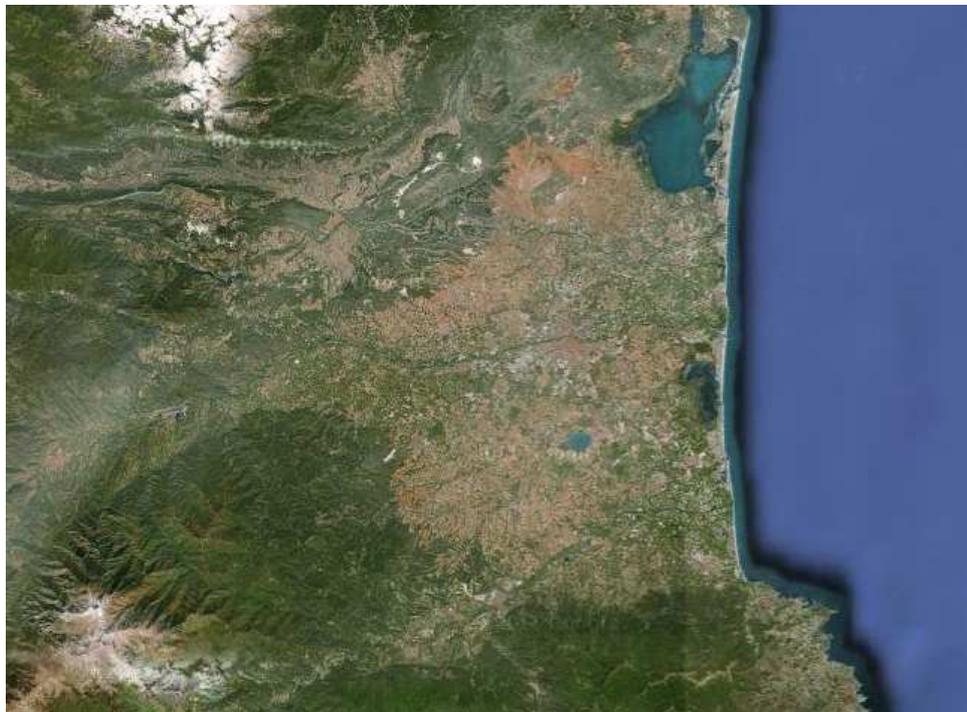




**Etude des volumes prélevables des nappes plio-quaternaires
de la plaine du Roussillon**

Phase 2 : Estimation des volumes prélevables

Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques



Juin 2014

Etude réalisée par :



Avec l'appui financier de :



Etude réalisée par :

HYDRIAD Eau & Environnement

443 Route de St Geniès
30730 SAINT BAUZELY
Tel : 04.66.02.44.45
contact@hydriad.com

Pour :

**Syndicat Mixte pour la Protection et la Gestion
des Nappes Souterraines de la Plaine du Roussillon**

Mas Mauran – Rue Frantz Reichel prolongée
66000 PERPIGNAN
Tel : 04.68.57.56.53
www.nappes-roussillon.fr

Avec l'appui financier de :

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse

2-4, allée de Lodz
69363 LYON Cédex 07
www.eaurmc.fr

TABLE DES MATIERES

1	Introduction.....	5
2	Inter-comparaison des chroniques piézométriques.....	7
2.1	Méthode d'inter-comparaison des chroniques piézométriques.....	7
2.2	Résultats des inter-comparaisons piézométriques.....	8
2.3	Comparaison visuelle des évolutions piézométriques.....	10
2.4	Analyse des relations hydrauliques avec les massifs périphériques.....	12
3	Comparaison entre niveaux piézométriques et précipitations.....	14
3.1	Calcul de la recharge potentielle par les précipitations.....	14
3.2	Résultats des corrélations croisées entre piézométrie et précipitations.....	15
4	Proposition de secteurs homogènes et de piézomètres de référence.....	17
4.1	Proposition de secteurs homogènes.....	17
4.2	Cas du Quaternaire.....	17
4.3	Proposition de piézomètres de références.....	18
5	Détermination des niveaux piézométriques de référence.....	20
5.1	Méthode de calcul des minima par périodes de retour.....	20
5.2	Influence de la chronique sur la détermination des minima.....	21
5.3	Nombre de piézomètres ayant dépassé les minima piézométriques de retour 8 ans.....	22
5.4	Analyse des ouvrages de référence proposés.....	23
5.5	Arrêté Cadre Sécheresse.....	28
5.6	Analyse de la situation de restrictions d'usages 2007-2008.....	29
6	Conclusion.....	32
	Annexe 1 : Analyse des chroniques piézométriques complètes.....	55
	Annexe 2 : Comparaison de la situation de restrictions d'usages 2007-2008 envers les statistiques des chroniques complètes	98
	Annexe 3 : Analyse des chroniques piézométriques de la période 2002-2011.....	55
	Annexe 4 : Piézomètres de suivi, captages AEP et limites des communes de la Plaine du Roussillon	128

1 Introduction

La plaine du Roussillon dispose actuellement de 23 piézomètres de référence (Tableau 1, Figure 1) présentant des chroniques piézométriques plus ou moins longues. Cinq piézomètres suivent la nappe quaternaire et présentent tous des chroniques sur plus de dix ans. Dix-huit piézomètres suivent la nappe Pliocène, dont seize d'entre eux ont des chroniques sur plus de dix ans. Douze piézomètres - dont deux qui suivent la nappe quaternaire - ont des chroniques de plus de vingt ans.

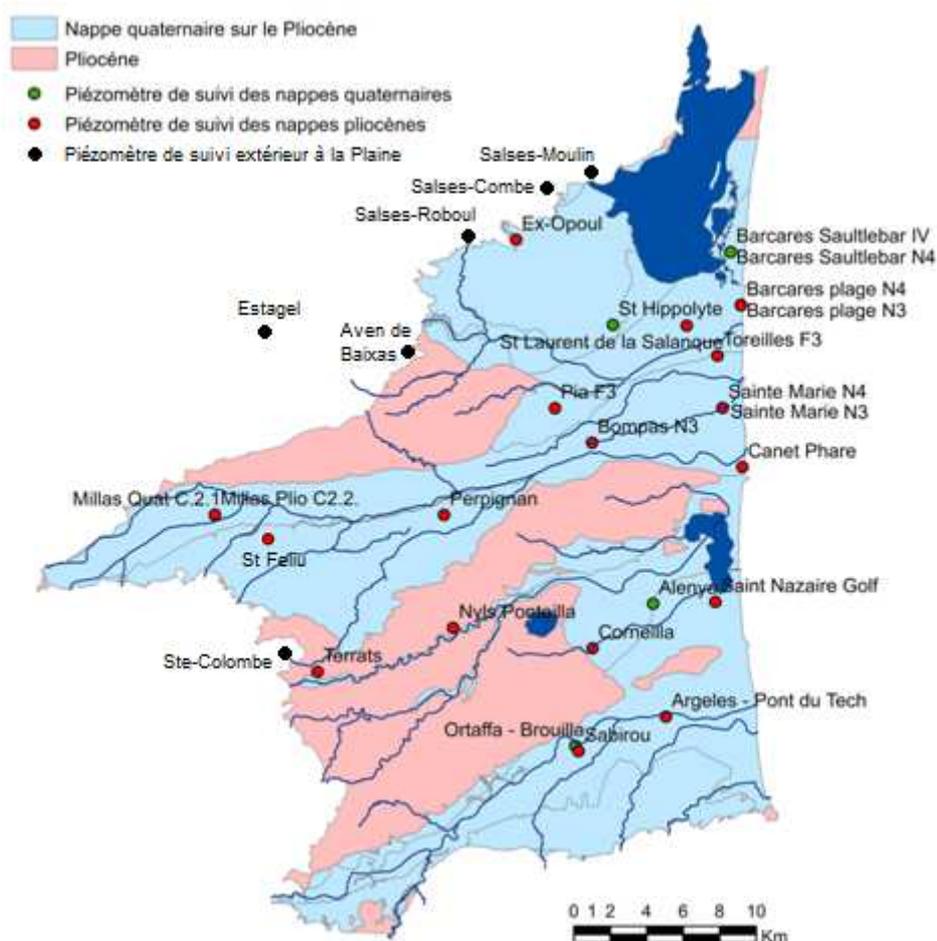


Figure 1 : Localisation des piézomètres assurant le suivi piézométrique des nappes de la Plaine du Roussillon

Pour le suivi des nappes quaternaires du Roussillon, l'Arrêté Cadre Sécheresse tient compte des stations de mesures de Saint-Hippolyte, Alénys et Ortaffa-Brouilla. Des niveaux de référence ont été définis pour les périodes de retour 3,5 ans, 5 ans et 8 ans. Pour les nappes profondes, les stations de mesure suivies sont Barcarès, Perpignan, Canet et Argelès-Pont du Tech. Pour le SDAGE (2009), ce sont les piézomètres Barcarès Plage N3, Barcarès Plage N4 et Perpignan qui ont été retenus mais aucun niveau piézométrique de référence n'a été défini.

L'analyse des chroniques piézométriques disponibles doit être réalisée afin de mettre en évidence et proposer les piézomètres représentatifs de l'état quantitatif des nappes et qui peuvent aider à quantifier les volumes prélevables des nappes. Le volume prélevé ne doit pas en effet entraîner une baisse interannuelle des

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quadernaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	5
--	---

niveaux d'eau. Conformément aux objectifs du SDAGE, des niveaux piézométriques de référence doivent donc être proposés dans le but de préserver le bon état quantitatif des eaux.

Nom du piézomètre	Nappe	Code BSS	Début des mesures	Début série continue
Alénya	Quaternaire	10972X0003	05/03/1996	
Argelès-sur-Mer - Pont du Tech	Pliocène	10972X0137	23/04/1987	
Barcarès Plage N3	Pliocène	10912X0112	12/01/1990	15/12/1993
Barcarès Plage N4	Pliocène	10912X0111	12/01/1990	15/12/1993
Barcarès Saultlebar N4	Pliocène	10612X0024	01/04/1980	14/04/2000
Barcarès Saultlebar IV	Quaternaire	10912X0134	07/12/2000	
Bompas N3	Pliocène	10915X0255	01/04/1980	18/01/2000
Canet Phare	Pliocène	10916X0090	05/09/1988	
Corneilla	Pliocène	10971X0155	12/04/2000	
Ex-Opoul	Pliocène	10911X0137	01/09/2006	
Millas IV	Quaternaire	10906X0039	14/04/2000	quelques trous
Millas Plio	Pliocène	10906X0038	14/04/2000	
Ortaffa - Brouilla	Quaternaire	10971X0198	21/03/2000	
Perpignan	Pliocène	10908X0263	11/02/1974	
Pia F3	Pliocène	10915X0316	16/06/2000	
Ponteilla Nyls	Pliocène	10964X0119	09/08/2001	16/04/2002
Sabirou – St-Génis	Pliocène	10975X0032	16/12/2010	
St-Féliu d'Amont	Pliocène	10907X0129	01/02/2000 (fin 05/01/2009)	
St-Laurent de la Salanque	Pliocène	10912X0061	13/09/1968	06/04/1994
St-Nazaire - Golf	Pliocène	10972X0098	02/01/2000	
St-Hippolyte	Quaternaire	10911X0219	05/01/1978	13/07/2000
Ste-Marie N4	Pliocène	10916X0061	01/04/1980	13/07/2000
Ste-Marie N3	Pliocène	10916X0062	01/04/1980 / 18/01/2000 (fin 09/04/2009)	
Terrats	Pliocène	10963X0059	20/02/1992	
Torreilles F3	Pliocène	10912X0110	15/03/1990	

Tableau 1 : Piézomètres de suivi de la Plaine du Roussillon (avec indication du début des mesures et du suivi quotidien quasi continu)

Un Niveau Piézométrique d'Alerte (NPA) et un Niveau Piézométrique de Crise Renforcée (NPCR) doivent être proposés par secteur homogène. Le NPA est le niveau piézométrique de début de conflits d'usages et de premières limitations de pompage, garantissant le bon fonctionnement quantitatif de la nappe. Le NPCR est le niveau piézométrique où les prélèvements pour l'alimentation en eau potable et les prélèvements assurant la sécurité d'installations sensibles sont maintenus au minimum.

Ce rapport présente les résultats de ce travail. Afin d'en faciliter la lecture et de mieux appréhender la méthodologie utilisée pour ce travail, nous présenterons de façon successive :

- l'analyse inter-comparative des chroniques piézométriques par corrélation croisée ;
- l'analyse par corrélation croisée des chroniques piézométriques avec les précipitations et la recharge ;
- la proposition d'une sectorisation et de piézomètres de référence basée sur les analyses statistiques réalisées ;
- la proposition de niveaux de référence NPA et NPCR par l'analyse statistique des chroniques piézométriques ;
- une discussion générale des résultats obtenus en regard de l'analyse des événements passés.

2 Inter-comparaison des chroniques piézométriques

2.1 Méthode d'inter-comparaison des chroniques piézométriques

Afin de proposer des secteurs de nappe homogènes, des piézomètres représentatifs de leur état quantitatif et des niveaux de références permettant de quantifier les volumes prélevables des nappes, une analyse des chroniques piézométriques disponibles a été réalisée. Cette analyse a ainsi compris trois volets :

- analyse inter-comparative des évolutions piézométriques des piézomètres voisins ;
- analyse comparative entre l'évolution piézométrique de chaque piézomètre et la recharge potentielle induite par les précipitations ;
- calcul des minima piézométriques pour différentes périodes de retour, servant à la définition des niveaux de gestion des nappes.

Ce chapitre présente le volet de comparaison des chroniques de suivi piézométrique acquises sur les différents piézomètres de la Plaine du Roussillon.

Les méthodes statistiques utilisées nécessitent qu'un certain nombre de conditions soient respectées, entre autres que les séries soient continues, homogènes en densité de points, unimodales et qu'elles ne présentent pas de tendance. Or plusieurs des chroniques piézométriques montrent des discontinuités parfois importantes, des densités de points variables sur la chronique et des tendances (à la baisse ou à la remontée). La chronique piézométrique de St-Laurent de la Salanque illustre le non respect de certaines des conditions requises.

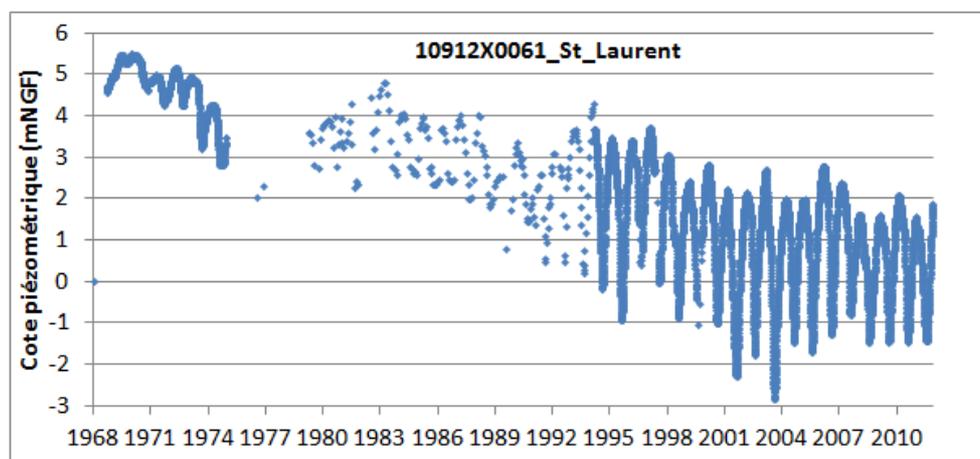


Figure 2 : Chronique piézométrique du piézomètre de St-Laurent de la Salanque

Ce piézomètre, suivi depuis septembre 1968, présente en effet des tendances sur certaines parties du suivi et un suivi piézométrique irrégulier avec quatre grandes phases :

- un suivi régulier entre décembre 1968 et décembre 1974 ;
- une quasi-absence de mesures entre décembre 1974 et avril 1979 ;
- un suivi mensuel entre avril 1979 à mars 1994 ;
- un suivi de nouveau régulier depuis avril 1994.

Il est donc nécessaire de choisir de façon adéquate la série de données qui est utilisée pour les calculs afin d'éviter de générer un biais méthodologique rendant incompatibles les résultats obtenus sur chaque piézomètre et d'empêcher la comparaison entre piézomètres. Ceci implique de choisir des périodes similaires (les plus similaires possible) en termes de longueur des séries de données et de fréquences de mesure comparables.

Tous les piézomètres devraient ainsi disposer pour les calculs de données sur la même période et avec la même fréquence de mesures. Tel que l'indique le Tableau 1 (outre les piézomètres de Sabirou suivi depuis 2010 seulement, d'ex-Opoul suivi depuis 2006 mais plus suivi régulièrement depuis mai 2012, et de St-Féliu-d'Amont et de Ste-Marie N3 qui ne sont plus suivis depuis 2009), cette condition est remplie pour la grande majorité des piézomètres depuis 2002. Nous disposons donc d'une période de 10 ans relativement continue et homogène pour la majorité des piézomètres. C'est donc cette période de dix ans qui a été utilisée pour la détermination des secteurs de nappe homogènes, des piézomètres représentatifs et des minima de référence pour la gestion des nappes (inter-comparaison entre piézomètres et comparaisons avec les précipitations).

La détermination des secteurs de nappe homogènes a été réalisée en comparant les évolutions piézométriques des piézomètres pris deux par deux. Cette comparaison a ainsi été effectuée en corrélant leurs deux séries piézométriques. Comme il peut exister un décalage temporel naturel entre les deux séries piézométriques utilisées, la corrélation doit être calculée pour différents déphasages (avance ou retard). En effet, l'évolution de la nappe sur l'un des deux piézomètres peut être en avance ou en retard par rapport à celle observée sur l'autre à cause du temps que met l'onde piézométrique à se propager dans le milieu. Le coefficient de corrélation croisée représente donc la corrélation entre deux séries décalées d'un certain nombre d'observations (c'est-à-dire d'un certain laps de temps).

Comme les chroniques piézométriques seront également comparées aux chroniques de précipitation, nous avons utilisé un pas de temps identique pour toutes les séries temporelles (piézométrie et pluviométrie) afin de pouvoir les comparer et en calculer le déphasage. Le pas de temps choisi est la décennie (10 j), puisque les données météorologiques ont été acquises auprès de Météo-France à ce pas de temps décennal.

Par ailleurs, nous avons corrélé d'un côté les niveaux de nappe mesurés sur les piézomètres, et d'un autre côté les évolutions (augmentation ou diminution) de ces niveaux à chaque pas de temps. Nous avons ainsi procédé à une double analyse sur toutes les combinaisons de piézomètres pris deux à deux. Les calculs ont été faits avec le logiciel XLStat 2013.

L'interprétation des résultats de l'analyse des corrélations croisées se fait selon deux valeurs : (1) la corrélation absolue maximale, qui exprime l'intensité de la concomitance des fluctuations, et (2) le décalage où survient la corrélation absolue maximale, qui montre l'existence d'un écart temporel entre les deux séries.

Nous présentons à la Figure 3 les types de corrélations croisées obtenues pour l'inter-comparaison des chroniques piézométriques. Le premier graphe (Barcarès PN4 / Torreilles) montre une corrélation parfaite entre les deux chroniques piézométriques testées. Le deuxième graphe (Perpignan / Millas-Pliocène) montre une bonne corrélation mais avec un déphasage important entre les séries piézométriques. La valeur maximale est ainsi observée avec un décalage de 19 décades, soit d'environ six mois. Ce déphasage sera discuté ultérieurement. Le troisième graphe (Torreilles/Pia) montre une dérive dans une des séries. L'évolution piézométrique est cependant presque synchrone, avec un maximum obtenu à trois décades (un mois). Le quatrième graphe (Salses-ex-Opoul / Barcarès Saultlebar IV) montre une distribution non conforme des coefficients de corrélation et qui ne peut donc être interprétée.

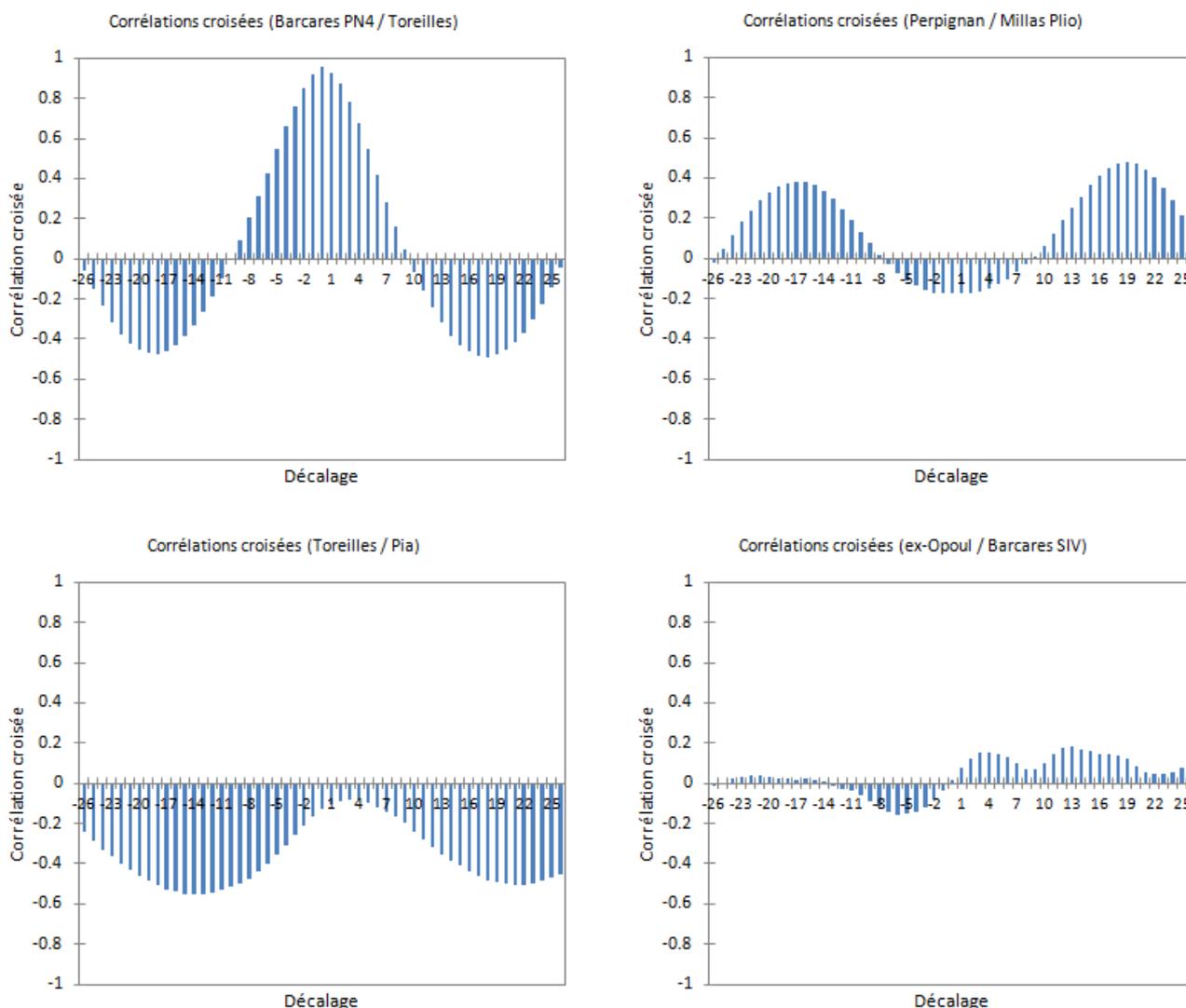


Figure 3 : Types de corrélations croisées obtenues pour quelques paires de piézomètres

2.2 Résultats des inter-comparaisons piézométriques

Le Tableau 2 présente les coefficients de corrélation des chroniques piézométriques obtenus pour les paires de piézomètres voisins. Le décalage des séries qui présente le coefficient maximal est indiqué entre parenthèses. Les piézomètres du Pliocène sur fond brun sont ceux du Quaternaire sur fond bleu. Les coefficients supérieurs à 0.5 sont surlignés en vert et ceux compris entre 0.3 et 0.5 sont surlignés en orangé.

De façon globale, on constate que les piézomètres de la partie Nord de la Plaine sont très bien corrélés entre eux, hormis les piézomètres ex-Opoul et Pia qui sont très peu corrélés aux autres points. Ces deux ouvrages intéressent pourtant le Pliocène qui dans son ensemble montre un comportement assez homogène. Le piézomètre de Pia présente une dérive qui a dégradé les corrélations et dont l'explication se discute plus loin. Sans cette dérive, les coefficients obtenus auraient été meilleurs.

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quadernaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	10
--	----

Le piézomètre ex-Opoul montre une mauvaise corrélation avec tous les piézomètres du secteur Nord, hormis avec celui de St-Hippolyte qui intéresse le Quaternaire. Ce dernier piézomètre, comme celui de Barcarès-Saultlebar IV, montrent quant à eux des corrélations légèrement moindres. Parmi tous les piézomètres, c'est celui de Barcarès Plage N4 qui présente la meilleure corrélation avec les autres.

Dans la vallée de la Têt, les piézomètres de Canet, Ste-Marie, Bompas, Perpignan et St-Féliu sont très bien corrélés entre eux. Le piézomètre de St-Féliu d'Amont montre une très bonne corrélation avec ces piézomètres, un décalage de deux décades (son évolution piézométrique devance légèrement celle des autres).

Par contre, les piézomètres de Millas (Quaternaire et Pliocène), qui présentent une très bonne corrélation entre eux (0.85), présentent une corrélation moindre avec les autres, et surtout avec un décalage d'une vingtaine de décades (d'environ six mois). Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce décalage :

- le secteur de Millas est influencé par une recharge estivale qui serait due à l'irrigation et/ou à la contribution des massifs périphériques (peut-être influencé par les eaux de fonte de neige) ;
- la connexion entre la nappe du Quaternaire (Millas IV) et la nappe du Pliocène (Millas Plio) est très bonne puisque le coefficient de corrélation est très élevé ;
- le secteur de Millas est en grande partie isolé puisqu'il ne transmet pas rapidement cette onde piézométrique vers les piézomètres aval ;
- le Pliocène du secteur de Millas ne contribuerait ainsi pas de façon importante au reste du domaine ;
- la partie aval du système aquifère débute dès après Millas puisque le piézomètre de St-Féliu est très bien corrélé avec ceux situés plus en aval et avec un décalage de quelques décades seulement.

Mentionnons que les canaux ont dans ce secteur une influence certaine sur le Quaternaire et le Pliocène, ce qui peut cependant paraître étonnant vu que ce piézomètre capte un niveau considéré captif et situé entre 31.0 m et 90.8 m. Les canaux semblent donc affecter le comportement des nappes avec des hautes eaux en été. La mauvaise corrélation entre les piézomètres de Millas et les autres piézomètres pourrait donc être attribuée à cette signature conférée par les canaux. Il paraît cependant difficile d'imaginer une continuité hydraulique entre Millas et St Féliu alors que le signal piézométrique induit par les canaux ne semble pas se propager. Ce secteur présente donc un comportement spécifique, qui pourrait mériter de le distinguer comme un secteur à part, mais d'extension limitée et de continuité discutable avec l'aval.

Le piézomètre de Terrats semble présenter une dérive temporelle biaisant l'analyse statistique. Il n'est donc pas possible de discuter à cette étape-ci du rapport la chronique de ce piézomètre.

Dans le secteur de la vallée du Réart – Les Aspres, les piézomètres montrent une corrélation amont-aval (de Terrats à St-Nazaire) assez moyenne, s'améliorant vers l'aval.

Dans la vallée aval du Tech, les corrélations sont également moyennes.

Les corrélations sont par contre très bonnes à l'échelle de la bordure côtière Sud, avec par exemple un coefficient de 0.90 entre les piézomètres d'Argelès et de St-Nazaire.

Le Tableau 3 présente les coefficients et décalages calculés pour les variations (accroissements ou diminutions) décennales de la piézométrie. Les coefficients supérieurs à 0.4 sont surlignés en vert et ceux compris entre 0.2 et 0.4 sont surlignés en orangé.

Tableau 3 : Coefficients de corrélation des variations piézométriques décennales (le décalage des séries est indiqué entre parenthèses)

	Barcares SIV	Barcares SN4	Barcares PN4	Barcares PN3	St-Hippolyte	St-Laurent	Toreilles	Ste-Marie N4	Ste-Marie N3	Canet	Pia	Bompas
ex-Opoul	0.167 (1)					0.128 (2)	0.179 (3)	0.105 (3)	?			
Barcares SIV		0.149 (3)	0.167 (3)	0.140 (3)	0.445 (0)	0.136 (0)	0.283 (0)	0.337 (0)	0.313 (0)	0.329 (0)	0.163 (0)	0.367 (0)
Barcares SN4		0.254 (0)	0.282 (0)	0.287 (0)	0.419 (0)	0.661 (0)	0.627 (0)	0.413 (4)	0.941 (4)	0.393 (0) et 0.403 (3)	0.261 (6)	0.323 (0) et 0.361 (3)
Barcares PN4			0.703 (0)	0.549 (3)	0.289 (0)	0.726 (0)	0.802 (0)	0.460 (0) et 0.427 (2)	0.366 (0) et 0.329 (3)	0.610 (0) et 0.484 (3)	0.284 (4)	0.384 (0) et 0.325 (3)
Barcares PN3				0.719 (0) et 0.601 (3)	0.309 (-1)			0.628 (0)	0.558 (0)	0.779 (0)	0.271 (0) et 0.263 (3)	0.503 (0)
St-Hippolyte					0.289 (-1)	0.649 (-2)	0.789 (0)	0.362 (0) et 0.228 (5)	0.327 (0) et 0.211 (7)	0.279 (0)	0.275 (0)	0.691 (0)
St-Laurent					0.319 (0)		0.406 (0)	0.479 (2)	0.420 (2)	0.512 (2)	0.342 (6)	0.394 (2)
Toreilles							0.778 (0)	0.616 (0) et 0.470 (2)	0.478 (0) et 0.278 (4)	0.653 (0)	0.250 (0) et 0.301 (4)	0.535 (0)
Ste-Marie N4									0.683 (0)	0.614 (0)	0.333 (0) et 0.179 (3)	0.548 (0)
Ste-Marie N3										0.537 (0)	0.270 (0) et 0.184 (4)	0.476 (0)
Canet											0.334 (0) et 0.216 (2)	0.492 (0)
	Perpignan	Millas IV	Millas Plio	St-Feliu	Terrats	Ponteilla	Corneilla	Alenya	St-Nazaire	Argelles	Ortaffa	Sabirou
Ste-Marie N4	0.546 (0)	0.229 (20)	0.236 (20)	0.241 (-1)	0.249 (24)	0.276 (23)	0.425 (-2)	0.384 (0)	0.409 (-4) et 0.461 (0)	0.346 (-3) et 0.515 (0)	0.288 (0)	0.143 (-5) et 0.119 (-1)
Ste-Marie N3	0.526 (0)	0.201 (20)	0.184 (20)	0.346 (0)	0.247 (24)	?	0.377 (-2)	0.376 (0)	0.334 (-4) et 0.410 (0)	0.286 (-3) et 0.461 (0)	0.344 (0)	n.a.
Canet	0.509 (0)	0.247 (20)	0.223 (20)	0.325 (0)	0.198 (20)	?	0.450 (-1)	0.310 (0)	0.454 (-4) et 0.591 (0)	0.373 (-3) et 0.506 (0)	0.230 (0)	0.149 (-2)
Pia	0.386 (0)	0.168 (13) et 0.174 (20)	0.166 (13) et 0.159 (20)	0.199 (-3)	0.186 (20)	?	0.251 (-4)	0.237 (0)	0.265 (-4) et 0.214 (0)	0.246 (-4) et 0.273 (0)	0.143 (0)	0.188 (0)
Bompas	0.593 (0)	0.168 (0) et 0.187 (20)	0.257 (0) et 0.243 (23)	0.253 (0)	?	0.438 (0)	0.372 (0)	0.530 (0)	0.487 (0)	0.670 (0)	0.408 (0)	0.225 (0)
Perpignan		0.258 (20)	0.233 (20)	0.312 (0)	0.239 (20)	0.362 (-3)	0.452 (0)	0.414 (0)	0.399 (-4) et 0.482 (0)	0.296 (-4) et 0.556 (0)	0.349 (0)	?
Millas IV			0.762 (0)	?	0.164 (-4) et 0.172 (0)	0.155 (0)	0.239 (-20) et 0.184 (10)	0.163 (0)	0.287 (-22)	0.284 (-23)	0.259 (0)	?
Millas Plio				0.170 (-7)	0.194 (-4) et 0.184 (0)	0.359 (-24) et 0.167 (0)	0.267 (-22)	0.217 (0)	0.310 (-22)	0.246 (-22)	0.257 (0)	?
St-Feliu					0.153 (-9)	0.208 (-4)	0.295 (0)	?	0.289 (-3)	0.223 (-3)	?	n.a.
Terrats						0.467 (0) et 0.433 (4)	0.262 (-24) et 0.308 (9)	0.258 (7)	0.274 (-24)	0.225 (-24)	?	0.129 (3) et 0.129 (7)
Ponteilla							0.460 (2)	0.372 (1)	0.515 (0)	0.516 (1)	0.170 (1)	0.218 (2)
Corneilla								0.225 (-2) et 0.238 (0)	0.573 (0)	0.524 (0)	?	0.171 (-1)
Alenya									0.478 (0)	0.681 (0)	0.718 (0)	0.159 (0)
St-Nazaire										0.703 (0)	0.226 (0)	0.274 (0)
Argelles											0.595 (0)	0.274 (0)
Ortaffa												?

Les constats sont globalement les mêmes, avec de très bonnes corrélations dans la partie Nord, excepté pour le piézomètre ex-Opoul (néanmoins bien corrélé avec St-Hippolyte) et moins pour les piézomètres Barcarès-Saultlebar IV et Pia (dont l'évolution sera discutée plus loin). Dans la vallée de la Têt, les corrélations sont moyennes et présentent les mêmes caractéristiques. Pour la partie Sud (secteur de vallée du Réart – Les Aspès et vallée du Tech), les corrélations entre les variations piézométriques semblent légèrement meilleures. En particulier, la corrélation entre Terrats et Ponteilla qui n'était pas bonne en utilisant les chroniques piézométriques (du fait d'une dérive de celle de Terrats), devient significative avec les variations piézométriques.

L'amélioration constatée des corrélations entre les variations piézométriques est normale, puisque l'effet de la dérive est annulé en travaillant sur les variations décennales de la piézométrie et non sur la piézométrie même. Cette seconde inter-comparaison (menée sur les variations piézométriques) a donc permis de confirmer les résultats obtenus avec les chroniques piézométriques.

Les résultats obtenus par comparaison des chroniques piézométriques prises deux à deux, complétés par ceux issus des comparaisons des variations piézométriques décennales, ont permis d'étudier les comportements piézométriques à l'échelle de la Plaine. Il en ressort certains constats :

- Les piézomètres de la partie Nord de la Plaine montrent des évolutions très bien corrélées entre elles, hormis au niveau du piézomètre ex-Opoul qui paraît anachronique par rapport aux autres ouvrages du Pliocène, mais pas avec celui du Quaternaire de St-Hippolyte ;
- Le piézomètre de Pia présente un comportement également particulier, qui est en grande partie lié à une tendance (dérive) dont nous discuterons plus loin de la cause probable reliée aux modifications des prélèvements AEP sur la commune ;
- Il semblerait possible de considérer un comportement piézométrique homogène de la partie Nord de la Plaine ; étant donné que certains piézomètres de la bordure côtière Nord présentent en été des piézométries inférieures au niveau de la mer, il semblerait cependant pertinent de différencier la bordure côtière et l'intérieur des terres ;
- Dans cette partie Nord, il semblerait possible d'écarter le piézomètre d'ex-Opoul dont le comportement ne s'apparente pas à celui des autres piézomètres de la partie Nord de la Plaine du Roussillon ; de même le piézomètre de Pia qui présente un comportement particulier ne constitue pas un point de suivi représentatif de l'ensemble de la ressource pour ce secteur Nord ;
- Dans la vallée de la Têt, tous les piézomètres depuis St-Féliu d'Amont jusqu'à la côte sont très bien corrélés entre eux ;
- Seuls les piézomètres de Millas (par ailleurs très bien corrélés entre eux) se différencient par un décalage de six mois entre leurs comportements piézométriques et ceux des autres piézomètres ;
- Le piézomètre de Terrats présente une certaine corrélation avec Ponteilla lorsqu'on utilise les variations piézométriques, mais peu ou pas de corrélation avec les piézomètres de Millas, St-Féliu ou Perpignan ;
- Les piézomètres de la bordure Ouest de la Plaine, et partant de là les bordures Ouest elles-mêmes, ne semblent pas représentatifs du comportement moyen des nappes de la Plaine ; les importants

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quaternaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	13
--	----

déphasages observés entre les évolutions piézométriques semblent indiqués que ces secteurs amonts Ouest sont peu connectés avec le reste des nappes de la Plaine ;

- Le suivi d'un des piézomètres de Millas se justifierait si le secteur de Millas devait être individualisé. Cependant, en regard de la taille de ce secteur débutant en amont de St-Féliu, il serait nécessaire de réaliser un bilan détaillé, voire une modélisation, de ce secteur pour vérifier sa connexion avec l'aval et l'importance des éventuelles venues d'eau depuis les massifs périphériques ;
- Pour la partie Sud (vallée du Réart – les Aspres et vallée du Tech), les corrélations entre les variations piézométriques attestent de réactions piézométriques assez homogènes, même si cette homogénéité est bien moindre que celle observée pour la partie Nord de la Plaine.

2.3 Comparaison visuelle des évolutions piézométriques

L'analyse statistique a été complétée par une comparaison visuelle des chroniques piézométriques. Pour ce faire, les piézomètres sont présentés en six groupes :

- Groupe 1 – Bordure côtière Nord : Barcarès Saultlebar N4, Barcarès plage N4, Barcarès plage N3, St Laurent de la Salanque, Torreilles F3, Ste-Marie N3, Ste-Marie N4 et Canet Phare ;
- Groupe 2 – Bordure côtière Sud : Saint Nazaire Golf, Argelès- Pont du Tech, Corneilla et Alénia ;
- Groupe 3 – Secteur Agly-Salanque : Ex Opoul et St Hippolyte ;
- Groupe 4 – Secteur Têt : Millas Quat C.2.1, Millas Plio C2.2, Perpignan, Bompas N3 et Pia ;
- Groupe 5 – Secteur Aspres : Terrats et Ponteilla ;
- Groupe 6 – Secteur Tech : Ortaffa – Brouilla et Sabirou.

Groupe 1 – Bordure côtière Nord : Barcarès Saultlebar N4, Barcarès plage N4, Barcarès plage N3, St Laurent de la Salanque, Torreilles F3, Ste-Marie N4, Ste-Marie N3 et Canet Phare

Les piézomètres (Figure 4) de la bordure côtière Nord ont des chroniques piézométriques globalement semblables, dominées par le cycle annuel et peu d'évolution interannuelle. L'amplitude des cycles est d'environ deux mètres entre basses eaux et hautes eaux, hormis pour le piézomètre de St Laurent de la Salanque dont l'amplitude est bien plus marquée, en particulier au début des années 2000. On retrouve dans ce groupe deux des piézomètres du SDAGE choisis pour suivre la nappe Pliocène. Le piézomètre de Ste-Marie N3 est également présenté, même s'il n'est plus suivi, car son évolution est très semblable à celle de Ste-Marie N4 et pourrait donc permettre de compléter la chronique de ce dernier qui est incomplète en 2008-2009.

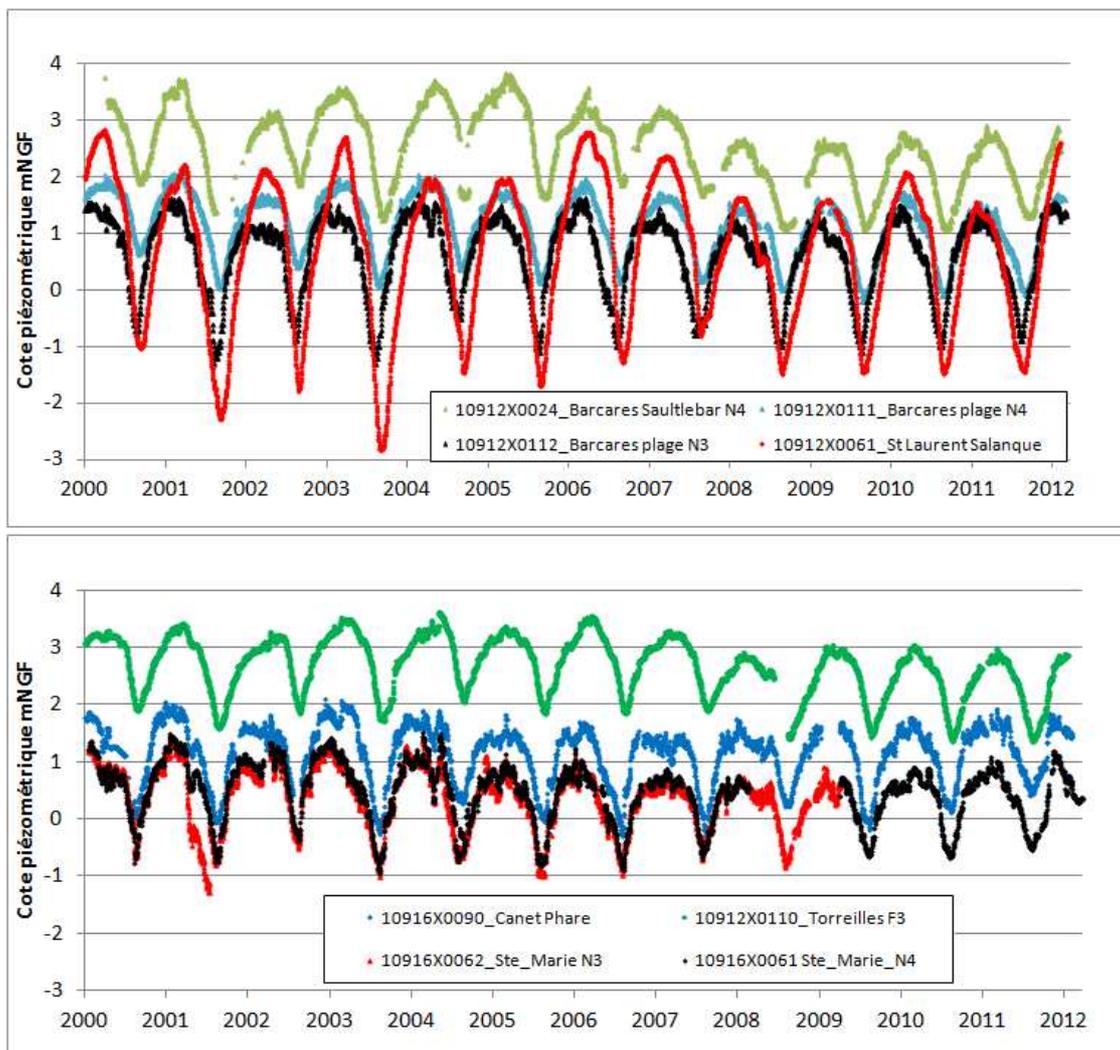


Figure 4 : Evolution piézométrique du groupe 1

Groupe 2 – Bordure côtière Sud : St Nazaire Golf, Argelès - Pont du Tech, Alénia et Corneilla

Les piézomètres (Figure 5) de la bordure côtière Sud ont des chroniques piézométriques très semblables, dominées par le cycle annuel et peu d'évolution interannuelle. L'amplitude des cycles est d'un à deux mètres entre basse eaux et hautes eaux pour St-Nazaire, Argelès-Pont-du-Tech et Alénia et en moyenne de quatre mètres pour Corneilla.

Il est important de signaler en ce qui a trait à la chronique de Corneilla que les prélèvements du champ captant à Montescot situé non loin du piézomètre ont très fortement baissé durant les années 2000 passant en quelques années de 2,5 Mm³/an à 1,5 Mm³/an avec l'arrêt du forage FM1, le plus proche du piézomètre de Corneilla. Ceci pourrait ainsi expliquer la diminution du marnage annuel observé et la remontée qui se fait depuis 2008.

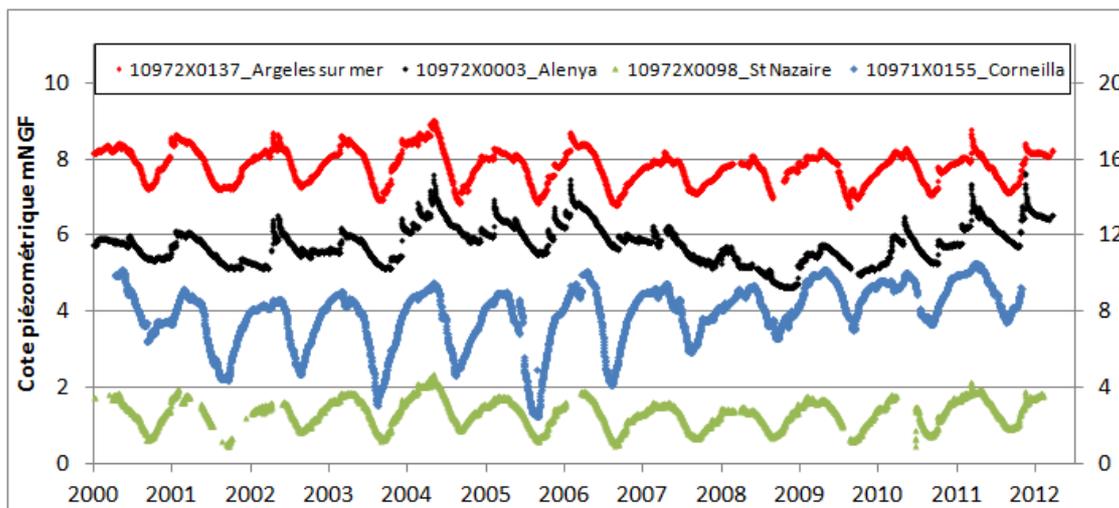


Figure 5 : Evolution piézométrique du groupe 2 (Corneilla sur l'échelle de droite)

Groupe 3 – Secteur Agly-Salanque : Ex Opoul et Saint Hippolyte

L'évolution piézométrique des piézomètres Ex Opoul et Saint Hippolyte (Figure 6) est marquée par une évolution piézométrique interannuelle atteignant 15 m entre 2008 et 2011 pour le piézomètre Ex Opoul (Pliocène), et de seulement 3 m pour Saint Hippolyte (Quaternaire). Cette évolution interannuelle est également observable sur certains piézomètres tel celui d'Alénia (Figure 5).

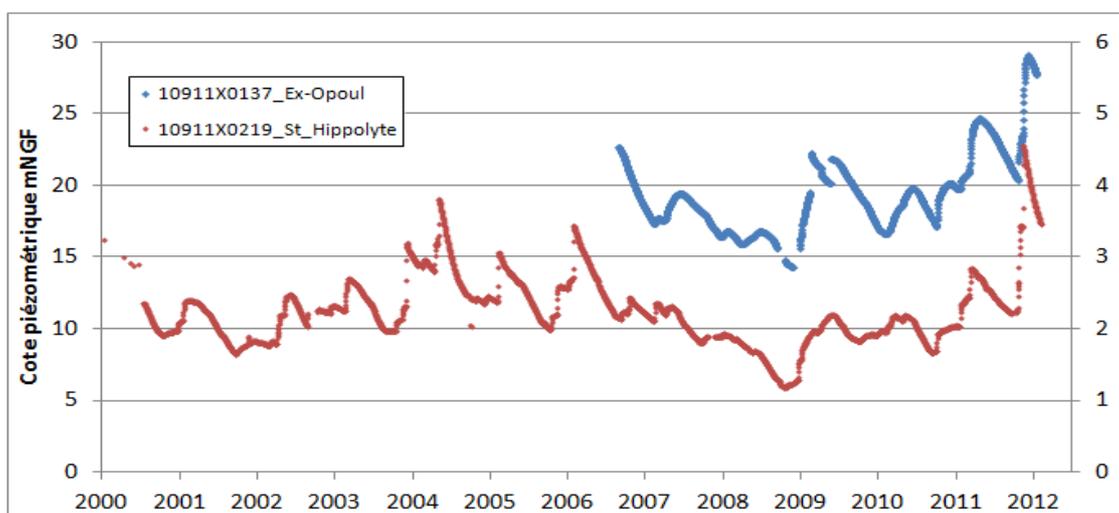


Figure 6 : Evolution piézométrique du groupe 3 (St Hippolyte sur l'échelle de droite)

Groupe 4 – Secteur Têt : Millas Quat C.2.1, Millas Plio C2.2, Perpignan, Bompas N3 et Pia

Les piézomètres de la vallée de la Têt (Figure 7) ont pour la plupart des chroniques piézométriques assez semblables, à tout le moins pour les piézomètres aval, principalement dominées par le cycle annuel et assez peu d'évolution interannuelle, hormis une baisse assez brutale observée en 2006 sur les piézomètres aval. L'amplitude des cycles est d'environ deux mètres entre basse eaux et hautes eaux pour les piézomètres amont, atteint trois mètres pour le piézomètre Perpignan et seulement un mètre en général sur le piézomètre Bompas.

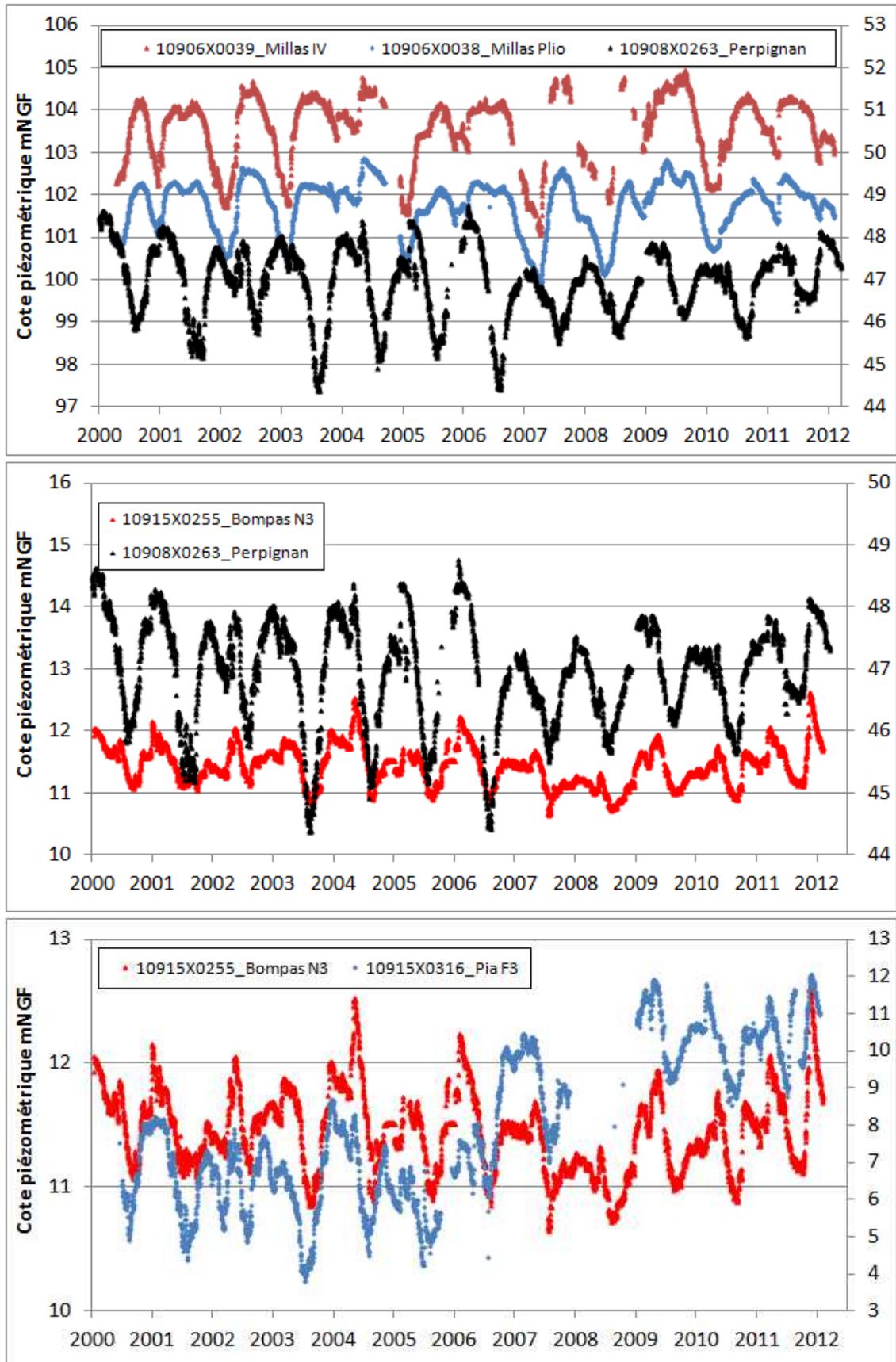


Figure 7 : Evolution piézométrique du groupe 4 (Perpignan et Pia sur l'échelle de droite)

On remarque un important décalage temporel amont-aval des chroniques, les deux piézomètres amont ayant des basses eaux en hiver ou au printemps alors que les piézomètres aval ont des basses eaux en juillet-août. Cette inversion des périodes de hautes et basses eaux avaient conduit (voir section précédente) à une mauvaise corrélation statistique entre les piézomètres de Millas et ceux situés plus en aval (dont le piézomètre de St-Féliu). Il semblerait donc pouvoir y avoir pertinence à individualiser les piézomètres de Millas dans un petit secteur de bordure.

Les piézomètres de la vallée de la Têt (Figure 7) ont pour la plupart des chroniques piézométriques assez semblables, à tout le moins pour les piézomètres aval, principalement dominées par le cycle annuel et assez peu d'évolution interannuelle, hormis une baisse assez brutale observée en 2006 sur les piézomètres aval. L'amplitude des cycles est d'environ deux mètres entre basse eaux et hautes eaux pour les piézomètres amont, atteint trois mètres pour le piézomètre Perpignan et seulement un mètre en général sur le piézomètre Bompas.

Il est important de signaler en ce qui a trait à la chronique de Pia que deux captages AEP situés non loin du piézomètre ont très fortement réduit leur prélèvement depuis 2006, date à laquelle un nouveau forage AEP a été mis en service à l'autre bout de la commune. La hausse de la piézométrie observée en 2006 et sa stabilisation observée ces dernières années résultent de cette modification des prélèvements. Rappelons que cette dérive piézométrique avait entravé l'analyse statistique de ce piézomètre. Cet exemple met en évidence que les chroniques piézométriques peuvent être influencées par les prélèvements et leur modification dans le temps.

Groupe 5 – Secteur des Aspres : Terrats et Ponteilla-Nyls (et Alénys)

Les piézomètres de la vallée des Aspres (Figure 8) ont des chroniques piézométriques très semblables, fortement marquées par la même tendance interannuelle que celle observée pour le groupe 2 et une évolution annuelle peu marquée et peu régulière. Il est à remarquer que le piézomètre d'Alénys s'apparente donc assez bien à la fois aux piézomètres du groupe 2 et du groupe 5. L'amplitude est plus importante sur le piézomètre Terrats situé en amont et s'atténue vers l'aval. Suite à une période de hautes piézométries durant les années 2003 à 2006, les années 2007 à 2011 ont été caractérisées par une dépression piézométrique généralisée (de quatre mètres environ en amont et d'un mètre seulement en aval) qui semble se corriger en 2012.

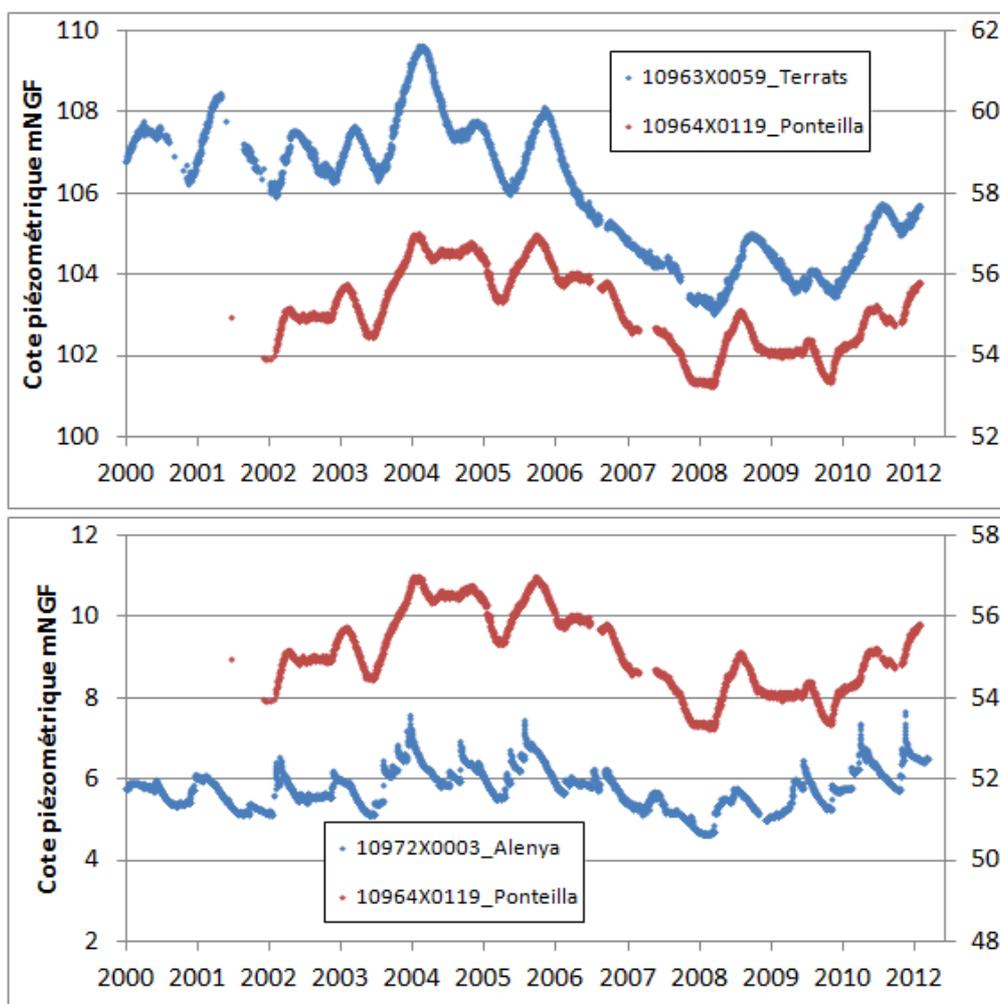


Figure 8 : Evolution piézométrique du groupe 5 (Ponteilla-Nyls sur l'échelle de droite)

Groupe 6 – Secteur Tech : Ortaffa–Brouilla et Sabirou

Ce secteur comporte le piézomètre d'Ortaffa-Brouilla et celui de Sabirou qui possède une chronique très courte ne permettant pas de caractériser son évolution interannuelle. Le piézomètre d'Ortaffa présente une évolution piézométrique caractérisée par une absence d'évolution interannuelle, de très faibles variations annuelles (< 0,5 m) et des pics très marqués en hautes eaux qui apparaissent et s'estompent rapidement. Cette évolution est très semblable à celle du piézomètre de Barcarès-Saultlebar IV pourtant situé dans la bordure côtière Nord. Cette évolution pourrait donc être typique de certains piézomètres du Quaternaire dont la dynamique est à mettre en relation avec la pluie et les eaux superficielles.

Les évolutions piézométriques des piézomètres du Quaternaire peuvent donc présenter soit des comportements similaires entre eux et se différenciant de ceux des piézomètres du Pliocène (cas des piézomètres Ortaffa-Brouilla et Barcarès-Saultlebar IV), soit un comportement très semblable à celui des piézomètres du Pliocène (cas des piézomètres de Millas qui montrent un comportement tout à fait analogue, avec seulement une différence piézométrique de 2 m environ). Il y a donc difficile de se prononcer sur la nécessité et la pertinence de différencier les nappes pliocènes et quaternaires et le cas échéant de trouver des ouvrages de référence représentatifs de chacune des nappes et de chacun des secteurs.

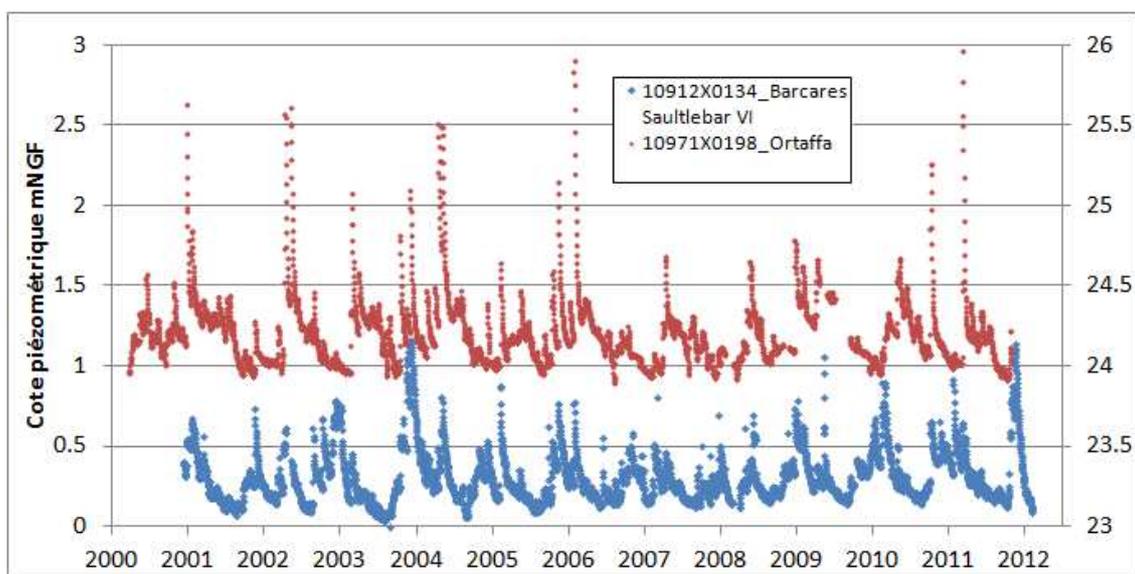


Figure 9 : Evolution piézométrique du groupe 6 (Ortaffa-Brouilla sur l'échelle de droite)

2.4 Analyse des relations hydrauliques avec les massifs périphériques

Afin de vérifier l'existence manifeste de relations hydrauliques ou d'apports depuis les massifs périphériques, une analyse inter-comparative avec les piézomètres limitrophes de la Plaine a également été réalisée. Les piézomètres pris en compte (Figure 1) sont ceux de :

- Salses-Moulin (10795X0028) ;
- Salses-Combe (10795X0070) ;
- Salses-Roboul (10904X0105) ;
- Estagel (10903X0034) ;
- Baixas-Aven (10904X0104) ;
- Ste-Colombe (10963X0090) ;
- Collioure (10976X0058).

Les résultats de cette analyse sont présentés au Tableau 4.

Les résultats montrent :

- Une bonne à très bonne corrélation des piézomètres de Baixas-Aven et Estagel avec ceux de Bompas et Perpignan ; rappelons que Pia présente une dérive entravant la qualité de la comparaison ;
- Une bonne comparaison des piézomètres de Salses avec les piézomètres d'Ex-Opoul et Barcarès-Saultlebar IV, mais faible à très faible avec les piézomètres du Pliocène ;
- Rien d'observable entre Ste-Colombe et Terrats ;
- Une corrélation moyenne du piézomètre de Collioure avec ceux d'Argelès-Pont du Tech, Ortaffa-Brouilla et Sabirou.

Tableau 4 : Coefficients de corrélation des chroniques piézométriques (le décalage des séries est indiqué entre parenthèses)

	ex-Opoul	Barcares S-IV	Barcares SN4	Barcares PN4	Barcares PN3
Salses_Combe	0.417 (-6)	0.338 (0)	0.087 (-5)	0.133 (-2)	0.147 (0)
Salses_Moulin	0.424 (-3)	0.458 (0)	0.327 (-5)	0.277 (-2)	0.242 (-1)
Salses_Roboul	0.306 (-4)	0.329 (0)	0.319 (-4)	0.336 (-1)	0.310 (0)

	Pia	Bompas	Perpignan
Aven_de_Baixas	dérive	0.582 (0)	0.339 (4)
Estagel	?	0.375 (5)	0.553 (8)

	Terrats
Ste_Colombe	?

	Argeles	Ortaffa	Sabirou
Collioure	0.438 (-1)	0.370 (0)	0.270 (0)

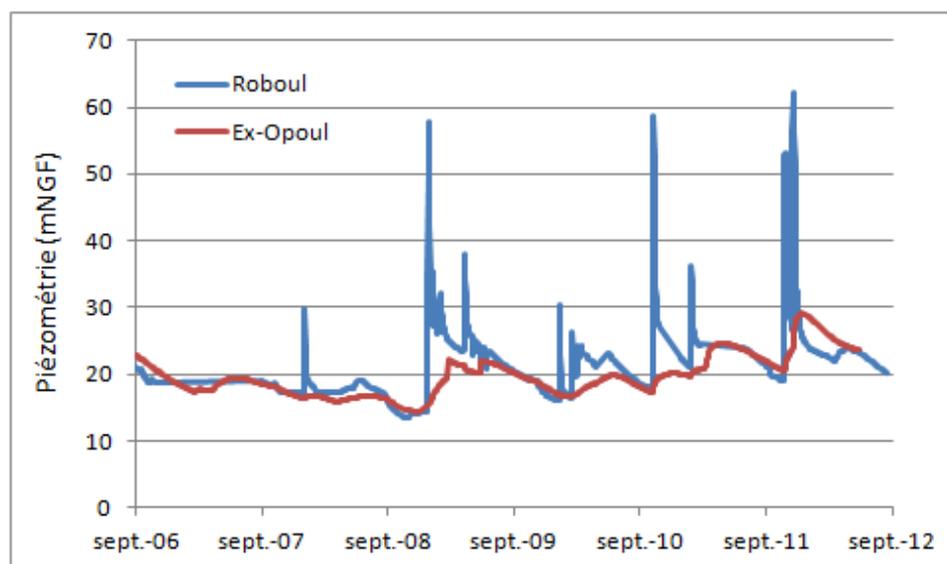


Figure 10 : Evolution piézométrique des piézomètres Ex Opoul et Roboul

La Figure 10 montre que les évolutions piézométriques observées sur les piézomètres d'Ex-Opoul et Roboul montrent une certaine similitude, mais diffèrent très significativement de leur réactivité aux événements pluvieux.

La seule connexion hydraulique avérée serait donc celle entre le karst des Corbières et la Plaine du Roussillon (axe Estagel, Baixas, Bompas, Perpignan).

3 Comparaison entre niveaux piézométriques et précipitations

La représentativité de chacun des piézomètres a aussi été étudiée en comparant l'évolution piézométrique de chaque piézomètre aux précipitations et à la recharge induite par les précipitations.

Comme précédemment, la corrélation croisée a consisté à calculer les corrélations linéaires entre la variable dépendante (niveau de la nappe) et la variable indépendante (précipitations) sur plusieurs pas de temps. L'utilisation de cette technique se justifie par le fait que l'influence de la pluie sur le niveau de la nappe peut ou ne pas se manifester la même décennie ou plusieurs décennies plus tard.

Le coefficient de corrélation croisée représente la corrélation entre deux séries, décalées d'un certain nombre d'observations, c'est-à-dire d'un certain laps de temps. L'interprétation des résultats de l'analyse des corrélations croisées se fait alors selon deux valeurs : (1) la corrélation absolue maximale, qui exprime l'intensité de la concomitance des fluctuations, et (2) le décalage où survient la corrélation absolue maximale, qui montre l'existence d'un écart temporel entre les deux séries.

3.1 Calcul de la recharge potentielle par les précipitations

La recharge des nappes par les pluies est considérée égale aux précipitations efficaces établies par le bilan hydrologique calculé au niveau du sol à partir de l'équation suivante :

$$\text{Recharge} = \text{Précipitation} - \text{Evapotranspiration} - \text{Ruissellement} - \text{Variation de la Réserve Utile}$$

Pour réaliser le calcul, il est nécessaire de disposer des données requises à un pas de temps donné. Nous avons opté pour un pas de temps décennaire (10 jours) qui est compatible avec les durées moyennes des périodes de pluie, du transfert de l'eau au travers du sol, de la persistance des flaques d'eau en surface du sol et de la résistance des plantes au manque d'eau. Un pas de temps plus grand (mois par exemple) lisse trop les événements de pluie et de sécheresse (et minimise la recharge) alors qu'un pas de temps plus court (journée par exemple) limite l'évapotranspiration et surestime généralement la recharge.

Durant un événement de pluie, la quantité d'eau qui peut entrer dans le sol est fonction de l'espace disponible qui s'y trouve, c'est-à-dire de la différence entre la porosité totale du sol et le contenu en eau déjà présent dans le sol. L'eau qui ne peut entrer dans le sol est disponible pour le ruissellement. Dans cette approche de calcul hydrologique, le ruissellement est donc calculé comme l'eau qui ne peut s'infiltrer dans le sol et non à partir d'un coefficient de ruissellement arbitraire.

L'évapotranspiration se réalise sur le stock d'eau du sol disponible pour l'évaporation et pour le prélèvement d'eau par les plantes (transpiration). Ce stock d'eau est appelé la réserve facilement utilisable (RFU) ou la réserve utilisable (RU), selon le degré de stress hydrique que l'on considère pour les plantes. Pour le calcul des précipitations efficaces, la RFU est plus classiquement utilisée. La valeur de la RFU est fonction de l'épaisseur du sol, de la profondeur d'enracinement des plantes, de la capacité au champ du sol (quantité d'eau retenue par le sol après la pluie) et du contenu en eau au point de flétrissement (quantité en eau restant dans le sol et que les plantes ne peuvent facilement prélever). Pour nos calculs, nous avons utilisé une valeur de RFU de 100.5 mm définie à partir des propriétés hydriques des sols (notons que Chabart, 1996, a utilisé une valeur très

proche de 100 mm pour ces travaux) et de RU de 200.25 mm (pour le projet Vulcain, la RU utilisée était de 200 mm).

Les données utilisées pour le calcul de la recharge par les précipitations efficaces sont :

- Pluviométries décennales de septembre 2002 à août 2012 (soit 10 années hydrologiques) des stations météorologiques de Perpignan, Opoul, Vinça et Cap-Béar (Figure 11) ;
- Evapotranspiration potentielle décennale (2002-2012) de la station de Perpignan considérée représentative de la partie basse de la plaine du Roussillon;
- Evapotranspiration potentielle décennale extrapolée par Météo-France pour le secteur de Vinça (période 2002-2012) ;
- Caractéristiques des sols issues de la bibliographie :
 - réserve facilement utilisable (RFU) : 100.5 mm (Chabart, 1996 = 100 mm) ;
 - réserve utile (RU) : 200.25 mm (données Vulcain = 200 mm).

Les recharges potentielles correspondant aux précipitations efficaces calculées pour les stations de Perpignan, Vinça, Opoul et Cap-Béar sont résumées au Tableau 5. La pluie annuelle moyenne de la période 2002-2012 est de 592.6 mm pour la station de Perpignan. La recharge annuelle moyenne sur cette période est de 91.6 mm avec de fortes disparités entre les années (Figure 12). La recharge a lieu principalement de novembre à mars. Le ruissellement moyen est estimé à 43.6 mm/an.



Figure 11 : Localisation des stations météorologiques utilisées (rectangles rouges)

Tableau 5 : Recharge annuelle moyenne calculées pour les différentes stations

	Précipitation mm/an	Ruissellement mm/an	Recharge mm/an
Perpignan	592.6	43.6	91.6
Opoul	663.6	58.8	117.4
Vinça	579.4	35.0	99.1
Cap-Béar	619.3	31.7	77.5

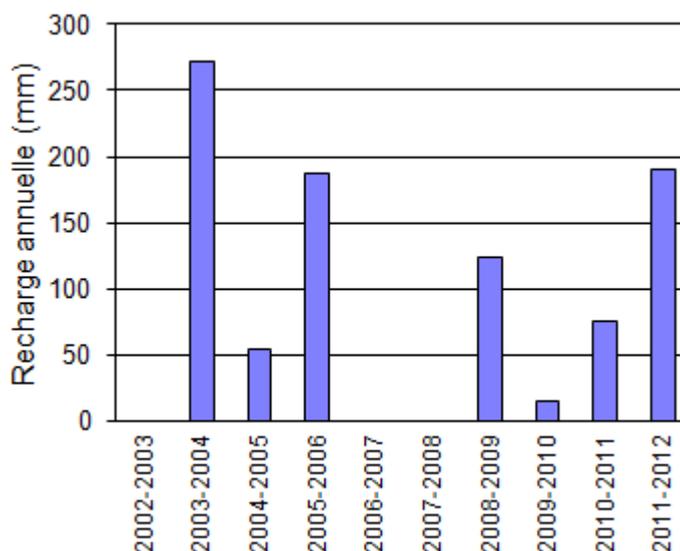


Figure 12 : Recharge annuelle (mm) calculée avec les données de la station météo de Perpignan

Les précipitations totales et efficaces sont très variables au cours de l'année et d'une année sur l'autre. La recharge varie ainsi entre 28,6 mm observés en 2007-2008 et 335,9 mm observés en 2003-2004. La Figure 13 illustre cette variabilité.

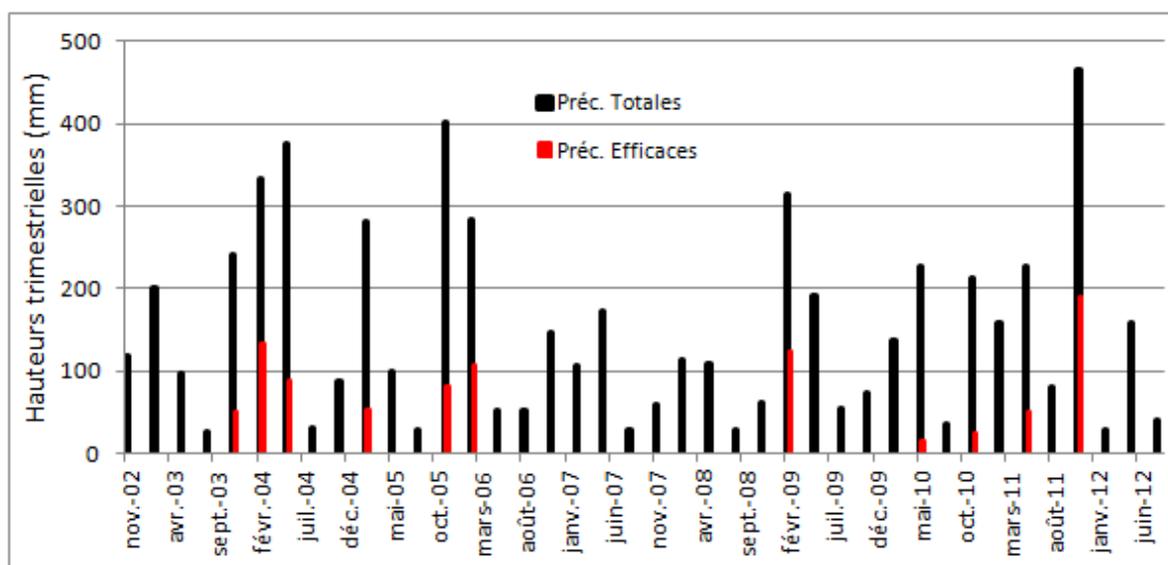


Figure 13 : Précipitations totales et efficaces trimestrielles de la période 09/2002 – 08/2012 (station de Perpignan)

Les moyennes mensuelles de précipitation et de recharge (Figure 14) montrent des précipitations statistiquement assez bien réparties entre septembre et mai, induisant des recharges principalement entre les mois de novembre et février-mars. La recharge est faible entre mars et mai, ainsi qu'en octobre, et nulle entre juin et septembre.

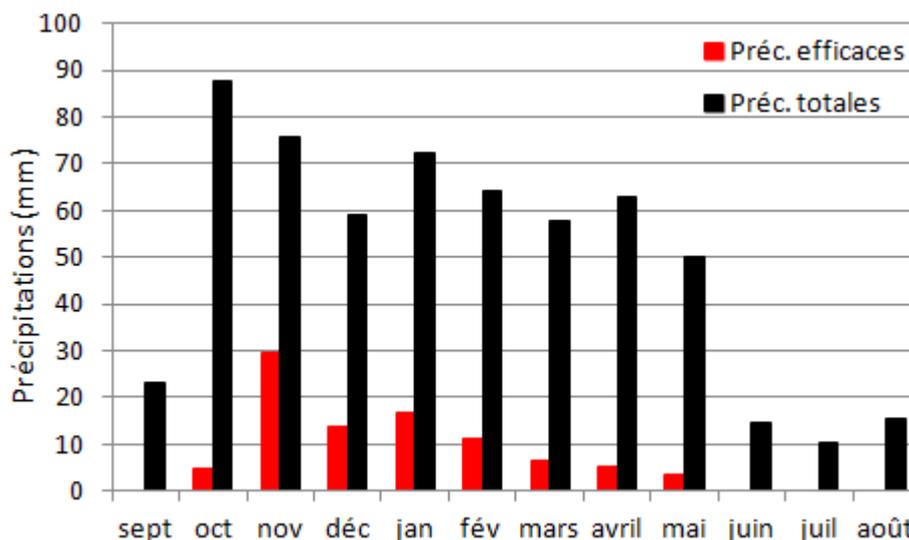


Figure 14 : Précipitations totales et efficaces mensuelles moyenne (station de Perpignan)

3.2 Résultats des corrélations croisées entre piézométrie et précipitations

Les corrélations croisées ont été calculées avec le logiciel XLStat entre les variations piézométriques décadaires et les précipitations décadaires d'un côté et les recharges décadaires de l'autre.

Les résultats sont présentés au Tableau 6. Les coefficients supérieurs à 0.5 sont surlignés en vert et ceux compris entre 0.3 et 0.5 sont surlignés en orangé.

On constate, pour la plupart des piézomètres, une bonne corrélation des variations piézométriques avec les précipitations et moins avec la recharge. Ceci pourrait indiquer que la variation piézométrique est plus directement conditionnée par le transfert de pression induit par la précipitation que par le transfert d'eau correspondant à la recharge.

Les corrélations sont en général très bonnes pour les piézomètres du Quaternaire, mais également pour certains piézomètres du Pliocène (Bompas et Argelès). Remarquons par ailleurs que la corrélation est étonnamment meilleure pour le piézomètre de Millas-Pliocène que pour celui de Millas-Quaternaire, alors que le contraire aurait été attendu.

Tableau 6 : Coefficients de corrélation entre les variations piézométriques et les précipitations et recharges (le décalage des séries est indiqué entre parenthèses)

	Précipitations				Précipitations efficaces			
	Opoul	Perpignan	Vinça	Cap Bear	Opoul	Perpignan	Vinça	Cap Bear
ex-Opoul	0.349 (1) et 0.346 (3)				0.383 (1)			
Barcares SIV	0.641 (0)				0.560 (0)			
Barcares SN4	0.357 (0)				0.314 (0)			
Barcares PN4	0.393 (0)				0.322 (0)			
Barcares PN3	0.334 (0)				0.254 (0)			
St-Hippolyte	0.647 (0)				0.703 (0)			
St-Laurent	0.288 (0)				0.259 (0)			
Toreilles	0.437 (0)				0.346 (0)			
Ste-Marie N4		0.368 (0)				0.211 (0)		
Ste-Marie N3		0.348 (0)				0.237 (0)		
Canet		0.338 (0)				0.169 (0)		
Pia		0.228 (0)				0.180 (0)		
Bompas		0.628 (0)				0.500 (0)		
Perpignan		0.403 (0)				0.238 (0)		
Millas IV			0.339 (0)				0.367 (0)	
Millas Plio			0.446 (0)				0.432 (0)	
St-Feliu			0.171 (0)				0.102 (1)	
Terrats			0.220 (4) et 0.252 (7)				0.244 (4) et 0.242 (7)	
Ponteilla		0.398 (1)				0.336 (1)		
Corneilla		0.210 (0)				?		
Alenya		0.761 (0)				0.598 (0)		
St-Nazaire		0.449 (0)				0.256 (0)		
Argeles				0.608 (0)				0.464 (0)
Ortaffa				0.531 (0)				0.422 (0)
Sabirou				0.192 (0)				0.240 (0)

4 Proposition de secteurs homogènes et de piézomètres de référence

4.1 Proposition de secteurs homogènes

Suite à l'analyse par inter-comparaison des évolutions piézométriques des différents piézomètres, une sectorisation peut être proposée. La Figure 15 présente les secteurs proposés, établis sur la base de l'analyse des chroniques piézométriques et sur la prise en compte des critères hydrologiques (bassin versant conditionnant les nappes quaternaires).

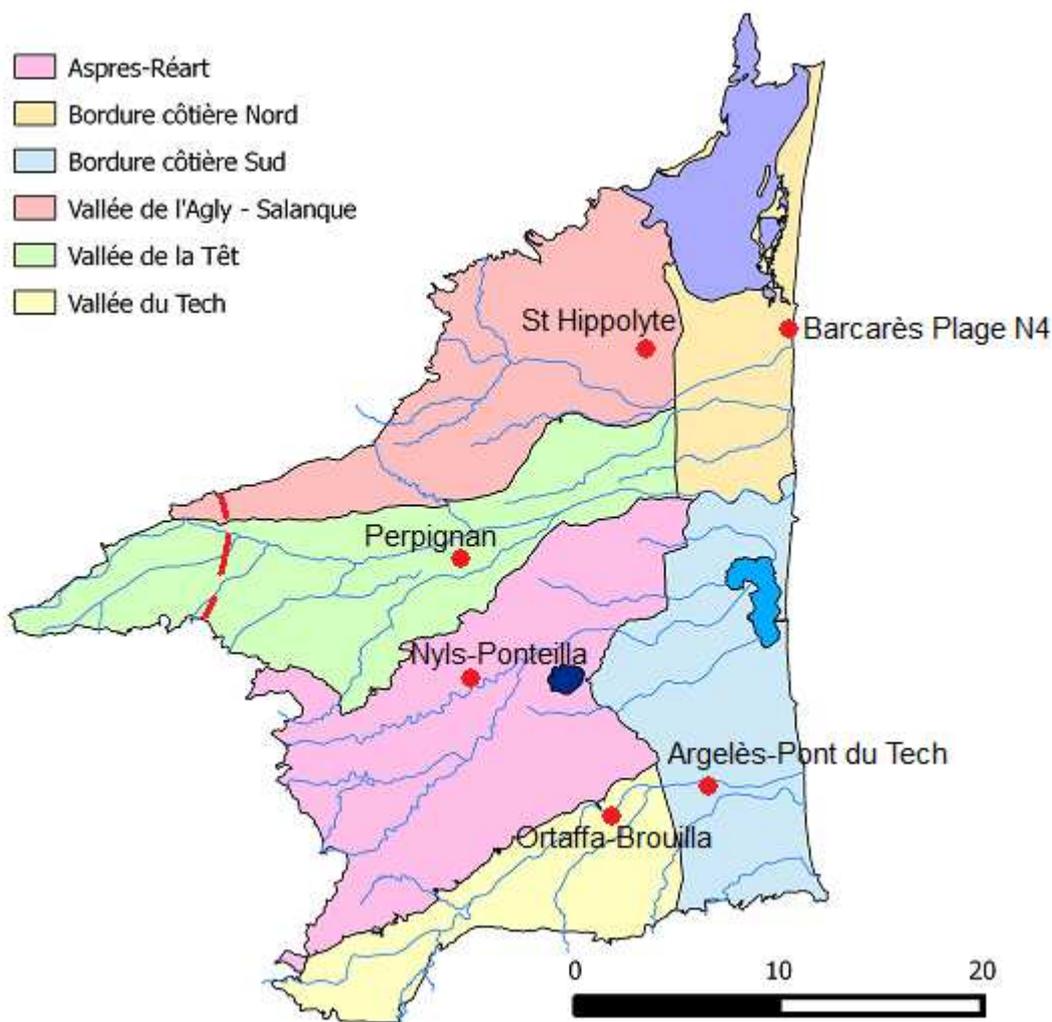


Figure 15 : Secteurs de comportements piézométriques homogènes proposés

Sur la Têt amont, un petit secteur de bordure pourrait être individualisé autour des piézomètres de Millas qui présentent un important décalage temporel avec les chroniques des piézomètres situés en aval. On manque cependant de connaissance pour expliquer ce comportement et donc définir finement l'extension de ce secteur.

4.2 Cas du Quaternaire

L'analyse statistique a généralement montré de bonnes corrélations croisées entre les piézomètres du Quaternaire et du Pliocène. Ainsi d'après les analyses statistiques réalisées :

- Barcarès Saultlebar IV présente une bonne corrélation avec les autres piézomètres voisins du Pliocène ;
- St-Hippolyte présente également une bonne corrélation avec plusieurs piézomètres du Pliocène, dont Ex-Opoul en particulier ;
- Millas Quaternaire est très bien corrélé avec Millas Pliocène ;
- Alénia présente également une bonne corrélation avec plusieurs piézomètres voisins du Pliocène ;
- Ortaffa-Brouilla se corrèle assez bien avec Argelès selon le Tableau 3.

Notons que la comparaison visuelle des chroniques piézométriques (Figure 5 à Figure 9) a cependant montré que la corrélation n'est pas parfaite dans le détail, ce qui illustre entre autres les limites de l'approche purement statistique.

Par ailleurs, il a été vu dans le cadre des autres volets du projet, que les nappes quaternaires sont extrêmement morcelées et souvent déconnectées les unes des autres. La notice de la carte géologique BRGM de Rivesaltes mentionne par exemple : « On note une discontinuité hydraulique entre, d'une part les alluvions récentes et celles des basses terrasses comprises en Ille et St-Féliu, et d'autre part les alluvions de la terrasse située entre Toulouges et le Sud de Millas où la nappe est alors en position perchée. » La nappe quaternaire ne semble donc pas pouvoir être vue comme continue même à l'échelle d'une même vallée, du fait de l'organisation des alluvions en terrasses.

Cela n'exclut cependant pas le fait qu'il puisse être éventuellement pertinent de proposer des secteurs ou quelques secteurs de nappe quaternaire en regard de leur importance hydrogéologique et socio-économique. Les secteurs devraient cependant être suffisamment étendus et continus spatialement pour pouvoir constituer des entités de gestion. Ceci pourrait être le cas des alluvions récentes :

- de la vallée de l'Agly;
- de la vallée de la Têt;
- de la vallée du Tech

qui semblent en liaison hydraulique directe avec leur fleuve qui en constitue le drain principal des eaux souterraines.

Il ne nous semble par contre pas pertinent de considérer les terrasses, en particulier les plus anciennes, qui constituent des aquifères très morcelés et à faible inertie, leur comportement piézométrique étant directement relié aux précipitations et à l'irrigation.

4.3 Proposition de piézomètres de références

Secteur 1 : Bordure côtière Nord

Comportement piézométrique : Ce secteur est caractérisé par les piézomètres de Barcarès Saultlebar N4, Barcarès plage N4, Barcarès plage N3, St Laurent de la Salanque, Torreilles F3, Ste-Marie N4, Ste-Marie N3 et Canet Phare, mais également par le piézomètre du Quaternaire Barcarès Saultlebar IV. La piézométrie présente une relation assez marquée avec les précipitations et bien moindre avec la recharge. Ceci indiquerait que la variation piézométrique est plus directement conditionnée par le transfert de pression induit par la précipitation que par le transfert d'eau correspondant à la recharge proprement dite. Le piézomètre Barcarès Saultlebar IV se corrèle moins bien aux autres piézomètres et ne présente pas le même comportement piézométrique que les autres ouvrages (faibles variations annuelles avec des pics marqués en hautes eaux). Ce comportement pourrait être mis en relation avec l'effet de l'étang.

Prélèvements : Ce secteur touristique présente des prélèvements AEP estivaux (juillet à septembre) quelque fois équivalents au reste de l'année. Dans ce secteur, il n'existe pas de canaux d'irrigation et les prélèvements agricoles sont très importants et proviennent essentiellement des eaux souterraines et plus particulièrement des nappes quaternaires.

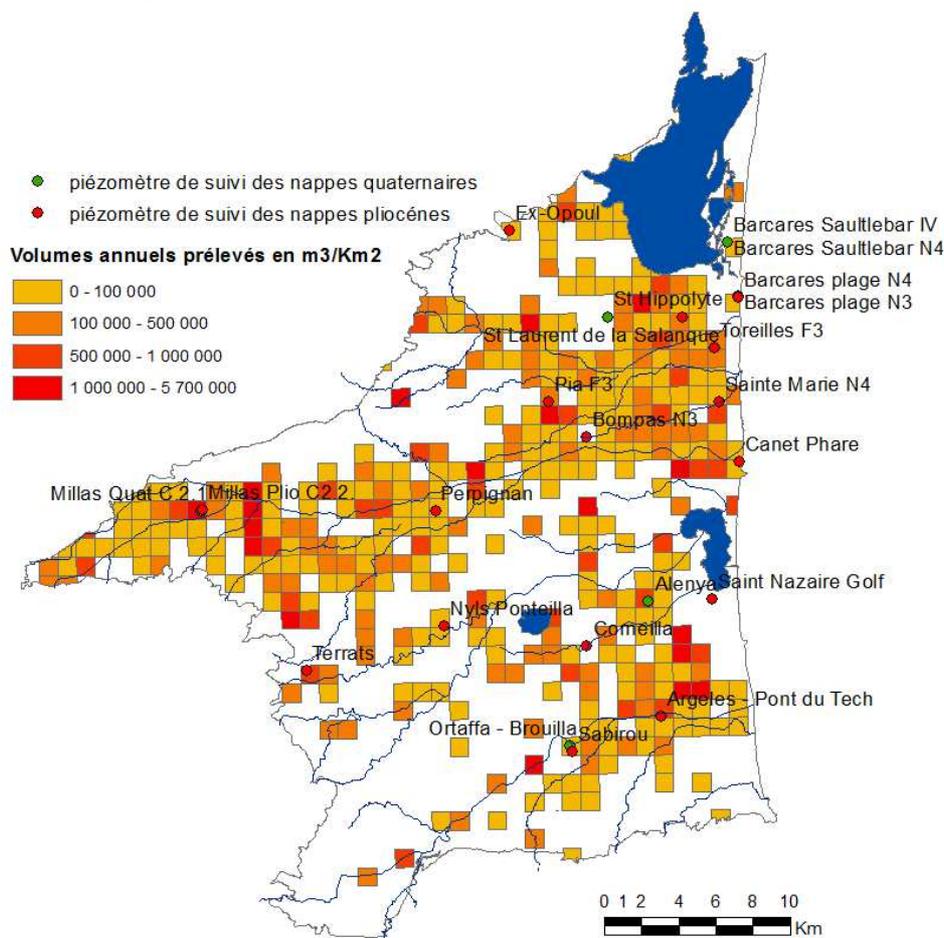


Figure 16 : Pressions exercées sur les ressources en eaux souterraines (tous usages confondus)

Proposition de piézomètre de référence : Rappelons que le SDAGE 2009 considère les piézomètres Barcarès plage N3 et Barcarès plage N4 pour le suivi de la nappe Pliocène. S'il y a nécessité de rationalisation du nombre de piézomètres, nous proposons de retenir le piézomètre Barcarès plage N4 pour le suivi de ce secteur. Ce piézomètre est en effet celui qui présente les meilleures corrélations avec les autres piézomètres du secteur. Tel que le montreront un peu plus loin les résultats de l'analyse réalisée, ce piézomètre semble un peu plus pertinent en regard des NPA et NPCR.

Secteur 2 : Bordure côtière Sud

Comportement piézométrique : Ce secteur est représenté par les piézomètres de St Nazaire Golf, Argelès - Pont du Tech, Alénia et Corneilla. Ces piézomètres sont bien corrélés ensemble et ont des chroniques piézométriques assez semblables dominées par le cycle annuel. Ils sont en ce sens bien à très bien corrélés avec les précipitations mais également avec les recharges, hormis pour le piézomètre de Corneilla qui montre une moins bonne corrélation avec les précipitations et la recharge.

Prélèvements : Le tourisme exerce le même type de pressions que sur le secteur 1. Les prélèvements agricoles proviennent en grande partie de la nappe quaternaire. Le périmètre irrigué de l'ASA de Villeneuve-de-la-Raho est présent sur la partie Nord-est de cette zone.

Proposition de piézomètre de référence : D'après la carte des pressions de prélèvements (Figure 16), il semble que le piézomètre de St Nazaire serait moins influencé par les prélèvements locaux et refléterait donc mieux le comportement global du secteur. Le piézomètre d'Argelès est quant à lui inclus dans le périmètre AEP du Pont du Tech mais serait peu influencé par celui-ci. Dans l'analyse réalisée, les piézomètres d'Argelès et de St Nazaire montrent tous les deux une très bonne corrélation avec les autres piézomètres du secteur, et une moindre dépendance aux précipitations et à la recharge. Le piézomètre d'Argelès, qui est situé un peu plus en amont, semble plus à même de détecter plus précocement une modification de la piézométrie due à un plus faible apport depuis l'amont. Ce piézomètre apparaît donc être le plus pertinent du secteur.

Secteur 3 : Vallée de l'Agly – Salanque

Comportement piézométrique : Ce secteur ne possède que deux piézomètres, Ex-Opoul et St-Hippolyte. Ex-Opoul est un piézomètre du Pliocène, mais qui ne se corrèle pas aux autres piézomètres du Pliocène du secteur Nord de la Plaine, mais se corrèle bien avec les piézomètres extérieurs de Salses. St-Hippolyte est un piézomètre du Quaternaire mais se corrèle assez bien aux autres piézomètres du secteur Nord et avec ex-Opoul.

Prélèvements : Les prélèvements AEP sont à peine plus importants en été que durant les autres saisons. Dans ce secteur, il n'existe pas de canaux d'irrigation ; les prélèvements agricoles sont très importants et proviennent essentiellement des eaux souterraines et plus particulièrement des nappes quaternaires.

Proposition de piézomètre de référence : Le piézomètre de St-Hippolyte semble être le seul adéquat des deux existants pour servir de piézomètre de référence car il est sur une zone où les prélèvements voisins sont peu importants. La comparaison des années 2007 et 2008 par rapport aux NPA et NPCR calculés dans cette étude montrera également que ce piézomètre est pertinent dans cette optique. Malgré que ce soit un piézomètre du Quaternaire, il devrait être selon les analyses statistiques également et suffisamment représentatifs du comportement de la nappe pliocène.

Secteur 4 : Vallée de la Têt

Comportement piézométrique : Ce secteur possède les piézomètres de Millas Quat C.2.1, Millas Plio C2.2, Perpignan, Bompas N3 et Pia. Ce secteur possédait également un piézomètre à St-Féliu-d'Amont, mais dont le suivi est arrêté depuis 2009. Les piézomètres de Millas présentent un comportement piézométrique moyennement à bien corrélé avec les autres piézomètres, mais avec un déphasage de l'ordre de 6 mois. Ce déphasage laisse à penser que le secteur de Millas serait peu connecté avec le reste de la plaine. Le piézomètre de Pia présente une dérive entravant la corrélation croisée des chroniques piézométriques. La corrélation s'améliore cependant en utilisant les variations piézométriques.

Prélèvements : Ce secteur est le plus sollicité en prélèvements (Figure 16) notamment dans le secteur de St-Féliu-d'Amont qui alimente Perpignan en eau potable. Les prélèvements agricole sont relativement importants sur ce secteur et proviennent majoritairement du Quaternaire.

Proposition de piézomètre de référence : Les piézomètres de Millas étant situé dans une zone à fort prélèvements et ne semblant pas représentatifs du reste du secteur, il ne paraît pas pertinent de les retenir. Il semblerait plus judicieux de choisir le piézomètre de Perpignan qui est par ailleurs déjà utilisé pour le suivi des nappes profondes et qui se situe en aval du secteur et intègre donc les effets des prélèvements exercés sur un plus grand territoire. C'est par ailleurs celui qui est le mieux corrélé avec les autres piézomètres de ce secteur.

Secteur 5 : Vallée du Réart – les Aspres

Comportement piézométrique : Ce secteur comporte les piézomètres de Terrats et Ponteilla-Nyls (et éventuellement Alénys). Ces piézomètres sont caractérisés par une tendance interannuelle et une évolution annuelle peu marquée et peu régulière. Le piézomètre de Terrats n'a pas montré de corrélation marquée avec les autres piézomètres.

Prélèvements : Les prélèvements pour l'AEP sont réguliers toute l'année et les prélèvements agricoles semblent relativement limités.

Proposition de piézomètre de référence : Le piézomètre de Ponteilla-Nyls semble être pertinent car il se situe sur une zone où les prélèvements sont moindres. La comparaison des années 2007 et 2008 par rapport aux NPA et NPCR montrera que ce piézomètre est en effet pertinent.

Secteur 6 : Vallée du Tech

Comportement piézométrique : Il n'existe que deux piézomètres dans ce secteur dont un piézomètre qui présente une chronique très courte (Sabirou). Le piézomètre d'Ortaffa-Brouilla situé à proximité du Tech, présente de très faibles variations annuelles et des pics très marqués en hautes eaux.

Prélèvements : Les prélèvements pour l'AEP sont à peu près constants toute l'année avec une consommation à peine plus élevée en été. Les prélèvements agricoles sont atténués du fait de l'existence de périmètres irrigués gérés par des ASA (ASA du canal des Albères à St Génis des Fontaines, ASA du canal de Palau à Céret et la partie Sud du périmètre irrigué par ASA Villeneuve de la Raho) qui limitent les prélèvements agricoles dans les nappes. Le nombre d'ouvrages est relativement limité, surtout en amont de la vallée du Tech.

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quadernaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	31
--	----

Proposition de piézomètre de référence : En l'absence d'autres chroniques piézométriques pour comparaison, il est difficile d'affirmer que le piézomètre d'Ortaffa-Brouilla est représentatif de ce secteur. Il est cependant assez bien corrélé avec des piézomètres du secteur voisin, à savoir ceux d'Argelès et Alénia (Tableau 3). Son comportement n'est donc pas anachronique. Bien que ce soit un piézomètre du Quaternaire, il devrait donc être selon les analyses statistiques également et suffisamment représentatifs du comportement de la nappe pliocène. En amont de Brouilla, le Pliocène est très peu productif (aucun forage AEP n'y exploite en effet le Pliocène). Il est donc cohérent dans ce secteur de retenir un forage dans le quaternaire.

5 Détermination des niveaux piézométriques de référence

5.1 Méthode de calcul des minima par périodes de retour

Les minima piézométriques correspondant à différentes périodes de retour entre 1 et 10 ans ont été définis sur trois populations de données issues des différentes chroniques piézométriques :

- les données brutes de hauteurs piézométriques sur lesquelles ont été recherchées les valeurs minimales de chaque année ;
- les moyennes mensuelles mobiles sur 15 jours (calculées sur la période estivale) sur lesquelles ont également été recherchées les valeurs minimales de chaque année ;
- les données brutes de hauteurs piézométriques sur lesquelles ont été recherchées les valeurs minimales de chaque période de 15 jours d'avril à septembre de chaque année.

La seconde méthode a été mise en œuvre afin de considérer une tendance moyenne et de supprimer les valeurs minimales potentiellement aberrantes pouvant résulter d'une erreur de mesure ou d'un artefact (tel qu'un pompage par exemple).

La troisième méthode correspond à celle utilisée pour la définition des niveaux de références utilisés dans l'Arrêté Cadre Sécheresse. C'est donc celle qui sera retenue en fin de travail.

L'analyse statistique des minima piézométriques correspondant à différents temps de retour de un à dix ans a été réalisée avec la méthode de la loi de Gumbel qui est un modèle fréquentiel couramment utilisé en hydrologie. La fonction de répartition de la loi de Gumbel s'écrit :

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{a-x}{b}\right)\right)$$

où \exp est la fonction exponentielle, et a et b les paramètres du modèle de Gumbel. La distribution peut également s'écrire :

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(-u\right)\right) \quad \text{avec inversement } u = -\ln(-\ln(F(x)))$$

Où \ln est le logarithme népérien ou logarithme naturel.

Pour calculer la Loi de Gumbel, les minima sont triés en ordre décroissant afin d'associer à chaque minimum son rang r . La fréquence empirique de Hazen est alors calculée :

$$F(x_r) = \frac{r-0,5}{n}$$

où r est le rang de la série de données, n est la taille de la série et x_r est la valeur minimale de rang r. Le Tableau 7 illustre les valeurs obtenues par cette la méthode pour la chronique piézométrique de Perpignan. Cette chronique piézométrique a été choisie car elle est relativement longue et complète, ce qui limite les artéfacts et problèmes de calcul.

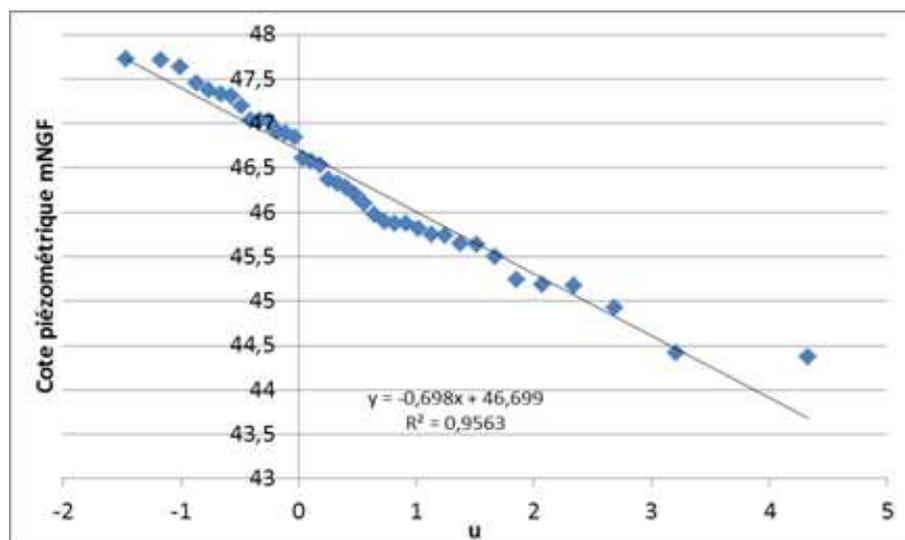


Figure 17 : Illustration de l'estimation des paramètres a et b par régression linéaire

Tableau 8 : Exemple de calcul des niveaux piézométriques pour différentes périodes de retour (exemple de la chronique de Perpignan)

T (période de retour en année)	Rang 1	1,01	35	5	8	10	38	Rang 38
Probabilité de non dépassement de H	-	0,010	0,714	0,800	0,875	0,900	0,974	-
Variable 'u'	-	-1,529	1,089	1,500	2,013	2,210	3,624	-
Cote piézométrique (mNGF)	47,73	47,77	45,94	45,65	45,29	45,13	44,17	44,37

A titre de vérification, on peut comparer le minimum piézométrique calculé pour la période de retour 1 an (1,01 an dans les faits car la valeur pour 1 an ne peut être mathématiquement calculée) et le minimum piézométrique pour le rang 1 (c'est-à-dire la plus grande valeur piézométrique 'minimale annuelle' de la série de données). Pour notre exemple (Tableau 8), les deux valeurs sont très proches puisqu'on obtient respectivement 47,77 m pour la cote piézométrique de retour 1 an et 47,73 m pour la plus grande valeur effectivement constatée dans la série de données. Le niveau piézométrique 'minima annuel' représenté par ces valeurs est le minimum annuel le plus favorable observé (réellement ou statistiquement) sur toute la chronique.

Pour chaque piézomètre, le tableau des minima piézométriques par période de retour indiquera ainsi toujours (pour fins de comparaison – validation) à la fois la valeur de période de retour 1,01 an et la valeur de rang 1 (plus grand minimum observé).

Il est également possible de réaliser la même comparaison-vérification entre la valeur statistique calculée pour la période de retour égale au nombre total d'années d'observation et la plus petite valeur 'minimale annuelle' réellement observée. Le minimum piézométrique de la série de Perpignan pour une période de retour de 38 ans (nombre d'années d'observation) est de 44,17 m, une valeur effectivement très proche de la valeur de rang 38 de 44,37 m.

En conformité avec l'approche utilisée pour la définition des niveaux de référence utilisés par l'Arrêté Cadre Sécheresse, l'approche a été appliquée sur les moyennes par quinzaine entre avril et septembre, c'est-à-dire avec la moyenne piézométrique du 1^{er} au 15 avril de chaque année, puis celle du 16 au 30 avril de chaque année, etc.

5.2 Influence de la chronique sur la détermination des minima

Nous avons vu à la section 2.1, que le piézomètre de St-Laurent de la Salanque suivi depuis septembre 1968 présente une chronique montrant un suivi piézométrique irrégulier avec quatre grandes phases (Figure 2) :

- un suivi régulier entre décembre 1968 et décembre 1974 ;
- une quasi-absence de mesures entre décembre 1974 et avril 1979 ;
- un suivi mensuel entre avril 1979 à mars 1994 ;
- un suivi de nouveau régulier depuis avril 1994.

La chronique totale contient 8617 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence d'à peine plus que 17 mesures par mois en moyenne.

Cette chronique est donc un exemple pertinent pour tester la qualité intrinsèque des résultats qui peuvent être obtenus avec la méthode statistique en considérant tour à tour les phases suivantes : 1969 à 2011, 1979 à 2011, 1994 à 2011, 1968 à 1974 + 1994 à 2011, 1969 à 1974 et 1969 à 1994.

Aux fins de comparaison et d'évaluation de l'impact de la chronique considérée sur les résultats, nous présenterons :

- les courbes des minima par quinzaine pour les périodes de retour de 1 an à 10 ans (Figure 18) ;
- les courbes des minima par quinzaine pour les périodes de retour 3,5 ans, 5 ans et 8 ans (c'est-à-dire les périodes de retour utilisés dans l'Arrêté Cadre Sécheresse) que nous comparons également au suivi piézométrique des années 2007 et 2008 (qui sont les années ayant fait l'objet d'un Arrêté) (Figure 19).

Comme le montre la Figure 18, la prise en compte des parties anciennes de la chronique rehausse les courbes de faible période de retour (qui présentent ainsi des niveaux piézométriques plus élevés), les rehaussant d'autant plus que les périodes de retour sont petites. A l'inverse, la prise en compte des parties récentes de la chronique abaisse les courbes de grande période de retour (qui présentent ainsi des niveaux piézométriques plus bas), les abaissant d'autant plus que les périodes de retour sont grandes.

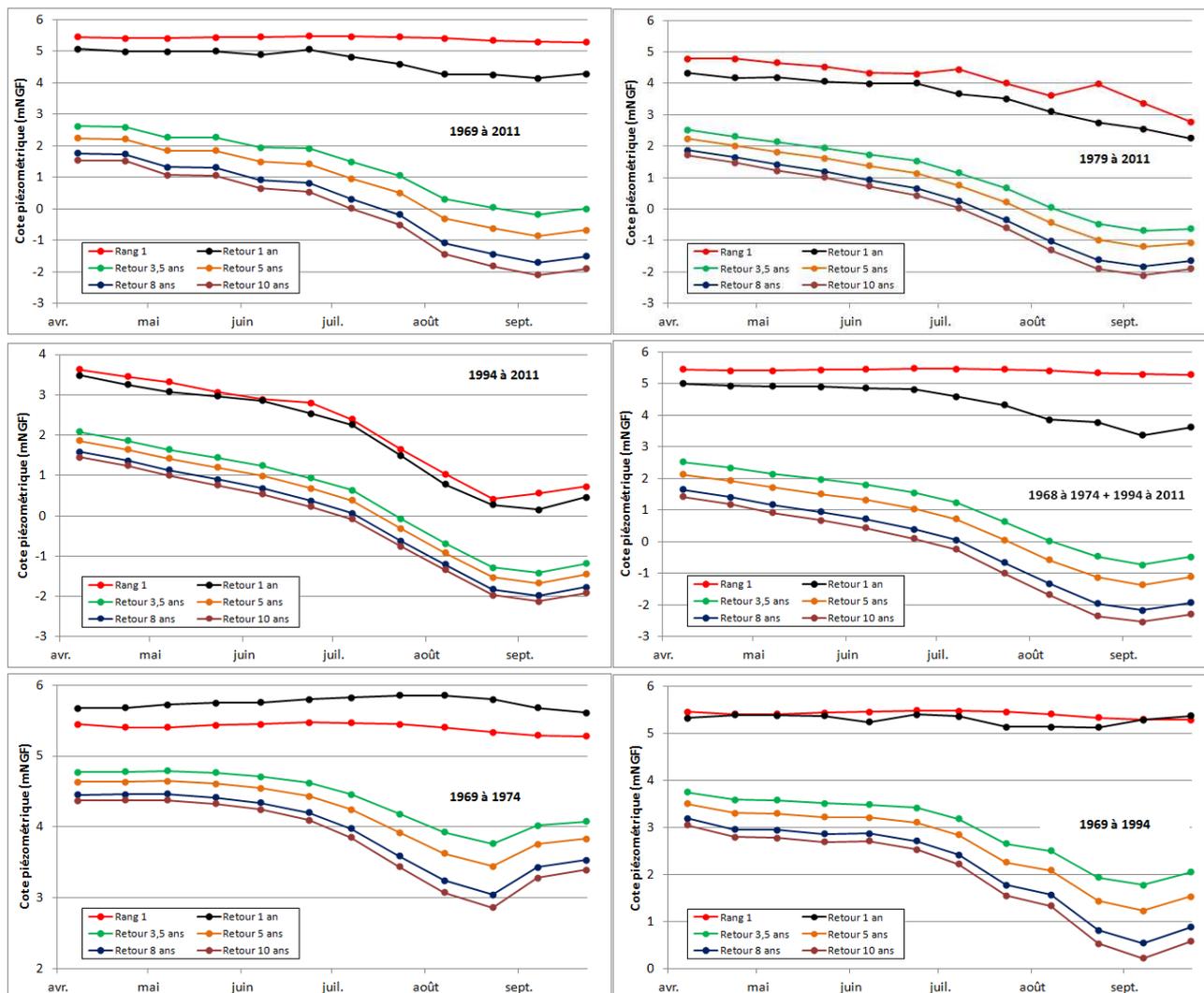


Figure 18 : Minima par quinzaine pour les périodes de retour de 1 an à 10 ans pour différentes phases de la chronique

La Figure 19 montre que :

- l'année 2008 aurait été identifiée déficitaire dans tous les cas (c'est-à-dire quelles que soient les phases de la chronique considérées pour le calcul des minima), et d'autant plus déficitaire que cette année 2008 n'est pas prise en compte dans le calcul statistique (cas des phases 1969 à 1974 et 1969 à 1994) ;
- l'année 2007 en revanche n'aurait pas toujours été identifiée comme potentiellement problématique, en particulier pour les NPA et NPCR définis sur la seule dernière période 1994 à 2011 ; en revanche elle aurait été identifiée comme très déficitaire pour les deux derniers cas des phases 1969 à 1974 et 1969 à 1994.

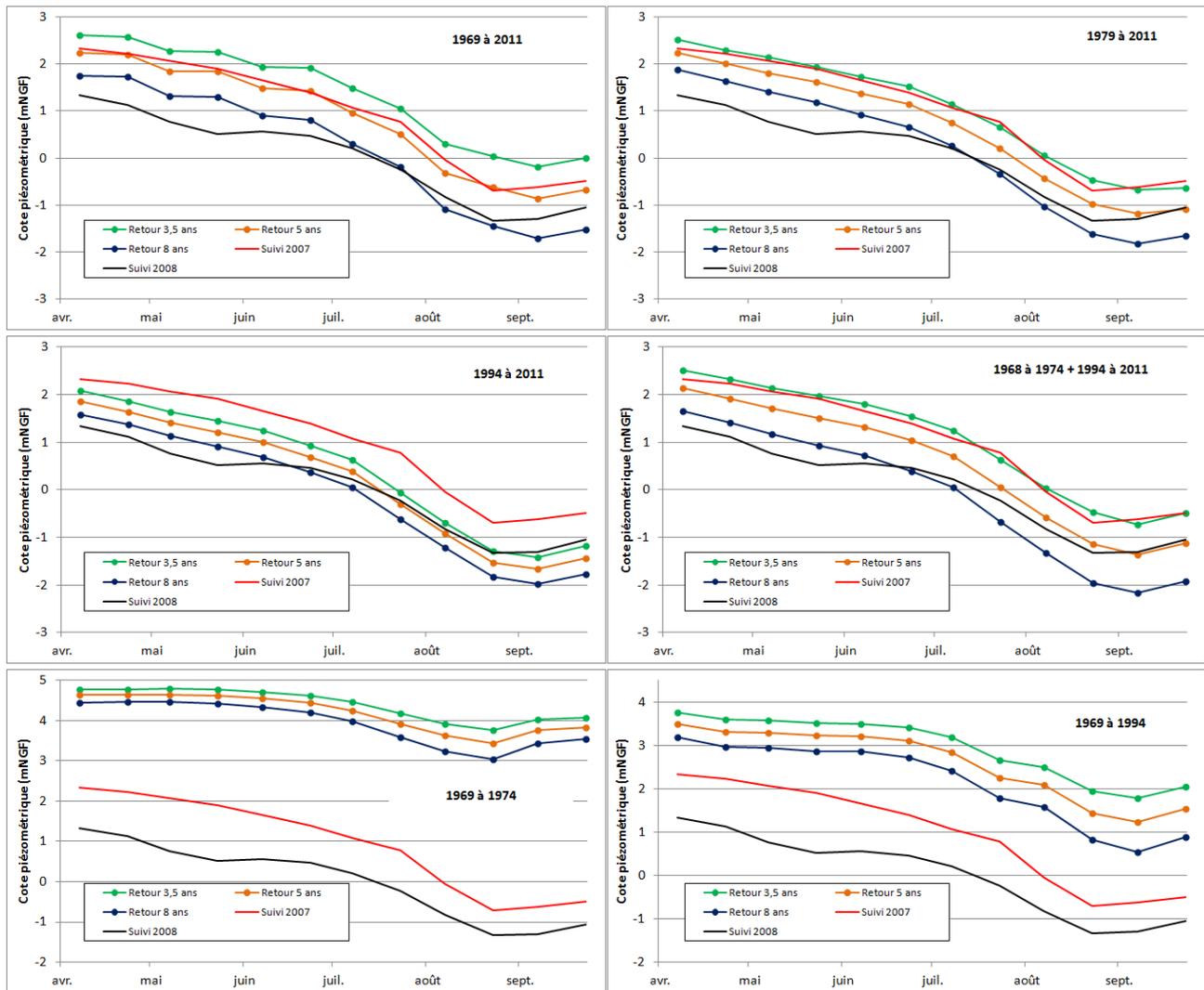


Figure 19 : Minima par quinzaine pour les périodes de retour 3,5 ans, 5 ans et 8 ans (pour différentes périodes de la chronique) et suivi piézométrique des années 2007 et 2008

5.3 Nombre de piézomètres ayant dépassé les minima piézométriques de retour 8 ans

Le Tableau 9 indique par année le nombre de piézomètres présentant un niveau piézométrique inférieur au minimum de la période de retour 8 ans calculée sur les chroniques totales de suivi piézométrique de tous les piézomètres.

Les résultats de ce décompte doivent être pris avec précaution car le nombre de piézomètres suivis n'est pas le même pour toutes les années. Par ailleurs, ces statistiques comparent le minimum de l'année et le minimum de la période de retour 8 ans (et non quinzaine par quinzaine) calculée sur les chroniques totales de suivi piézométrique.

Hormis l'année 1991 qui montre un dépassement des minima 8 ans sur plusieurs piézomètres, ce sont surtout les dernières années qui montrent un dépassement régulier, en particulier 2001, 2003 et 2008, et moins 2009 et 2010. Ce résultat était attendu, puisqu'on a observé lors de l'étude des chroniques

Une analyse de ces résultats a également été menée en les comparant avec les valeurs de recharge (précipitations efficaces). La Figure 20 montre clairement deux périodes. Durant la première période 1990-2000, le nombre de dépassements était assez faible. Pour la période 2000-2011, les dépassements sont fréquents et leur nombre parfois élevé. Durant cette seconde période, la tendance inverse entre le nombre de dépassements et la recharge par les précipitations efficaces est assez nette (Figure 21).

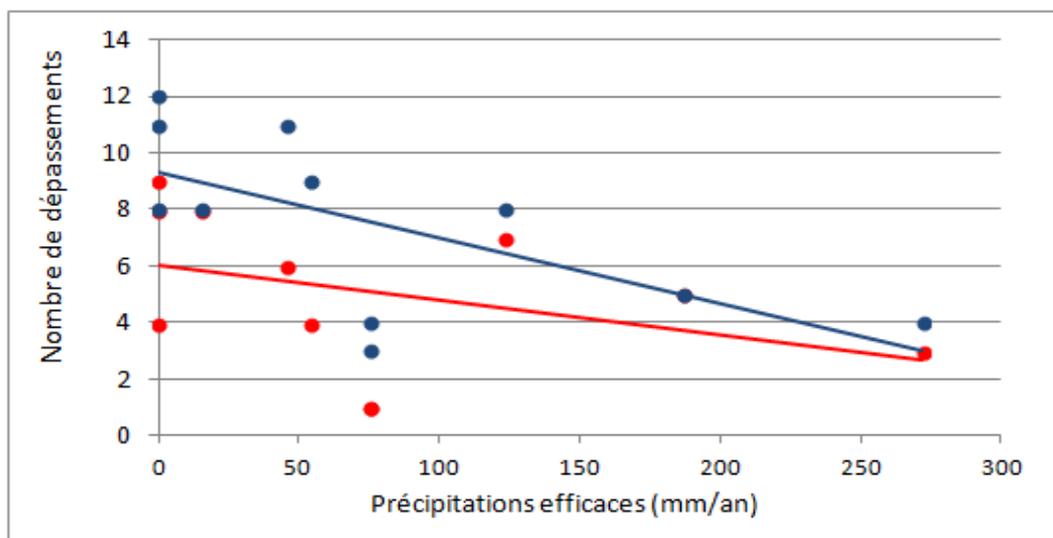


Figure 21 : Corrélation entre précipitations efficaces et nombre de dépassements des minima '8 ans' durant la période 200-2011 (en rouge pour le premier traitement, en bleu pour le second traitement ; les droites sont les corrélations linéaires calculées)

Ces résultats montrent certaines limites de la méthode rattachées aux jeux de données disponibles et la difficulté qu'il y a à l'échelle de la plaine du Roussillon pour établir des niveaux de référence ayant tous la même valeur intrinsèque lorsque les piézomètres possèdent des séries temporelles de longueurs différentes et de densités de mesures variables.

Il s'avère donc requis de prendre en compte la même période de suivi pour tous les piézomètres de référence retenus. Comme l'a montré la Figure 2, la prise en compte de la dernière décennie (2004 à 2013) a l'avantage de respecter en grande partie les hypothèses requises pour la méthode statistique à savoir que la série soit continue, homogène en densité de points, unimodale et ne présente pas de tendance.

5.4 Analyse des ouvrages de référence proposés

Les piézomètres de référence proposés pour la sectorisation retenue sont les piézomètres de :

- Barcarès plage N4 (Secteur 1 – Bordure côtière Nord),
- Argelès-Pont du Tech (Secteur 2 – Bordure côtière Sud),
- St-Hippolyte (Secteur 3 – Vallée de l'Agly – Salanque),
- Perpignan (Secteur 4 – Vallée de la Têt),
- Ponteilla-Nyls (Secteur 5 – Vallée du Réart – les Aspres),
- Ortaffa-Brouilla (Secteur 6 – Vallée du Tech)

Une relative stabilisation piézométrique ayant été constaté sur les 10 dernières années, les périodes de retour ont donc été calculées sur cette décennie (2004-2013) afin d'en déterminer par la suite les niveaux de référence NPA et NPCR des piézomètres de référence. Les résultats obtenus pour l'ensemble des piézomètres et utilisant l'intégralité des chroniques de suivi sont quant à eux fournis en annexe.

Le niveau piézométrique d'alerte NPA est considéré comme le niveau piézométrique de période de retour 5 ans, alors que le niveau piézométrique de crise renforcée NPCR est considéré être le niveau piézométrique de période de retour 8 ans (voir la section 5.5 pour l'origine de ces définitions). Le niveau piézométrique de période de retour 3.5 ans pourrait être considéré comme niveau piézométrique de vigilance.

Barcarès plage N4 (Secteur 1 – Bordure côtière Nord)

Tableau 10 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N4

	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	1.85	1.44	1.38	1.30	1.27
16-30 avril	1.74	1.38	1.33	1.25	1.22
0-15 mai	1.71	1.26	1.19	1.10	1.06
16-31 mai	1.65	1.19	1.12	1.03	0.99
0-15 juin	1.54	1.11	1.05	0.96	0.93
16-30 juin	1.41	0.97	0.90	0.82	0.78
0-15 juil.	1.12	0.76	0.71	0.64	0.60
16-31 juil.	0.79	0.47	0.42	0.35	0.32
0-15 août	0.49	0.20	0.15	0.09	0.06
16-31 août	0.31	-0.06	-0.11	-0.19	-0.22
1-15 sept.	0.30	-0.07	-0.13	-0.21	-0.24
16-30 sept.	0.42	0.03	-0.03	-0.11	-0.14

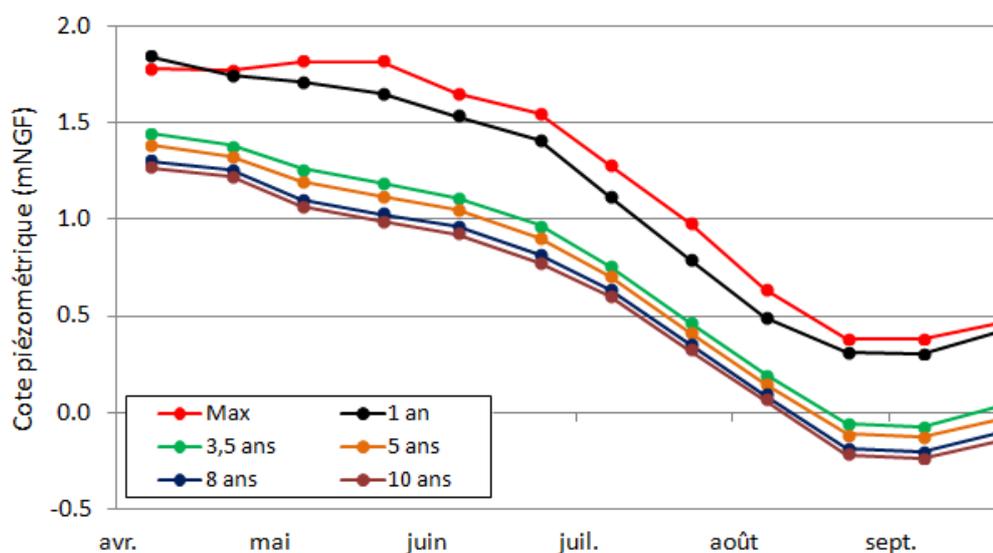


Figure 22 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N4

Indépendamment de ces seuils calculés sur le piézomètre de Barcarès plage N4, il y aurait lieu de tenir compte des rabattements importants induits par les captages existant sur les communes de Saint-Laurent-de-la-Salanque, Saint-Hippolyte, Barcarès, Leucate et Torreilles et qui pourraient générer des problèmes d'inversion de drainage. Ce point sera discuté dans le rapport de Phase 2 – Etape 2 qui présentera les cartes piézométriques des hautes et basses eaux.

Argelès - Pont du Tech (Secteur 2 - Bordure côtière Sud)

Tableau 11 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech

	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	8.55	8.09	8.01	7.92	7.88
16-30 avril	8.51	8.08	8.01	7.93	7.89
0-15 mai	8.57	8.04	7.95	7.85	7.80
16-31 mai	8.44	7.99	7.92	7.83	7.79
0-15 juin	8.28	7.93	7.87	7.80	7.77
16-30 juin	8.11	7.79	7.74	7.68	7.65
0-15 juil.	7.92	7.56	7.51	7.44	7.40
16-31 juil.	7.72	7.31	7.24	7.16	7.13
0-15 août	7.56	7.09	7.02	6.92	6.88
16-31 août	7.40	6.95	6.88	6.79	6.75
1-15 sept.	7.37	6.98	6.91	6.84	6.80
16-30 sept.	7.37	7.08	7.04	6.98	6.96

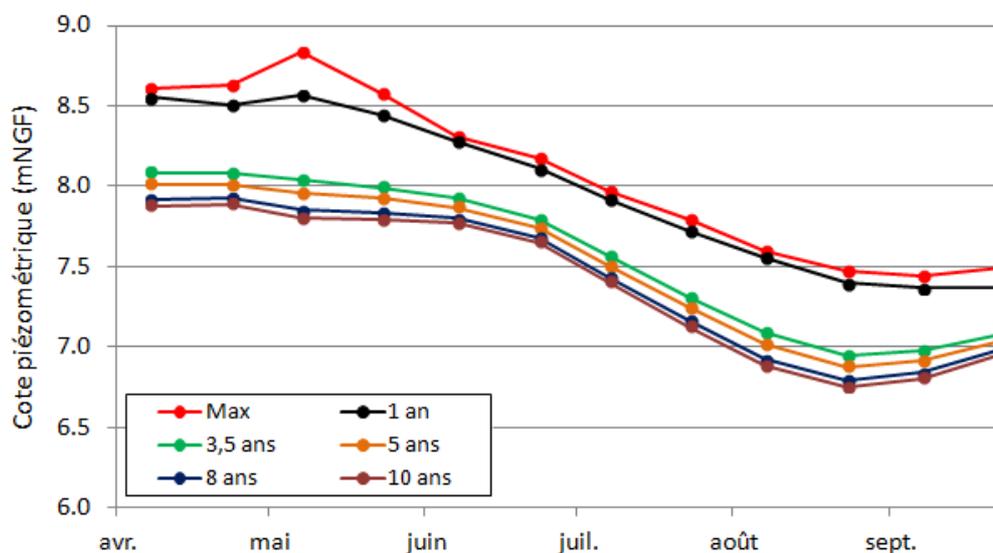


Figure 23 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech

St-Hippolyte (Secteur 3 - Vallée de l'Agly – Salanque)

Tableau 12 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Hippolyte

	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	3.14	2.30	2.17	2.01	1.93
16-30 avril	3.09	2.30	2.18	2.02	1.95
0-15 mai	3.18	2.29	2.15	1.98	1.90
16-31 mai	3.19	2.28	2.13	1.95	1.87
0-15 juin	3.03	2.23	2.11	1.95	1.88
16-30 juin	2.89	2.16	2.04	1.90	1.84
0-15 juil.	2.76	2.07	1.97	1.83	1.77
16-31 juil.	2.64	1.99	1.89	1.76	1.70
0-15 août	2.55	1.91	1.81	1.69	1.63
16-31 août	2.49	1.84	1.74	1.61	1.55
1-15 sept.	2.44	1.79	1.69	1.56	1.51
16-30 sept.	2.44	1.77	1.66	1.53	1.47

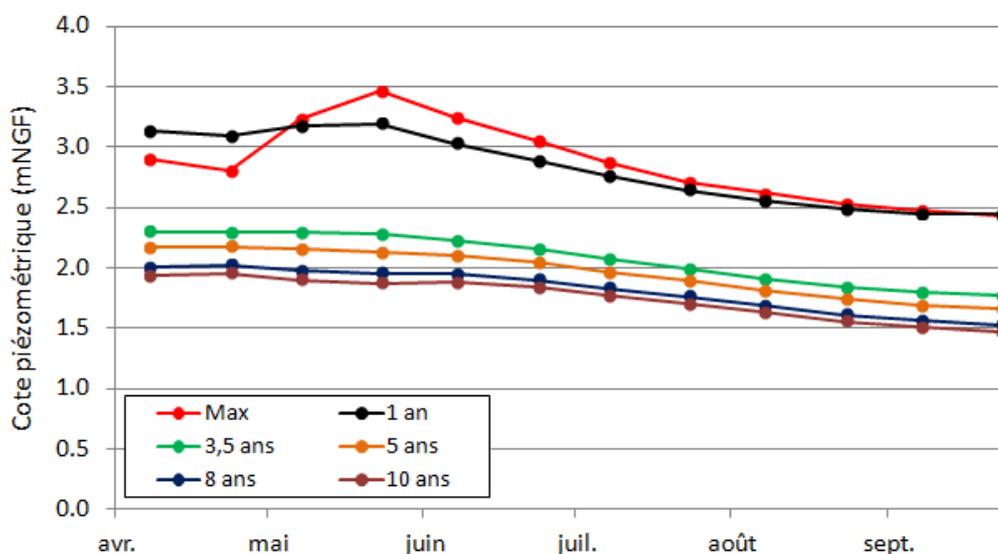


Figure 24 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Hippolyte

Perpignan (Secteur 4 - Vallée de la Têt)

Tableau 13 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Perpignan

	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	48.08	47.15	47.01	46.83	46.74
16-30 avril	47.98	47.00	46.85	46.65	46.57
0-15 mai	47.99	46.95	46.79	46.58	46.49
16-31 mai	47.50	46.71	46.59	46.44	46.36
0-15 juin	47.18	46.55	46.45	46.33	46.27
16-30 juin	47.01	46.02	45.86	45.67	45.58
0-15 juil.	46.77	45.73	45.56	45.36	45.27
16-31 juil.	46.76	45.44	45.24	44.98	44.86
0-15 août	46.71	45.37	45.15	44.89	44.77
16-31 août	46.63	45.50	45.33	45.11	45.00
1-15 sept.	46.40	45.74	45.64	45.51	45.45
16-30 sept.	46.54	46.00	45.92	45.81	45.77

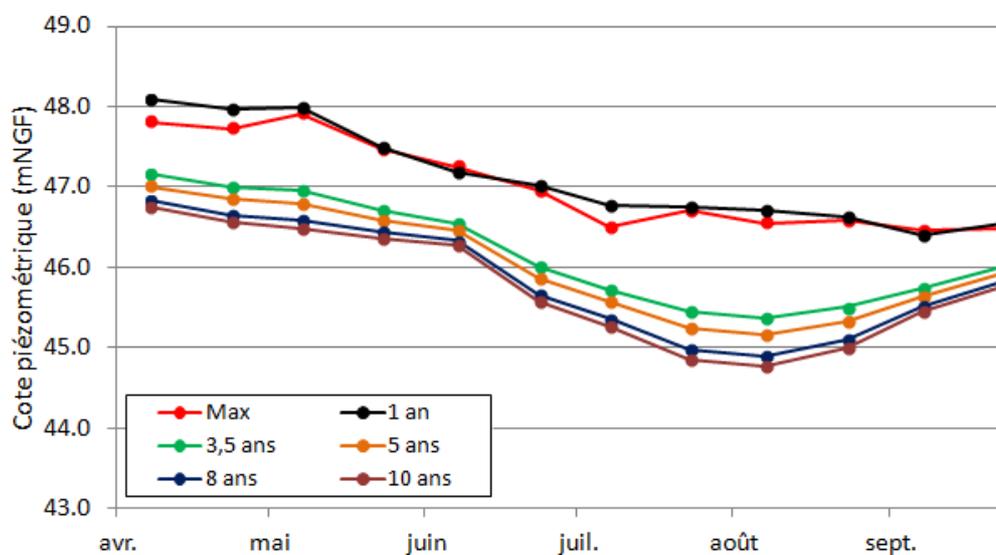


Figure 25 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Perpignan

Ponteilla-Nyls (Secteur 5 - Vallée du Réart – les Aspres)

Tableau 14 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ponteilla-Nyls

	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	57.04	55.04	54.73	54.34	54.16
16-30 avril	57.09	55.08	54.77	54.37	54.19
0-15 mai	57.07	55.11	54.80	54.42	54.24
16-31 mai	57.05	55.11	54.81	54.43	54.25
0-15 juin	56.95	55.04	54.74	54.37	54.20
16-30 juin	56.86	54.93	54.63	54.25	54.08
0-15 juil.	56.70	54.77	54.46	54.08	53.91
16-31 juil.	56.48	54.57	54.27	53.90	53.73
0-15 août	56.39	54.43	54.12	53.74	53.56
16-31 août	56.29	54.35	54.04	53.66	53.49
1-15 sept.	56.26	54.29	53.98	53.60	53.42
16-30 sept.	56.25	54.25	53.93	53.54	53.36

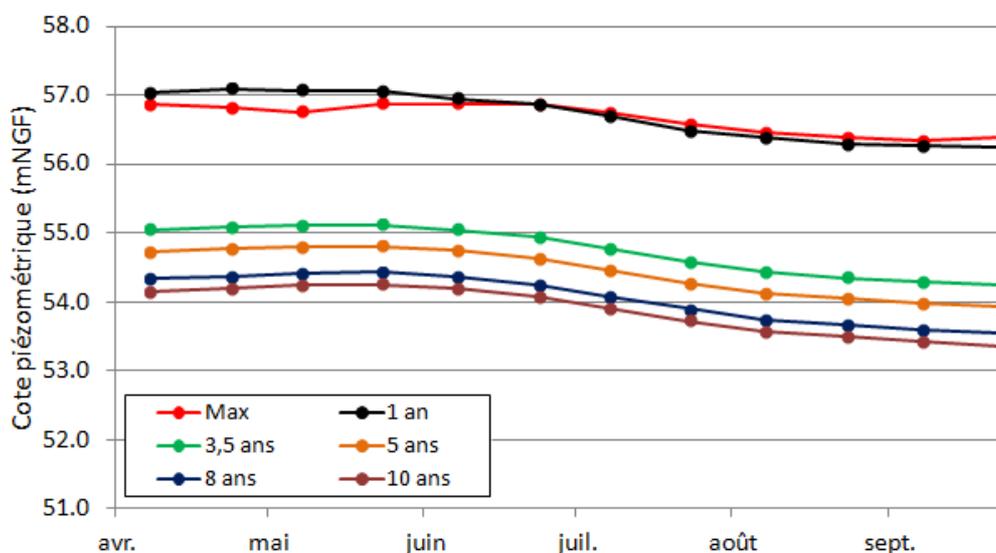


Figure 26 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ponteilla-Nyls

Ortaffa-Brouilla (Secteur 6 - Vallée du Tech)

Tableau 15 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla

	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	24.35	24.12	24.08	24.04	24.02
16-30 avril	24.40	24.14	24.10	24.05	24.03
0-15 mai	24.45	24.17	24.13	24.07	24.05
16-31 mai	24.41	24.18	24.15	24.10	24.08
0-15 juin	24.39	24.19	24.16	24.13	24.11
16-30 juin	24.39	24.15	24.11	24.06	24.04
0-15 juil.	24.37	24.12	24.08	24.03	24.01
16-31 juil.	24.27	24.04	24.01	23.96	23.94
0-15 août	24.27	23.98	23.94	23.89	23.86
16-31 août	24.24	23.98	23.94	23.89	23.86
1-15 sept.	24.18	23.97	23.93	23.89	23.87
16-30 sept.	24.20	23.97	23.93	23.89	23.87

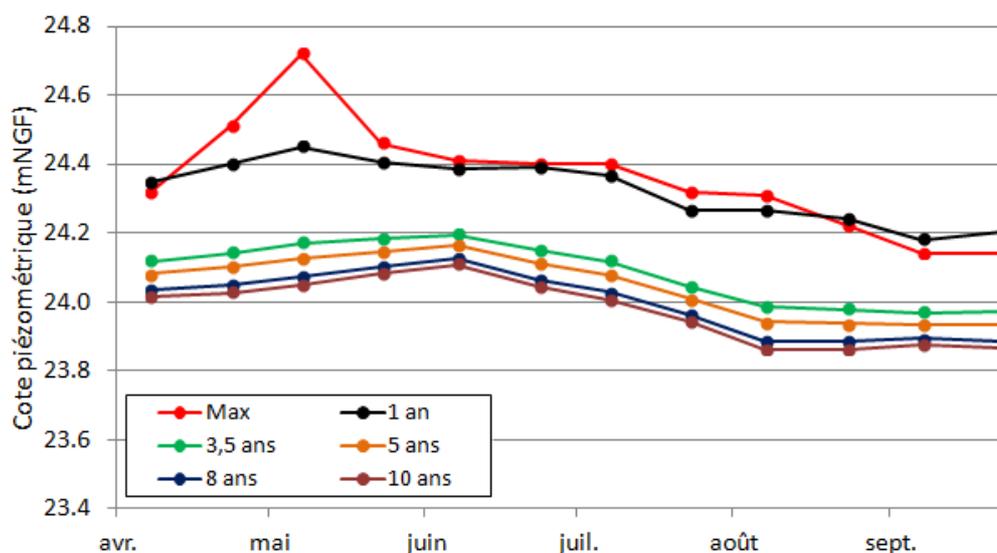


Figure 27 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla

5.5 Arrêté Cadre Sécheresse

L'Arrêté Cadre no 2010320-0029 définit les modes de gestion d'une sécheresse pour le département des Pyrénées-Orientales. Concernant les nappes phréatiques, des niveaux de référence ont été définis sur trois stations : Alénya, Saint-Hippolyte et Ortaffa.

Trois niveaux de références y sont définis :

- Niveau vert, de période de retour 3,5 ans, correspondant à un seuil de vigilance (mise en place d'une cellule sécheresse de veille) ;
- Niveau orange, de période de retour 5 ans, correspondant au seuil d'alerte (Comité Départemental Sécheresse, premier niveau de mesures de restrictions d'usages) ;
- Niveau rouge, de période de retour 8 ans (pourrait correspondre au déclenchement de la période de crise, avec des mesures de restrictions d'usages adaptées à la gravité).

Les valeurs définies pour les piézomètres d'Alénya et de Saint Hippolyte dans l'Arrêté Cadre Sécheresse sont issues d'un calcul statistique sur les minima de chaque quinzaine. Des niveaux de périodes de retour de 3,5 ans, 5 ans et 8 ans sont ainsi définis pour chaque période de quinze jours entre avril et septembre, soit douze minima différents pour chaque période de retour (Figure 28 à Figure 30).

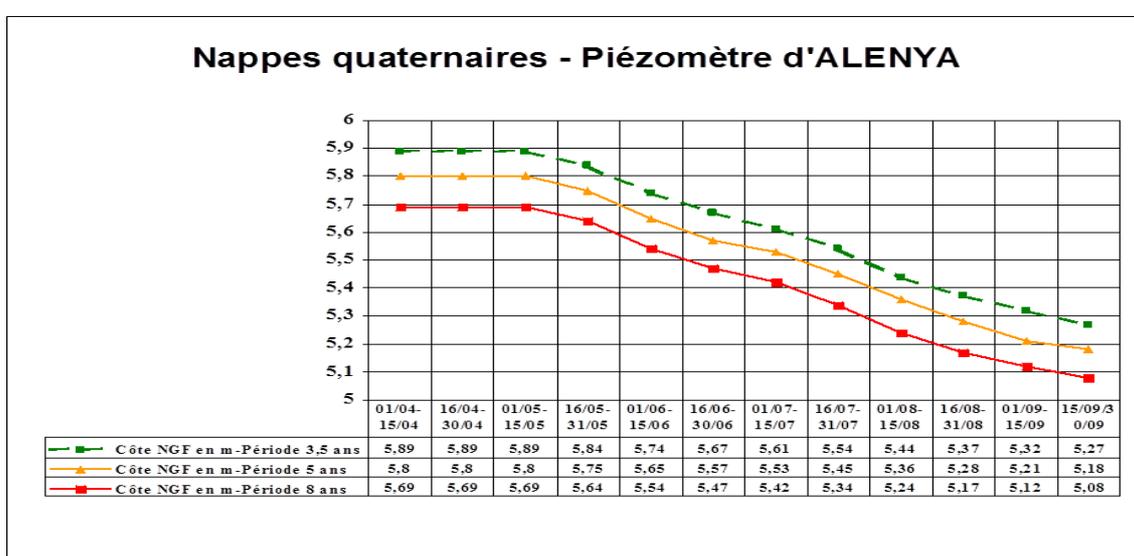


Figure 28 : Niveaux piézométriques de référence définis dans l'Arrêté Cadre Sécheresse pour Alénya

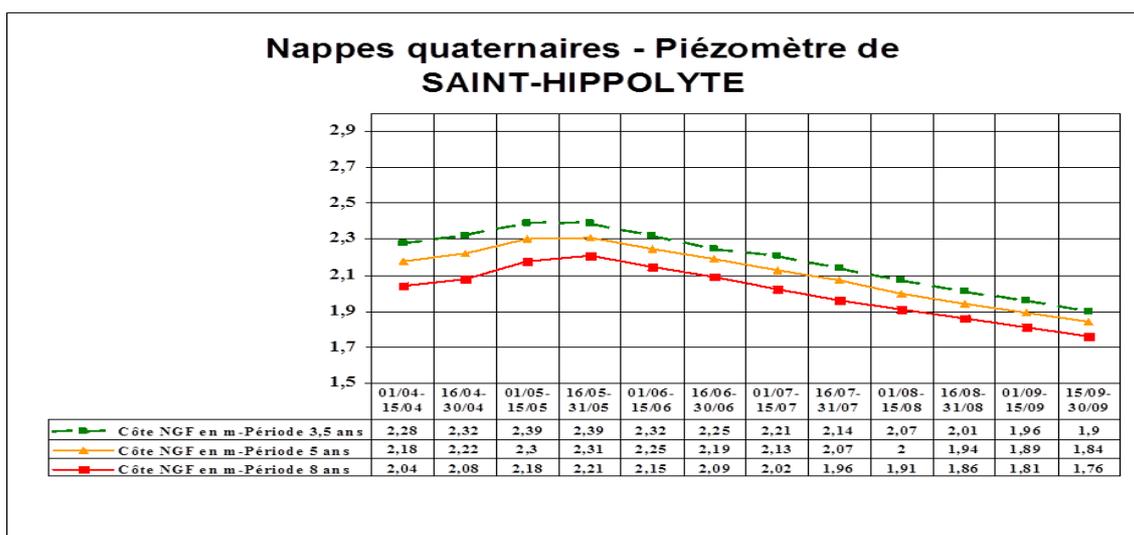


Figure 29 : Niveaux piézométriques de référence définis dans l'Arrêté Cadre Sécheresse pour Saint Hippolyte

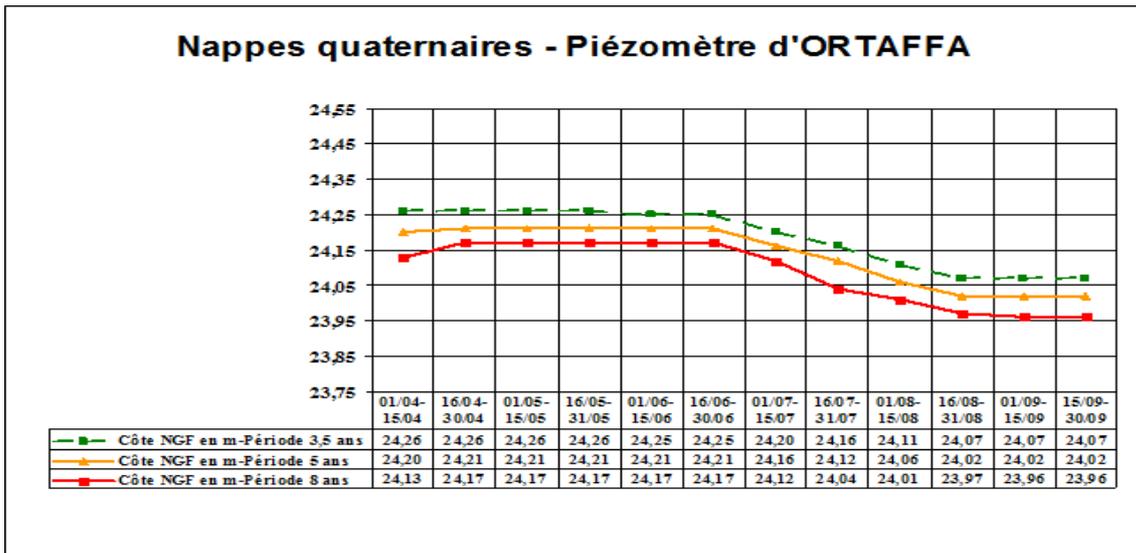


Figure 30 : Niveaux piézométriques de référence définis dans l'Arrêté Cadre Sécheresse pour Ortaffa

Les minima piézométriques sont globalement observés en septembre (dans un cas fin août), c'est-à-dire en fin des courbes fournies qui ne renseignent pas sur les mois suivants. Les courbes des minima par quinzaine correspondant aux trois périodes de retour sont presque parfaitement parallèles, ce qui résulte pour partie du lissage induit par la méthode statistique utilisée pour la détermination des niveaux de référence de l'Arrêté Cadre Sécheresse (méthode de type Gumbel ou équivalente).

Lorsque l'on compare les niveaux de référence de l'Arrêté Sécheresse et de notre étude (Figure 31 à Figure 33), on constate que les différences sont modérées pour Alénya (Figure 31) mais plus importantes pour Ortaffa (Figure 32) et Saint Hippolyte (Figure 33). Les piézométries que nous avons calculées sont globalement plus basses que celles de l'Arrêté Sécheresse, ce qui est normal compte tenu du fait que nous avons utilisé les seules 10 dernières années de données piézométriques qui sont globalement les plus basses des 30 dernières années.

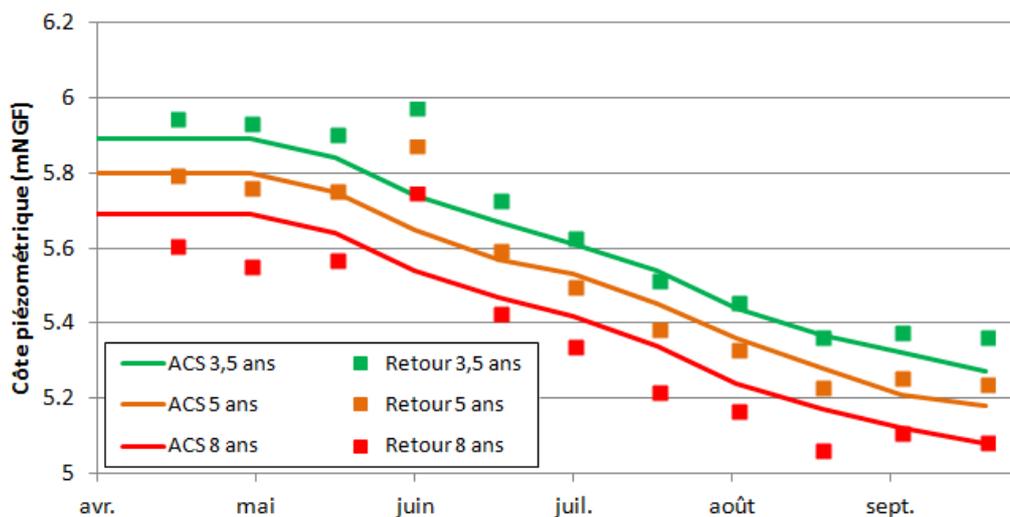


Figure 31 : Comparaison des niveaux piézométriques de référence de l'Arrêté Cadre Sécheresse (indiqués 'ACS') et de la présente étude (indiqués 'Retour') pour le piézomètre d'Alénya

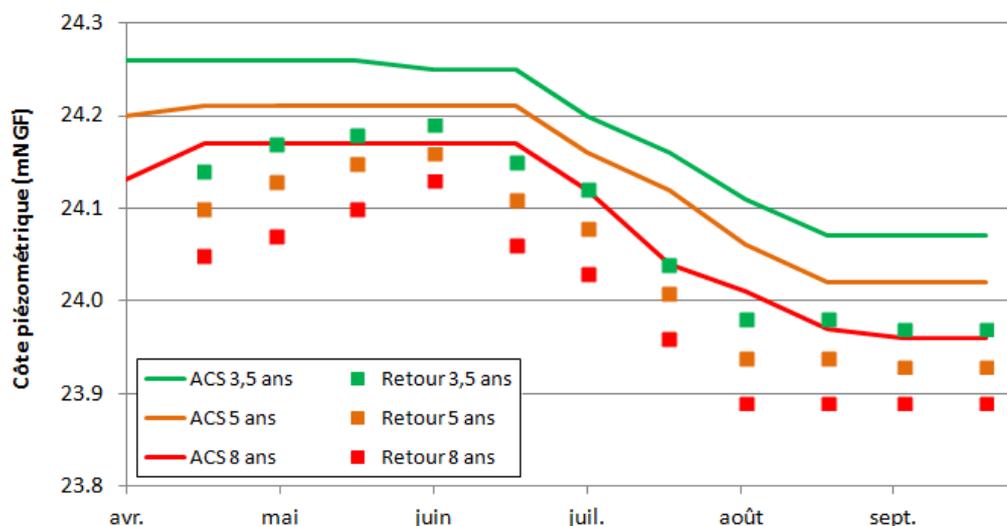


Figure 32 : Comparaison des niveaux piézométriques de référence de l'Arrêté Cadre Sécheresse (indiqués 'ACS') et de la présente étude (indiqués 'Retour') pour le piézomètre d'Ortaffa

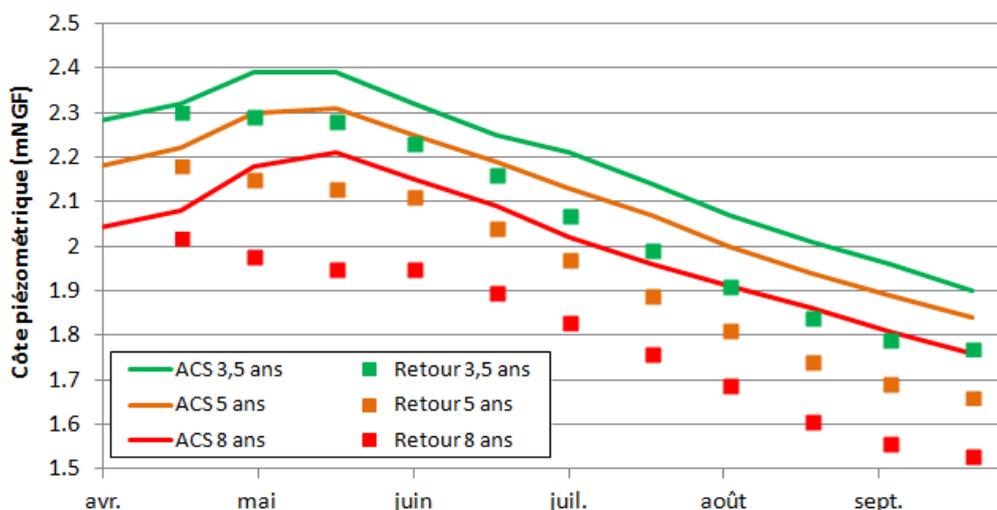


Figure 33 : Comparaison des niveaux piézométriques de référence de l'Arrêté Cadre Sécheresse (indiqués 'ACS') et de la présente étude (indiqués 'Retour') pour le piézomètre de St-Hippolyte

5.6 Analyse de la situation de restrictions d'usages 2007-2008

Des restrictions d'usage ont été engagées en 2007 et 2008 par la parution d'arrêtés préfectoraux. Le 1^{er} août 2007, les cinq secteurs hydrographiques (Sègre, Tech, Têt aval, Têt amont, Agly) ont ainsi été placés en situation de crise suite à un dépassement d'un ou plusieurs niveaux de référence de période de retour 8 ans.

D'après l'arrêté préfectoral initial, la durée des restrictions s'étendait jusqu'au 15 septembre mais la situation n'évoluant pas favorablement, un autre arrêté préfectoral a prolongé la durée de validité des restrictions jusqu'au 15 octobre. Sur toute la période de sécheresse observée, différentes restrictions d'usage ont été appliquées à l'ensemble du territoire des Pyrénées-Orientales, quelle que soit l'origine de l'eau :

- L'arrosage des pelouses dans les espaces verts publics et privés est interdit.
- Pour les autres espèces végétales des espaces verts publics et privés et pour les jardins potagers, l'arrosage est interdit de 8 heures à 20 heures.
- L'arrosage des espaces sportifs et des stades est autorisé de 18 heures à 20 heures. L'arrosage des greens et des départs de parcours de golf est autorisé entre 10 heures et 12 heures.
- La réutilisation des eaux usées pour l'arrosage des espaces verts publics et privés peut se faire avec l'accord préalable du service de la Police de l'Eau.
- Le lavage des véhicules est interdit pour les particuliers sauf pour ceux ayant une obligation réglementaire ou technique.
- Le prélèvement d'eau pour le remplissage ou le maintien à niveau des étangs de loisirs à usage privé est interdit.
- Le lavage des voiries est interdit sauf impératif sanitaire ou sécuritaire et à l'exclusion des balayeuses laveuses automatiques.
- La vidange des plans d'eau de toute nature dans les cours d'eau est interdite à l'exclusion de certains barrages.
- Les fontaines publiques décoratives fonctionnant à circuit ouvert doivent être fermées.

Avant même la période estivale de l'année suivante, un nouvel arrêté préfectoral a constaté une situation d'alerte ou de crise pour les cinq secteurs hydrographiques du département des Pyrénées-Orientales. Dès le 18 février 2008, les mêmes restrictions d'usages ont été appliquées, avec une petite modification pour les pelouses des espaces verts publics et privés, pour les jardins d'agrément et jardins potagers, les espaces sportifs et les stades, où l'arrosage est interdit entre 8 heures et 18 heures. Ces dispositions ont été applicables jusqu'au 1^{er} mai 2008. Par la suite, les conditions climatiques n'étant pas favorables, ces dispositions sont redéployées du 16 mai au 15 septembre 2008, avec quelques modifications :

- Pour les jardins potagers, les espaces sportifs et les stades, l'arrosage est autorisé de 5 heures à 8 heures et de 20 heures à 24 heures.
- L'arrosage des pelouses des espaces verts publics et privés est interdit.
- L'arrosage des autres espèces végétales est interdit par aspersion, et est autorisé par irrigation localisée entre 5 heures et 8 heures et entre 20 heures et 24 heures.
- L'arrosage gravitaire par bandes à usages agricoles (hors Cerdagne et Capcir) est autorisé de 20 heures à 8 heures, pour les prairies temporaires ou permanentes.
- Après déclaration, certains chantiers de plantations ornementales peuvent être arrosés.
- Le lavage des bateaux est interdit en dehors des opérations de carénage.
- Le remplissage des piscines privées supérieures à 2 m³ est interdit. Leur mise à niveau est autorisée de 20 heures à 24 heures et de 5 heures à 8 heures.
- Le remplissage, la mise à niveau et la vidange des étangs de loisirs à usage privé est interdit
- Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation et les ICPE soumises à déclaration se doivent de respecter l'ensemble des mesures de restriction d'eau prévues dans leurs propres arrêtés préfectoraux et dans les arrêtés cadres complémentaires.
- Les activités industrielles et commerciales doivent tenir un registre dans lequel figure leurs consommations hebdomadaires tout en respectant les mesures décrites dans les arrêtés préfectoraux relatifs au mode de gestion de l'eau en période de sécheresse.

Un nouvel arrêté préfectoral du 9 juin 2008 apporte une modification :

- L'arrosage gravitaire des prairies permanentes ou temporaires est autorisé sur tout le département.

Un dernier arrêté préfectoral (du 22 juillet 2008) pour cette période estivale modifie le champ d'application des restrictions décrites précédemment à l'ensemble du territoire excepté la Cerdagne.

Les figures ci-après comparent la situation piézométrique des années 2007 et 2008 avec les courbes des périodes de retour calculées sur les dix dernières années (2004-2013) sur les six piézomètres de référence. Les figures équivalentes pour tous les piézomètres et les chroniques complètes sont présentées en Annexe 2.

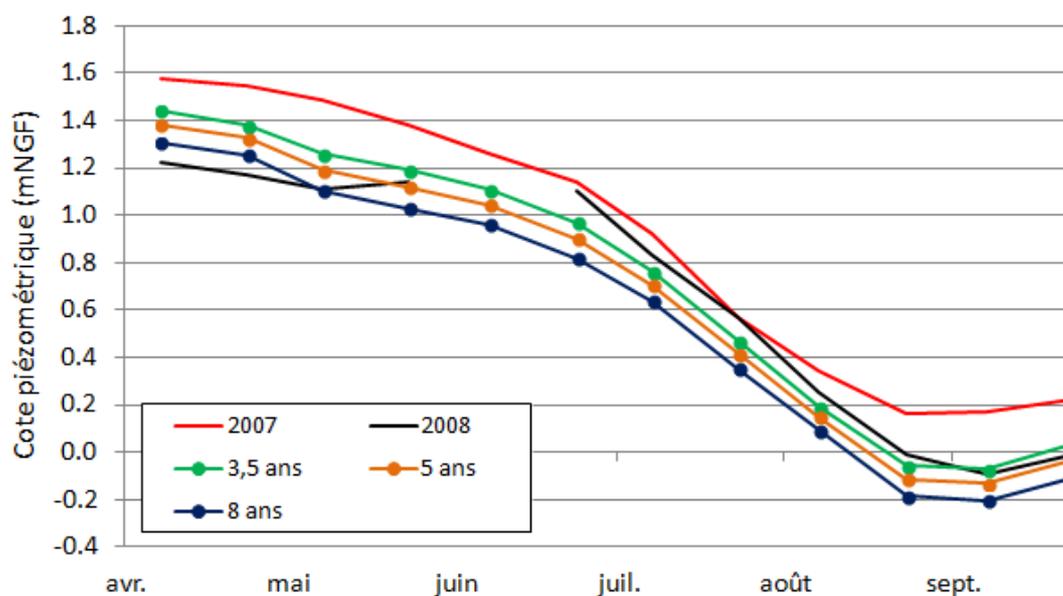


Figure 34 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence par quinzaine déterminés sur les 10 dernières années de suivi du piézomètre de Barcarès Plage N4

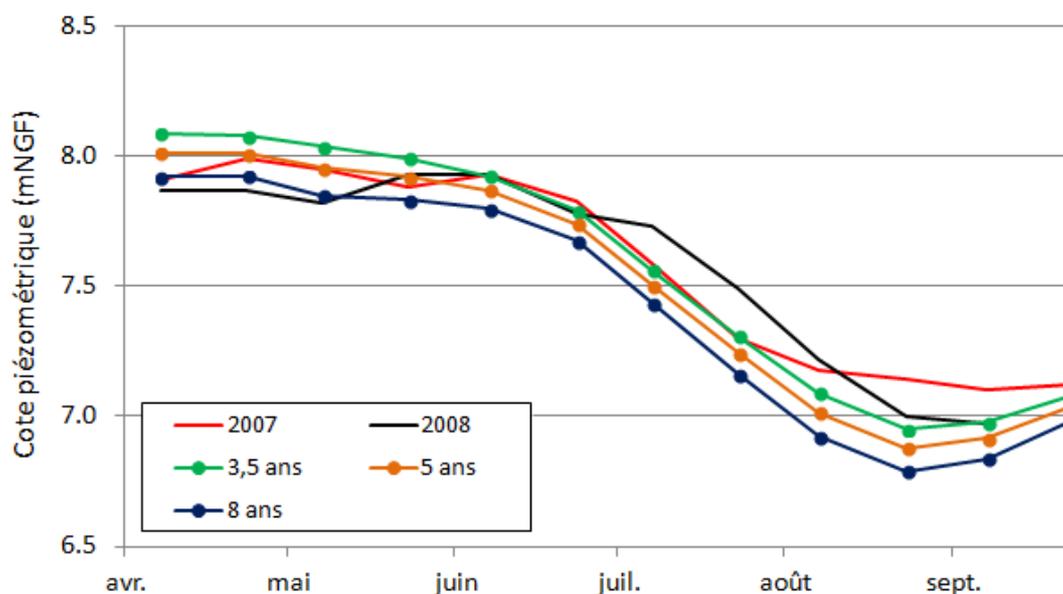


Figure 35 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence par quinzaine déterminés sur les 10 dernières années de suivi du piézomètre d'Argelès-sur-Mer

A Barcarès (Figure 34), le niveau d'alerte n'aurait pas été déclenché en 2007, alors que le niveau de crise aurait été déclenché en avril et mai 2008 mais arrêté par la suite. A Argelès-sur-Mer (Figure 35), le niveau d'alerte aurait été déclenché en avril et mai 2007 et le niveau de crise en avril et mai 2008. A St-Hippolyte (Figure 36), le niveau d'alerte n'aurait pas été déclenché en 2007, alors que toute la période estivale 2008 aurait été en situation de crise. A Perpignan (Figure 37), le niveau de crise aurait été déclenché en avril et mai 2007 et en avril et mai 2008.

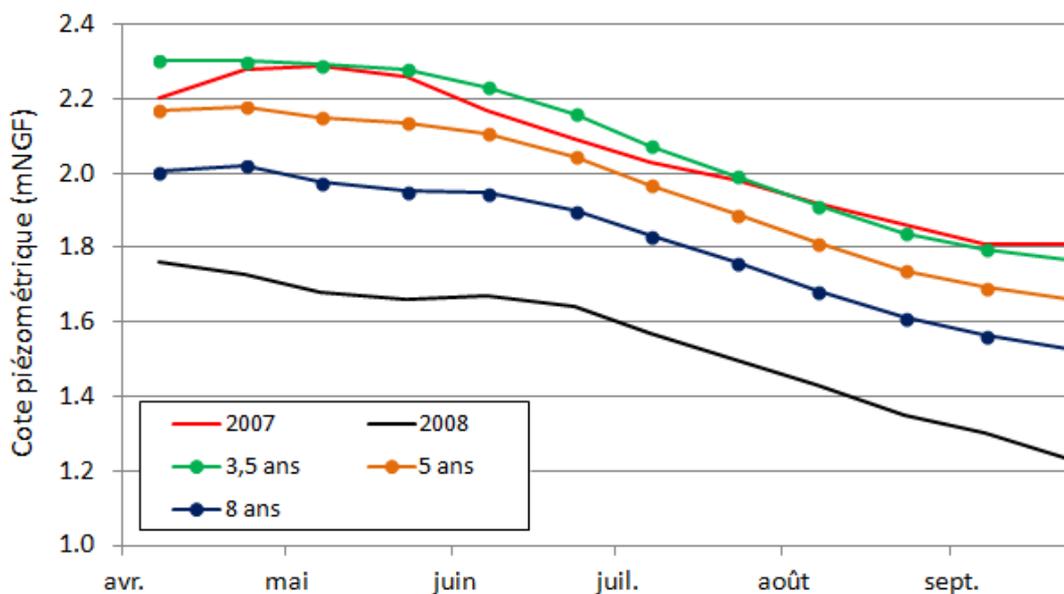


Figure 36 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence par quinzaine déterminés sur les 10 dernières années de suivi du piézomètre de St-Hippolyte

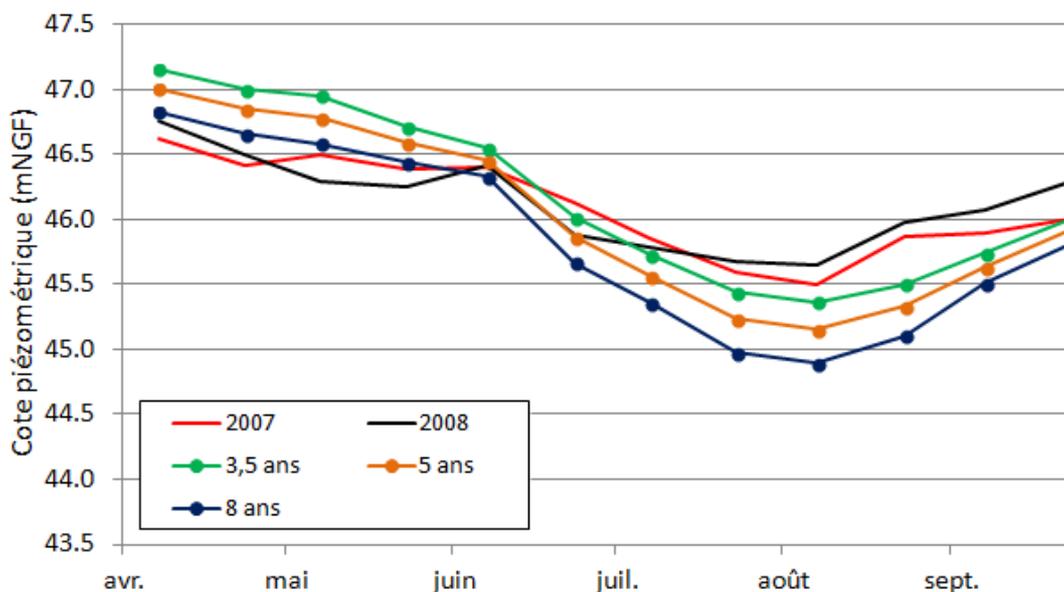


Figure 37 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence par quinzaine déterminés sur les 10 dernières années de suivi du piézomètre de Perpignan

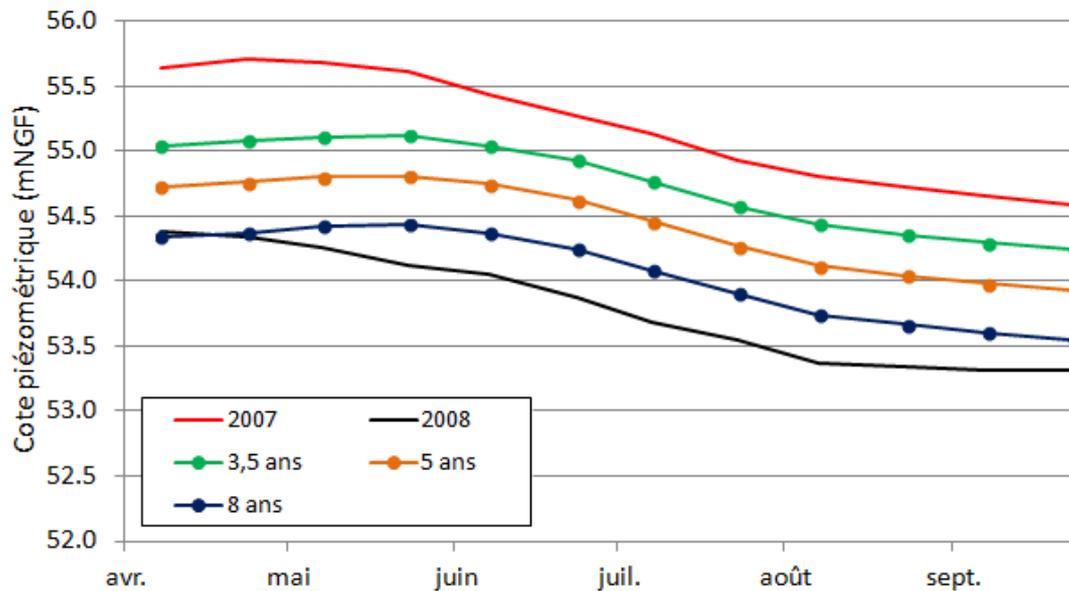


Figure 38 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence par quinzaine déterminés sur les 10 dernières années de suivi du piézomètre de Ponteilla

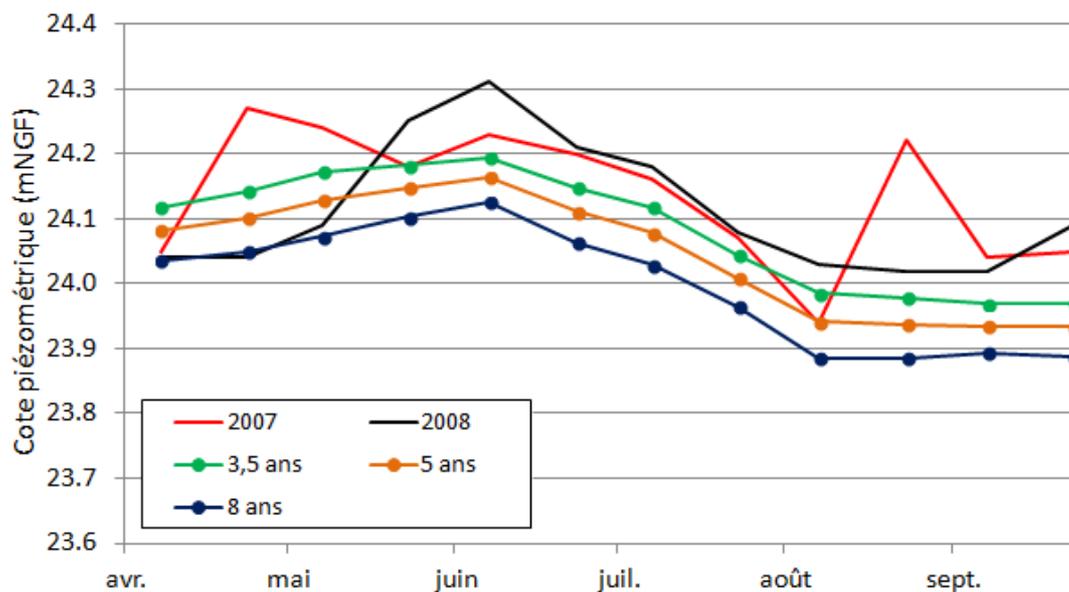


Figure 39 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence par quinzaine déterminés sur les 10 dernières années de suivi du piézomètre d'Ortaffa-Brouilla

A Ponteilla (Figure 38), le niveau d'alerte n'aurait pas été déclenché en 2007 alors que le niveau de crise aurait été déclenché dès la mi-avril 2008 pour toute la période estivale. A Ortaffa (Figure 39), le niveau d'alerte aurait été déclenché à deux reprises en 2007 (début avril et début août) et en avril et mai 2008, le niveau de crise ayant même été atteint fin avril 2008.

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quaternaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	54
--	----

La comparaison des niveaux piézométriques des années 2007 et 2008 aux niveaux de référence de retour 5 ans et 8 ans montre que :

- la piézométrie de l'année 2008 est globalement plus basse que celle de 2007 ;
- la situation d'avril – mai 2007 aurait fréquemment déclenché le niveau d'alerte, la situation piézométrique durant le reste de la période estivale repassant au dessus des niveaux de référence déterminés ;
- la situation 2008 apparaît par contre bien plus problématique, déclenchant le niveau d'alerte sur la plupart des piézomètres en avril – mai, se poursuivant même durant toute la saison estivale sur St-Hippolyte et Ponteilla.

Rappelons que les statistiques ont été calculées avec les seules dix dernières années de données de suivi des six piézomètres de suivi proposés afin de représenter des conditions stationnaires (\pm stabilisées) des nappes. L'utilisation de seulement 10 valeurs (dix années prises en compte) peut cependant induire un manque de représentativité des événements peu fréquents ainsi calculés, en particulier le niveau de crise NPCR qui correspond à une période de retour de 8 ans. Ces niveaux devront donc être recalculés dans quelques années afin d'incorporer (si la stabilisation piézométrique des nappes se confirme) un nombre de valeurs plus important.

6 Conclusion

Afin d'établir une gestion adaptée des nappes de la plaine du Roussillon, un Niveau Piézométrique d'Alerte (NPA) et un Niveau Piézométrique de Crise Renforcée (NPCR) ont été proposés pour les différents secteurs de la plaine. Le NPA est le niveau piézométrique de début de conflits d'usages et de premières limitations de pompage, garantissant le bon fonctionnement quantitatif de la nappe. Le NPCR est le niveau piézométrique où les prélèvements pour l'alimentation en eau potable et les prélèvements assurant la sécurité d'installations sensibles sont maintenus au minimum.

Cette approche a mis à profit les chroniques piézométriques plus ou moins longues de tous les piézomètres de suivi existants. Le travail a comporté :

- l'analyse inter-comparative des chroniques piézométriques par corrélation croisée ;
- l'analyse comparative des chroniques piézométriques avec les précipitations et la recharge ;
- la comparaison visuelle de courbes piézométriques ;
- la proposition d'une sectorisation et de piézomètres de référence ;
- l'analyse statistique des chroniques piézométriques de tous les piézomètres de suivi ;
- l'analyse statistique des chroniques piézométriques des 6 piézomètres de référence sur les seules 10 dernières années reflétant le nouvel état de stabilisation des nappes ;
- la proposition de niveaux de référence NPA et NPCR.

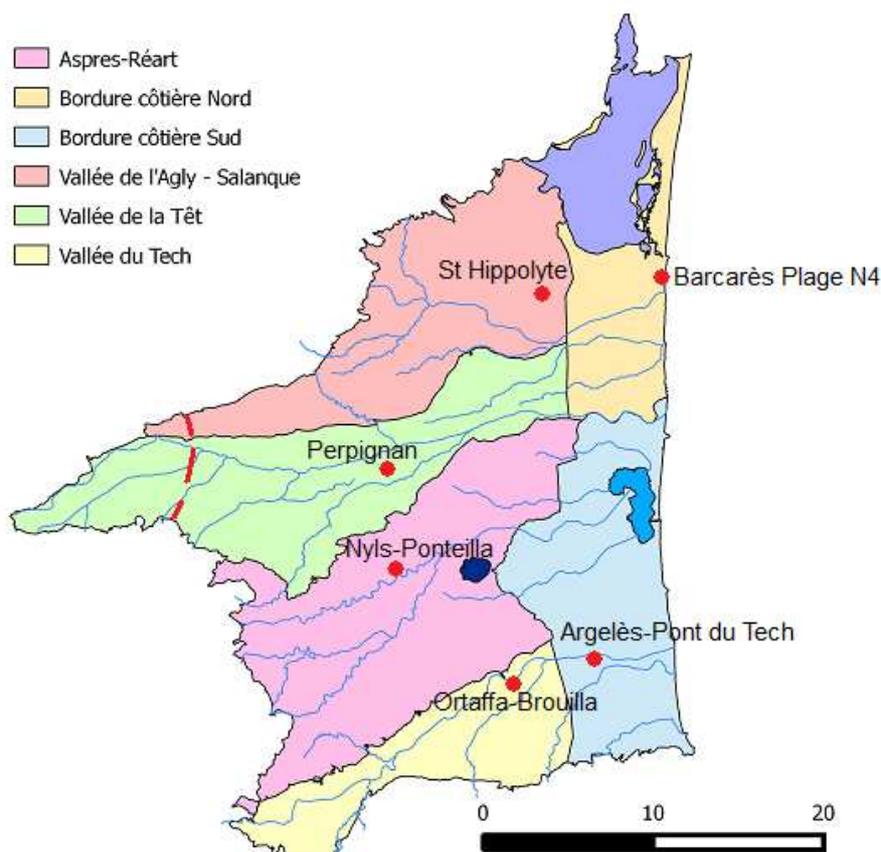


Figure 40 : Secteurs de comportements piézométriques homogènes et piézomètres de référence proposés

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quaternaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	56
--	----

L'Arrêté Cadre no 2010320-0029 a défini les modes de gestion d'une sécheresse pour le département des Pyrénées-Orientales au moyen de trois niveaux de référence :

- seuil de vigilance correspondant à la piézométrie de période de retour de 3,5 ans conduisant à la mise en place d'une cellule sécheresse de veille ;
- seuil d'alerte correspondant à la piézométrie de période de retour de 5 ans conduisant à la mise en place du Comité Départemental Sécheresse et du premier niveau de mesures de restrictions d'usages ;
- piézométrie de période de retour 8 ans (pouvant correspondre au déclenchement de la période de crise) avec des mesures de restrictions d'usages adaptées à la gravité.

Par souci d'homogénéisation des approches de gestion des ressources en eau souterraine sur la Plaine du Roussillon, les minima piézométriques par quinzaine des mêmes périodes de retour de 3,5, 5 et 8 ans ont été calculés pour les six piézomètres de référence proposés sur les chroniques des 10 dernières années (2004-2013).

Les niveaux piézométriques d'alerte (NPA) et les niveaux piézométriques de crise (NPCR) proposés à l'issue de cette étude correspondent respectivement aux piézométries calculées de période de retour 5 et 8 ans. Les piézométries de période de retour 3,5 ans correspondraient aux niveaux de vigilance si ceux-devaient être mis en place.

Bordure côtière Nord : Piézomètre de Barcarès plage N4

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai	0-15 juin	16-30 juin	0-15 juil.	16-31 juil.	0-15 août	16-31 août	1-15 sept.	16-30 sept.
3,5 ans	1.44	1.38	1.26	1.19	1.11	0.97	0.76	0.47	0.20	-0.06	-0.07	0.03
5 ans	1.38	1.33	1.19	1.12	1.05	0.90	0.71	0.42	0.15	-0.11	-0.13	-0.03
8 ans	1.30	1.25	1.10	1.03	0.96	0.82	0.64	0.35	0.09	-0.19	-0.21	-0.11

Pour la bordure côtière Nord où des niveaux piézométriques inférieurs au niveau de la mer sont observés durant l'été, il y aurait lieu de mener une étude spécifique sur les risques de drainance et d'intrusion d'eau salée qui pourraient être induits par cette drainance descendante.

Bordure côtière Sud : Piézomètre d'Argelès – Pont du Tech

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai	0-15 juin	16-30 juin	0-15 juil.	16-31 juil.	0-15 août	16-31 août	1-15 sept.	16-30 sept.
3,5 ans	8.09	8.08	8.04	7.99	7.93	7.79	7.56	7.31	7.09	6.95	6.98	7.08
5 ans	8.01	8.01	7.95	7.92	7.87	7.74	7.51	7.24	7.02	6.88	6.91	7.04
8 ans	7.92	7.93	7.85	7.83	7.80	7.68	7.44	7.16	6.92	6.79	6.84	6.98

Secteur Agly-Salanque : Piézomètre de Saint Hippolyte

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai	0-15 juin	16-30 juin	0-15 juil.	16-31 juil.	0-15 août	16-31 août	1-15 sept.	16-30 sept.
3,5 ans	2.30	2.30	2.29	2.28	2.23	2.16	2.07	1.99	1.91	1.84	1.79	1.77
5 ans	2.17	2.18	2.15	2.13	2.11	2.04	1.97	1.89	1.81	1.74	1.69	1.66
8 ans	2.01	2.02	1.98	1.95	1.95	1.90	1.83	1.76	1.69	1.61	1.56	1.53

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quaternaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	57
--	----

Secteur de la Têt : Piézomètre de Perpignan

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai	0-15 juin	16-30 juin	0-15 juil.	16-31 juil.	0-15 août	16-31 août	1-15 sept.	16-30 sept.
3,5 ans	47.15	47.00	46.95	46.71	46.55	46.02	45.73	45.44	45.37	45.50	45.74	46.00
5 ans	47.01	46.85	46.79	46.59	46.45	45.86	45.56	45.24	45.15	45.33	45.64	45.92
8 ans	46.83	46.65	46.58	46.44	46.33	45.67	45.36	44.98	44.89	45.11	45.51	45.81

Secteur des Aspres : Piézomètre de Ponteilla-Nyls

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai	0-15 juin	16-30 juin	0-15 juil.	16-31 juil.	0-15 août	16-31 août	1-15 sept.	16-30 sept.
3,5 ans	55.04	55.08	55.11	55.11	55.04	54.93	54.77	54.57	54.43	54.35	54.29	54.25
5 ans	54.73	54.77	54.80	54.81	54.74	54.63	54.46	54.27	54.12	54.04	53.98	53.93
8 ans	54.34	54.37	54.42	54.43	54.37	54.25	54.08	53.90	53.74	53.66	53.60	53.54

Secteur du Tech : Piézomètre d'Ortaffa-Brouilla

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai	0-15 juin	16-30 juin	0-15 juil.	16-31 juil.	0-15 août	16-31 août	1-15 sept.	16-30 sept.
3,5 ans	24.12	24.14	24.17	24.18	24.19	24.15	24.12	24.04	23.98	23.98	23.97	23.97
5 ans	24.08	24.10	24.13	24.15	24.16	24.11	24.08	24.01	23.94	23.94	23.93	23.93
8 ans	24.04	24.05	24.07	24.10	24.13	24.06	24.03	23.96	23.89	23.89	23.89	23.89

Annexe 1

Analyse statistique des chroniques piézométriques complètes

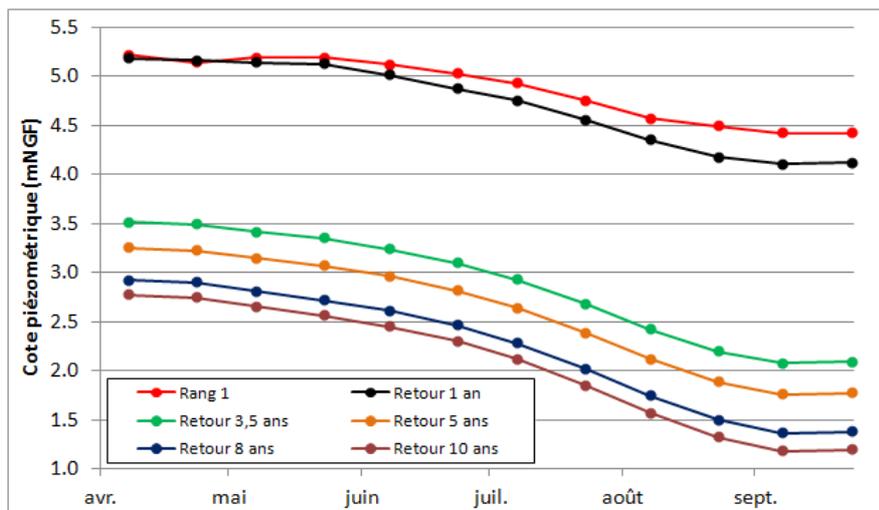


Figure 41 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar N4

Tableau 18 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar N4

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai							
Rang 1	5.22	5.14	5.19	5.1							
Retour 1 an	5.18	5.16	5.14	5.1							
Retour 3,5 ans	3.51	3.49	3.41	3.3							
Retour 5 ans	3.25	3.23	3.14	3.0							

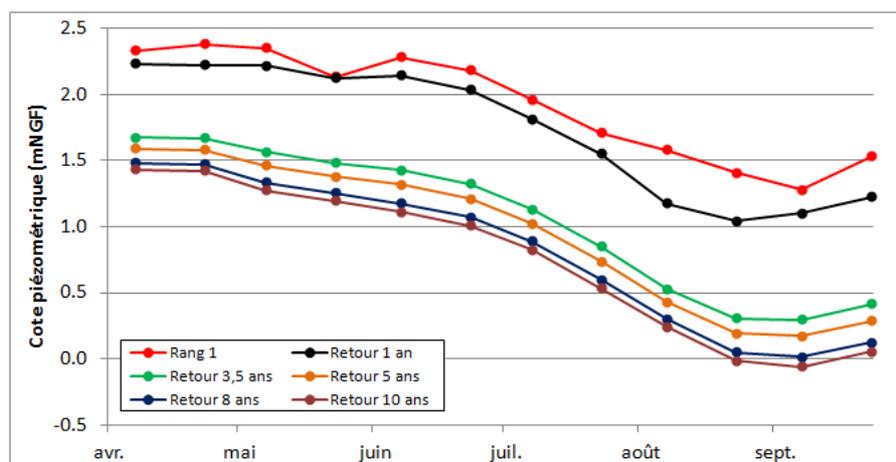


Figure 42 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N4

Indépendamment de ces seuils calculés sur le piézomètre de Barcarès plage N4, il y aurait lieu de tenir compte des rabattements importants induits par les captages existant sur les communes de Saint Laurent de la Salanque, Saint Hippolyte, Le Barcarès, Leucate et Torreilles et qui pourraient générer des problèmes d'inversion de drainage. Ce point sera discuté dans le rapport de Phase 2 – Etape 2 qui présentera les cartes piézométriques des hautes et basses eaux.

Tableau 21 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N4

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	2.33	2.38	2.35	2.13								
Retour 1 an	2.23	2.22	2.21	2.12								
Retour 3,5 ans	1.68	1.67	1.56	1.48								
Retour 5 ans	1.59	1.58	1.46	1.38								

Barcarès plage N3

Cet ouvrage est suivi depuis janvier 1990. La chronique contient 6207 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 23 mesures par mois.

Tableau 22 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Barcarès plage N3

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1990	-1.2	2001	
1991	-1.2	2002	
1992	-0.2	2003	
1993	-0.6	2004	
1994	-0.9	2005	
1995	-0.8	2006	
1996	-0.5	2007	
1997	-0.4	2008	
----	---	----	
Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1990	-1.20	2001	
1991	-1.20	2002	
1992	-0.20	2003	
1993	-0.60	2004	
1994	-0.90	2005	
1995	-0.77	2006	
1996	-0.34	2007	
1997	-0.35	2008	

Tableau 23 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Barcarès plage N3

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	-0.20	-0.42	-0.99	-1.07	-1.19	-1.24
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	-0.20	-0.37	-0.93	-1.01	-1.12	-1.17

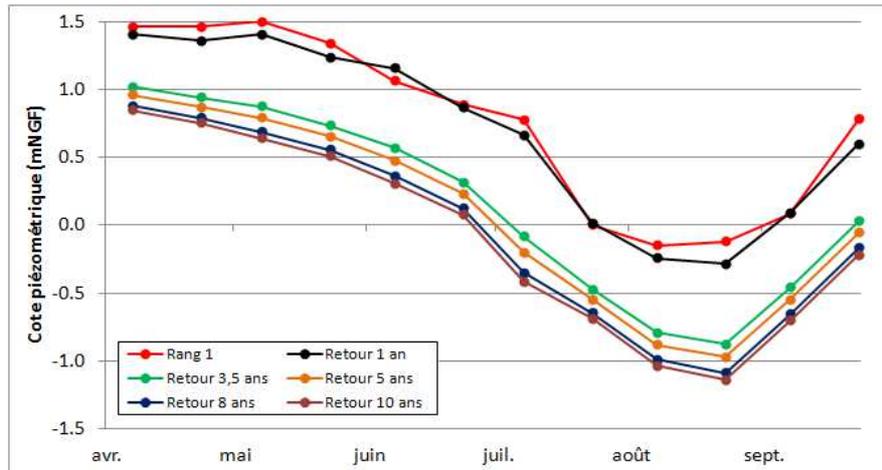


Figure 43 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N3

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	1.46	1.46	1.50	1.34								
Retour 1 an	1.41	1.36	1.40	1.24								
Retour 3,5 ans	1.02	0.94	0.87	0.73								
Retour 5 ans	0.96	0.87	0.79	0.65								

Tableau 24 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N3

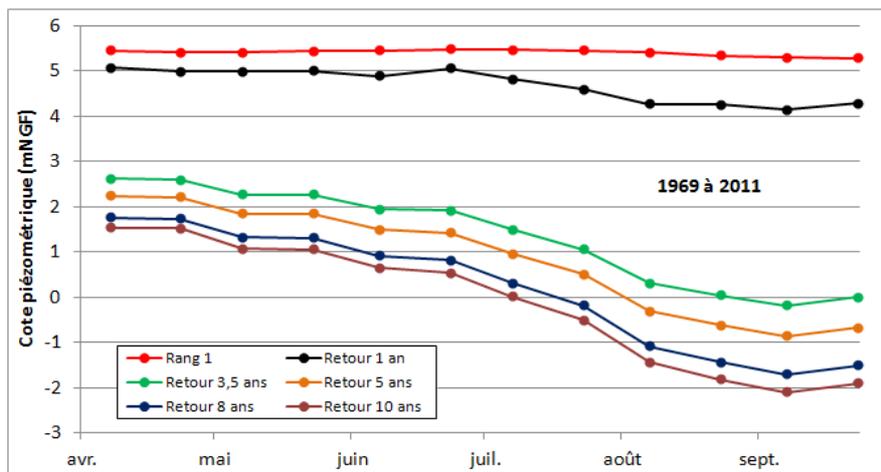


Figure 44 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Laurent de la Salanque

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	5.45	5.40	5.40	5.44								
Retour 1 an	5.07	4.98	4.98	5.00								
Retour 3,5 ans	2.62	2.58	2.27	2.27								
Retour 5 ans	2.23	2.21	1.85	1.84								

Tableau 27 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Laurent de la Salanque

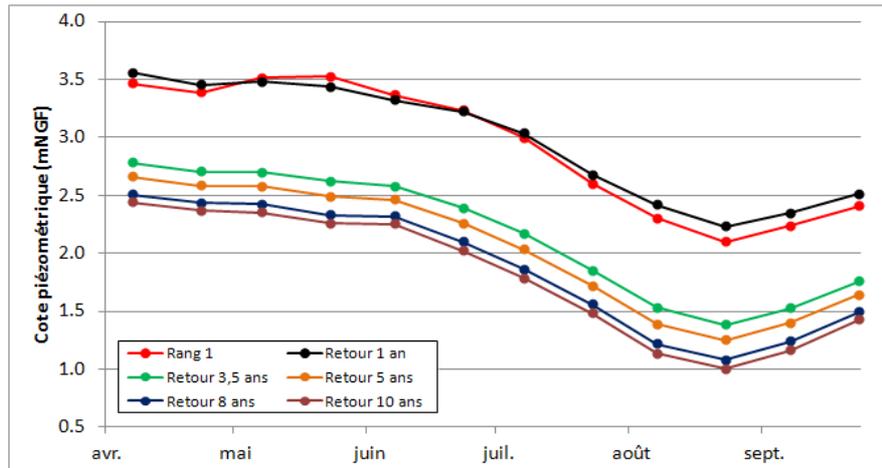


Figure 45 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Torreilles F3

Tableau 30 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Torreilles F3

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	3.46	3.39	3.52	3.52								
Retour 1 an	3.56	3.45	3.48	3.44								
Retour 3,5 ans	2.78	2.70	2.70	2.62								
Retour 5 ans	2.66	2.58	2.58	2.49								

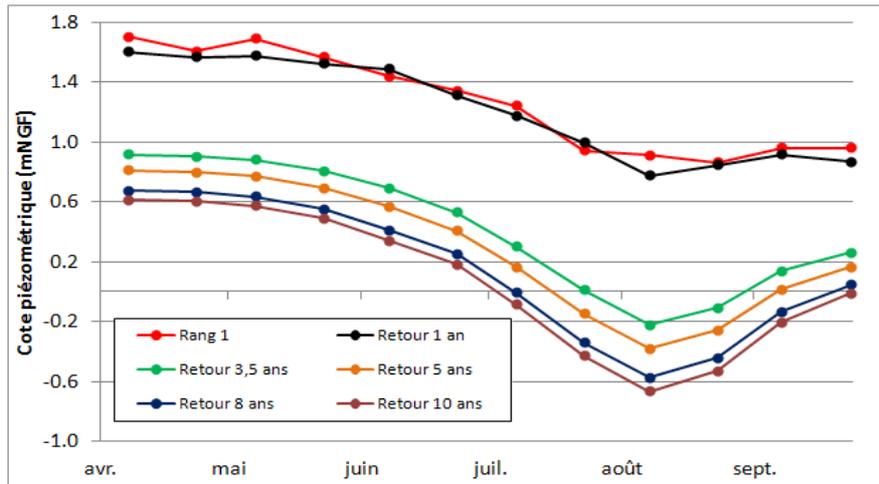


Figure 46 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Sainte Marie N4

Tableau 33 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Sainte Marie N4

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai								
Rang 1	1.70	1.61	1.69	1.57								
Retour 1 an	1.60	1.57	1.57	1.57								
Retour 3,5 ans	0.92	0.90	0.88	0.88								
Retour 5 ans	0.81	0.80	0.77	0.66								

Canet Phare

Cet ouvrage est suivi depuis septembre 1988. La chronique contient 6724 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 23 mesures par mois.

Tableau 34 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Canet Phare

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1988	0.9	2000	
1989	0.25	2001	
1990	0.54	2002	
1991	0.45	2003	
1992	0.42	2004	
1993	0.22	2005	
1994	0.26	2006	
1995	0.14	2007	
1996	0.42	2008	
Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1988	0.90	2000	
1989	0.25	2001	
1990	0.54	2002	
1991	0.45	2003	
1992	0.48	2004	
1993	0.31	2005	
1994	0.31	2006	
1995	0.22	2007	
1996	0.49	2008	

Tableau 35 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Canet Phare

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	0.90	0.68	0.08	-0.01	-0.12	-0.18
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	0.90	0.70	0.15	0.07	-0.04	-0.09

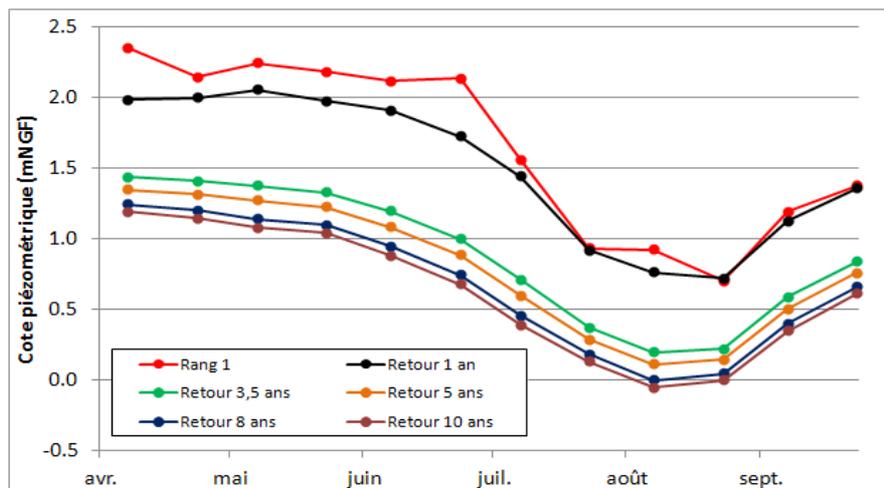


Figure 47 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Canet Phare

Tableau 36 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Canet Phare

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai							
Rang 1	2.35	2.14	2.24	2.14							
Retour 1 an	1.98	1.99	2.05	1.9							
Retour 3,5 ans	1.43	1.41	1.38	1.3							
Retour 5 ans	1.35	1.31	1.27	1.2							

Cas de Barcarès Saultlebar IV

Cet ouvrage est situé dans le secteur 1 mais n'est pas représentatif de ce secteur. Il s'en différencie du point de vue piézométrique et reflète très vraisemblablement le comportement piézométrique local de la nappe quaternaire influencée par les eaux superficielles. Cet ouvrage est suivi depuis décembre 2000. La chronique contient 3938 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 29 mesures par mois.

Tableau 37 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes à gauche et les moyennes mobiles à droite pour le piézomètre Barcarès Saultlebar IV

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	Minimum piézométrique (mNGF)
2000	0.31		
2001	0.07	2001	0.11
2002	0.09	2002	0.12
2003	0	2003	0.05
2004	0.06	2004	0.07
2005	0.09	2005	0.12
2006	0.12	2006	0.13
2007	0.12	2007	0.14

Tableau 38 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Barcarès Saultlebar IV

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	0.31	0.22	0.09	0.07	0.04	0.03
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	0.17	0.19	0.11	0.10	0.08	0.07

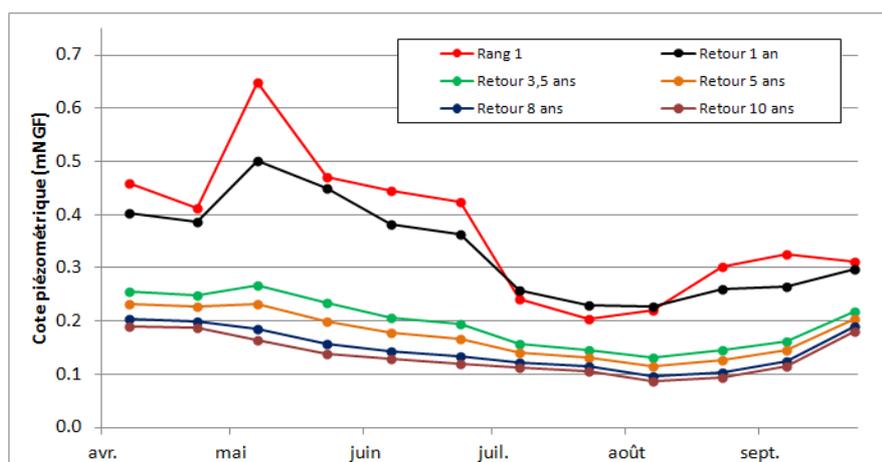


Figure 48 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar IV

Tableau 39 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar IV

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	0.46	0.41	0.65	0.47								
Retour 1 an	0.40	0.39	0.50	0.45								
Retour 3,5 ans	0.26	0.25	0.27	0.23								
Retour 5 ans	0.23	0.23	0.23	0.20								

Piézomètres de la Bordure côtière Sud (Argelès – Pont du Tech, Saint Nazaire Golf, Corneilla et Alénia)**Argelès - Pont du Tech**

Cet ouvrage est suivi depuis avril 1987. La chronique contient 8769 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de 29,5 mesures par mois.

Tableau 40 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1987	8.4	2000	
1988	8.13	2001	
1989	7.95	2002	
1990	8.34	2003	
1991	7.76	2004	
1992	8.02	2005	
1993	7.96	2006	
1994	7.65	2007	
----	----	----	

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1987	8.45	2000	
1988	8.13	2001	
1989	7.98	2002	
1990	8.36	2003	
1991	7.78	2004	
1992	8.06	2005	
1993	7.98	2006	
1994	7.66	2007	
1995	7.59	2008	

Tableau 41 : Minima piézométriques par période de retour calculés à partir des données brutes et des moyennes mobiles pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	8.40	8.21	7.25	7.10	6.91	6.82
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	8.45	8.22	7.28	7.13	6.94	6.85

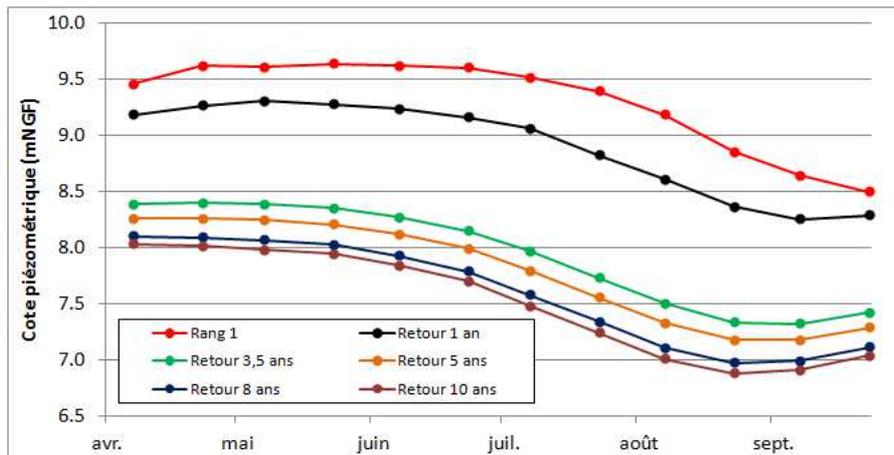


Figure 49 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech

Tableau 42 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	9.46	9.62	9.61	9.64								
Retour 1 an	9.18	9.26	9.31	9.27								
Retour 3,5 ans	8.38	8.40	8.39	8.35								
Retour 5 ans	8.26	8.26	8.24	8.21								

Saint Nazaire Golf

Cet ouvrage est suivi depuis janvier 2000. La chronique contient 3803 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de 26,4 mesures par mois.

Tableau 43 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Saint Nazaire Golf

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
2000	0.61	2006	
2001	0.47	2007	
2002	0.82	2008	
2003	0.59	2009	
2004	0.89	2010	
2005	0.59	2011	

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
2000	0.65	2006	

Tableau 44 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Saint Nazaire Golf

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	0.92	0.89	0.58	0.54	0.48	0.45
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	0.93	0.92	0.64	0.59	0.54	0.51

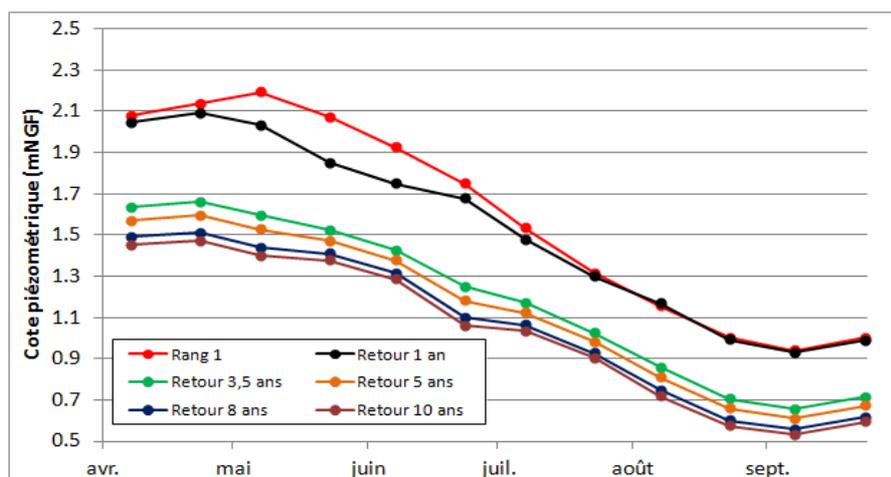


Figure 50 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Nazaire Golf

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai								
Rang 1	2.08	2.14	2.19	2.0								
Retour 1 an	2.05	2.09	2.03	1.8								
Retour 3,5 ans	1.64	1.66	1.59	1.5								
Retour 5 ans	1.57	1.59	1.53	1.4								

Tableau 45 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Nazaire Golf

Corneilla

Cet ouvrage est suivi depuis avril 2000. La chronique contient 4207 données jusqu'en novembre 2011 avec une fréquence de plus de 30 mesures par mois. Il n'y a plus de mesure depuis novembre 2011.

Tableau 46 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Corneilla

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
2000	6.42	2006	
2001	4.4	2007	
2002	4.67	2008	
2003	3.05	2009	
2004	4.63	2010	
2005	2.48	2011	

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	

Tableau 47 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Corneilla

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	7.39	8.08	4.62	4.08	3.4	3.09
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	7.51	8.13	4.75	4.22	3.56	3.25

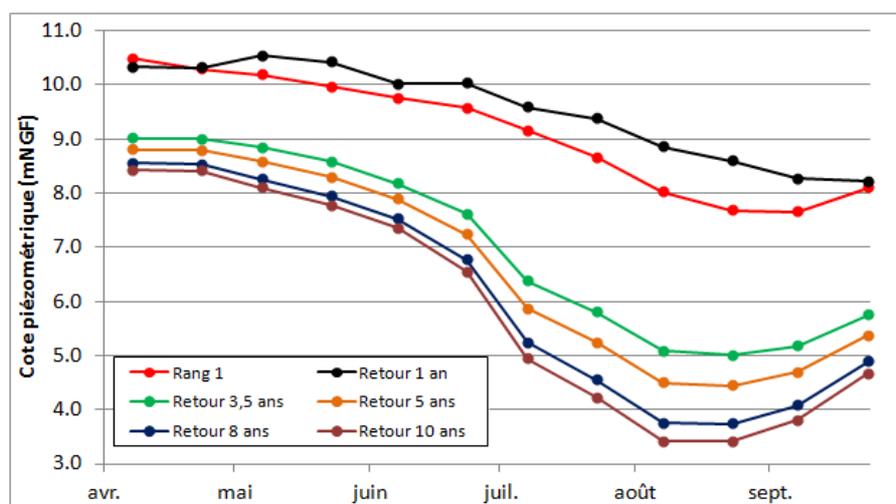


Figure 51 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Corneilla

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai								
Rang 1	10.49	10.29	10.19	9.9								
Retour 1 an	10.33	10.32	10.54	10.4								
Retour 3,5 ans	9.01	9.00	8.85	8.5								
Retour 5 ans	8.81	8.79	8.58	8.3								
Retour 8 ans	8.55	8.53	8.35	7.9								

Tableau 48 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Corneilla

Alénia

Cet ouvrage est suivi depuis mars 1996. La chronique contient 5381 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 28 mesures par mois.

Tableau 49 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Alénia

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1996	6.09	2004	
1997	5.96	2005	
1998	5.43	2006	
1999	5.22	2007	
2000	5.33	2008	
2001	5.14	2009	
2002	5.12	2010	
2003	5.12	2011	
Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
1996	6.11	2004	
1997	6.08	2005	
1998	5.47	2006	
1999	5.28	2007	
2000	5.37	2008	
2001	5.16	2009	
2002	5.48	2010	
2003	5.13	2011	

Tableau 50 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Alénia

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	6.09	5.99	5.21	5.09	4.94	4.87
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	6.11	6.09	5.32	5.19	5.04	4.97

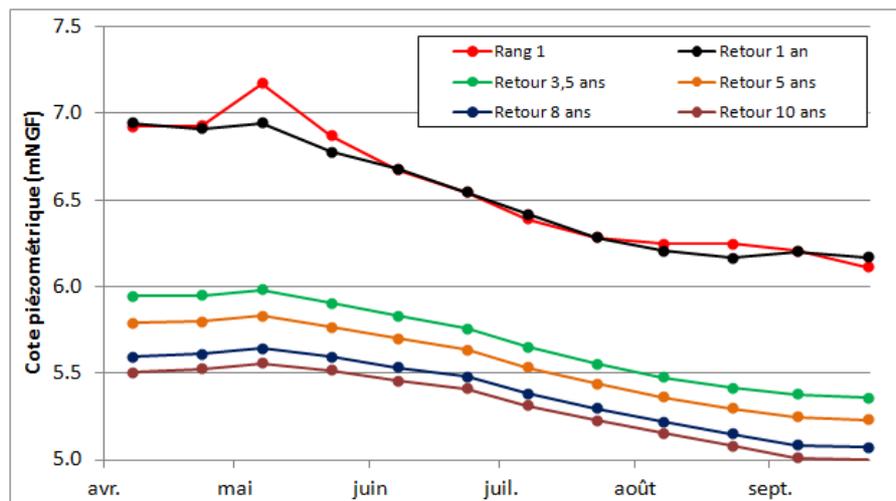


Figure 52 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Alénia

Tableau 51 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Alénia

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai							
Rang 1	6.92	6.93	7.17	6.8							
Retour 1 an	6.95	6.91	6.94	6.7							
Retour 3,5 ans	5.95	5.95	5.98	5.9							
Retour 5 ans	5.79	5.80	5.83	5.7							

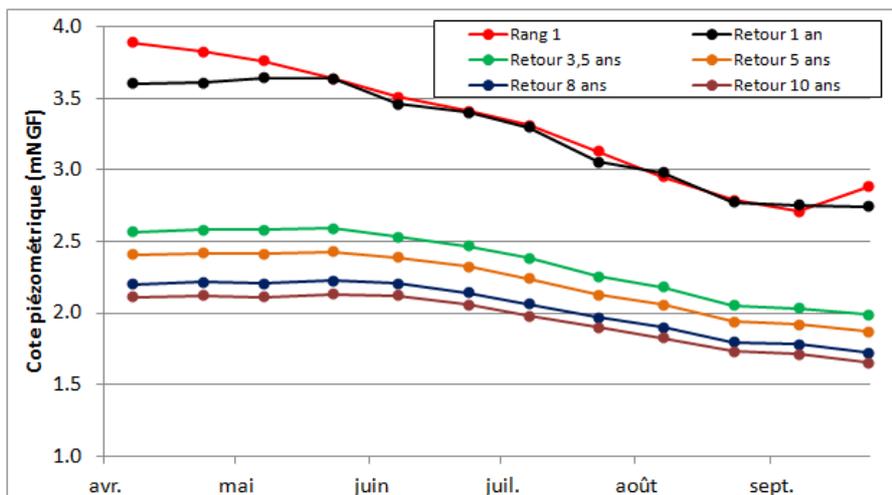


Figure 53 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Hippolyte

Tableau 54 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Hippolyte

	0-15 avr.	16-30 avr.	0-15 mai	16-30 ma							
Rang 1	3.89	3.83	3.76	3.6							
Retour 1 an	3.60	3.61	3.64	3.6							
Retour 3,5 ans	2.57	2.58	2.58	2.5							
Retour 5 ans	2.41	2.42	2.42	2.4							

Ex-Opoul

Cet ouvrage est suivi depuis septembre 2006. La chronique contient 1879 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 29 mesures par mois. Cette chronique est trop courte pour faire un traitement statistique représentatif.

Piézomètres de la Vallée de la Têt (Perpignan, Millas Quat C.2.1, Millas Plio C2.2, Bompas N3 et Pia)**Perpignan**

Cet ouvrage est suivi depuis février 1974. La chronique contient 11567 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 25 mesures par mois.

Tableau 55 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Perpignan

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	M		
1974	47.71	1987			
1975	47.63	1988			
1976	47.02	1989			
1977	47.37	1990			
1978	47.19	1991			
1979	46.91	1992			
1980	47.04	1993			
1981	47.45	1994			
1982	47.72	1995			

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	M		
1974	47.82	1987			
1975	47.73	1988			
1976	47.18	1989			
1977	47.43	1990			
1978	47.19	1991			
1979	47.02	1992			
1980	47.04	1993			
1981	47.45	1994			
1982	47.80	1995			

Tableau 56 : Minima piézométriques par période de retour calculés à partir des données brutes et des moyennes mobiles pour le piézomètre Perpignan

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	47.73	47.77	45.94	45.65	45.29	45.13
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	47.82	47.86	46.06	45.77	45.42	45.26

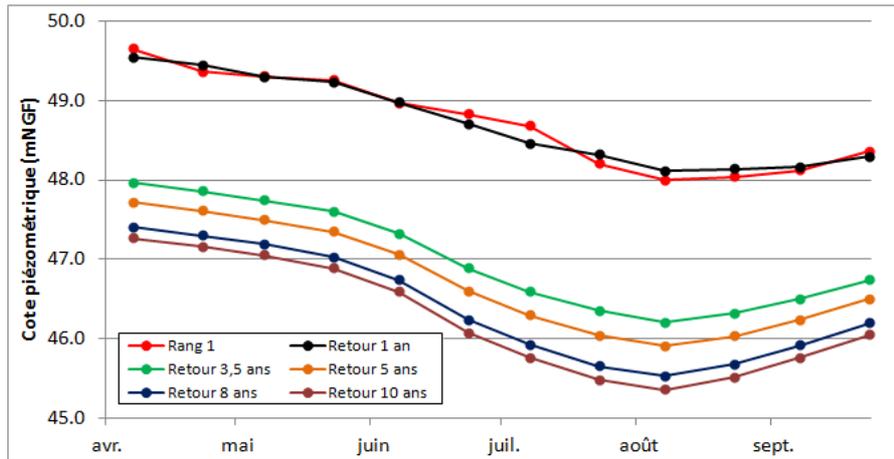


Figure 54 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Perpignan

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	49.65	49.36	49.30	49.25								
Retour 1 an	49.54	49.44	49.30	49.23								
Retour 3,5 ans	47.96	47.86	47.74	47.60								
Retour 5 ans	47.72	47.61	47.50	47.35								

Tableau 57 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Perpignan

Millas Quat C.2.1

Cet ouvrage est suivi depuis avril 2000. La chronique contient 3654 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 25 mesures par mois.

Tableau 58 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes à gauche et les moyennes mobiles à droite pour le piézomètre Millas Quat C.2.1

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	Minimum piézométrique (mNGF)
2000	102.23	2000	102.29
2001	102.14	2001	103.70
2002	101.71	2002	103.30
2003	101.75	2003	104.00
2004	101.77	2004	103.72
2005	101.55	2005	103.40
2006	102.14	2006	103.89
2007	101.08	2007	101.19

Tableau 59 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Millas Quat C.2.1

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	102.77	102.73	101.78	101.63	101.45	101.36
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	104.29	104.79	102.80	102.49	102.10	101.92

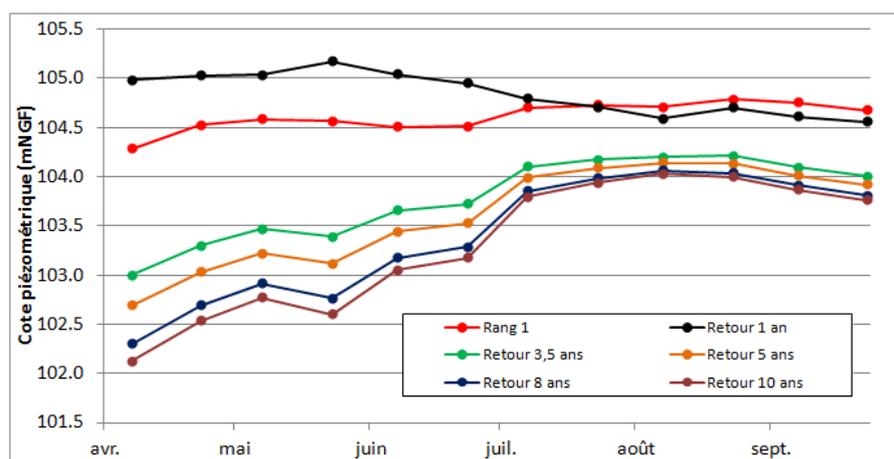


Figure 55 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Quat C.2.1

Tableau 60 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Quat C.2.1

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	104.29	104.52	104.59	104.57								
Retour 1 an	104.98	105.03	105.03	105.17								
Retour 3,5 ans	103.00	103.30	103.47	103.39								
Retour 5 ans	102.69	103.03	103.22	103.11								

Millas Plio C2.2.

Cet ouvrage est suivi depuis avril 2000. La chronique contient 4175 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 29 mesures par mois.

Tableau 61 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Millas Plio C2.2.

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
2000	100.82	2006	
2001	100.85	2007	
2002	100.52	2008	
2003	100.43	2009	
2004	100.66	2010	
2005	100.42	2011	

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
2000	100.82	2006	

Tableau 62 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Millas Plio C2.2.

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	101.34	101.31	100.46	100.32	100.16	100.08
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	102.29	102.71	101.12	100.87	100.56	100.42

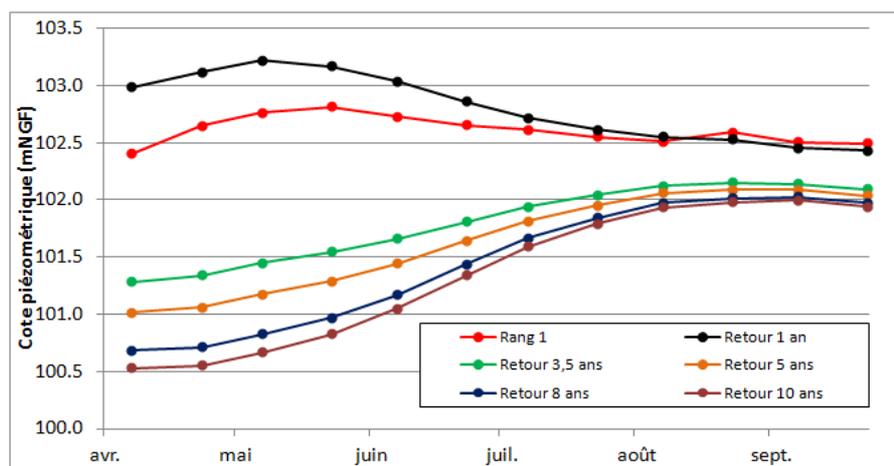


Figure 56 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Plio C2.2.

Tableau 63 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Plio C2.2.

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	102.40	102.65	102.76	102.81								
Retour 1 an	102.98	103.12	103.22	103.17								
Retour 3,5 ans	101.28	101.34	101.45	101.54								
Retour 5 ans	101.02	101.06	101.17	101.29								

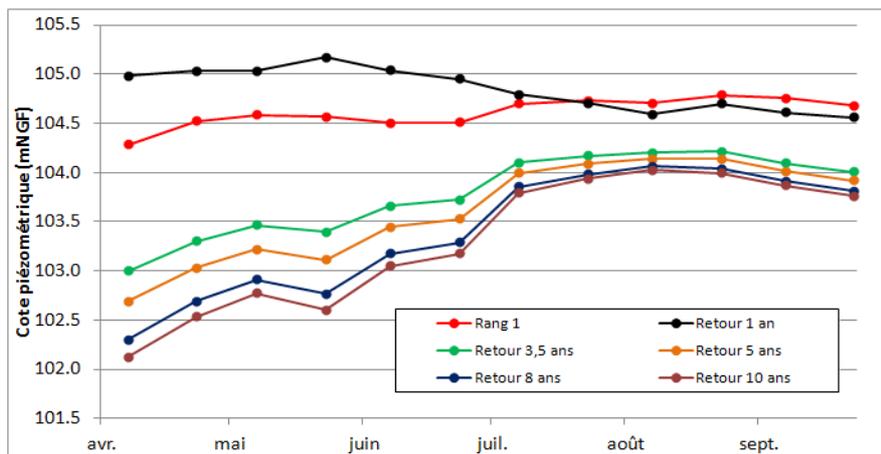


Figure 57 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Bompas N3

Tableau 66 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Bompas N3

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai								
Rang 1	12.53	12.65	12.78	12.8								
Retour 1 an	12.45	12.49	12.55	12.5								
Retour 3,5 ans	11.74	11.75	11.76	11.7								
Retour 5 ans	11.63	11.63	11.64	11.6								

Pia F3

Cet ouvrage est suivi depuis juin 2000. La chronique contient 3664 données jusqu'en décembre 2011 avec une fréquence de plus de 26 mesures par mois. Il n'y a eu que deux mesures en 2008.

Tableau 67 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes à gauche et les moyennes mobiles à droite pour le piézomètre Pia F3

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	Minimum piézométrique (mNGF)
2000	4.9	2000	5.18
2001	4.37	2001	4.67
2002	4.87	2002	5.04
2003	3.82	2003	3.98
2004	4.49	2004	4.91
2005	4.22	2005	4.39
2006	4.45	2006	6.07
2007	7.01	2007	7.27

Tableau 68 : Minima piézométriques par période de retour calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Pia F3

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	9.15	9.06	5.27	4.68	3.94	3.59
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	9.27	9.24	5.47	4.88	4.14	3.80

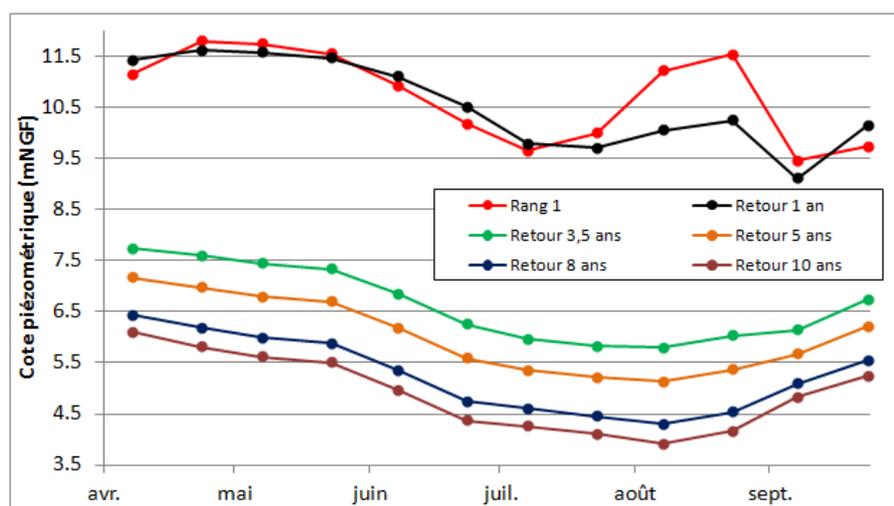


Figure 58 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Pia F3

Tableau 69 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Pia F3

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai								
Rang 1	11.15	11.81	11.74	11.5								
Retour 1 an	11.43	11.63	11.57	11.4								
Retour 3,5 ans	7.74	7.60	7.45	7.3								
Retour 5 ans	7.16	6.97	6.80	6.6								

Piézomètres de la Vallée du Réart – les Aspres (Ponteilla-Nyls, Terrats)**Ponteilla-Nyls**

Cet ouvrage est suivi depuis août 2001, mais régulièrement depuis début avril 2002. La chronique contient 3309 données jusqu'en décembre 2011, soit une fréquence de plus de 26 mesures par mois.

Tableau 70 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes en haut et les moyennes mobiles en bas pour le piézomètre Ponteilla-Nyls

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
2001	54.96	2007	
2002	53.92	2008	
2003	54.46	2009	
2004	55.52	2010	
2005	55.33	2011	
2006	55.73		

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	
2001	54.96	2007	

Tableau 71 : Minima piézométriques par période de retour calculés à partir des données brutes et des moyennes mobiles pour le piézomètre Ponteilla-Nyls

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	55.73	55.86	54.07	53.79	53.43	53.27
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	56.33	56.16	54.26	53.97	53.59	53.42

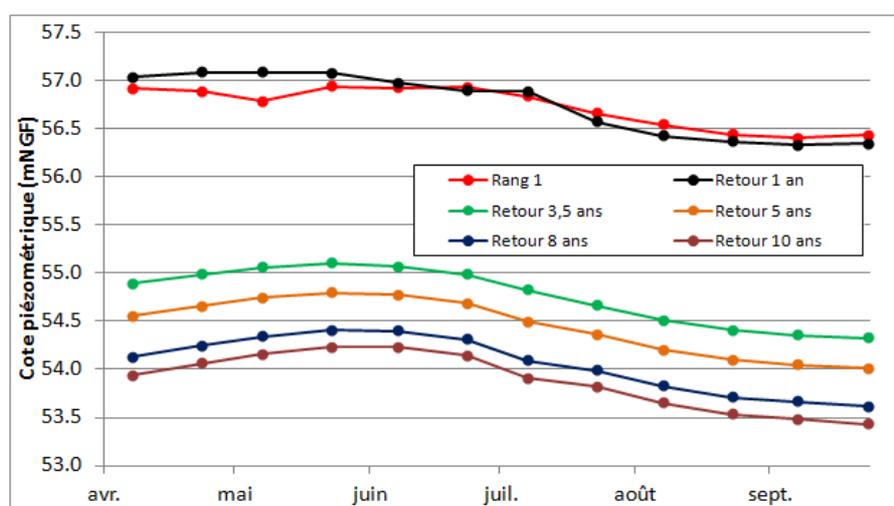


Figure 59 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ponteilla-Nyls

Tableau 72 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ponteilla-Nyls

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-30 mai								
Rang 1	56.92	56.89	56.79	56.8								
Retour 1 an	57.03	57.09	57.09	57.0								
Retour 3,5 ans	54.89	54.99	55.06	55.1								
Retour 5 ans	54.55	54.66	54.74	54.8								

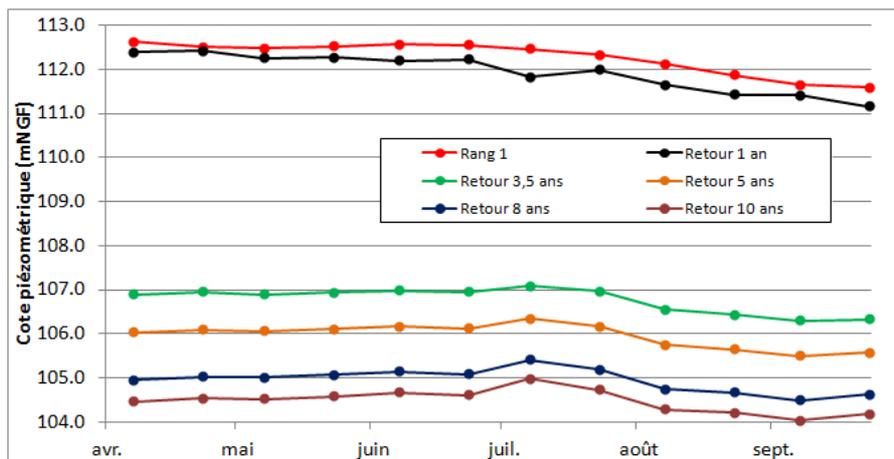


Figure 60 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Terrats

Tableau 75 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Terrats

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	112.62	112.51	112.48	112.52								
Retour 1 an	112.39	112.41	112.25	112.27								
Retour 3,5 ans	106.90	106.95	106.89	106.94								
Retour 5 ans	106.03	106.10	106.05	106.11								

Piézomètres de la Vallée du Tech (Ortaffa-Brouilla, Sabirou)**Ortaffa-Brouilla**

Cet ouvrage est suivi depuis mars 2000. La chronique contient 4047 données jusqu'en novembre 2011 avec une fréquence de plus de 28 mesures par mois.

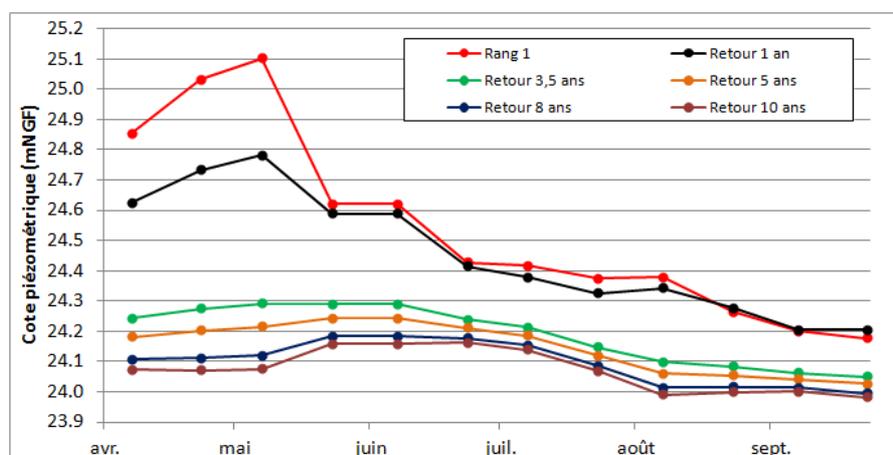
Tableau 76 : Minima piézométriques annuels calculés avec les données brutes à gauche et les moyennes mobiles à droite pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla

Année	Minimum piézométrique (mNGF)	Année	Minimum piézométrique (mNGF)
2000	23.96	2000	24.08
2001	23.93	2001	23.96
2002	23.96	2002	24.06
2003	23.93	2003	23.96
2004	23.99	2004	24.05
2005	23.94	2005	23.98
2006	23.89	2006	23.95
2007	23.92	2007	24.05
2008	23.91	----	----

Pour cette station de mesure, on peut considérer que le suivi est régulier depuis 2000 malgré un important manque de données en 2009.

Tableau 77 : Minima piézométriques par période de retour calculés à partir des données brutes et des moyennes mobiles pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla

Période de retour (année)	Rang 1	1.01	3.5	5	8	10
Minimum piézométrique annuel (mNGF)	23.99	23.98	23.93	23.92	23.91	23.90
Minimum piézométrique estival lissé 15j (mNGF)	24.14	24.12	24.00	23.98	23.96	23.95



Etude des volumes prélevables des nappes plio-quadernaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	100
--	-----

Figure 61 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla

Tableau 78 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla

	0-15 avril	16-30 avril	0-15 mai	16-31 mai								
Rang 1	24.85	25.03	25.10	24.62								
Retour 1 an	24.62	24.73	24.78	24.59								
Retour 3,5 ans	24.24	24.27	24.29	24.29								
Retour 5 ans	24.18	24.20	24.21	24.24								

Sabirou

Cet ouvrage est suivi depuis décembre 2010. La chronique contient 381 données jusqu'en décembre 2011. Cette série est trop courte pour faire un traitement statistique.

Annexe 2

Comparaison de la situation de restrictions d'usages 2007-2008 envers les statistiques des chroniques complètes

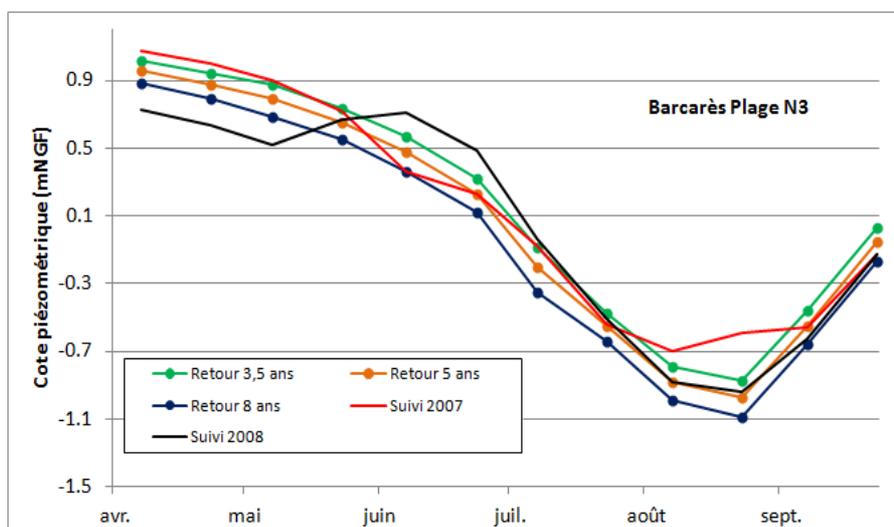
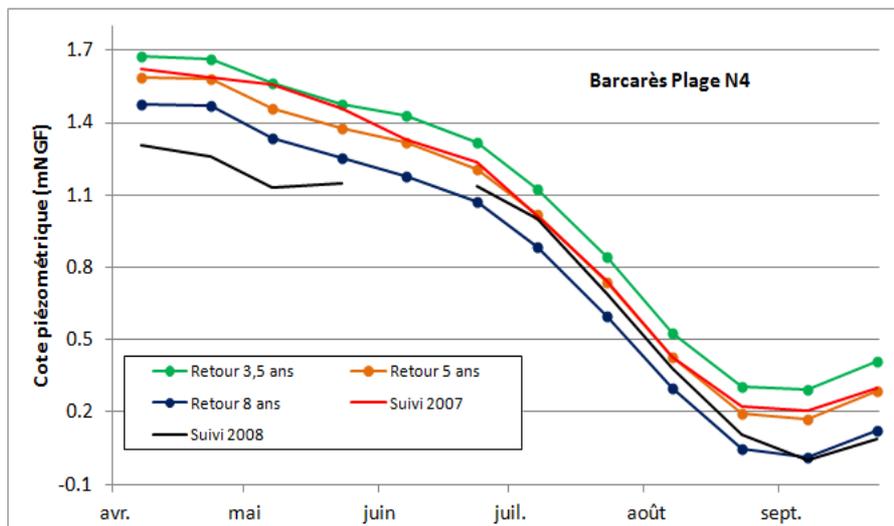
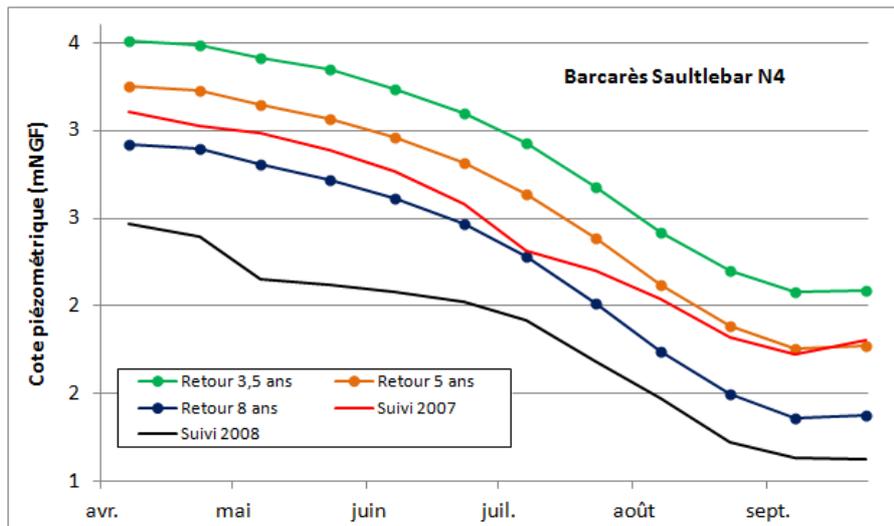


Figure 62 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence calculés sur les chroniques complètes des piézomètres de Barcarès Saultlebar IV, Barcarès Plage N4 et Barcarès Plage N3

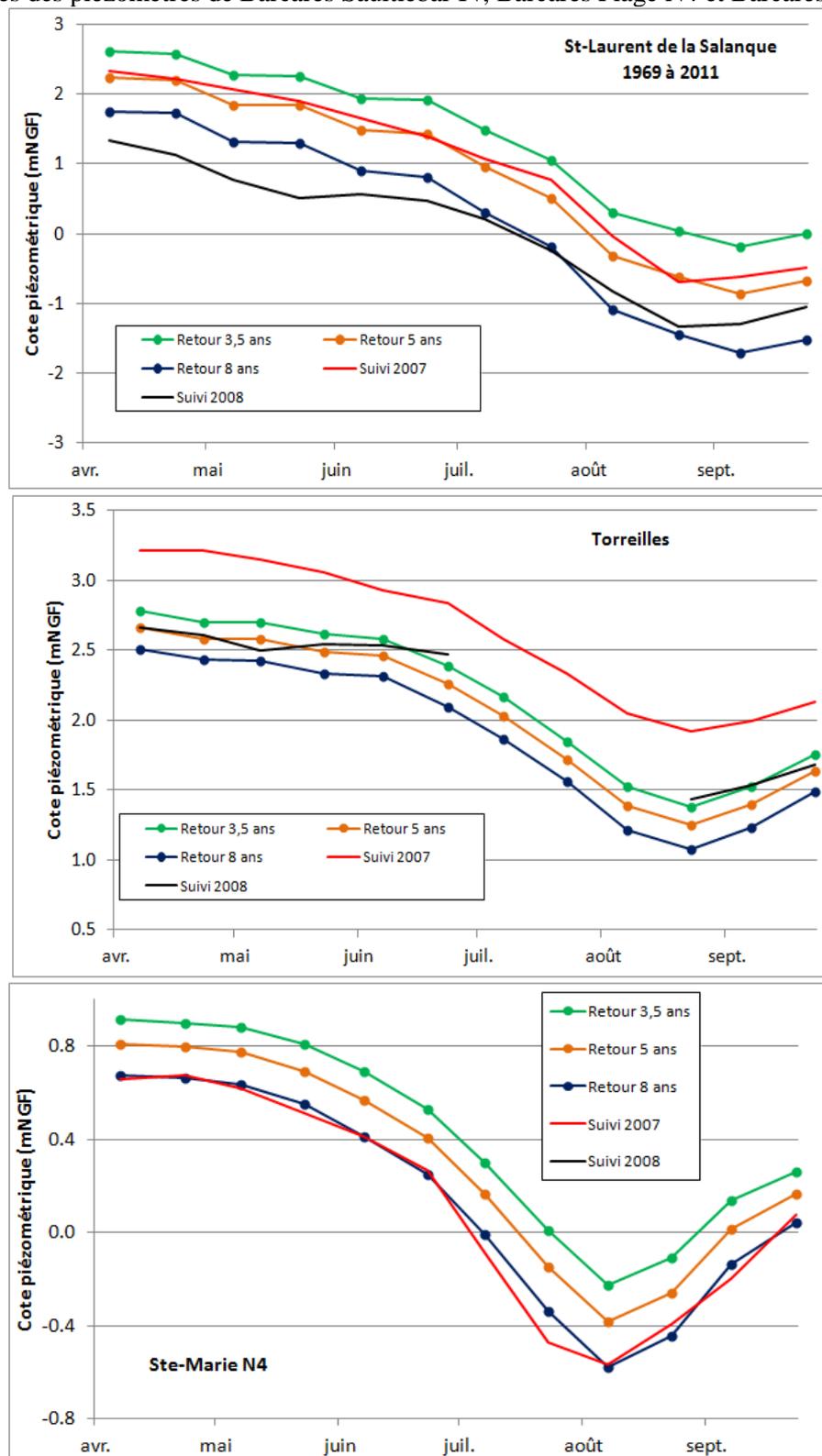


Figure 63 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence calculés sur les chroniques complètes des piézomètres de St-Laurent de la Salanque, Torreilles et Ste-Marie N4

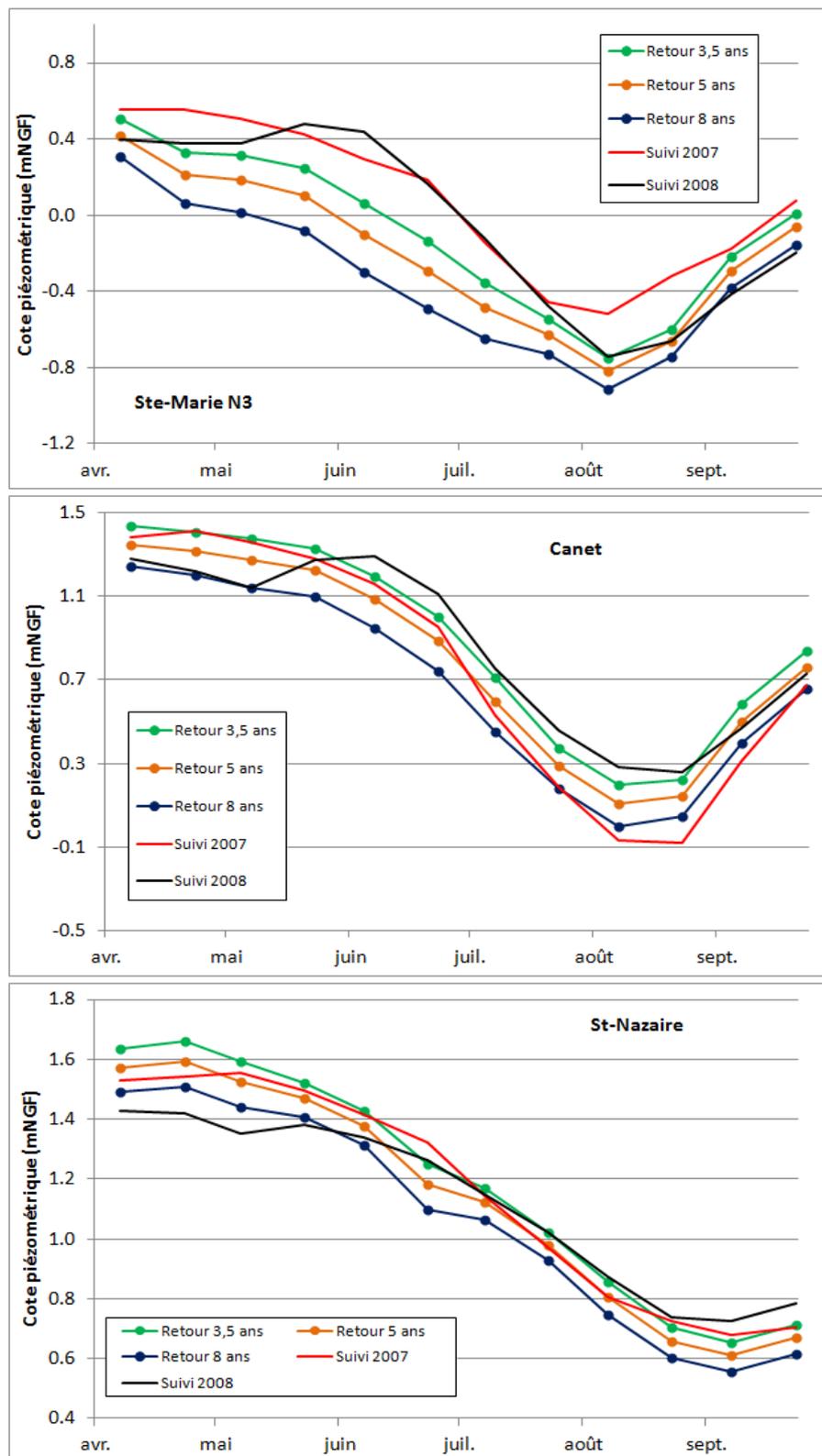


Figure 64 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence calculés sur les chroniques complètes des piézomètres de Ste-Marie N3, Canet et St-Nazaire

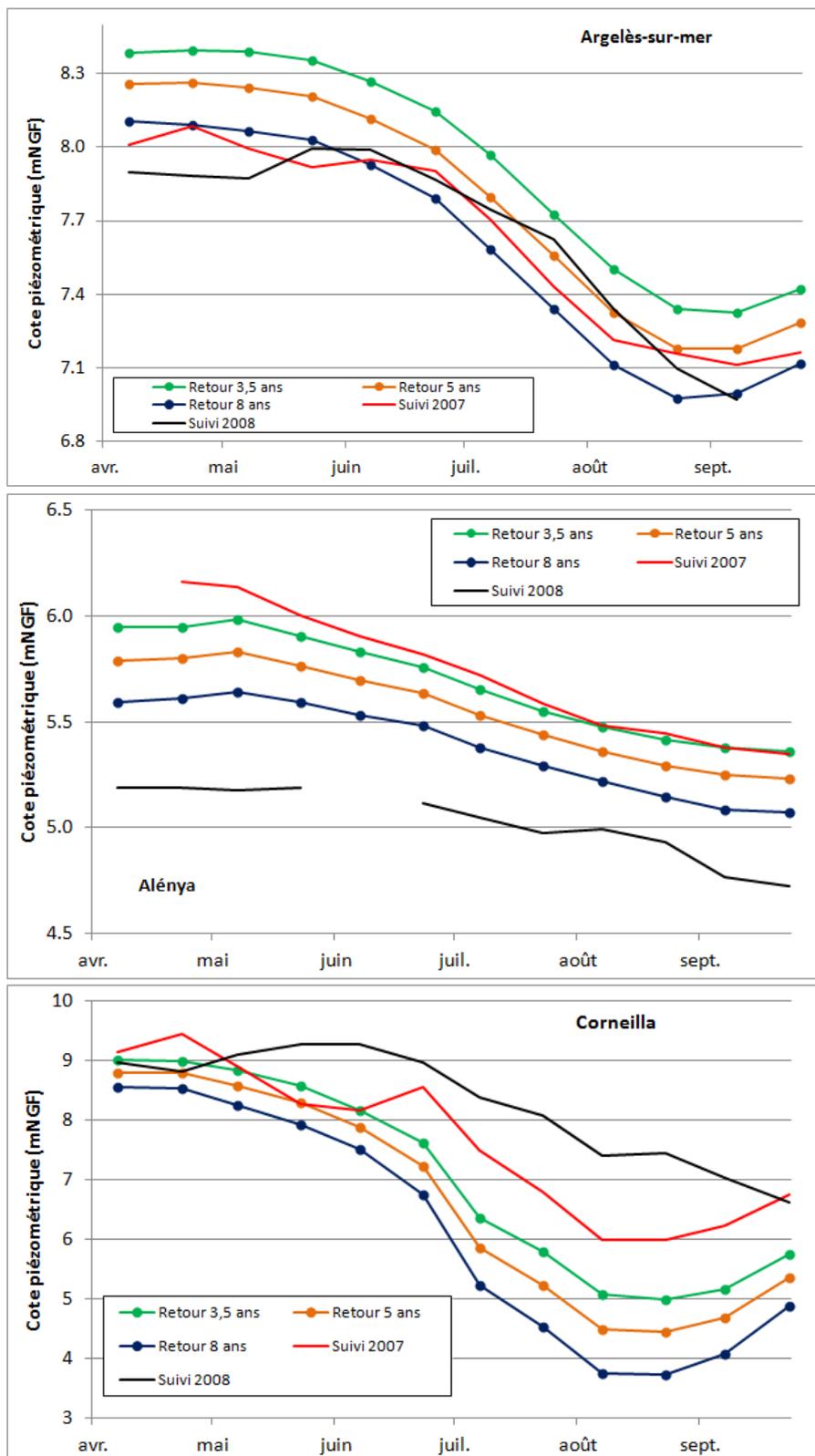


Figure 65 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence calculés sur les chroniques complètes des piézomètres d'Argelès-sur-mer, Alénia et Corneilla

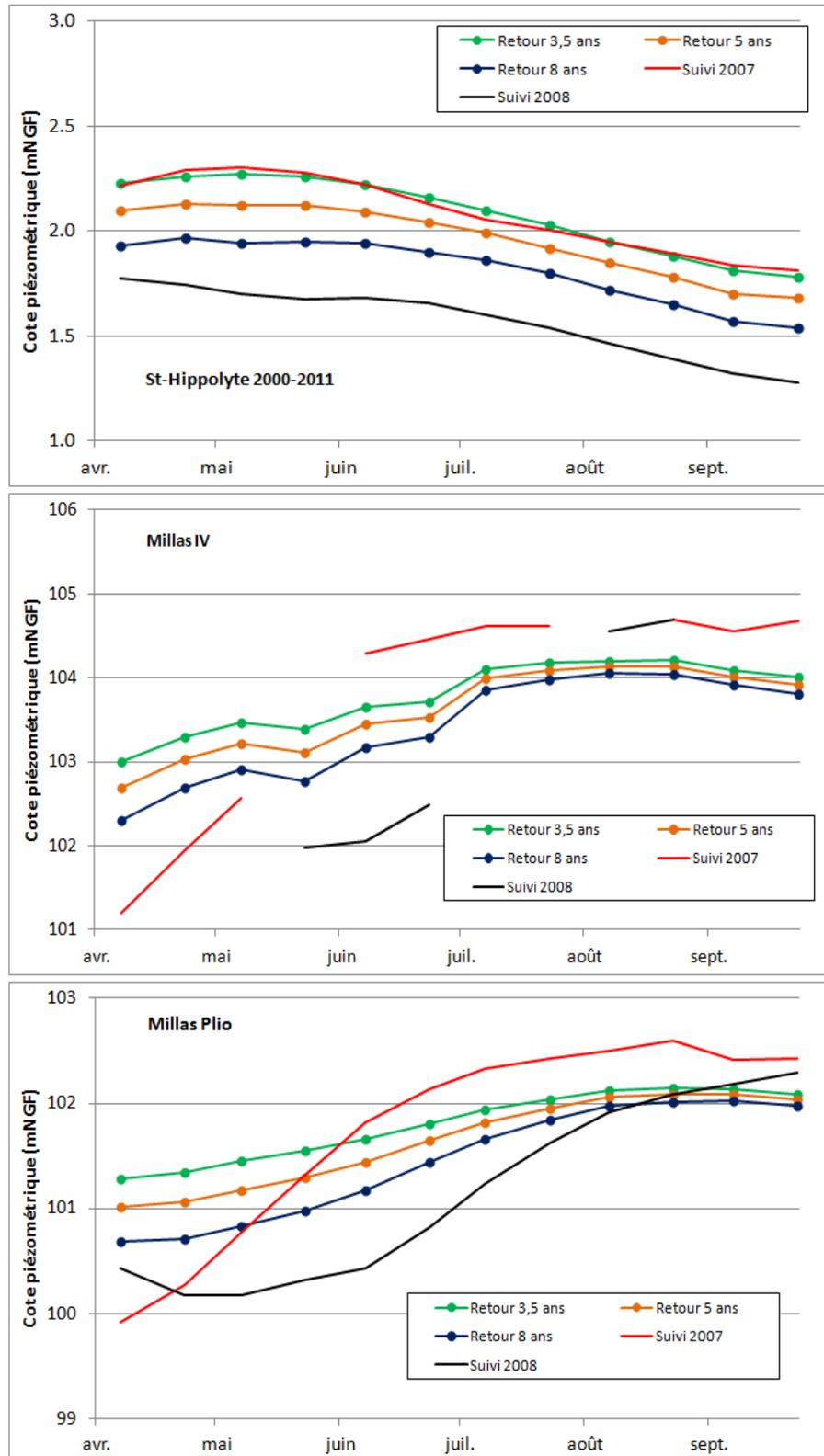


Figure 66 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence calculés sur les chroniques complètes des piézomètres de St-Hippolyte et Millas

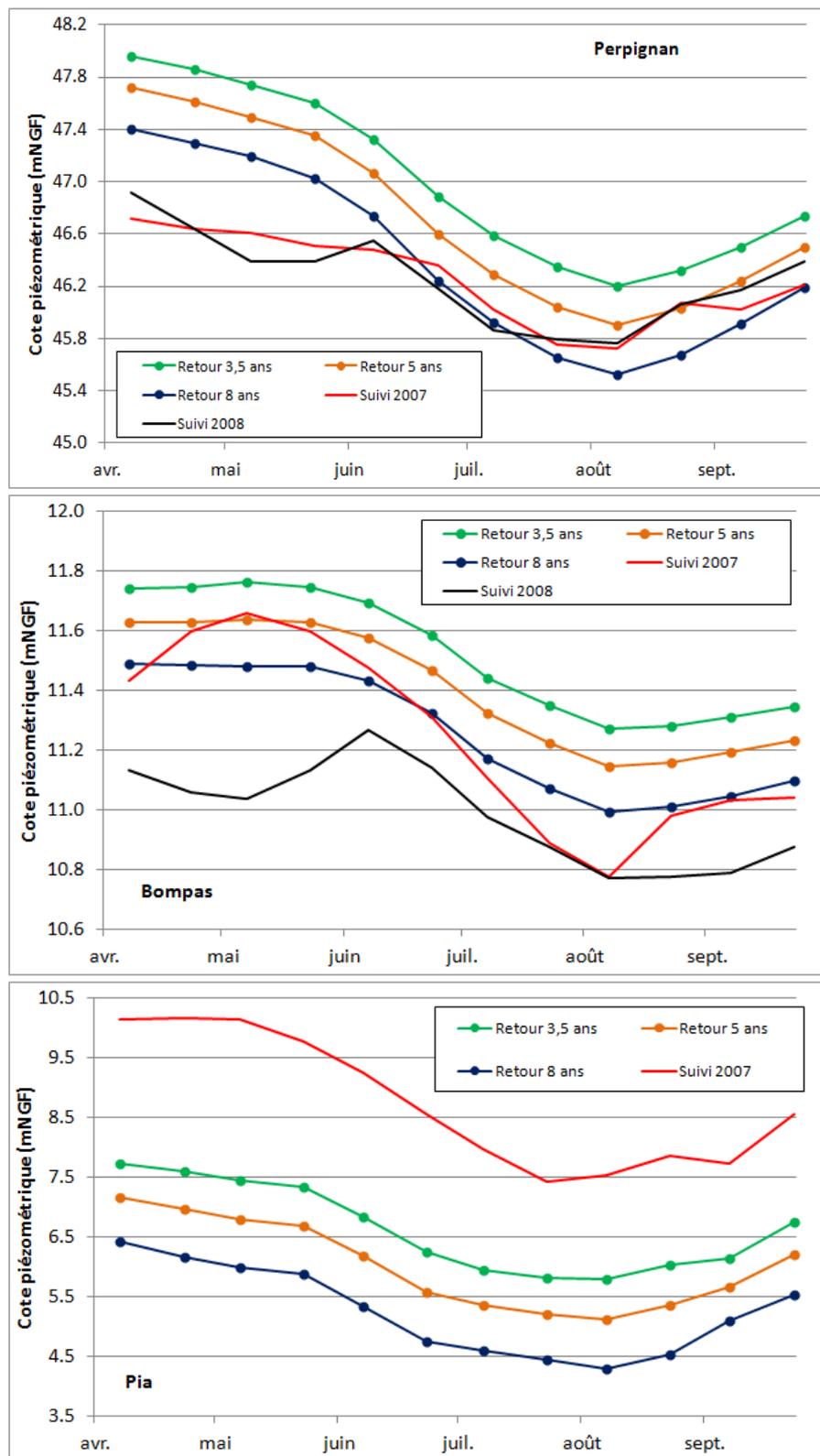


Figure 67 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence calculés sur les chroniques complètes des piézomètres de Perpignan, Bompas et Pia

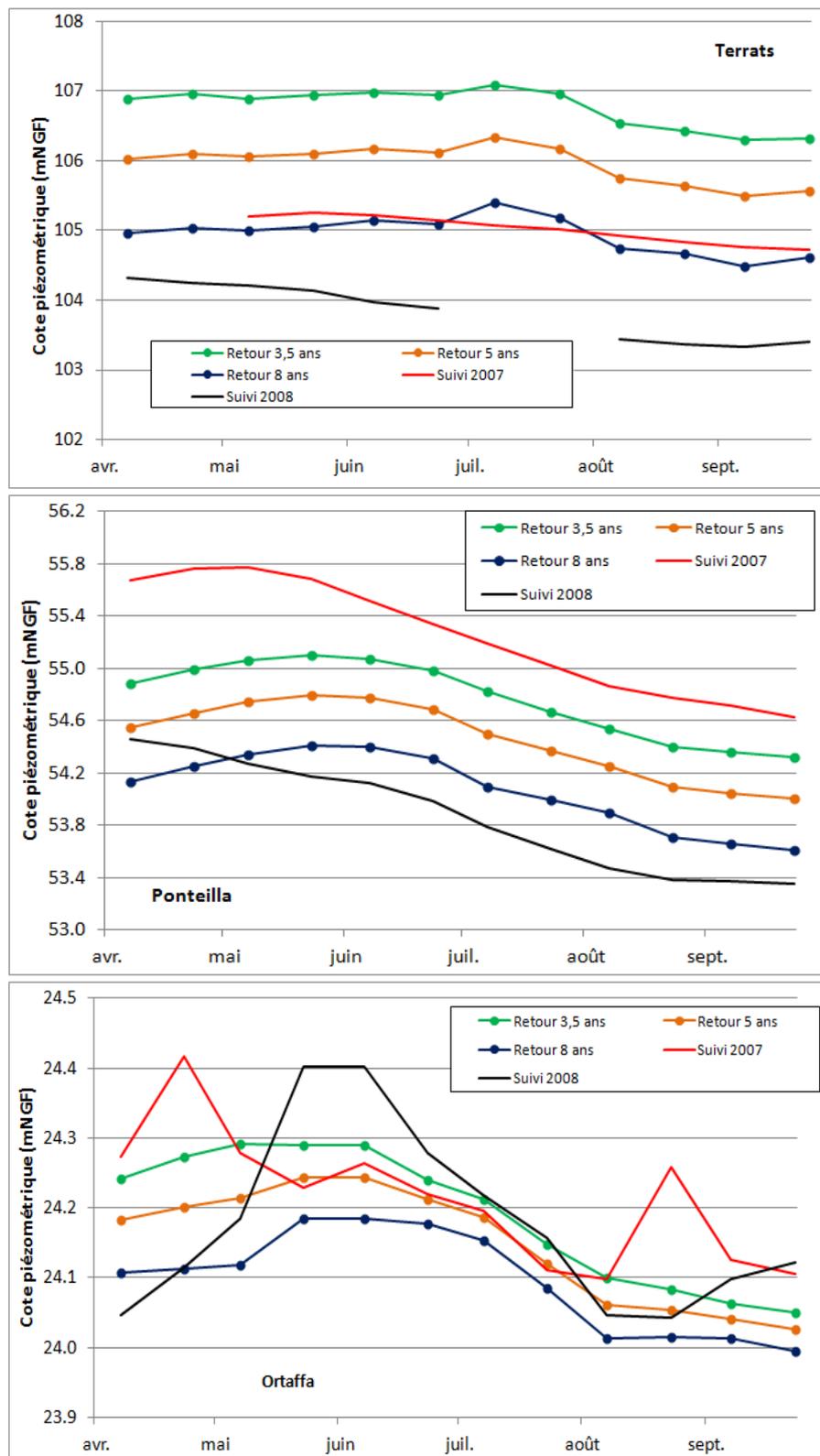


Figure 68 : Comparaison des piézométries 2007 et 2008 avec les niveaux de référence calculés sur les chroniques complètes des piézomètres de Terrats, Ponteilla et Ortaffa

Annexe 3

Analyse statistique des chroniques piézométriques de la période 2002-2011

Piézomètres de la Bordure côtière Nord (Barcarès Saultlebar N4, Barcarès plage N4, Barcarès plage N3, St Laurent de la Salanque, Torrelles F3, Ste-Marie N4 et Canet Phare)

Barcarès Saultlebar N4

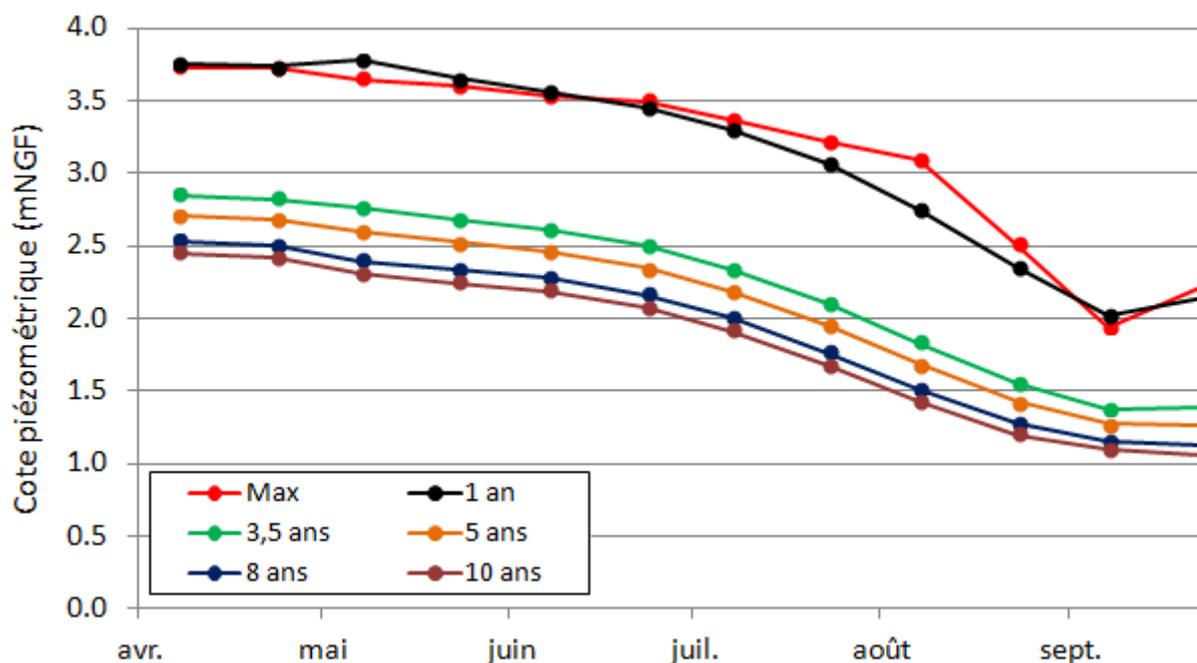


Figure 69 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar N4 (période 2002-2011)

Tableau 79 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar N4 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	3.73	3.75	2.85	2.71	2.53	2.45
16-30 avril	3.72	3.73	2.82	2.68	2.50	2.42
0-15 mai	3.65	3.78	2.76	2.60	2.40	2.31
16-31 mai	3.60	3.65	2.67	2.52	2.33	2.24
0-15 juin	3.53	3.56	2.61	2.46	2.27	2.19
16-30 juin	3.49	3.45	2.50	2.35	2.16	2.07
0-15 juil.	3.36	3.30	2.34	2.19	2.00	1.91
16-31 juil.	3.22	3.07	2.10	1.95	1.76	1.67
0-15 août	3.09	2.75	1.83	1.69	1.51	1.42
16-31 août	2.51	2.35	1.55	1.43	1.27	1.20
1-15 sept.	1.94	2.02	1.38	1.27	1.15	1.09
16-30 sept.	2.23	2.14	1.39	1.27	1.12	1.05

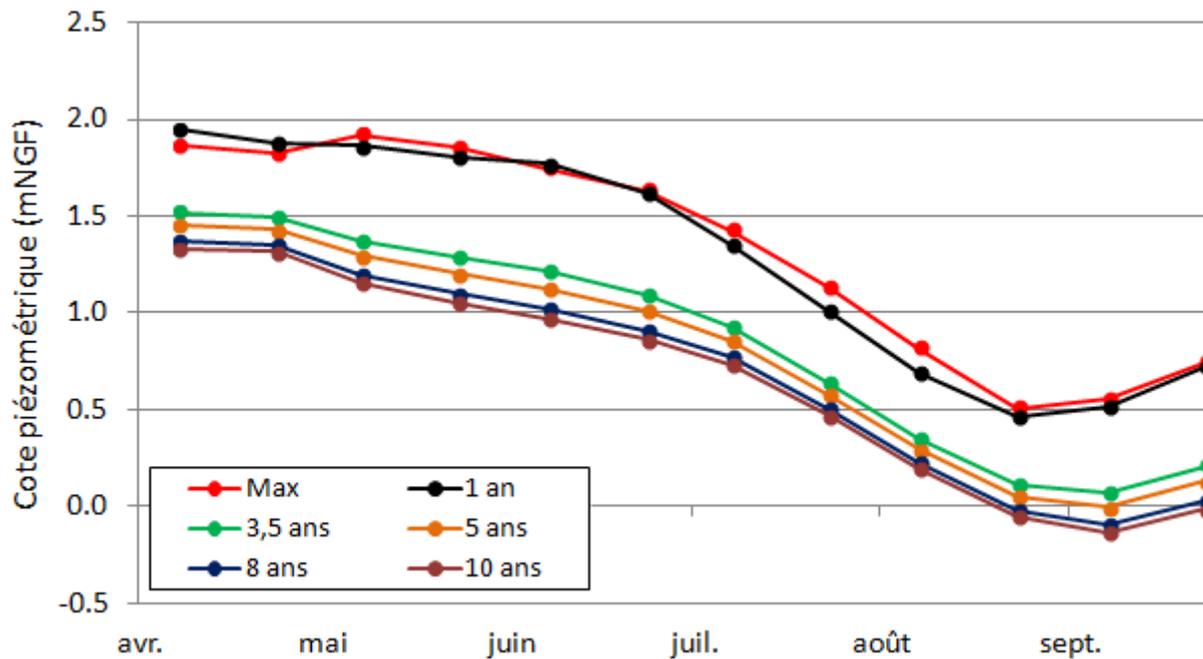
Barcarès plage N4

Figure 70 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N4 (période 2002-2011)

Tableau 80 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N4 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	1.86	1.95	1.52	1.45	1.37	1.33
16-30 avril	1.82	1.88	1.49	1.43	1.35	1.32
0-15 mai	1.92	1.86	1.37	1.30	1.20	1.15
16-31 mai	1.85	1.81	1.28	1.20	1.10	1.05
0-15 juin	1.75	1.77	1.21	1.13	1.02	0.97
16-30 juin	1.63	1.62	1.10	1.01	0.91	0.86
0-15 juil.	1.42	1.35	0.92	0.86	0.77	0.73
16-31 juil.	1.13	1.01	0.64	0.58	0.51	0.47
0-15 août	0.82	0.69	0.35	0.29	0.23	0.19
16-31 août	0.51	0.46	0.11	0.05	-0.02	-0.05
1-15 sept.	0.55	0.52	0.07	-0.01	-0.09	-0.14
16-30 sept.	0.75	0.72	0.21	0.13	0.03	-0.02

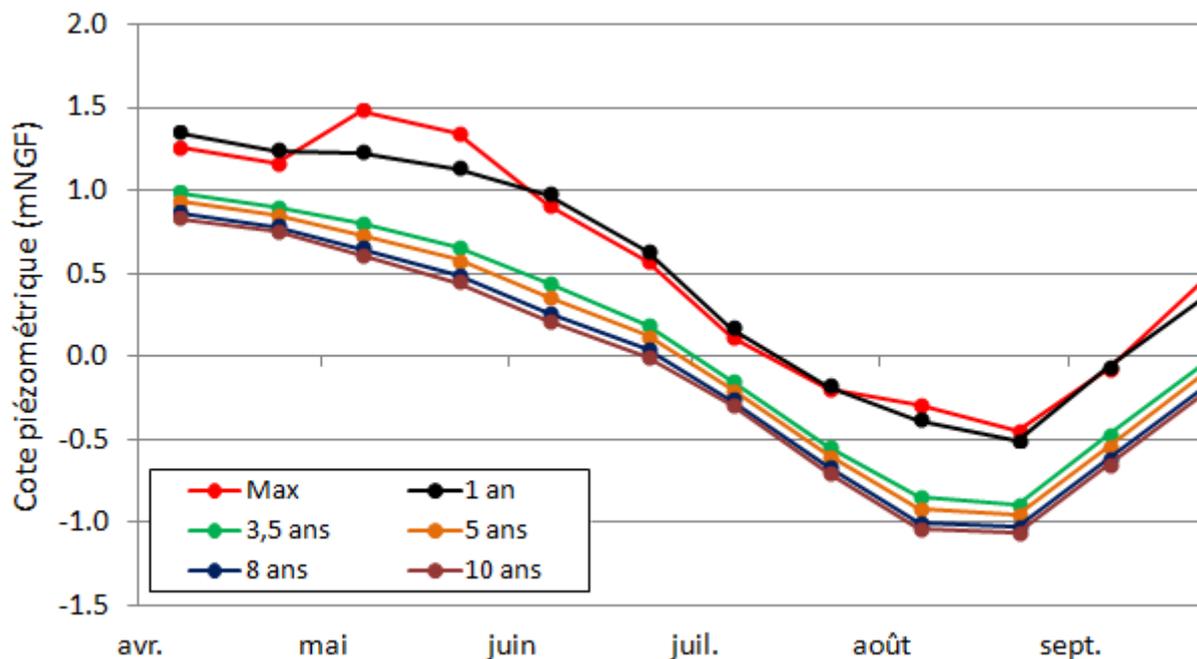
Barcarès plage N3

Figure 71 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N3 (période 2002-2011)

Tableau 81 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès plage N3 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	1.26	1.35	0.99	0.93	0.86	0.83
16-30 avril	1.17	1.24	0.90	0.85	0.78	0.75
0-15 mai	1.48	1.23	0.80	0.73	0.65	0.61
16-31 mai	1.34	1.13	0.66	0.58	0.49	0.45
0-15 juin	0.91	0.98	0.44	0.36	0.26	0.21
16-30 juin	0.57	0.63	0.19	0.13	0.04	0.00
0-15 juil.	0.12	0.17	-0.15	-0.20	-0.26	-0.29
16-31 juil.	-0.19	-0.18	-0.54	-0.60	-0.67	-0.70
0-15 août	-0.29	-0.38	-0.84	-0.91	-1.00	-1.04
16-31 août	-0.44	-0.51	-0.90	-0.96	-1.03	-1.07
1-15 sept.	-0.08	-0.07	-0.48	-0.54	-0.62	-0.66
16-30 sept.	0.47	0.36	-0.04	-0.10	-0.18	-0.22

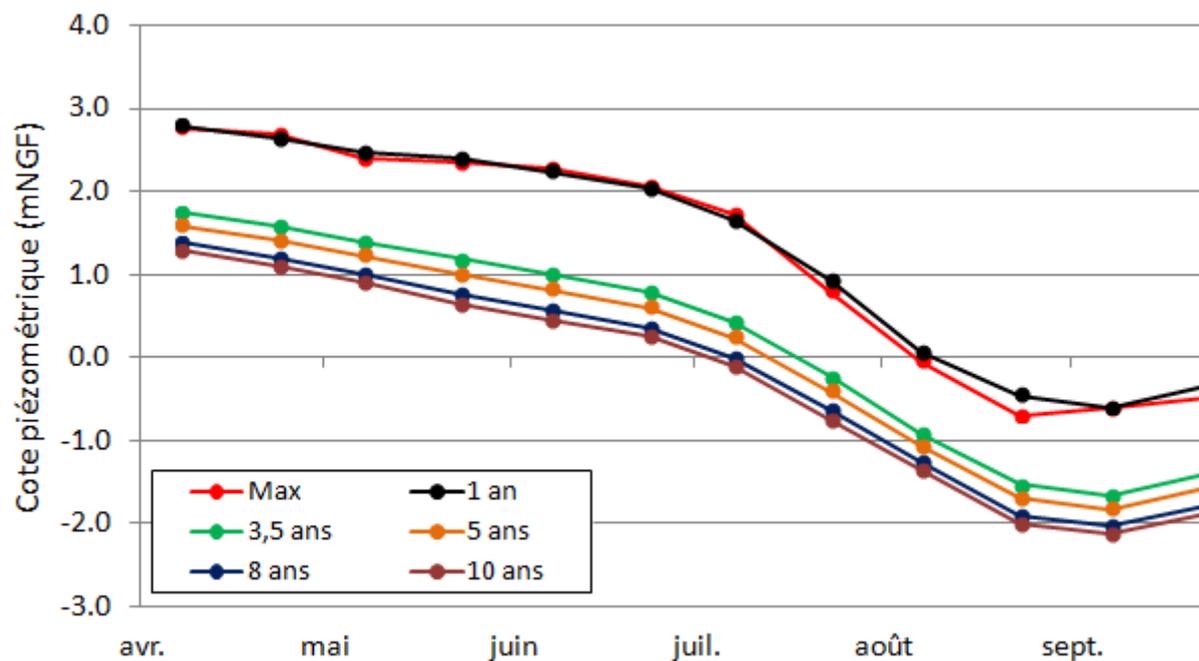
Saint Laurent de la Salanque

Figure 72 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Laurent de la Salanque (période 2002-2011)

Tableau 82 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Laurent de la Salanque (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	2.77	2.79	1.75	1.58	1.38	1.28
16-30 avril	2.68	2.64	1.58	1.41	1.20	1.11
0-15 mai	2.40	2.47	1.39	1.22	1.01	0.92
16-31 mai	2.35	2.39	1.19	1.00	0.76	0.66
0-15 juin	2.27	2.24	1.01	0.81	0.57	0.46
16-30 juin	2.07	2.03	0.80	0.61	0.36	0.25
0-15 juil.	1.72	1.65	0.43	0.24	0.00	-0.11
16-31 juil.	0.80	0.93	-0.23	-0.42	-0.64	-0.75
0-15 août	-0.04	0.06	-0.92	-1.08	-1.27	-1.36
16-31 août	-0.70	-0.46	-1.53	-1.70	-1.91	-2.01
1-15 sept.	-0.62	-0.61	-1.66	-1.83	-2.03	-2.13
16-30 sept.	-0.49	-0.34	-1.41	-1.58	-1.79	-1.88

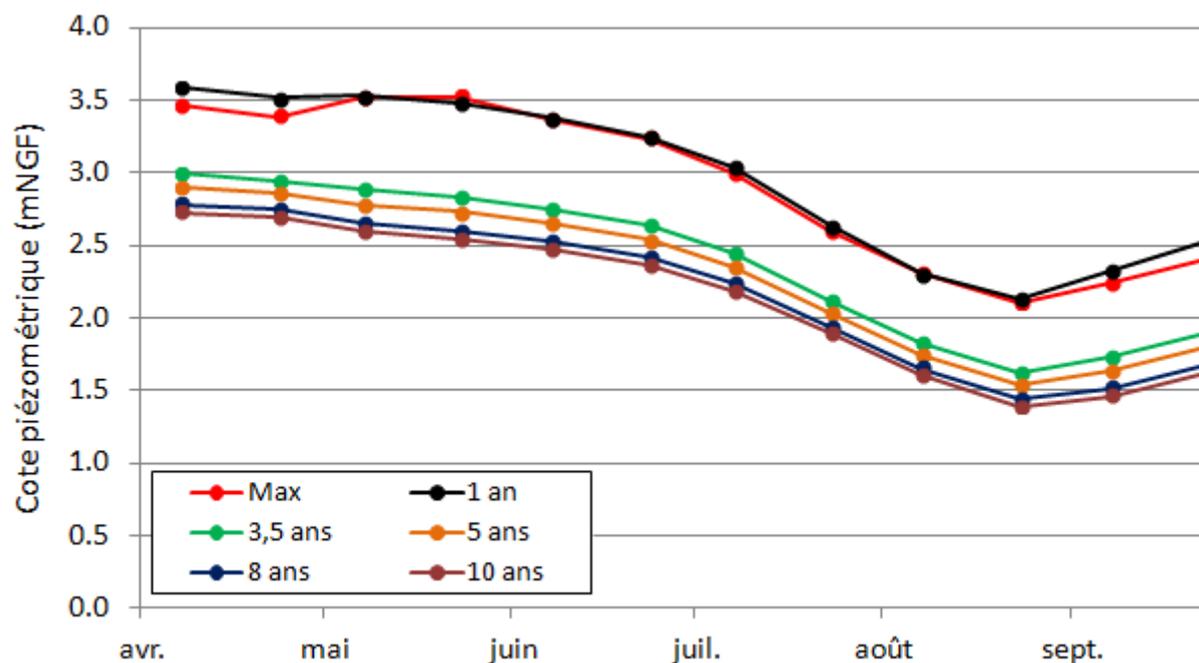
Torreilles F3

Figure 73 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Torreilles F3 (période 2002-2011)

Tableau 83 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Torreilles F3 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	3.46	3.59	2.99	2.90	2.78	2.73
16-30 avril	3.39	3.52	2.95	2.86	2.74	2.69
0-15 mai	3.52	3.53	2.88	2.78	2.65	2.59
16-31 mai	3.52	3.48	2.83	2.73	2.60	2.54
0-15 juin	3.36	3.38	2.75	2.65	2.53	2.47
16-30 juin	3.23	3.24	2.63	2.54	2.42	2.36
0-15 juil.	3.00	3.04	2.44	2.35	2.23	2.18
16-31 juil.	2.60	2.64	2.12	2.04	1.94	1.89
0-15 août	2.30	2.31	1.82	1.75	1.65	1.61
16-31 août	2.10	2.13	1.62	1.54	1.43	1.39
1-15 sept.	2.23	2.32	1.73	1.63	1.51	1.46
16-30 sept.	2.41	2.52	1.90	1.80	1.68	1.62

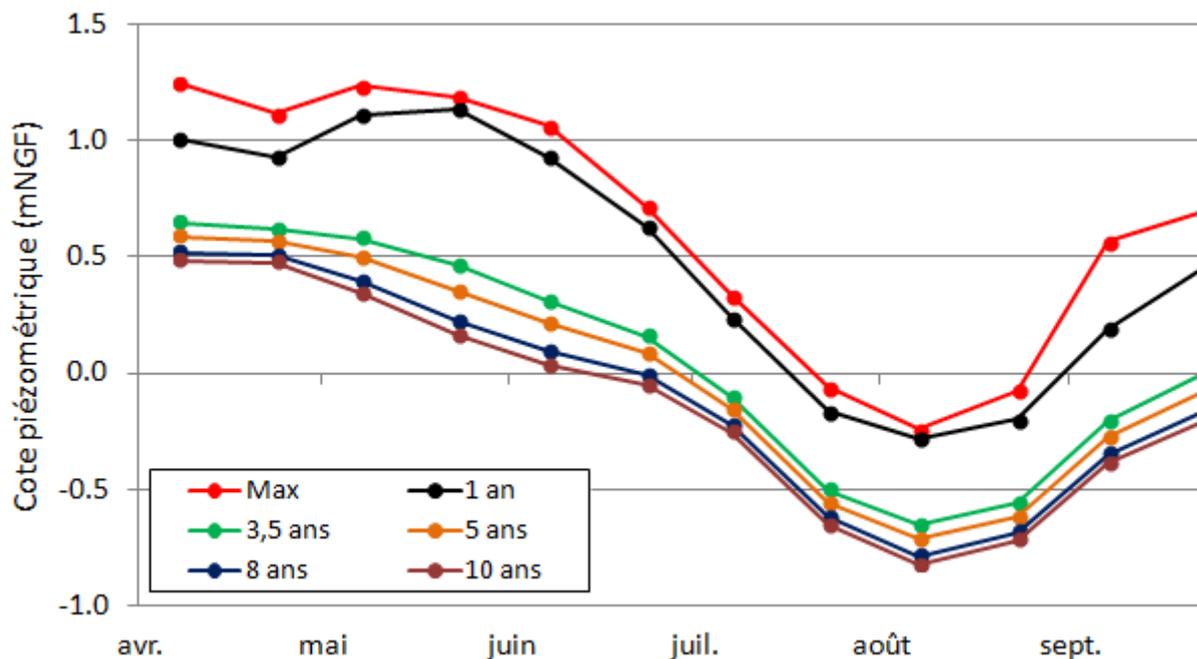
Sainte Marie N4

Figure 74 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Sainte Marie N4 (période 2002-2011)

Tableau 84 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Sainte Marie N4 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	1.25	1.01	0.65	0.59	0.52	0.48
16-30 avril	1.11	0.93	0.62	0.57	0.50	0.48
0-15 mai	1.24	1.11	0.58	0.50	0.39	0.35
16-31 mai	1.19	1.13	0.46	0.36	0.22	0.16
0-15 juin	1.06	0.93	0.31	0.21	0.09	0.03
16-30 juin	0.72	0.63	0.16	0.08	-0.01	-0.05
0-15 juil.	0.33	0.24	-0.10	-0.16	-0.22	-0.25
16-31 juil.	-0.06	-0.17	-0.50	-0.56	-0.62	-0.65
0-15 août	-0.24	-0.28	-0.66	-0.72	-0.79	-0.82
16-31 août	-0.08	-0.20	-0.56	-0.62	-0.69	-0.72
1-15 sept.	0.56	0.19	-0.21	-0.27	-0.35	-0.38
16-30 sept.	0.70	0.45	0.00	-0.07	-0.16	-0.20

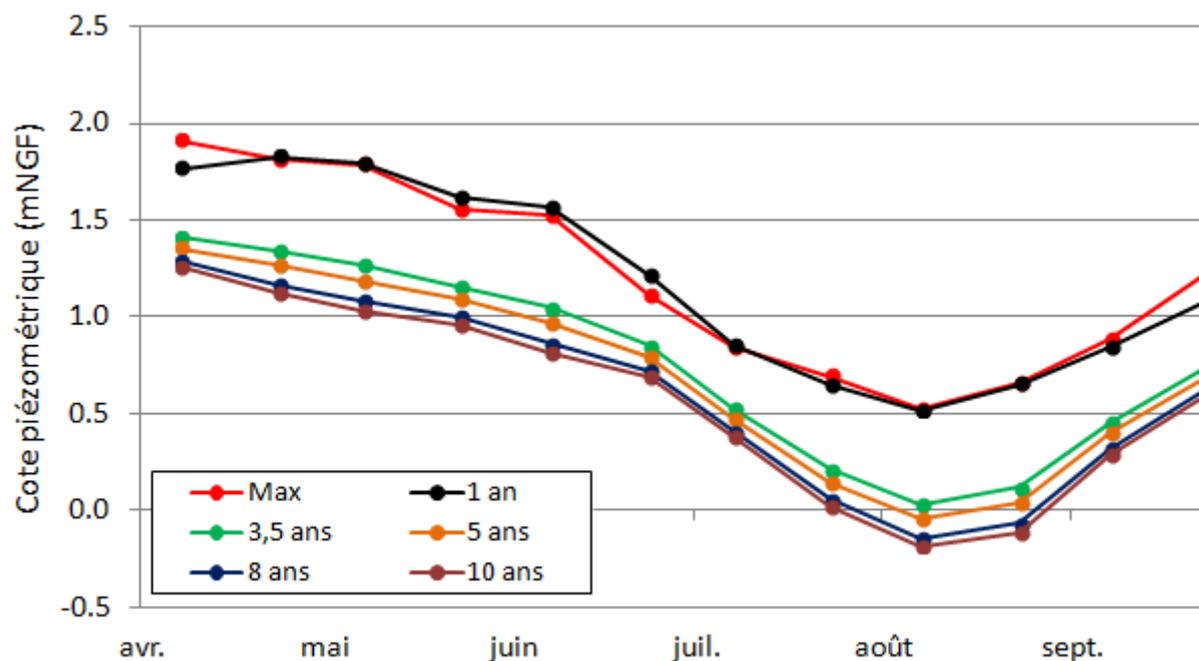
Canet Phare

Figure 75 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Canet Phare (période 2002-2011)

Tableau 85 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Canet Phare (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	1.91	1.77	1.41	1.35	1.29	1.25
16-30 avril	1.81	1.83	1.34	1.26	1.17	1.12
0-15 mai	1.79	1.80	1.27	1.19	1.08	1.03
16-31 mai	1.56	1.61	1.16	1.09	1.00	0.96
0-15 juin	1.52	1.57	1.05	0.96	0.86	0.81
16-30 juin	1.11	1.22	0.85	0.79	0.72	0.69
0-15 juil.	0.84	0.86	0.52	0.47	0.41	0.38
16-31 juil.	0.69	0.65	0.21	0.14	0.06	0.02
0-15 août	0.53	0.52	0.03	-0.05	-0.14	-0.19
16-31 août	0.66	0.65	0.12	0.04	-0.07	-0.12
1-15 sept.	0.88	0.84	0.46	0.40	0.32	0.29
16-30 sept.	1.23	1.08	0.75	0.69	0.63	0.60

Cas de Barcarès Saultlebar IV

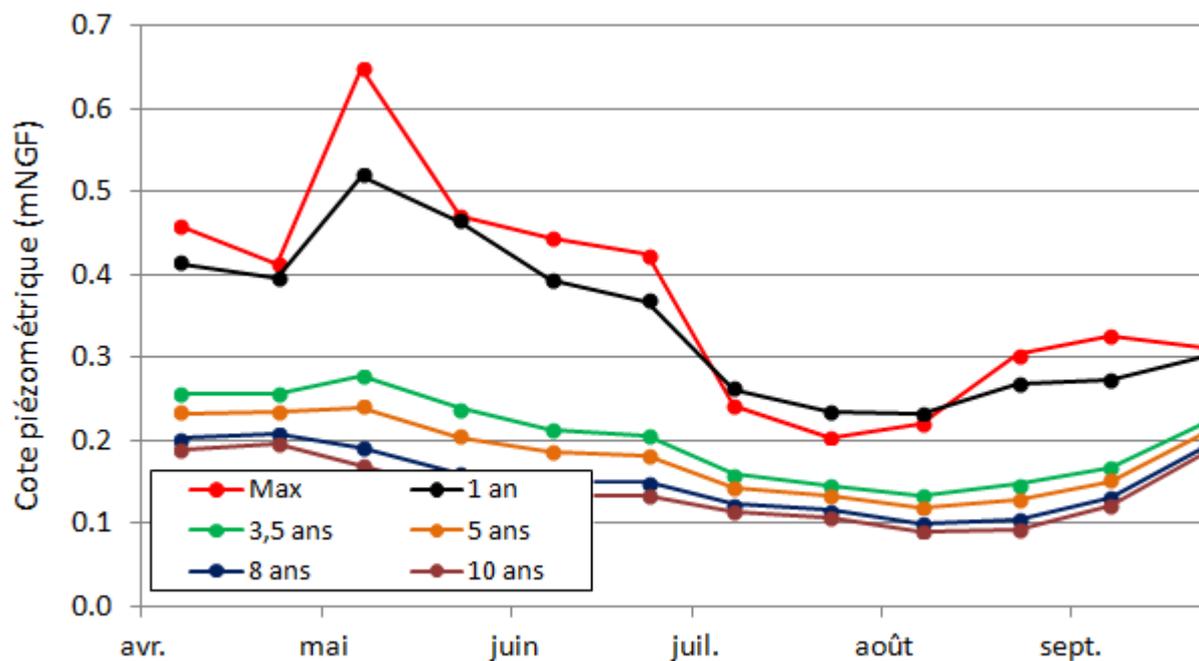


Figure 76 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar IV (période 2002-2011)

Tableau 86 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Barcarès Saultlebar IV (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	0.46	0.41	0.26	0.23	0.20	0.19
16-30 avril	0.41	0.40	0.26	0.23	0.21	0.19
0-15 mai	0.65	0.52	0.28	0.24	0.19	0.17
16-31 mai	0.47	0.46	0.24	0.20	0.16	0.14
0-15 juin	0.44	0.39	0.21	0.19	0.15	0.13
16-30 juin	0.42	0.37	0.21	0.18	0.15	0.13
0-15 juil.	0.24	0.26	0.16	0.14	0.12	0.11
16-31 juil.	0.20	0.23	0.15	0.13	0.12	0.11
0-15 août	0.22	0.23	0.13	0.12	0.10	0.09
16-31 août	0.30	0.27	0.15	0.13	0.10	0.09
1-15 sept.	0.33	0.27	0.17	0.15	0.13	0.12
16-30 sept.	0.31	0.30	0.22	0.21	0.19	0.19

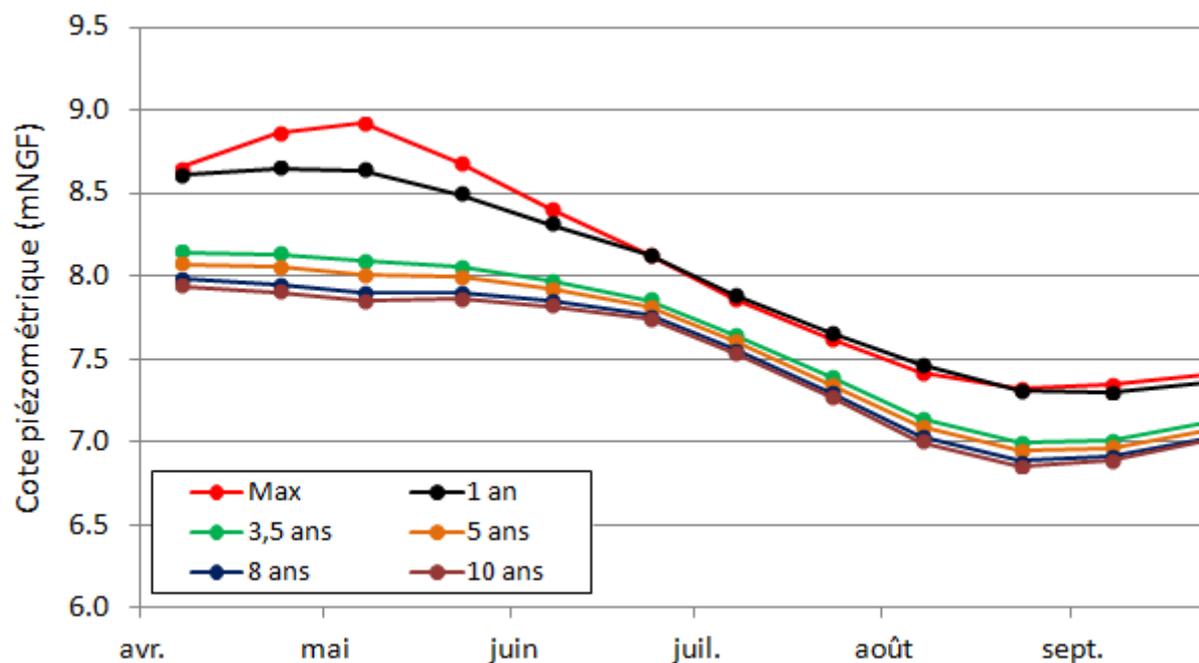
Piézomètres de la Bordure côtière Sud (Argelès – Pont du Tech, Saint Nazaire Golf, Corneilla et Alénia)**Argelès - Pont du Tech**

Figure 77 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech (période 2002-2011)

Tableau 87 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Argelès – Pont du Tech (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	8.65	8.61	8.14	8.07	7.98	7.94
16-30 avril	8.86	8.65	8.13	8.05	7.95	7.90
0-15 mai	8.92	8.64	8.09	8.01	7.90	7.85
16-31 mai	8.69	8.49	8.06	7.99	7.90	7.86
0-15 juin	8.40	8.31	7.97	7.92	7.85	7.82
16-30 juin	8.12	8.13	7.86	7.81	7.76	7.74
0-15 juil.	7.86	7.89	7.64	7.61	7.56	7.54
16-31 juil.	7.62	7.66	7.39	7.35	7.30	7.27
0-15 août	7.41	7.46	7.14	7.09	7.03	7.00
16-31 août	7.32	7.31	6.99	6.94	6.88	6.85
1-15 sept.	7.35	7.30	7.01	6.97	6.91	6.88
16-30 sept.	7.41	7.36	7.11	7.07	7.02	7.00

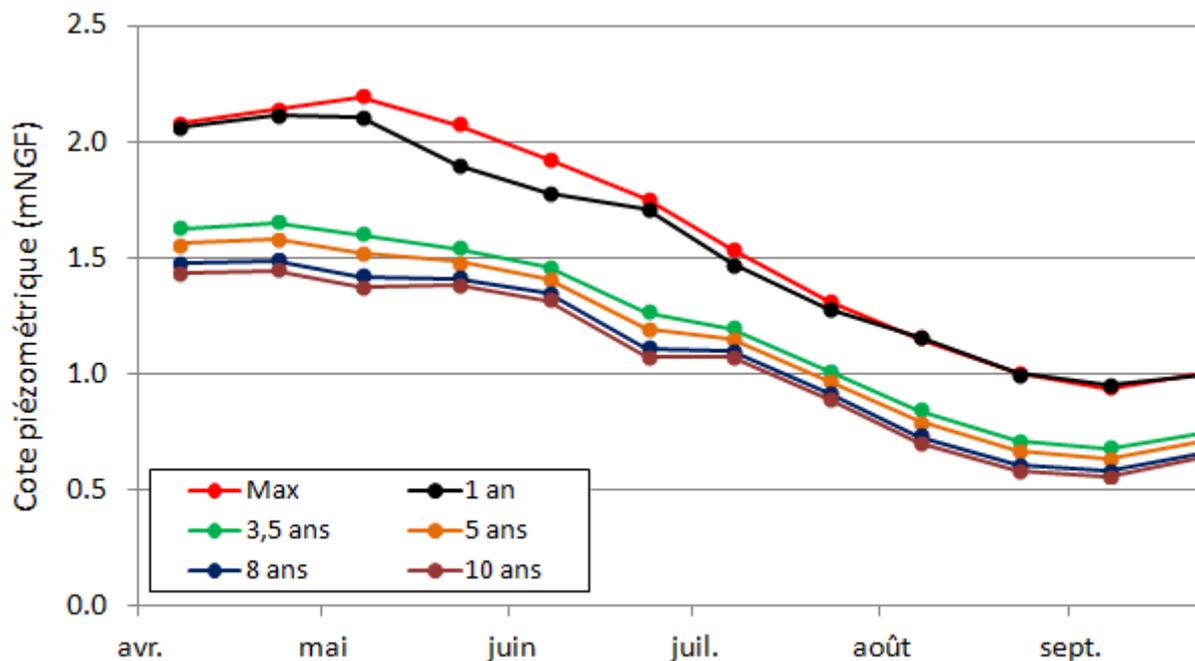
Saint Nazaire Golf

Figure 78 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Nazaire Golf (période 2002-2011)

Tableau 88 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Nazaire Golf (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	2.08	2.06	1.63	1.56	1.47	1.43
16-30 avril	2.14	2.11	1.65	1.58	1.49	1.45
0-15 mai	2.19	2.11	1.60	1.52	1.42	1.37
16-31 mai	2.07	1.90	1.54	1.48	1.41	1.38
0-15 juin	1.92	1.78	1.46	1.41	1.35	1.32
16-30 juin	1.75	1.71	1.27	1.20	1.11	1.07
0-15 juil.	1.53	1.47	1.20	1.15	1.10	1.07
16-31 juil.	1.31	1.28	1.01	0.97	0.92	0.89
0-15 août	1.15	1.16	0.84	0.79	0.73	0.70
16-31 août	1.00	1.00	0.71	0.67	0.61	0.58
1-15 sept.	0.94	0.95	0.68	0.63	0.58	0.56
16-30 sept.	1.00	0.99	0.75	0.71	0.66	0.64

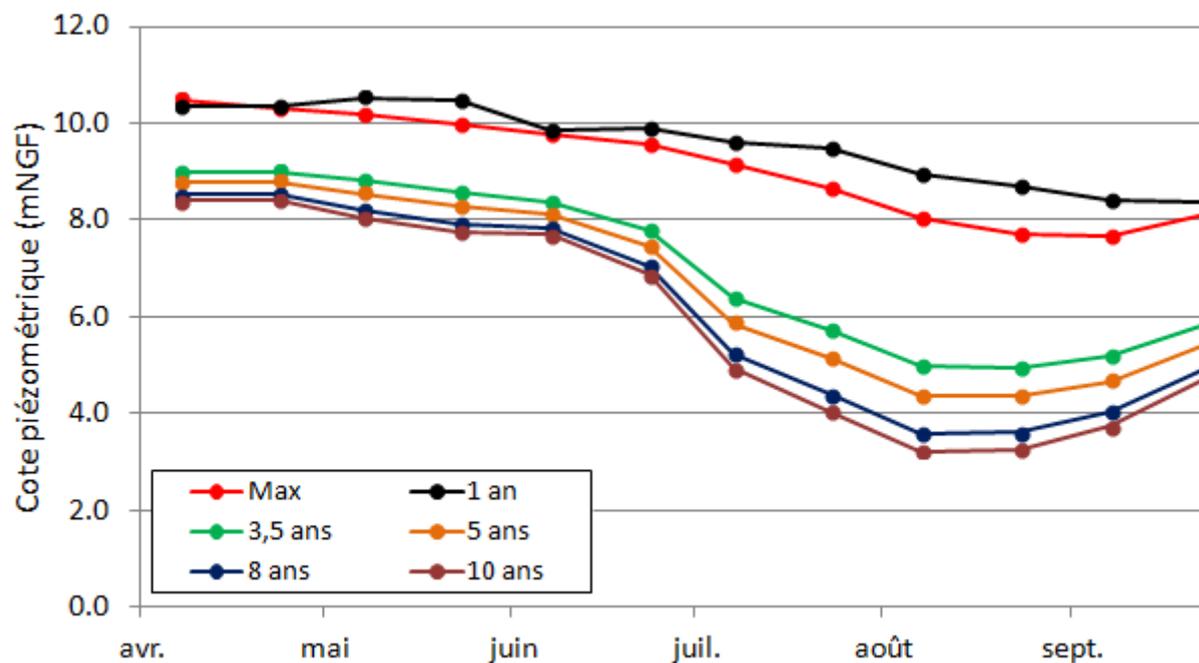
Corneilla

Figure 79 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Corneilla (période 2002-2011)

Tableau 89 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Corneilla (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	10.49	10.34	9.00	8.79	8.52	8.40
16-30 avril	10.29	10.35	9.00	8.79	8.53	8.40
0-15 mai	10.19	10.53	8.82	8.55	8.21	8.06
16-31 mai	9.97	10.46	8.58	8.28	7.92	7.75
0-15 juin	9.75	9.87	8.37	8.13	7.83	7.70
16-30 juin	9.57	9.88	7.80	7.47	7.06	6.87
0-15 juil.	9.16	9.62	6.37	5.86	5.23	4.94
16-31 juil.	8.66	9.48	5.72	5.13	4.39	4.05
0-15 août	8.02	8.93	4.98	4.36	3.58	3.22
16-31 août	7.69	8.69	4.93	4.35	3.61	3.27
1-15 sept.	7.65	8.42	5.17	4.66	4.03	3.73
16-30 sept.	8.10	8.35	5.84	5.45	4.95	4.73

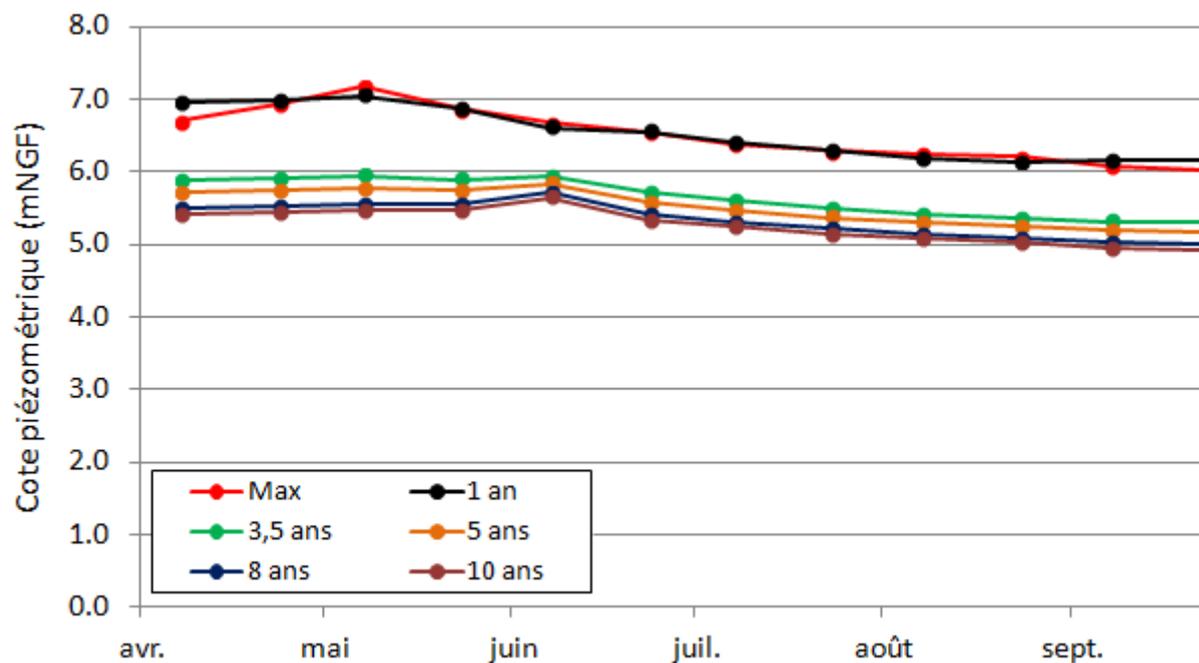
Alénia

Figure 80 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Alénia (période 2002-2011)

Tableau 90 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Alénia (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	6.70	6.95	5.88	5.72	5.51	5.41
16-30 avril	6.93	6.97	5.91	5.74	5.53	5.44
0-15 mai	7.17	7.04	5.94	5.77	5.56	5.46
16-31 mai	6.87	6.87	5.89	5.74	5.55	5.46
0-15 juin	6.68	6.61	5.94	5.84	5.70	5.64
16-30 juin	6.54	6.56	5.70	5.57	5.40	5.33
0-15 juil.	6.39	6.40	5.60	5.47	5.31	5.24
16-31 juil.	6.28	6.28	5.49	5.37	5.22	5.14
0-15 août	6.25	6.18	5.42	5.30	5.15	5.08
16-31 août	6.21	6.12	5.36	5.24	5.09	5.02
1-15 sept.	6.08	6.16	5.32	5.18	5.02	4.94
16-30 sept.	6.01	6.17	5.30	5.16	4.99	4.91

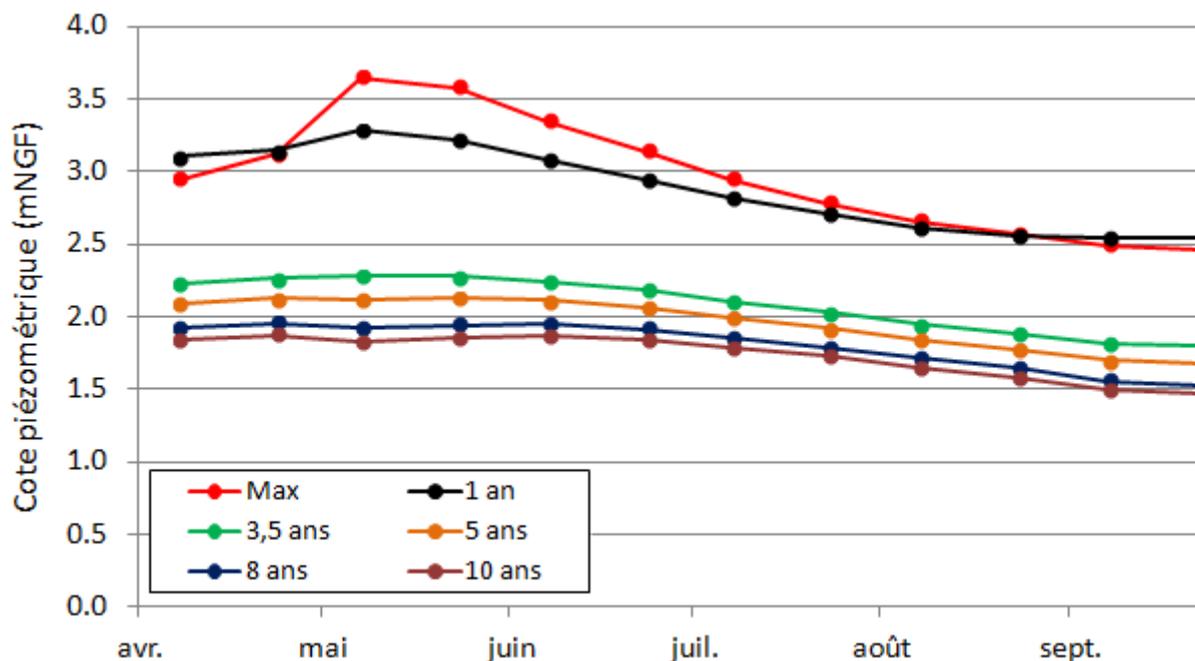
Piézomètres de la Vallée de l'Agly-Salanque (St-Hippolyte, ex Opoul)**St-Hippolyte**

Figure 81 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Hippolyte (période 2002-2011)

Tableau 91 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Saint Hippolyte (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	2.95	3.10	2.23	2.09	1.92	1.84
16-30 avril	3.12	3.14	2.26	2.13	1.95	1.87
0-15 mai	3.64	3.28	2.28	2.12	1.92	1.83
16-31 mai	3.58	3.22	2.28	2.13	1.94	1.86
0-15 juin	3.35	3.08	2.24	2.11	1.95	1.87
16-30 juin	3.14	2.95	2.18	2.06	1.91	1.85
0-15 juil.	2.95	2.82	2.10	1.99	1.85	1.79
16-31 juil.	2.78	2.71	2.03	1.92	1.79	1.72
0-15 août	2.66	2.62	1.95	1.84	1.71	1.65
16-31 août	2.57	2.55	1.88	1.77	1.64	1.58
1-15 sept.	2.49	2.54	1.81	1.70	1.56	1.49
16-30 sept.	2.46	2.54	1.79	1.68	1.53	1.46

Ex-Opoul

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quaternaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	123
--	-----

Cet ouvrage est suivi depuis septembre 2006. Cette chronique est trop courte pour faire un traitement statistique représentatif.

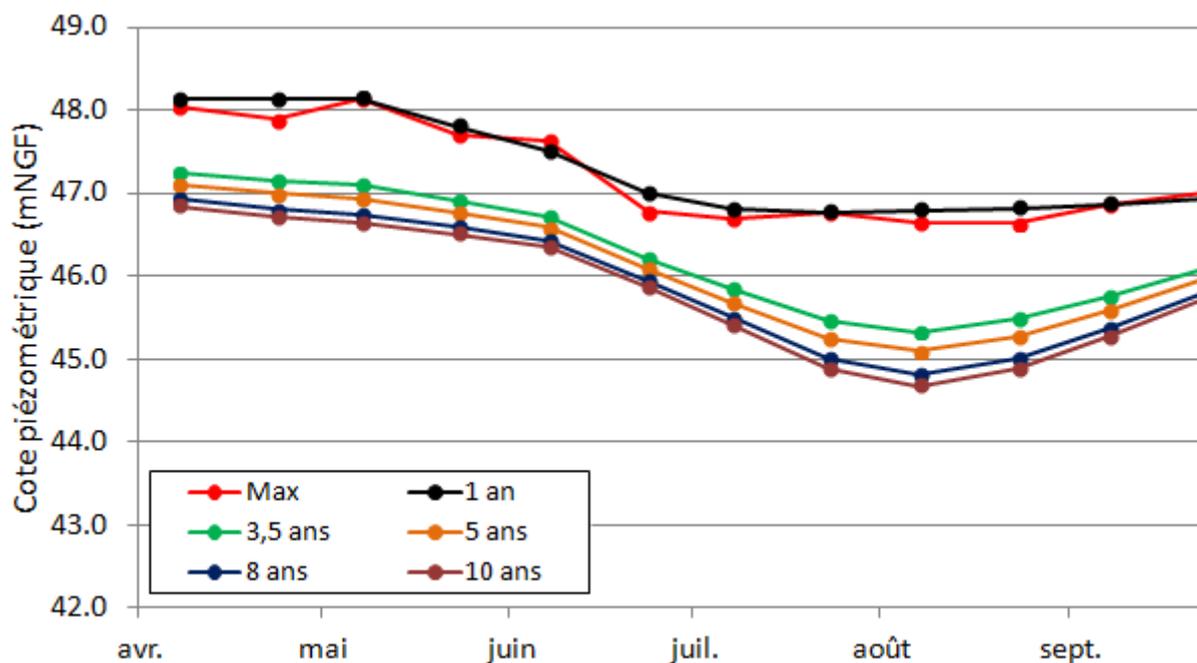
Piézomètres de la Vallée de la Têt (Perpignan, Millas Quat C.2.1, Millas Plio C2.2, Bompas N3 et Pia)**Perpignan**

Figure 82 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Perpignan (période 2002-2011)

Tableau 92 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Perpignan (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avr	48.03	48.12	47.23	47.09	46.92	46.84
16-30 avr	47.88	48.13	47.15	46.99	46.80	46.71
0-15 mai	48.12	48.13	47.10	46.94	46.73	46.64
16-31 mai	47.71	47.80	46.90	46.76	46.58	46.50
0-15 juin	47.62	47.50	46.71	46.58	46.43	46.35
16-30 juin	46.78	47.00	46.22	46.10	45.94	45.87
0-15 juil.	46.68	46.80	45.84	45.69	45.50	45.41
16-31 juil.	46.75	46.76	45.46	45.26	45.00	44.88
0-15 août	46.65	46.79	45.32	45.09	44.81	44.67
16-31 août	46.63	46.82	45.48	45.27	45.01	44.89
1-15 sept.	46.85	46.87	45.75	45.58	45.36	45.26
16-30 sept.	46.99	46.93	46.09	45.96	45.79	45.71

Millas Quat C.2.1

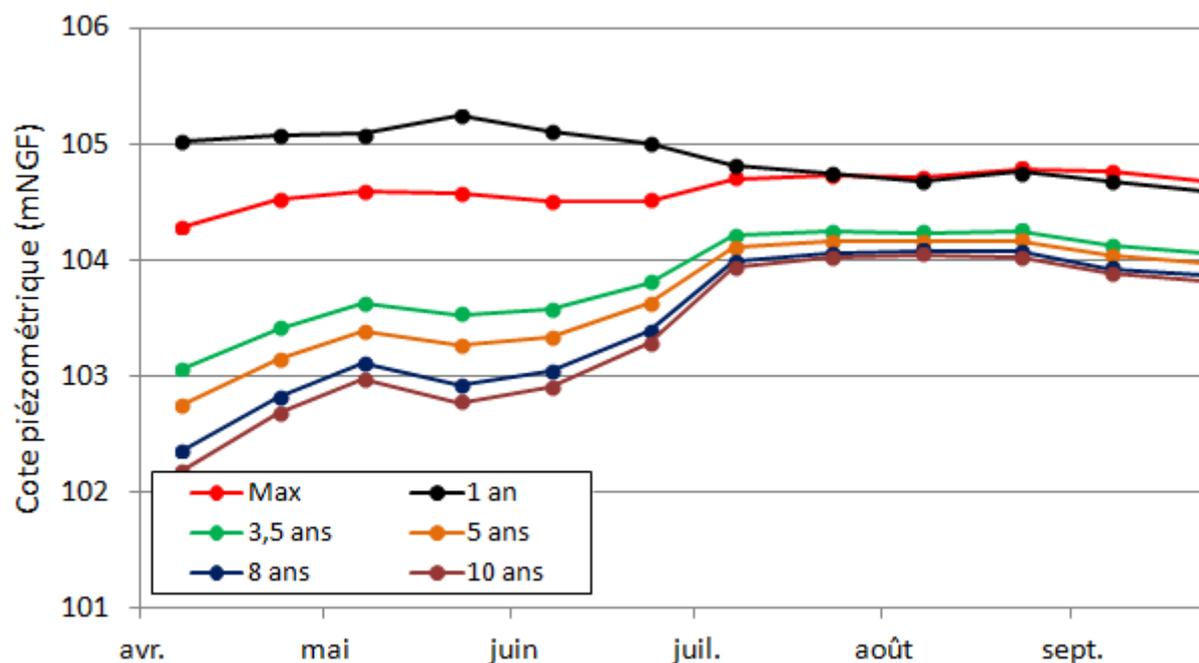


Figure 83 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Quat C.2.1 (période 2002-2011)

Tableau 93 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Quat C.2.1 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	104.29	105.02	103.05	102.74	102.36	102.18
16-30 avril	104.52	105.07	103.41	103.15	102.82	102.67
0-15 mai	104.59	105.08	103.62	103.39	103.10	102.97
16-31 mai	104.57	105.24	103.53	103.26	102.93	102.77
0-15 juin	104.50	105.10	103.57	103.33	103.03	102.90
16-30 juin	104.51	105.00	103.81	103.62	103.39	103.28
0-15 juil.	104.70	104.81	104.20	104.11	103.99	103.94
16-31 juil.	104.73	104.75	104.24	104.16	104.06	104.02
0-15 août	104.71	104.67	104.23	104.17	104.08	104.04
16-31 août	104.78	104.76	104.25	104.17	104.07	104.02
1-15 sept.	104.76	104.67	104.12	104.03	103.93	103.88
16-30 sept.	104.68	104.59	104.06	103.97	103.87	103.82

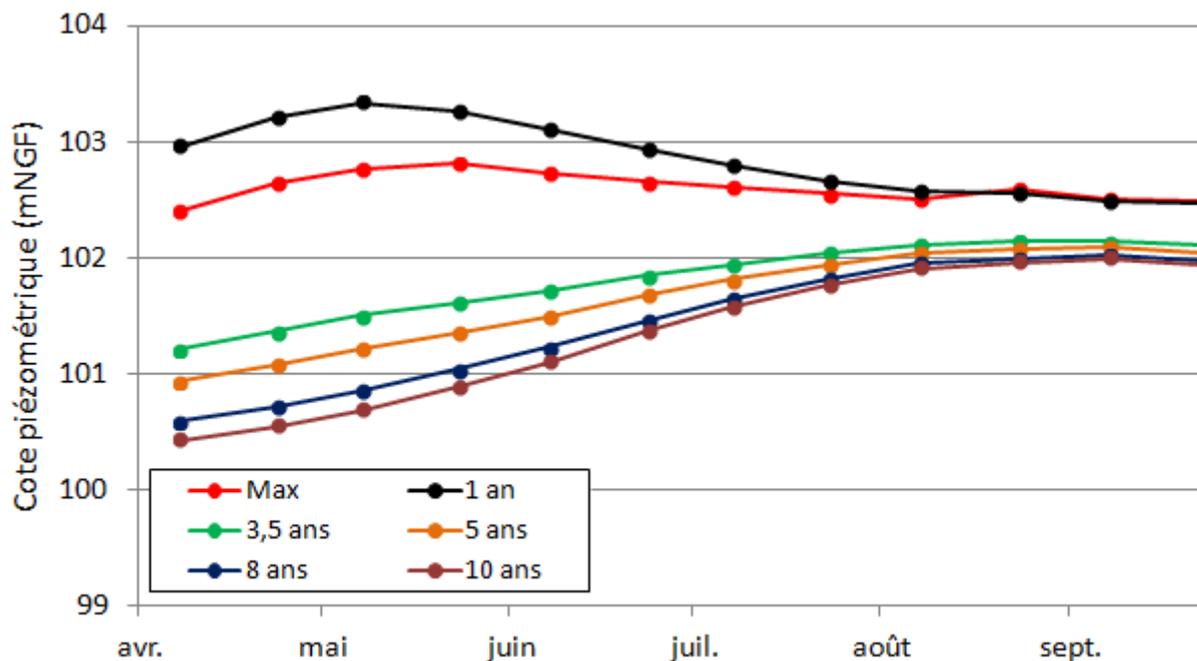
Millas Plio C2.2.

Figure 84 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Plio C2.2. (période 2002-2011)

Tableau 94 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Millas Plio C2.2. (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	102.40	102.96	101.21	100.93	100.59	100.43
16-30 avril	102.65	103.20	101.36	101.07	100.71	100.55
0-15 mai	102.76	103.34	101.50	101.21	100.85	100.68
16-31 mai	102.81	103.26	101.61	101.36	101.03	100.89
0-15 juin	102.73	103.11	101.71	101.50	101.22	101.10
16-30 juin	102.66	102.93	101.84	101.68	101.46	101.37
0-15 juil.	102.61	102.79	101.94	101.81	101.64	101.57
16-31 juil.	102.55	102.66	102.04	101.94	101.82	101.76
0-15 août	102.51	102.57	102.11	102.04	101.95	101.91
16-31 août	102.59	102.56	102.14	102.08	101.99	101.96
1-15 sept.	102.51	102.48	102.14	102.09	102.02	101.99
16-30 sept.	102.49	102.47	102.10	102.04	101.97	101.94

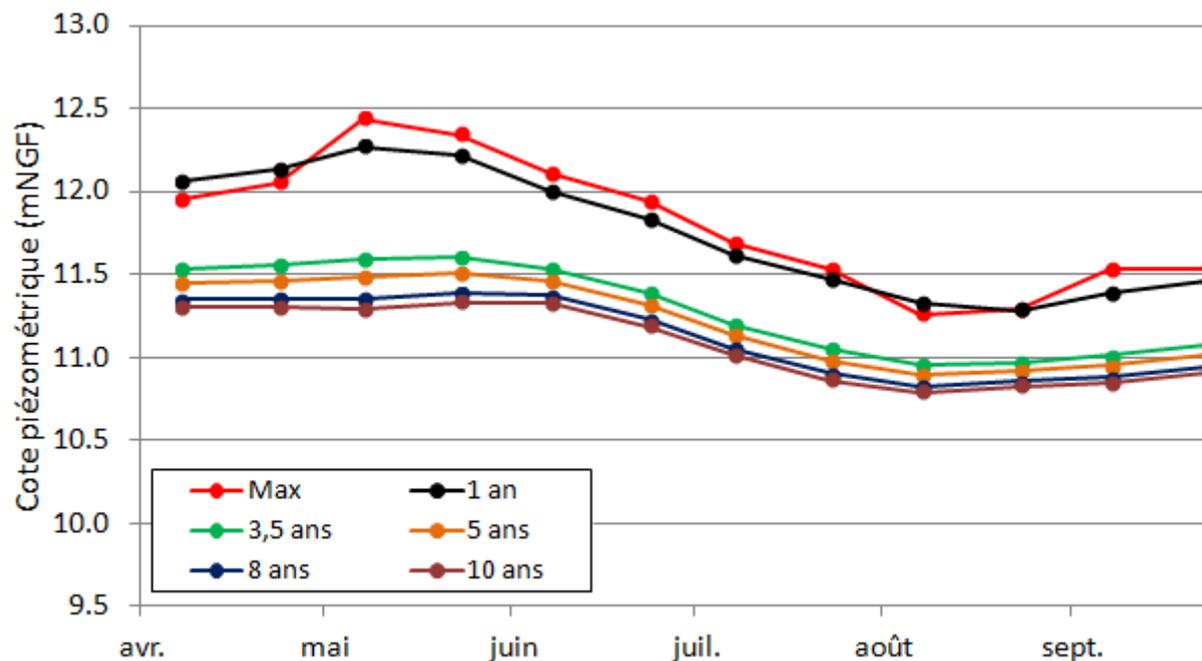
Bompas N3

Figure 85 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Bompas N3 (période 2002-2011)

Tableau 95 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Bompas N3 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	11.95	12.06	11.53	11.45	11.35	11.30
16-30 avril	12.05	12.14	11.55	11.46	11.35	11.30
0-15 mai	12.44	12.27	11.59	11.48	11.35	11.29
16-31 mai	12.34	12.22	11.60	11.51	11.39	11.33
0-15 juin	12.11	12.00	11.54	11.46	11.37	11.33
16-30 juin	11.94	11.84	11.39	11.32	11.23	11.19
0-15 juil.	11.68	11.62	11.20	11.13	11.05	11.01
16-31 juil.	11.53	11.47	11.05	10.98	10.90	10.86
0-15 août	11.26	11.33	10.95	10.90	10.82	10.79
16-31 août	11.29	11.28	10.97	10.92	10.86	10.83
1-15 sept.	11.53	11.38	11.01	10.95	10.88	10.84
16-30 sept.	11.54	11.46	11.08	11.02	10.94	10.91

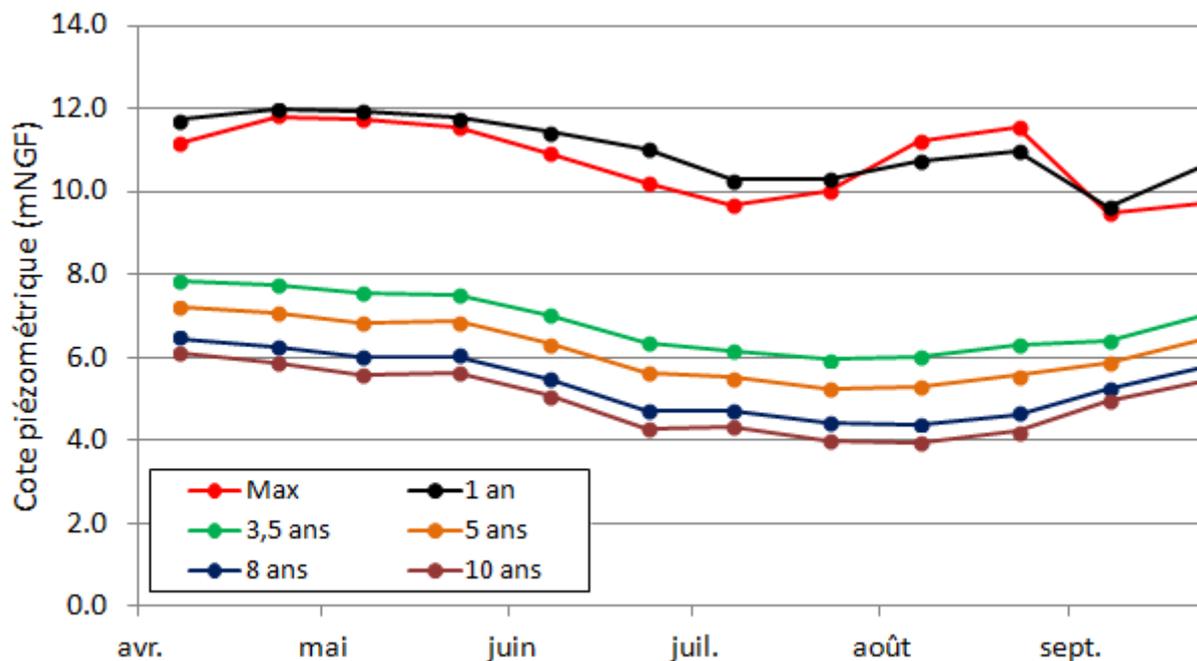
Pia F3

Figure 86 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Pia F3 (période 2002-2011)

Tableau 96 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Pia F3 (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	11.15	11.72	7.82	7.21	6.44	6.09
16-30 avril	11.81	11.98	7.74	7.07	6.24	5.85
0-15 mai	11.74	11.94	7.54	6.85	5.99	5.59
16-31 mai	11.55	11.78	7.52	6.86	6.02	5.64
0-15 juin	10.93	11.44	7.03	6.33	5.47	5.07
16-30 juin	10.18	11.02	6.36	5.62	4.71	4.29
0-15 juil.	9.66	10.29	6.16	5.51	4.71	4.33
16-31 juil.	10.00	10.31	5.94	5.25	4.40	4.00
0-15 août	11.22	10.75	6.03	5.29	4.36	3.93
16-31 août	11.54	10.98	6.29	5.55	4.63	4.20
1-15 sept.	9.46	9.62	6.38	5.87	5.23	4.94
16-30 sept.	9.74	10.61	7.02	6.46	5.75	5.43

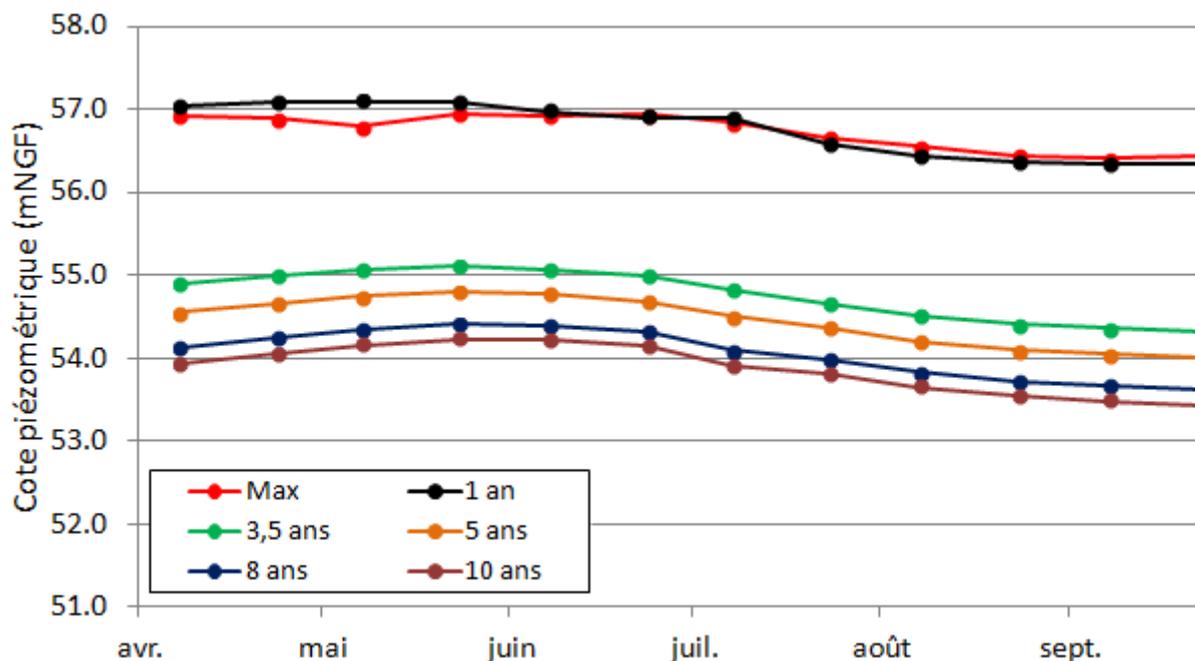
Piézomètres de la Vallée du Réart – les Aspres (Ponteilla-Nyls, Terrats)**Ponteilla-Nyls**

Figure 87 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ponteilla-Nyls (période 2002-2011)

Tableau 97 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ponteilla-Nyls (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	56.92	57.03	54.89	54.55	54.13	53.94
16-30 avril	56.89	57.09	54.99	54.66	54.25	54.06
0-15 mai	56.79	57.09	55.06	54.74	54.34	54.16
16-31 mai	56.94	57.08	55.11	54.80	54.41	54.23
0-15 juin	56.93	56.97	55.07	54.77	54.40	54.23
16-30 juin	56.93	56.90	54.99	54.69	54.31	54.14
0-15 juil.	56.84	56.89	54.82	54.50	54.09	53.91
16-31 juil.	56.66	56.57	54.66	54.37	53.99	53.82
0-15 août	56.55	56.43	54.51	54.20	53.83	53.65
16-31 août	56.44	56.36	54.40	54.10	53.71	53.53
1-15 sept.	56.41	56.33	54.36	54.05	53.66	53.48
16-30 sept.	56.43	56.35	54.33	54.01	53.61	53.43

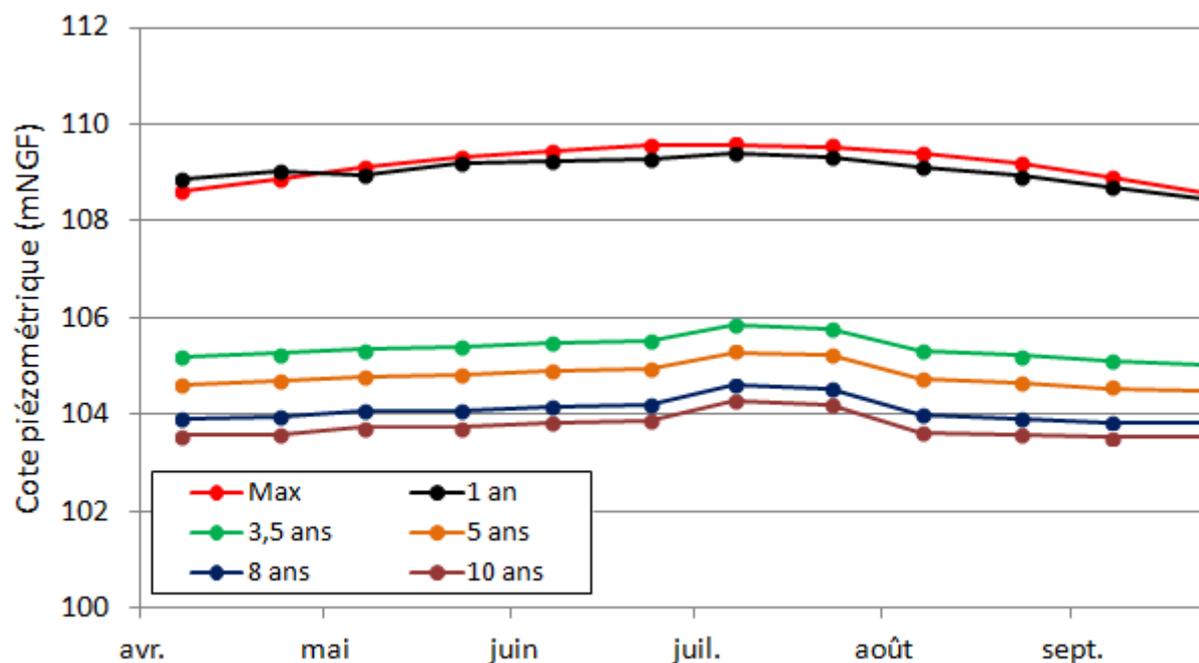
Terrats

Figure 88 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Terrats (période 2002-2011)

Tableau 98 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Terrats (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	108.62	108.86	105.19	104.61	103.90	103.56
16-30 avril	108.84	109.03	105.27	104.68	103.94	103.60
0-15 mai	109.12	108.95	105.34	104.77	104.06	103.74
16-31 mai	109.30	109.20	105.41	104.81	104.07	103.73
0-15 juin	109.43	109.24	105.50	104.91	104.18	103.84
16-30 juin	109.56	109.28	105.53	104.94	104.20	103.86
0-15 juil.	109.58	109.39	105.84	105.29	104.59	104.27
16-31 juil.	109.54	109.32	105.78	105.23	104.54	104.22
0-15 août	109.41	109.12	105.33	104.73	103.99	103.64
16-31 août	109.19	108.93	105.22	104.63	103.91	103.57
1-15 sept.	108.90	108.69	105.11	104.55	103.85	103.52
16-30 sept.	108.59	108.43	105.03	104.50	103.83	103.52

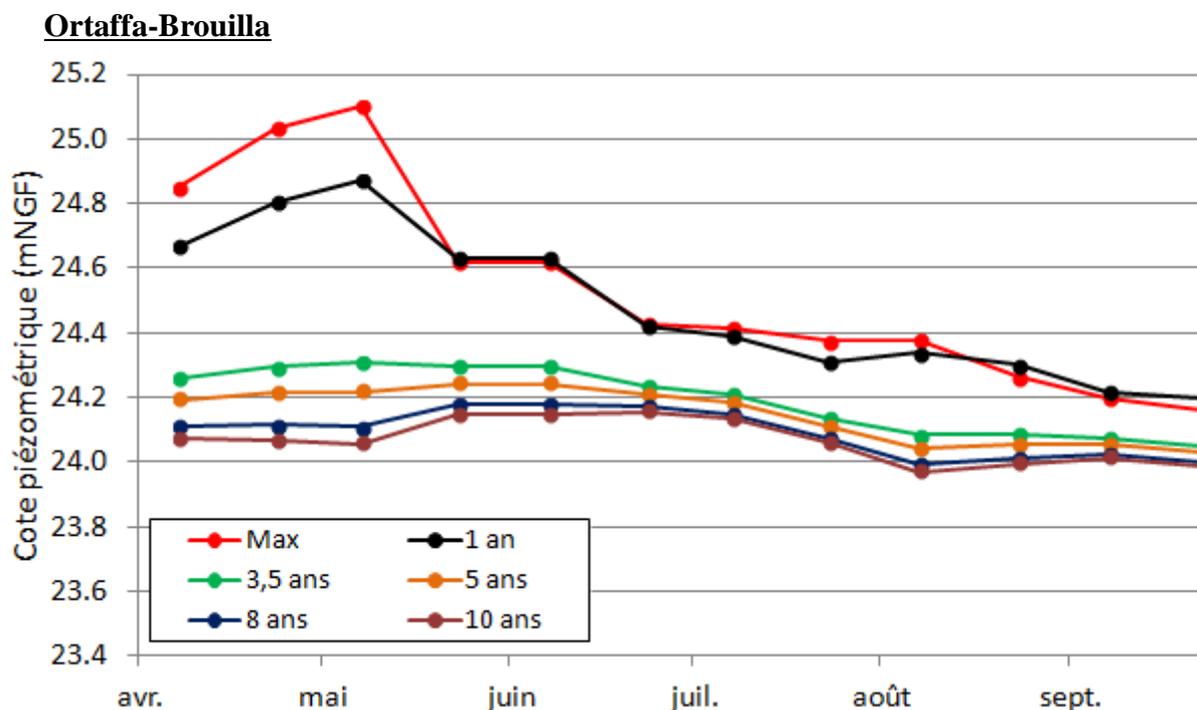
Piézomètres de la Vallée du Tech (Ortaffa-Brouilla, Sabirou)

Figure 89 : Minima piézométriques par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla (période 2002-2011)

Tableau 99 : Minima piézométriques (mNGF) par quinzaine pour différentes périodes de retour de 1 à 10 ans pour le piézomètre Ortaffa-Brouilla (période 2002-2011)

	Max	1 an	3,5 ans	5 ans	8 ans	10 ans
0-15 avril	24.85	24.67	24.26	24.19	24.11	24.07
16-30 avril	25.03	24.80	24.29	24.21	24.11	24.07
0-15 mai	25.10	24.87	24.31	24.22	24.11	24.06
16-31 mai	24.62	24.63	24.30	24.24	24.18	24.15
0-15 juin	24.62	24.63	24.30	24.24	24.18	24.15
16-30 juin	24.43	24.42	24.24	24.21	24.17	24.16
0-15 juil.	24.42	24.39	24.21	24.18	24.15	24.13
16-31 juil.	24.38	24.31	24.14	24.11	24.08	24.06
0-15 août	24.38	24.34	24.08	24.04	23.99	23.97
16-31 août	24.26	24.30	24.09	24.06	24.01	23.99
1-15 sept.	24.20	24.21	24.07	24.05	24.03	24.01
16-30 sept.	24.16	24.20	24.05	24.03	24.00	23.99

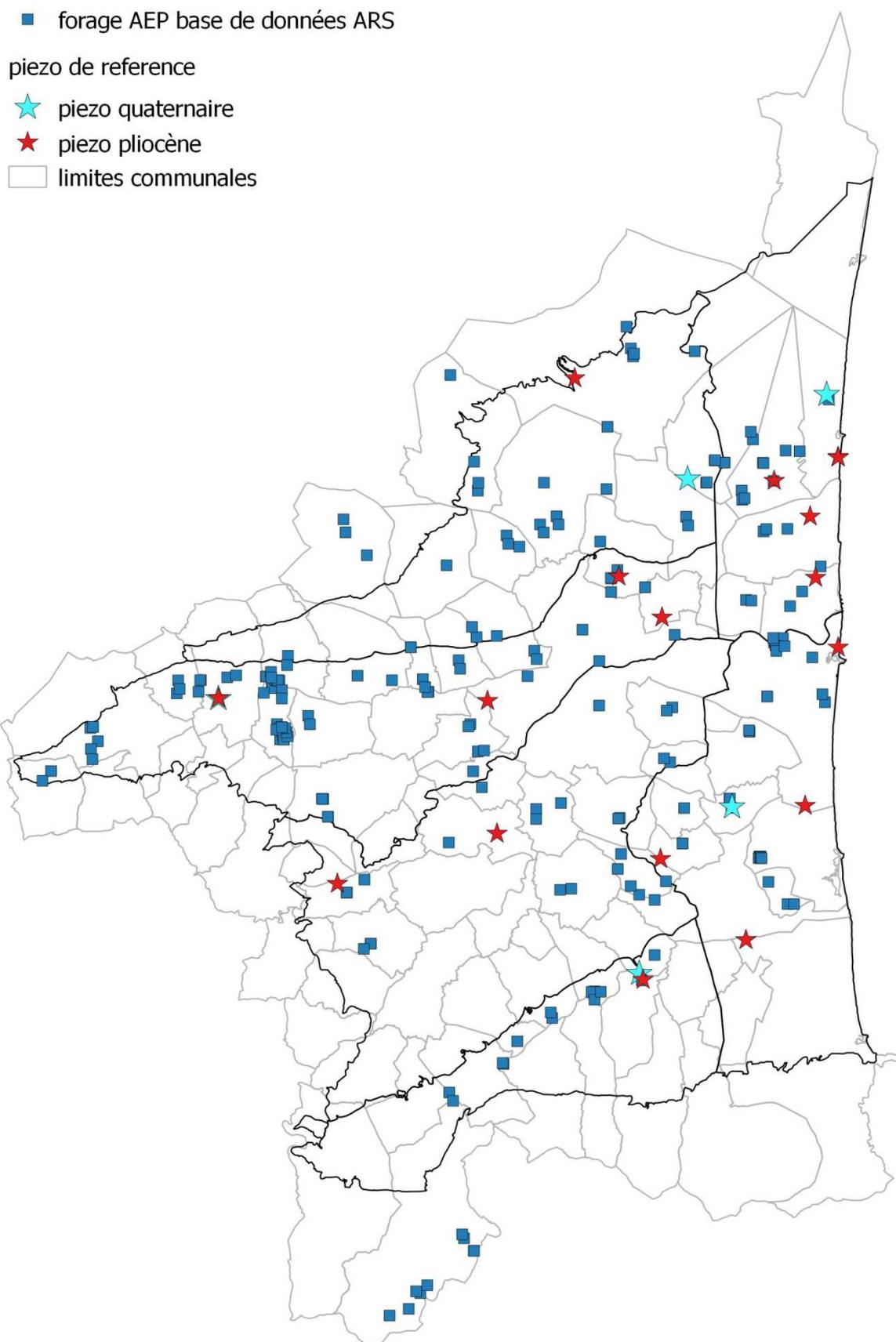
Sabirou

Cet ouvrage est suivi depuis décembre 2010. Cette série est trop courte pour faire un traitement statistique.

Etude des volumes prélevables des nappes plio-quaternaires de la plaine du Roussillon Phase 2 – Etape 1 : Analyse des chroniques piézométriques	132
--	-----

Annexe 4

Piézomètres de suivi, captages AEP et limites des communes de la Plaine du Roussillon



Piézomètres de suivi, captages AEP et limites des communes de la Plaine du Roussillon

