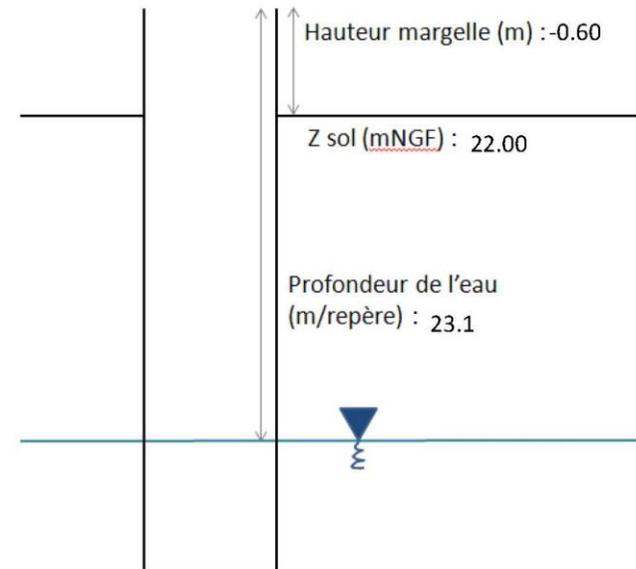
Dans la base de données : 439176.8 | 1987992.8

Mesures sur place : 439180.29 | 1988004.63

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 3/7/2012

Niveau piézométrique (m) : -1.7



Commentaires :

N°BSS : 08297X0004

Département : LOT-ET-GARONNE (47)

Commune : SAINT-PIERRE-SUR-DROPT

Lieu-dit : LES MOULIERES, "SARRAU"

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

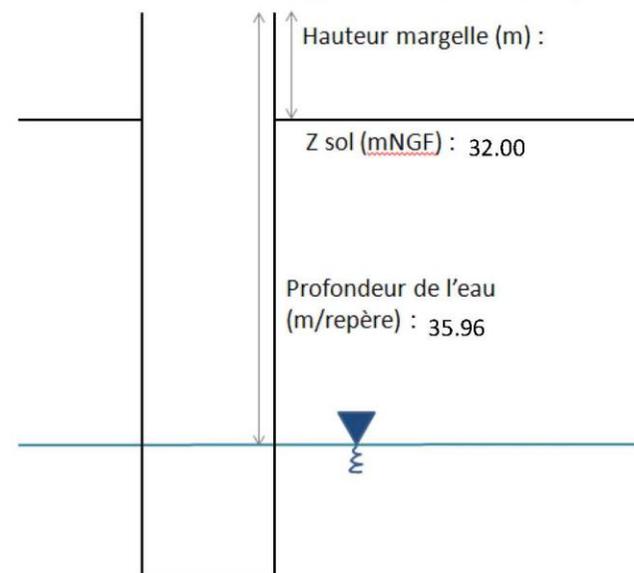
Dans la base de données : 429432.7 | 1964186.3

Mesures sur place : 430290.5 | 1985345.3

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 10/5/2012

Niveau piézométrique (m) : -3.64



Commentaires :

N°BSS : 07835X0014

Département : DORDOGNE (24)

Commune : SALON

Lieu-dit : PUY BLANC

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

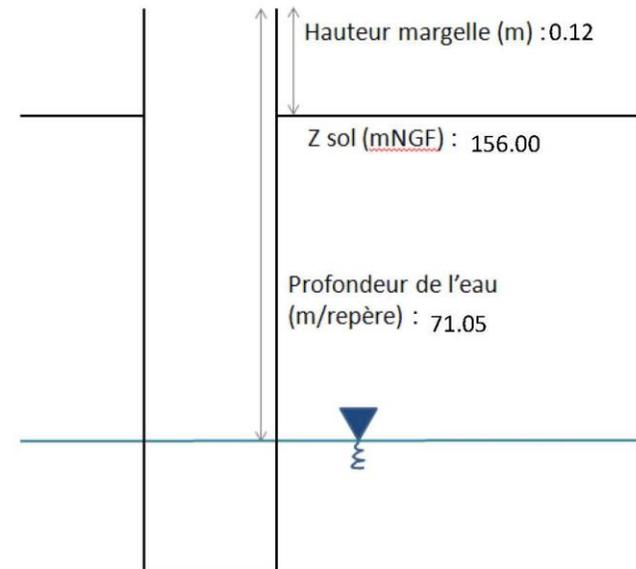
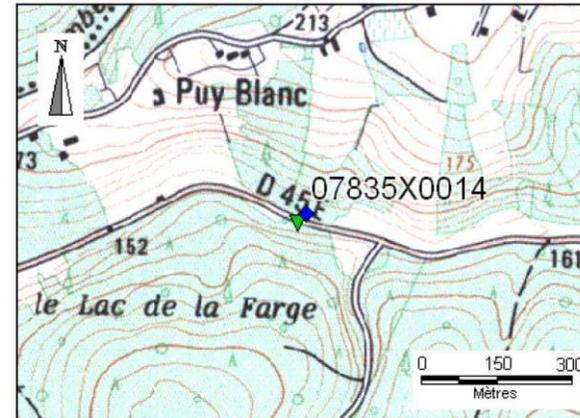
Dans la base de données : 477540.9 | 2006320.3

Mesures sur place : 477523.6 | 2006300.1

Nappe captée : Kimméridgien

Date de la mesure : 25/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 85.065



Commentaires :

N°BSS : 08525X0029

Département : GIRONDE (33)

Commune : SAUTERNES

Lieu-dit : BOURAY

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

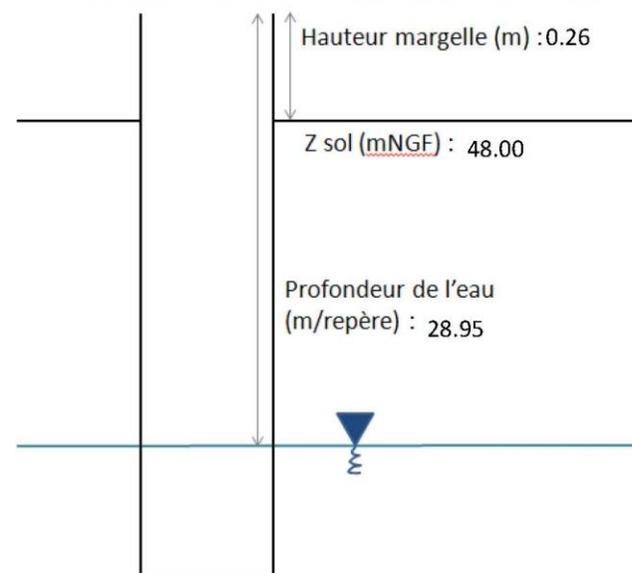
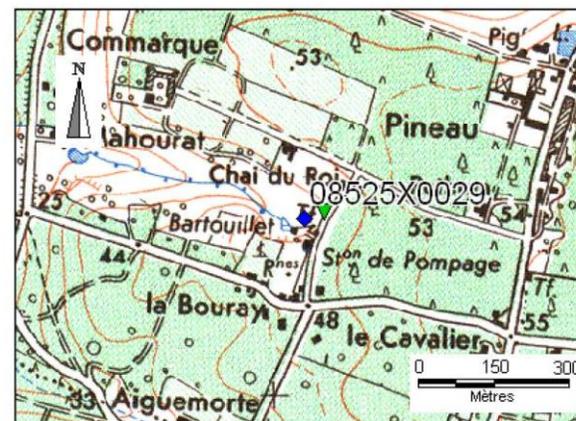
Dans la base de données : 385903.0 | 1950406.0

Mesures sur place : 385941.5 | 1950417.6

Nappe captée : Campanien

Date de la mesure : 5/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 19.31



Commentaires :

N°BSS : 07598X0004

Département : DORDOGNE (24)

Commune : TOURTOIRAC

Lieu-dit : LA ROUGERIE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

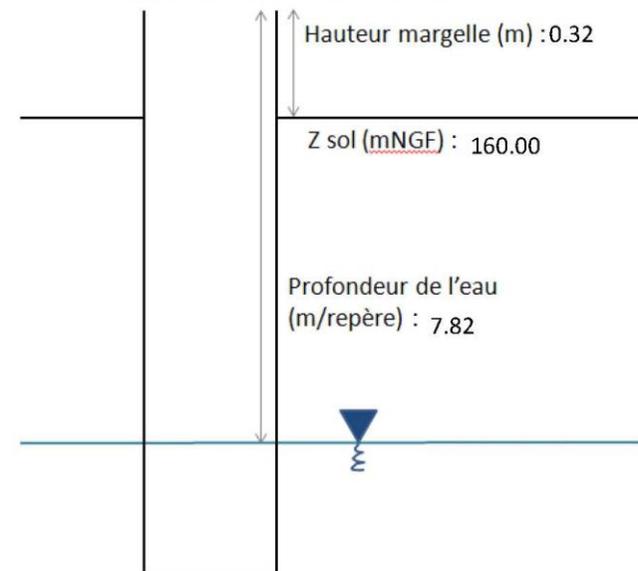
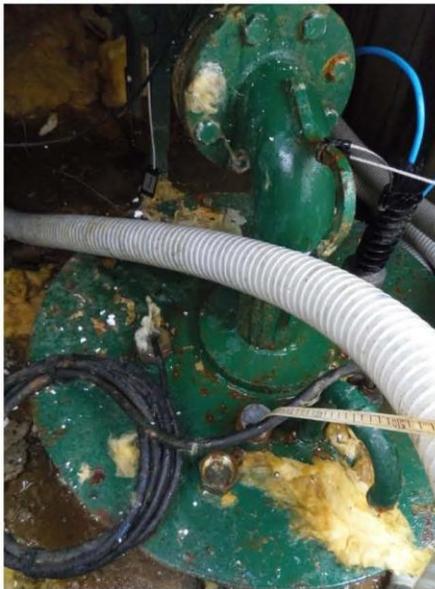
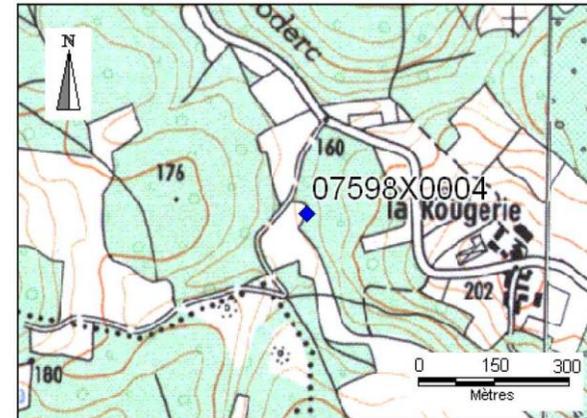
Dans la base de données : 500584.6 | 2028586.9

Mesures sur place : |

Nappe captée : Bajocien

Date de la mesure : 24/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 152.5



Commentaires :

N°BSS : 07581X0009

Département : DORDOGNE (24)

Commune : VERTEILLAC

Lieu-dit : LA BERTAILLE

Coordonnées X | Y (en Lambert II étendu) :

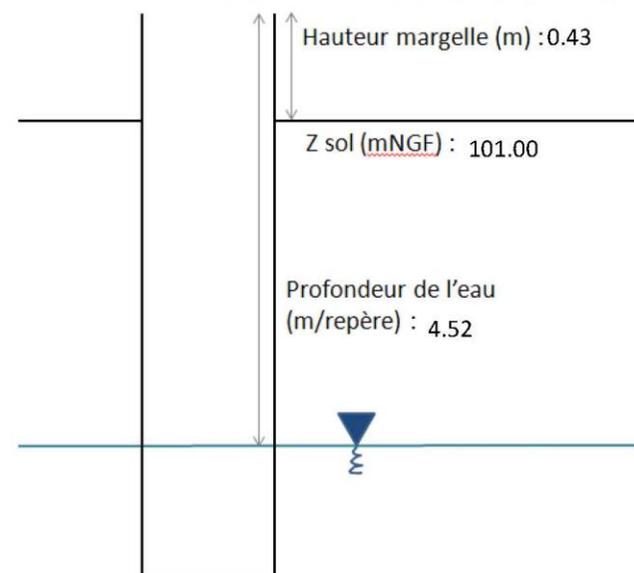
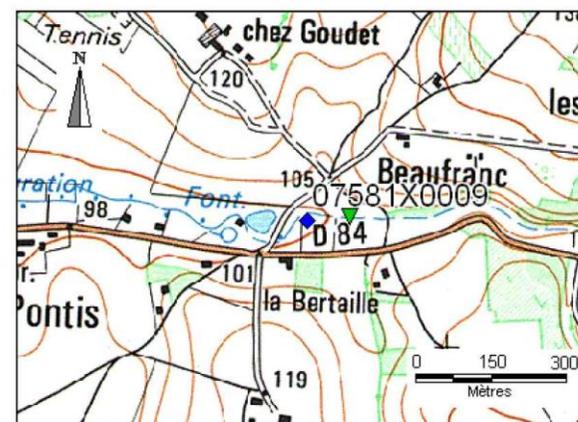
Dans la base de données : 446710.1 | 2041268.5

Mesures sur place : 446797.19 | 2041276.09

Nappe captée : Cénomaniens

Date de la mesure : 27/4/2012

Niveau piézométrique (m) : 96.91



Commentaires :



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Aquitaine

Parc Technologique Europarc
24, avenue Léonard de Vinci

33600 – Pessac – France

Tél. : 05 57 26 52 70