

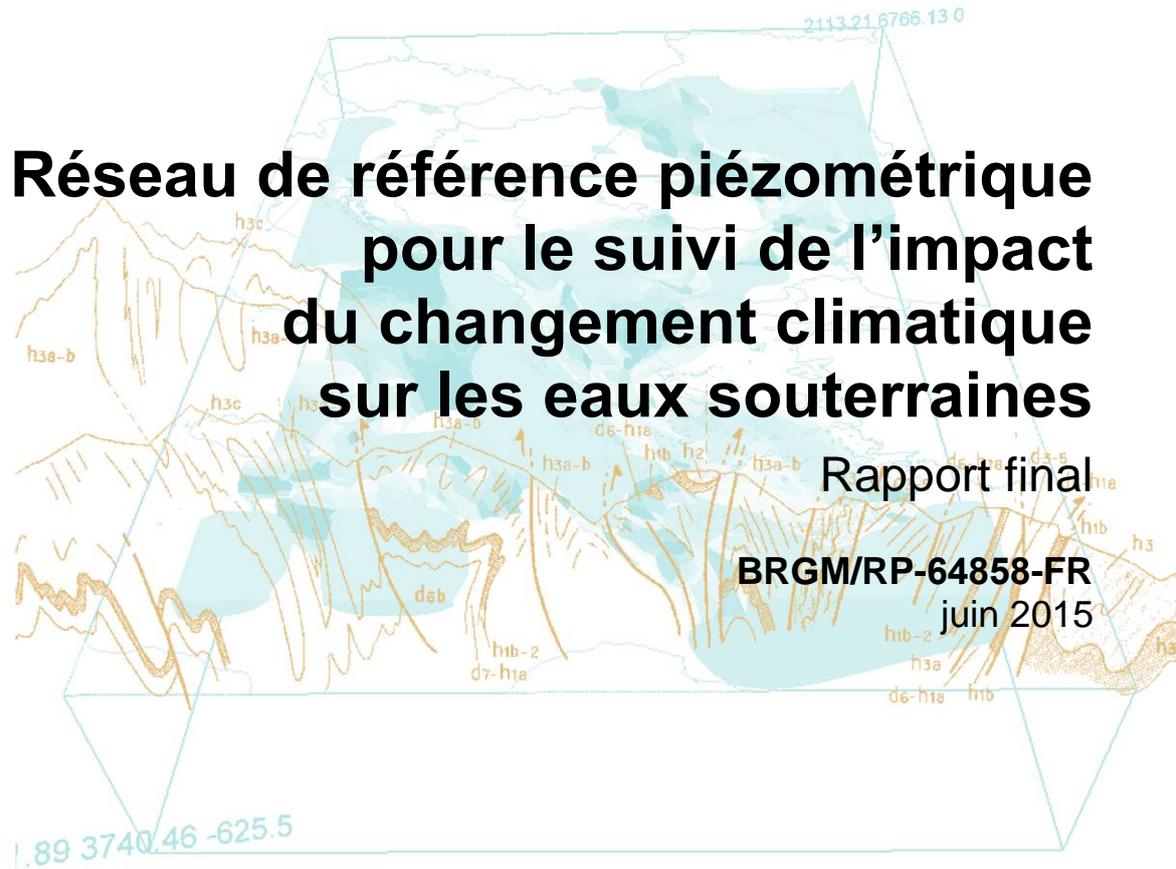


Réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines

Rapport final

BRGM/RP-64858-FR

juin 2015



Réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines

Rapport final

BRGM/RP-64858-FR
juin 2015

Étude réalisée dans le cadre de la convention ONEMA-BRGM 2013-2015

J.F. Vernoux
avec l'appui des hydrogéologues régionaux du BRGM

Vérificateur :

Nom : J. Nicolas
Fonction : Hydrogéologue
Date : 18/08/2015

Signature :



Approbateur :

Nom : Y. Barthélemy
Fonction : Responsable Unité D3E/GDR
Date : 27/08/2015

Signature :



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

RESUME

Le niveau des nappes d'eau souterraine dépend pour beaucoup d'entre d'elles de l'infiltration des eaux météoriques et sera donc nécessairement impacté par le changement climatique si celui-ci provoque des modifications du régime d'infiltration des pluies qui contribuent à la recharge des nappes (intensité, période de recharge). Pour évaluer et suivre l'impact de ce changement, l'ONEMA a confié au BRGM une étude devant déboucher sur la mise en place d'un réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines à partir du réseau existant de surveillance des eaux souterraines.

Après une phase de concertation avec l'ONEMA, la DEB, les DREAL, les Agences de l'Eau et les directions régionales du BRGM, ce réseau est maintenant défini, déclaré comme méta-réseau dans la banque nationale de données sur les eaux souterraines ADES. Ce rapport présente les critères utilisés et les aquifères sélectionnés.

Après avoir envisagé différentes approches, les acteurs concernés ont choisi de définir le réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines à partir d'un nombre limité d'aquifères sur la base de critères hydrogéologiques, de critères d'usage et d'un critère de sensibilité au changement climatique. Le critère principal est l'absence de pression anthropique sur l'aquifère, où *a minima* une pression que l'on peut considérer comme négligeable par rapport aux fluctuations naturelles du niveau de la nappe.

Au final, 39 aquifères (selon la codification du référentiel hydrogéologique BDLISA) ont été sélectionnés :

- 1 dans le bassin Artois-Picardie
- 5 dans le bassin Seine-Normandie
- 4 dans le bassin Rhin-Meuse
- 10 dans le bassin Loire-Bretagne
- 9 dans le bassin Rhône-Méditerranée
- 2 en Corse
- 8 dans le bassin Adour-Garonne

Pour chaque aquifère sélectionné, un ouvrage de suivi (forage ou source) a été recherché, là encore sur la base d'un certain nombre de critères et, en particulier, le fait que l'ouvrage soit en nappe libre et ne soit pas influencé par des pompages. Ces critères n'ont pas pu être respectés pour deux aquifères. Au final 37 ouvrages (5 sources et 32 piézomètres) ont été sélectionnés pour constituer ce réseau de suivi du changement climatique.

Mots-clés : changement climatique, réseau piézométrique

Niveau géographique : national
Couverture géographique : France métropolitaine
Citations locales :
Niveau de lecture : professionnels, experts

CORRESPONDANTS ONEMA : AUGCARD Bénédicte

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

Vernoux J.F. (2015) – Réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines. Rapport final. BRGM/RP-64858-FR, 51 p., 18 fig., 7 tabl., 1 ann.

ABSTRACT

Groundwater level of many aquifers depends on meteoric water infiltration and is therefore expected to be impacted by climate change, because of changes in infiltration scheme (intensity, period). In order to evaluate and track climate change impacts, a study was conducted by BRGM on behalf of ONEMA, in order to create a reference piezometric network to monitor the impact of climate change on groundwater, based on the existing groundwater monitoring network.

After a consultation phase with the French Public Institutions involved in groundwater management (ONEMA, DEB, DREAL, water agencies and regional delegations of BRGM), the network is now defined, declared as meta-network in ADES and operational. This report presents the selection criteria and the final piezometers chosen for this network.

After considering different approaches, the institutions decided that the piezometric reference network for monitoring the impact of climate change on groundwater would be set for a limited number of aquifers based on hydrogeological criteria, usage criteria and sensitivity indicator to climate change. The main criterion is the absence of anthropogenic pressure on the aquifer, or a minimum pressure that can be considered negligible compared to natural fluctuations of the water table.

Finally, 39 aquifers were selected, according to the codification of French hydrogeological referential BDLISA:

- 1 in the Artois-Picardie water basin
- 5 in the Seine-Normandie water basin
- 4 in the Rhin-Meuse water basin
- 10 in the Loire-Bretagne water basin
- 9 in the Rhône-méditerranée water basin
- 2 in the Corsica island
- 8 in the Adour-Garonne water basin

For each selected aquifer, a monitoring well or a spring was selected, based on a number of criteria and in particular the fact that the well is inside an unconfined aquifer which is not influenced by pumping. As two aquifers did not followed this rule, 5 springs and 32 piezometers were lately selected to form the monitoring network of climate change.

Keywords : Climate change, groundwater monitoring network

Synthèse pour l'action opérationnelle

Le niveau des nappes d'eau souterraine dépend pour beaucoup d'entre d'elles de l'infiltration des eaux météoriques et sera donc nécessairement impacté par le changement climatique si celui-ci provoque des modifications du régime d'infiltration des pluies efficaces (intensité, période de recharge). Pour évaluer et suivre l'impact de ce changement, l'ONEMA a confié au BRGM une étude devant déboucher sur la mise en place d'un réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines à partir du réseau existant de surveillance des eaux souterraines.

Après une phase de concertation avec l'ONEMA, la Direction de l'Eau et de la Biodiversité, les DREAL, les Agences de l'Eau et les directions régionales du BRGM, ce réseau est maintenant défini, déclaré comme méta-réseau dans la banque nationale de données sur les eaux souterraines ADES. Ce rapport présente les critères utilisés et les aquifères sélectionnés.

Après avoir envisagé différentes approches, les acteurs concernés par l'étude ont choisi de définir le réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines à partir d'un nombre limité d'aquifères sur la base de critères hydrogéologiques, de critères d'usage et de critères de sensibilité au changement climatique. Le critère principal est l'absence de pression anthropique sur l'aquifère, qui doit être *a minima* une pression que l'on peut considérer comme négligeable par rapport aux fluctuations naturelles du niveau de la nappe.

Au final 39 aquifères (selon la codification du référentiel hydrogéologique BDLISA) ont été sélectionnés :

- 1 dans le bassin hydrographique d'Artois-Picardie (AP), région Picardie (PIC)
- 5 dans le bassin hydrographique de Seine-Normandie (SN), région Haute Normandie (HNO) Basse-Normandie (BNO), Picardie (PIC) et Bourgogne (BOU)
- 4 dans le bassin hydrographique de Rhin-Meuse (RM), région Alsace (ALS) et Lorraine (LOR)
- 10 dans le bassin hydrographique de Loire-Bretagne (LB) en région Auvergne (AUV), Bretagne (BRE), Centre Val-de-Loire (CEN), Limousin (LIM), Pays de Loire (PDL)
- 9 dans le bassin hydrographique de Rhône-Méditerranée (Rmed) en région Languedoc-Roussillon (LR), Rhône-Alpes (RHA), Bourgogne (BOU), Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA)
- 2 en Corse
- 8 dans le bassin hydrographique d'Adour-Garonne (AG) en région Aquitaine (AQL), Midi-Pyrénées (MPY), Poitou-Charente (POC).

Pour chaque aquifère sélectionné, un ouvrage de suivi a été recherché, là encore sur la base d'un certain nombre de critères et en particulier le fait que l'ouvrage soit dans un aquifère à nappe majoritairement libre et peu influencée par des pompages. Ces critères n'ont pas pu être respectés pour deux aquifères du bassin Loire-Bretagne. Au final 5 sources et 32 piézomètres ont été sélectionnés pour constituer ce réseau de suivi du changement climatique. Parmi ces points, un seul présente actuellement une tendance significative à la baisse qui pourrait être imputée au changement climatique (Vernoux et Seguin, 2012). Il s'agit du 01377X0205/F3, sur la commune de Vernéville, en Lorraine.

Les 37 points sélectionnés sont listés dans le tableau suivant :

Bassin	Région	Aquifère	Entité BD LISA	Indice national de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
AP	PIC	Craie du Séno-Turonien en Artois-Picardie	121AT01	00347X0002/P	Talmas	26/11/1996
SN	HNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du littoral cauchois	121AV	00578X0002/S1	Veauville-les-Quelles	19/11/1969

SN	BNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques	121AX	01473X0087/S1	Auquainville	31/01/1974
SN	BNO	Grès, Calcaires et schistes du Paléozoïque dans le bassin versant de la Vire	165AA04	01446X0005/S3-91	La Ferrière-Harang	28/03/2002
SN	PIC	Nappe du calcaire du Lutétien du bassin versant de l'Ourcq	113AQ09	01306X0023/S1	Armentière - sur-Ourcq	07/02/1974
SN	BOU	Calcaires de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du Sud-Est du Bassin	135AA55	04354X0026/PUI TS	Noyer-sur-Serain	10/11/2005
RM	ALS	socle des Vosges	231AR, AC, AQ, AE, AP, AO, AN, AI, AG	03773X0086/HY	Mittlach	13/02/2014
RM	ALS	Formations plio-quadernaires du Fossé Rhénan (Nappe d'Alsace)	223AA	03783X0046/71	Hettenschlag	04/01/1955
RM	ALS	Aquifère des grès du Trias inférieur libre	143AK	01686X0100/F	Niedersteinbach	06/01/2015
RM	LOR	Aquifères calcaires du Dogger (Caillasses et marnes du Bathonien-Callovien)	139AM09	01377X0205/F3	Vernéville	13/06/1969
LB	AUV	Chaîne des Puys	153AA	06932X0174/P5	Charbonnières-les-Varennes	25/05/1994
LB	BRE	Socle breton	193AE	03128X0011/F	Ploërdut (56)	01/02/1980
LB	BRE	Socle breton	193AA	03107X0008/F	Landrévarzec (29)	19/05/1992
LB	CEN	Calcaires de Beauce	107AA	03622X0027/PZ	Epied-en-Beauce	14/10/1965
LB	CEN	Calcaires du Jurassique sup.	135AC	05464X0045/P	Plaimpied-Givaudins	15/09/1988
LB	LIM	Massif granitique	201AE	06162X0008/F5	Bazelat	13/09/1991
LB	PDL	Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieux du Cénomaniens inférieur à moyen, bassin de la Sarthe de sa source au Loir	123AB05	03228X0048/F	Savigné-l'Évêque	01/01/1995

LB	PDL	Sables du Pliocène	104AB	04518X0042/PZ8	Nort-Sur-Erdre	11/03/1994
Rmed	LRO	Alluvions anciennes entre Vidourle et Lez, et littoral entre Montpellier et Sète	529AA00	09915X0181/AUNES	Saint-Aunes	01/05/1977
Rmed	LRO	Calcaires jurassico-crétacés des Corbières (système karstique des Corbières d'Opoul et de la structure du Bas Agly)	681AM	10795X0028/CARSTE	Fontdame	09/12/1997
Rmed	RHA	Alluvions anciennes de la plaine de Valence	521AR00	07955X0111/P	Les Plantas (Bourg de Péage - 26)	17/06/2009
Rmed	RHA	Alluvions de la plaine de la Valdaine	750BE00	08666X0173/P	Rippert (Montboucher sur Jabron - 26)	03/04/2013
Rmed	RHA	Molasses miocènes du Bas-Dauphiné	521AU00	07948X0047/F1	Maupas (Romans sur Isère - 26)	11/06/2009
Rmed	RHA	Calcaires de la forêt de Saou	539AD00	08435X0010/NO8	le Perthuis (Saou - 26)	12/10/1987
Rmed	BOU	Calcaires du Jurassique entre Ouche et Vingeanne	139AO	04398X0002/SO NDAG	Bourberain	01/01/1974
Rmed	BOU	Calcaires jurassiques de la Côte dijonnaise	523AE	04992X0011/SO NDAG	Fleurey-sur-Ouche	25/07/1995
Rmed	PACA	Molasses miocènes du Comtat Venaissin	561AA	09404X0219 / MONTEU	Monteux - la Sorguette	21/01/1997
Corse	CSC	Alluvions récentes du Liamone	900AC13	11172X0119/CO SCIA	Coggia	26/04/1988
Corse	CSC	Alluvions récentes de la Bravona	900AB98	11156X0009/BR AVON	Linguizetta	02/01/1984
AG	AQI	Calcaires, grès et sables de l'Eocène inférieur à moyen du nord du Bassin Aquitain	334AG03	07794X0001/F	St Yzan de Soudiac « Communal » (33)	01/10/1962
AG	AQI	Multicouche sableux du Plio-quadernaire du Triangle Landais	308AC01	08025X0009/P	Le Temple « Mr Robert » (33)	24/10/1975
AG	MPY	Alluvions de la Garonne	306AA	09306X0091/F	St Porquier (82)	26/06/1982
AG	MPY	Calcaire à faciès urgonien du Crétacé inférieur du Chaînon d'Aspet	402AA03	10734X0010/HY	source du Baget (09)	25/04/1968
AG	MPY	Alluvions de l'Adour	306AA	09793X0011/F	Tarsac (32)	19/12/1996

AG	MPY	Calcaires du Dogger du Bassin Aquitain, au sud de la Faille d'Aiffres-Boutonne Aquitain	358AE	08091X0006/HY station hydrométrique : P2315310	Blagour de Souillac	24/03/1998
AG	MPY	Dolomies et calcaires de l'Aalénien au Tithonien dans le système des Grands Causses, incluant la terminaison sud du Larzac et du Causse de Blandas	358AI10	09098X0081/HY station hydrométrique : O3395010	L'Esperelle (La Roque Sainte-Marguerite - 12)	01/01/2002
AG	POC	Karst de la Rochefoucault	358AC05	07093X0020/HY station hydrométrique : R2335050	sources de la Touvre	01/12/1979

Concernant l'exploitation des données de ce réseau, une réflexion est en cours sur l'utilisation d'un indicateur d'état des nappes standardisé qui permettra d'évaluer l'évolution de la ressource en eau souterraine à partir des piézomètres de ce réseau de référence à différents pas de temps. Ainsi, il sera par exemple possible de qualifier une année hydrologique par rapport aux années passées, ou un été particulier par rapport aux étés passés, ou encore l'évolution de la ressource en été des dix dernières années. De plus un protocole est en cours de développement pour mesurer la température de l'eau de ces aquifères et de leur évolution temporelle. Enfin, un travail sur l'intérêt de la surveillance de l'intrusion saline dans les aquifères côtiers en France a été lancé en 2015.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Sélection d'aquifères pertinents pour le suivi du changement climatique	13
2.1. CRITERES DE CHOIX.....	13
2.1.1. Critères hydrogéologiques	13
2.1.2. Critères d'usage.....	13
2.1.3. Critères de sensibilité au CC.....	15
2.2. AQUIFERES « CIBLES » PROPOSES PAR LE BRGM.....	21
2.2.1. Artois-Picardie	21
2.2.2. Rhin-Meuse	22
2.2.3. Seine-Normandie.....	23
2.2.4. Loire-Bretagne	25
2.2.5. Rhône-méditerranée	26
2.2.6. Adour-Garonne	27
2.2.7. Corse.....	27
2.3. SELECTION FINALE DES AQUIFERES « CIBLES »	28
3. Sélection des ouvrages de suivi	33
3.1. CRITERES DE SELECTION DES OUVRAGES.....	33
3.2. BASSIN ADOUR-GARONNE	33
3.3. BASSIN ARTOIS-PICARDIE.....	35
3.4. CORSE	36
3.5. BASSIN LOIRE-BRETAGNE	37
3.6. BASSIN RHIN-MEUSE	40
3.7. BASSIN RHONE-MEDITERRANEE.....	42
3.8. BASSIN SEINE-NORMANDIE	43
4. Conclusion.....	47
5. Bibliographie	49

Liste des figures

Figure 1 - Zones d'intérêt futur pour la nappe alluviale du Rhône (Anus et al., 2010).....	14
Figure 3 - Nappes à réserver dans le futur pour l'AEP (SDAGE LB 2010-2015).....	15
Figure 4 – Baisse du niveau moyen de la nappe de Beauce sur la période 2046-2065 (moyenne des sept modèles de climat) par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)	16
Figure 5 – Baisse du niveau moyen de la nappe de la Craie sur la période 2046-2065 (moyenne des sept modèles de climat) par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)	17
Figure 6 - Baisse du niveau moyen de la nappe du Jurassique supérieur sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) pour la simulation la plus pessimiste MRI-CGCM 2.3.2 (MEDDE, 2012).....	18
Figure 7 - Baisse du niveau moyen de la nappe du Dogger sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) pour la simulation la plus pessimiste MRI-CGCM 2.3.2 (MEDDE, 2012).....	18
Figure 8 – Baisse du niveau moyen de la nappe du Plio-quaternaire d'Aquitaine (scénario CM2.1 et scénario CGCM2.3.2) sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012).....	19
Figure 9 – Baisse du niveau moyen de la nappe de l'Eocène d'Aquitaine (scénario CGCM2.3.2) sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)	20
Figure 10 – Baisse du niveau moyen de la nappe de la Craie dans le bassin de la Somme (scénario ARPV3) sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012).....	21
Figure 11 – Aquifères sélectionnés pour le suivi du CC.....	31
Figure 12 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Adour-Garonne	35
Figure 13 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Artois-Picardie	36
Figure 14 - Sélection des ouvrages pour la Corse	37
Figure 15 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Loire-Bretagne.....	39
Figure 16 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Rhin-Meuse	41
Figure 17 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Rhône-Méditerranée.....	43
Figure 18 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Seine-Normandie.....	45

Liste des tableaux

Tableau 1 – Sélection des ouvrages pour le bassin Adour-Garonne.....	35
Tableau 2 – Sélection des ouvrages pour le bassin Artois-Picardie	36
Tableau 3 – Sélection des ouvrages pour la Corse	37
Tableau 4 – Sélection des ouvrages pour le bassin Loire-Bretagne.....	39
Tableau 5 – Sélection des ouvrages pour le bassin Rhin-Meuse	41
Tableau 6 – Sélection des ouvrages pour le bassin Rhone-Méditerranée	42
Tableau 7 – Sélection des ouvrages pour le bassin Seine-Normandie	44

Liste des annexes

Annexe 1 - Chroniques de mesure des ouvrages sélectionnés

1. Introduction

Le changement climatique (CC) a un impact direct sur les précipitations et l'évapotranspiration et, par voie de conséquence, sur l'infiltration de l'eau météorique et donc le niveau des nappes d'eau souterraine. Les conséquences peuvent être importantes, à la fois en termes de ressource mais aussi d'évolution des écosystèmes associés.

L'objectif du travail présenté dans ce rapport est de proposer un réseau de suivi dédié à l'impact quantitatif du CC sur les nappes d'eau souterraine en France métropolitaine, à partir du réseau de surveillance existant. Ce réseau n'a pas vocation à surveiller l'avancée de l'intrusion saline dans les aquifères côtiers liée à la montée du niveau marin (autre effet attendu du changement climatique).

Une phase préparatoire a été réalisée en 2012 et 2013 pour d'une part identifier les aquifères déjà impactés par le changement climatique (difficile car il n'y a pas d'effet significatif du climat sur les nappes, Vernoux et Seguin 2012) et d'autre part pour définir les entités hydrogéologiques sur lesquelles mettre en place un suivi du CC (Vernoux et Seguin, 2013). Un découpage d'entités hydrogéologiques sensibles au changement climatique a été réalisé à partir du référentiel des masses d'eau souterraine et d'une estimation de l'évolution de la pluie efficace à l'horizon 2046-2065. Cette estimation a été faite à partir de données issues du projet Explore 2070. A l'issue de ces travaux, il est apparu que le critère de sensibilité au changement climatique était peu pertinent car présentant de fortes incertitudes et qu'il était préférable de ne prendre en compte que des critères hydrogéologiques.

L'approche finalement retenue, en concertation avec l'ONEMA et la DEB, a été de déterminer des aquifères pertinents pour le suivi du changement climatique, selon des critères plus larges (importance de la ressource, typologie de la ressource, influence anthropique, action de préservation...) et de constituer un réseau piézométrique de suivi du changement climatique basé sur un nombre limité de piézomètres.

Ce rapport présente les critères utilisés pour la définition du réseau, ainsi que les aquifères et les piézomètres sélectionnés.

.

.

2. Sélection d'aquifères pertinents pour le suivi du changement climatique

2.1. CRITÈRES DE CHOIX

2.1.1. Critères hydrogéologiques

Aquifère à nappe majoritairement libre

La nappe d'eau souterraine doit pouvoir se recharger sous l'effet des précipitations. C'est en effet cette recharge qui est susceptible d'être impactée par le CC. Il est par ailleurs préférable que les fluctuations annuelles de niveau de la nappe soient bien marquées, afin que les effets du CC soient visibles. Les nappes captives, dans la mesure où elles réagissent à plus long terme à la variabilité climatique, ne seront pas prises en compte pour ce suivi.

Bonne connaissance et homogénéité de l'aquifère

Il importe de bien connaître l'aquifère en termes de limites, d'alimentation, de relations avec les eaux de surface. Il est préférable de choisir un aquifère relativement homogène, dans la mesure où on aura un seul piézomètre de suivi, et pour lequel on dispose de longues chroniques piézométriques.

2.1.2. Critères d'usage

Aquifère peu impacté par les prélèvements

Les évolutions du niveau de la nappe doivent refléter l'effet du climat (recharge par les précipitations). Ce signal ne doit pas être brouillé par l'effet de prélèvements dans la nappe ou de tout impact anthropique susceptible de modifier les fluctuations naturelles du niveau de la nappe. L'aquifère ne doit donc pas être en déséquilibre sur le plan quantitatif, ni en risque de conflit d'usage en été.

Ressources en eau stratégiques et zones de sauvegarde pour le futur pour l'alimentation en eau potable en France

De telles zones de sauvegarde peuvent être considérées *a priori* comme des zones où les prélèvements sont actuellement peu importants. Cette situation peut naturellement évoluer dans le temps.

Ces zones de sauvegarde doivent être définies dans les futurs SDAGE (cf. circulaire du 22 avril 2014 relative à la mise à jour des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, et des programmes de mesures associés). Certaines ont déjà été définies.

En Rhône-Méditerranée :

- Zones d'intérêt futur pour la nappe alluviale du Rhône (Figure 1) ; définition de ZIA (Zones d'Intérêt Actuel), zones déjà fortement sollicitées dont l'altération poserait des

problèmes d'approvisionnement, et les ZIF (Zones d'Intérêt Futur), faiblement ou non sollicitées à ce jour mais à forte potentialité.

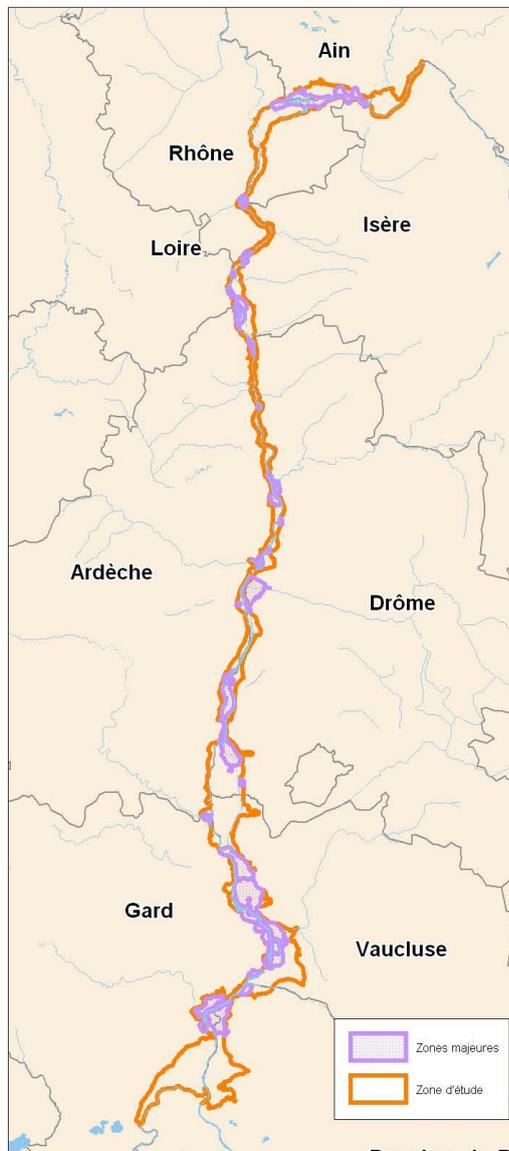


Figure 1 - Zones d'intérêt futur pour la nappe alluviale du Rhône (Anus et al., 2010)

En Seine-Normandie :

- Nappes à réserver pour l'alimentation en eau potable future (orientation 25 du SDAGE 2010-2015) et en particulier : MESO de l'Yprésien 3104 ÉOCÈNE DU VALOIS (disposition 118) ; MESO 3006 ALLUVIONS DE LA BASSÉE (disposition 120) ; MESO 3101 ISTHME DU COTENTIN (disposition 121)

En Loire-Bretagne :

- Nappes à réserver dans le futur pour l'AEP (Figure 2)

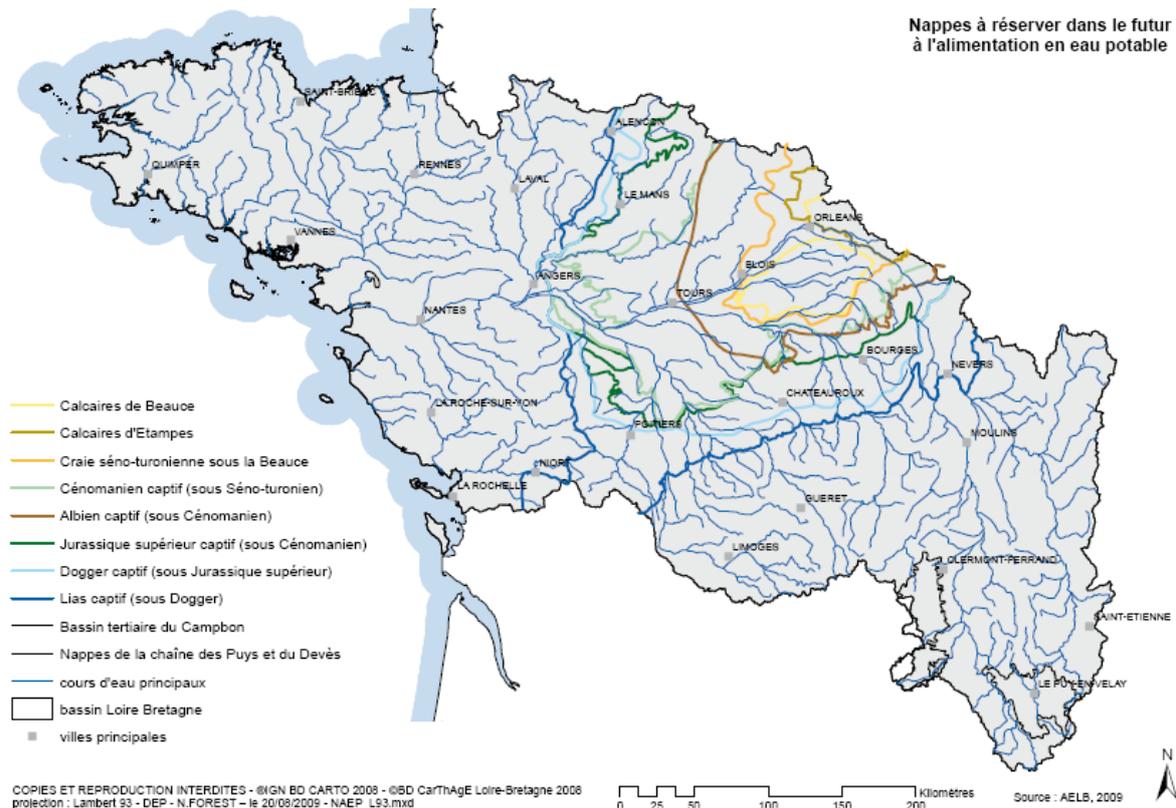


Figure 2 - Nappes à réserver dans le futur pour l'AEP (SDAGE LB 2010-2015)

En Rhin-Meuse :

- nappe des alluvions de la Moselle,
- nappe des alluvions de la Meuse hercynienne.

En Adour-Garonne : pas de nappes actuellement identifiées ; le SDAGE prévoit la réalisation d'un inventaire des systèmes aquifères présentant un intérêt stratégique pour l'alimentation en eau potable, actuelle et future.

2.1.3. Critères de sensibilité au CC

Baisse prévisible du niveau piézométrique

Les modélisations hydrodynamiques des aquifères (Bassin Parisien, Bassin Aquitain, Poitou-Charente, Somme) menées dans le cadre du projet Explore 2070 ont mis en évidence des secteurs où la baisse des niveaux piézométriques imputable au CC serait très importante (MEDDE, 2012).

La baisse est plus importante dans les secteurs peu contraints par le réseau hydrographique, ce qui peut constituer un critère complémentaire.

Dans le Bassin Parisien, la nappe du **Calcaire de Beauce** (Figure 3) et la nappe de la **Craie** (Figure 4) montrent, dans certains secteurs une baisse significative du niveau moyen de la nappe (plus de 7 m) sur la période 2046-2065 (moyenne des sept modèles de climat) par rapport à la période de référence (1961-1990)

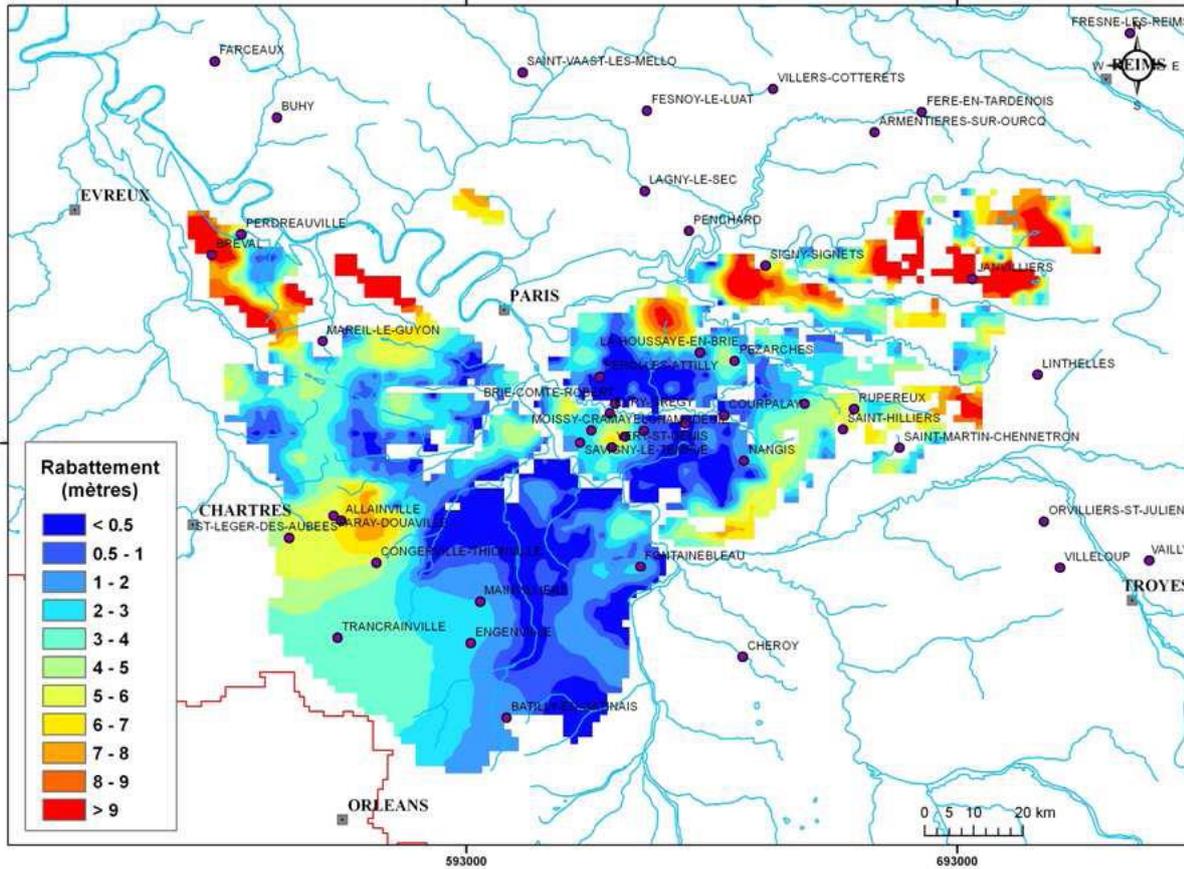


Figure 3 – Baisse du niveau moyen de la nappe de Beauce sur la période 2046-2065 (moyenne des sept modèles de climat) par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)

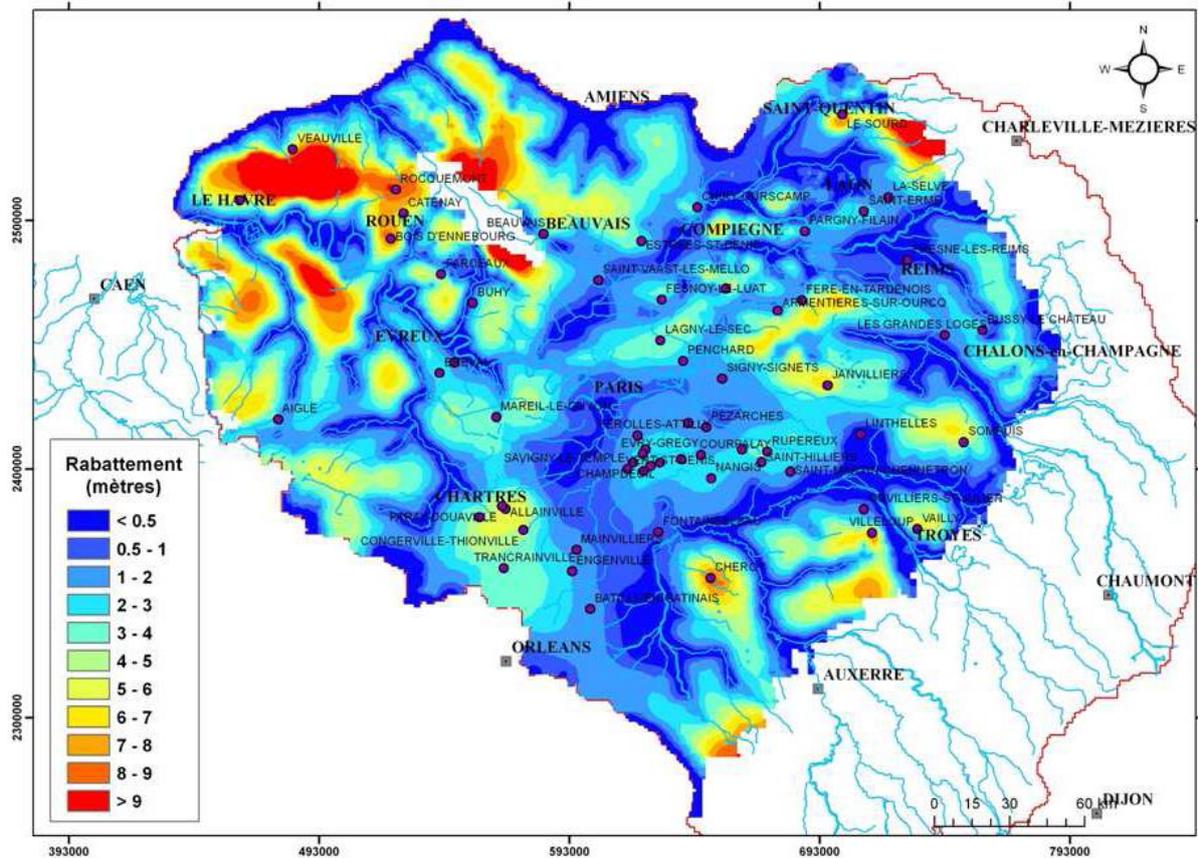


Figure 4 – Baisse du niveau moyen de la nappe de la Craie sur la période 2046-2065 (moyenne des sept modèles de climat) par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)

Dans la Plaine d'Alsace, les simulations montrent une tendance à la baisse mais faible (< 1 m).

En Poitou-Charentes, la nappe du **Jurassique supérieur** (Figure 5) et la nappe du **Dogger** (Figure 6) montrent une baisse du niveau moyen de la nappe sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) pour la simulation la plus pessimiste MRI-CGCM 2.3.2

Pour le Jurassique supérieur et sur les zones hautes, cette baisse pourrait atteindre 8 à 10 mètres. Pour le Dogger, la baisse sur certains secteurs affleurant serait supérieure à 4 à 5 mètres.

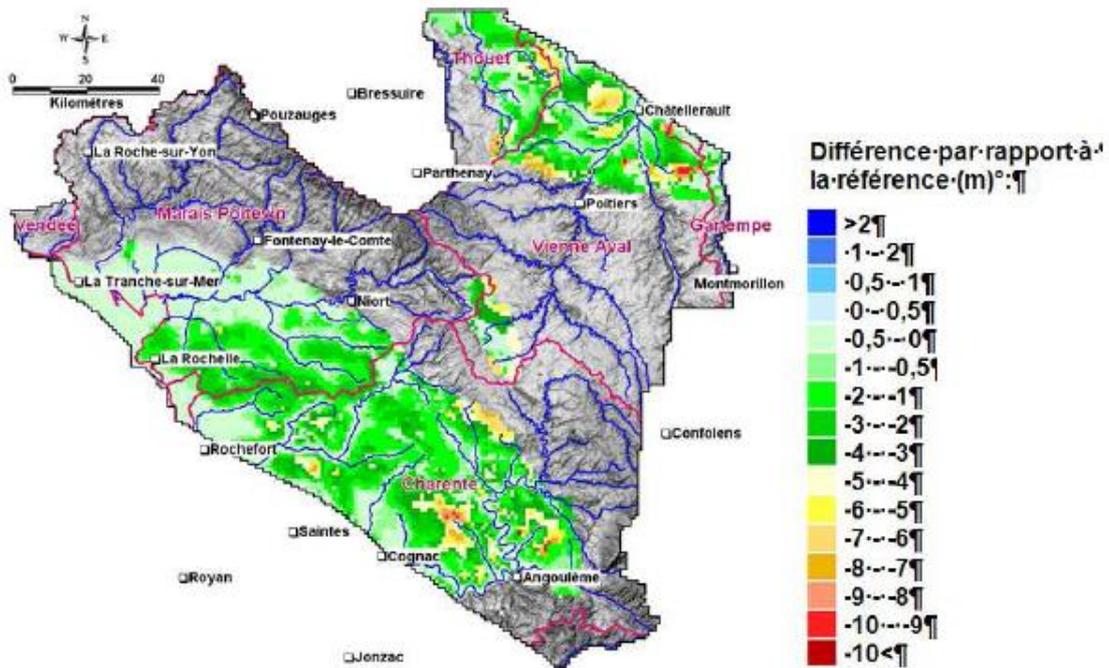


Figure 5 - Baisse du niveau moyen de la nappe du Jurassique supérieur sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) pour la simulation la plus pessimiste MRI-CGCM 2.3.2 (MEDDE, 2012)

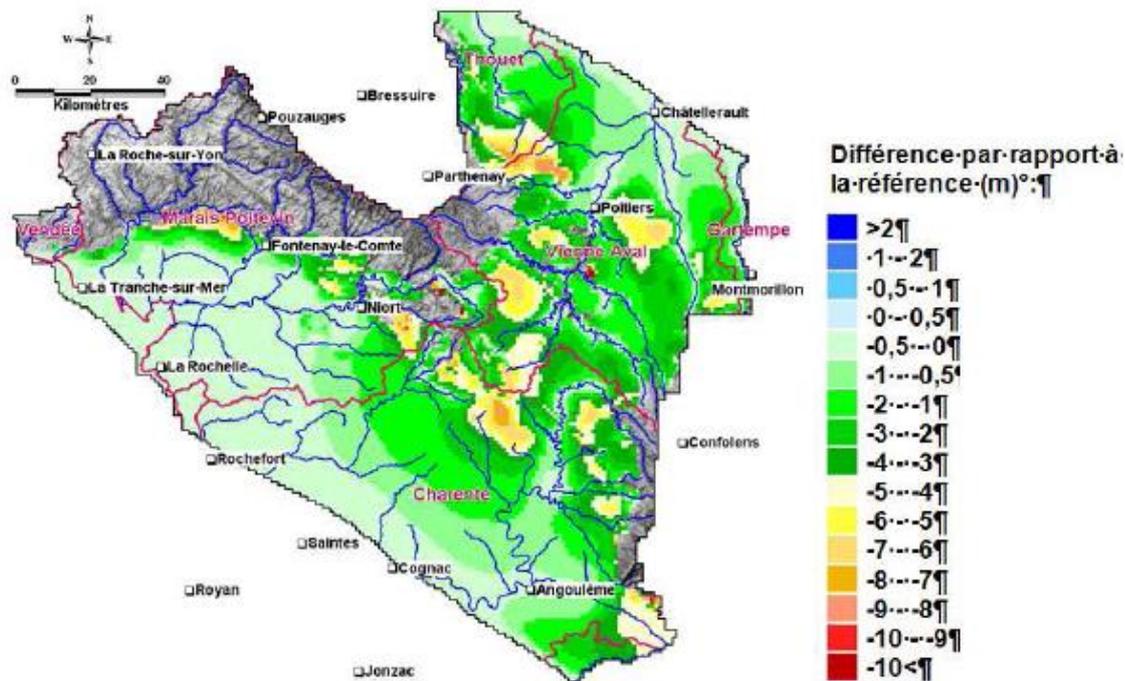


Figure 6 - Baisse du niveau moyen de la nappe du Dogger sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) pour la simulation la plus pessimiste MRI-CGCM 2.3.2 (MEDDE, 2012)

Dans le Bassin Aquitain, la nappe du **Plio-quaternaire** montre une baisse du niveau mini (scénario CM2.1) et maxi (scénario CGCM2.3.2) de la nappe sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) (Figure 7). Pour la nappe de l'**Eocène moyen** (en bas), on observe une baisse marquée du niveau maxi (CGCM2.3.2) de la nappe sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990).

Le modèle MRI-CGCM2.3.2 étant celui qui prévoit les plus fortes baisses de la recharge sur les zones d'affleurement des aquifères étudiés, c'est lui qui génère les plus fortes baisses piézométriques, plus de 10 m pour la nappe de l'Eocène moyen sur les bordures septentrionales et orientales du bassin et les zones de drainage entre aquifères, notamment entre le Miocène et l'Oligocène au centre et au sud-ouest du domaine modélisé, et presque 10 m sur le Plio-quaternaire.

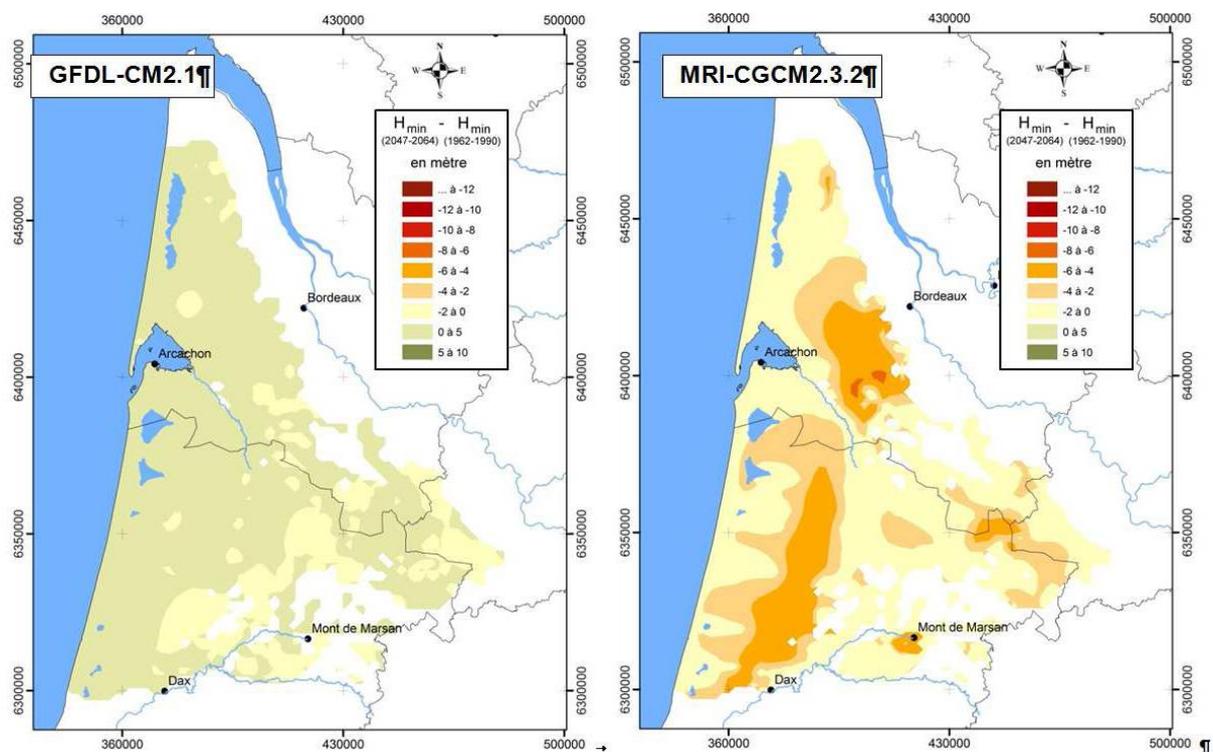


Figure 7 – Baisse du niveau moyen de la nappe du Plio-quaternaire d'Aquitaine (scénario CM2.1 et scénario CGCM2.3.2) sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)

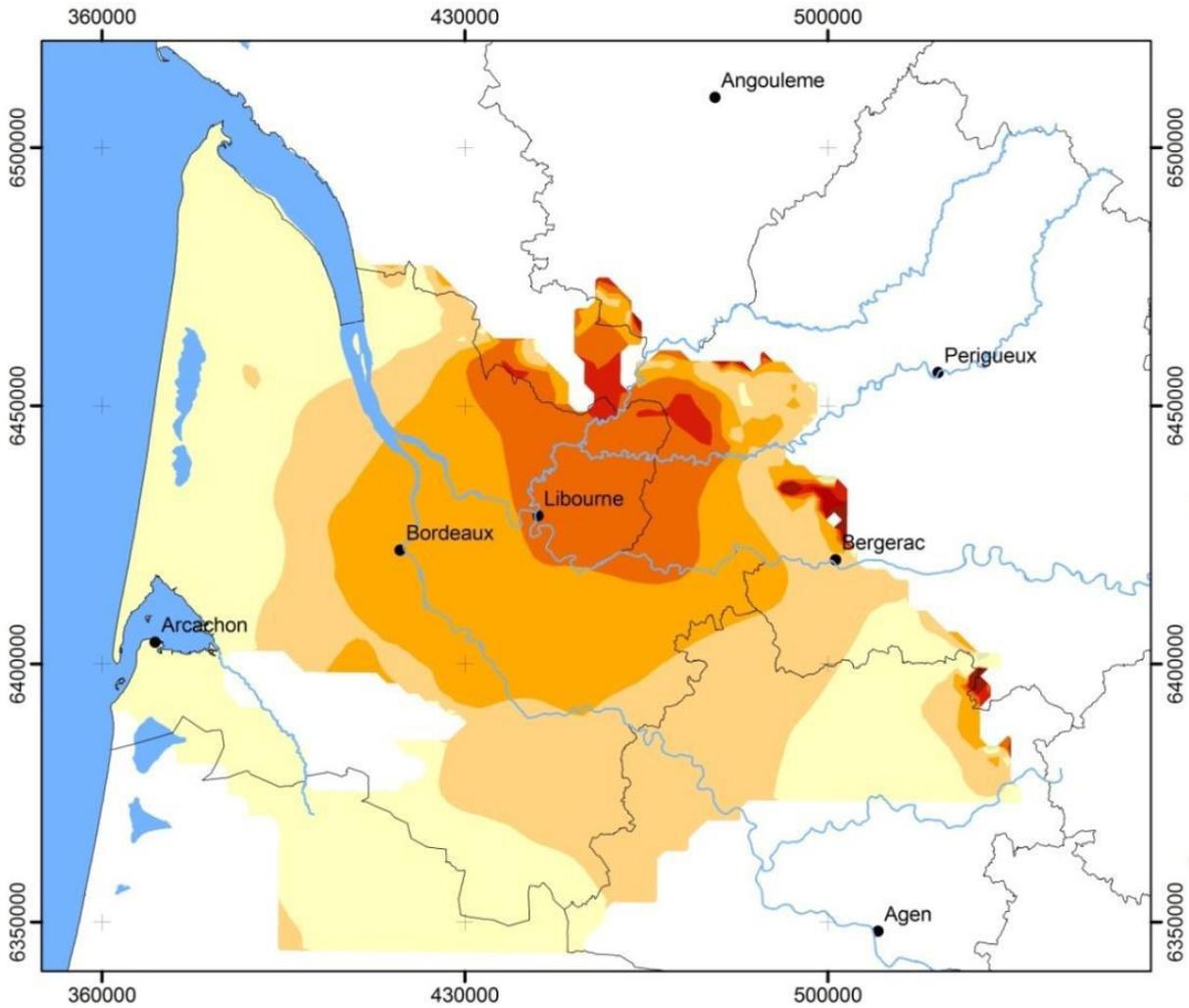


Figure 8 – Baisse du niveau moyen de la nappe de l'Eocène d'Aquitaine (scénario CGCM2.3.2) sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)

Bassin de la Somme

Les simulations réalisées dans le cadre du projet Explore 2070 (MEDDE 2012) montrent pour la nappe de la Craie une baisse maximale du niveau moyen (scénario ARPV3) de la nappe sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990). Plusieurs secteurs montrent une baisse supérieure à 6 m.

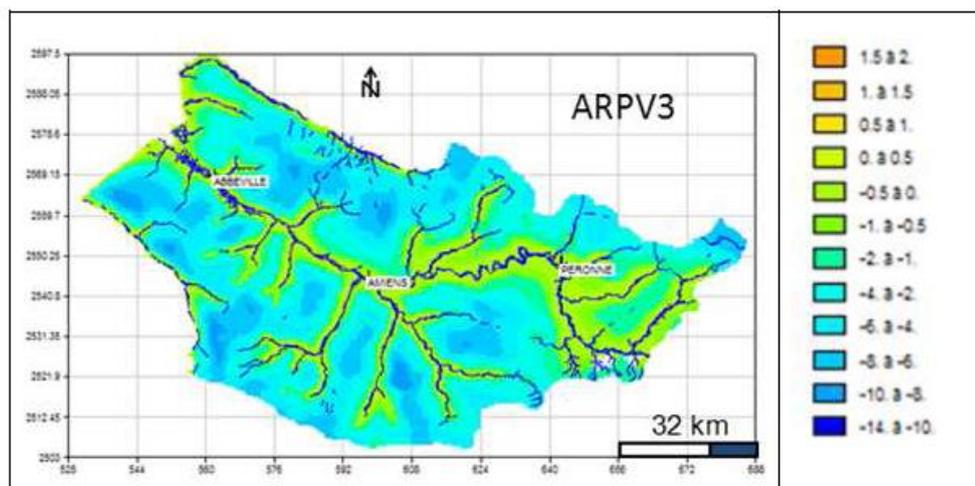


Figure 9 – Baisse du niveau moyen de la nappe de la Craie dans le bassin de la Somme (scénario ARPV3) sur la période 2046-2065 par rapport à la période de référence (1961-1990) (MEDDE, 2012)

2.2. AQUIFÈRES « CIBLES » PROPOSÉS PAR LE BRGM

Une présélection de 45 aquifères référencés dans BDLISA (niveau 2 ou 3) a été réalisée par les hydrogéologues régionaux du BRGM sur la base des critères définis précédemment. Même si on parle plutôt de masses d'eau souterraine ou de nappes d'eau souterraine dans le paragraphe précédent, le référentiel BDLISA, qui délimite des entités hydrogéologiques, est le plus pertinent pour définir les aquifères « cibles »

Ces propositions figurent dans les tableaux ci-dessous, classés par bassins.

2.2.1. Artois-Picardie

Région	Nom usuel nappe	Entité BD LISA niv2 ou 3	Aquifère libre	chroniques piézométriques existantes	Critère de sensibilité au CC - Baisse prévisible du niveau piézométrique	Ressource en eau stratégique	Déséquilibre	Raison choix:
PIC	Craie du Sénonien au Turonien inférieur	121AT	oui	oui	Oui pour le bassin de la Somme			Existence d'un modèle hydrogéologique
NPC	Calcaires du Boulonnais	135AA15	oui	oui				

2.2.2. Rhin-Meuse

Région	Nom usuel nappe	Entité BD LISA niv2 ou 3	Aquifère libre	chroniques piézométriques anciennes existantes	Critère de sensibilité au CC - Baisse prévisible du niveau piézométrique	Ressource en eau stratégique	Déséquilibre	Autres critères:
LOR ALS	Grès du Trias inf. du Bassin Parisien	143AK	Oui (en partie)	Oui			Non	Dans les parties libres en dehors de la ZRE
LOR	Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin parisien	139AM09	Oui	oui			Non	A proximité d'un secteur karstifié
LOR	Calcaire corallien de l'Oxfordien moyen à supérieur du Bassin Parisien	135AA61	oui	oui			Non	Secteur fissuré potentiellement karstifié – piézomètre très réactif
LOR	Calcaires à cératites, calcaires à entroques et couches blanches du Muschelkalk en Lorraine	143AE05	oui	oui			Non	Secteur potentiellement karstifié, pas d'influence
LOR	Nappe alluviale de la Moselle aval	040AC37	oui	oui		oui	Non	Régime influencé mais situation en aval du bassin de la Moselle intéressante – ressource AEP
LOR	Nappe alluviale de la Meuse	...	oui			oui	Non en partie amont	Privilégier les secteurs en amont des affleurements des calcaires Oxfordiens - Régime potentiellement influencé

2.2.3. Seine-Normandie

Région	Nom usuel nappe	Entité BD LISA niv2 ou 3	Aquifère libre	chroniques piézométriques anciennes existantes	Pression (1)	Critère de sensibilité au CC - Baisse prévisible du niveau piézométrique (2)		Autres critères (3)
HNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du littoral cauchois	121AV	oui	oui	2-5 %	oui	non	aquifère "majeur" pour l'AEP
HNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - bassin versant de la Risle	121AW	oui	oui	2-5 %	oui	non	aquifère "majeur" pour l'AEP
HNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques	121AX	oui	oui	2-5 %	oui	non	aquifère "majeur" pour l'AEP
BNO	Sables et Faluns du Mio-Pléistocène en Normandie	104AG	oui	non	10-15%		oui	Petit aquifère adapté pour le suivi du CC
BNO	Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) dans le bassin Seine-Normandie à l'ouest du sillon marneux du Bathonien-Callovien	139AC	oui	oui	5-10%		non	Aquifère majeur exploité pour l'AEP
BNO	Calcaires de l'Aalénien-Bajocien dans l'aquifère libre du bassin versant de la Vire	139AP02	oui	oui	5-10%		non	Aquifère majeur, karstique par endroits
BNO	Sables et Grès du Trias moyen à supérieur en Basse-Normandie	144AA	oui	non	2-5%		non	Petit aquifère proche littoral
BNO	Socle du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de la Divette de sa source à l'embouchure et bassins cotiers en Normandie	169AA	oui	non	2-5%		non	Littoral

BNO	Socle du Massif Armoricaïn dans le bassin versant de l'Ay de sa source à l'embouchure et bassins côtiers en Normandie	169AE	oui	non	<2%		non	Littoral
PIC	Nappe du calcaire du Lutétien du bassin versant de l'Ourcq	113AQ09	oui	oui	<2%		non	Petit aquifère adapté pour le suivi du CC
IDF	Nappe du Calcaire Ludien (secteur est : bassin des sources du provinois)	113AA	oui	oui	10 - 15 % (ratio correspondant plus particulièrement à la partie ouest de la nappe plus exploitée)		non (hors ZRE)	Aquifère "majeur" pour l'AEP
IDF	Alluvions de la Bassée	(actuellement entité complémentaire alluvions réservoir)	oui	oui	> 20% (le ratio volume consommé / recharge sur les masses d'eau alluviales est surestimé avec la méthodologie employée car elles bénéficient d'une alimentation adjacente via les coteaux et/ou des nappes sous-jacentes difficile à prendre en compte)		oui	Aquifère "majeur" pour l'AEP
BOU	Calcaire de l'oxfordien sup et Kimméridgien du Sud-Est du Bassin Parisien	135AA55	oui	non	<2%		non	Petit aquifère adapté pour le suivi du CC
BOU	Craie du Sénonien au Turonien inférieur	121AQ	oui	non	5 - 10%		non	Aquifère "majeur" pour l'AEP

- (1) Ratio pression de prélèvement : volume consommé / recharge moyenne (en %) - valeur extraite de la figure 162 p 237 du rapport Etat des lieux du bassin de la Seine de décembre 2013
- (2) d'après modèle explore 2070 MODCOU du bassin de paris) - Critère retenu : rabattement > 9 mètres dans le modèle
- (3) aquifère "majeur" et/ou "petit" aquifère adapté pour le suivi du CC

2.2.4. Loire-Bretagne

Région	Nom usuel nappe	Entité BD LISA niv2 ou 3	Critères
AUV	Chaîne des Puy	153AA	inclus dans une Nappe à réserver pour l'Alimentation en Eau Potable (NAEP - chaîne des puy) , n'est pas soumis à un déséquilibre quantitatif (pas d'activité anthropique importante à proximité). C'est un aquifère semi-captif, pas de modélisation CC, chronique de 20 ans au plus
BOU	Calcaires Jur. Sup.	135AA57	nappe libre, chronique piézo depuis 1992, point BSH national
BRE	Socle breton	193AE	nappe libre, pas de déséquilibre quantitatif, assez réactive aux pluies, 34 ans de chronique, pas définie en ressource stratégique
BRE	Socle breton	193AA	nappe libre, pas de déséquilibre quantitatif, réactive aux pluies, 22 ans de chronique, pas définie en ressource stratégique
CEN	Calcaires de Beauce	107AA	Réseau DREAL Centre
CEN	Craie du Séno-turonien	121AA	Réseau DREAL Centre
CEN ou PDL	Sables et grès du Cénomani	123AC	Réseau DREAL Centre (ou CG72)
CEN	Calcaires du Jurassique sup	135AC	Nappe libre, très réactive, peu d'inertie ; Piézo situé sur un plateau (fluctuations importantes) et peu influencé ; chronique depuis 1988 ; piézo BSH national et piézo suivi par SAGE Yèvre-Auron
LIM	Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Gartempe	201AE	Nappe libre à captive, chronique piézo depuis 1992, point BSH national
PDL	Socle (Schistes ordovicien)	174AA	Chronique piézo depuis 1991, point BSH national
PDL	Sables du Pliocène	104AB	Nappe libre, chronique piézo depuis 1994, point BSH national
RHA	/	/	Pas nécessaire

2.2.5. Rhône-méditerranée

Région	Nom usuel nappe	Entité BD LISA niv2	Aquifère libre	chroniques piézométriques anciennes existantes	Critère de sensibilité au CC - Baisse prévisible du niveau piézométrique	Ressource en eau stratégique	Déséquilibre	Autres critères:
LRO	Alluvions et Villafranchien de la Vistrenque et des Costières	647AA	oui	oui	Modèle maillé en cours	oui	non	Aquifère « pilote » pour la partie est de la région
LRO	Calcaires jurassico-crétacés des Corbières (système karstique des Corbières d'Opoul et de la structure du Bas Agly)	681AM	oui	oui	Modélisation tempo	oui	non	ressource non influencé "pilote" pour la situation hydrologique sur le Roussillon et l'est Audois
RHA	Alluvions anciennes de la plaine de Valence	521AR	oui					
RHA	Alluvions de la vallée du Drac		Oui					Aquifère de montagne potentiellement impacté par barrages
RHA	Alluvions de la plaine de la Valdaine		oui					
BOU	Calcaires du Jurassique entre Ouche et Vingeanne	139AO	Oui	Oui	?	Etude en cours pour les NAEP	Non	
BOU	Calcaires jurassiques de la Côte dijonnaise	523AE	oui	oui	?	Etude en cours pour les NAEP	non	
PACA	Molasses miocènes du Comtat	561AA	Oui en partie			oui	Risque de surexploitation	

2.2.6. Adour-Garonne

Région	Nom usuel nappe	Entité BD LISA niv2 ou 3	Aquifère libre	chroniques piézométriques anciennes existantes	Critère de sensibilité au CC - Baisse prévisible du niveau piézométrique	Ressource en eau stratégique	Déséquilibre
AQI	Calcaires, grès et sables de l'Eocène inférieur a moyen du nord du Bassin Aquitain	334AG	Sur la bordure nord et est	oui	oui		
AQI	Multicouche sableux du Plio-quadernaire du Triangle Landais	308AC	oui	oui	oui		
MPY	Terrasses (Sables, graviers et galets) quaternaires du bassin Adour-Garonne (Alluvions de la Garonne, de la Dordogne de l'Adour et de l'Ariège)	306AA	oui				

2.2.7. Corse

Région	Nom usuel nappe	Entité BD LISA niv2 ou 3	Aquifère libre	chroniques piézométriques anciennes existantes	Critère de sensibilité au CC - Baisse prévisible du niveau piézométrique	Ressource en eau stratégique	Déséquilibre
CSC	Alluvions récentes du Liamone	900AC13	oui	oui	?	non	non
CSC	Alluvions récentes de la Bravona	900AB98	oui	oui	?	non	non

2.3. SÉLECTION FINALE DES AQUIFÈRES « CIBLES »

Après discussions avec les DREAL et Agences de l'eau, au final 39 aquifères (selon la codification du référentiel hydrogéologique BDLISA) ont été sélectionnés :

- 1 en Artois-Picardie
- 5 en Seine-Normandie
- 4 en Rhin-Meuse
- 10 en Loire-Bretagne
- 9 en Rhône-méditerranée
- 2 en Corse
- 8 en Adour-Garonne

La liste des aquifères est la suivante :

Bassin	Région	Aquifère	Entité BD LISA niv2 ou 3
AP	PIC	Craie du Séno-Turonien en Artois-Picardie	121AT01
SN	HNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du littoral cauchois	121AV
SN	BNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques	121AX
SN	BNO	Grès, Calcaires Et Schistes Du Paléozoïque Dans Le Bassin Versant De La Vire	165AA04
SN	PIC	Nappe du calcaire du Lutétien du bassin versant de l'Ourcq	113AQ09
SN	BOU	Calcaires de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du Sud-Est du Bassin	135AA55
RM	ALS	Socle des Vosges	231AR, AC, AQ, AE, AP, AO, AN, AI, AG
RM	ALS	Formations Plio-Quaternaire du Fossé Rhénan (Nappe d'Alsace)	223AA
RM	ALS	Aquifère des grès du Trias inférieur libre	143AK
RM	LOR	Aquifères calcaires du Dogger (Caillasses et marnes du Bathonien-Callovien)	139AM09
LB	AUV	Massif volcanique de la Chaîne des Puys	153AA

LB	BRE	Socle du Massif Armoricaïn dans les bassins versants de L'Ellé, l'Isole, l'Inam	193AE
LB	BRE	Socle du Massif Armoricaïn dans les bassins versants du Goyen, la rivière de Pont-l'Abbé, l'Odet, le Steir	193AA
LB	CEN	Calcaires de Beauce	107AA
LB	CEN	Calcaires du Jurassique sup	135AC
LB	CEN	Sables du Cénomaniën du bassin de la Vienne	123AG05
LB	LIM	Socle du Massif Central dans le bassin versant de La Gartempe	201AE
LB	PDL	Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieux du Cénomaniën inférieur à moyen, bassin de la Sarthe de sa source au Loir	123AB05
LB	PDL	Sables du Pliocène	104AB
LB	POC	Jurassique Supérieur - Marais poitevin	352AC
Rmed	LRO	Alluvions anciennes entre Vidourle et Lez et littoral entre Montpellier et Sète	529AA00
Rmed	LRO	Calcaires jurassico-crétacés des Corbières (système karstique des Corbières d'Opoul et de la structure du Bas Agly)	681AM
Rmed	RHA	Alluvions anciennes de la plaine de Valence	521AR00
Rmed	RHA	Alluvions de la plaine de la Valdaine	750BE00
Rmed	RHA	Molasses miocènes du Bas Dauphiné	521AU00
Rmed	RHA	Calcaires de la forêt de Saou	539AD00
Rmed	BOU	Calcaires du Jurassique entre Ouche et Vingeanne	139AO
Rmed	BOU	Calcaires jurassiques de la Côte dijonnaise	523AE

Rmed	PACA	Molasses miocènes du Comtat Venaissin	561AA
Corse	CSC	Alluvions récentes du Liamone	900AC13
Corse	CSC	Alluvions récentes de la Bravona	900AB98
AG	AQI	Calcaires, grès et sables de l'Eocène inférieur à moyen du nord du Bassin Aquitain	334AG03
AG	AQI	Multicouche sableux du Plio-quaternaire du Triangle Landais	308AC01
AG	MPY	Alluvions de la Garonne	306AA
AG	MPY	Calcaire À Faciès Urgonien Du Crétacé Inférieur Du Chaînon D'Aspet	402AA03
AG	MPY	alluvions de l'Adour	306AA
AG	MPY	Calcaires du Dogger du Bassin Aquitain, au sud de la Faille d'Aiffres-Boutonne Aquitain	358AE
AG	MPY	Dolomies et calcaires de l'Aalenien au Tithonien dans le système des Grands Causses ,incluant la terminaison sud du Larzac et du Causse de Blandas	358AI10
AG	POC	Karst de la Rochefoucault	358AC05

La carte de la Figure 10 montre les limites de la partie affleurante des aquifères sélectionnés et de la partie sous recouvrement susceptible d'être rechargée par les précipitations

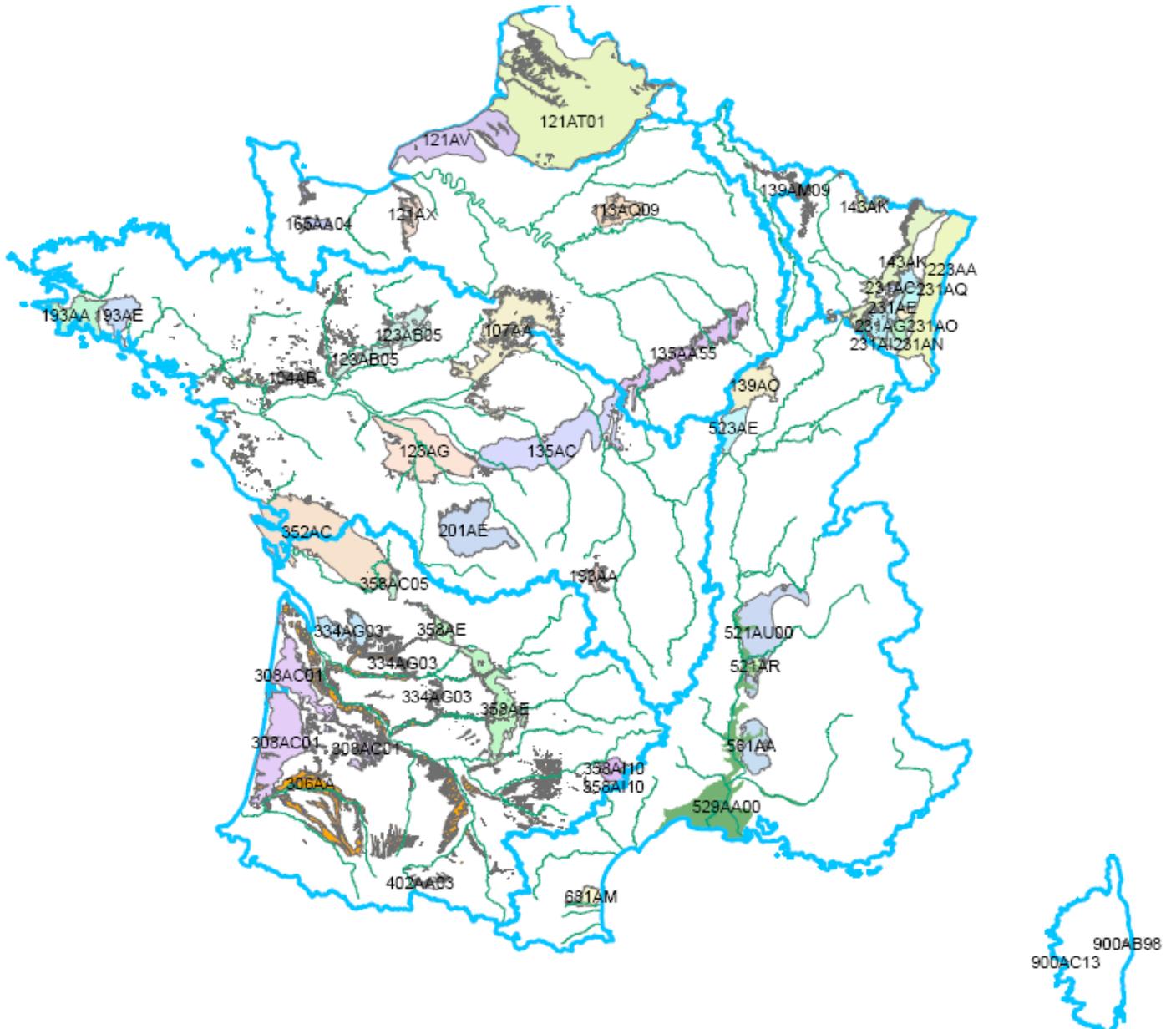


Figure 10 – Aquifères sélectionnés pour le suivi du CC

3. Sélection des ouvrages de suivi

3.1. CRITÈRES DE SÉLECTION DES OUVRAGES

Pour chaque aquifère sélectionné, un ouvrage a été recherché dans les réseaux de suivi existants (réseau DCE ou réseaux locaux). Les critères de sélection des ouvrages sont listés ci-dessous par ordre de priorité décroissante :

- ouvrage pas ou peu influencé par des pompages (et qui doit le rester à terme),
- ouvrage pas ou peu influencé par l'irrigation, les canaux, ou toute source potentielle de recharge artificielle,
- l'ouvrage ne doit capter qu'une seule nappe, à surface libre, qui réponde aux fluctuations climatiques,
- avoir l'assurance de la pérennité de l'ouvrage,
- disposer des informations pertinentes sur l'ouvrage,
- absence d'assec de l'ouvrage,
- chronique piézométrique existante, la plus longue possible,
- qualité des données / absence de trous de données,
- cohérence avec le réseau des piézomètres du BSH nappes.

3.2. BASSIN ADOUR-GARONNE

Le bassin AG a émis un certain nombre de propositions suite aux discussions avec les DREAL concernées, le BRGM Aquitaine et Midi-Pyrénées et l'AEAG.

Deux listes ont été proposées selon deux niveaux de priorité :

• PRIORITÉ 1 :

1. 08025X0009/P Le Temple « Mr Robert » (33) pour le suivi du Plio-Quaternaire (308AC et plus particulièrement le 308AC01) : ouvrage suivi depuis 1975 non AEP
2. 07794X0001/F St Yzan de Soudiac « Communal » (33) pour le suivi de l'Eocène bordure nord (334AG et plus particulièrement le 334AG03) : ouvrage suivi depuis 1962 non AEP et hors dépression bordelaise
3. 09306X0091/F St Porquier (82), dans la basse plaine de la Garonne, suivi depuis 1982. Ce point n'est pas situé à proprement parlé dans le système 306AA, mais dans la surcouche des alluvions récentes. Il paraît plus pertinent de suivre les niveaux récents dans l'optique du CC
4. 10734X0010/HY – source du Baget (09) pour le suivi d'un karst des petites Pyrénées - système 402AA03 - Calcaire à faciès urgonien du Crétacé inférieur du chaînon d'Aspet, suivi depuis 1968,
5. 09793X0011/F - Tarsac (32) pour intégrer un point dans les alluvions de l'Adour. Ce point est situé en position centrale, dans le Gers et paraît pertinent. Aquifère suivi : Surcouche des formations alluviales récentes.

- **PRIORITÉ 2** : ajouter 3 points permettant de suivre les aquifères de socle et deux sous-bassins des aquifères karstiques des Causses du Quercy et des Grands Causses :

1. 09098X0081/HY L'Esperelle (12) – Système 358A110 : Dolomies et calcaires de l'Aalénien au Tithonien dans le système des Grands Causses, incluant la terminaison sud du Larzac et du Causse de Blandas,
2. une source des Causses du Quercy : après discussion entre l'AEAG et le BRGM, c'est la source karstique du Sorpt, sur la station hydrométrique du Rozier, en Corrèze qui serait proposée plutôt que celle de Blagour de Souillac pour le système 358AE : Calcaires du Dogger du Bassin Aquitain, au sud de la Faille d'Aiffres-Boutonne-Aquitain.
3. un point dans le socle (source ou forage) : dans le socle, les piézomètres sont suivis depuis seulement 1 an et dans le cadre du projet BRGM ERESSAR (ils ne font donc pas partie du RCS). Dans l'attente de la mise en place d'un réseau plus pérenne, en première approche il est proposé de sélectionner 2 stations hydrométriques sur cours d'eau, l'une située en amont du système et l'autre en aval, afin de faire des bilans différentiels :
 - station d'Onet le Château sur l'Aveyron – code hydro : O5092520 – en amont du système de socle
 - station de Laguépie sur l'Aveyron – code hydro : O5292510 – en aval du système de socle

Pour les Causses du Quercy, c'est finalement la source de Blagour-de-Souillac qui a été choisie. Les stations hydrométriques sur l'Aveyron n'ont finalement pas été retenues, car sortant du cadre de ce réseau..

Le choix final des ouvrages est le suivant (Figure 11 ; Tableau 1) :

Région	Aquifère	Entité BD LISA	Code BSS de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
AQI	Calcaires, grès et sables de l'Eocène inférieur a moyen du nord du Bassin Aquitain	334AG03	07794X0001/F	St Yzan de Souillac « Communal » (33)	01/10/1962
AQI	Multicouche sableux du Plio-quadernaire du Triangle Landais	308AC01	08025X0009/P	Le Temple « Mr Robert » (33)	24/10/1975
MPY	Alluvions de la Garonne	306AA	09306X0091/F	St Porquier (82)	26/06/1982
MPY	Calcaire À Faciès Urgonien Du Crétacé Inférieur Du Chaînon D'Aspet	402AA03	10734X0010/HY	source du Baget (09)	25/04/1968
MPY	alluvions de l'Adour	306AA	09793X0011/F	Tarsac (32)	19/12/1996
MPY	Calcaires du Dogger du Bassin Aquitain, au sud de la Faille d'Aiffres-Boutonne Aquitain	358AE	08091X0006/HY station hydrométrique : P2315310	Blagour de Souillac	24/03/1998
MPY	Dolomies et calcaires de l'Aalénien au Tithonien dans le système des Grands Causses ,incluant la terminaison sud du Larzac et du Causse de Blandas	358A110	09098X0081/HY station hydrométrique : O3395010	L'Esperelle (La Roque Sainte-Marguerite - 12)	01/01/2002

POC	Karst de la Rochefoucault	358AC05	07093X0020/HY station hydrométrique : R2335050	source de la Touvre	01/12/1979
-----	---------------------------	---------	---	---------------------	------------

Tableau 1 – Sélection des ouvrages pour le Bassin Adour-Garonne

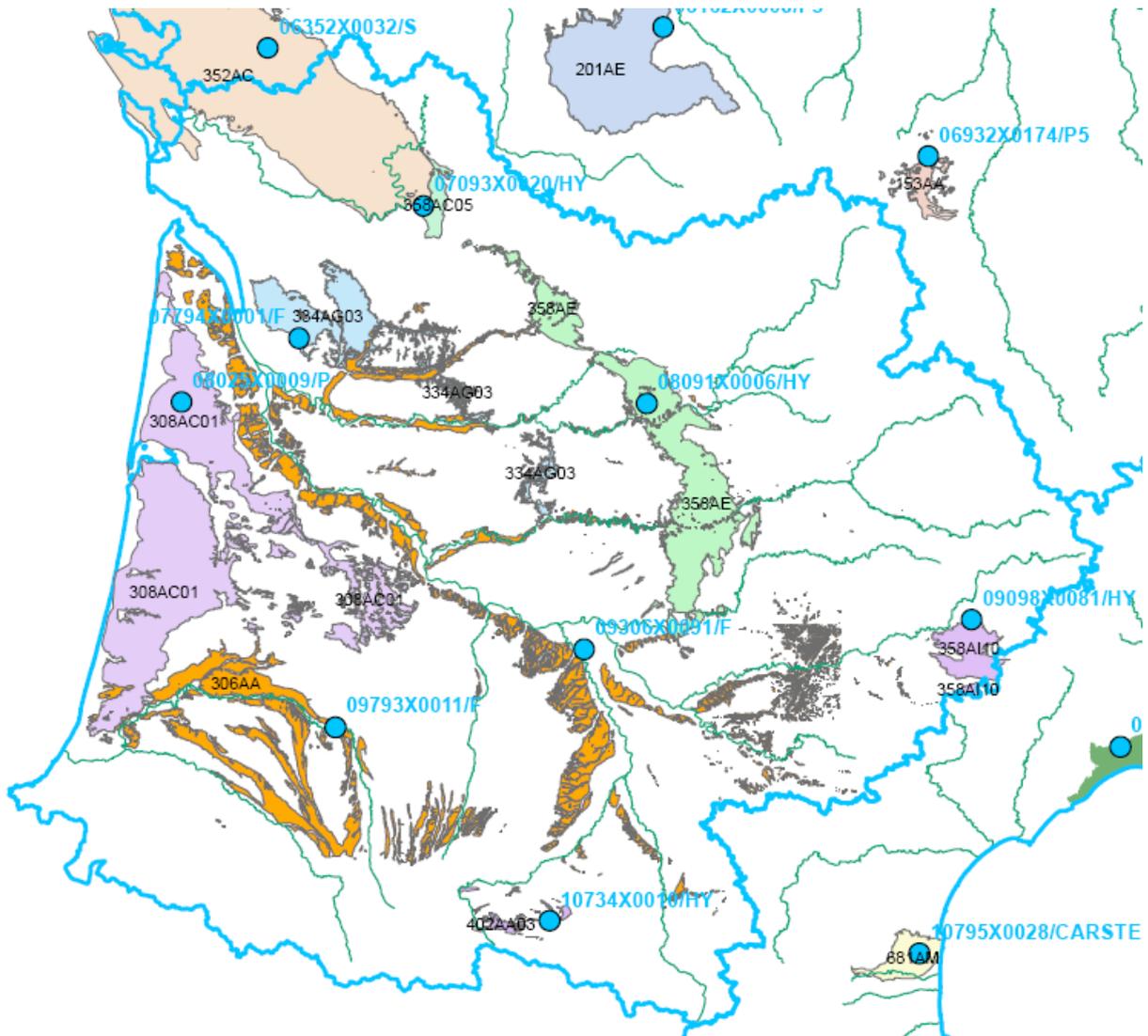


Figure 11 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Adour-Garonne

3.3. BASSIN ARTOIS-PICARDIE

Pour le bassin de la Somme (craie), il a été proposé le piézomètre de Talmas (00347X0002/P) car il est situé sur le plateau et le forage agricole le plus proche est à environ 2 km (niveau peu influencé d'après le modèle de la Somme). Ce piézomètre est situé dans une zone qui serait impactée par le CC selon les travaux de Explore 2070 (MEDDE, 2012).

Le choix final des ouvrages est le suivant (Tableau 2 ; Figure 12) :

Région	Aquifère	Entité BD LISA	Code BSS de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
PIC	Craie du Séno-Turonien en Artois-Picardie	121AT01	00347X0002/P	Talmas	26/11/1996

Tableau 2 – Sélection des ouvrages pour le Bassin Artois-Picardie



Figure 12 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Artois-Picardie

3.4. CORSE

Les deux aquifères retenus sur la Corse sont l'aquifère alluvial du Liamone (secteur de Coggia) pour la Corse-du-Sud et l'aquifère alluvial de la Bravone (secteur de Linguizzetta sur la Plaine orientale) pour la Haute-Corse. Chacune de ces deux entités hydrogéologiques présente un piézomètre avec des chroniques supérieures à 10 ans faisant partie du réseau piézométrique DCE.

Le choix final des ouvrages est le suivant (Figure 13 ; Tableau 3) :

Région	Aquifère	Entité BD LISA	Code BSS de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
CSC	Alluvions récentes du Liamone	900AC13	11172X0119/COSCIA	Coggia	26/04/1988
CSC	Alluvions récentes de la Bravona	900AB98	11156X0009/BRAVON	Linguizetta	02/01/1984

Tableau 3 – Sélection des ouvrages pour la Corse



Figure 13 - Sélection des ouvrages pour la Corse

3.5. BASSIN LOIRE-BRETAGNE

Le bassin LB a émis un certain nombre de propositions suite aux discussions avec les DREAL concernées, le BRGM et l'AELB.

- 06932X0174/P5 (P5 Pagnat) pour le suivi du massif volcanique de la Chaîne des Puys ; il est inclus dans une NAEP (Chaîne des Puys), non soumis à un déséquilibre quantitatif (pas d'activité anthropique importante à proximité)
- 03128X0011/F (Ploërdut (56)) et 03107X0008/F (Landrévarzec (29)) pour le suivi du socle breton : nappe libre, pas de déséquilibre quantitatif, assez réactive aux pluies, plus de 20 ans de chronique

- 03622X0027/PZ (Epied-en-Beauce) pour le suivi de la nappe de Beauce : nappe à enjeux, piézomètre du BSH national, chronique depuis 1965, cycle inter-annuel de la nappe de Beauce
- 05464X0045/P (Plaimpied-Givaudins) pour le suivi de la nappe des calcaires du Jurassique supérieur : Nappe libre, très réactive, peu d'inertie ; Piézomètre situé en Champagne berrichonne sur un plateau (fluctuations importantes) et peu influencé ; chronique depuis 1988 ; piézomètre du BSH national et suivi par le SAGE Yèvre-Auron
- 05155X0002/FAEP (Civray-sur-Esves) dans la nappe des sables du Cénomaniens : Piézomètre proposé par la DREAL de bassin en complément de Savigné ; en partie captive (NAEP), identifié dans le SDAGE dans une zone à enjeux (pressions/prélèvements) ; ZRE Cénomaniens ; chronique depuis 1988 ; piézomètre BSH national
- 06162X0008/F5 (Bazelat) dans le socle du Massif Central (bassin versant de La Gartempe) : nappe libre à captive, chronique depuis 1992, point BSH national
- 03228X0048/F (Savigné-l'Évêque) dans les Sables et Grès du Cénomaniens inférieur à moyen : piézo BSH national, chronique depuis 1995, nappe libre du Cénomaniens
- 04518X0042/PZ8 (Nort-sur-Erdre) dans les sables du Pliocène en Pays de Loire : Nappe libre, chronique depuis 1994, point BSH national
- 06352X0032/S (Bourdet (79)) dans la nappe du Jurassique supérieur du Marais poitevin : nappe libre, déséquilibre quantitatif ; chronique depuis 1985 ; piézomètre du BSH national ; ouvrage avec enjeu modélisation, identifié dans SDAGE Loire-Bretagne dans une zone à enjeux (pressions / prélèvements), ZRE Marais poitevin ;

Les deux ouvrages de Civray-sur-Esves et Bourdet n'ont finalement pas été retenus car ne respectant pas les critères de sélection des ouvrages. L'ouvrage de Civray-sur-Esves est situé en nappe captive et celui de Bourdet est dans un secteur avec plusieurs forages agricoles à proximité.

Le choix final des ouvrages est le suivant (Tableau 4 ; Figure 14).

Région	Aquifère	Entité BD LISA	Code BSS de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
AUV	Chaîne des Puys	153AA	06932X0174/P5	Charbonnières-les-Varennes	25/05/1994
BRE	Socle breton	193AE	03128X0011/F	Ploërdut (56)	01/02/1980
BRE	Socle breton	193AA	03107X0008/F	Landrévarzec (29)	19/05/1992
CEN	Calcaires de Beauce	107AA	03622X0027/PZ	Epied-en-Beauce	14/10/1965

CEN	Calcaires du Jurassique sup	135AC	05464X0045/P	Plaimpied-Givaudins	15/09/1988
LIM	Massif granitique	201AE	06162X0008/F5	Bazelat	13/09/1991
PDL	Sables et Grès, Sables et Marnes glauconieux du Cénomaniens inférieur à moyen, bassin de la Sarthe de sa source au Loir	123AB05	03228X0048/F	Savigné-l'Évêque	01/01/1995
PDL	Sables du Pliocène	104AB	04518X0042/PZ8	Nort-Sur-Erdre	11/03/1994

Tableau 4 – Sélection des ouvrages pour le Bassin Loire-Bretagne

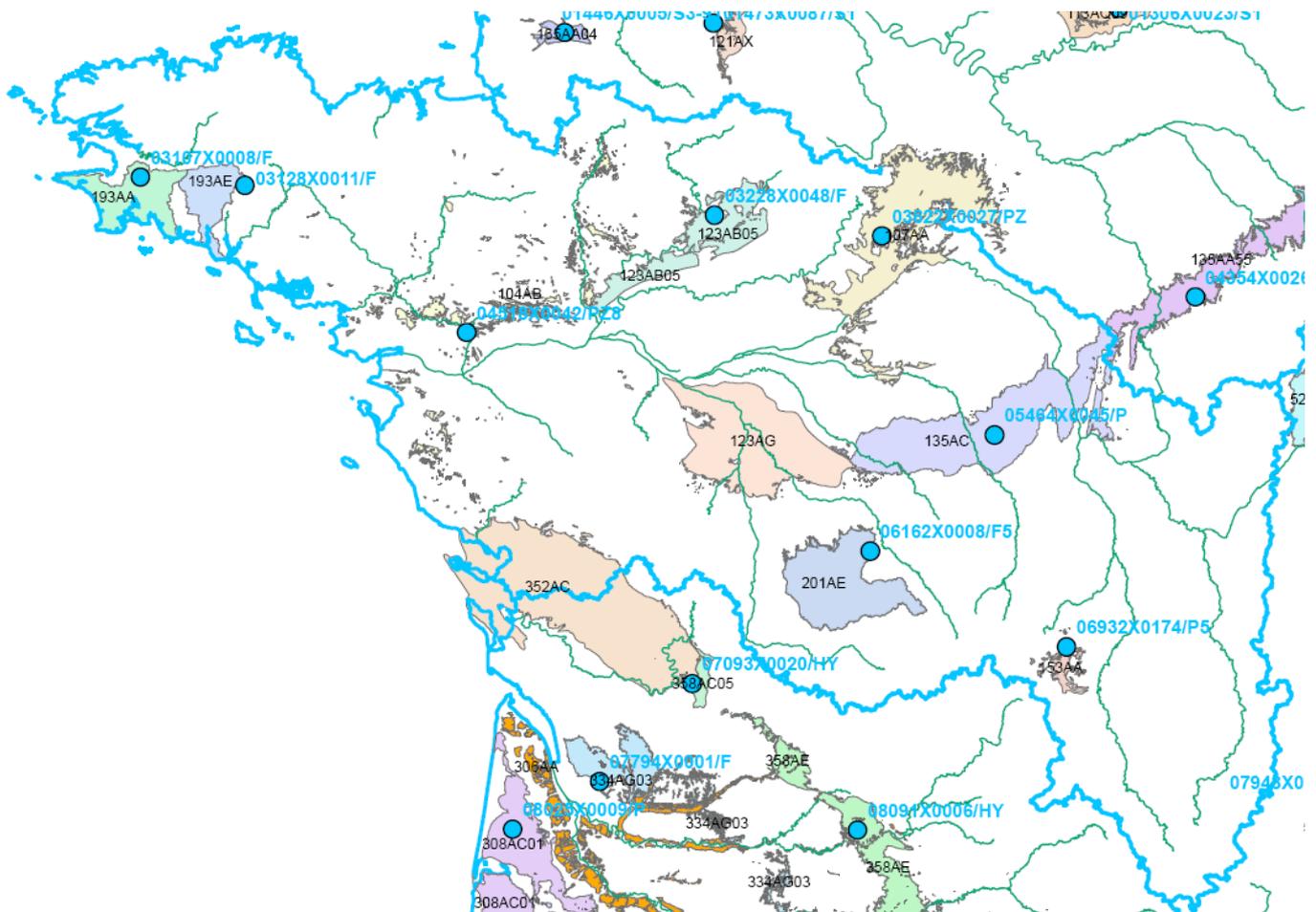


Figure 14 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Loire-Bretagne

3.6. BASSIN RHIN-MEUSE

Nous reprenons ici la note de la DREAL, suite à une réunion avec les directions régionales d'Alsace et de Lorraine du BRGM et les DREAL d'Alsace et de Lorraine organisée le 26/09/2014.

Aquifères de socle (masse d'eau souterraine CG003) : présence d'un manteau neigeux sensible aux variations climatiques et aquifères avec de faibles réserves. Présence de nombreuses sources pouvant présenter un risque d'assec plus important en cas de diminution de la recharge. La préférence est de suivre une source sur le flanc alsacien du massif des Vosges, plus sec que le lorrain.

Nappe d'Alsace (masse d'eau souterraine CG001) : intérêt de surveiller la partie de la nappe sous influence majoritaire du Rhin, fleuve à régime nival dont l'évolution du comportement liée au changement climatique peut être différente des autres cours d'eau. Il est aussi possible de suivre un secteur sous influence majoritaire des précipitations. Il est par contre inutile de suivre un secteur sous influence majoritaire des cours d'eau vosgiens, puisqu'un point dans le socle est proposé. Par contre, le choix du point, en tenant compte des critères de sélection (notamment l'absence d'influence anthropique) risque de s'avérer délicat.

Aquifère des grès du Trias inférieur libre (masse d'eau CG004) : aquifère sensible aux conditions climatiques, mais présentant une légère inertie, permettant de lisser les évolutions piézométriques. Il devrait alors être possible de détecter une tendance dans les chroniques piézométriques. La préférence est de suivre un point dans le flanc lorrain du massif des Vosges, préférentiellement dans les Vosges du Nord.

Aquifères calcaires (calcaire du Dogger, masses d'eau souterraines B1G009, CG010 et B1G011) : ces aquifères sont très sensibles aux fluctuations climatiques saisonnières, et notamment aux événements extrêmes. La surveillance de ce type d'aquifère pourrait permettre d'observer des modifications dans l'amplitude et la fréquence des événements extrêmes (hautes eaux et basses eaux). La préférence est de suivre un point dans les calcaires du Dogger, en évitant la zone des mines de fer.

Au final le choix des points a été le suivant :

- 03773X0086/HY (Mittlach) pour le suivi du socle vosgien ; Il s'agit d'une source ; PAS DE DONNEES SOUS ADES mais bancarisées à terme dans la banque hydro (débits). Ce point a été validé lors des dernières réunions de bassin
- 03783X0046/71 (Hettenschlag) pour le suivi de la nappe d'Alsace : ce point a été proposé par l'APRONA, en charge de la gestion du réseau piézométrique de l'aquifère rhénan
- 01686X0100/F (Niedersteinbach) pour le suivi de l'Aquifère des grès du Trias inférieur libre : Pas de télétransmission pour le moment (problème de réseau). Ce point a été choisi de commun accord entre le BRGM et la DREAL en raison de sa pérennité, de l'absence d'influence anthropique et de son bon état général
- 01377X0205/F3 (Vernéville) pour le suivi des calcaires du Dogger

Région	Aquifère	Entité BD LISA	Code BSS de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
ALS	socle des Vosges	231AR, AC, AQ, AE, AP, AO, AN, AI, AG	03773X0086/HY*	Mittlach	13/02/2014
ALS	Formations Plio-Quaternaire du Fossé Rhénan (Nappe d'Alsace)	223AA	03783X0046/71	Hettenschlag	04/01/1955
Als	Aquifère des grès du Trias inférieur libre	143AK	01686X0100/F	Niedersteinbach	06/01/2015
LOR	Aquifères calcaires du Dogger (Caillasses et marnes du Bathonien-Callovien)	139AM09	01377X0205/F3	Vernéville	13/06/1969

* la station est en attente de création dans la banque hydro

Tableau 5 – Sélection des ouvrages pour le Bassin Rhin-Meuse

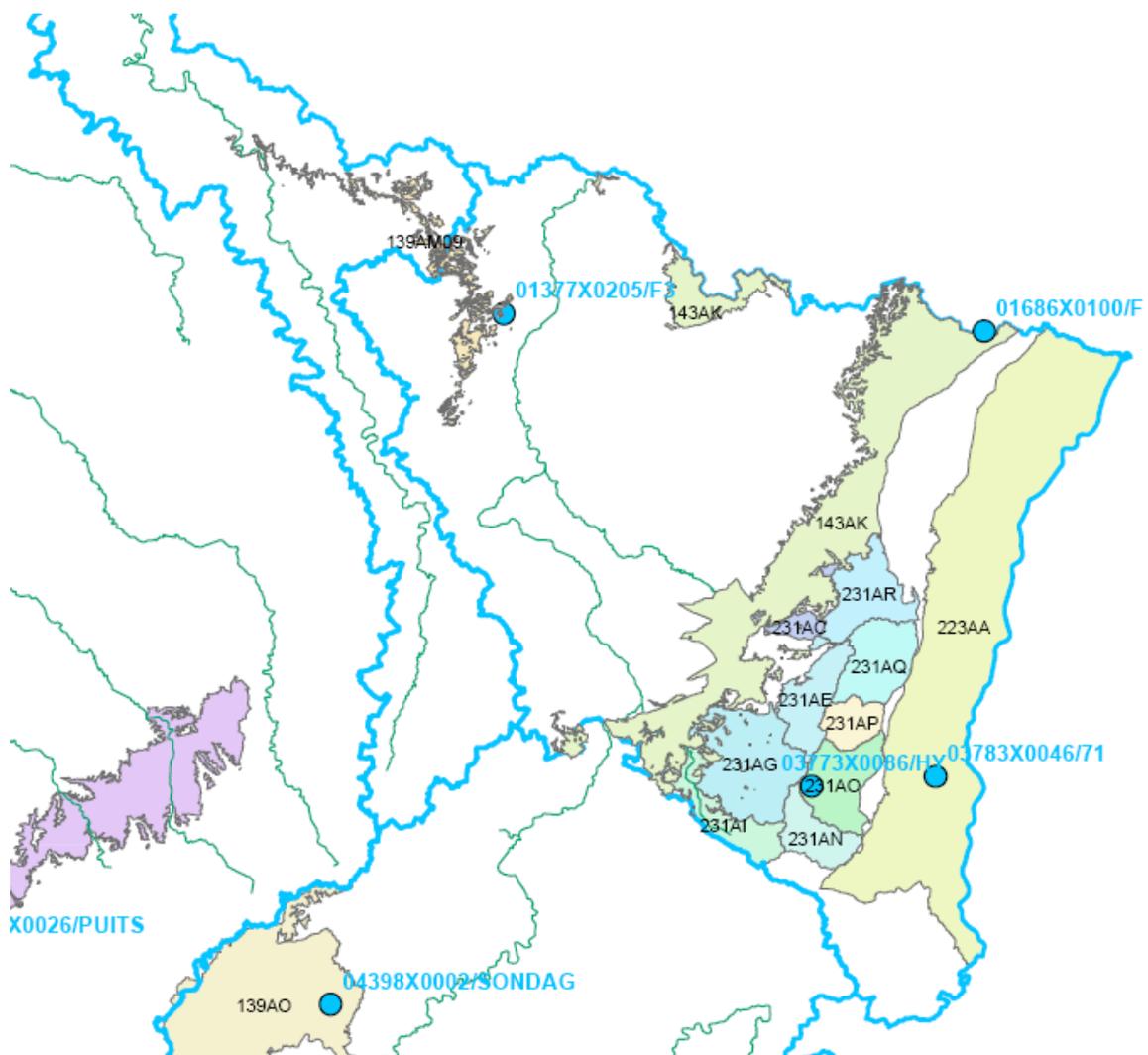


Figure 15 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Rhin-Meuse

3.7. BASSIN RHÔNE-MÉDITERRANÉE

Le Bassin Rhône-Méditerranée a émis un certain nombre de propositions suite aux discussions avec les DREAL concernées, le BRGM et l'AERMC.

Au final, le choix des points a été le suivant (Figure 16 ; Tableau 6) :

Région	Aquifère	Entité BD LISA	Code BSS de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
LRO	Alluvions anciennes entre Vidourle et Lez et littoral entre Montpellier et Sète	529AA00	09915X0181/AUNES	Saint-Aunes	01/05/1977
LRO	Calcaires jurassico-crétacés des Corbières (système karstique des Corbières d'Opoul et de la structure du Bas Agly)	681AM	10795X0028/CARSTE	Fontdame	09/12/1997
RHA	Alluvions anciennes de la plaine de Valence	521AR00	07955X0111/P	Les Plantas (Bourg de Péage - 26)	17/06/2009
RHA	Alluvions de la plaine de la Valdaine	750BE00	08666X0173/P	Rippert (Montboucher sur Jabron - 26)	03/04/2013
RHA	Molasses miocènes du Bas Dauphiné	521AU00	07948X0047/F1	Maupas (Romans sur Isère - 26)	11/06/2009
RHA	Calcaires de la forêt de Saou	539AD00	08435X0010/NO8	le Perthuis (Saou - 26)	12/10/1987
BOU	Calcaires du Jurassique entre Ouche et Vingeanne	139AO	04398X0002/SONDAG	Bourberain	01/01/1974
BOU	Calcaires jurassiques de la Côte dijonnaise	523AE	04992X0011/SONDAG	Fleurey-sur-Ouche	25/07/1995
PACA	Molasses miocènes du Comtat Venaissin	561AA	09404X0219 / MONTEU	Monteux - la Sorguette	21/01/1997

Tableau 6 – Sélection des ouvrages pour le Bassin Rhône-Méditerranée



Figure 16 - Sélection des ouvrages pour le Bassin Rhône-Méditerranée

3.8. BASSIN SEINE-NORMANDIE

Le Bassin SN a émis un certain nombre de propositions suite aux discussions avec les DREAL concernées, le BRGM et l'AESN.

- 00578X0002/S1 (Veauville-les-Quelles) pour le suivi de la nappe de la craie en Haute-Normandie : ce point a une réserve de hauteur d'eau importante en cas d'étiage. Cependant, Tocqueville-en-Caux décrit plus nettement les cycles annuels.
- 01473X0087/S1 (Auquainville) pour le suivi de la nappe de la craie en Basse-Normandie : représentatif d'une zone (BV de la Touques) encore peu influencée par les prélèvements

- 01446X0005/S3-91 (La Ferrière-Harang) pour le suivi de la nappe du socle armoricain dans le bassin versant de la Vire : le point est situé loin de la mer, peu influencé par les marées et les prélèvements, avec une chronique longue.
- 01516X0004/S1 (Perdreauville) pour le suivi de la nappe de la craie dans le Vexin normand : ce point présente des variations éventuellement imputables au CC (résultats de modélisation)
- 01306X0023/S1 (Armentière -sur-Ourcq) pour le suivi de Nappe du calcaire du Lutétien du bassin versant de l'Ourcq
- 03302X1012/S1 (Cheroy) pour le suivi de la nappe de la craie dans le bassin versant du Loing : ce point présente des variations éventuellement imputables au CC (résultats de modélisation)
- 04354X0026/PUITS (Noyer-sur-Serain) pour le suivi des Calcaires de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du Sud-Est du Bassin

Les deux ouvrages de Perdreauville et Cheroy n'ont finalement pas été retenus car les résultats de modélisation n'étaient pas suffisamment probants. Le choix des points a été le suivant (Tableau 7 ; Figure 17) :

Région	Aquifère	Entité BD LISA	Code BSS de l'ouvrage	Nom usuel de l'ouvrage	Date de début de la chronique
HNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du littoral cauchois	121AV	00578X0002/S1	Veauville-les-Quelles	19/11/1969
BNO	Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques	121AX	01473X0087/S1	Auquainville	31/01/1974
BNO	Grès, Calcaires Et Schistes Du Paléozoïque Dans Le Bassin Versant De La Vire	165AA04	01446X0005/S3-91	La Ferriere-Harang	28/03/2002
PIC	Nappe du calcaire du Lutétien du bassin versant de l'Ourcq	113AQ09	01306X0023/S1	Armentière-sur-Ourcq	07/02/1974
BOU	Calcaires de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du Sud-Est du Bassin	135AA55	04354X0026/PUITS	Noyer-sur-Serain	10/11/2005

Tableau 7 – Sélection des ouvrages pour le Bassin Seine-Normandie

4. Conclusions

Le réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines a finalement été défini pour un nombre limité d'aquifères sur la base de critères hydrogéologiques, de critères d'usage et d'un critère de sensibilité au changement climatique. Le critère principal est l'absence de pression anthropique sur l'aquifère, ou *a minima* une pression que l'on peut considérer comme négligeable par rapport aux fluctuations naturelles du niveau de la nappe.

Au final, 39 aquifères (selon la codification du référentiel hydrogéologique BDLISA) ont été sélectionnés :

- 1 en Artois-Picardie,
- 5 en Seine-Normandie,
- 4 en Rhin-Meuse,
- 10 en Loire-Bretagne,
- 9 en Rhône-Méditerranée,
- 2 en Corse,
- 8 en Adour-Garonne.

Pour chaque aquifère sélectionné, un ouvrage de suivi a été recherché, là encore sur la base d'un certain nombre de critères et en particulier que l'ouvrage soit en nappe libre et ne soit pas influencé par des pompages. Pour deux aquifères du bassin Loire-Bretagne, nous n'avons pas trouvé d'ouvrage respectant ces critères. Au final 37 ouvrages (5 sources et 32 piézomètres) ont été sélectionnés pour constituer ce réseau de suivi du changement climatique qui sera déclaré comme méta-réseau dans ADES.

Une réflexion est en cours sur l'utilisation d'un indicateur d'état des nappes standardisé qui permettra d'évaluer l'évolution de la ressource en eau souterraine à partir des piézomètres de ce réseau de référence à différents pas de temps. Ainsi, il sera par exemple possible de qualifier une année hydrologique par rapport aux années passées, ou un été particulier par rapport aux étés passés, ou encore l'évolution de la ressource en été des dix dernières années. De plus un protocole est en cours de développement pour mesurer la température de l'eau de ces aquifères et de leur évolution temporelle. Enfin, un travail sur l'intérêt de la surveillance de l'intrusion saline dans les aquifères côtiers en France a été lancé en 2015.

5. Bibliographie

ANUS.S., FLORIAT.M., LACROIX.J., LAUZIER.B., SENECHAL.C. (2010) - Nappes alluviales du Rhône – Identification et protection des ressources en eau majeures pour l'alimentation en eau potable – volume 1 ; rapport 08CLE032

MEDDE (2012) – EXPLORE 2070 - Hydrologie souterraine – Synthèse ; 184 p.

VERNOUX J.F., SEGUIN J.J. (2012)- Établissement d'un réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines (année 2).; Rapport BRGM/RP-61020-FR, 143 p

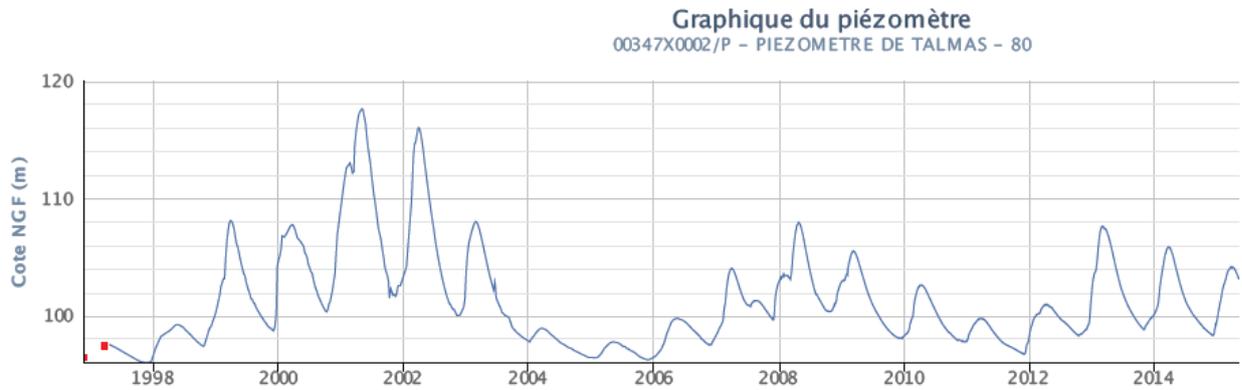
VERNOUX J.F., SEGUIN J.J. (2013) - Établissement d'un réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines (année 3) et essai de détermination d'un index piézométrique standardisé, rapport BRGM/RP-61807-FR, 110 p.

Annexe 1

Chroniques de mesure des ouvrages sélectionnés

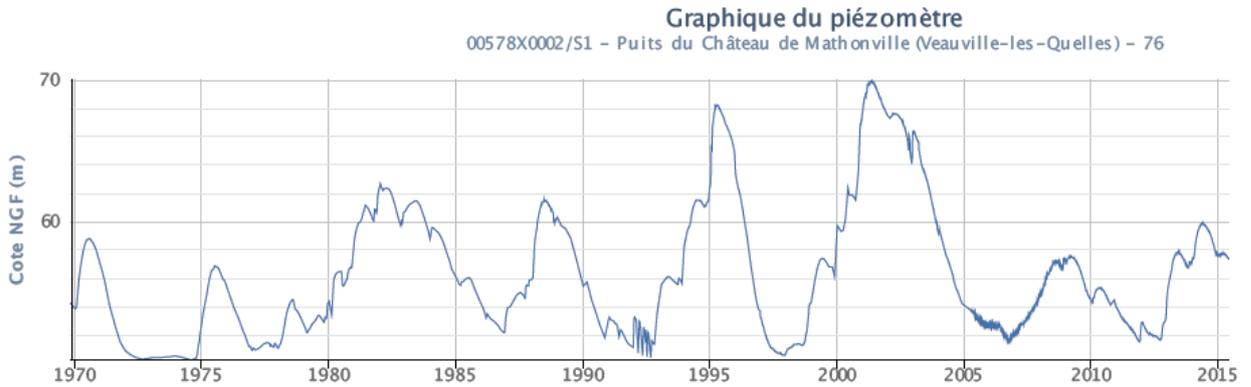
Artois-Picardie

00347X0002/P - Craie du Séno-Turonien en Artois-Picardie

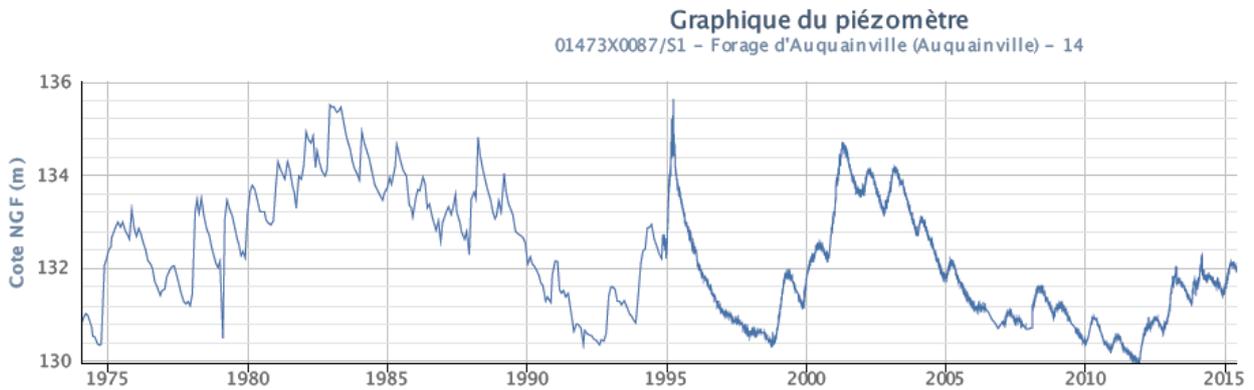


Seine-Normandie

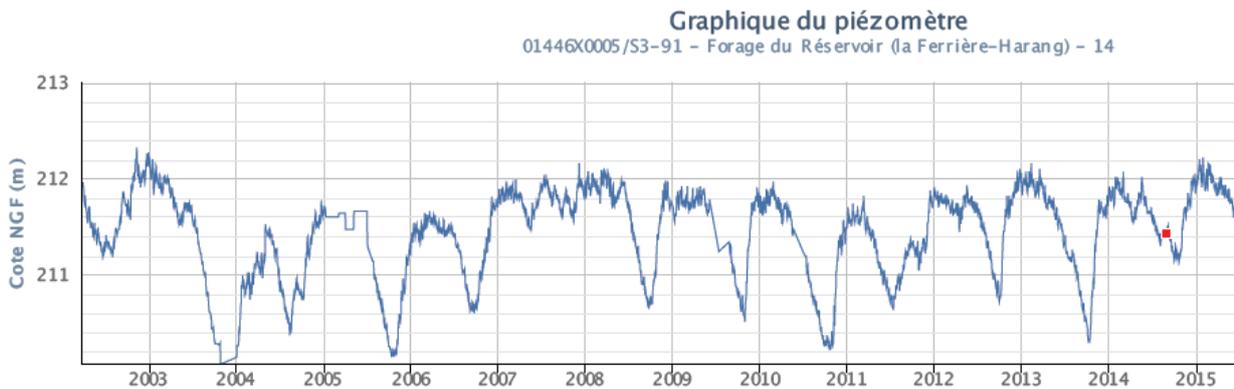
00578X0002/S1 - Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du littoral cauchois



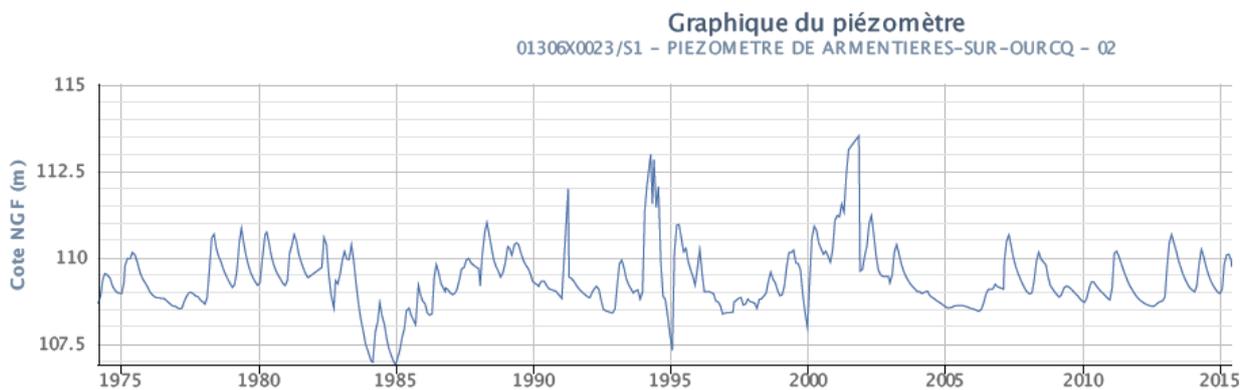
01473X0087/S1 - Craie du Sénonien au Turonien inférieur du Bassin Parisien du Lieuvin-Ouche - Pays d'Auge - bassin versant de la Touques



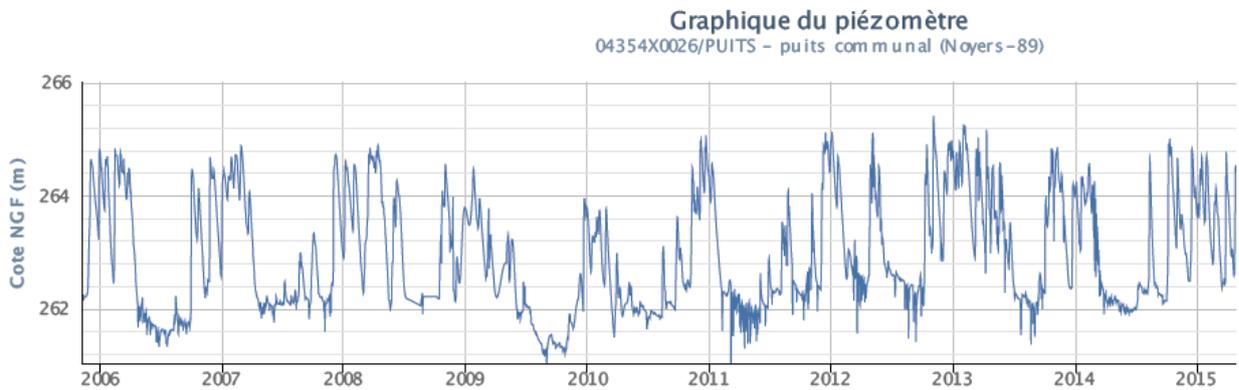
01446X0005/S3-91 - Grès, Calcaires et Schistes du Paléozoïque dans le bassin versant de la Vire



01306X0023/S1 - Calcaire du Lutétien du bassin versant de l'Ourcq



04354X0026/PUITS - Calcaires de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du Sud-Est du Bassin

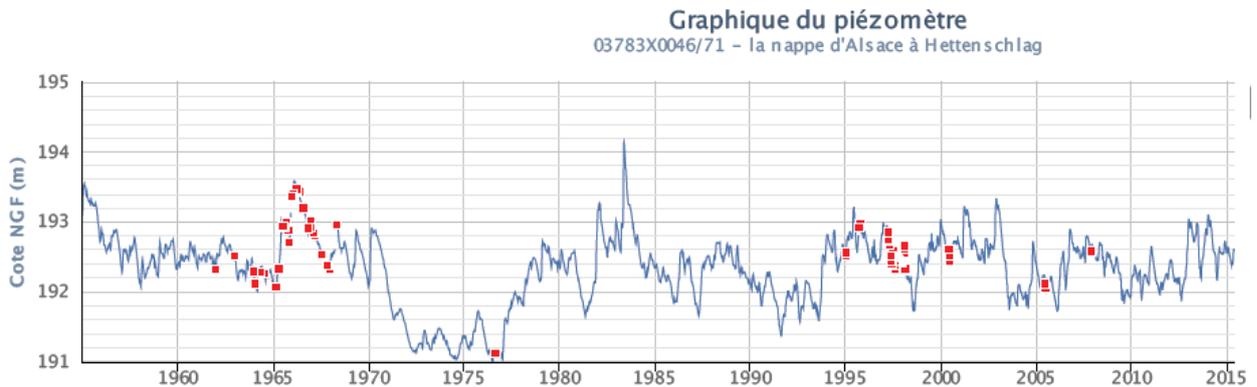


Rhin-Meuse

03773X0086/HY - socle des Vosges

Il s'agit d'une source ; PAS DE DONNEES SOUS ADES mais bancarisées à terme dans la banque hydro (débits).

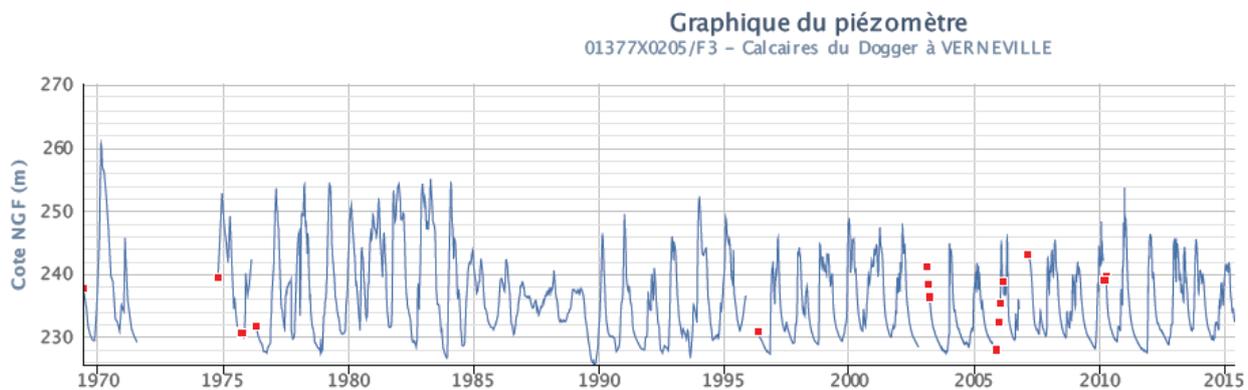
03783X0046/71 - Formations plio-quadernaires du Fossé Rhénan (Nappe d'Alsace)



01686X0100/F - Aquifère des grès du Trias inférieur libre

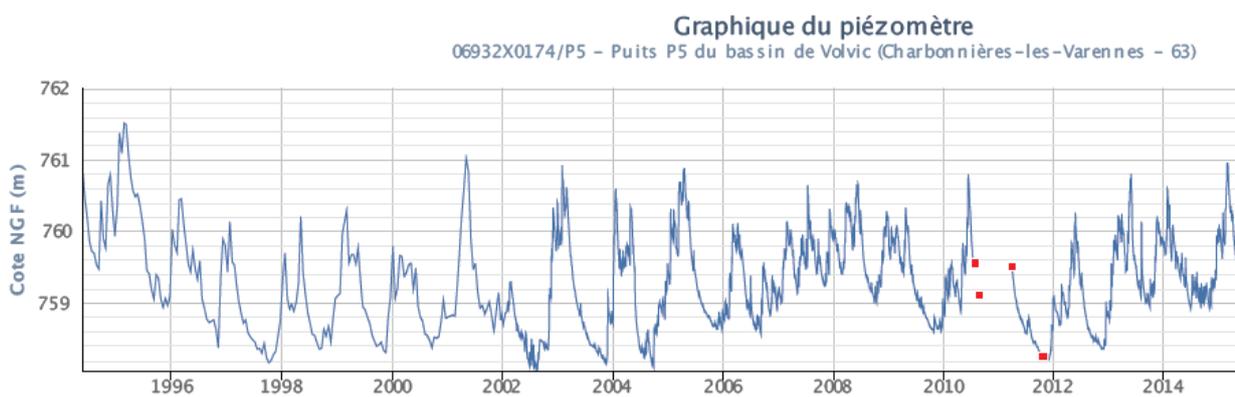
Il s'agit d'un piézomètre récent - PAS DE DONNEES SOUS ADES mais bancarisées à terme

01377X0205/F3 - calcaires du Dogger

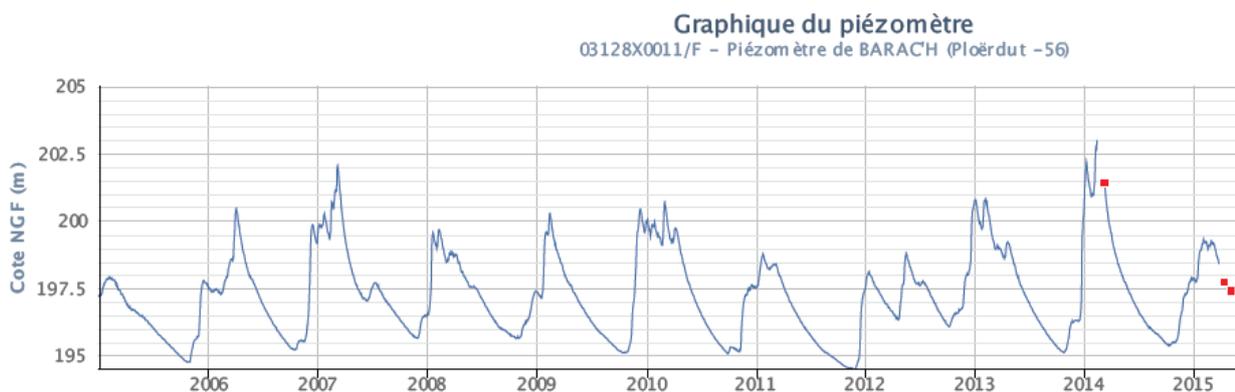


Loire-Bretagne

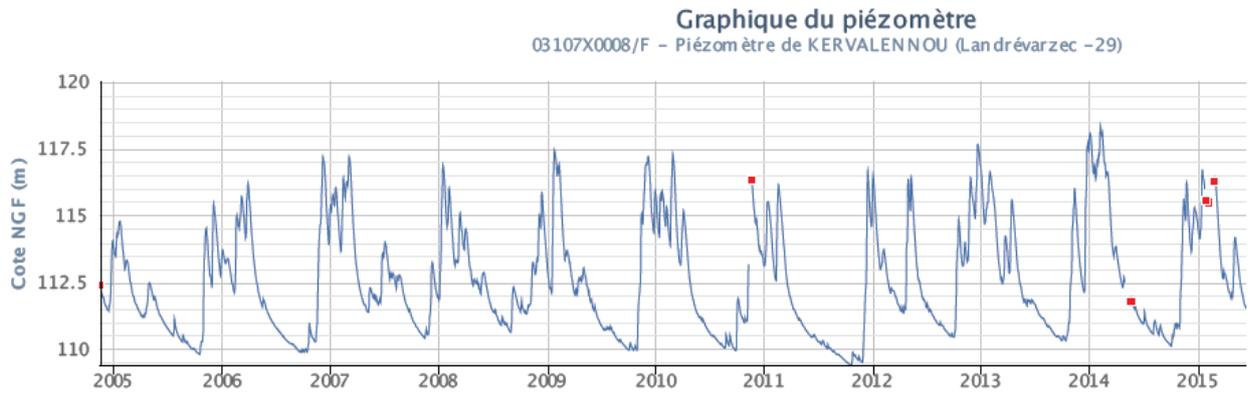
06932X0174/P5 - Chaîne des Puys



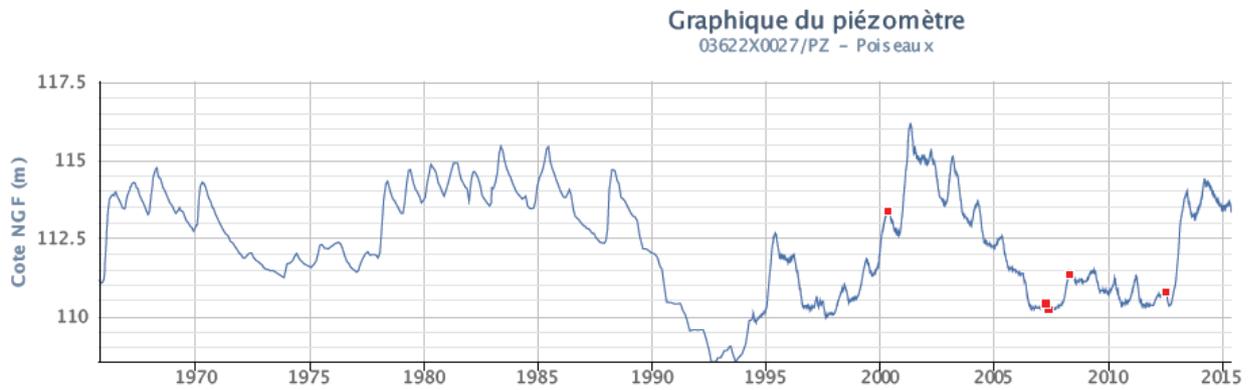
03128X0011/F - Socle breton



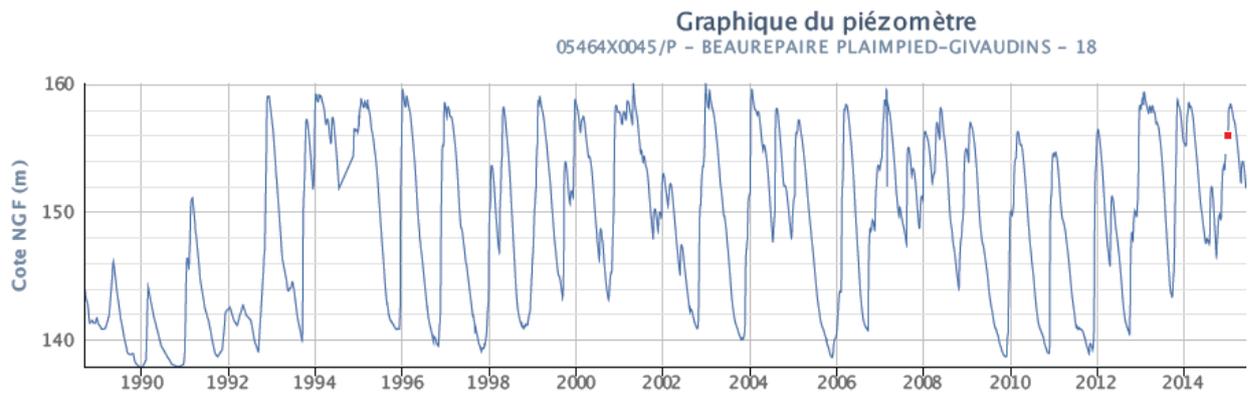
03107X0008/F - Socle breton



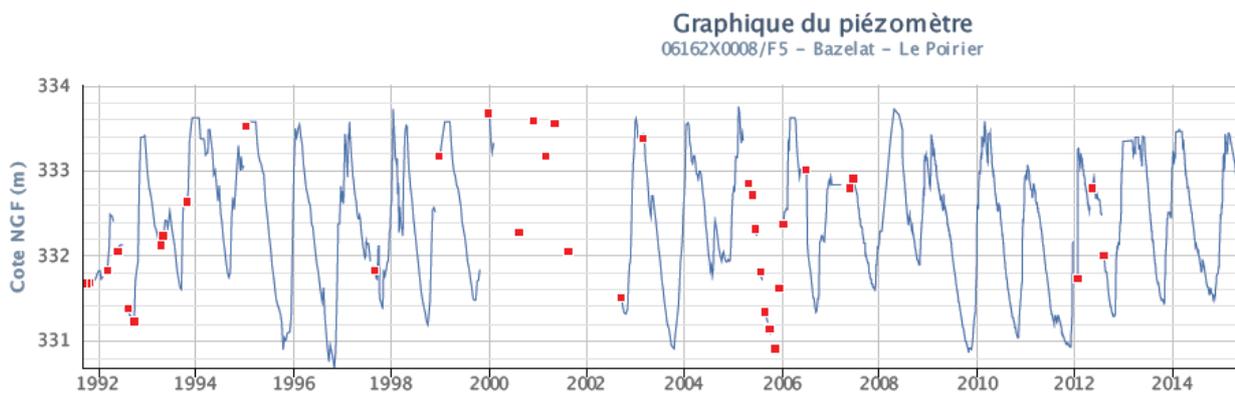
03622X0027/PZ - Calcaires de Beauce



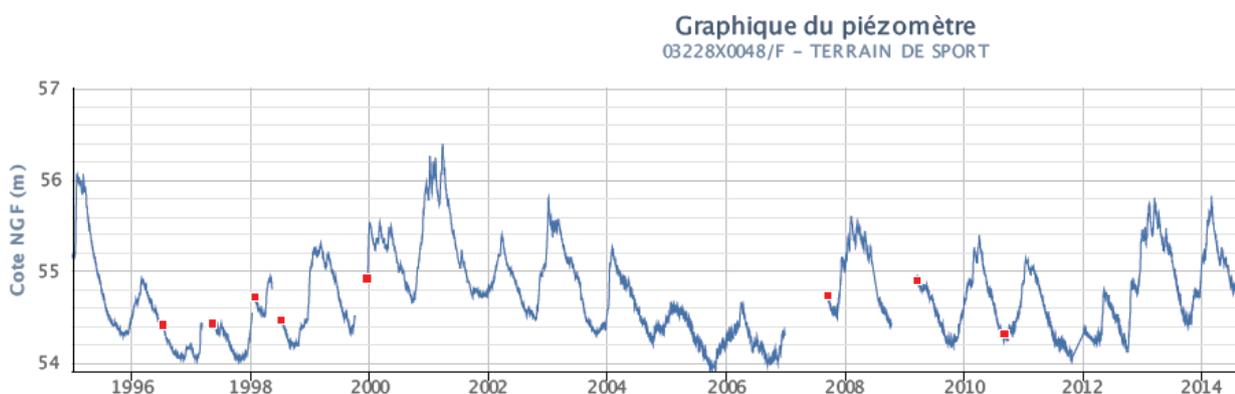
05464X0045/P - Calcaires du Jurassique supérieur



06162X0008/F5 - Massif granitique



03228X0048/F - Sables et grès du Cénomanién

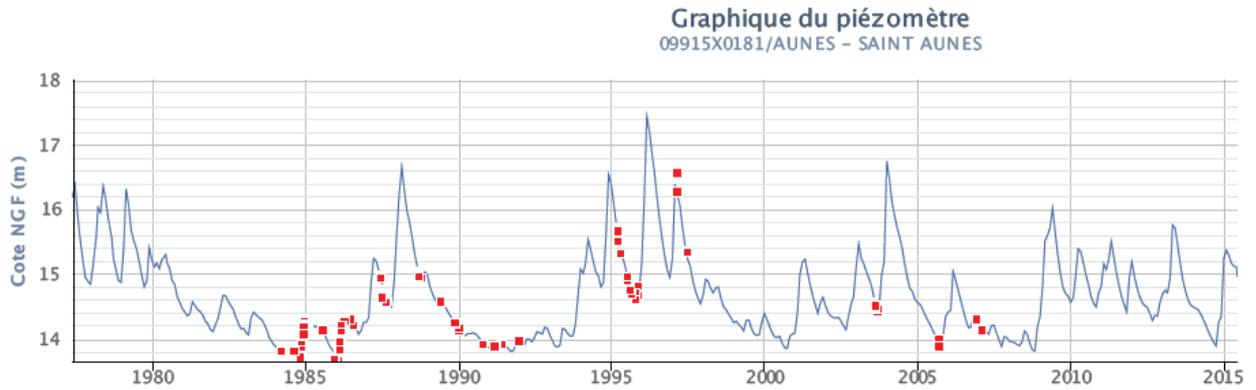


04518X0042/PZ8 - Sables du Pliocène

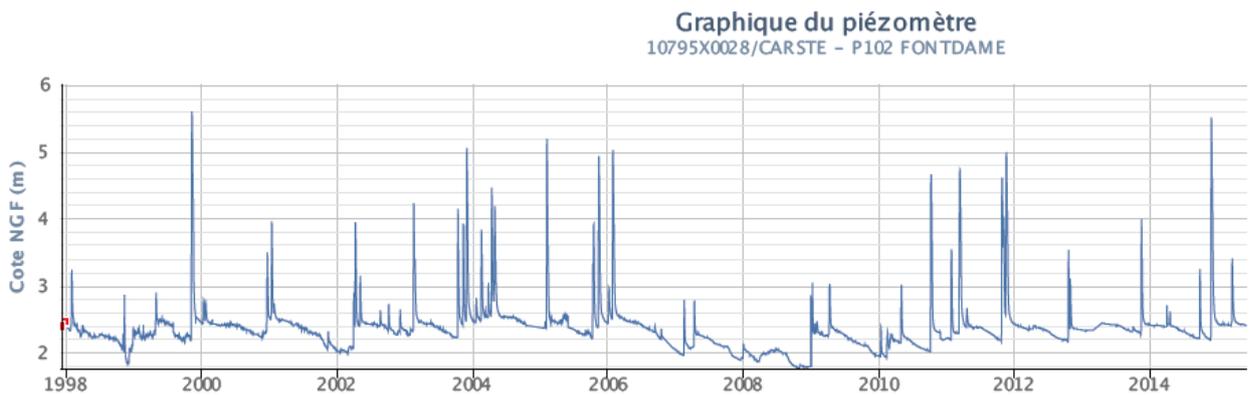


Rhône-méditerranée

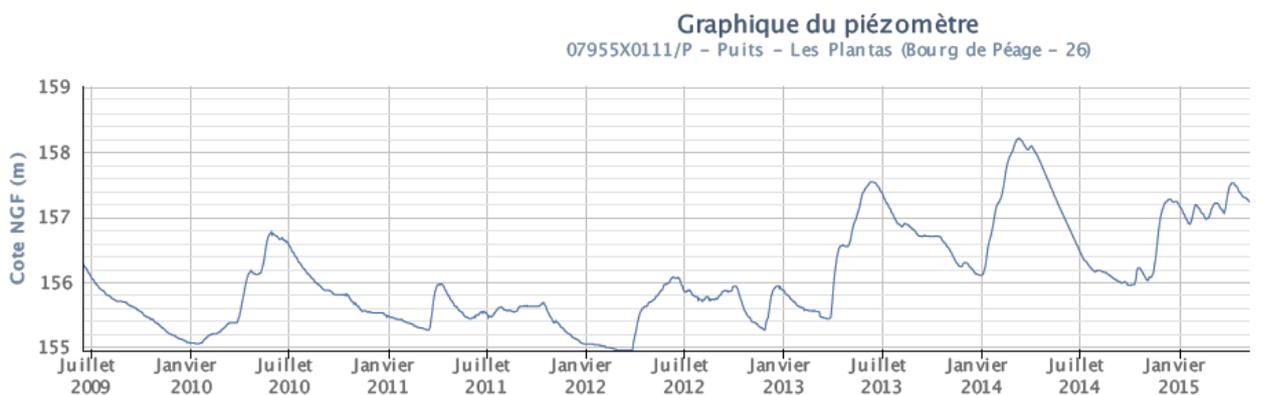
09915X0181/AUNES – Alluvions anciennes entre Vidourle et Lez et littoral entre Montpellier et Sète



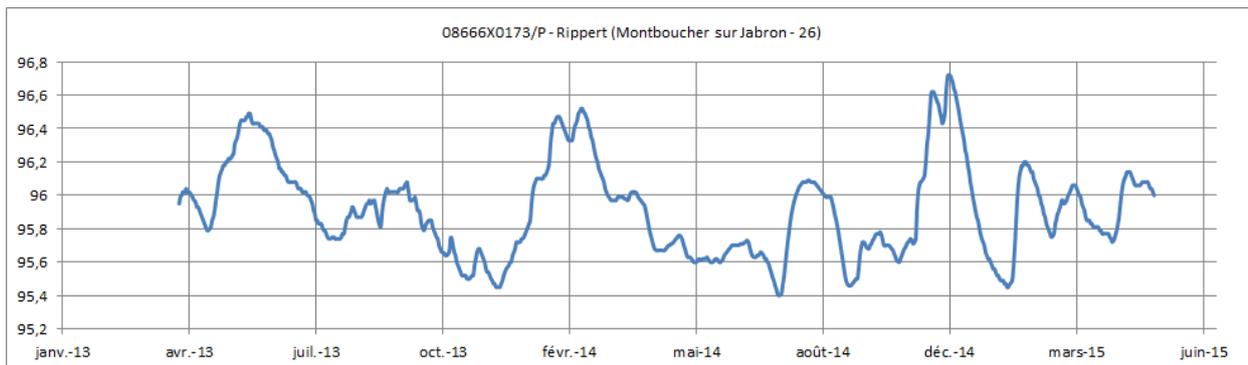
10795X0028/CARSTE - Calcaires jurassico-crétacés des Corbières (système karstique des Corbières d'Opoul et de la structure du Bas Agly)



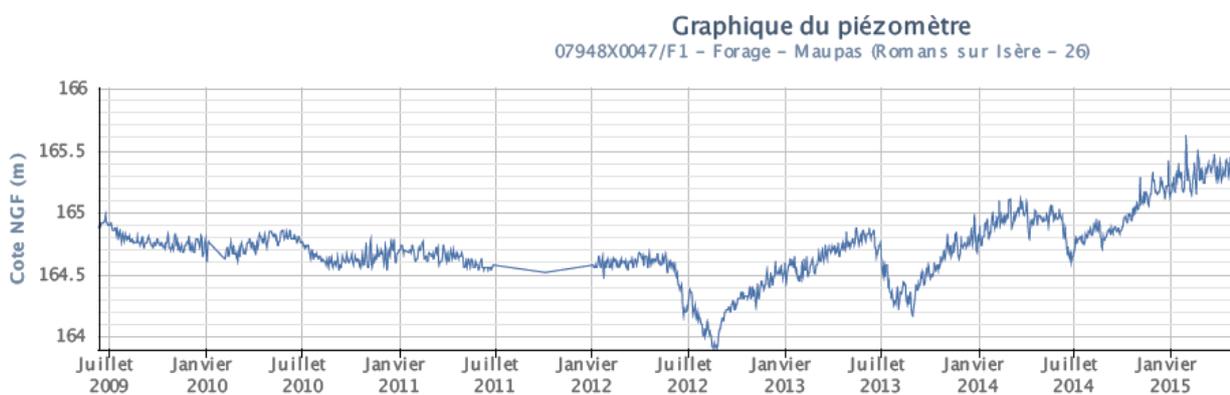
07955X0111/P - Alluvions anciennes de la plaine de Valence



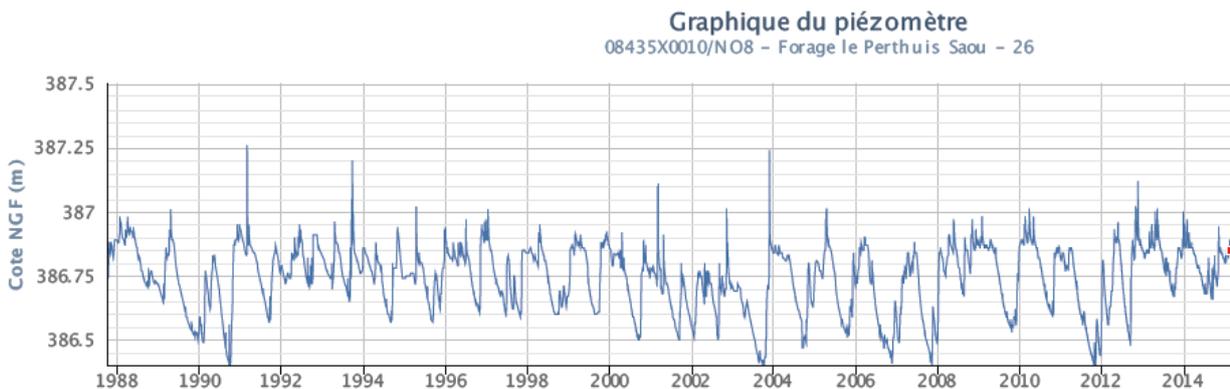
08666X0173/P - Alluvions de la plaine de la Valdaine



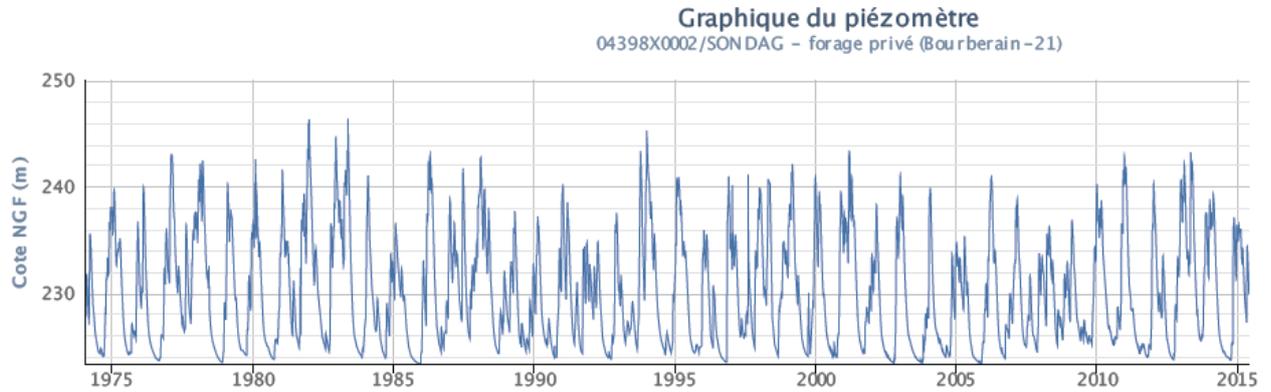
07948X0047/F1 - Molasses miocènes du Bas-Dauphiné



08435X0010/NO8 - Calcaires de la forêt de Saou



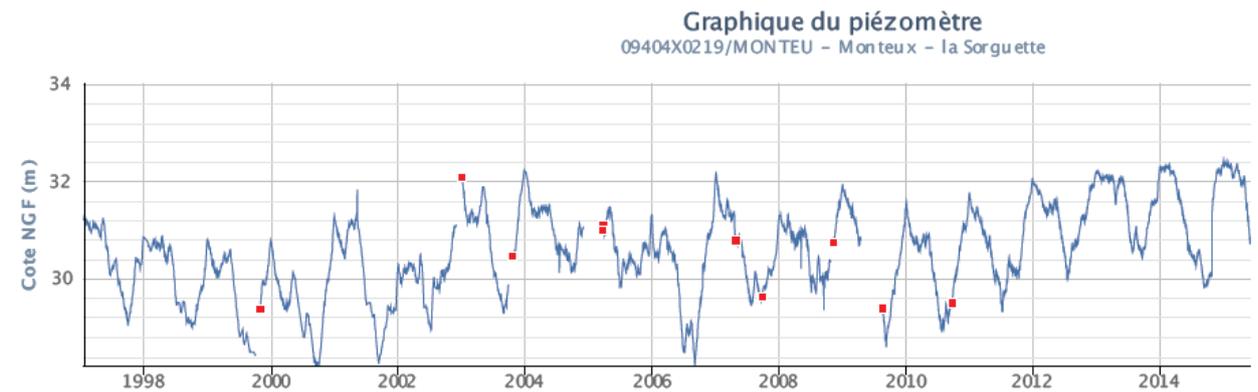
04398X0002/SONDAG - Calcaires du Jurassique entre Ouche et Vingeanne



04992X0011/SONDAG - Calcaires jurassiques de la Côte dijonnaise



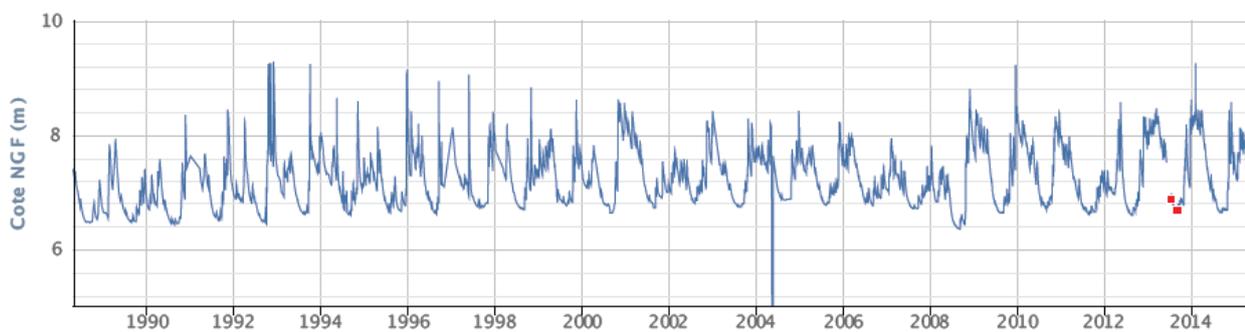
09404X0219 / MONTEU - Molasses miocènes du Comtat Venaissin



Corse

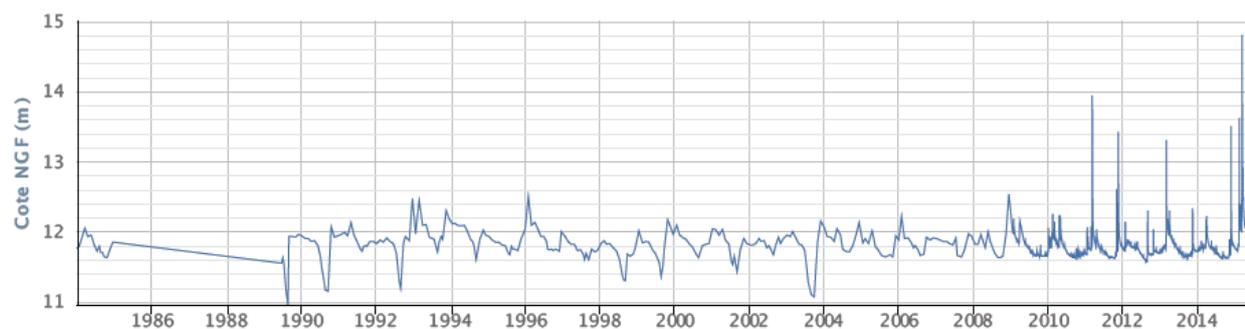
11172X0119/COSCIA - Alluvions récentes du Liamone

Graphique du piézomètre
11172X0119/COSCIA - COGGIA



11156X0009/BRAVON - Alluvions récentes de la Bravona

Graphique du piézomètre
11156X0009/BRAVON - LINGUIZETTA



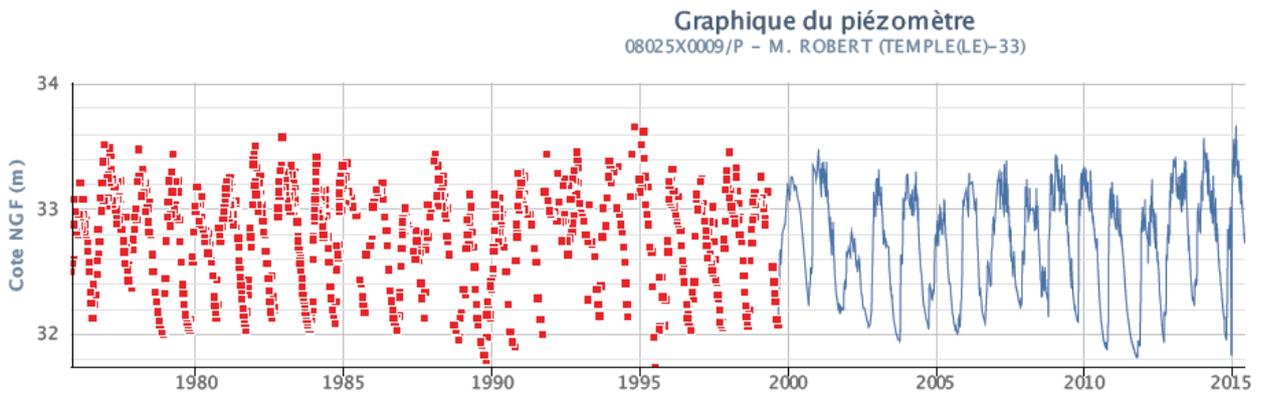
Adour-Garonne

07794X0001/F

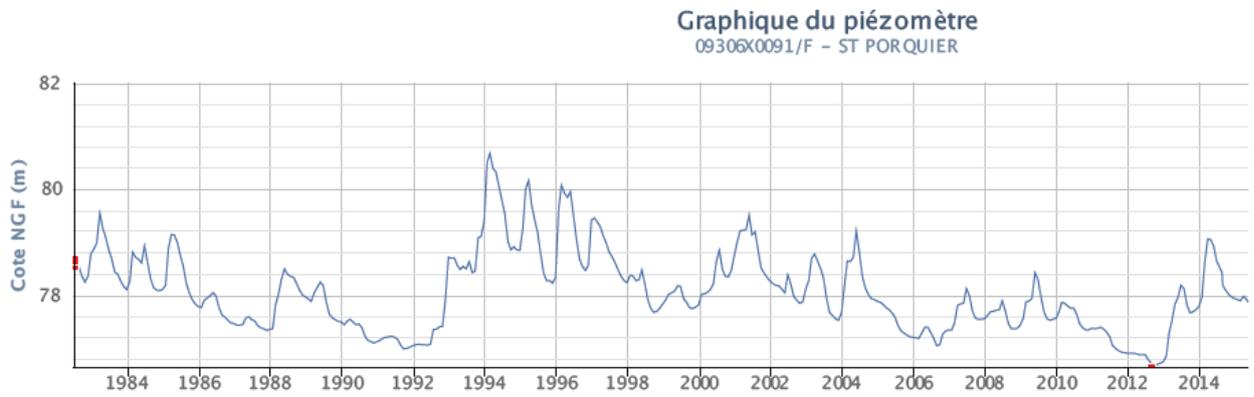
Graphique du piézomètre
07794X0001/F - COMMUNAL (SAINT-YZAN-DE-SOUDIAC - 33)



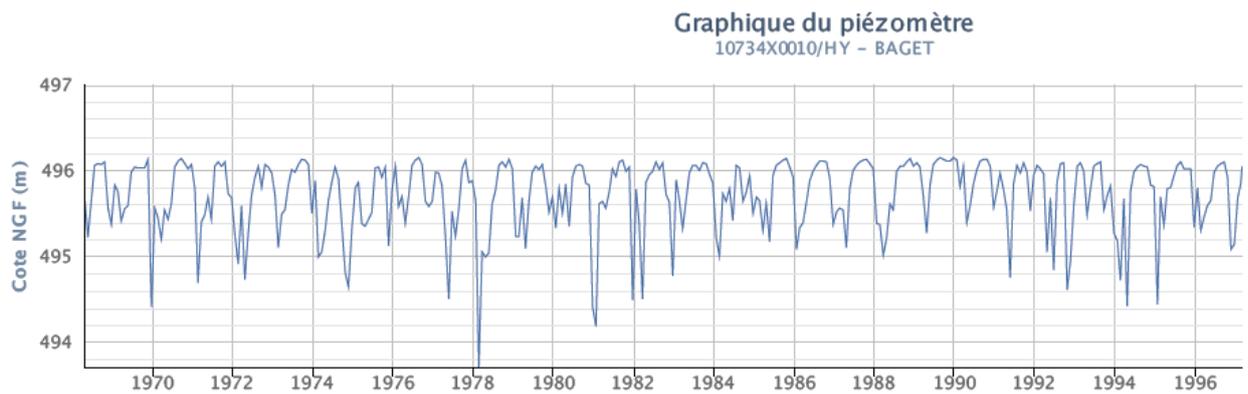
08025X0009/P



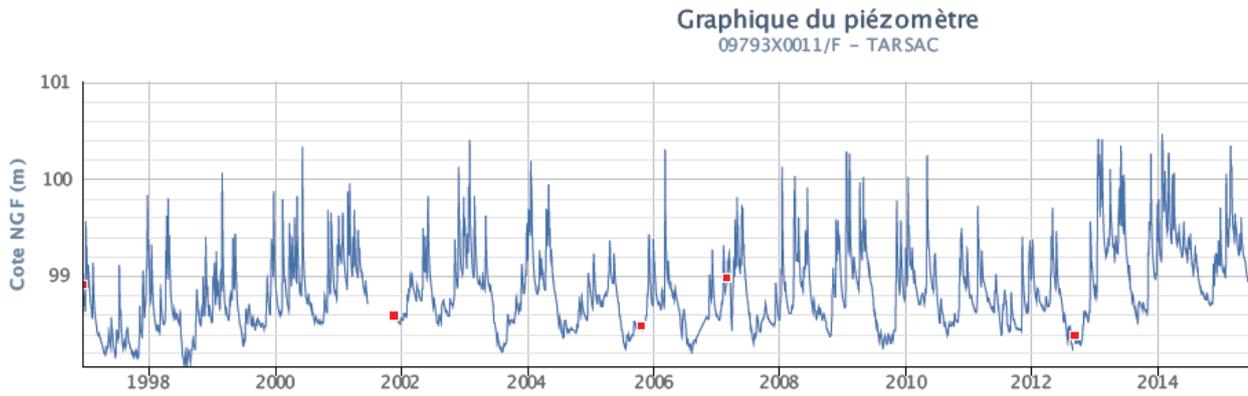
09306X0091/F



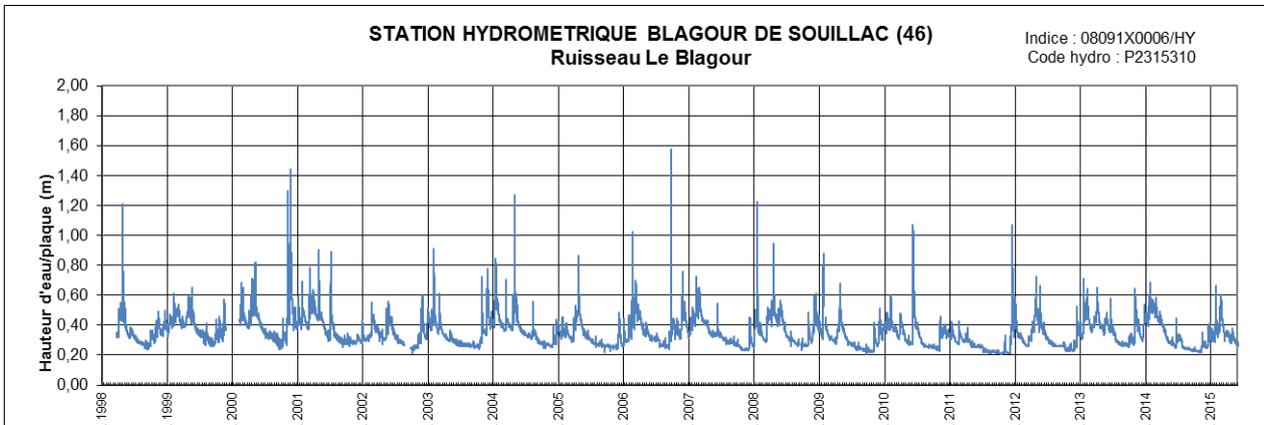
10734X0010/HY



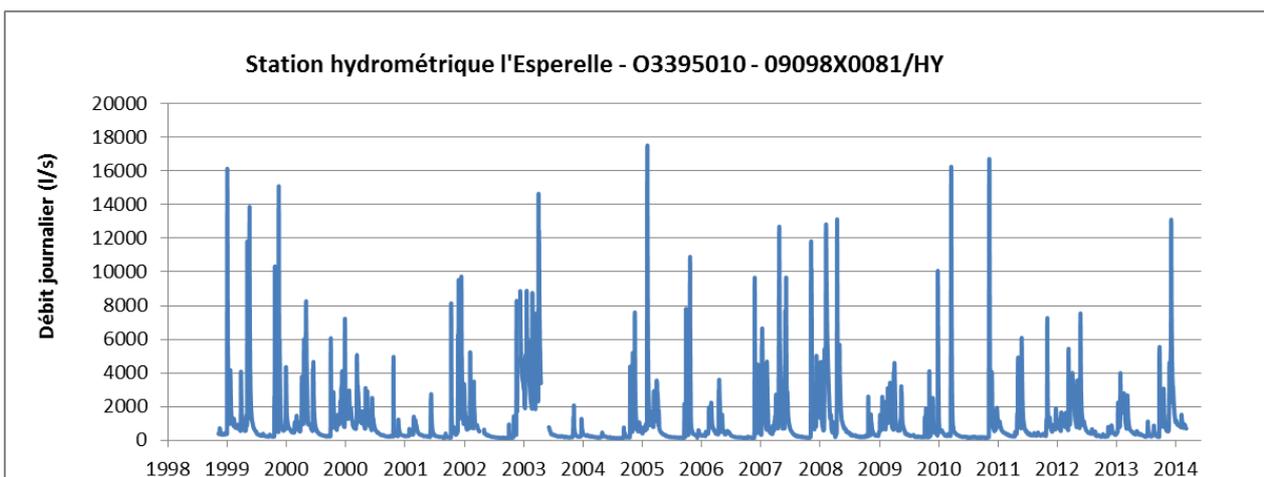
09793X0011/F



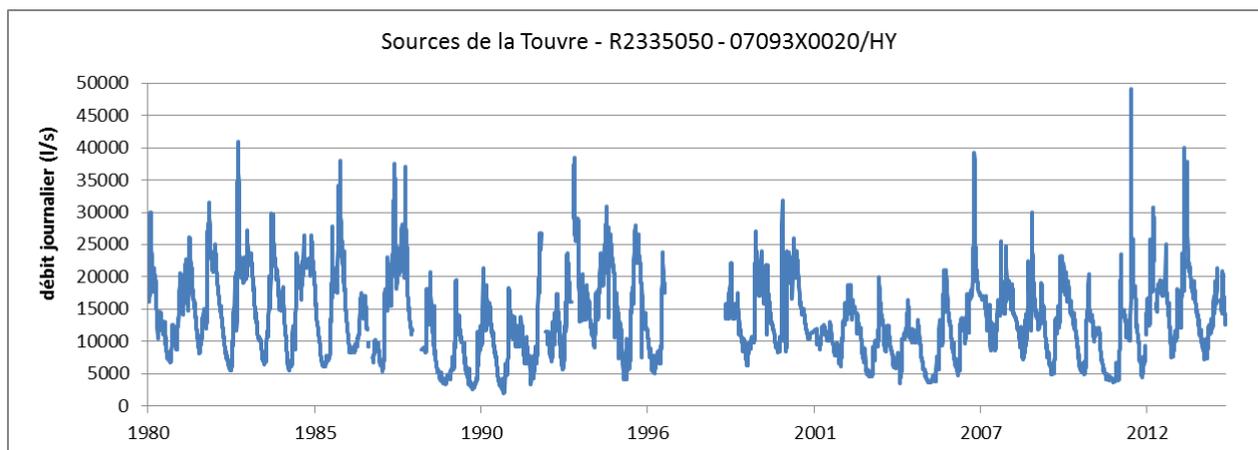
08091X0006/HY (station hydrométrique : P2315310)



09098X0081/HY (station hydrométrique : O3395010)



07093X0020/HY (station hydrométrique : R2335050)





Centre scientifique et technique
Direction Eau, Environnement et Ecotechnologies
3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34
www.brgm.fr