

GRAND LYON
communauté urbaine
DIRECTION DE L'EAU

SAGE DE L'EST LYONNAIS

**Simulations quantitatives
pour la mise en place du
plan de gestion dynamique
de la nappe de l'Est
lyonnais**

Rapport final

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 1

Grand Lyon

Simulations quantitatives pour la mise en place du plan de gestion dynamique de la nappe de l'Est lyonnais

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport final	09/11/2010	a	D.PITAVAL		G. BOUDIN		G. BOUDIN	
		b						
		c						
		d						

Numéro de rapport :	RLy03674 -01
Numéro d'affaire :	A11819
N° de contrat :	CLyz100979
Domaine technique :	RE21
Mots clé thésaurus :	Gestion de nappe – Etude hydrogéologique patrimoniale – Simulation

BURGEAP
19 rue de la Villette
69425 LYON CEDEX 03

Téléphone : 33(0)4.37.91.20.50

Télécopie : 33(0)4.37.91.20.69

e-mail : agence.de.lyon@burgeap.fr

RLy03674-01/A.11819/CLyz100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 2

SOMMAIRE

1	Préambule	10
2	Simulations Napely	10
2.1	Description des simulations	10
2.2	Hausse des prélèvements	13
2.2.1	Simulation n°1	13
2.2.1.1	Etat initial	13
2.2.1.2	Paramètres d'entrée	13
2.2.1.3	Résultats et interprétation	15
2.2.2	Simulation n°2	18
2.3	Baisse des prélèvements	21
2.3.1.1	Etat initial	21
2.3.1.2	Paramètres d'entrée	21
2.3.2	Simulation n°3	24
2.3.3	Simulation n°4	25
2.3.4	Simulation n°5	28
2.3.5	Bilan graphique des simulations n°3, n°4 et n°5	29
2.4	Changement Climatique	32
2.4.1	Simulation n°6	32
2.4.1.1	Etat initial	32
2.4.1.2	Paramètres d'entrée	32
2.4.1.3	Résultats et interprétation	33
2.5	Simulation n°7	34
3	Bilan de fonctionnement hydrologique	35
3.1	Couloir de Décines	35
3.1.1	Alimentation de l'aquifère	35
3.1.2	Flux sortant	35
3.1.3	Piézométrie	36
3.1.4	Vulnérabilité	36
3.2	Couloir de Meyzieu	36
3.2.1	Alimentation de l'aquifère	36
3.2.2	Flux sortant	37
3.2.3	Piézométrie	37
3.2.4	Vulnérabilité	38
3.3	Couloir d'Heyrieux	38
3.3.1	Alimentation de l'aquifère	38
3.3.2	Flux sortant	38
3.3.2.1	Zone amont du couloir d'Heyrieux	39
3.3.2.2	Zone aval Ozon du couloir d'Heyrieux	39
3.3.2.3	Zone aval Vénissieux du couloir d'Heyrieux	40
3.3.3	Piézométrie	40
3.3.4	Vulnérabilité	40
3.4	Bilan sur les 3 couloirs	41
3.4.1	Alimentation par les précipitations	41
3.4.2	Prélèvements	41
3.4.3	Vulnérabilité	42
4	Définition des points nodaux de référence	44
4.1	Localisation des points de suivi quantitatif du réseau SAGE	44
4.2	Synthèse des données disponibles	44
4.2.1	Couloir de Meyzieu	45
4.2.1.1	Piézomètre "Aval St-Exupery"	46
4.2.1.2	DIREN Bouvarets	46

4.2.1.3	SMHAR Genas Nord	47
4.2.1.4	DIREN Azieu	48
4.2.1.5	Orangina (Pb9)	50
4.2.1.6	ZI Meyzieu	51
4.2.1.7	Synthèse couloir de Meyzieu	51
4.2.2	Couloir de Décines	52
4.2.2.1	Bois Guillot	52
4.2.2.2	BRGM Genas	53
4.2.2.3	AEP Chassieu	54
4.2.2.4	Django	55
4.2.2.5	Synthèse couloir de Décines	56
4.2.3	Couloir d'Heyrieux	57
4.2.3.1	DIREN Buclay	57
4.2.3.2	SMHAR Bois du Chêne	58
4.2.3.3	DIREN Heyrieux	59
4.2.3.4	AEP St Priest	60
4.2.3.5	AEP Mions	61
4.2.3.6	RVi (Pz8)	62
4.2.3.7	Min Corbas	62
4.2.3.8	AEP Corbas	63
4.2.3.9	DIREN Corbas	64
4.2.3.10	Synthèse couloir d'Heyrieux	65
4.3	Méthodologie pour la détermination des points nodaux	66
4.3.1	Couloir de Meyzieu	66
4.3.2	Couloir de Décines	66
4.3.3	Couloir d'Heyrieux	67
4.4	Liste des points nodaux retenus	67
5	Détermination des niveaux seuils NPA et NPCR	69
5.1	Définition	69
5.1.1	Niveau piézométrique d'alerte (NPA)	69
5.1.2	Niveau piézométrique de crise renforcé (NPCR)	69
5.2	Méthodologie appliquée pour la détermination des NPA et NPCR	69
5.2.1	Préambule	69
5.2.2	Méthode et données pour la détermination du NPA	70
5.2.2.1	Paramètres utilisés pour la simulation	70
5.2.2.2	Les prélèvements	73
5.2.2.3	Résultats et interprétations	73
5.2.3	Méthode et données pour la détermination du NPCR	77
5.3	Détermination des volumes maximum prélevables	82
5.3.1	Couloir de Meyzieu	83
5.3.2	Couloir de Décines	83
5.3.3	Couloir d'Heyrieux	83
6	Proposition de règles de gestion quantitative	85
6.1	Principe retenu	85
6.2	Proposition pour le mode de surveillance du niveau de nappe	85
6.3	Mise en place des règles de gestion	85
6.4	Simulations complémentaires pour l'aide à la décision des mesures de gestion	87
6.5	Proposition de modalités d'action pour la mise en place de règle de gestion	97
ANNEXES		99

TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des simulations NAPELY	12
Tableau 2: Volume déclaré en 2007 et volume maximal autorisé	14
Tableau 3 : Statistiques descriptives de la pluie efficace en mm/an (station de Colombier Saugnieu)	22
Tableau 4 : Synthèse des volumes prélevés par usage issus de la base de données GESLY	23
Tableau 5 : Impact de la réduction de 50 % du volume prélevé par couloir	24
Tableau 6 : Superficie et volume d'eau apporté par les précipitations sur le couloir d'Heyrieux	38
Tableau 7 : Bilan du volume entrant apporté par les précipitations	41
Tableau 8 : Liste des piézomètres du utilisé pour le suivi quantitatif (*hors réseau Sage)	44
Tableau 9 : principales caractéristiques du réseau de surveillance du SAGE (*hors réseau SAGE)	45
Tableau 10: Principales caractéristiques du suivi sur le couloir de Meyzieu	45
Tableau 11 : Principales caractéristiques du suivi sur le couloir de Décines	52
Tableau 12 : Liste des points de surveillance retenus comme points nodaux	68
Tableau 13 : niveau des crépines AEP (unités en m)	78
Tableau 14 : Volume maximum prélevable sur le couloir de Meyzieu	83
Tableau 15 : Volume maximum prélevable sur le couloir de Décines	83
Tableau 16 : Volume maximum prélevable sur le couloir d'Heyrieux	84
Tableau 17 : Volume maximal prélevable par sous-couloir (Heyrieux)	84
Tableau 18 : Paramètres des modèles complémentaires des mesures de gestion	87
Tableau 19: Proposition des critères pour l'application des règles de gestion quantitative	97

FIGURES

Figure 1: Cumul pluviométrique annuel (Station de Colombier-Saugnieu)	13
Figure 2 : Pluie efficace calculée sur la station de Colombier Saugnieu en 2005	14
Figure 3 : Cumul des volumes annuels déclarés par le SMHAR depuis 1989	15
Figure 4 : Simulation 1 - Carte d'incidence après un an (01/09/2010 au 01/09/2011)	16
Figure 5 : Simulation 1 - Carte d'incidence entre le 01/09/2010 et le 01/09/2012	17
Figure 6 : Simulation 1 - bilan des flux entrant et sortant sur une période de 2 ans	17
Figure 7 : Simulation 2 - Bilan piézométrique après un an de retour à la normale (entre le 01/09/2011 et 01/09/2012)	19
Figure 8 : Simulation 2 - Carte d'incidence entre le niveau simulé au 01/09/2010 et le niveau final au 01/09/2012 (2 ans)	20
Figure 9 : Pluie efficace annuelle (Station de Colombier-Saugnieu)	21
Figure 10 : Chronique de la pluie efficace de 2006 à 2009 d'après Météo France	22
Figure 11 : Simulation 3 - Carte d'incidence à la suite d'une diminution du volume prélevé de 50%	25
Figure 12 : Simulation 4 - Carte d'incidence suite à la restriction des usages de 20% entre le niveau initial et le niveau final simulé	26
Figure 13 : Simulation 4 - comparaison du niveau piézométrique simulé au 01/01/2014 entre la réduction de 50 % et de 20%	27
Figure 14 : Simulation 4 - bilan des flux entrant et sortant	27
Figure 15 : Simulation 5 - Carte d'incidence suite à la restriction des usages de 10%	28
Figure 16: Pluie efficace annuelle (Station de Colombier-Saugnieu)	32
Figure 17 : Simulation 6 - Carte d'incidence après 8 ans	33
Figure 18 : bilan des prélèvements sur les 3 couloirs d'après la base de données GESLY (m ³)	41
Figure 19 : Carte de Vulnérabilité des secteurs sensibles pour l'AEP (d'après SAGE 2005)	43
Figure 20 : Chronique de la pluie efficace d'après Météo France	71
Figure 21 : Courbes de fréquence cumulées	72
Figure 22 : Histogramme de la pluie moyenne utilisé pour la détermination du NPA	72
Figure 23 : Synthèse des volumes déclarés par le SMHAR depuis 1989	73
Figure 24 : Méthodologie de détermination du NPCR	77
Figure 25 : Gestion quantitative graduée	85
Figure 26: calendrier type de fonctionnement de l'aquifère	86
Figure 27 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 1 et l'état de référence	91

Figure 28 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 2 et l'état de référence	92
Figure 29 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 2.1 et l'état de référence	93
Figure 30 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 2.2 et l'état de référence	94
Figure 31 : Carte différentielle entre modèle 2.1 et 2	95
Figure 32 : Carte différentielle entre modèle 2.2 et 2	96



ANNEXES

- Annexe 1 - Chroniques piézométrique de la simulation n°1	100
- Annexe 2 - Chroniques piézométrique de la simulation n°2	106
- Annexe 3 - Chroniques piézométrique de la simulation n°3	112
- Annexe 4 - Chroniques piézométrique de la simulation n°4	118
- Annexe 5 - Chroniques piézométrique de la simulation n°5	124
- Annexe 6 - Comparaison des résultats des simulations n°4 et n°5	130
Annexe 7 - Chroniques piézométrique de la simulation n°6	132
- Annexe 8 - Réseau du suivi quantitatif du SAGE	138
- Annexe 9 - Comparatif des niveaux piézométrique à l'échelle du couloir	140
- Annexe 10 - Cartographie des NPA et NPCR sur les points nodaux	146
- Annexe 11 - Table du cumul pluviométrique efficace mensuel en mm (Station de Colombier-Saugnieu)	148

Résumé

Il est souhaité mettre en place une surveillance des niveaux de nappe dans l'Est lyonnais, destinée à alerter les services gestionnaires en cas de situation à risque en termes de niveau de nappe. Cette surveillance sera basée sur le suivi de certains **indicateurs (ou paramètres de déclenchement des règles de gestion)**, avec des **valeurs-seuils (ou valeurs de référence ou critères d'alerte)** définies pour chacun. Le dépassement de ces valeurs-seuils entraînera la mise en œuvre d'actions à définir (du type réduction des prélèvements).

Il est nécessaire dans un premier temps de déterminer les points nodaux (ou les ouvrages de référence) pour lesquels seront suivis ces indicateurs.

Ensuite, nous pourrions définir les indicateurs proprement dits, c'est-à-dire les grandeurs physiques (par exemple la recharge ou le niveau de nappe) qui seront suivies dans le but de déclencher l'application des règles de gestion.

Enfin, connaissant les ouvrages à suivre et les grandeurs à observer, nous définirons les valeurs-seuils ou critères d'alerte ou valeurs de référence, c'est-à-dire les seuils quantitatifs de déclenchement de la mise en œuvre des règles de gestion.

Nous avons bien compris le souhait du Comité de Pilotage, de réduire autant que possible le nombre de points nodaux afin de rendre pragmatique et suffisamment simple la gestion surveillée de la nappe.

Dans ce but, nous proposerons en début d'étude un certain nombre de points nodaux et ouvrages de référence, qui serviront pour l'analyse des résultats de simulations. En fin d'étude nous ne retiendrons et recommanderons pour la gestion de la nappe que ceux qui apparaissent vraiment représentatifs de la situation sur chacun des territoires de l'Est lyonnais.

Les ouvrages de référence retenus en fin d'étude seront des piézomètres, pour lesquels les valeurs-seuils (Niveau Piézométrique d'Alerte et Niveau Piézométrique de Crise Renforcée) seront définies en cohérence avec la définition du SDAGE.

Enfin, nous proposerons les règles de gestion adaptées aux objectifs de bon état quantitatif et maintien des systèmes écologiques.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 9

1 Préambule

Ce rapport s'inscrit dans la démarche d'élaboration d'un plan de gestion dynamique des nappes de l'Est lyonnais (GESLY). Pour rappel, voici la démarche retenue de l'étude GESLY:

- étape 1 : connaissance la plus exhaustive possible du bilan hydraulique de la nappe, déjà réalisée (rapport BURGEAP RLy3121-05 de juin 2009),
- étape 2 : simulation de scénarios de fonctionnement de la nappe afin de :
 - a - confirmer / affiner les bilans hydrologiques de l'étape 1. Cette étape a consisté à mettre à jour le modèle NAPELY (cf. rapport RLy3593-03),
 - b - déterminer les seuils quantitatifs de gestion de la nappe,
 - c - déterminer les volumes maximums exploitables,
 - d - identifier des options et règles de maintien du niveau d'équilibre de la nappe,
- étape 3 : définition en concertation (SAGE) des règles de gestion de la nappe.

L'objet du rapport concerne les étapes 2 et 3 du programme d'étude GESLY.

2 Simulations Napely

2.1 Description des simulations

Le tableau suivant décrit les simulations qui ont été réalisées. Ces simulations ont été choisies parmi celles proposées à l'issue de l'étude préalable à la mise en place d'un plan de gestion dynamique de la nappe de l'Est lyonnais, BURGEAP RLy3121-05 en date du 29 juin 2009 (tableau 1).

Ces simulations sont destinées :

- à reproduire certains états déjà observés par le passé et à tester plusieurs réponses possibles afin d'éviter de reproduire des états déficitaires. Les scénarios pourront ainsi conduire à privilégier une solution par rapport à une autre en fonction de la réponse de l'aquifère lors des simulations ;
- à anticiper des évolutions futures en termes de gestion de la ressource. Ils permettent alors de visualiser l'effet de ces évolutions sur les niveaux de la nappe et d'en mesurer l'impact.

Ainsi, les simulations nous permettront de tester différentes modalités de gestion de la nappe et de quantifier leur impact. Nous pourrons alors retenir les modalités de gestion qui nous semblent les plus adaptées.

Ces propositions tiennent compte des perspectives d'évolution, par exemple des pratiques agricoles ou des politiques d'économie d'eau.

A noter que par rapport aux simulations proposées dans le document PLY.04855-03, la simulation n°3 a été modifiée (cf. tableau ci-dessous).

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 10

Famille de simulations	N°	Libellé	Paramètres retenus
Etat de référence	0	Etat de référence	<p>Prélèvements 2007, recharge moyenne. Simulation sur une durée de 1 an.</p> <p>Intégration des puits privés (sur la base des résultats de l'étude du SAGE actuellement en cours)</p> <p>Bascule d'une partie du prélèvement SMHAR de Bois du Chêne à Ternay (conformément à l'arrêté)</p> <p>Suppression du collecteur de l'Ozon (travaux de réhabilitation en cours)</p> <p><i>Prestation réalisée en amont de la présente étude – citée pour information</i></p>
Hausse des prélèvements	1	Crise AEP au champ captant principal de Crépieux-Charmy	<p>Faible recharge hivernale (type 2005-2006)</p> <p>Importants prélèvements pendant les 3 mois d'été (juin à aout).</p> <p>Le champ captant de Crépieux Charmy est impacté et ne peut fonctionner qu'à 30 % de sa capacité maximale</p> <p>Mise en route de tous les captages de secours AEP (à leur valeur réglementaire maximale)</p> <p>Durée de simulation de 6 mois à 1 an (variante à définir en comité de pilotage)</p> <p><i>Correspond au scénario 1a du RLy3121-05</i></p>
	2	Retour à la normale après crise AEP	<p>A compter de l'automne suivant la crise, recharge et prélèvements moyens pour observation du retour à la normale des niveaux piézométriques (*)</p> <p>Scénario sur une durée suffisante pour obtenir un retour à la normale sur les chroniques (*)</p> <p><i>Correspond au scénario 1b du RLy3121-05</i></p>
Baisse des prélèvements	3	Optimisation générale des prélèvements et de la ressource en eau	<p>Baisse de 50 % des prélèvements tous usages confondus (agricoles, industriels et domestiques), sauf AEP stable. Simulation sur une durée de plusieurs années (5 à 10 ans).</p>
	4		<p>Baisse de 20 % des prélèvements tous usages confondus (agricoles, industriels et domestiques), sauf AEP stable. Simulation sur une durée de plusieurs années (5 à 10 ans).</p> <p><i>Correspond au scénario 3a du RLy3121-05.</i></p>
	5		<p>Baisse de 10 % des prélèvements tous usages confondus (agricoles, industriels et domestiques), sauf AEP stable.</p> <p>Semblable au scénario précédent, celui-ci permet de quantifier la réponse du système hydrogéologique à des sollicitations plus ou moins marquées, permettant ainsi de doser les réponses à apporter en cas de baisse de la piézométrie, dans le cadre de règles de gestion.</p> <p><i>Correspond au scénario 3b du RLy3121-05.</i></p>
Changement climatique	6	Faible recharge	<p>Enchaînement d'années de faible recharge (type 2005-2007) sur une durée de 10 ans.</p> <p>La répétition de ces années de faible recharge permettra de visualiser l'amplitude de la baisse piézométrique et les secteurs les plus sensibles à ce type de contrainte.</p> <p><i>Correspond au scénario 4 du RLy3121-05.</i></p>

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 11

Hausse des prélèvements	7	Augmentation des prélèvements dans la limite de leur maximum autorisé	<p>Tous les ouvrages de prélèvement sont exploités à leur débit maximal autorisé (si celui-ci est connu), ou au débit affecté dans l'état de référence (si le maximum autorisé n'est pas connu).</p> <p>L'objectif est de vérifier l'impact d'une hausse conjointe des débits de prélèvement dans le respect des débits maximums autorisés. Ce scénario pourra aboutir à la mise en évidence de dysfonctionnements locaux ou de surexploitations et permettra à la Police de l'Eau de cibler ces zones avant éventuellement de réajuster les débits maximums autorisés.</p> <p><i>Scenario non cité dans le RLy3121-05.</i></p>
Changement climatique	8	Faible recharge mais baisse des prélèvements Scenario conditionnel	<p>Ce scénario sera réalisé ou non, en fonction de l'analyse des résultats des scénarios de base, et notamment de la simulation 6 de faible recharge.</p> <p>Il correspond, en parallèle des faibles recharges imposées, à une baisse de tous les prélèvements (hors AEP) et permettra de voir si cette baisse du volume prélevé est suffisante pour compenser la faible recharge. Le % de baisse sera défini en fonction des résultats des scénarii de base.</p> <p><i>Correspond au scénario 5a du RLy3121-05.</i></p>

Tableau 1 : Liste des simulations NAPELY



2.2 Hausse des prélèvements

2.2.1 Simulation n°1

Il s'agit d'évaluer le rabattement du niveau piézométrique à court terme suite à une augmentation des volumes prélevés sur les captages AEP de secours. On suppose que le site principal de Crépieux Charmy ne peut fonctionner qu'à 30% de sa capacité maximale.

2.2.1.1 Etat initial

L'état initial a été fixé au 01/09/2009 afin de correspondre aux cycles de variations hydrologiques.

2.2.1.2 Paramètres d'entrée

Durée de simulation :

La durée de simulation a été prolongée jusqu'à 2 ans afin de pouvoir identifier une tendance à moyen terme.

La recharge :

Les données de référence utilisées sont celles de la station de Colombier-Saugnieu qui nous ont été fournies par Météo France. Le calcul de la pluie efficace a aussi été réalisé par Météo France selon la formule de MONTHEIH pour la détermination de l'ETP.

Nous avons choisi d'utiliser la recharge réelle de l'année 2005-2006. Le cumul annuel est d'environ 150 mm soit 140 mm en dessous de la pluie efficace moyenne (moyenne calculée sur la période 1991-2009). Il s'agit du plus faible taux de recharge enregistré sur la période du suivi.

Les précipitations interviennent principalement en début puis en fin d'année. Cette chronique est marquée par une période d'étiage relativement importante (0 mm de début Avril à fin Octobre).

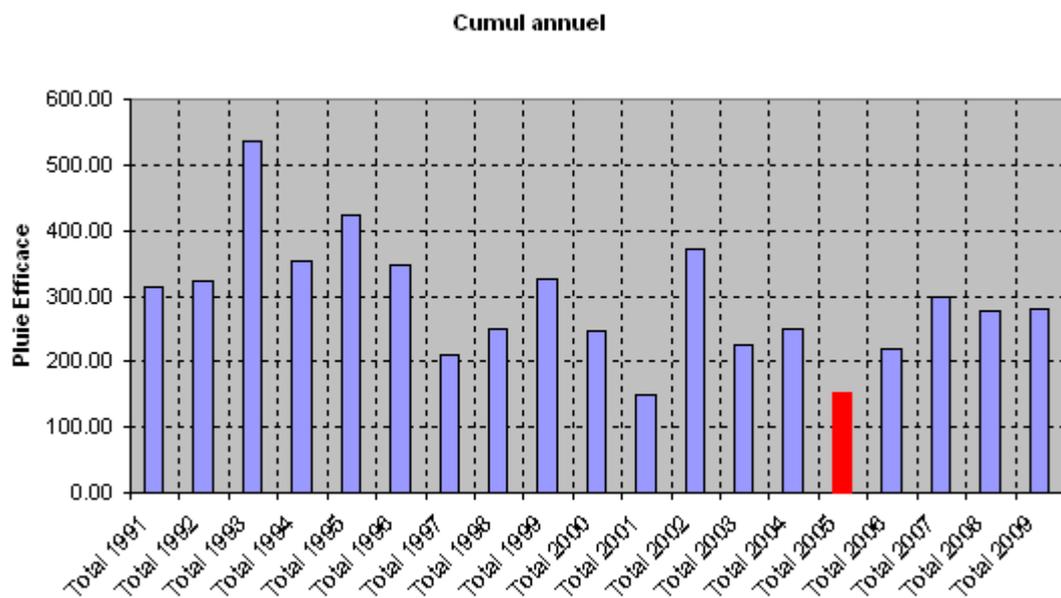


Figure 1: Cumul pluviométrique annuel (Station de Colombier-Saugnieu)

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 13

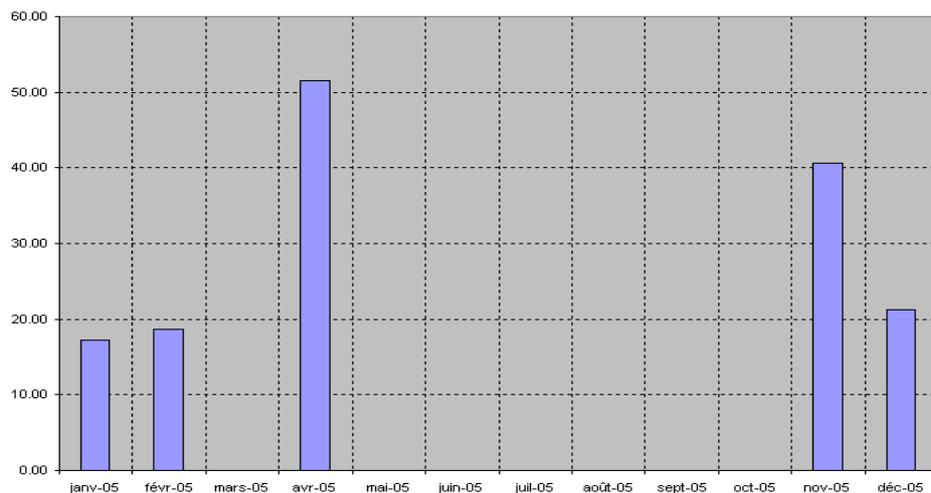


Figure 2 : Pluie efficace calculée sur la station de Colombier Saignieu en 2005

Les prélèvements:

Les modifications ont été apportées conformément au tableau 1. Les valeurs de références sont issues de la base de données GESLY pour tous les pompages sauf les pompages du SMHAR.

Le volume annuel prélevé sur le champ de Crépieux Charmy, calculé à partir de la base de données GESLY est de 91 Mm³ par an (volume calculé sur la base du volume déclaré en 2007 sur 112 puits). Une diminution de 30% entraîne donc une perte de volume de 27.33 Mm³.

La base de données GESLY comprend 27 forages AEP outre les puits du champ captant de Crépieux Charmy. Le volume total prélevé est de 6.73 Mm³ (volume calculé sur la base du volume déclaré en 2007 sur les 27 puits). En fonctionnement de crise, le volume maximal des prélèvements est de 22.32 Mm³, soit un gain de 16 Mm³ par rapport à la normale (volume calculé avec prise en compte du volume maximal réglementaire, dans le cas où la valeur réglementaire maximale n'était pas connue nous avons maintenu le débit connu en 2007).

La mise en fonctionnement des pompages de secours impacte essentiellement les forages de Décines et Meyzieu qui exploitent l'aquifère des alluvions du Rhône. Cependant, leur position géographique se situe en limite du périmètre du SAGE dans une zone où l'interaction entre les 2 aquifères est importante.

Identifiant SAGE	Nom	Aquifère sollicité	Volume autorisé	Volume prélevé
DECI-0006	CAPTAGE AEP DE DECINES	Alluvions du Rhône	2 847 000	73 665
DECI-0007	CAPTAGE AEP DE DECINES	Alluvions du Rhône	2 847 000	73 665
GENA-0013	F1 POMPAGE EN NAPPE AEROPORT DE LYON ST EXUPERY	Couloir de Meyzieu	302 666	278 633
GENA-0015	F3 POMPAGE EN NAPPE AEROPORT DE LYON ST EXUPERY	Couloir de Meyzieu	302 666	278 633
JONA-0001	CAPTAGE AEP LES VERNES P2	Alluvions du Rhône	1 401 600	73 900
MEYZ-0009	CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P1	Alluvions du Rhône	1 752 000	19 360
MEYZ-0010	CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P2	Alluvions du Rhône	1 752 000	19 360
MEYZ-0011	CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P3	Alluvions du Rhône	1 752 000	19 360
MEYZ-0012	CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P4	Alluvions du Rhône	1 752 000	19 360
MEYZ-0013	CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P5	Alluvions du Rhône	1 752 000	19 360

Tableau 2: Volume déclaré en 2007 et volume maximal autorisé

Concernant le SMHAR, nous nous sommes basé sur l'historique réel fourni par N. Kraak (Directeur du SMHAR) mise à jour en Juillet 2010. Les valeurs prises en compte sont celles de l'année 2003 dont les valeurs caractérisent les prélèvements effectués lors d'une année très sèche. Le volume annuel considéré à Genas est de 7.75 Mm³ et de 2.04 Mm³ sur le secteur du Bois du Chêne.

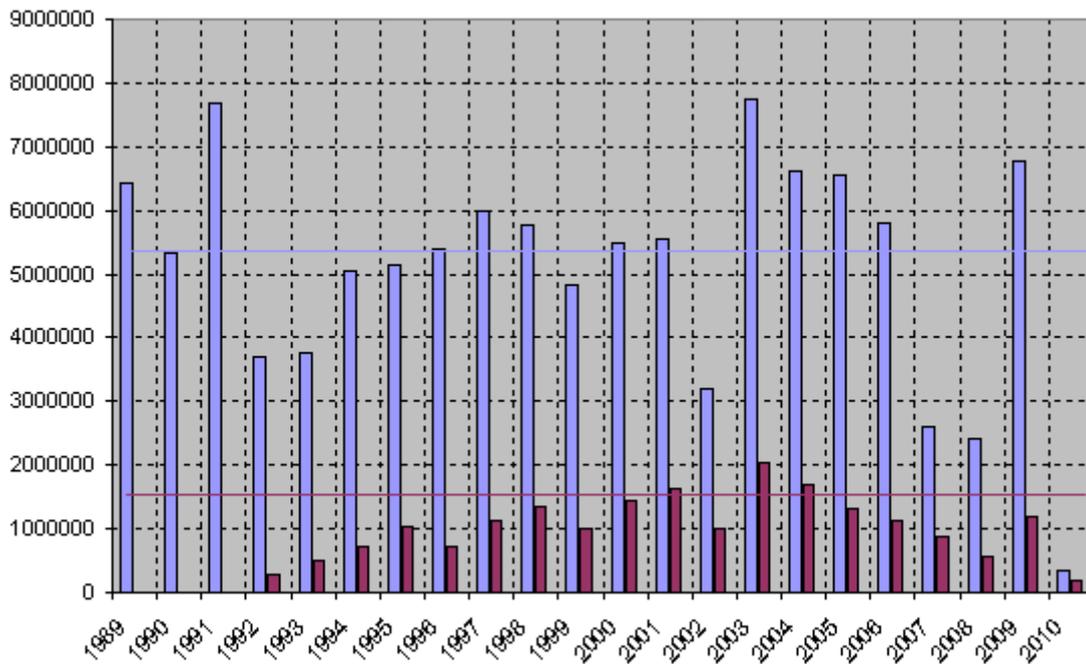


Figure 3 : Cumul des volumes annuels déclarés par le SMHAR depuis 1989

2.2.1.3 Résultats et interprétation

La carte d'incidence (cf. Figure 4) extraite de NAPELY entre la piézométrie initiale au 01/09/2010 et la piézométrie simulée au 01/09/2011 montre une diminution du niveau piézométrique générale sur les couloirs de Décines et Meyzieu. Le couloir d'Heyrieux est moins affecté car les 2 principaux captages AEP de Saint-Priest et Marennes n'ont pas été modifiés.

Dans le détail, on observe une diminution de l'ordre de 30 cm impactant l'ensemble du couloir de Décines. A l'extrême aval, au niveau des captages AEP, l'augmentation du volume prélevé entraine un rabattement d'environ 2.70 m par rapport au niveau piézométrique initial (modification du volume de 73665 m³ à 2 847 000 m³ par puits).

L'augmentation du volume prélevé au niveau des captages AEP de Meyzieu entraine un rabattement de 2.30 m par rapport à l'état initial (volume maximal considéré de 1 752 000 m³ par puits au lieu de 19360 m³ en fonctionnement normal). En amont des points de prélèvement AEP du secteur de "La Garenne", l'ensemble du couloir est impacté par la modification du volume prélevé (de 40 cm à l'amont à 90 cm à l'aval).

Sur le couloir d'Heyrieux, l'influence est d'environ -1.4 m au niveau du secteur du Bois du Chêne où se concentrent les prélèvements du SMHAR.

Les chroniques piézométriques (cf. Annexe n°1) mettent en évidence l'impact immédiat de l'augmentation des prélèvements sur les captages AEP de secours de Décines et Meyzieu. Sur ces secteurs, le niveau se stabilise par la suite à des côtes de 2 à 3 m par rapport à l'état initial.

La comparaison du niveau de la nappe vis-à-vis des crépines AEP (côtes estimées d'après la base de données GESLY) montre que le secteur des captages de Décines apparait comme le plus vulnérable. Les profondeurs des crépines des puits P3 et P5 sont respectivement de: 172.15 m à 164.15 m NGF (P3); 174 à 166.2 m NGF (P5). Or, dans cette zone le niveau de nappe, après augmentation du volume capté se stabilise vers 167 m NGF d'après le modèle NAPELY, soit à moins d'un mètre de la base de la crépine du puits P5.

Enfin, on note la réaction de la nappe alluviale du Rhône suite à la diminution des prélèvements sur le champ captant de Crépieux Charmy (+3.4 m).

RLy03674-01/A.11819/CLy100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 15

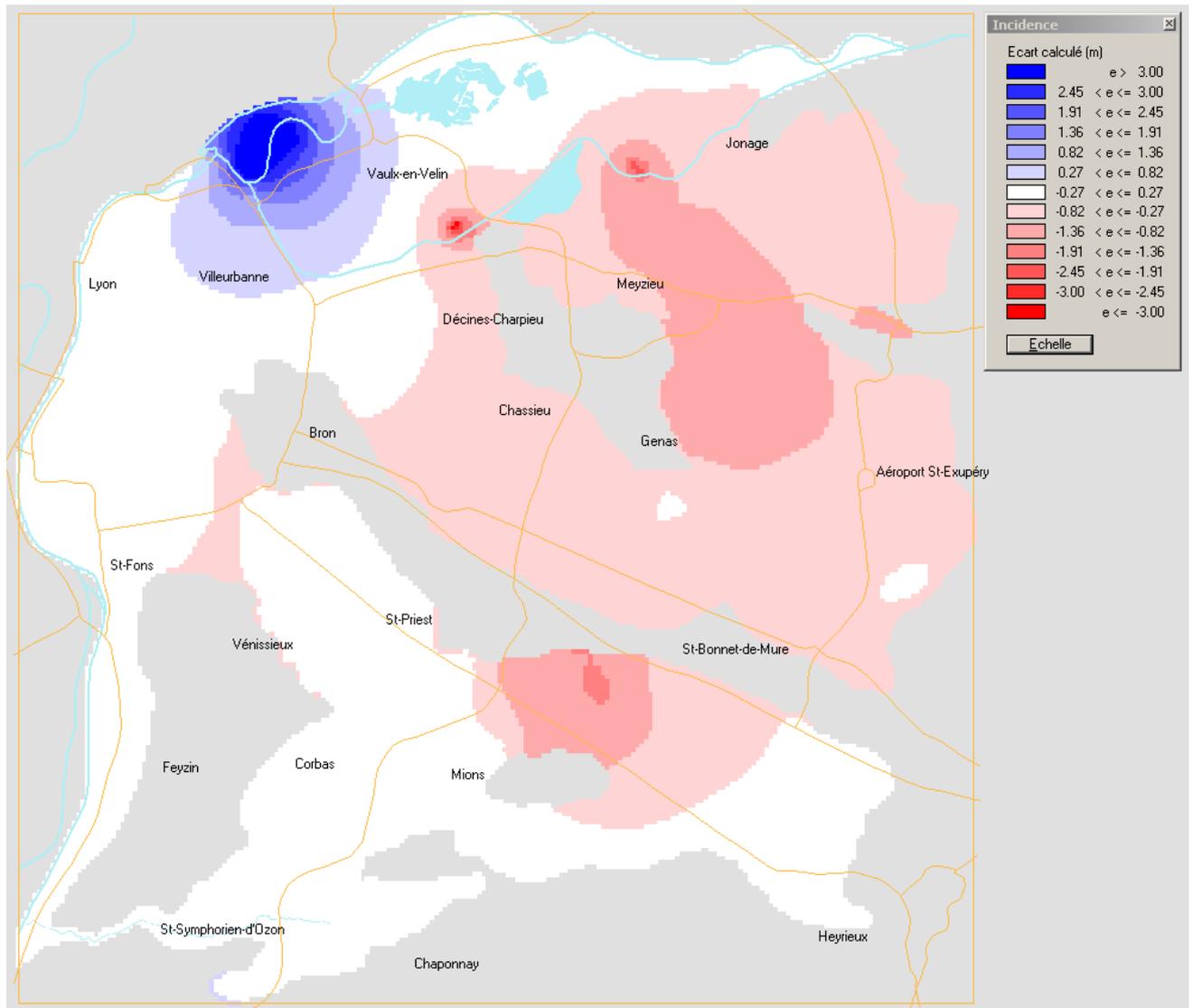


Figure 4 : Simulation 1 - Carte d'incidence après un an (01/09/2010 au 01/09/2011)

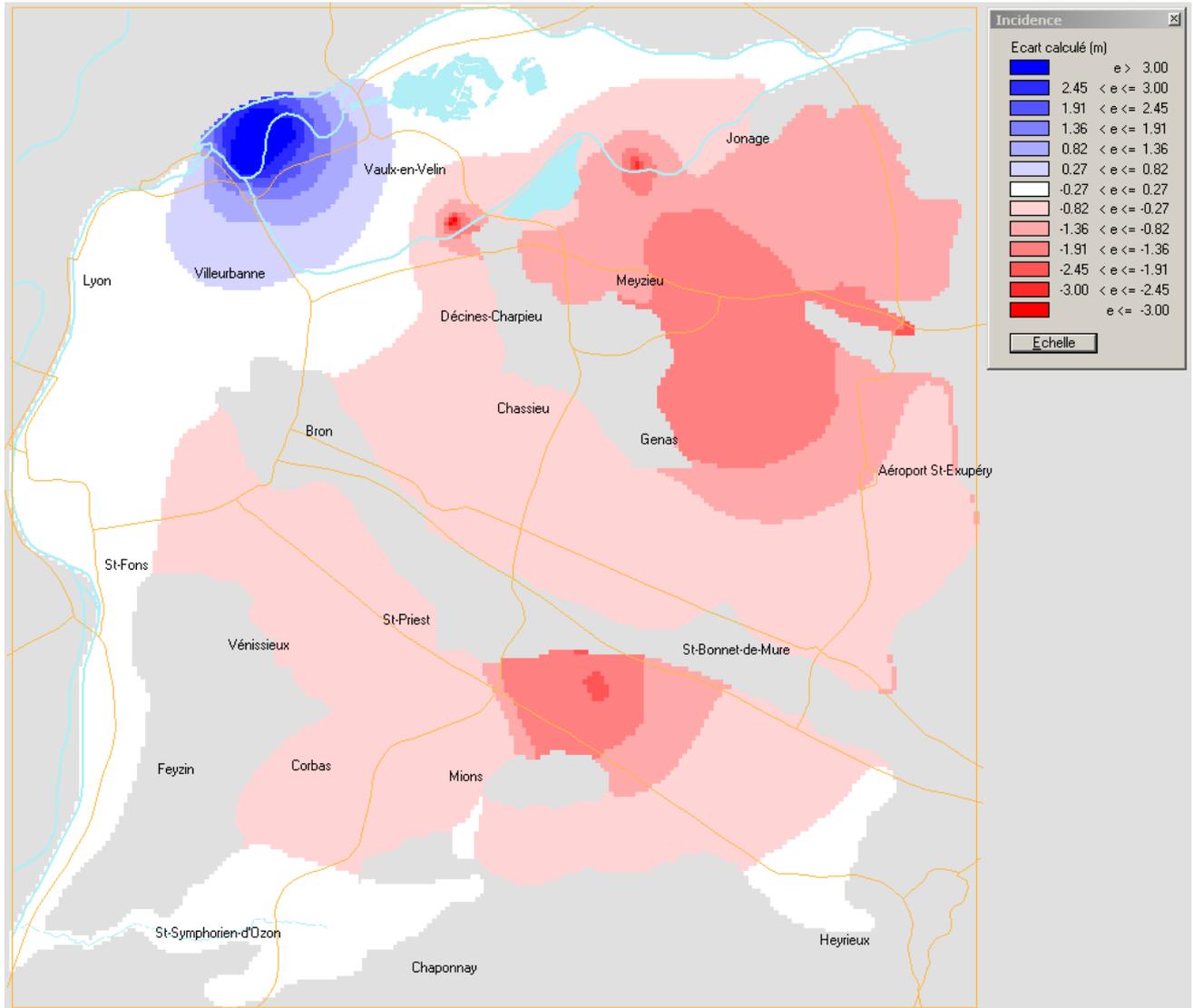


Figure 5 : Simulation 1 - Carte d'incidence entre le 01/09/2010 et le 01/09/2012

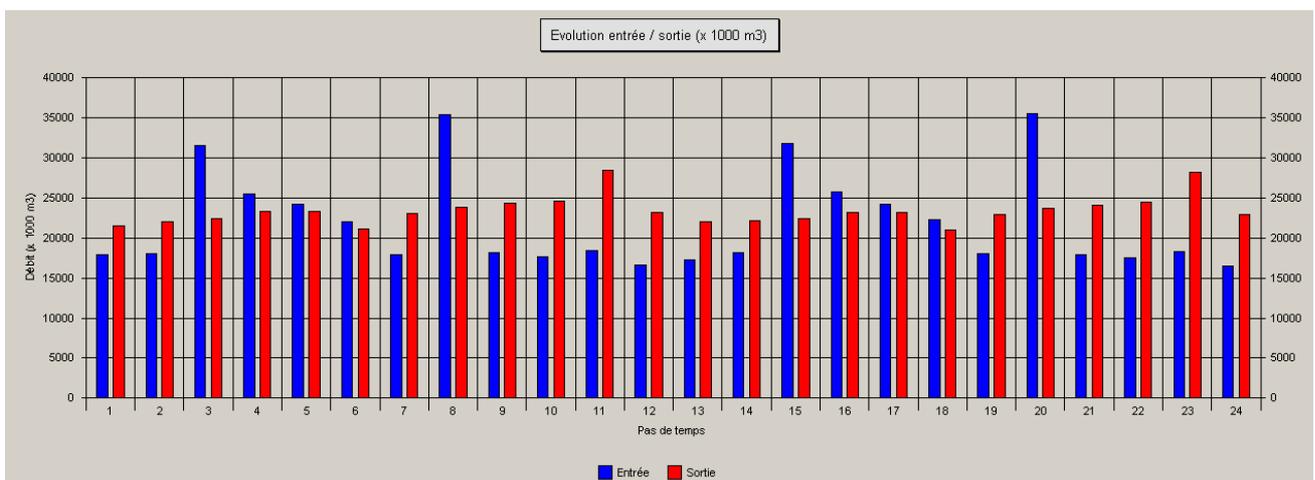


Figure 6 : Simulation 1 - bilan des flux entrant et sortant sur une période de 2 ans

2.2.2 Simulation n°2

L'état initial a été fixé à la situation piézométrique simulée issue de la simulation n°1 au 01/09/2012.

Les prélèvements au niveau du SMHAR ainsi que la recharge utilisés sont issues des chroniques enregistrées lors de l'année 2008 qui correspond à une année moyenne par rapport aux historiques disponibles.

La simulation a été effectuée sur la même durée que la simulation précédente, soit 2 ans.

Résultats et interprétation

D'après les chroniques simulées (cf. Annexe n°2) et les cartes d'incidence, on observe un rééquilibrage progressif du niveau piézométrique.

Le bilan piézométrique entre la piézométrie simulée après un an de crise (01/09/2011) et celle obtenue après un an de retour à la normale (01/09/2012) montre une augmentation du niveau de l'ordre 20 cm à plusieurs mètres.

Au niveau des captages AEP de Meyzieu et Décines, le retour à la piézométrie d'avant crise est quasiment atteint après quelques mois ce qui illustre la forte productivité des alluvions du Rhône.

Au niveau des piézomètres de Bouvarets et DIREN Azieu (couloir de Meyzieu) le retour au niveau initial d'avant crise n'est pas atteint à l'issue de la simulation. Sur ce secteur la remontée se fait donc plus lentement en particulier dans le secteur amont. D'après la tendance observée le temps nécessaire pour un retour au niveau piézométrique d'avant crise serait d'environ 4 ans dans les conditions de recharge et de prélèvements identiques.

Sur le couloir de Décines, on observe le retour à la piézométrie d'avant crise durant l'année suivante. Ce couloir est moins sollicité à l'étiage ce qui permet une limitation du tarissement à l'étiage. La bonne réaction aux premières pluies d'automne permet ensuite un rééquilibrage rapide du niveau piézométrique.

Enfin, sur le couloir d'Heyrieux la diminution du niveau suite à 2 ans de crise est compensée durant l'année suivante. Ceci est dû en particulier au faible volume prélevé par le SMHAR en 2008 qui permet le bon maintien du niveau de la nappe durant l'étiage.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 18

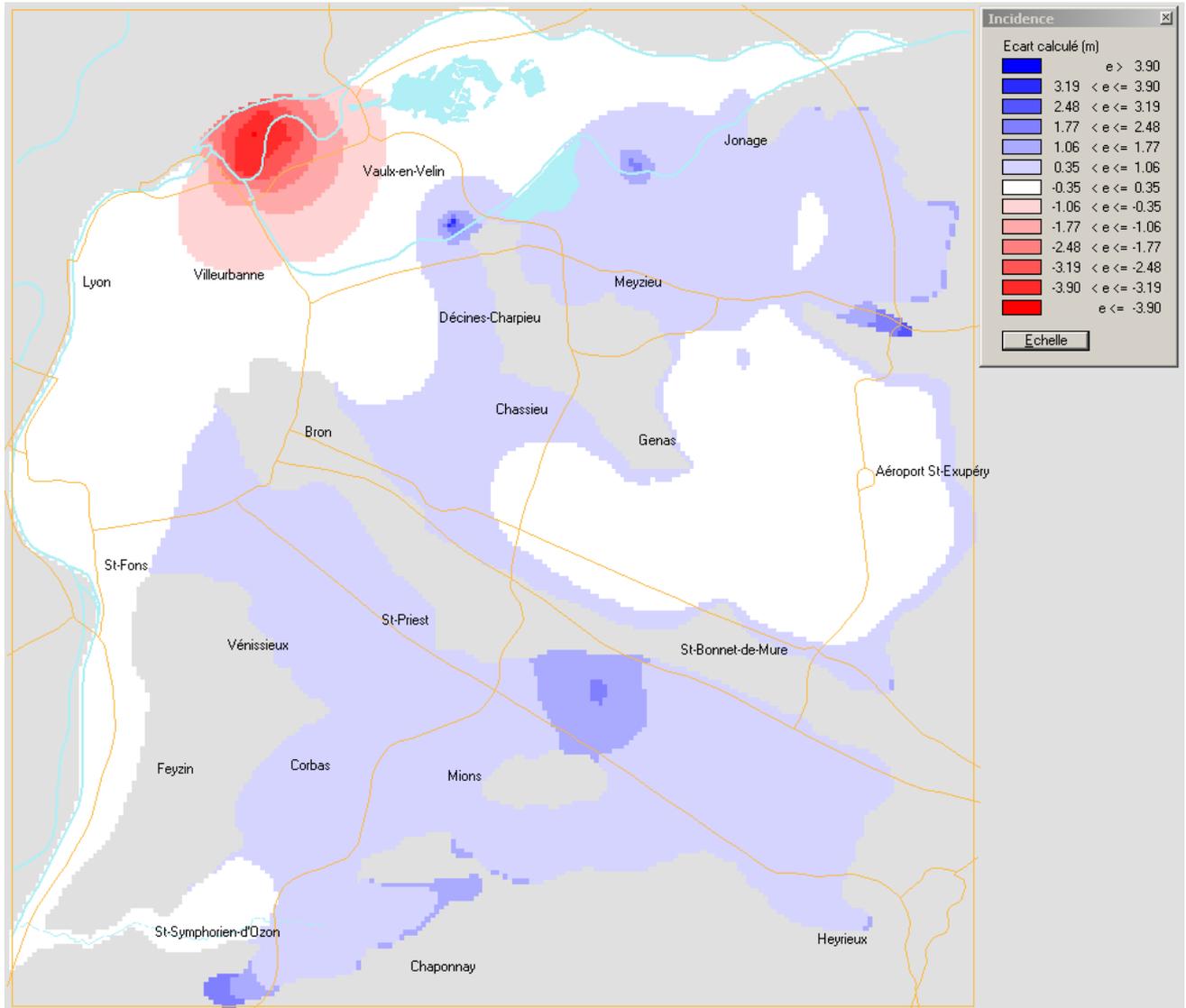


Figure 7 : Simulation 2 - Bilan piézométrique après un an de retour à la normale (entre le 01/09/2011 et 01/09/2012)

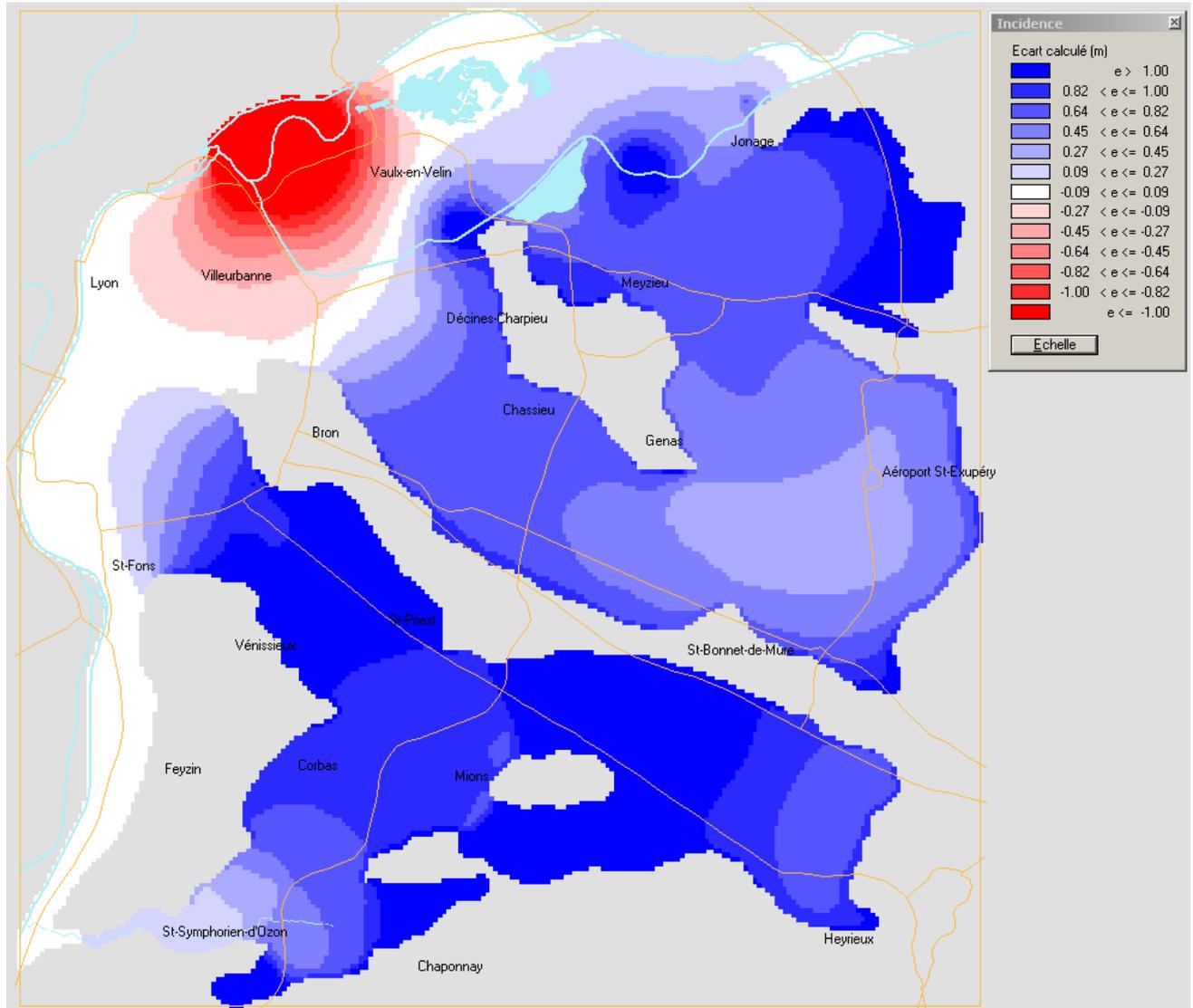


Figure 8 : Simulation 2 - Carte d'incidence entre le niveau simulé au 01/09/2010 et le niveau final au 01/09/2012 (2 ans)

Remarque : L'échelle des valeurs des cartes d'incidences est adaptée automatiquement à chaque cas par le logiciel NAPELY, elle est donc susceptible de changer d'une carte à l'autre.

2.3 Baisse des prélèvements

Il s'agit ici d'évaluer l'impact d'une diminution des volumes prélevés de tous les usages confondus sauf AEP. Les trois simulations proposées seront basées sur le même modèle auquel on appliquera successivement une restriction des usages (sauf AEP) de 50%, 20% et enfin 10%.

2.3.1.1 Etat initial

L'état initial a été fixé au 01/01/2010 correspondant au modèle de référence.

2.3.1.2 Paramètres d'entrée

Durée de simulation :

La durée de simulation est fixée à 8 ans.

La recharge :

Nous utiliserons la recharge réelle enregistrée des années 2006 à 2009 inclus. Ces données sont caractéristiques d'une recharge assez faible si on considère l'historique acquis depuis 1991. Cependant, on observe un certain changement de climatologie depuis les années 2000 qui se traduit par une diminution de la recharge efficace de l'ordre de 50 mm par an (calculé entre la moyenne globale et la moyenne depuis 1999). Ainsi, la recharge considérée dans cette approche est typiquement une recharge caractéristique moyenne des années 2000.

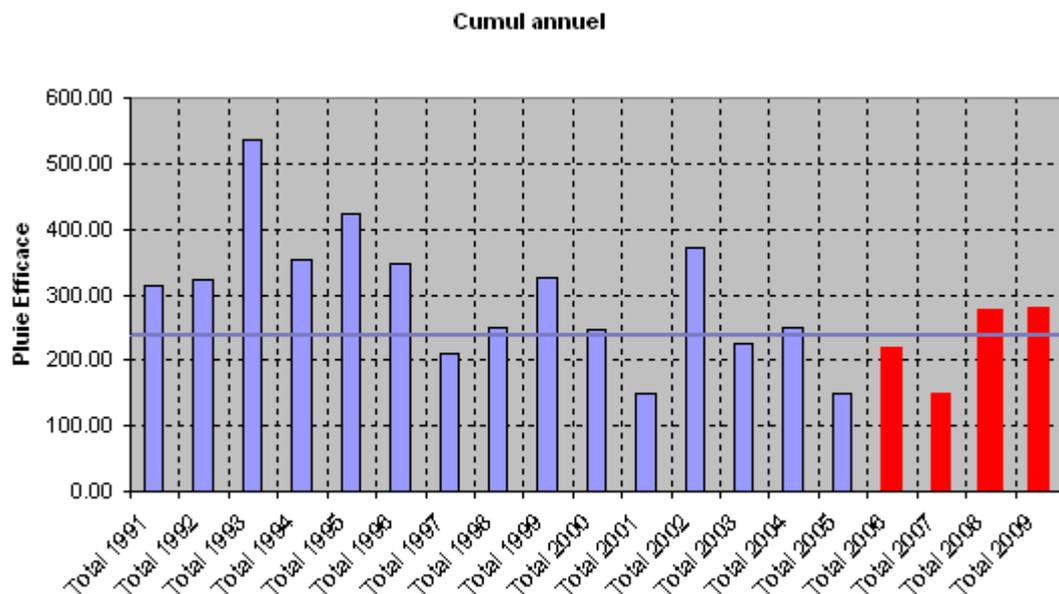


Figure 9 : Pluie efficace annuelle (Station de Colombier-Saugnieu)

1991 à 2009		1999 à 2009	
Min	148.50	Min	148.50
Max	536.60	Max	372.70
Moyenne	283.91	Moyenne	231.61
écart type	98.65	écart type	73.06
médiane	276.00	médiane	247.10

Tableau 3 : Statistiques descriptives de la pluie efficace en mm/an (station de Colombier Saugnieu)

La répartition temporelle de la chronique de pluie efficace intervenant de 2006 à 2009 est détaillée dans le graphique ci-dessous. On observe la bonne recharge de l'hiver 2008-2009 correspondant à une succession d'évènements pluvieux significatifs allant de 28 mm à 91 mm.

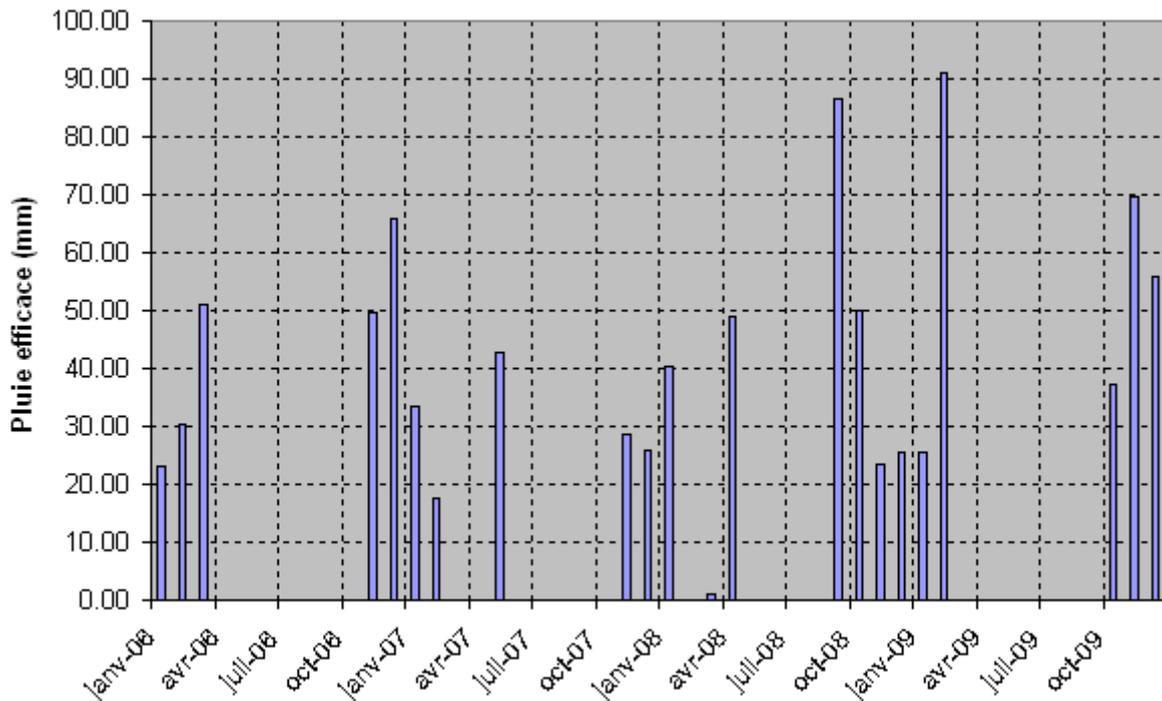


Figure 10 : Chronique de la pluie efficace de 2006 à 2009 d'après Météo France

Les prélèvements:

Nous avons pris en compte les prélèvements de l'année 2007 issues de la base de données GESLY pour tous les usages, excepté au niveau du SMHAR. Le volume déclaré en 2007 a été diminué de 50%, 20% puis 10% pour correspondre aux paramètres décrits dans le tableau 1, à l'exception des captages AEP maintenus à leur volume initial de 2007.

Concernant le SMHAR nous nous sommes basés sur les volumes réels déclarés à l'Agence de l'Eau RMC pendant la période 2006 à 2009 inclus (période durant laquelle le volume total maximal correspond au volume maximal prescrit dans l'accord cadre de 2007). Nous avons ensuite réduit les prélèvements en fonction des coefficients retenus : 10%, 20% ou 50%.

Décines				
NB forages	91			
Avec Volume	34	AEP	Industrie	Irrigation
Volume total m ³	2176400	106500	1882840	187060
Mezieu				
NB forages	53			
Avec Volume	38	AEP	Industrie	Irrigation
Volume total m ³	4098296	606466	632350	2859480
Heyrieux Amont				
NB forages	51			
Avec Volume	29	AEP	Industrie	Irrigation
Volume total m ³	6514307	4145800	1425210	943297
Heyrieux Aval Ozon				
NB forages	96			
Avec Volume	40	AEP	Industrie	Irrigation
Volume total m ³	4159682	1057500	735931	2366251
Heyrieux Aval Vénissieux				
NB forages	36			
Avec Volume	27	AEP	Industrie	Irrigation
Volume total	2109671	0	2007071	102600
3 couloirs				
NB forages	327			
Avec Volume	168	AEP	Industrie	Irrigation
Volume total m ³	19058356	5916266	6683402	6458688

Tableau 4 : Synthèse des volumes prélevés par usage issus de la base de données GESLY

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 23

2.3.2 Simulation n°3

Cette simulation correspond à une diminution du volume prélevé de 50%, soit une réduction d'environ 6.57 Mm³ sur l'ensemble des trois couloirs. Le tableau suivant résume les modifications de volume apportées par couloirs :

	Total	Heyrieux Aval Vénissieux	Heyrieux Aval Ozon	Heyrieux Amont	Meyzieu	Décines
-50%	6571045	1 054 835.5	1 551 091	1 184 253.5	1 745 915	1 034 950

Tableau 5 : Impact de la réduction de 50 % du volume prélevé par couloir

La durée de simulation a été réduite à 4 ans en raison de la bonne réaction du niveau de la nappe.

Sur la carte d'incidence correspondant à la différence du niveau piézométrique entre le 01/01/2010 et le niveau simulé au 01/01/2014, on observe la tendance générale à l'augmentation du niveau piézométrique.

Dans l'ensemble les secteurs les plus sensibles à une réduction des prélèvements sont localisés au niveau des zones de prélèvement du SMHAR (environ 1.3 m sur les piézomètres Genas et bois du Chêne) ainsi que dans le secteur Aval Vénissieux (de 1.15 à 1.5 m) fortement exploité par les industriels. On peut noter aussi la remontée visible dans le secteur du marais de Charvas (de 1 à 1.5 m) et au Sud du secteur de l'Ozon (de 70 cm à 4 m).

Sur les zones restantes le niveau piézométrique remonte de 60 à 90 cm.

Les chroniques piézométriques simulées (cf. Annexe n°3) mettent en évidence la bonne réaction aux dernières précipitations durant l'année 2008 et 2009. On constate en effet la forte contribution de la période de recharge de fin 2008-début 2009 sur la remontée du niveau de la nappe. Sur la période précédente de 2006 à la fin de l'étiage 2008, la tendance reste stable ou en très légère hausse ce qui marque un certain équilibre entre la recharge et les prélèvements à l'échelle interannuelle.

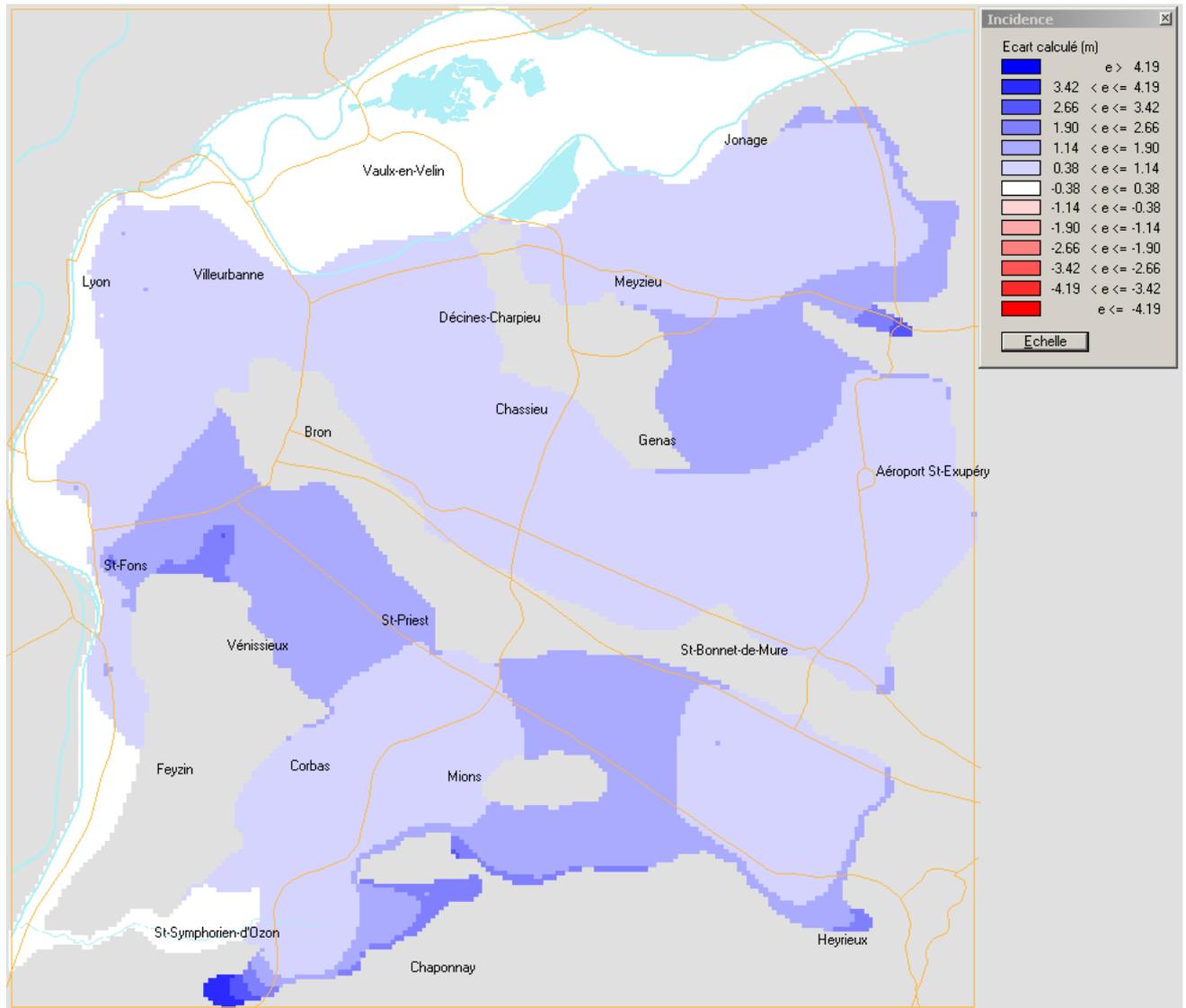


Figure 11 : Simulation 3 - Carte d'incidence à la suite d'une diminution du volume prélevé de 50%

2.3.3 Simulation n°4

Cette simulation correspond à la diminution de 20% de tous les prélèvements sauf AEP.

A grande échelle, la carte d'incidence calculée entre l'état initial et l'état final montre une remontée du niveau piézométrique sur l'ensemble des 3 couloirs de 50 cm à 1.5 m au maximum.

Le couloir d'Heyrieux est logiquement le plus sensible à la baisse des prélèvements puisqu'il s'agit du couloir le plus fortement sollicité (12 Mm³ en 2007, plus de 67% du volume total prélevé sur les 3 couloirs).

Les chroniques piézométriques (cf. Annexe n°4) mettent en évidence la bonne remontée du niveau de la nappe lors des premières années de restriction. Ainsi une diminution des prélèvements de 20 %, couplée à une recharge moyenne, entraîne une remontée de nappe significative sur le long terme.

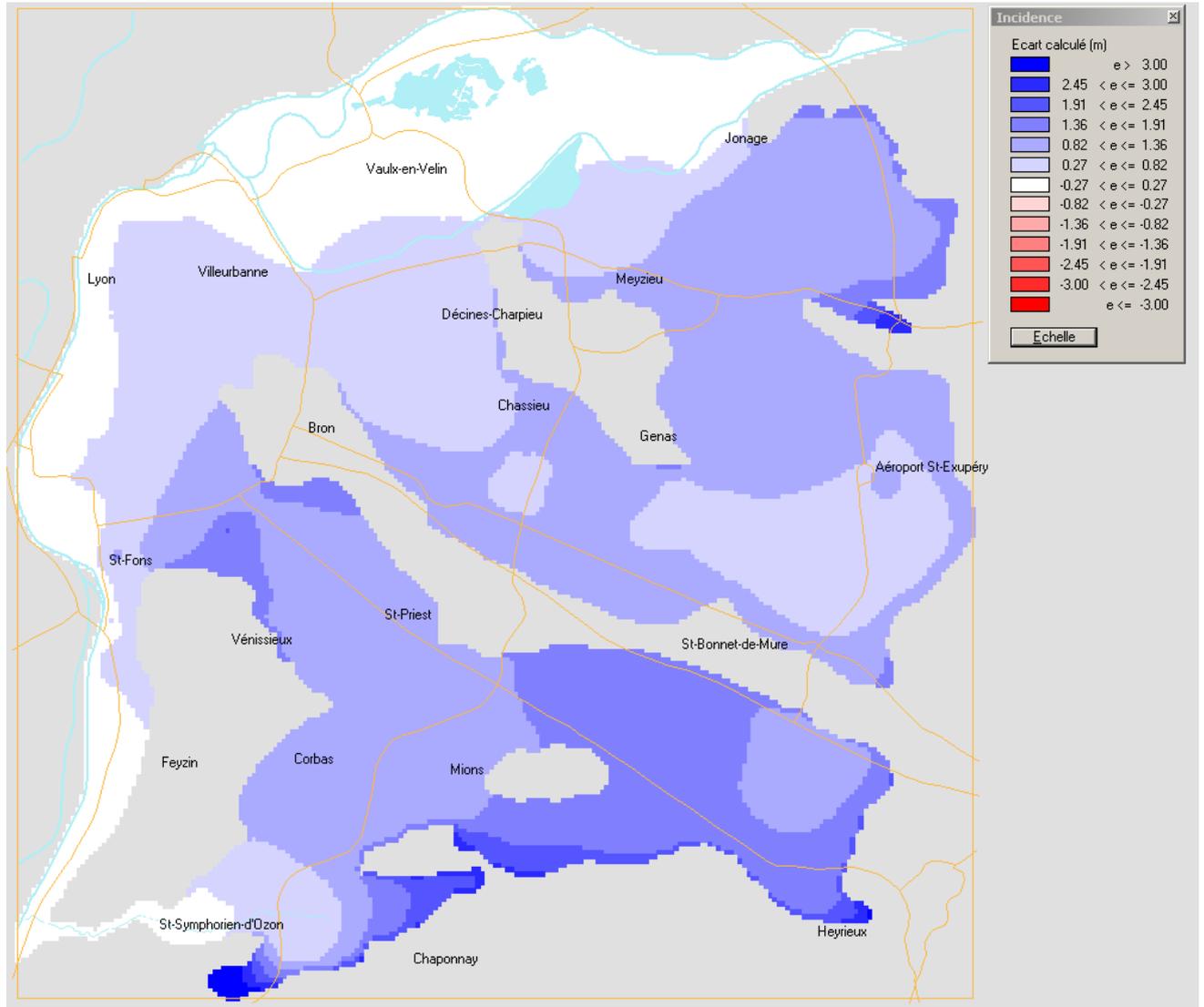


Figure 12 : Simulation 4 - Carte d'incidence suite à la restriction des usages de 20% entre le niveau initial et le niveau final simulé

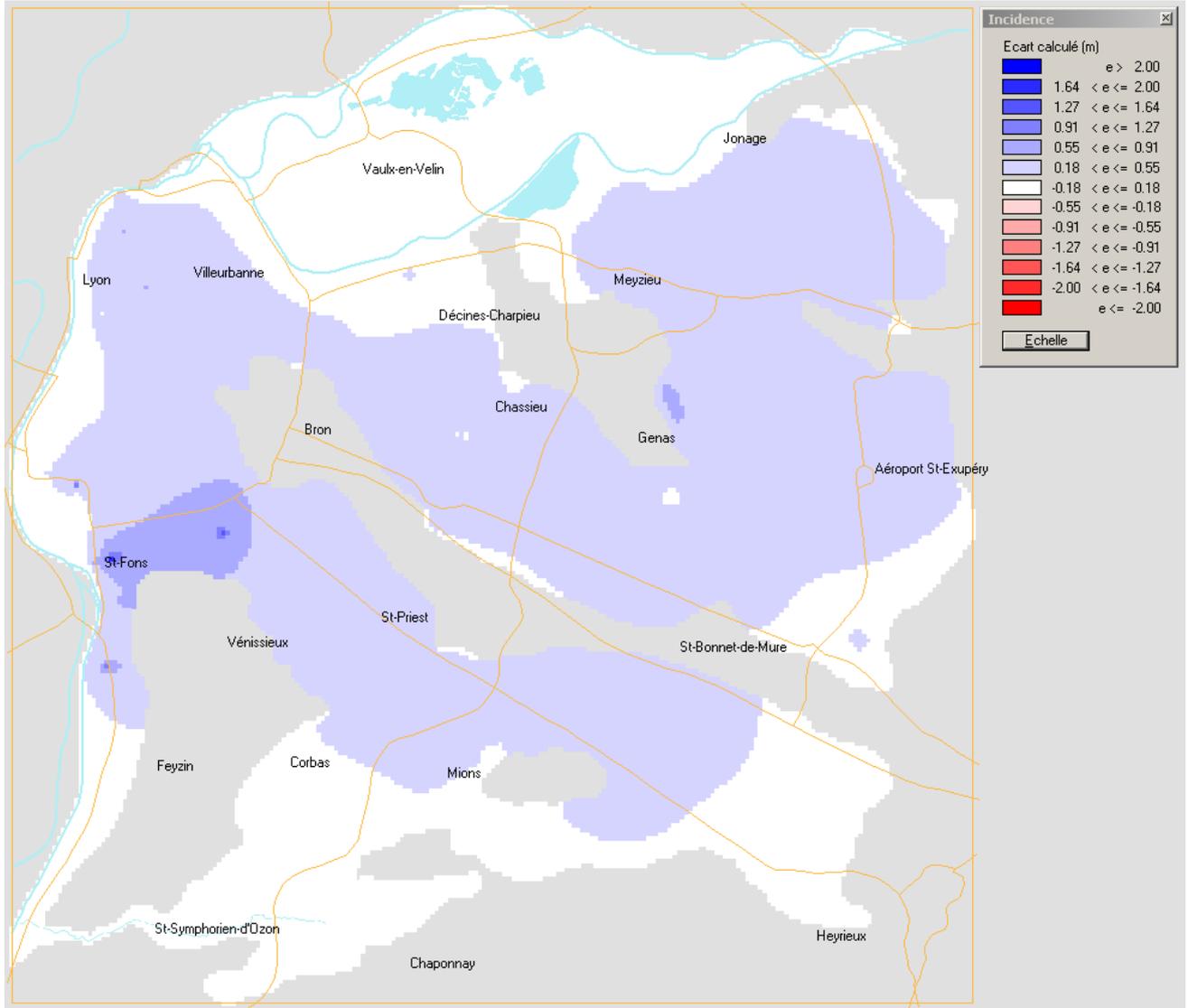


Figure 13 : Simulation 4 - comparaison du niveau piézométrique simulé au 01/01/2014 entre la réduction de 50 % et de 20%

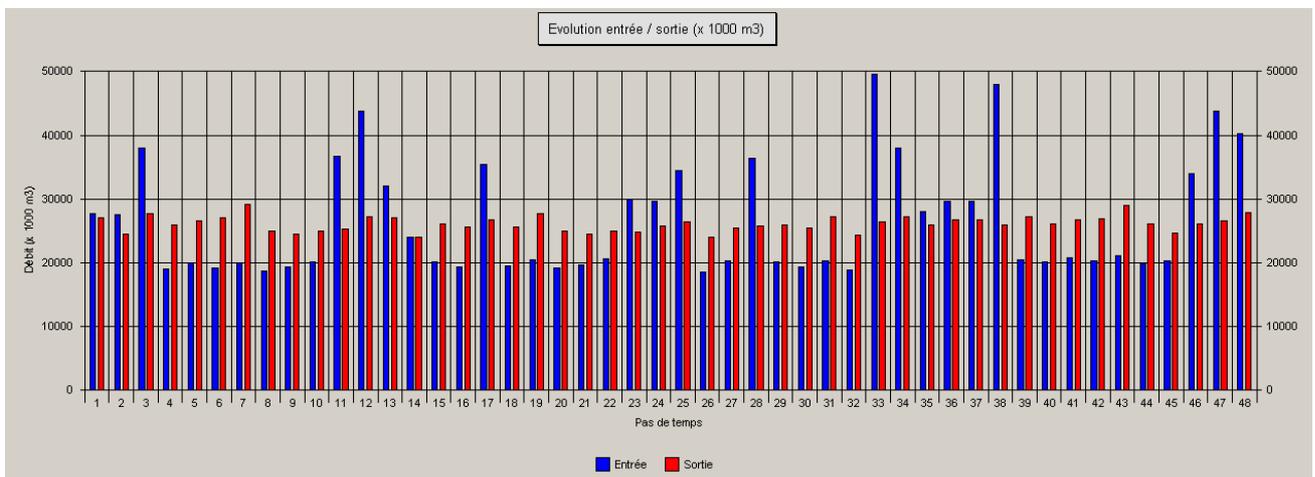


Figure 14 : Simulation 4 - bilan des flux entrant et sortant

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 27

2.3.4 Simulation n°5

Nous avons appliqué le même principe que pour la simulation n°4 en tenant compte d'une réduction des prélèvements de 10%, soit une augmentation de 10% par rapport à la simulation précédente.

Au final la remontée du niveau piézométrique est du même ordre de grandeur que celle observée dans la simulation précédente. Les courbes piézométriques sont disponibles Annexe n°5.

L'analyse montre que l'écart entre les deux simulations est d'environ 10 à 20 cm à l'échelle du couloir (cf. carte d'incidence entre le niveau final observé de la simulation 4 et 5 Annexe n°6).

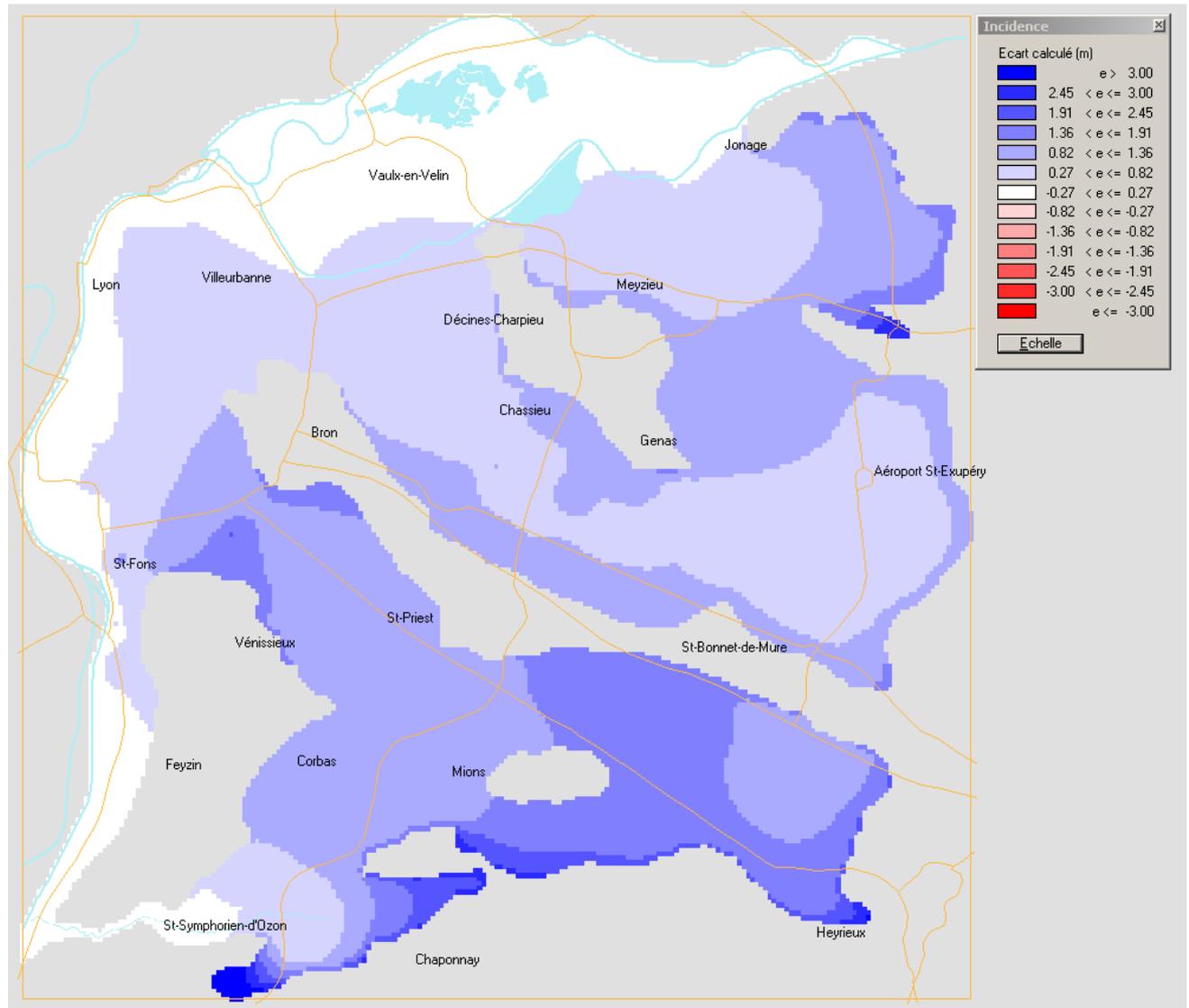
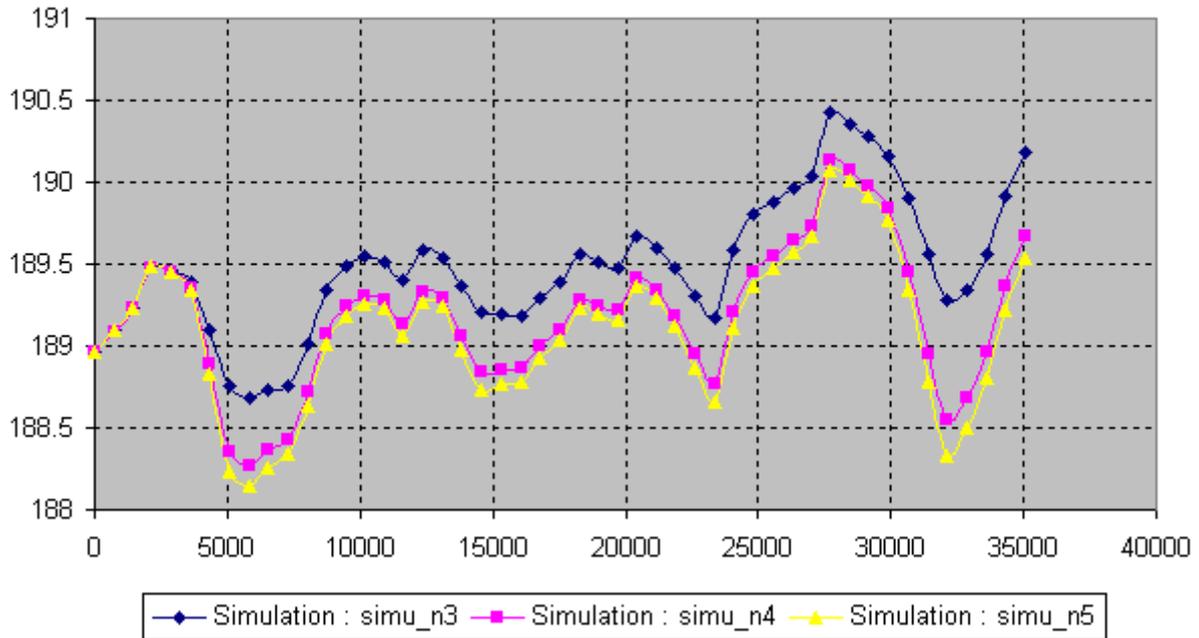


Figure 15 : Simulation 5 - Carte d'incidence suite à la restriction des usages de 10%

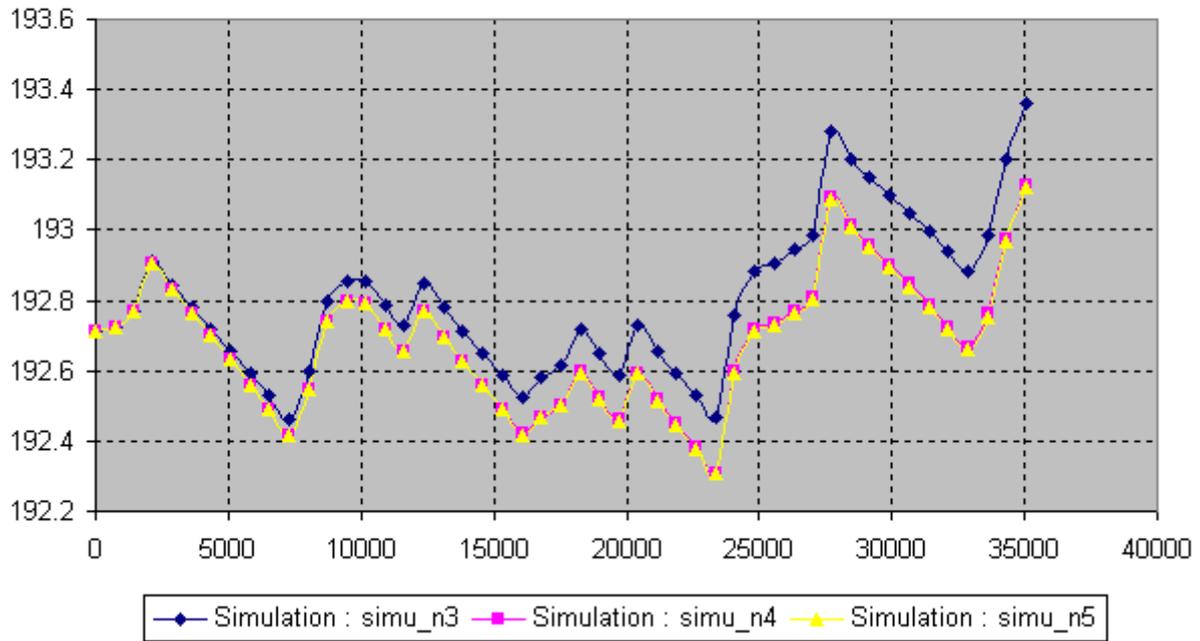
2.3.5 Bilan graphique des simulations n°3, n°4 et n°5

Les graphiques suivants présentent l'évolution comparative des niveaux piézométriques calculés pour les simulations 3, 4 et 5 pour les piézomètres repères les plus remarquables dans l'Est lyonnais.

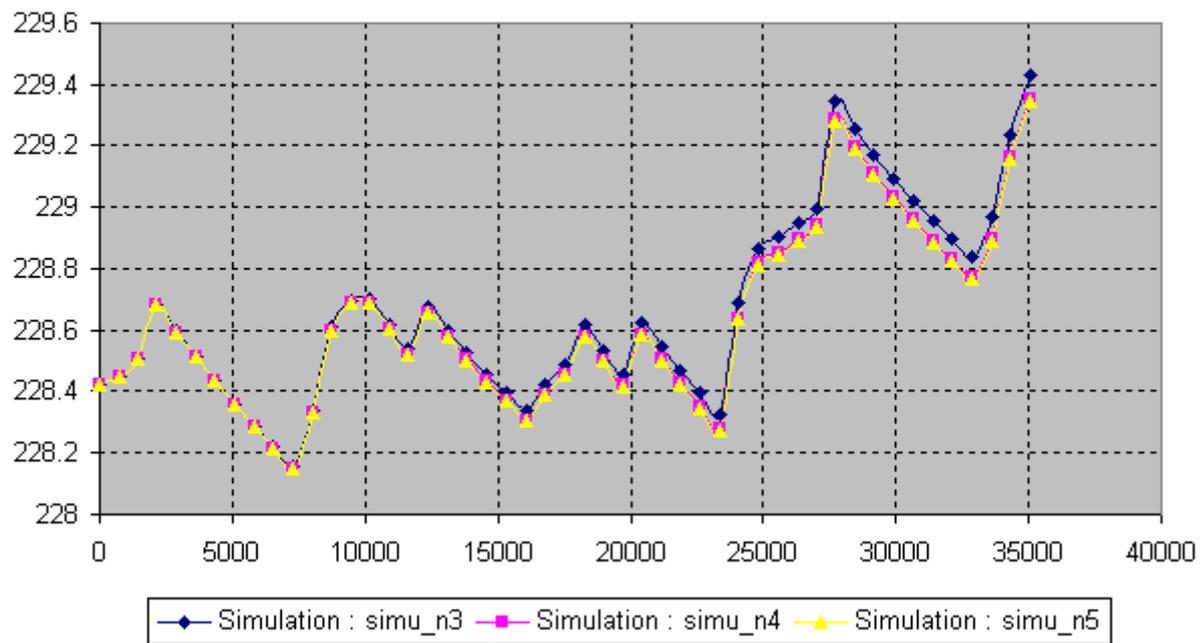
DIREN Bouvarets



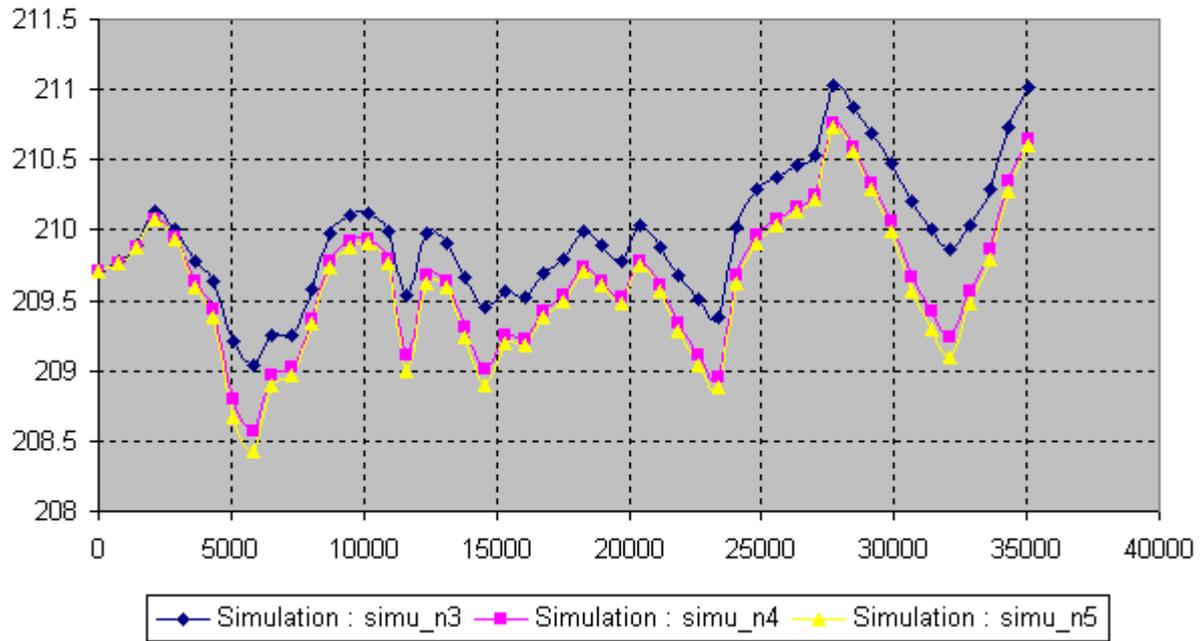
BRGM Genas



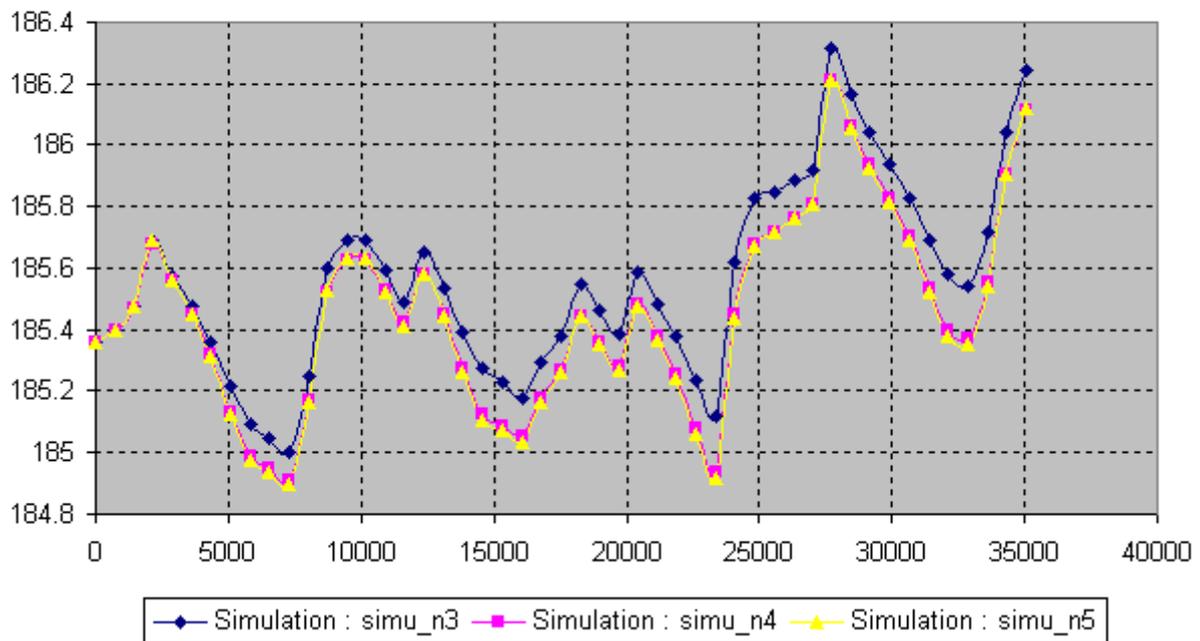
DIREN Buclay



DIREN Heyrieux



DIREN Corbas



2.4 Changement Climatique

2.4.1 Simulation n°6

Cette simulation correspond à un enchainement de plusieurs années caractéristiques d'une année sèche. Il s'agit ici de simuler le comportement de la nappe suite à une modification de la recharge et d'identifier les secteurs les plus vulnérables.

2.4.1.1 Etat initial

L'état initial a été fixé au 01/01/2010 correspondant au modèle de référence.

2.4.1.2 Paramètres d'entrée

Durée de simulation :

La durée de simulation est de 8 ans.

La recharge :

Nous utiliserons la recharge réelle enregistrée lors de l'année 2005. Cette recharge est inférieure de 150 mm par rapport à la recharge moyenne. Elle correspond à une des 2 plus faible recharge enregistrée sur la station de Colombier-Saugnieu avec l'année 2007.

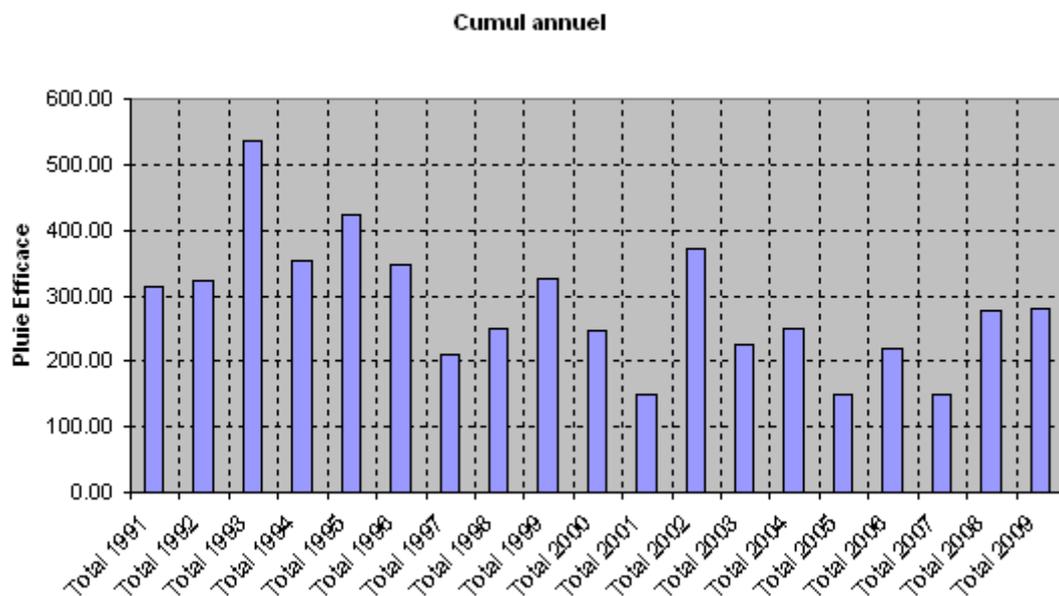


Figure 16: Pluie efficace annuelle (Station de Colombier-Saugnieu)

Les prélèvements:

Nous avons pris en compte les prélèvements de l'année 2007 issues de la base de données GESLY pour tous les usages exceptés au niveau du SMHAR.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 32

Concernant le SMHAR nous nous sommes basé sur les volumes réels déclarés à l'Agence de l'Eau RMC en 2005. A noter que les prélèvements sur le secteur du Bois du Chêne ont été réduits pour correspondre au volume maximal prélevable prescrit dans l'accord cadre de 2007, soit 1,1 Mm³.

2.4.1.3 Résultats et interprétation

L'enchaînement des années à faible recharge sur une période de 8 ans entraine une diminution générale du niveau piézométrique pouvant atteindre plusieurs mètres à l'issue de la simulation.

Les couloirs de Meyzieu et Décines évoluent de manière identiques et semblent les plus vulnérables avec en particulier le secteur du marais de Charvas dont le niveau chute de 2,8 m en moyenne.

Sur le couloir d'Heyrieux, le secteur du Bois du Chêne apparaît comme le plus sensible.

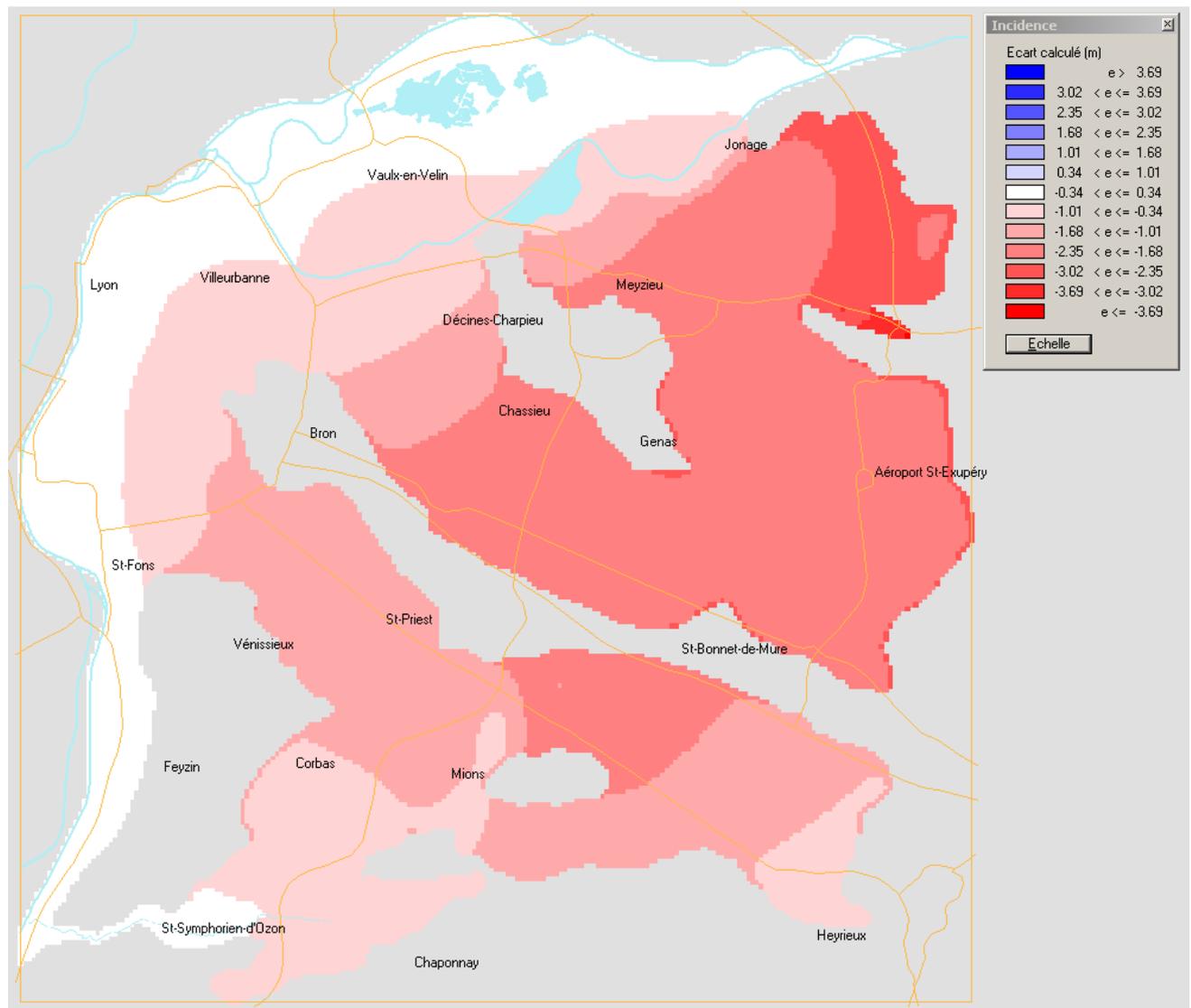


Figure 17 : Simulation 6 - Carte d'incidence après 8 ans

2.5 Simulation n°7

Cette simulation a pour but d'étudier le comportement de la nappe lorsque tous les ouvrages sont exploités à leur débit maximal. Or, la base de données GESLY comporte assez peu de renseignements sur les volumes maximaux autorisés pour les pompages exploitant les alluvions fluvio-glaciaires. Dans ce contexte cette simulation ne peut être effectuée, une mise à jour de la base de données est nécessaire pour pouvoir poursuivre la simulation.



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 34

3 Bilan de fonctionnement hydrologique

3.1 Couloir de Décines

L'aquifère fluvio-glaciaire dans le couloir de Décines s'étend sur un bassin versant d'environ 55.5 km² dont la surface d'affleurement des alluvions fluvioglaciaires est estimée à 46.4 km². L'épaisseur des alluvions varie de 25 à 35 m sur l'ensemble du couloir et l'on estime que l'épaisseur de la zone saturée est comprise entre 15 et 20 m depuis les bordures jusqu'au centre du couloir.

3.1.1 Alimentation de l'aquifère

L'aquifère est principalement alimenté par la pluie dont le volume entrant, calculé à partir de la pluie efficace moyenne mesurée sur la station de Colombier-Saugnieu depuis 1999 (230 mm), est estimé à environ 12.7 Mm³/an.

On peut également signaler que la nappe du couloir d'Heyrieux présente un niveau plus haut (d'environ 5 à 10 m) que dans le couloir de Décines : ainsi, des échanges du couloir d'Heyrieux vers celui de Décines sont possibles à travers la colline morainique de St-Priest/St-Bonnet-de-Mure et l'aquifère molassique. La quantification de ce volume est toutefois difficile à estimer.

3.1.2 Flux sortant

D'après le recensement effectué en 2008, le couloir de Décines compte 126 points de prélèvements (dont 40 pour lesquels le volume prélevé est connu) pour un volume annuel de 3,10 Mm³/an.

Parmi ces 126 points de prélèvements, on dénombre :

- 1 usage AEP ou assimilé, en l'occurrence le captage de l'Afrique, pour un cumul de 106 000 m³/an,
- 53 usages industriels (dont 27 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 2,7 Mm³,
- 26 usages agricoles (dont 12 volumes prélevés) pour un volume annuel de 275 000 m³,
- 46 usages indéfinis, pour lesquels le volume prélevé n'est pas connu.

La pression exercée par les prélèvements dans ce couloir est donc limitée et majoritairement causée par les industriels.

A titre de comparaison l'état des lieux effectué en 2005 par le SAGE d'après les données 2002 estimait le volume prélevé tous usages confondus à 5.389 Mm³/an (2% AEP, 24 % Irrigation, 74 % industrie).

En dernier lieu, le volume calculé d'après la base de données GESLY, filtré sur les ouvrages exploitant l'aquifère fluvio-glaciaire du couloir de Décines est de 2.17 Mm³/an (cf. graphique suivant pour répartition par usage).

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 35



■ AEP ■ Industrie □ Irrigation

D'autre part, l'alimentation de la nappe de Miribel-Jonage depuis le couloir de Décines est estimée dans le modèle Napely entre 200 et 400 l/s (12.6 Mm³/an).

D'après le modèle Napely, le flux sortant à l'aval du couloir de Décines calculé en régime permanent est d'environ 6,5 Mm³/an.

3.1.3 Piézométrie

A l'heure actuelle, le suivi continu du SAGE est assuré par 4 piézomètres. L'altitude de la nappe varie de 196 m NGF en amont à 183 m NGF au niveau du point situé le plus en aval. Les variations annuelles sont de l'ordre de 2 m et sont surtout visibles lors des périodes de recharges ce qui principalement du à l'absence d'importants prélèvements agricoles.

Le détail des chroniques piézométriques enregistrées et interprétation est effectué au chapitre 4 de l'étude.

3.1.4 Vulnérabilité

Sur le plan quantitatif, la vulnérabilité de ce secteur est moindre vis-à-vis du bon potentiel hydraulique de l'aquifère et des volumes sortants estimé. Il apparait toutefois, que le volume excédentaire entrant n'est pas retranscrit par une augmentation du niveau de la nappe au niveau des points et donc contribue à l'alimentation de la nappe alluviale du Rhône à l'aval du couloir. En terme quantitatif ce volume reste faible par rapport au flux transitant au travers de l'aquifère des alluvions du Rhône.

Ce couloir ne présente pas non plus de milieu naturel d'intérêt hydraulique ou aquatique remarquable.

3.2 Couloir de Meyzieu

La superficie du bassin versant des alluvions fluvio-glaciaires dans le périmètre du SAGE est d'environ 113 km². L'épaisseur de la formation fluvio-glaciaire varie entre 30 et 70 m.

3.2.1 Alimentation de l'aquifère

Le volume d'eau apporté par la pluie est estimé à 25.99 Mm³/an. Comme le couloir de Décines, on peut supposer qu'un échange est possible avec le couloir d'Heyrieux dans le secteur de St-Laurent-de-Mure via l'aquifère molassique, le flux échangé restant difficilement quantifiable.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 36

3.2.2 Flux sortant

D'après le recensement effectué en 2008, le couloir de Meyzieu compte 68 points de prélèvements (dont 47 pour lesquels le volume prélevé est connu) pour un volume annuel de 5,44 M m³.

Parmi ces 68 points de prélèvements, on dénombre :

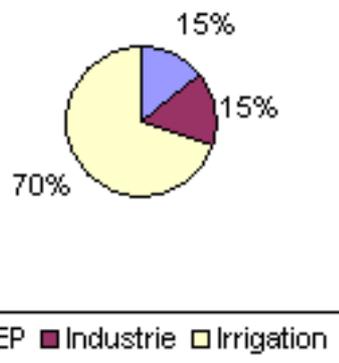
- 4 usages AEP ou assimilé (distribution publique de l'aéroport), pour un cumul de 606 000 m³,
- 21 usages industriels (dont 15 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 1,7 Mm³ dont le principal prélèvement est sur l'aéroport,
- 31 usages agricoles (dont 28 avec un volume prélevé) pour un volume annuel de 3,16 Mm³, essentiellement pour le SMHAR Genas,
- 12 usages indéfinis, pour lesquels le volume prélevé n'est pas connu.

La pression exercée par les prélèvements dans ce couloir est donc assez importante, localisée majoritairement dans la moitié aval du couloir et marquée par le pompage du SMHAR Genas.

L'évolution des volumes déclarés à l'Agence de l'Eau RMC depuis 1991 montre un volume prélevé de base sur lequel viennent d'ajouter les prélèvements agricoles, facilement repérables grâce à leur calendrier spécifique. Ces prélèvements agricoles conduisent à des volumes très importants sur les mois de juillet et août depuis 1991. En termes de tendance d'évolution, les prélèvements agricoles montrent des fluctuations avec des volumes plus importants prélevés en 1991 et 2003. Pour le reste, il est difficile de donner une tendance d'évolution tant le volume prélevé semble négligeable par rapport aux prélèvements agricoles.

Le volume calculé par le SAGE sur les données 2002 était de 7.2 Mm³ (12% AEP, 78% irrigation, 11% Industrie).

Enfin, le volume calculé à partir de la base de données GESLY sur de 53 forages renseignés en volume est de 4.09 Mm³, se répartissant selon le graphique suivant.



Le Flux sortant à l'aval du couloir déterminé à partir du modèle Napely en régime permanent est d'environ 21 Mm³/an.

3.2.3 Piézométrie

Le réseau de suivi quantitatif du SAGE comprend 6 piézomètres bien répartis de l'amont vers l'aval du couloir. Le niveau varie entre 198 m NGF et 183 m NGF. Les fluctuations annuelles sont importantes en particulier dans le secteur d'Azieu dont les variations peuvent être supérieures à 4 m.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 37

3.2.4 Vulnérabilité

Ce couloir présente plusieurs zones vulnérables sur le plan quantitatif :

- le secteur d'Azieu est un lieu de forte pression d'exploitation lors des périodes d'étiage qui présente de fortes variations à l'échelle annuelle ;
- le secteur du marais de Charvas situé au Sud de la commune de Jons est une zone humide comprenant un milieu aquatique au fonctionnement sans doute partiellement phréatique (à confirmer par l'étude en cours sur les zones humides du SAGE).

3.3 Couloir d'Heyrieux

Ce couloir possède une superficie totale de 230 km² environ sur le périmètre du SAGE. Il a ensuite été divisé en 3 sous bassins possédant des caractéristiques hydrologiques et d'exploitation différentes :

- Heyrieux Amont (65.47 km²) ;
- Vénissieux (24.1 km²) ;
- Aval Ozon (83.45 km²).

La superficie totale du bassin versant est estimée à 173 km².

Globalement, l'épaisseur des alluvions quaternaires varie de 30 à 50 m sur le secteur amont. Dans les zones aval l'épaisseur est d'environ 20 m.

La zone saturée correspondante est assez importante dans le secteur amont où elle peut atteindre 40 m et plus restreinte à l'aval (0 à 5 m), soit une moyenne de 20 m.

3.3.1 Alimentation de l'aquifère

Le volume apporté par la pluie sur l'ensemble des 3 secteurs est d'environ 39.7 Mm³/an :

	Superficie du bassin versant (km ²)	Volume apporté par la pluie (m ³)
Heyrieux amont	65.47	15 058 100
Vénissieux	24.1	5 543 000
Ozon	83.45	19 193 500

Tableau 6 : Superficie et volume d'eau apporté par les précipitations sur le couloir d'Heyrieux

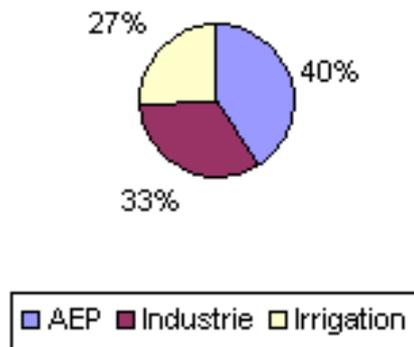
3.3.2 Flux sortant

Le bilan annuel des prélèvements effectué en 2005 par le SAGE d'après les données 2002 était de 9.096 Mm³ (18% AEP, 32% Irrigation, 50% Industrie).

En 2009, le bilan effectué à l'issue de la phase 1 de l'étude GESLY était de 14.97 Mm³/an.

Le volume calculé d'après la base de données GESLY (données 2007) est de 12.78 Mm³/an, se répartissant selon le graphique suivant.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 38



Le flux total transitant à l'aval du couloir d'Heyrieux au niveau des subdivisions de l'Ozon et de Vénissieux est compris entre 7 et 10 Mm³/an d'après les résultats du modèle en régime permanent. A noter qu'une partie assez importante du flux est capté par la rivière de l'Ozon dans le secteur Sud-Ouest qui draine environ 13 Mm³/an, ce qui explique la relative faiblesse du volume sortant par rapport à la superficie du couloir.

3.3.2.1 Zone amont du couloir d'Heyrieux

D'après le recensement effectué en 2008, la zone amont du couloir d'Heyrieux compte 62 points de prélèvements (dont 34 pour lesquels le volume prélevé est connu) pour un volume annuel de 7,96 Mm³.

Parmi ces 62 points de prélèvements, on dénombre :

- 7 usages AEP ou assimilé (dont 7 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 4,5 Mm³ dont 3,95 pour le seul captage des 4 chênes,
- 20 usages industriels (dont 14 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 1,6 Mm³,
- 17 usages agricoles (dont 13 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 1,8 Mm³,
- 18 usages indéfinis, pour lesquels le volume prélevé n'est pas connu.

La pression exercée par les prélèvements dans ce couloir est donc importante et variée en termes d'usage avec un captage AEP à fort débit de prélèvement mais aussi le captage du SMHAR (Bois du Chêne) et plusieurs captages industriels. Elle est par ailleurs inégalement répartie puisque la majorité des prélèvements sont regroupés dans le même secteur Nord.

L'évolution des volumes déclarés à l'Agence de l'Eau RMC depuis 1991 est présentée montre au premier regard une hausse des volumes prélevés depuis 2003, causée par la hausse du débit de prélèvement des captages AEP. Auparavant, on n'observe pas d'évolution particulière de 1991 à 2002.

On observe également la présence de prélèvements agricoles les mois d'été. Ceux-ci contribuent à la forte sollicitation de l'aquifère lors de cette période estivale puisque les autres prélèvements ne s'interrompent pas ; on a alors un effet cumulatif qui conduit à des volumes prélevés importants.

3.3.2.2 Zone aval Ozon du couloir d'Heyrieux

D'après le recensement effectué en 2008, la zone aval Ozon du couloir d'Heyrieux compte 168 points de prélèvements (dont 38 pour lesquels le volume prélevé est connu) pour un volume annuel de 5,53 Mm³.

Parmi ces 168 points de prélèvements, on dénombre :

- 4 usages AEP ou assimilé (dont 4 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 1,06 Mm³,
- 30 usages industriels (dont 6 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 740 000 m³,
- 57 usages agricoles (dont 28 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 3,74 Mm³,
- 77 usages indéfinis, pour lesquels le volume prélevé n'est pas connu.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 39

La pression exercée par les prélèvements dans ce couloir est donc importante et majoritairement causée par les usages agricoles. En outre, il est possible que ce recensement sous estime les prélèvements agricoles (cressonnière, forages agricoles individuels) dans un secteur marqué par une forte activité agricole.

L'évolution des volumes déclarés à l'Agence de l'Eau RMC depuis 1991 montre une stabilité des prélèvements sur la période d'observation avec toutefois une légère tendance à la baisse, plus visible en 2007.

On note par ailleurs l'influence des prélèvements agricoles en période estivale, bien que celle-ci soit beaucoup moins marquée que sur le secteur amont de ce même couloir d'Heyrieux.

Enfin, le volume sortant drainé par l'Ozon et estimé à partir du débit de la rivière mesuré par la DIREN entre 1972 et 1983, est de 17.28 Mm³/an (soit environ 550 l/s en moyenne).

3.3.2.3 Zone aval Vénissieux du couloir d'Heyrieux

D'après le recensement effectué en 2008, la zone aval Vénissieux du couloir d'Heyrieux compte 48 points de prélèvements (dont 16 pour lesquels le volume prélevé est connu) pour un volume annuel de 1,48 Mm³.

Parmi ces 48 points de prélèvements, on dénombre :

- aucun usage AEP ou assimilé,
- 20 usages industriels (dont 11 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 1,2 Mm³ dont 404 000 m³ pour le site RVI,
- 9 usages agricoles (dont 5 avec un volume prélevé), pour un volume annuel de 287 000 m³,
- 19 usages indéfinis, pour lesquels le volume prélevé n'est pas connu.

La pression exercée par les prélèvements dans ce couloir est donc limitée et causée exclusivement par les usages industriels.

L'évolution des volumes déclarés à l'Agence de l'Eau RMC depuis 1991 montre une tendance forte et régulière à la baisse depuis 1991. Les volumes déclarés ont ainsi été divisés par 5 en moins de 20 ans dans ce secteur, ce qui est important pour la gestion de la ressource en eau souterraine. Cette diminution s'explique à la fois par des arrêts d'activités industrielles dans ce secteur mais aussi par la mise en place de process plus économes en eau au sein des industries.

3.3.3 Piézométrie

Dans le secteur amont le niveau de la nappe varie de 228 m NGF à l'amont à environ 207 m NGF au niveau du captage AEP de Saint-Priest. L'amplitude des variations annuelles est assez hétérogène, elle varie de 1 m à plus de 3 m au niveau du Bois du Chêne.

Dans le secteur de Vénissieux, le niveau moyen indiqué par le piézomètre est de 185 m NGF. Les variations annuelles sont faibles.

Le niveau de nappe dans le secteur de l'Ozon varie de 185.5 m NGF sur le piézomètre amont à 184.5 m NGF sur le piézomètre situé au centre du bassin. Les variations annuelles enregistrées sont de l'ordre 1 à 2 m.

3.3.4 Vulnérabilité

Il s'agit du couloir le plus vulnérable sur le plan quantitatif en raison de la forte exploitation (secteur exploité par le SMHAR et captage AEP de St-Priest) et de la présence de milieux naturels (zones humides liées à l'Ozon).

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 40

3.4 Bilan sur les 3 couloirs

3.4.1 Alimentation par les précipitations

L'estimation du volume est donnée à partir d'une pluie efficace de 230 mm/an correspondant à la moyenne pluviométrique efficace calculée par Météo-France sur la station de Colombier-Saugnieu entre 1999 et 2009.

	Superficie du bassin versant (km ²)	Volume apporté par la pluie (m ³)
Décines	55.53	12 771 900
Meyzieu	113	25 990 000
Heyrieux amont	65.47	15 058 100
Vénissieux	24.1	5 543 000
Ozon	83.45	19 193 500
Total	341.55	78 556 500

Tableau 7 : Bilan du volume entrant apporté par les précipitations

3.4.2 Prélèvements

Le bilan des prélèvements a été effectué à partir des données de la base de données GESLY correspondant aux valeurs recueillies en 2007 (cf. figure 18).

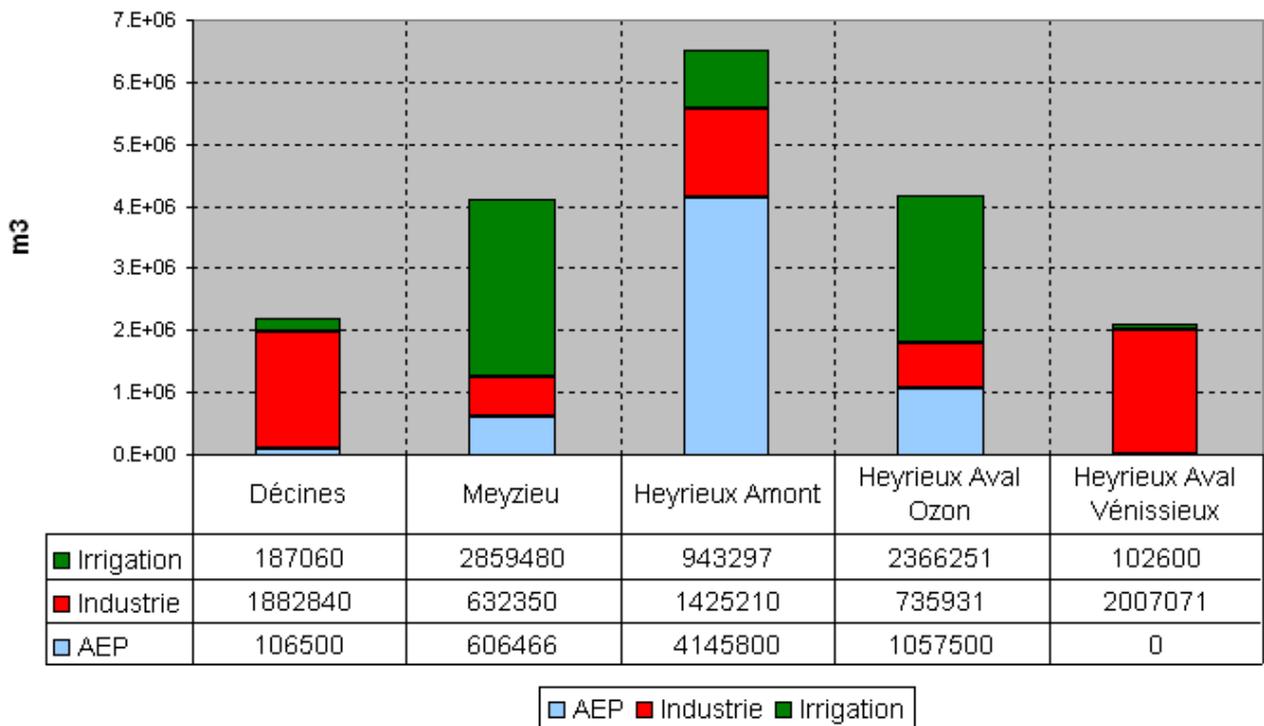


Figure 18 : bilan des prélèvements sur les 3 couloirs d'après la base de données GESLY (m³)

3.4.3 Vulnérabilité

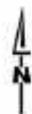
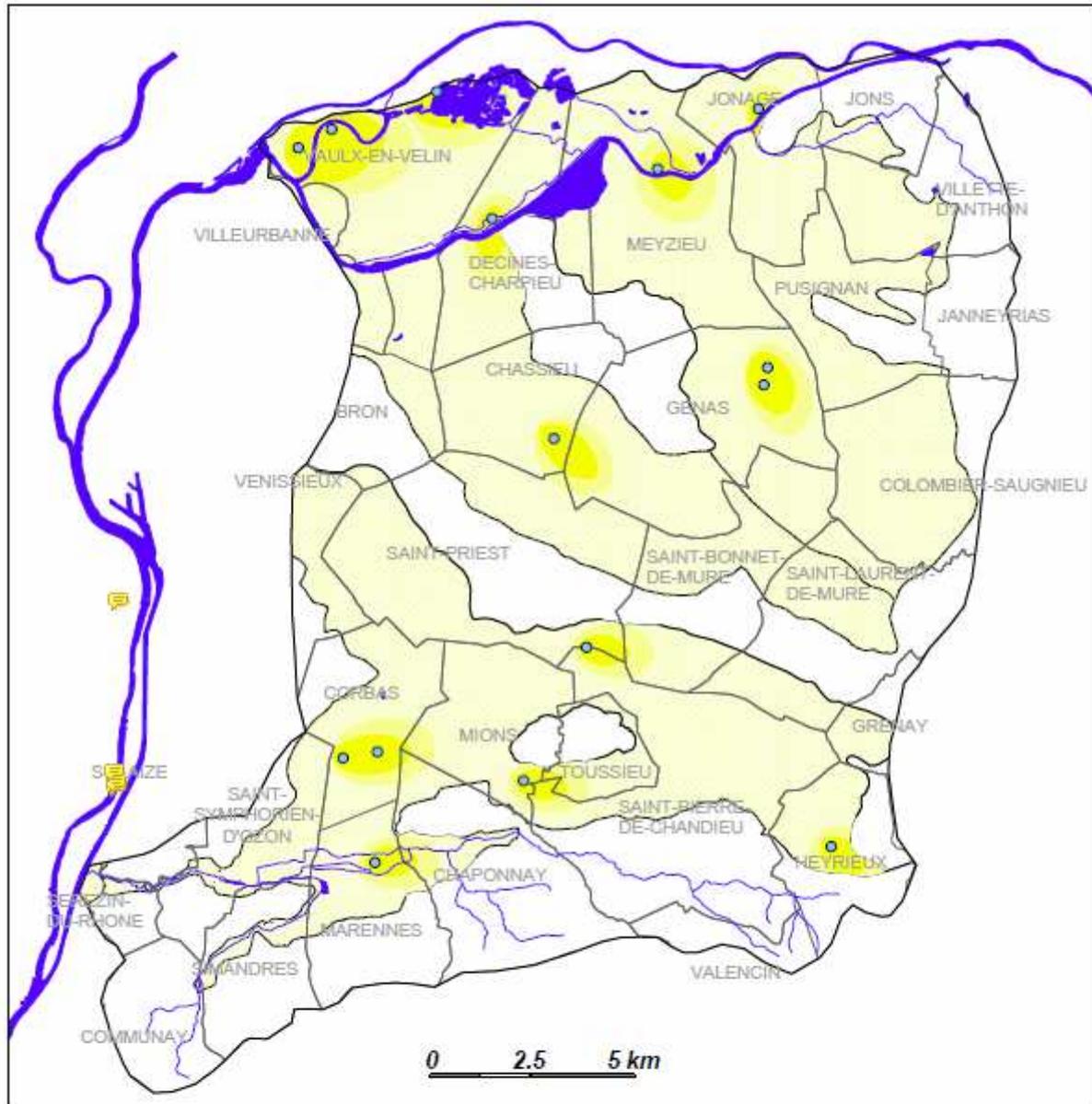
La carte de vulnérabilité concernant les secteurs dédiés à l'alimentation en eau potable a été extraite de l'état des lieux du SAGE effectué en 2005.

A ces secteurs s'ajoutent les secteurs concernés par une zone d'intérêt écologique :

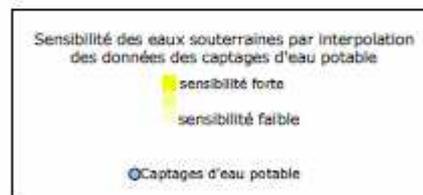
- secteur du Marais de Charvas ;
- secteur des zones humides de l'Ozon.



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 42



Carte élaborée par la Commission Locale de l'Eau - Validation : 18/05/05
 Source :
 © IGN BD Carthage ADRHSC
 Département 69
 Périmètre SAGE arrêté interpréfectoral du 20/10/1997



— Périmètre du SAGE
 — Réseau hydrographique
 Délimitation des couloirs fluvio-glaciaires

Figure 19 : Carte de Vulnérabilité des secteurs sensibles pour l'AEP (d'après SAGE 2005)

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 43

4 Définition des points nodaux de référence

4.1 Localisation des points de suivi quantitatif du réseau SAGE

Le réseau de suivi quantitatif de la nappe de l'Est Lyonnais est assuré par 19 piézomètres répartis de la manière suivante sur les 3 sous-unités hydrogéologiques (cf. Tableau 8 et Annexe 8):

Meyzieu (6)	Décines (4)	Heyrieux (9)
1 - Aval St Exupery	1 - Bois Guillot	1 - DIREN Buclay
2 - DIREN Bouvarets	2 - BRGM Genas	2 - DIREN Heyrieux
3 - DIREN Azieu	3 - AEP Chassieu	3 - AEP St Priest
4 - Aval ZI Meyzieu	4 - Amont Django	4 - MIN Corbas
5 - Orangina (Pz8)		5 - AEP Corbas
6 - SMHAR Genas Nord*		6 - DIREN Corbas
		7 - RVI (Pz8)
		8 - AEP Mions
		9 - SMHAR Bois du Chêne*

Tableau 8 : Liste des piézomètres du utilisé pour le suivi quantitatif (*hors réseau Sage)

4.2 Synthèse des données disponibles

L'objectif de la synthèse est d'effectuer le bilan des analyses réalisées en étape 1 et de les compléter en intégrant les données de 2009 et 2010.

Le bilan des données a été effectué à partir des chroniques disponibles en mai 2010. Pour cela les données de la phase 1 de l'étude GESLY ont été reprises et mises à jour à partir des données transmises par C. Bersot (Chargée de mission SAGE Est Lyonnais).

Le tableau 9 résume les principales caractéristiques des piézomètres du réseau de suivi quantité de la nappe de l'Est Lyonnais.

	Date de début	Durée du suivi (en jours)	Nombre de valeurs disponibles
AEP Chassieu	21/08/05	1583	1366
AEP Corbas	01/07/05	1634	1442
AEP Mions	09/06/05	1302	1177
AEP St Priest	25/11/05	1486	1480
Aval St Ex	13/05/05	1244	1159
Bois Guillot	13/05/05	1252	1024
BRGM Genas	13/03/71	14382	6368
DIREN Azieu	16/06/87	8238	5398
DIREN Bouvarets	03/02/88	8212	6664
DIREN Buclay	09/02/94	6014	3955
DIREN Corbas	17/08/90	7286	4937
DIREN Heyrieux	01/12/75	12630	8319
Django	14/01/03	2512	2458
SMHAR Genas Nord*	12/04/01	3367	6124
Min Corbas	13/05/05	1627	1624
Orangina	19/09/05	1535	1454
RVi (Pz8)	18/05/05	1659	1660
ZI Meyzieu	13/05/05	1664	1644
SMHAR BdC*	09/05/01	3340	7188

Tableau 9 : principales caractéristiques du réseau de surveillance du SAGE (*hors réseau SAGE)

4.2.1 Couloir de Meyzieu

Ce couloir dispose de 6 points de suivi dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 10.

	Début du suivi	Nombre de jours disponibles	Source
Aval St Ex	13/05/05	1665	SAGE
DIREN Bouvarets	03/02/88	8212	ADES
Genas Nord	12/04/01	3367	SMHAR
DIREN Azieu	16/06/87	8238	SAGE
Orangina	19/09/05	1535	SAGE
ZI Meyzieu	13/05/05	1664	SAGE

Tableau 10: Principales caractéristiques du suivi sur le couloir de Meyzieu

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 45

Sur ce couloir, nous disposons donc de 2 points de suivi qui peuvent permettre une interprétation sur le long terme (DIREN Bouvarets et DIREN Azieu) et 4 points dont les données sont disponibles depuis 2001 ou 2005. Dans l'ensemble l'interprétation des données à l'échelle du couloir ne peut donc se faire que depuis 2005.

De plus, on note 3 sources de données différentes : SAGE, ADES et SMHAR. Concernant DIREN Bouvarets les données fournies par le SAGE montrent un décalage d'environ 1 mètre par rapport à celles de l'ADES. Ces données avaient déjà été reprises lors de l'étape 1, nous avons donc utilisé la même source afin de conserver la cohérence des observations. De plus, la description du repère de nivellement et opérations de maintenance tend vers l'utilisation préférentielle des données de l'ADES.

4.2.1.1 Piézomètre "Aval St-Exupery"

Il s'agit du point de suivi le plus en amont du couloir de Meyzieu.

Le piézomètre est suivi depuis le 13/05/05, les valeurs sont disponibles jusqu'au 03/12/2009 (source : SAGE), soit 1665 jours de suivi (1580 valeurs). On note qu'une seule période de valeur manquante à la fin 2005, dans l'ensemble les données sont très peu perturbées.

Le niveau de début du suivi au printemps 2005 est élevé, le maximum est atteint le 11/08/05 (198.65 m NGF). Ensuite, le niveau montre une diminution de 80 cm jusqu'en 2006 et il semble se stabiliser autour de 197.8 m NGF (ou en très légère baisse). Le minimum est atteint le 10/05/2008 (197.52 m NGF).

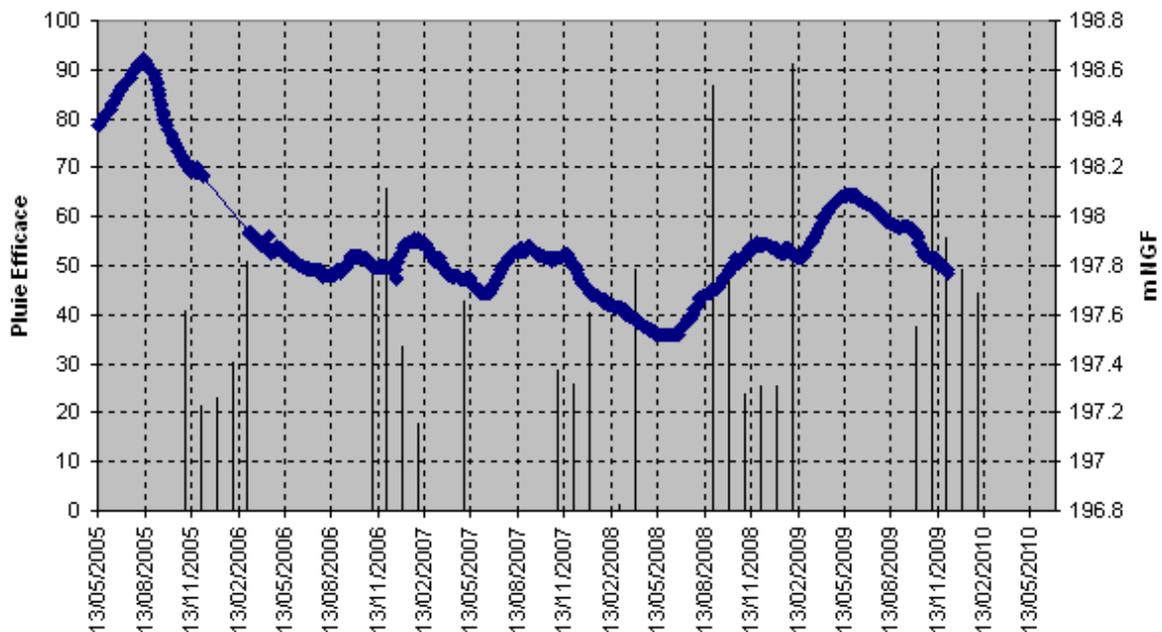
Niveau le plus bas observé : 197.52 m NGF le 10/05/2008

Niveau le plus haut observé : 198.65 m NGF le 11/08/2005

Domaine de variation : 1.13 m

Tendance générale depuis 2005 : baisse

Aval St Exupery



4.2.1.2 DIREN Bouvarets

Ce piézomètre se situe entre le point de suivi amont (Aval St Exupéry) et les pompages du SMHAR du secteur d'Azieu.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 46

Ce point est suivi depuis le 03/02/88. Dans l'ensemble la série est assez complète et ne montre pas de signe de perturbation.

A l'échelle interannuelle, on observe une tendance à la baisse depuis le niveau des plus hautes eaux enregistré (NPHE, 192.68 m NGF). Cette tendance est toujours présente mais semble s'amortir après 2000. Les variations saisonnières sont de l'ordre de +/- 2 m.

Dans l'ensemble, le niveau de nappe réagit bien à la recharge. En période d'étiage on observe une diminution du niveau correspondant aux dates d'irrigation du SMHAR sur le secteur de Genas Nord, on observe une légère diminution du niveau intervenant avec un léger décalage par rapport aux points de suivi proches du secteur de prélèvement. L'effet des pompages du SMHAR semble donc bien présent sur ce piézomètre même si l'impact est plus limité.

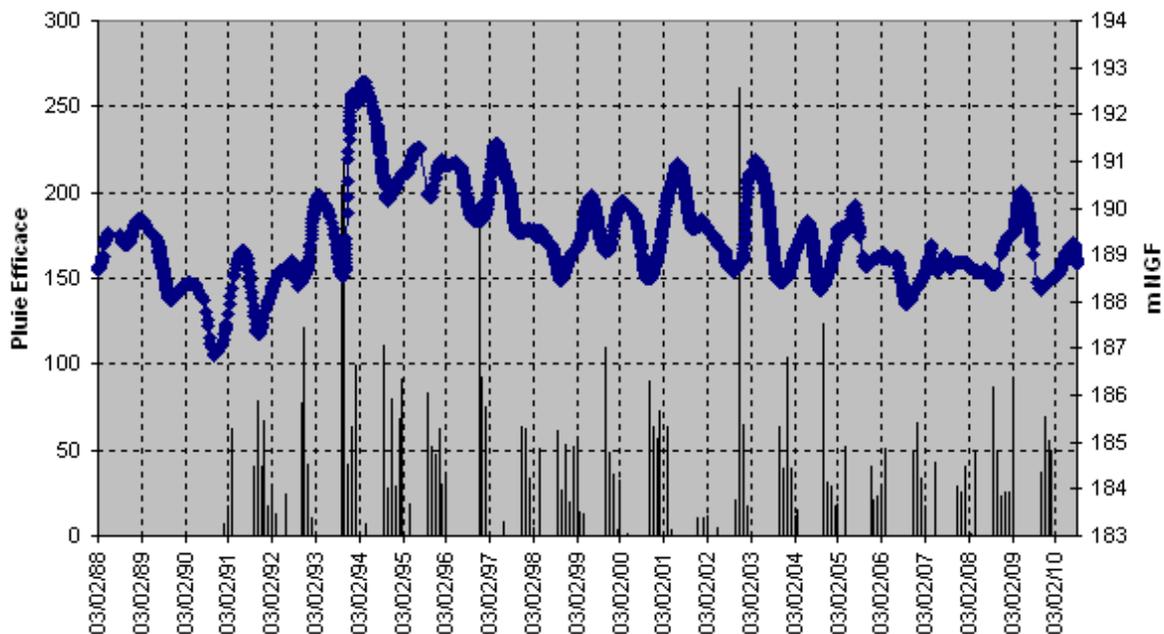
Niveau le plus bas observé : 186.87 m NGF le 26/09/1990

Niveau le plus haut observé : 192.69 m NGF le 28/02/1994

Domaine de variation : 5.82 m

Tendance générale depuis 2005 : très légère baisse

DIREN Bouvarets



4.2.1.3 SMHAR Genas Nord

Les niveaux sont mesurés à l'intérieur d'un des puits de prélèvement du SMHAR et peuvent donc être influencés par les pertes de charges dues au fonctionnement de l'ouvrage.

Le suivi est assuré depuis le 14/04/2001, la chronique dispose de 3367 observations.

Le piézomètre du SMHAR Genas Nord présente des variations saisonnières très importantes de +/- 6 m. Globalement, son niveau est en baisse depuis 2001, une baisse qui atteint 4 m sur ces 7 années. On note également une atténuation des variations saisonnières en 2007 et 2008 due à des calendriers ou des débits de pompage différents des années précédentes.

Deux anomalies piézométriques sont visibles :

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 47

- En Novembre 2001, on note une lacune d'enregistrement et un saut de piézométrie à la reprise du suivi. Les niveaux enregistrés avant Novembre 2001 ne sont pas cohérents avec la direction du gradient hydraulique (niveaux plus élevés que ceux de DIREN Bouvarets, cf. Annexe 2), il faut donc les considérer avec précaution ;
- En février 2007 avec une baisse subite de 54 cm entre le 18 janvier et le 11 février, due à une manipulation dans l'ouvrage ayant conduit à modifier la profondeur de la sonde.

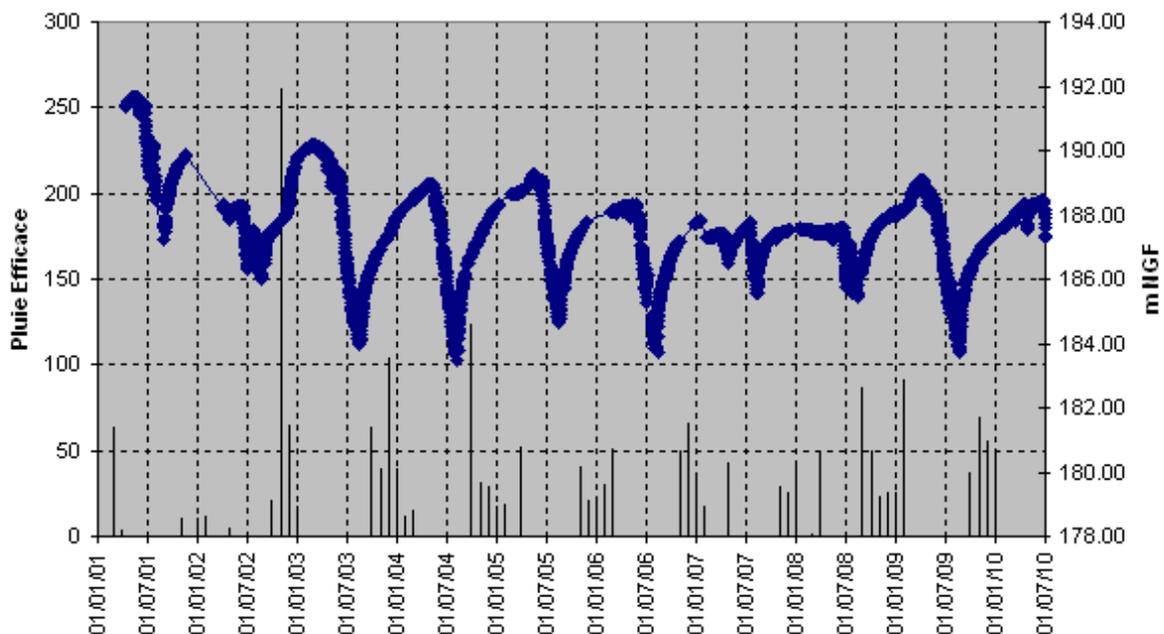
Niveau le plus bas observé : 04/08/04 (183.49 m NGF)

Niveau le plus haut observé : 18/05/01 (161.69 m NGF)

Domaine de variation : 8.2 m

Tendance générale depuis 2005 : très légère baisse, voir stable (187 m NGF)

SMHAR Genas Nord



4.2.1.4 DIREN Azieu

Ce piézomètre est le second point de suivi à long terme avec DIREN Bouvarets. Il s'agit d'un piézomètre implanté à environ 200 m des captages du SMHAR. Le niveau est donc fortement influencé par les prélèvements lors des périodes d'irrigation (variation de l'ordre de 5 m).

Les données sont disponibles depuis 16/06/87. La qualité des mesures est très bonne et le niveau peut être considéré comme fiable.

Le niveau se situe à environ 1 m en dessous de celui observé au niveau du SMHAR, le comportement des deux piézomètres est quasi identique.

On note qu'en période d'irrigation le niveau peut être plus élevé que celui enregistré au niveau du SMHAR traduisant donc une inversion du gradient hydraulique temporaire.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 48

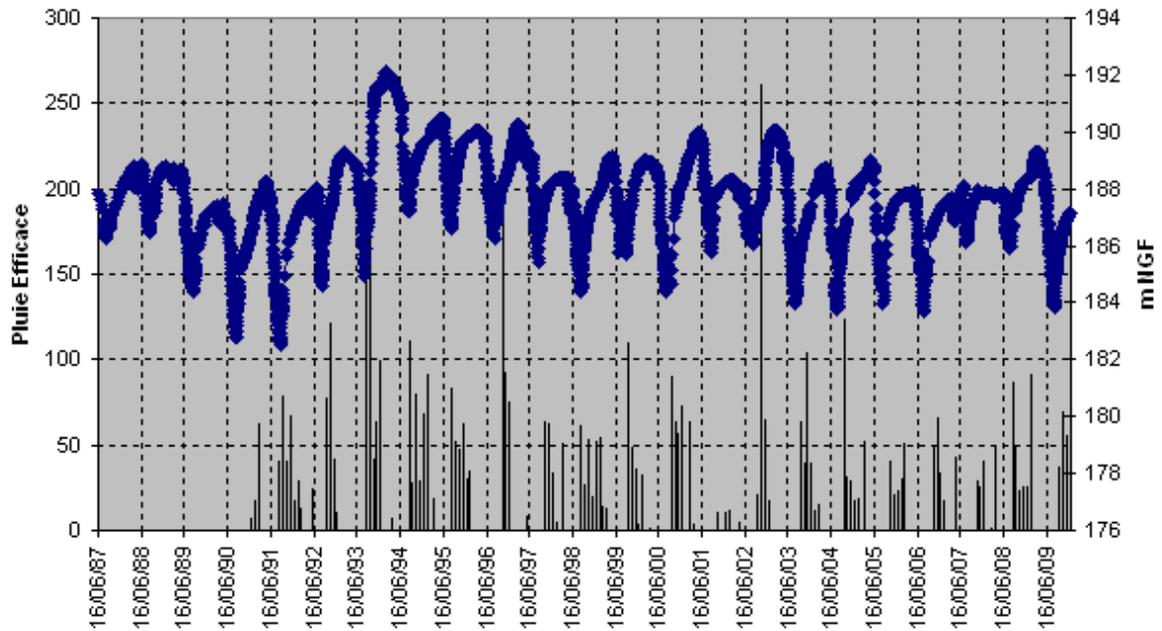
Niveau le plus bas observé : 05/09/91 (182.48 m NGF)

Niveau le plus haut observé : 14/02/94 (192.14 m NGF)

Domaine de variation : 9.66 m

Tendance générale depuis 2005 : stable (188.8 m NGF)

DIREN Azieu

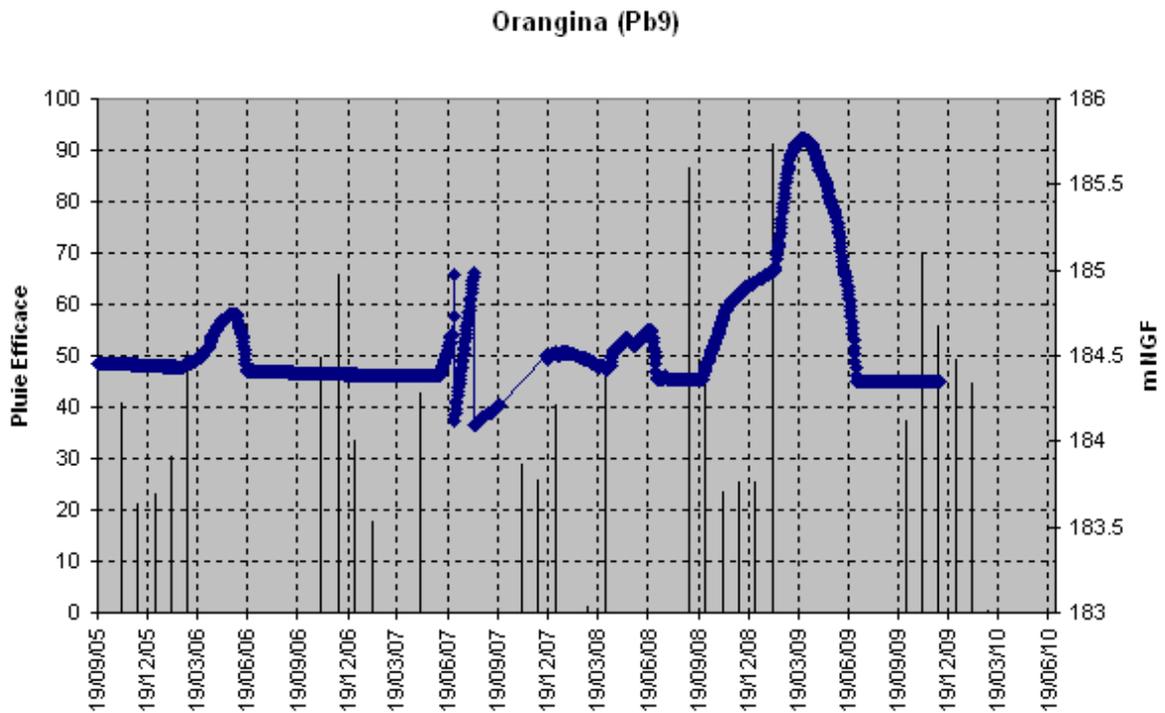


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 49

4.2.1.5 Orangina (Pb9)

Le piézomètre se situe à environ 2.5 km en aval des captages du SMHAR. Le point est suivi depuis 19/09/05.

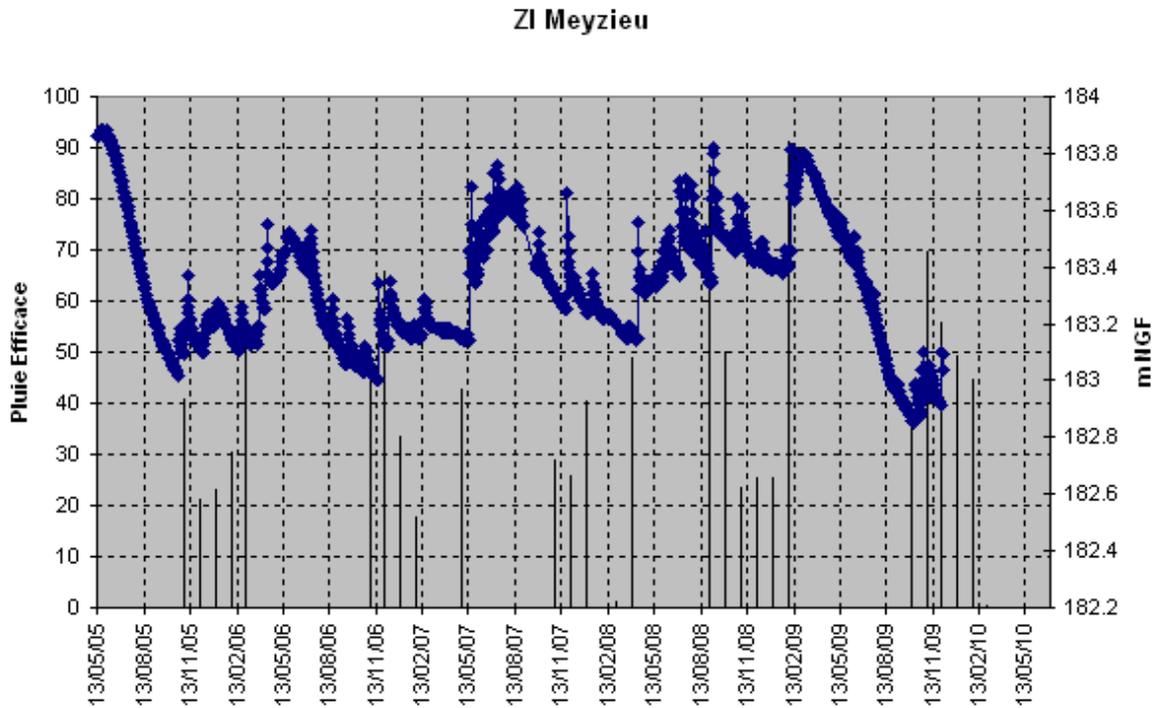
Le piézomètre montre très peu de variation avant 2008. Les nouvelles données transmises mettent en évidence la bonne réaction à la recharge 2009 (+1m) mais le niveau reste très perturbé dans l'ensemble. Ce point avait été retiré de l'interprétation lors de la phase 1, il en sera de même après mise à jour des données car celles-ci ne présentent pas une fiabilité suffisante.



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 50

4.2.1.6 ZI Meyzieu

Il s'agit d'un piézomètre implanté dans une lentille très argileuse qui présente une forte inertie par rapport à l'évolution des niveaux constaté à l'échelle du couloir. Ce point est donc peu représentatif des variations du niveau de la nappe fluvio-glaciaire.



4.2.1.7 Synthèse couloir de Meyzieu

Sur les 6 points de suivi, 2 ont donc été retiré de l'interprétation, il s'agit des piézomètres Orangina et ZI Meyzieu tous deux situés à l'aval du couloir et dont les observations paraissent peu représentatives.

Nous disposons donc de 4 points dont les observations sont représentatives du niveau de la nappe fluvio-glaciaire. Sur ces points, 2 montrent des observations fortement influencées par les captages du SMHAR (DIREN Azieu et SMHAR Genas Nord). DIREN Bouvarets, placé en amont du SMHAR, est aussi influencé par les pompages en période d'irrigation mais de manière moins importante.

Le piézomètre Aval St-Exupery possède un niveau assez haut environ 8 m plus élevé qu'à DIREN Bouvarets. Les variations saisonnières enregistrées sont faibles probablement en raison de sa position très en amont du couloir dans un secteur peu influencé par les prélèvements.

4.2.2 Couloir de Décines

Ce couloir dispose de 4 points de suivi qui sont localisés de l'amont au centre du couloir :

	Début du suivi	Nombre de jour disponible	Source
Bois Guillot	13/05/05	1483	SAGE
BRGM Genas	13/03/71	14382	ADES
AEP Chassieu	21/08/05	1583	SAGE
Django	14/01/03	2512	SAGE

Tableau 11 : Principales caractéristiques du suivi sur le couloir de Décines

A noter que les données du piézomètre BRGM Genas ont été modifiées par rapport à celle présentées dans la phase 1. En effet, les données utilisées précédemment montraient une évolution du niveau à la hausse depuis 2004 qui n'étaient pas cohérente avec les observations faites à l'échelle du couloir. Ces données ont donc été comparées avec celles de l'ADES dont les valeurs paraissent plus fiables, nous utiliserons donc ces mesures pour la suite de l'étude.

4.2.2.1 Bois Guillot

Ce piézomètre se situe dans le secteur du partage des eaux entre le couloir de Décines et celui de Meyzieu.

Le piézomètre est suivi depuis le 13/05/05. Les observations montrent une lacune d'enregistrement de plusieurs mois entre le 22/03/07 et le 05/11/07. Un peu avant en Janvier 2007, on observe une série de mesure peu cohérente avec l'historique de la chronique.

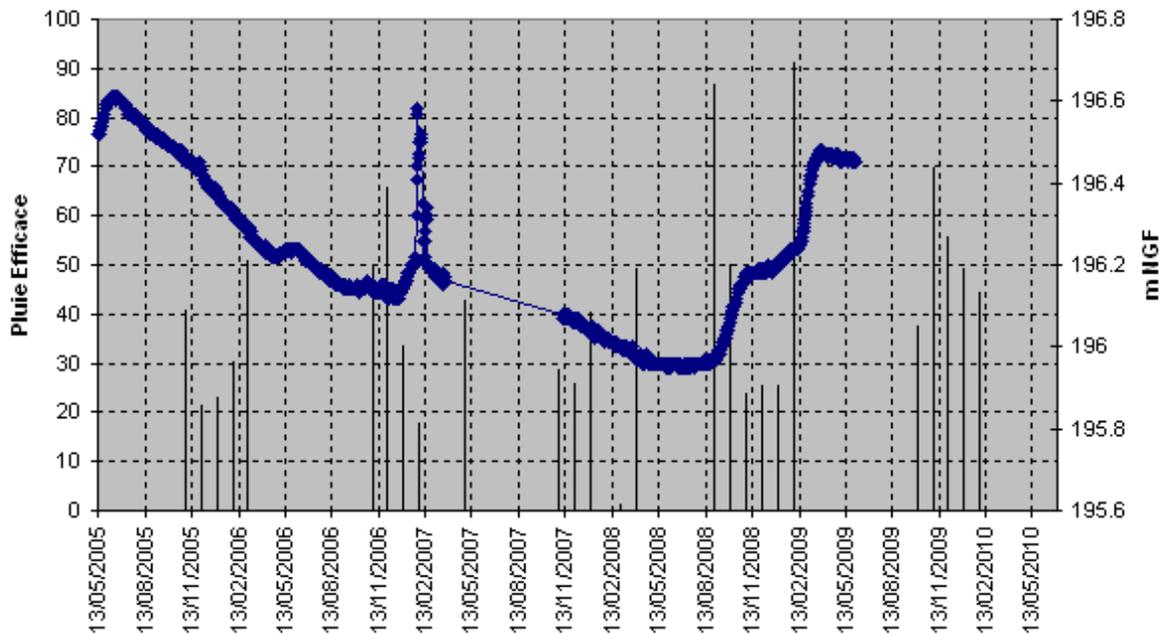
Niveau le plus bas observé: 28/05/08 (195.95)

Niveau le plus haut observé: 10/06/05 (196.61)

Domaine de variation: 0.66 m

Tendance générale depuis 2005: baisse

Bois de Guillot



4.2.2.2 BRGM Genas

Il s'agit du seul point de suivi à long terme disponible sur ce couloir et aussi du point d'observation le plus ancien tous couloirs confondus (depuis le 13/03/1971).

Le piézomètre a subi une opération de maintenance le 06/06/2008 (modification de la tête de l'ouvrage, source ADES) qui est à l'origine du dernier décrochement visible sur la courbe (lacune d'enregistrement). Plus globalement la série comporte tout de même un certain nombre de lacunes (entre 1973 et 1975 puis en 1993 et enfin en 2002). On note aussi plusieurs sauts dans les observations (le 15 février 2005 par exemple) qui peuvent perturber l'interprétation.

Niveau le plus bas observé : 26/10/90 (191.78)

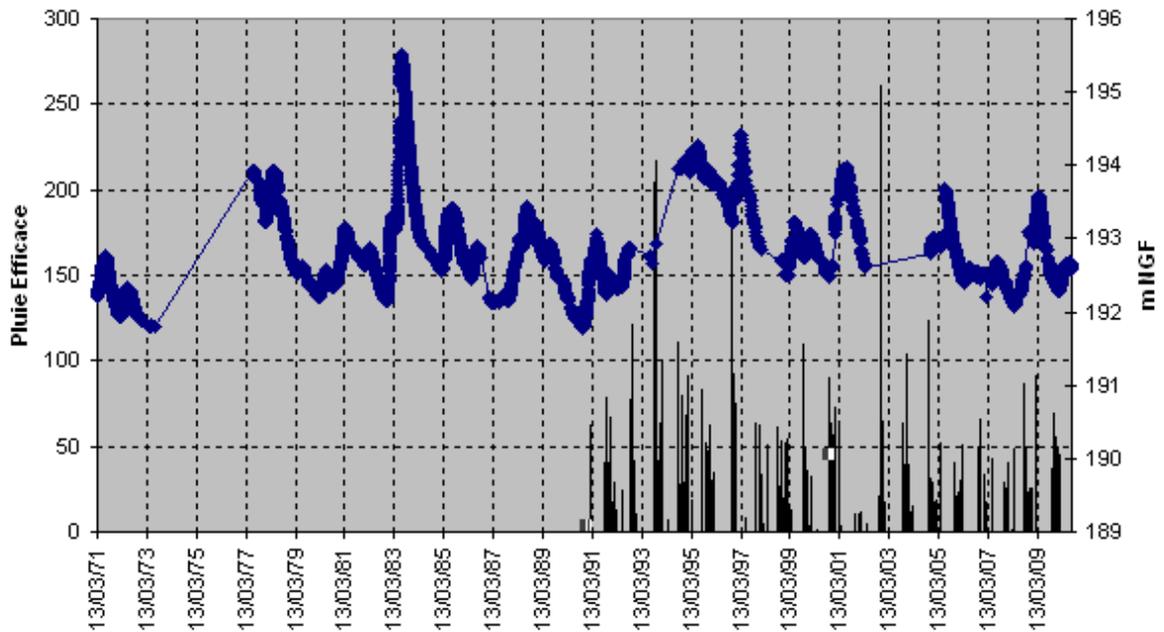
Niveau le plus haut observé : 27/06/83 (195.51)

Domaine de variation : 3.73 m

Tendance générale depuis 2005 : stable (192.8)

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 53

BRGM Genas



4.2.2.3 AEP Chassieu

Ce point est suivi depuis 21/08/05.

Des sauts sont visibles dans la chronique certainement dus à un problème de sonde.

Le niveau baisse régulièrement entre 2005 et 2008. A partir de Mai 2008, on note une augmentation du niveau importante qui débute un peu avant la forte recharge de 2008. Les réactions de ce piézomètre sont assez hétérogènes et parfois peu cohérentes avec la pluie efficace d'une année sur l'autre. Cela pourrait signifier que soit les variations sont mal retranscrites (colmatage, problème de sonde), soit le niveau est influencé par un autre phénomène.

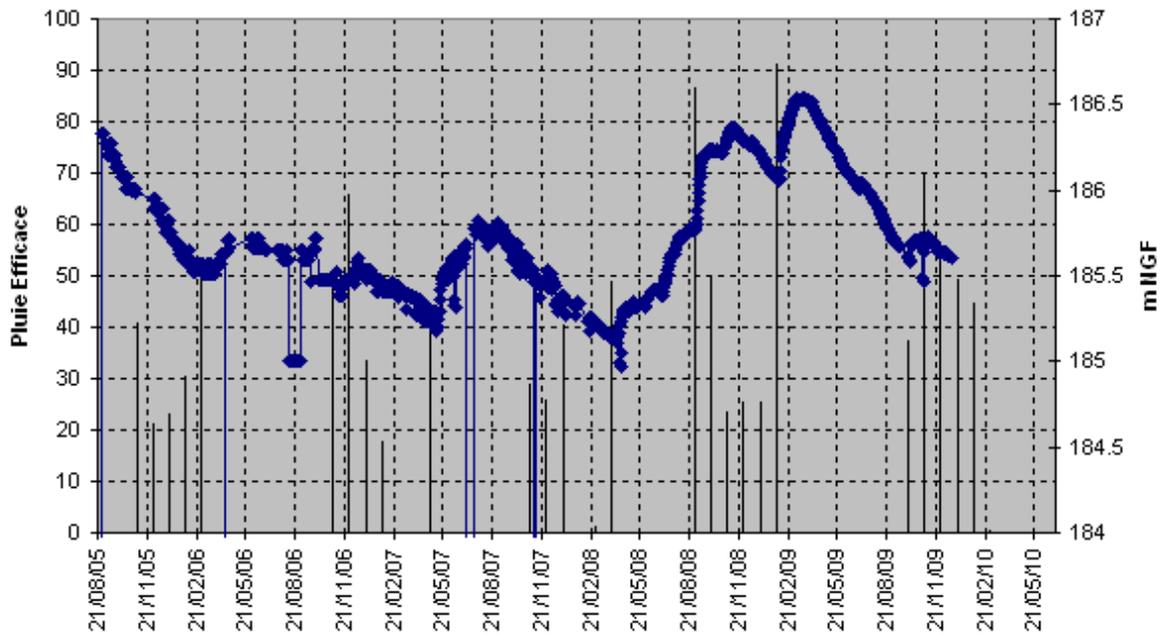
Niveau le plus bas observé : Avril 2008 (185.1 m NGF)

Niveau le plus haut observé : 08/03/09 (186.5 m NGF)

Domaine de variation : 1.4 m environ

Tendance générale depuis 2005 : stable, légère baisse (185.7 m NGF environ)

AEP Chassieu



4.2.2.4 Django

Il s'agit d'un piézomètre implanté à proximité d'un bassin d'infiltration ce qui peut expliquer les sauts de piézométrie visibles sur la chronique.

Les observations sont disponibles depuis le 14/01/2003.

Les périodes de tarissement sont assez visibles et entraînent une baisse linéaire du niveau de nappe. Globalement, le comportement semble assez similaire à celui du piézomètre AEP Chassieu.

Niveau le plus bas observé : 08/04/08 (182.9 m NGF)

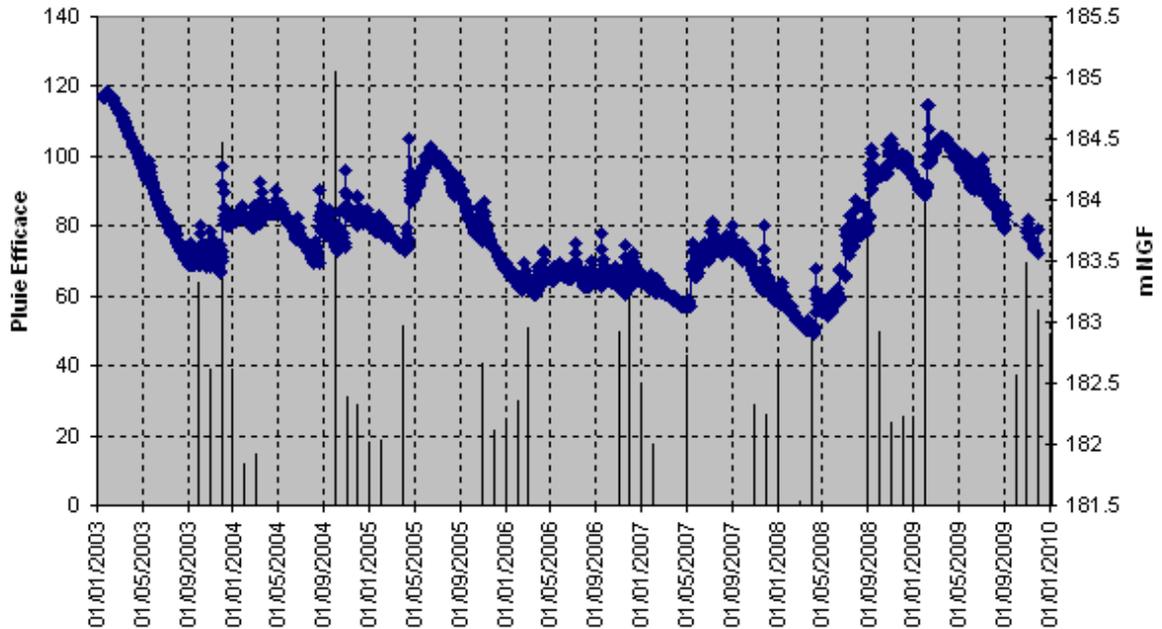
Niveau le plus haut observé : 25/01/03 (184.8 m NGF)

Domaine de variation : 1.9 m

Tendance générale depuis 2005 : stable, légère baisse (185.7 m NGF environ)

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 55

Django



4.2.2.5 Synthèse couloir de Décines

Ce couloir possède donc un seul point de suivi sur le long terme (BGRM Genas), l'interprétation du comportement de la nappe à l'échelle du couloir n'est possible que depuis 2005. Les variations des niveaux piézométriques du couloir de Décines sont moins importantes que celles observées dans le couloir de Meyzieu (amplitudes maximales sont de l'ordre de 1 à 2 m). En outre, l'aspect saisonnier des battements est moins marqué, mais suffisamment notable pour permettre d'évoquer une corrélation directe entre la pluie utile et la remontée des niveaux de nappe.

Les piézomètres réagissent tous de la même manière, seul le piézomètre Bois Guillot montre un amortissement des variations un peu plus important.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 56

4.2.3 Couloir d'Heyrieux

Il s'agit du couloir possédant le plus grand nombre de point de suivi avec un total de 9 piézomètres. La majorité des points sont suivis depuis 2005 avec la mise en place du réseau SAGE. Avant 2005, 3 points assuraient le suivi quantité : DIREN Buclay (1994), DIREN Heyrieux (1975) et DIREN Corbas (1990). On peut aussi noter SMHAR Bois du Chêne dont le suivi a débuté en 2001.

	Début du suivi	Nombre de jours disponibles	Source
DIREN Buclay	09/02/94	6014	ADES
DIREN Heyrieux	01/12/75	12630	SAGE corrigé
SMHAR Bois du Chêne	09/05/01	3340	SMHAR
AEP St Priest	25/11/05	1486	SAGE
AEP Mions	09/06/05	1177	SAGE
Rvi (Pz8)	18/05/05	1659	SAGE
Min Corbas	13/05/05	1624	SAGE
AEP Corbas	01/07/05	1442	SAGE
DIREN Corbas	17/08/90	7286	SAGE

4.2.3.1 DIREN Buclay

Il s'agit d'un piézomètre situé très en amont du couloir. Les niveaux enregistrés sont d'environ 20 m supérieurs à ceux de DIREN Heyrieux situé à l'aval.

Le suivi débute le 09/02/94 au moment du Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) enregistré. La qualité de la chronique est très correcte.

Depuis le NPHE de 1994, le niveau a baissé régulièrement jusqu'en 1999. A partir de 1999 la tendance à la baisse est toujours visible mais plus amortie.

Niveau le plus bas observé: 02/07/08 (227.77 m NGF)

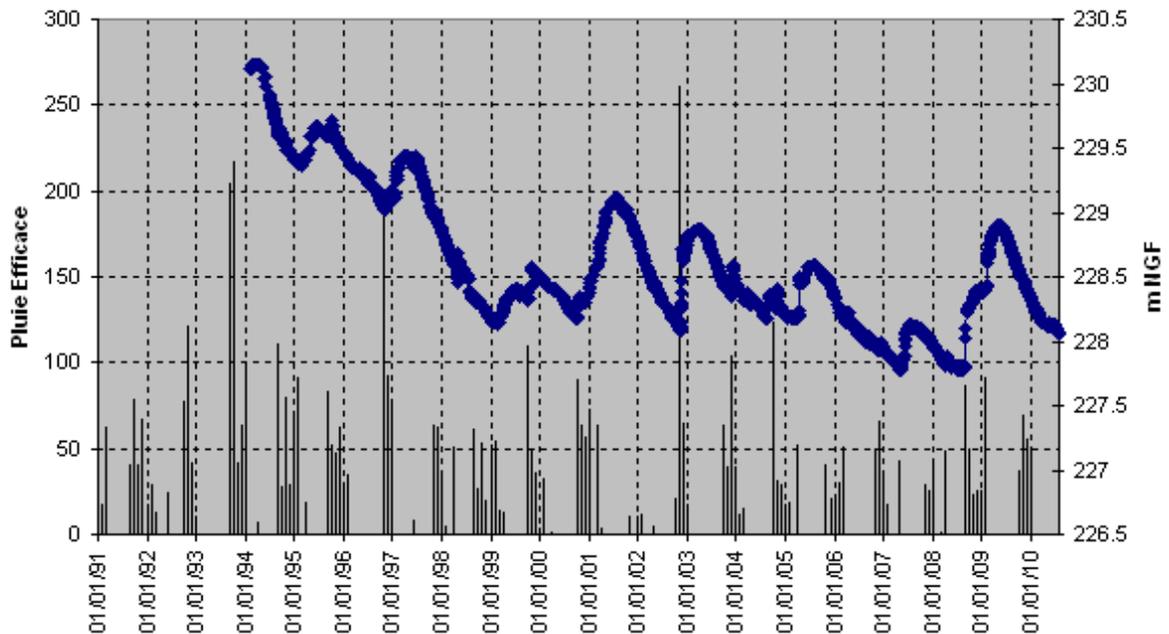
Niveau le plus haut observé: 23/02/94 (230.14 m NGF)

Domaine de variation: 2.37 m

Tendance générale depuis 2005: baisse environ 50 cm

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 57

DIREN Buclay



4.2.3.2 SMHAR Bois du Chêne

Les mesures sont effectuées dans le forage F1 de prélèvement du SMHAR, et donc le niveau mesuré peut être influencé par les pertes de charges dues au fonctionnement de l'ouvrage.

Le suivi est en place depuis le 09/05/2001.

Les pompages du SMHAR en période d'irrigation entraînent une diminution du niveau de l'ordre de 5 m au maximum et de 3 à 4.5 m en moyenne.

On observe une tendance interannuelle très régulière entre 2001 et 2007 où le niveau chute de près de 2 m qui semble due à une dérive de l'appareil (cf. rapport RLy3121, p25). A partir de 2007, la sonde a été remplacée par celles du forage 2, situé à 250 m.

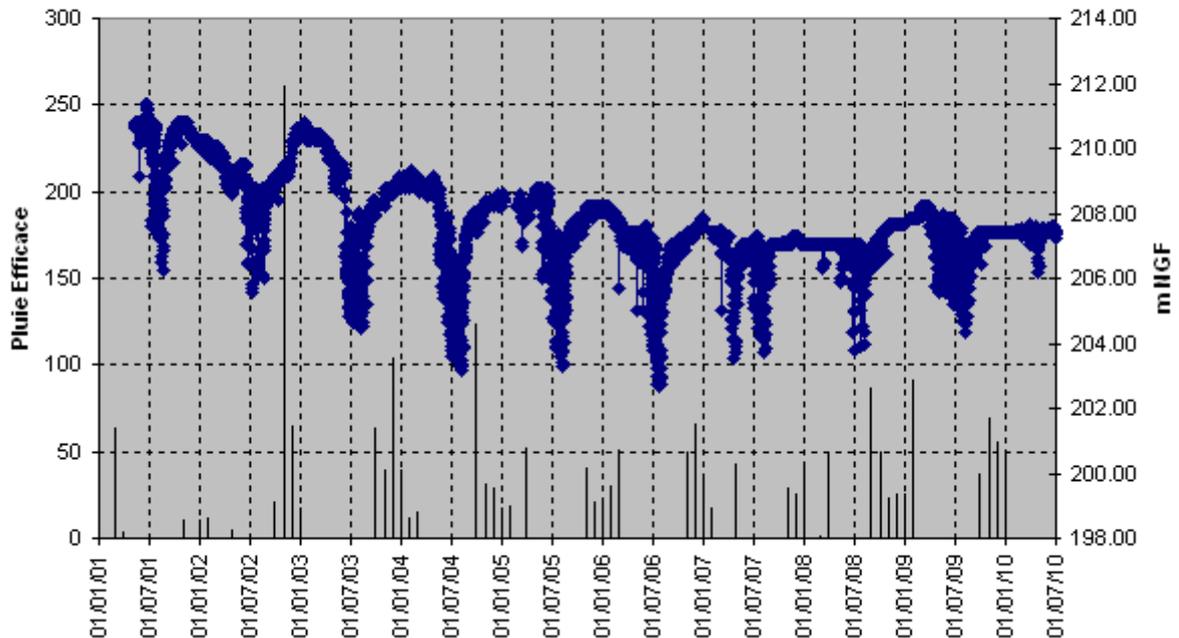
Niveau le plus bas observé: 25/07/06 (202.69 m NGF)

Niveau le plus haut observé: 20/06/01 (211.38 m NGF)

Domaine de variation: 8.66 m

Tendance générale depuis 2005: baisse légère (niveau de base environ 207 m NGF) mais incertitude sur le niveau

SMHAR Bois du Chêne



4.2.3.3 DIREN Heyrieux

Ce piézomètre se situe à 150 m immédiatement au Nord des pompages du SMHAR bois du Chêne.

Les données utilisées ont été extraites de l'étape 1 puis mises à jour avec les données transmises par le Grand Lyon. Après comparaison des différentes sources de données, il s'avère que:

- Les données brutes transmises par le SAGE pour la période antérieure au 02/06/2008 ne concordent pas avec les données ADES. Ce niveau avait été corrigé lors de l'étape 1 par BURGEAP et sera donc repris pour la suite de l'étude ;
- Après le 02/06/2008 les données fournies par le SAGE sont cohérentes avec celle de l'ADES.

Par ailleurs, on note que les données de l'ADES sont aussi peu cohérentes à l'échelle journalière puisqu'il existe une différence systématique de 12 cm entre deux mesures effectuées le même jour.

Le suivi débute le 01/12/1975.

Le niveau de base est stable de 1975 à 1991. Après 1991, la mise en production des pompages du SMHAR sur le secteur du Bois du Chêne entraîne une diminution régulière du niveau. Entre 1994 (niveau maximal enregistré correspondant au NPHE) et 2010 on observe une variation de 212 m NGF à 209 m NGF environ. Depuis 2005, la tendance est toujours à la baisse mais celle-ci semble moins importante.

Niveau le plus bas observé: 28/07/2006 (207.54 m NGF)

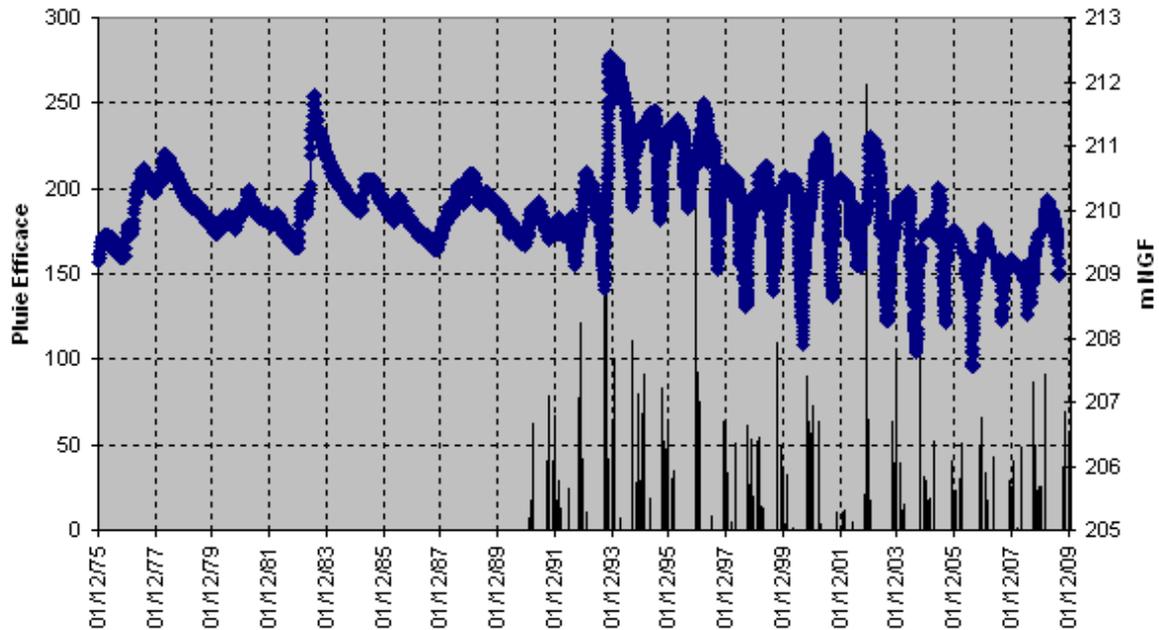
Niveau le plus haut observé: 03/11/1993 (212.43 m NGF)

Domaine de variation: 4.89 m

Tendance générale depuis 2005: baisse très légère

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 59

DIREN Heyrieux



4.2.3.4 AEP St Priest

Le site se situe à environ 1 km à l'aval du lieu de prélèvement du SMHAR.

Le piézomètre est suivi depuis 25/11/05 et ne permet donc pas une interprétation sur le long terme. Globalement, les mesures paraissent fiables à l'exception de quelques petites perturbations locales.

Les variations observées montrent que l'influence des pompages du SMHAR est visible mais assez limitée. On note également qu'en période de prélèvement le niveau mesuré est supérieur à celui mesuré dans les forages du SMHAR ce qui traduit une inversion du gradient hydraulique de la nappe et montre l'étendu du cône de rabattement associé aux pompages.

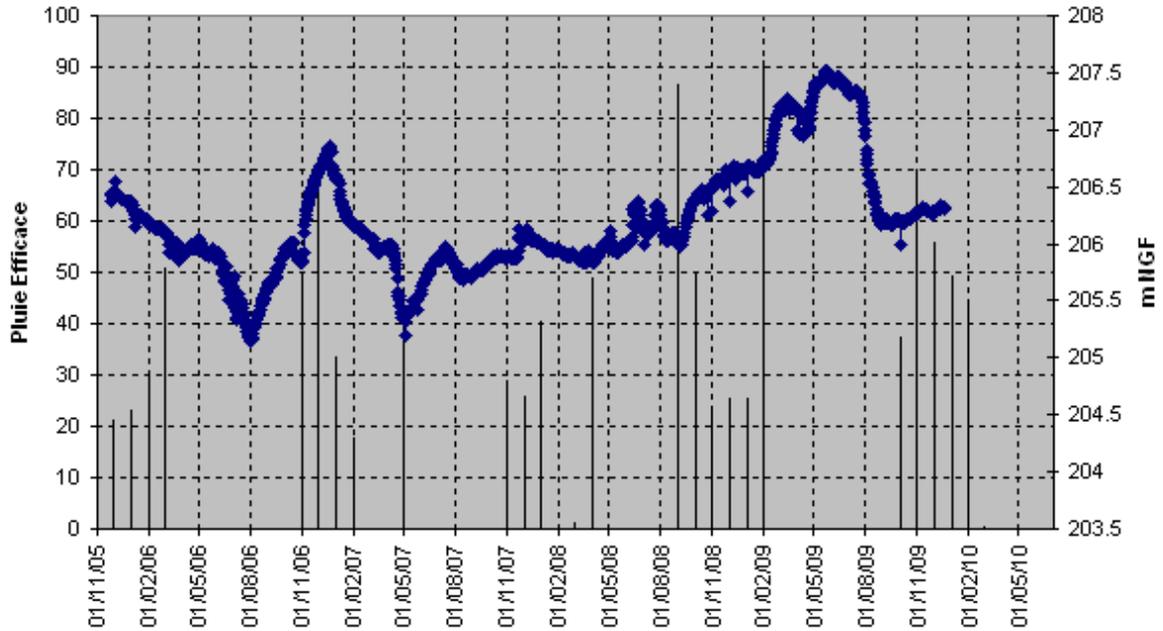
Niveau le plus bas observé: 02/08/06 (205.14 m NGF)

Niveau le plus haut observé: 23/05/09 (207.52 m NGF)

Domaine de variation: 2.3 m

Tendance générale depuis 2005: en hausse

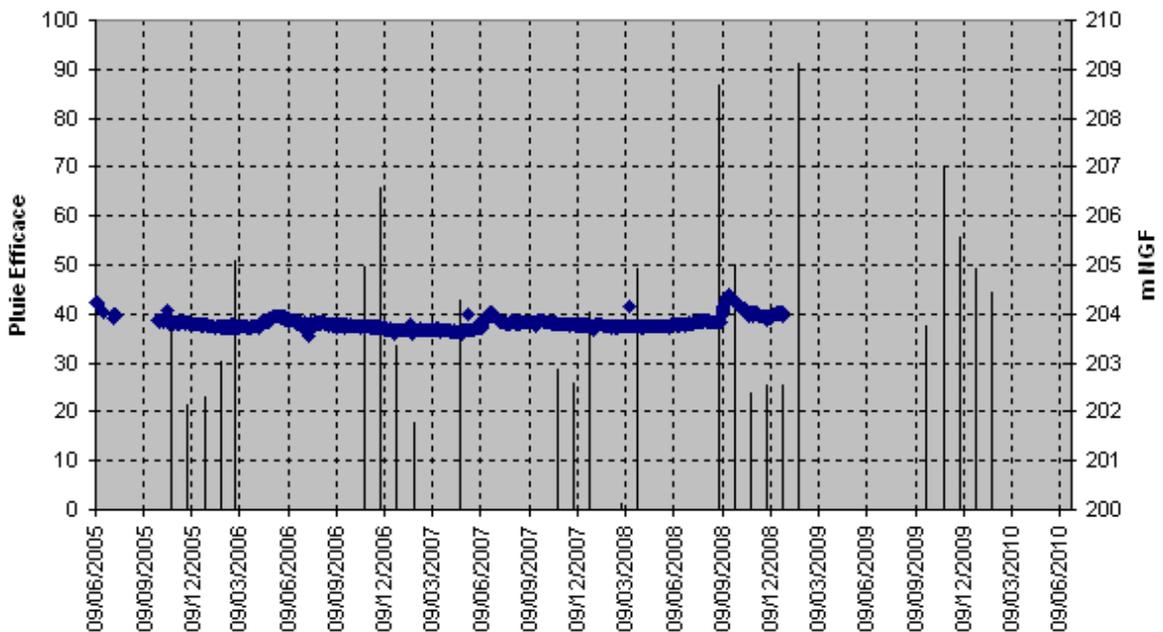
AEP Saint Priest



4.2.3.5 AEP Mions

Ce piézomètre situé au Sud de la butte morainique de Mions a été retiré de la synthèse en étape 1 (cf. rapport RLy3121, p25) en raison de l'absence de variation probablement due à un colmatage de l'ouvrage.

AEP Mions



4.2.3.6 RVi (Pz8)

Il s'agit d'un point de suivi implanté à l'aval du couloir d'Heyrieux entre Vénissieux et St Priest.

Les mesures ont débuté le 18/05/05.

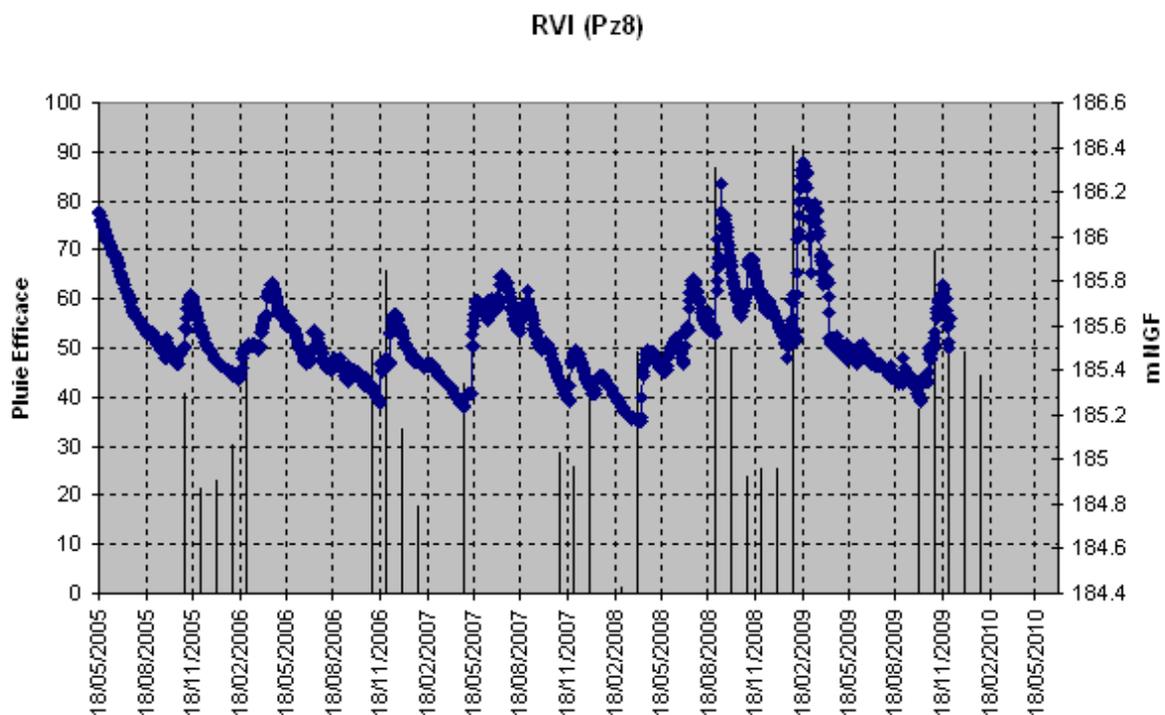
Les variations saisonnières semblent bien présentes même si l'amplitude paraît plus amortie que pour les observations disponibles plus en amont. Il s'agit d'un point intéressant puisqu'il caractérise le niveau de nappe en aval du couloir.

Niveau le plus bas observé: 02/04/08 (185.17 m NGF)

Niveau le plus haut observé: 20/02/09 (186.33 m NGF)

Domaine de variation: 1.16 m

Tendance générale depuis 2005: stable 185.6 m NGF



4.2.3.7 Min Corbas

Il est situé en aval du couloir de Heyrieux amont, à l'entrée de la zone liée à l'OZON.

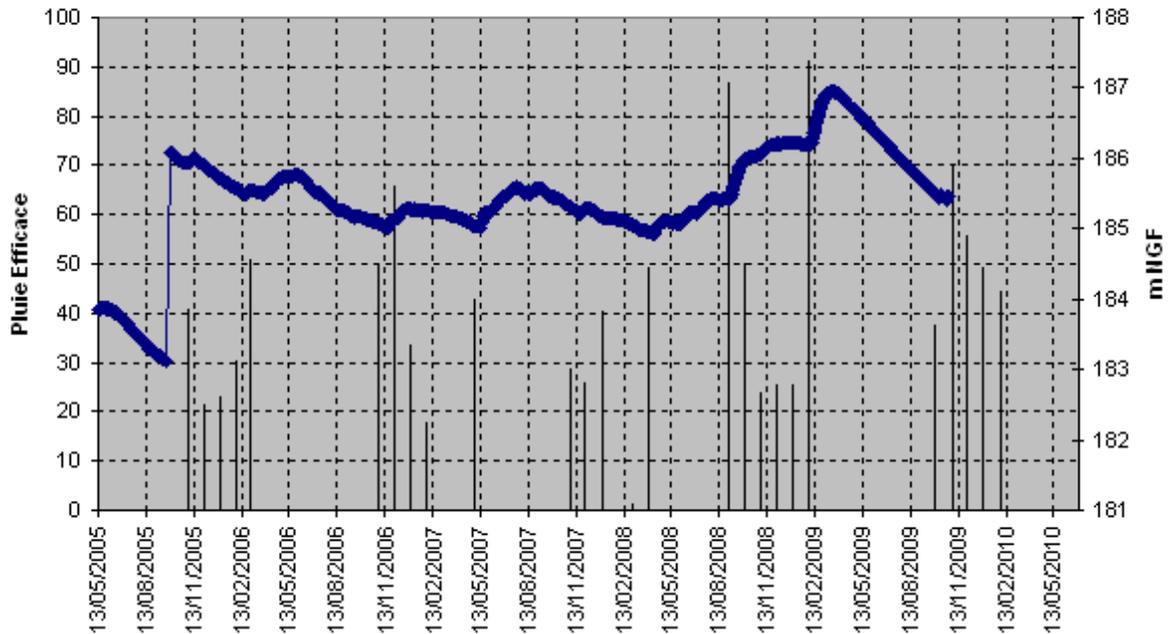
Ce piézomètre est suivi depuis le 13/05/05.

Les mesures présentent des variations annuelles de l'ordre de 60 cm mais on ne peut identifier de tendance évolutive générale en raison d'un suivi trop court (depuis mai 2005).

La chronique présente un saut de la mesure de 3 m environ intervenant entre le 20 et le 26/09/2005. En considérant les niveaux piézométriques à l'échelle du couloir il semble que les niveaux mesurés avant le 26/09/2005 sont peu compatibles avec ceux des piézomètres voisins (AEP Corbas et DIREN Corbas).

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 62

Min Corbas



4.2.3.8 AEP Corbas

Il se situe à environ 2 km en aval du piézomètre Min Corbas

Le piézomètre a été mis en place le 01/07/05.

Le piézomètre AEP Corbas présente des variations semblables à celles du piézomètre MIN Corbas, ce qui s'explique par leur proximité. On note aussi des valeurs aberrantes sur cet ouvrage qui présente donc des observations erronées surtout présentes en 2005. Les variations de niveau mesurées sont donc peu fiables sur cette période.

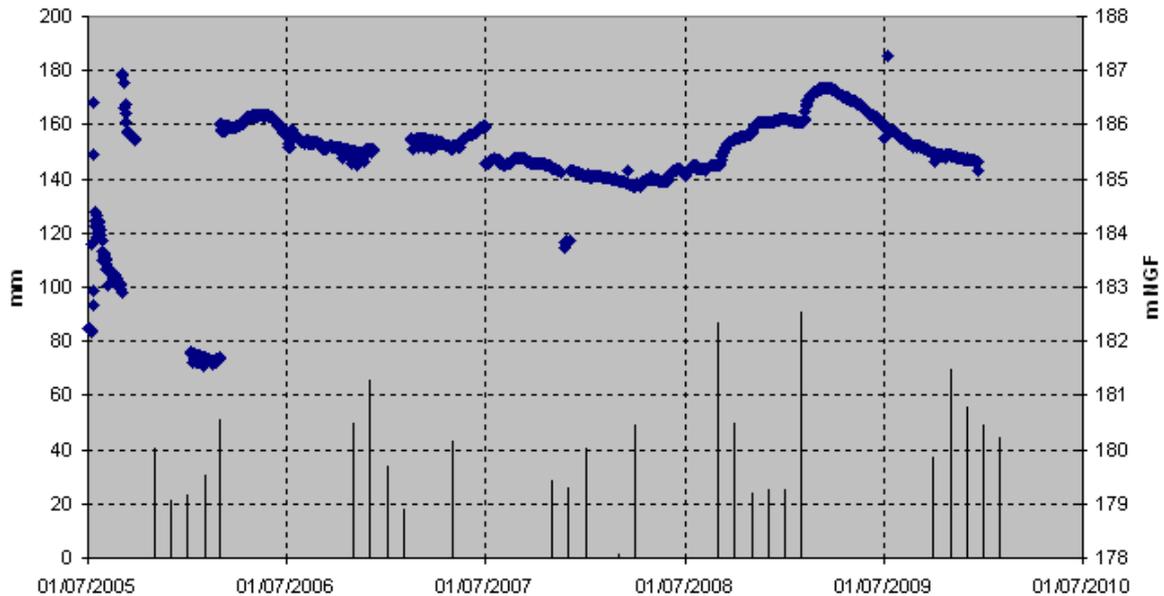
Niveau le plus bas observé: -

Niveau le plus haut observé: -

Domaine de variation: -

Tendance générale depuis 2005: stable environ 185.5 m NGF

Pz AEP Corbas



4.2.3.9 DIREN Corbas

Il s'agit du point de suivi le plus en aval du couloir d'Heyrieux dans la subdivision de l'Ozon.

A noter que, de 1990 au 23/03/99 le suivi était effectué sur le piézomètre P6927301 (altitude du repère à 191.16). A partir du 23/03/99, le suivi a été déplacé sur le point P6927302 (altitude du repère à 190.5). Le nivellement de ce point a ensuite été modifié à 192 m NGF le 01/01/09.

Les données de 90 à 99 sont fiables. Après 1999, il existe donc une incertitude sur le nivellement du point P6927302 de 66 cm en considérant la hauteur du repère utilisé.

On observe 3 phases successives visibles dans la chronique :

1. De 1990 à début 1994, hausse du niveau de 184 à 187 (niveau du NPHE),
2. De 1994 à 2008, baisse régulière du niveau depuis le NPHE jusqu'à 184 environ,
3. Forte recharge en 2008 ce qui a permis une remontée à 186 au max.

Niveau le plus bas observé: le 05/04/2008 (183.75 m NGF)

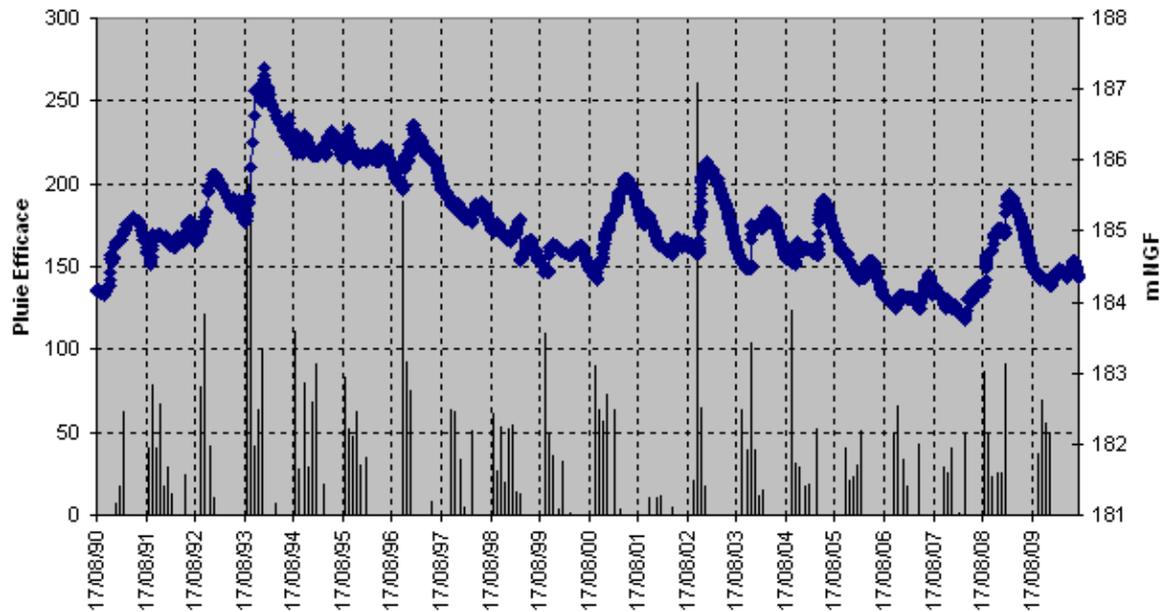
Niveau le plus haut observé: 11/01/1994 (187.31 m NGF)

Domaine de variation: 3.56 m

Tendance générale depuis 2005: très légère baisse voir stable environ 184.5 m NGF.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 64

DIREN Corbas



4.2.3.10 Synthèse couloir d'Heyrieux

Ce couloir dispose d'un réseau de suivi assez bien réparti de l'amont vers l'aval et dont plusieurs points comportent une information sur le long terme. Seuls les piézomètres AEP Mions et AEP Corbas apparaissent comme peu représentatifs du niveau de nappe.

Les piézomètres de DIREN Buclay, RVi et DIREN Corbas sont intéressants car ils permettent un contrôle de l'évolution du niveau piézométrique de l'amont vers l'aval du couloir et dans des zones relativement peu influencées.

Il est aussi intéressant de noter que le piézomètre DIREN Heyrieux possède une chronique longue qui caractérise le rabattement associé aux pompages du SMHAR en période d'irrigation dans le secteur du Bois du Chêne.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 65

4.3 Méthodologie pour la détermination des points nodaux

La détermination des points nodaux de référence a été effectuée sur la base des 4 critères majeurs suivants.

- **Fiabilité de l'information** : ce critère comprend à la fois la qualité des mesures (perturbations de la mesure, lacunes) et la définition du repère de référence (nivellement).
- **Représentativité sur un secteur donné** : ce critère est basé sur la comparaison des niveaux à l'échelle du bassin ou sous-bassin. Il s'agit d'un travail effectué lors de l'étude GESLY 1 et complété en début d'étude avec la mise à jour des données corrigées.
- **Vulnérabilité et intérêts (écologique, alimentation en eau potable, industriel)** : il s'agit ici de confronter et/ou de compléter l'information disponible en tenant compte des zones à enjeux diverses.

En complément, nous avons aussi synthétisé les conclusions du rapport (rapport NAPELY RLY03593-03) afin de vérifier le comportement du modèle sur les points proposés.

4.3.1 Couloir de Meyzieu

Ce couloir présente 3 secteurs de vulnérabilité et d'intérêts majeurs :

- A l'extrême aval du secteur, on estime que le flux sortant participe de manière non négligeable à l'alimentation du secteur de Miribel-Jonage ;
- Au Nord-Est, le marais de Charvas correspond à une zone humide ;
- Au niveau d'Azieu, un secteur de fort prélèvement agricole en période d'irrigation.

Sur le plan de la piézométrie, 2 points ont été exclus car ils présentaient des problèmes de représentativité ou de mesure : ZI Meyzieu (colmaté) ; Orangina (peu fiable).

Sur les 4 points restant, 2 seulement disposent d'une chronique suffisamment longue pour permettre une interprétation sur le long terme : DIREN Bouvarets et DIREN Azieu. Entre ces deux piézomètres, DIREN Bouvarets apparaît comme le plus représentatif du niveau de la nappe, DIREN Azieu étant trop fortement influencé par les prélèvements du SMHAR. D'autre part, ce piézomètre a aussi été sélectionné par le SDAGE comme point de suivi de référence. Ce point permettra donc de contrôler l'évolution du niveau en amont de la zone de prélèvement du SMHAR et donc d'anticiper sur les problèmes pouvant intervenir sur ce secteur.

Concernant le flux sortant nous proposons de suivre l'évolution du niveau du lac des Eaux Bleues déjà équipé d'un dispositif de surveillance.

Sur le secteur du marais de Charvas, nous ne disposons pas à l'heure actuelle des données nécessaires au contrôle du niveau ainsi qu'à la détermination des seuils quantitatifs de gestion. Cette zone fait actuellement l'objet d'une étude spécifique qui devrait également conduire sur des règles de gestion dans un objectif de protection et notamment par l'intermédiaire de la définition de niveaux ou de flux minimum hydrique lié aux zones humides. Les résultats de l'étude pourront donc être intégrés ultérieurement afin de définir les modalités du suivi quantitatif si nécessaire.

4.3.2 Couloir de Décines

Ce couloir ne comprend qu'un captage AEP au niveau de Chassieu dont le volume prélevé déclaré en 2007 est de 106 500 m³.

Par ailleurs, seul un point de suivi dispose d'une chronique suffisamment longue pour permettre l'interprétation sur le long terme (BRGM Genas). Ce point de surveillance montre cependant certaines défaillances du point de vue de sa fiabilité notamment lors des fortes précipitations. Il serait intéressant de

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 66

procéder à une validation du repère de nivellement ainsi que des mesures enregistrées. Il faut noter qu'il s'agit d'un point de référence présélectionné par le SDAGE.

4.3.3 Couloir d'Heyrieux

Ce couloir présente une grande superficie et un réseau bien développé. Deux zones à fort enjeux sont à considérer en particulier :

- Le secteur du Bois du Chêne qui concentre des prélèvements de volumes importants à la fois pour l'irrigation (SMHAR) et pour l'AEP (captage AEP de St-Priest) ;
- Le secteur des zones humides situé à l'aval du couloir dans le secteur lié à l'Ozon.

Dans ses orientations fondamentales, le SDAGE identifie 2 piézomètres pouvant être utilisés comme point de référence : DIREN Buclay et DIREN Corbas.

D'après la synthèse effectuée précédemment nous sommes favorables à l'utilisation de ces piézomètres. En effet, DIREN Buclay, placé très à l'amont du couloir, montre des observations peu influencées et de bonne qualité. Ce point permettra un suivi du niveau de la nappe à l'entrée du couloir et donc un contrôle du bon maintien du niveau amont. Le piézomètre DIREN Corbas est intéressant car il permet un contrôle du niveau à proximité des zones humides de l'Ozon. De plus, il s'agit du point le plus représentatif du secteur qui permettra d'appréhender le bon maintien du flux à l'aval de la zone à forte sollicitation du Bois du Chêne.

En complément, il nous paraît important de contrôler le niveau de la nappe sur le secteur de Vénissieux. Nous proposons d'utiliser le piézomètre RVi (Pz8), seul point disponible à l'heure actuelle.

Enfin, il semble intéressant d'effectuer un contrôle du débit de l'Ozon à la sortie du couloir d'Heyrieux. Le maintien d'un débit minimum est souhaité d'autant plus qu'il existe probablement une relation entre le niveau de l'Ozon et les zones humides située à proximité. Nous proposons de suivre l'évolution du débit et du niveau de la rivière à la station du pont de Sérézin déjà équipée d'une mesure de niveau (avec tarage toutefois à actualiser régulièrement). Ce point permettra de suivre l'évolution du flux sortant en aval du couloir fluvio-glaciaire (hors période pluvieuse, le débit de base de l'Ozon représente en effet ici le drainage de la nappe dans cette partie aval du couloir).

4.4 Liste des points nodaux retenus

En résumé, le dispositif de suivi comprend 7 points de surveillance dont 6 piézomètres et 1 points de contrôle des eaux superficielles (cf. tableau 12) :

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 67

	Dénomination	Entité hydrologique	Type de station
1	DIREN Bouvarets	Couloir de Meyzieu	Piézomètre
2	BRGM Genas	Couloir de Décines	Piézomètre
3	DIREN Buclay	Couloir d'Heyrieux (Amont)	Piézomètre
4	DIREN Heyrieux	Couloir d'Heyrieux (Amont)	Piézomètre
5	DIREN Corbas	Couloir d'Heyrieux (aval Ozon)	Piézomètre
6	Pont de Sérézin	Couloir d'Heyrieux (aval Ozon)	Limnimètre
7	RVI (Pz8)	Couloir d'Heyrieux (aval Vénissieux)	Piézomètre

Tableau 12 : Liste des points de surveillance retenus comme points nodaux

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 68

5 Détermination des niveaux seuils NPA et NPCR

Cette étape fait partie intégrante de l'orientation fondamentale n°7 du SDAGE. Elle correspond à la disposition 7-03 "Définir des niveaux piézométriques de référence et de volumes prélevables globaux pour les eaux souterraines". Il s'agit donc de définir des Niveaux Piézométriques d'Alerte (NPA) et de Crise Renforcée (NPCR) qui serviront de référence pour le maintien du bon état quantitatif du niveau de la nappe de fluvio-glaciaire de l'Est Lyonnais.

L'objectif de ces travaux est de caractériser des niveaux de nappes (en altitude) permettant la préservation de la réserve en eau à long terme ainsi que le maintien du bon état des milieux aquatiques associés à la nappe (Rivières et zones humides) de l'Est Lyonnais. En effet, l'approche suivant l'aspect purement réservoir du volume du stock d'eau constitué par la zone saturée n'est pas suffisante pour pouvoir garantir l'équilibre quantitatif.

5.1 Définition

5.1.1 Niveau piézométrique d'alerte (NPA)

Ce niveau est défini dans le SDAGE comme le niveau de début de conflits d'usages et de premières limitations de pompages en nappe. A cela s'ajoute le critère de satisfaction des usages 8 années sur 10 (AEP, irrigation, industrie...) ainsi que le critère patrimonial ou de bon état quantitatif qui est destiné à maintenir l'équilibre entre les volumes entrant et sortant à l'échelle interannuelle.

5.1.2 Niveau piézométrique de crise renforcé (NPCR)

Il s'agit d'un niveau à ne jamais dépasser où seul l'usage AEP est autorisé et en-dessous duquel la survie des milieux aquatiques liés à la nappe peut-être mise en péril.

5.2 Méthodologie appliquée pour la détermination des NPA et NPCR

5.2.1 Préambule

A l'heure actuelle, l'état des connaissances sur les niveaux-seuils des zones humides ainsi que les caractéristiques du fonctionnement hydrologique de l'Ozon (débit minimum biologique notamment) restent à étudier et à préciser.

Concernant les zones humides, celles-ci font actuellement l'objet d'une étude initiée par le SAGE de l'Est Lyonnais. A l'issue de la phase 1 de cette étude, il est apparu que les 3 zones (secteur Miribel-Jonage, secteur zones humides de l'Ozon et secteur marais de Charvas) peuvent prétendre au statut de ZHIEP (Zones humides d'intérêt environnemental particulier), ceci restant toutefois à valider à l'heure actuelle. A terme, cette étude devrait également conduire sur des règles de gestion dans un objectif de protection et notamment par l'intermédiaire de la définition de niveaux ou de flux hydrique minimums liés aux zones humides. L'intégration des conclusions de l'étude sur les zones humides et en particulier les niveaux seuils d'exigence écologique pourront donc être pris en compte dans la gestion future quantitative de la nappe.

Concernant la rivière de l'Ozon, dont le fonctionnement hydrologique est directement lié à l'aquifère fluvio-glaciaire et au niveau de la nappe, il est tout d'abord nécessaire de préciser les exigences et les besoins

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 69

biologiques et donc en débit, des usages de la rivière (Débit d'Objectif d'Étiage, Débit de Crise Renforcé et Débit Minimum Biologique). Par la suite, il sera pertinent de prendre en compte un point de suivi du débit de l'Ozon. Ce point nodal sera ajouté au réseau SAGE afin de vérifier puis gérer le niveau de nappe qui permet de respecter le bon fonctionnement de la rivière.

5.2.2 Méthode et données pour la détermination du NPA

Le seuil d'alerte piézométrique ou NPA est défini sur chaque mois de l'année. Il s'agit donc d'une courbe qui varie de manière mensuelle. Cette approche permet une meilleure caractérisation des cycles hydrologiques et des variations du niveau de nappe entre les périodes de recharge et d'étiage.

En première approche, le niveau du NPA a été calculé statistiquement sur la base des chroniques réelles observées au niveau des points nodaux. La détermination du niveau d'alerte était basée sur le niveau piézométrique minimal de période de retour 10 ans. A l'issue de cette étape il s'est avéré que le niveau calculé était parfois très proche voire inférieur au niveau du NPCR.

Nous avons donc opté pour une démarche de calcul du NPA à partir du modèle Napely. La méthode adoptée a pour l'objectif de maintenir l'équilibre entre les flux entrant et sortant, et de limiter ainsi la surexploitation de l'aquifère. Il s'agit d'une approche patrimoniale globale qui permet de prendre en compte à la fois le respect du bon état quantitatif sur le long terme, mais aussi le respect du non dépassement du niveau d'alerte plus de 2 années sur 10 comme indiqué par le SDAGE.

Concrètement, la démarche est donc de définir un niveau piézométrique en considérant en premier lieu les flux entrant, et en ajustant les volumes prélevés afin de rendre le niveau stationnaire à l'échelle interannuelle.

Nous avons donc choisi d'appliquer une recharge moyenne caractéristique de la période 2000-2010 sur une période de 8 ans ainsi qu'une recharge faible sur une période de 2 ans. Les volumes prélevés ont ensuite été adaptés suivant la période afin d'obtenir l'état quantitatif de bon équilibre à l'échelle interannuelle. Par ailleurs, le volume maximal prélevable a été défini par couloir afin de permettre une légère augmentation du niveau de nappe pendant les périodes de recharge moyenne. Cette démarche a été adoptée dans le but d'anticiper la crise, et ainsi, de pouvoir limiter la restriction applicable aux prélèvements durant les périodes sèches.

Il s'agit donc de simuler un cas concret de gestion en tenant compte des restrictions imposées pendant les périodes sèches ("arrêté sécheresse").

Le niveau piézométrique ainsi obtenu sera un NPA en accord avec le principe de respect des usages du SDAGE 8/10 ans. Le NPA final sera la courbe annuelle transitoire (de janvier à décembre) la plus pessimiste et sécuritaire parmi les 10 années simulées (cf. les résultats sur 10 ans au chapitre 5.2.2.3).

5.2.2.1 Paramètres utilisés pour la simulation

Etat initial

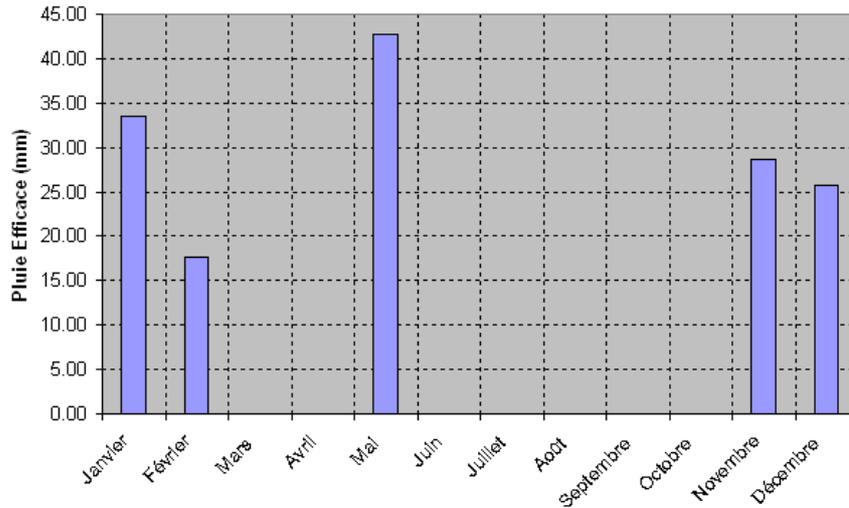
L'état initial est fixé au 01/01/2010 qui correspond à l'état de référence tel que défini dans le cahier des charges de Napely.

La recharge

Nous avons déterminé 2 types de recharges caractéristiques d'après l'historique (depuis 1991) de la pluie efficace fournie par Météo-France sur la station de Colombier-Saugnieu.

La recharge caractéristique d'une année sèche est a été définie sur la base de la pluviométrie efficace de l'année 2007, soit un cumul total annuelle de 148.5 mm. Il s'agit d'une recharge relativement faible mais qui correspond à l'ordre de grandeur de la pluie minimale intervenue 2 fois lors des 10 dernières années (2007 et 2005). La donnée prise en compte pour la simulation est donc la suivante :

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 70



Pour la seconde recharge correspondant à une année moyenne, nous avons utilisé une recharge fictive calculée à partir de la moyenne du cumul pluviométrique annuel et de la répartition temporelle moyenne. Le cumul pluviométrique annuel moyen a été obtenu par moyenne arithmétique sur les données disponibles depuis 1991, soit 231 mm (cf. figure 20).

Cumul annuel

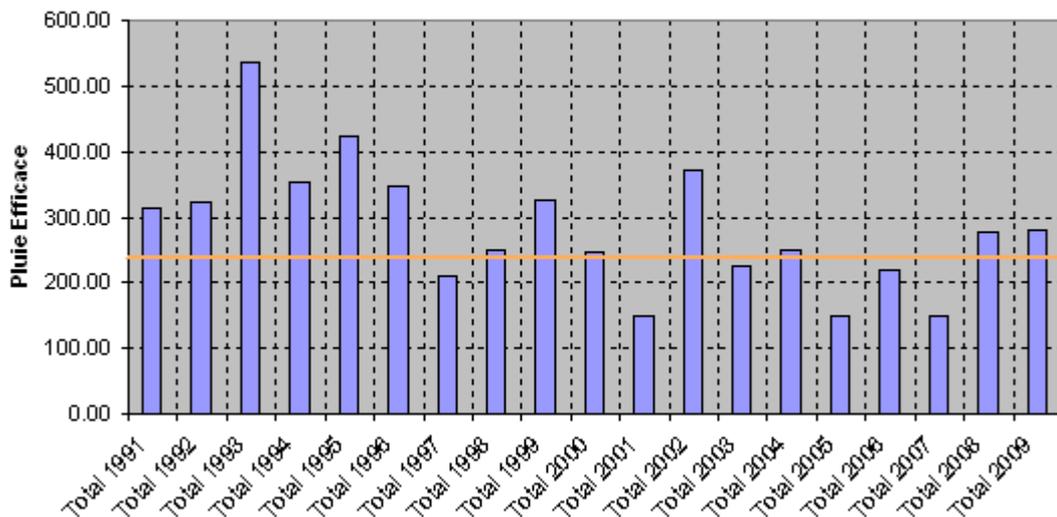


Figure 20 : Chronique de la pluie efficace d'après Météo France

La répartition temporelle moyenne a été déterminée à partir des courbes de fréquence cumulée (cf. figure 21).

Nous avons considéré pour les simulations un enchainement de 3 années de recharge normale, la recharge dite faible intervenant lors de la 4^{ème} année.

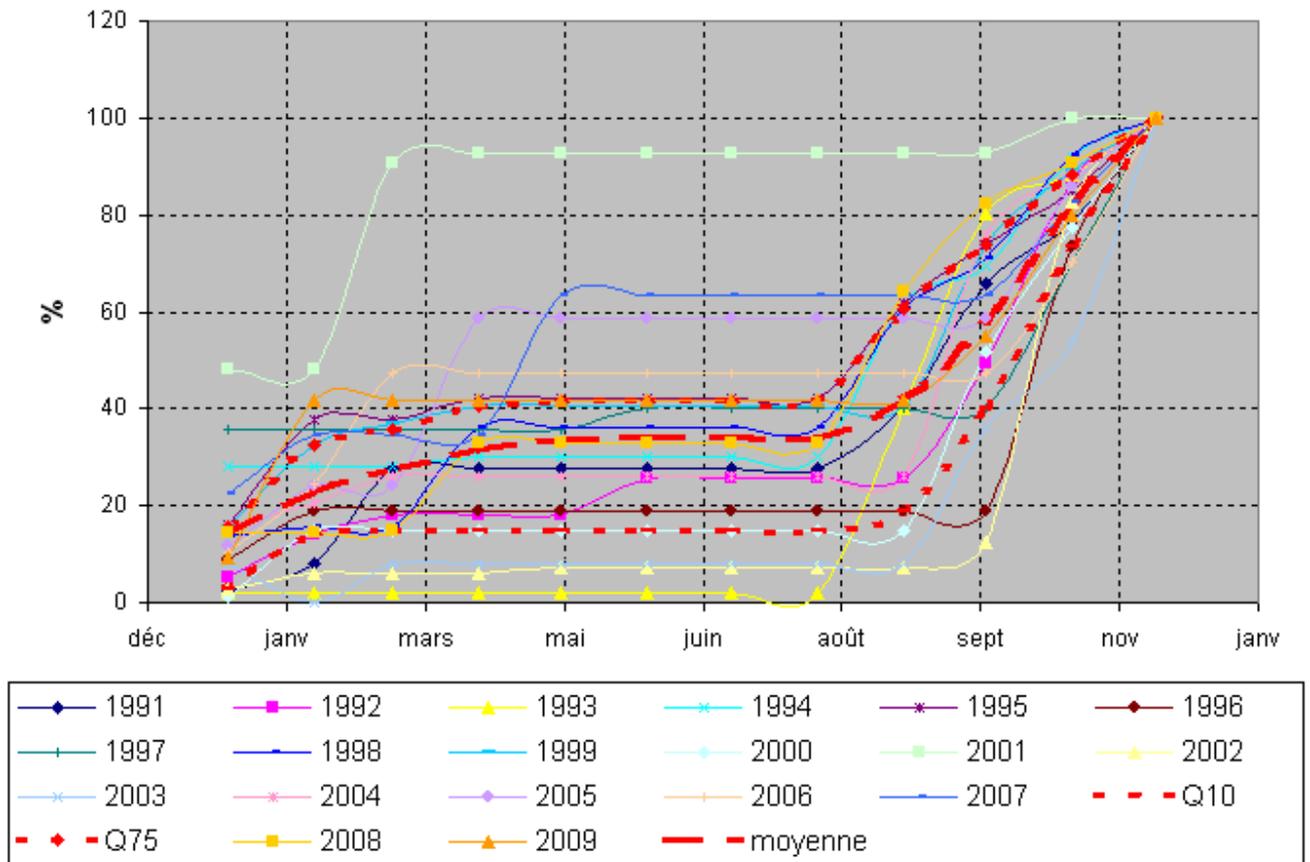


Figure 21 : Courbes de fréquence cumulée

Enfin la pluie efficace moyenne mensuelle est obtenue en combinant la recharge annuelle avec la répartition mensuelle moyenne (cf. Figure 22) :

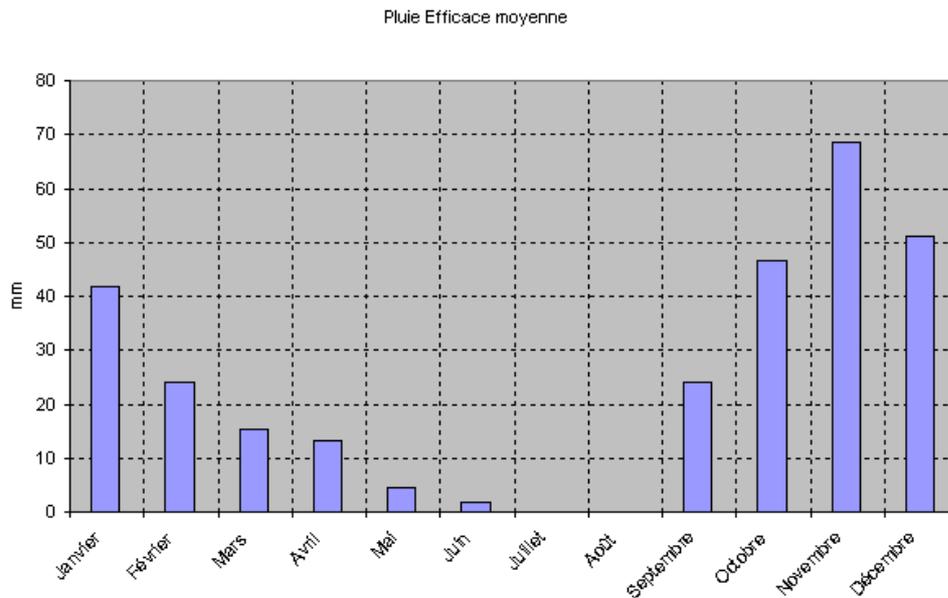


Figure 22 : Histogramme de la pluie moyenne utilisé pour la détermination du NPA

5.2.2.2 Les prélèvements

En première approche nous nous sommes basés sur les prélèvements déclarés en 2007 pour les usages de l'AEP et Industriels (cf. figure 18). Sur les secteurs du SMHAR nous avons pris en compte l'historique des volumes déclarés en 2006 car ils correspondaient, d'une part au volume maximal exploitable dans le secteur du Bois du Chêne depuis l'accord cadre de 2007, et d'autre part, à une valeur assez proche de la moyenne observée sur le secteur de Genas (cf. Figure 23).

En période sèche, les prélèvements liés à l'irrigation et aux industries ont été réduits de l'ordre de 20% ce qui correspond à une première restriction des usages envisagée par les services de la Police de l'Eau.

	Genas	Bois du chêne	ecart à la moyenne		Somme SMHAR
1989	6441591		1115737.524	-1090059	6441591
1990	5319948		-5905.47619	-1090059	5319948
1991	7679373		2353519.524	-1090059	7679373
1992	3703521	278100	-1622332.476	-811959	3981621
1993	3756237	497500	-1569616.476	-592559	4253737
1994	5039048	731900	-286805.4762	-358159	5770948
1995	5145917	1034600	-179936.4762	-55459	6180517
1996	5399962	721300	74108.52381	-368759	6121262
1997	5996191	1126500	670337.5238	36441	7122691
1998	5757764	1359000	431910.5238	268941	7116764
1999	4834811	995800	-491042.4762	-94259	5830611
2000	5486681	1440500	160827.5238	350441	6927181
2001	5553453	1617768	227599.5238	527709	7171221
2002	3192296	1008808	-2133557.476	-81251	4201104
2003	7754824	2041679	2428970.524	951620	9796503
2004	6631279	1695509	1305425.524	605450	8326788
2005	6538491	1303765	1212637.524	213706	7842256
2006	5811070	1134092	485216.5238	44033	6945162
2007	2614895	862977	-2710958.476	-227082	3477872
2008	2424703	567874	-2901150.476	-522185	2992577
2009	6760868	1203390	1435014.524	113331	7964258
2010	348153	189577			
Min	2424703	278100			2992577
Max	7754824	2041679			9796503
Moyenne	5325853.476	1090059			6260189.762
Ecart type	1494016.329	448855.8358			1741572.933

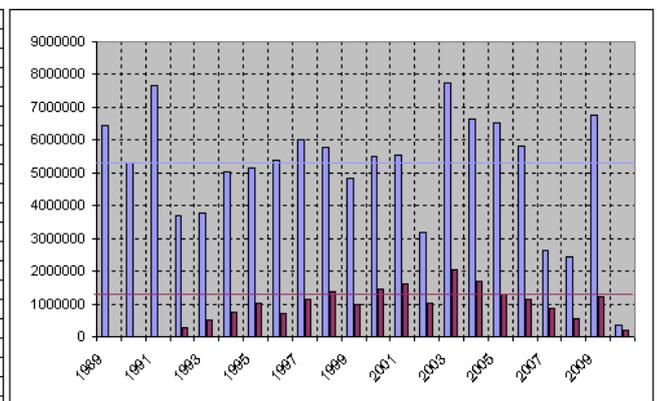


Figure 23 : Synthèse des volumes déclarés par le SMHAR depuis 1989

5.2.2.3 Résultats et interprétations

Les courbes piézométriques calculées pour chaque point nodal ont donc été définies pour correspondre aux critères suivants :

- *respect du bon état quantitatif à l'issue de la période de simulation*
- *obtention d'un bilan des flux excédentaire pendant les années de recharge moyenne*

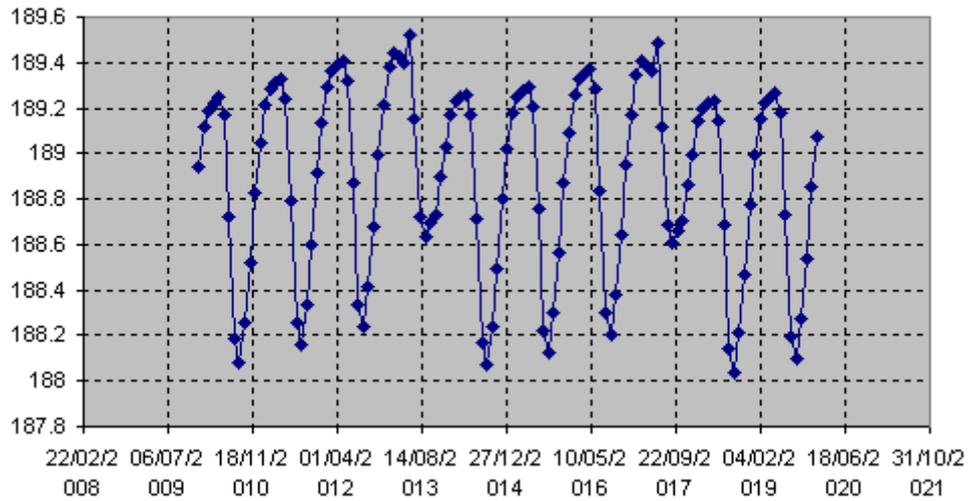
Les volumes maximums prélevables ont été ajustés suivant les critères cités précédemment au niveau du secteur le plus vulnérable de chaque couloir. Dans ce contexte il est donc possible que le bilan des flux de certaines zones soit plus excédentaire que d'autres.

Les résultats de la simulation montrent le bon respect de l'équilibre quantitatif à l'issue de la période considérée (cf. graphiques ci-dessous). Les volumes maximums prélevables ont alors été définis sur la base des volumes appliqués lors des périodes de recharge moyenne, les valeurs extraites des simulations sont indiquées au chapitre 5.3.

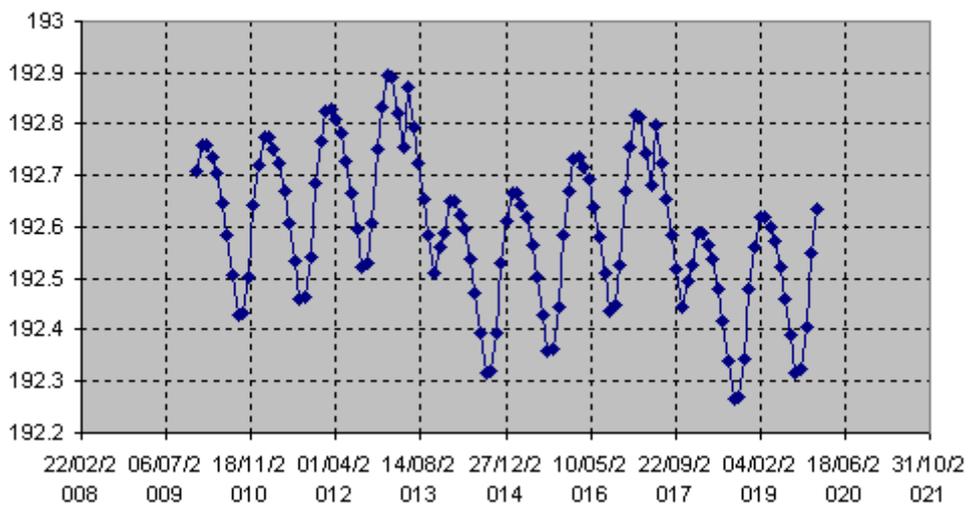
A noter que le critère de stationnarité a été défini par rapport à un état initial fixé au 01/01/2010. Celui-ci pourra donc faire l'objet de révision en fonction des résultats des études sur les zones humides et la rivière de l'Ozon.

La courbe du NPA a été sélectionnée par rapport à l'état initial considéré, soit le 01/01/2010. La courbe retenue pour chaque point nodal a été reportée en cartographie (cf. Annexe 10).

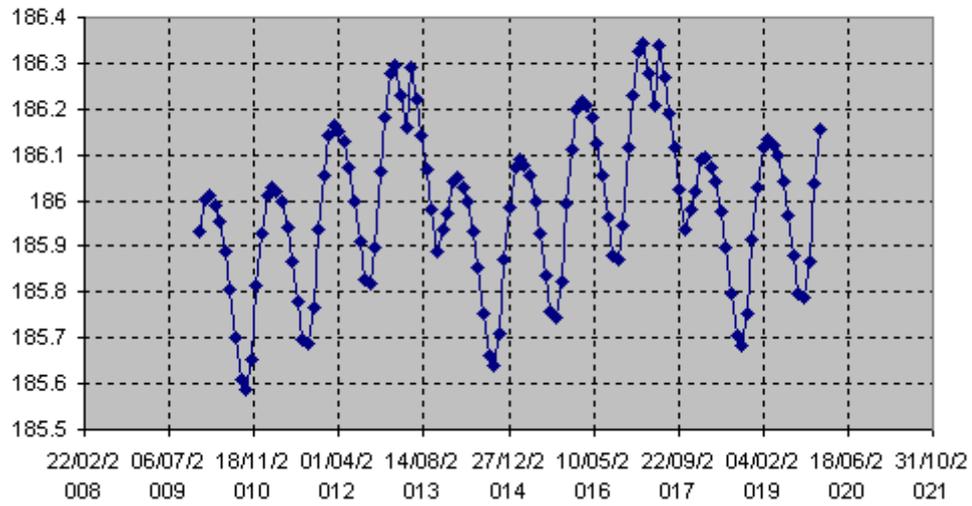
Bouvarets



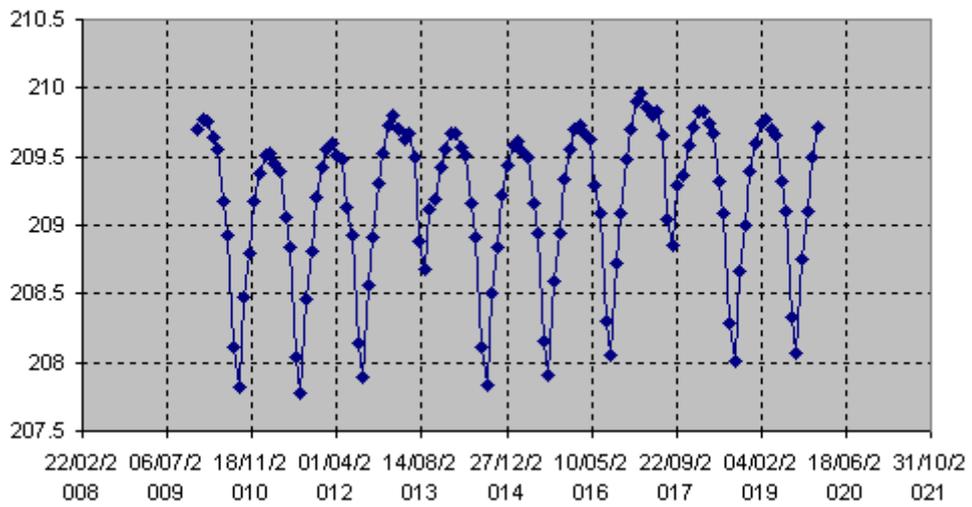
BRGM Genas



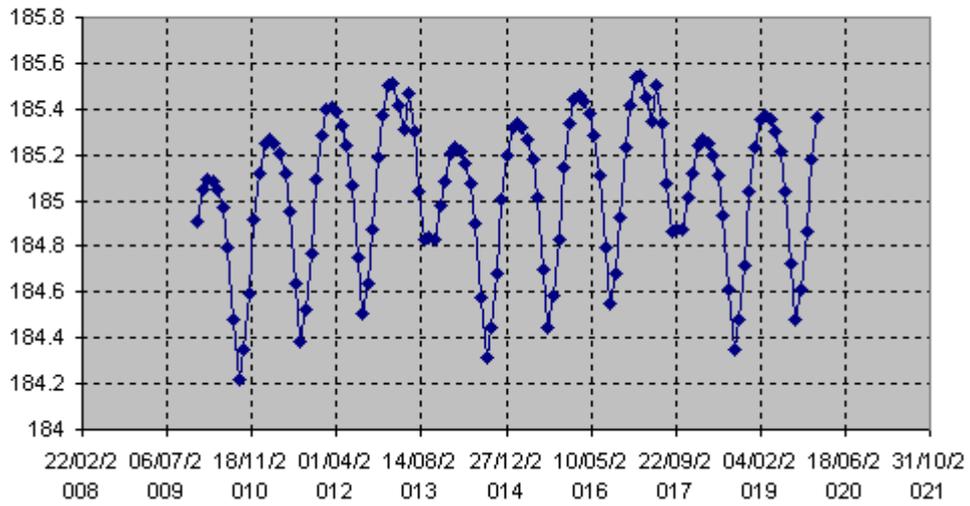
Rvi



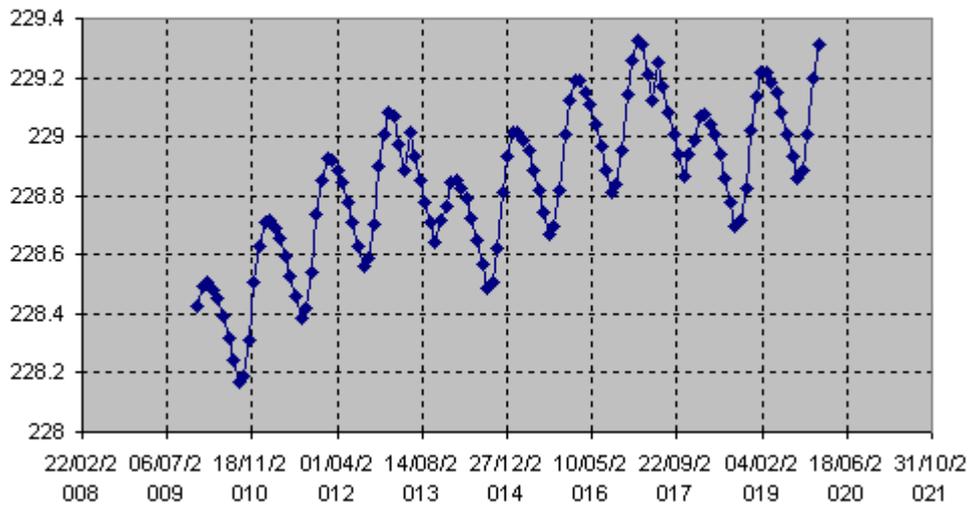
DIREN heyrieux



DIREN Corbas



DIREN Buclay



5.2.3 Méthode et données pour la détermination du NPCR

La méthode ici retenue pour la détermination du NPCR est basée sur les seuils critiques de fonctionnement des captages d'intérêt majeur pour l'alimentation en eau potable et/ou la survie des milieux aquatiques. Par définition, le NPCR est donc défini sur la base des crépines AEP, du niveau des « radiers écologiques » pour les zones humides et du Débit minimal biologique (DMB) pour l'Ozon. En première approche le NPCR peut donc être une valeur fixe qui sera ajustée par secteur en fonction du niveau le plus élevé sur les points retenus à l'échelle du couloir.

En premier lieu nous avons donc considéré une approche très sécuritaire du point de vue des ouvrages AEP basée sur le maintien de l'intégralité de la zone saturée au niveau de la crépine. Or, il s'est avéré que sur le couloir d'Heyrieux, les caractéristiques techniques de l'ouvrage considéré étaient trop restrictives. Dans ce cas, nous avons abaissé le niveau seuil au niveau critique du bon fonctionnement de l'ouvrage correspondant à 70% de la zone saturée.

A l'heure actuelle, l'état des connaissances sur les zones humides et l'Ozon doivent être approfondies avant de pouvoir être intégrées à l'étude GESLY. Concernant les zones humides une étude est en cours afin de préciser leur fonctionnement. A terme cette étude devrait permettre de caractériser les relations nappes rivières et fournir un seuil minimal de nappe qui pourra être intégré dans la démarche de détermination du NPCR.

Au niveau de l'Ozon il s'agit ici d'une étude hydraulique spécifique afin de définir les débits seuils DOE et DCR comme indiqué dans le SDAGE. Cette étude sera basée sur l'étude statistique des chroniques de données existantes à la station limnimétrique de l'Ozon. En complément des mesures de débits devront être réalisées au moins en 2 ou 3 points de la rivière afin de déterminer l'évolution du débit spécifique d'écoulement sur les différentes parties du bassin versant (changement de fonctionnement sans doute significatif entre l'amont sur terrain molassique, et la plaine fluvio-glaciaire drainée en moitié aval du cours d'eau).

Le schéma pris en compte pour la détermination du NPCR est donc le suivant (cf. Figure 24) :

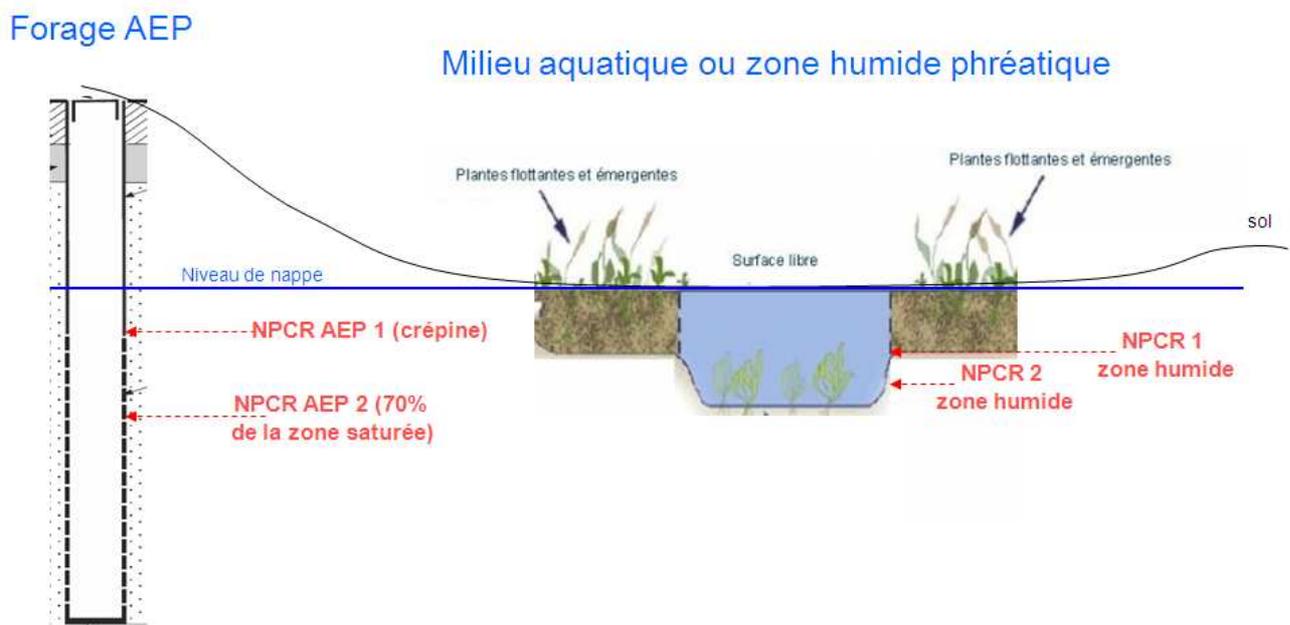


Figure 24 : Méthodologie de détermination du NPCR

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 77

A l'heure actuelle, ce niveau est donc déterminé à partir de la hauteur des crépines des forages AEP implantés dans le périmètre du SAGE ou à proximité (secteur de Décines ou Meyzieu). Les niveaux des crépines considérés ont été reportés dans le tableau 13. Par la suite, ces niveaux seront complétés par les seuils de « niveaux écologiques » relatifs aux zones humides du SAGE.

Nom	Couloir	Haut crépine m NGF	Bas Crépine m NGF
CAPTAGE DE ST PRIEST 4 CHENES	Couloir d'Heyrieux	193.3	
CAPTAGE AEP DE MARENNES (SYNDICAT)	Couloir d'Heyrieux	183.75	178.05
CAPTAGE D'HEYRIEUX	Couloir d'Heyrieux	226	
STATION DE CAPTAGE ROMANETTES	Couloir d'Heyrieux	184.86	176.05
CAPTAGE TROUPILLERE	Couloir d'Heyrieux	186	174
CAPTAGE AEP DE MIONS F1	Couloir d'Heyrieux	200.8	190.5
CAPTAGE AEP DE MIONS F2	Couloir d'Heyrieux	203.5	193.5
AEP AFRIQUE	Couloir de Décines	180.7	
F1 POMPAGE EN NAPPE AEROPORT DE LYON ST EXUPERY	Couloir de Meyzieu	175	149
F3 POMPAGE EN NAPPE AEROPORT DE LYON ST EXUPERY	Couloir de Meyzieu	178	148
FORAGE 1 D'AZIEU	Couloir de Meyzieu	186	171
FORAGE 2 D'AZIEU	Couloir de Meyzieu	176.7	
CAPTAGE AEP LES VERNES P2	Alluvions du Rhône		
CAPTAGE AEP DE DECINES	Alluvions du Rhône	172.15	164.15
CAPTAGE AEP DE DECINES	Alluvions du Rhône	174	166.2
CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P1	Alluvions du Rhône	173.9	172.4
CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P2	Alluvions du Rhône	171.6	169.2
CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P3	Alluvions du Rhône	172	170.8
CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P4	Alluvions du Rhône	171.95	168.8
CAPTAGE AEP DE MEYZIEU P5	Alluvions du Rhône	172.15	166.75

Tableau 13 : niveau des crépines AEP (unités en m)

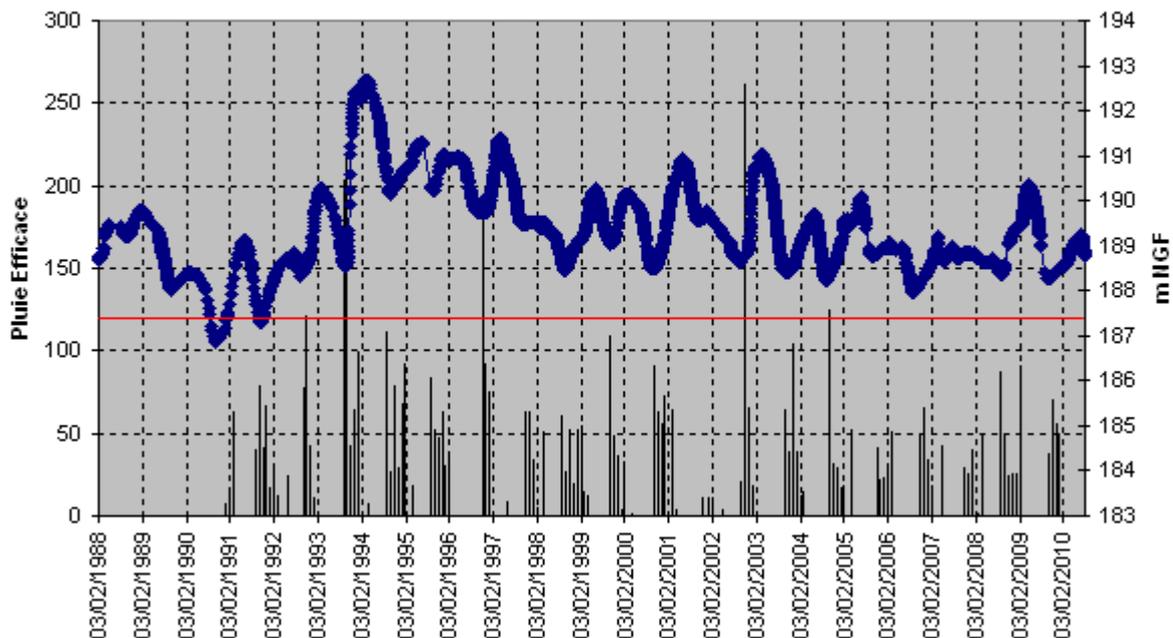
Sur le couloir de Décines, la hauteur de la crépine est située à 180.7 m NGF, soit 3.4 m en dessous de la cote minimale enregistrée sur le piézomètre AEP Chassieu. D'après l'historique des données, nous avons pu estimer la cote correspondant au niveau le plus bas intervenu depuis 1971 à partir du piézomètre amont BRGM Genas, soit environ 184.9 m NGF. En l'occurrence, ce couloir dispose donc d'une marge confortable par rapport à la disposition des ouvrages. Ceci a aussi été confirmé par les différents scénarios de simulation en cas d'augmentation du volume prélevé (simulation n°1) ou de crise climatique (simulation n°6) qui ont montré que le niveau minimal atteint ne donnait pas lieu à un dénoyage de la crépine. Le niveau du NPCR reporté sur le piézomètre de BRGM Genas est de 188.5 m NGF. *Les forages AEP du champ captant au niveau du lieu dit "La Rubina" n'ont pas été pris en compte car leur alimentation n'est pas uniquement lié à l'aquifère fluvio-glaciaire et dépend fortement de l'aquifère des alluvions du Rhône.*

Cependant, dans le secteur amont, il est nécessaire de maintenir un niveau de nappe supérieur à celui observé à l'amont du couloir de Meyzieu pour conserver une ligne de partage des eaux stable géographiquement. Ceci dans le but de ne pas rediriger une partie du flux du couloir de Meyzieu vers le couloir de Décines. Par conséquent, le niveau du NPCR pourrait être ajusté en fonction de celui calculé sur le couloir de Meyzieu.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 78

Sur le couloir de Meyzieu, le captage AEP d'Azieu apparait comme le plus vulnérable d'après les caractéristiques techniques de l'ouvrage. Le niveau de la crépine est de 186,0 m NGF soit 40 cm en dessous de la cote minimale définie à l'issue de l'étiage 2006 (valeur déterminée d'après Napely début Septembre 2006). Le NPCR a ensuite été déterminé sur la base du gradient hydraulique en période d'étiage (condition pénalisante) au niveau du piézomètre Bouvarets. La valeur ainsi calculée sur ce piézomètre est de 187.3 m NGF.

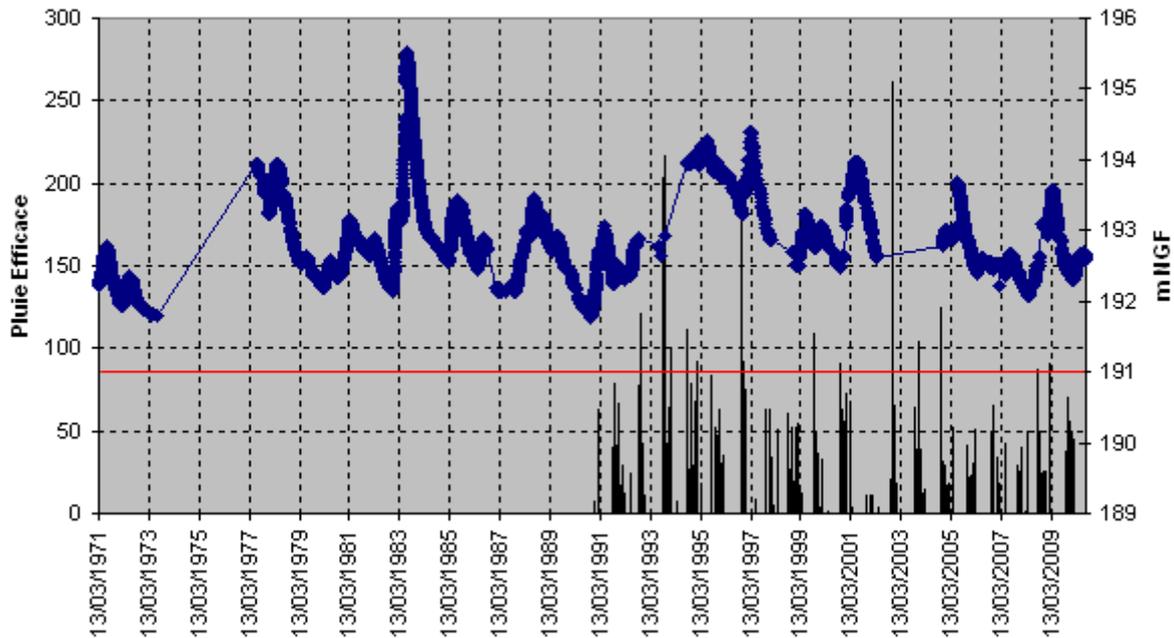
DIREN Bouvarets



Ainsi nous pouvons fixer le NPCR sur le piézomètre de BRGM Genas à environ 191 m NGF.

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 79

BRGM Genas

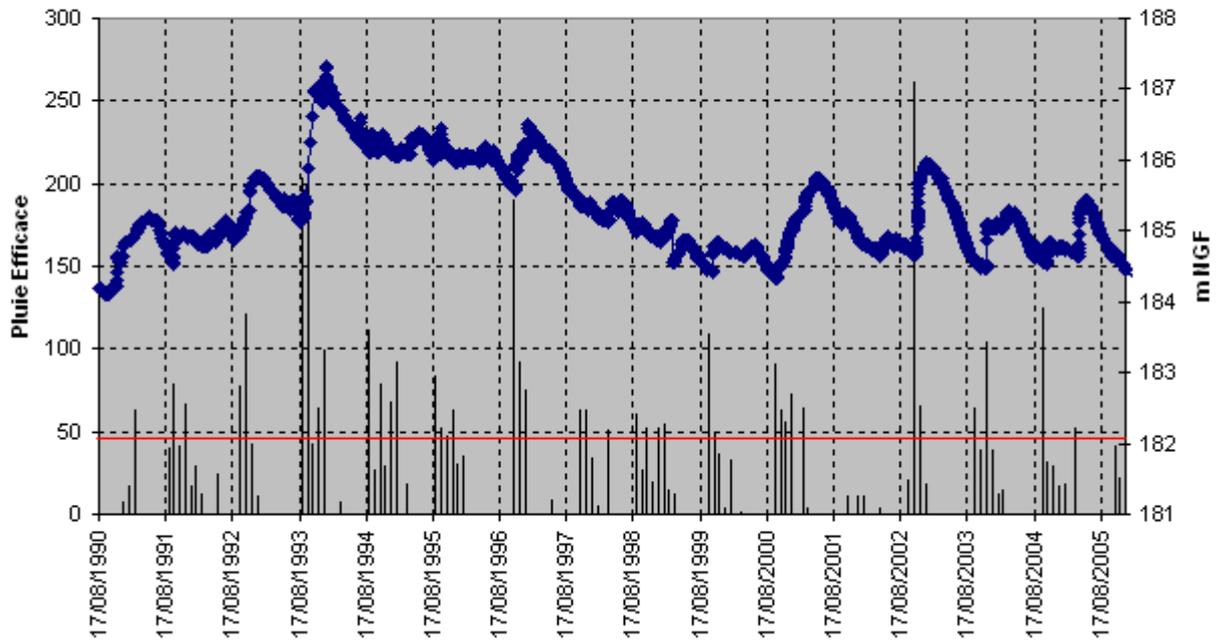


Sur le couloir d'Heyrieux, le captage AEP le plus vulnérable est celui des Romanettes, la cote de la crépine étant de 184.86 m NGF. Ce niveau étant trop restrictif, il a été décidé de l'abaisser au niveau critique de fonctionnement de l'ouvrage correspondant à 70% de la zone saturée. Le niveau pris en compte pour la détermination du NPCR de chaque point nodal est de 182,21 m NGF.

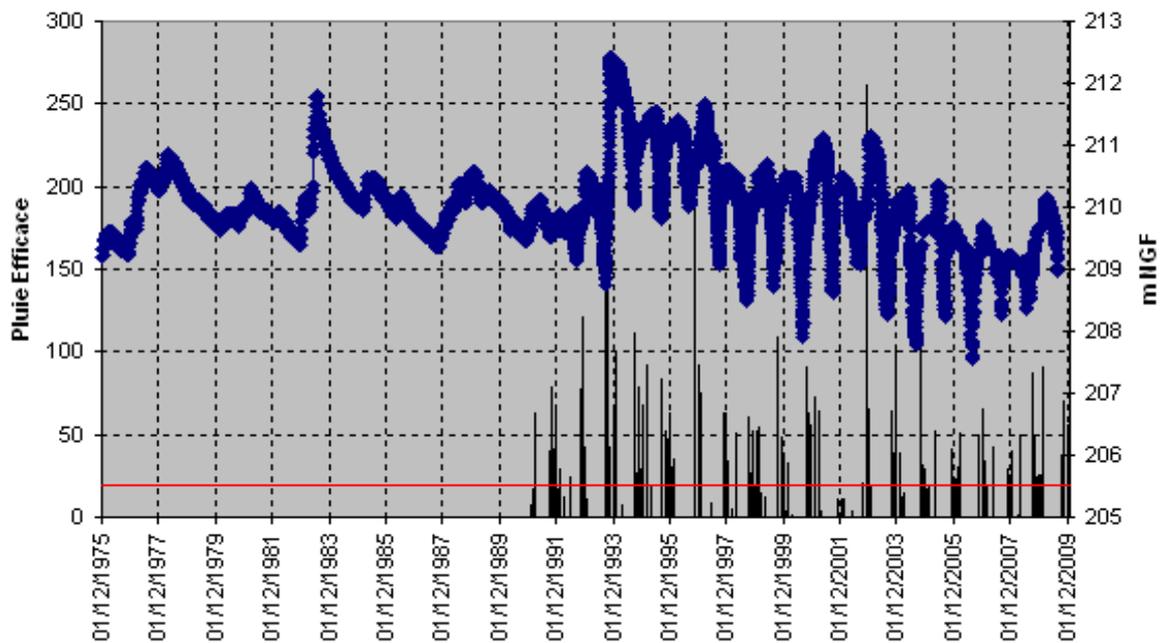
Les cotes ont ensuite été reportées au niveau des points nodaux représentatifs du couloir :

- NPCR DIREN Corbas : 182.03 m NGF
- NPCR DIREN Heyrieux : 205.47 m NGF
- NPCR DIREN Buclay : 225.69 m NGF
- NPCR RVi : 182.2 m NGF

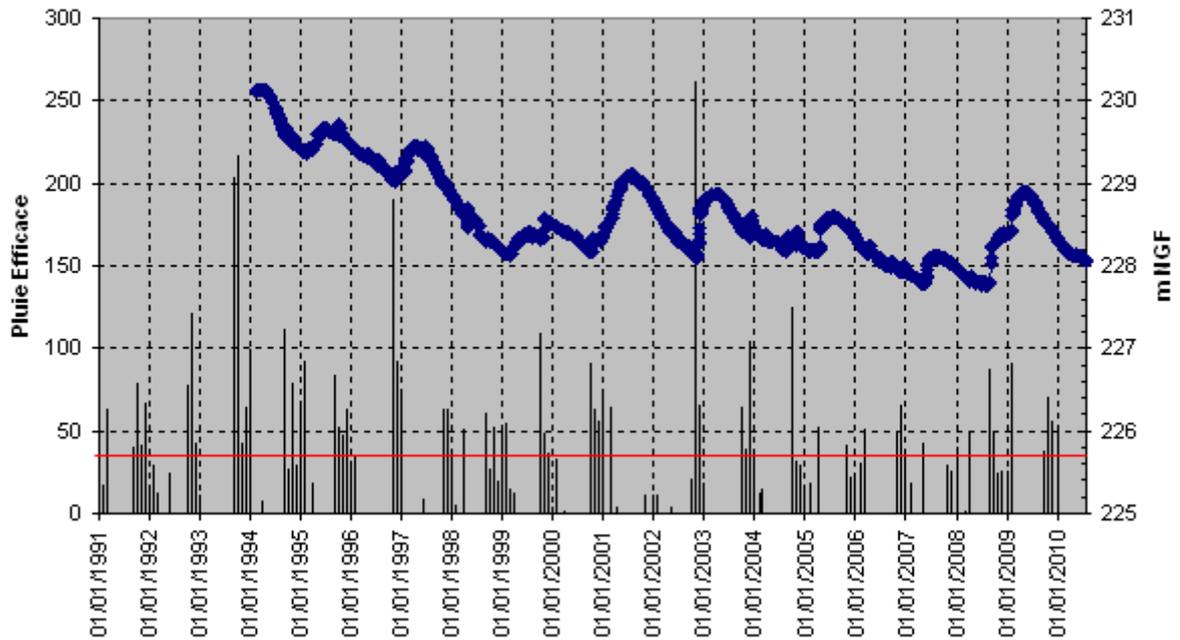
DIREN Corbas



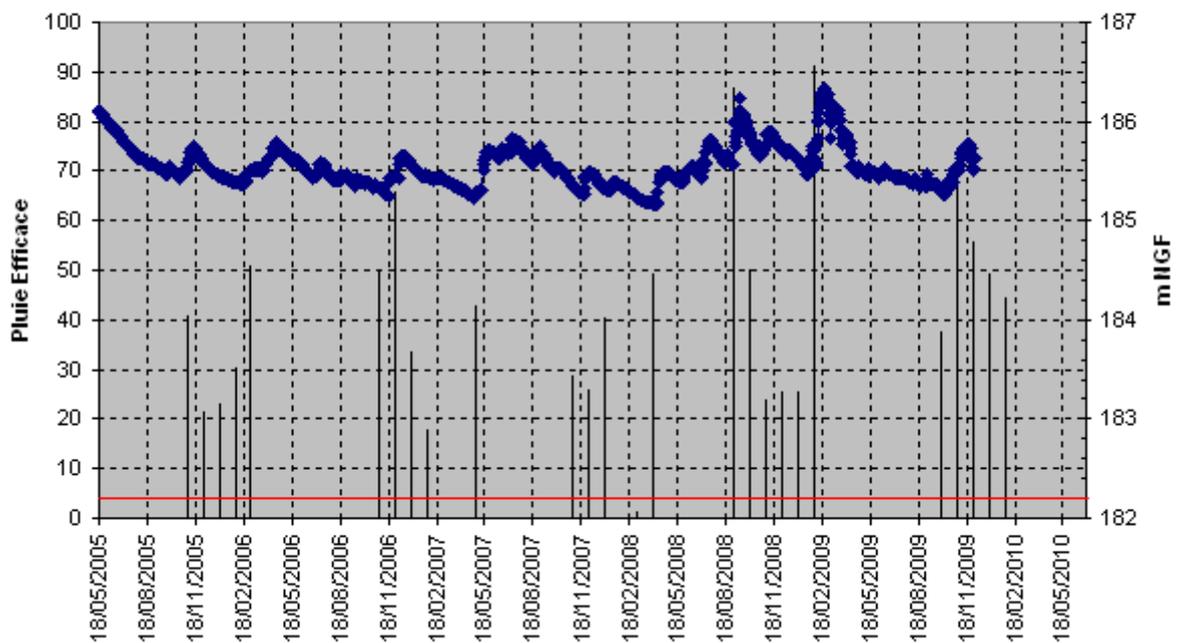
DIREN Heyrieux



DIREN Buclay



RVI (Pz8)



5.3 Détermination des volumes maximum prélevables

Les volumes maxim prélevables ont été calculés sur la base des résultats des simulations ayant servi à la détermination du NPA (cf. chapitre 5.2.2). Les volumes présentés permettent donc le maintien de l'équilibre quantitatif (état piézométrique stationnaire) à l'échelle pluriannuelle en tenant compte d'une recharge

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 82

moyenne intervenant 8 années sur 10, et de 2 périodes sèches réparties de manière aléatoire sur la période considérée. D'après les observations, cette approche est représentative de la situation climatique enregistrée sur la même période pour la station de Colombier-Saugnieu depuis 1999. Le modèle tient donc compte d'un volume de recharge caractéristique des observations réelles sur une longue période. Compte tenu de la caractéristique intrinsèque de la pluie, qui est une variable aléatoire, on peut logiquement observer dans la réalité, une répartition temporelle différente sur certaine période, ce dont nous tiendrons compte pour l'établissement des règles de gestion.

5.3.1 Couloir de Meyzieu

Sur le couloir de Meyzieu, le bilan des prélèvements d'après les résultats de 2002, 2007 et 2008 a montré l'importance des usages liés à l'irrigation (cf. Tableau 14) :

	AEP	Irrigation	Industrie	Volume Total
Meyzieu	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³
Volume maximal Prélevable	0.79	4.64	0.82	6.25
Volume prélevé en 2007	0.61	2.86	0.63	4.10
Volume prélevé en 2008	0.61	3.16	1.70	5.44

Tableau 14 : Volume maximum prélevable sur le couloir de Meyzieu

Remarque : Sur les années 2007 et 2008, le volume prélevé par le SMAHR sur ce couloir est relativement peu important par rapport au volume prélevé en moyenne.

Le volume maximal prélevable pour l'ensemble du couloir de Meyzieu déterminé à partir de la simulation est de 6.25 Mm³/an. Ce volume a ensuite été réparti par usage suivant les proportions moyennes des prélèvements connues (recensements des années 2007 et 2008). Cette valeur est donnée à titre indicatif, par la suite il appartiendra au SAGE de répartir le volume total calculé par usage.

5.3.2 Couloir de Décines

Le couloir de Décines correspond au secteur le moins sensible, là où la pression d'exploitation de la nappe est la moins importante. Le bilan des prélèvements effectué est le suivant (cf. Tableau 15) :

	AEP	Irrigation	Industrie	Volume Total
Décines	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³
Volume maximal Prélevable	0.13	0.23	2.24	2.60
Volume prélevé en 2007	0.11	0.19	1.87	2.17
Volume prélevé en 2008	0.11	0.28	2.70	3.10

Tableau 15 : Volume maximum prélevable sur le couloir de Décines

5.3.3 Couloir d'Heyrieux

Le bilan des volumes maximum prélevables effectué sur le couloir d'Heyrieux montre qu'il s'agit du secteur le plus sensible en terme d'exploitation, notamment sur le plan de l'AEP (cf. Tableau 16) :

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 83

	AEP	Irrigation	Industrie	Volume Total
Heyrieux	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³
Volume maximal Prélevable	7.09	5.99	5.59	18.67
Volume prélevé en 2007	5.20	3.41	4.17	12.78
Volume prélevé en 2008	5.56	5.83	3.54	14.97

Tableau 16 : Volume maximum prélevable sur le couloir d'Heyrieux

La gestion de ce couloir est la plus difficile à appréhender, en raison de sa superficie, mais surtout à cause des différences présentes aussi bien sur le plan de l'exploitation que sur les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe. Le volume maximal prélevable a été défini à partir de la modélisation sur la base de 8 années de recharge moyenne et 2 périodes sèches. Ce volume tient compte du volume maximal exploitable par le SMHAR sur le secteur du Bois du Chêne défini d'après l'accord cadre de 2007 à 1.1 Mm³/an. Il tient aussi compte de la réhabilitation du collecteur de l'Ozon, donc l'imperméabilisation effectuée courant 2009-2010 devrait permettre la restitution d'un flux conséquent vers la nappe fluvio-glaciaire.

Le volume maximal exploitable sur le couloir d'Heyrieux est d'environ 18.67 Mm³/an. *Ce volume est donc plus important que ceux des recensements connus des années précédentes. Cela s'explique principalement par l'augmentation des capacités des prélèvements dans le secteur de l'Ozon liées à la réhabilitation du collecteur de l'Ozon. D'après les estimations fournies par la DDT du Rhône, les simulations réalisées montrent que le volume rejeté par le drain routier à l'issue des travaux s'établit aux environs de 76 000 m³/an, équivalent donc à ce qui est drainé en 3 jours à l'heure actuelle par le collecteur.*

	AEP	Irrigation	Industrie	Volume Total
Heyrieux Amont	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³
Volume maximal Prélevable	4.97	1.13	1.71	7.82
Volume prélevé en 2007	4.15	0.94	1.43	6.51
Volume prélevé en 2008	4.50	1.80	1.60	7.90

	AEP	Irrigation	Industrie	Volume Total
Heyrieux Aval Ozon	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³
Volume maximal Prélevable	2.12	4.73	1.47	8.32
Volume prélevé en 2007	1.06	2.37	0.74	4.16
Volume prélevé en 2008	1.06	3.74	0.74	5.54

	AEP	Irrigation	Industrie	Volume Total
Heyrieux Aval Vénissieux	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³
Volume maximal Prélevable	0.00	0.12	2.41	2.53
Volume prélevé en 2007	0.00	0.10	2.01	2.11
Volume prélevé en 2008	0.00	0.29	1.20	1.49

Tableau 17 : Volume maximal prélevable par sous-couloir (Heyrieux)

6 Proposition de règles de gestion quantitative

6.1 Principe retenu

Les règles de gestion proposées sont définies dans le cas d'un déficit avéré correspondant au niveau seuil d'alerte (NPA). Le schéma général de gestion ou riposte graduelle proposé est le suivant (cf. figure 25) :

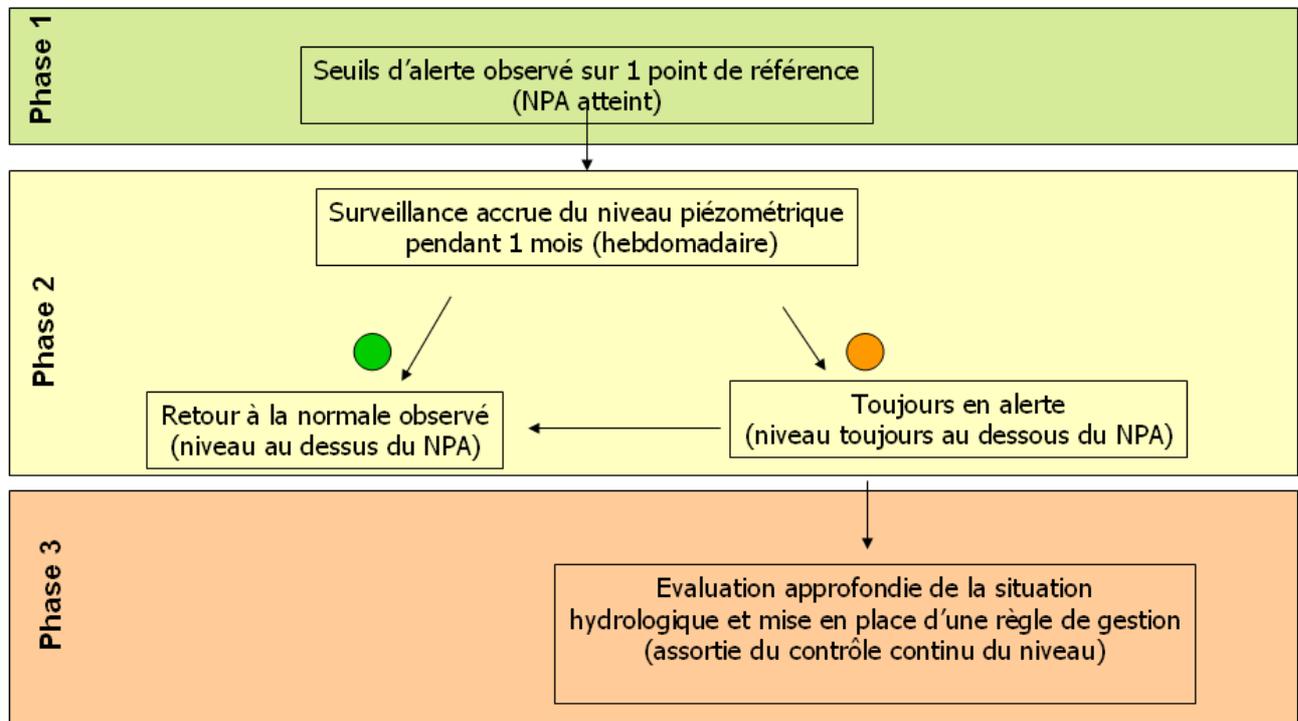


Figure 25 : Gestion quantitative graduée

6.2 Proposition pour le mode de surveillance du niveau de nappe

En premier lieu, il apparait nécessaire que chaque point nodal soit équipé d'un dispositif d'enregistrement automatique et de télétransmission au pas de temps hebdomadaire. Ceci dans le but, de permettre une surveillance renforcée lors des périodes de crises. Ce point concerne principalement le piézomètre Rvi (Pz8) ainsi que le limnimètre de l'Ozon qui sont aujourd'hui les seuls à ne pas disposer de ce type d'appareil.

Dans un second temps, une concertation entre les différents acteurs (SAGE, DDT, DREAL, comité sécheresse...) pourrait être mise en place à l'issue de la période de recharge généralement observée entre mars et avril. L'objectif serait d'effectuer un bilan de la situation hydrologique de l'année en cours à cette période (efficacité de la recharge, niveau de nappe par rapport aux seuils de référence...). Cela, afin de mettre en perspectives les prévisions de gestion et d'anticiper les mesures éventuelles de restriction.

6.3 Mise en place des règles de gestion

Première règle de gestion

Cette règle correspond à la phase 2 de la gestion graduelle. Il s'agit d'une règle préventive qui correspond à une surveillance renforcée (suivi hebdomadaire) de l'état quantitatif de la nappe. Cette règle permet de

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 85

prendre en compte les aléas pouvant intervenir ponctuellement sur l'observation au point nodal (défaillance du capteur, ...).

Le délai de la surveillance renforcée est ici fixé à 1 mois, ce qui permet d'effectuer 4 bilans hebdomadaires afin d'obtenir une vision confortée sur la situation hydrologique et piézométrique.

Deuxième règle de gestion

Elle intervient à l'issue de la phase 2 si le niveau mesuré sur les points nodaux est toujours inférieur à celui du NPA. Il s'agit alors d'effectuer un bilan de la situation hydrologique selon les critères suivants :

- relève de la date présente. Ce critère de date est important pour l'évaluation du risque, il sera défini par rapport au calendrier type de fonctionnement (cf. figure 26) :

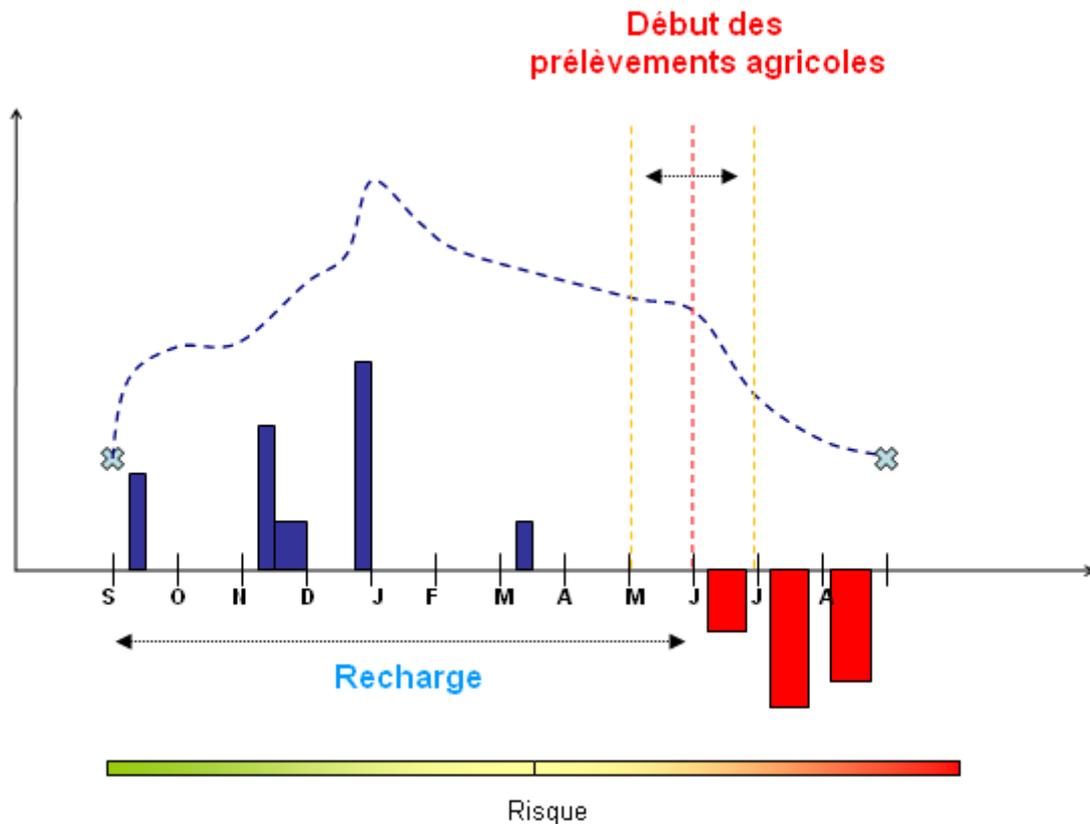


Figure 26: calendrier type de fonctionnement de l'aquifère

- évaluation de la recharge pluviométrique par rapport à la situation moyenne (cf.5.2.2.1). Cette étape consiste à comparer le cumul de pluie efficace intervenu depuis début Septembre avec la pluie efficace moyenne intervenue sur la même période. Le taux de la recharge présente par rapport à la recharge moyenne sera évalué.
 - Par exemple, si l'on considère une année sèche comme 2005, le cumul de pluie efficace total intervenant de Septembre à fin Février est de 105 mm (cf. Table des valeurs Annexe 11), tandis que le cumul calculé lors d'une année caractéristique moyenne est de 203 mm. Il apparaît donc un déficit du volume entrant dans l'aquifère de moitié moins important que la normale ($105/203=51\%$) ;
- vérification de la dynamique observée de la nappe depuis le dépassement du NPA (vérification de la tendance évolutive à court terme). Il s'agit ici d'effectuer la différence entre le niveau piézométrique observé lors du dépassement du seuil quantitatif et ceux relevés depuis la mise en place de la surveillance renforcée durant le mois précédent. Trois cas sont envisageables :

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 86

1. la tendance se poursuit de manière linéaire ;
 2. la baisse du niveau de la nappe s'amplifie ;
 3. la tendance s'inverse, le niveau tend à remonter et à retrouver l'équilibre (au dessus du NPA).
- Mise en place d'une règle de gestion quantitative dynamique adaptée à la situation. Cette règle de gestion doit être adaptée à la situation constatée en fonction du bilan des flux entrant (de son écart par rapport à la situation moyenne), de la date de l'alerte constatée et du couloir aquifère concerné. Lorsque cela sera nécessaire le taux de réduction du volume prélevés sera alors ajusté suivant le taux de la recharge défini précédemment. Le tableau 19 propose les usages à contraindre en priorité en fonction de la date et du couloir considéré.

6.4 Simulations complémentaires pour l'aide à la décision des mesures de gestion

En compléments des simulations réalisées (cf. Chapitre 1), nous avons effectué un travail complémentaire de simulations dont l'objectif premier est d'apporter des estimations concernant le degré des restrictions à mettre en place et leur efficacité.

Pour cela nous avons testé 2 modèles montrant un déficit des apports pluviométriques à des degrés différents. Les modèles de pluie utilisés, bien que théoriques, ont été calés sur les données pluviométriques observées. Par rapport, à un cumul de pluie efficace de 230 mm, nous avons donc testé un premier modèle avec une réduction des apports pluvieux de 10% puis un second modèle avec une réduction de 30% ce qui correspond aux situations de crises climatiques observées lors des années sèches de 2005 et 2007 par exemple.

En parallèle, nous avons tenté de reproduire un cas réel de gestion quantitative avec la mise en place de restrictions d'usages intervenant dès le mois d'Avril. Divers degrés de restrictions ont été appliqués, en tenant compte du souhait des principaux décideurs qui envisagent volontairement et pragmatiquement, de limiter à environ 50%, la valeur des restrictions sur les débits habituellement prélevés. La restriction concerne l'ensemble des usages à l'exception de l'AEP.

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques de chaque modèle ainsi testé:

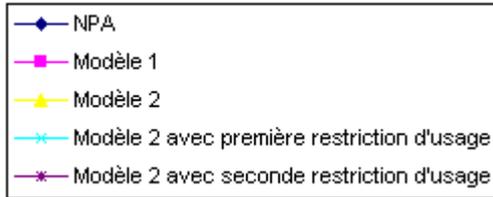
	Modèle 1 (Réduction pluie efficace de 10%)	Modèle 2 (Réduction pluie efficace de 10%)	Modèle 2.1 avec première restriction d'usage	Modèle 2.2 avec seconde restriction d'usage
Pluie efficace (mm)	207 mm	161 mm	161 mm	161 mm
Restriction	non	non	oui	oui
Prélèvements	Volume max. prélevable	Volume max. prélevable	Diminution de 20 % à partir du mois d'Avril	Diminution de 20 % à partir du mois d'Avril puis de 50 % de Juin à Septembre

Tableau 18 : Paramètres des modèles complémentaires des mesures de gestion

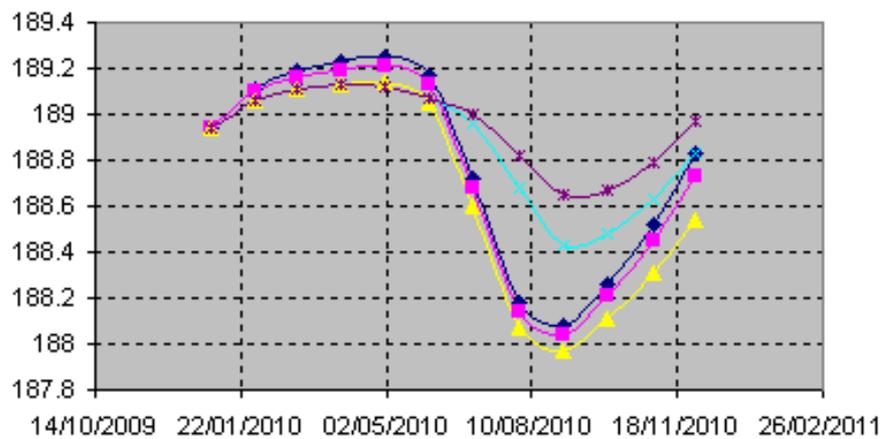
Les niveaux piézométriques ont été compilés sur un même graphique auquel l'état de référence a été ajouté pour faciliter la comparaison. En complément, les cartes différentielles des niveaux de nappe par rapport à l'état de référence à l'issue de la période de simulation ont été réalisées pour chaque modèle (cf. Figures 27 à 30). Enfin les cartes différentielles entre les modèles 2, 2.1 et 2.2 ont été établies. Elles permettent d'évaluer

la sensibilité de l'évolution du niveau de la nappe suite aux restrictions d'usages qui ont été appliquées (c. Figures 31 et 32).

Légende pour les graphiques suivants :



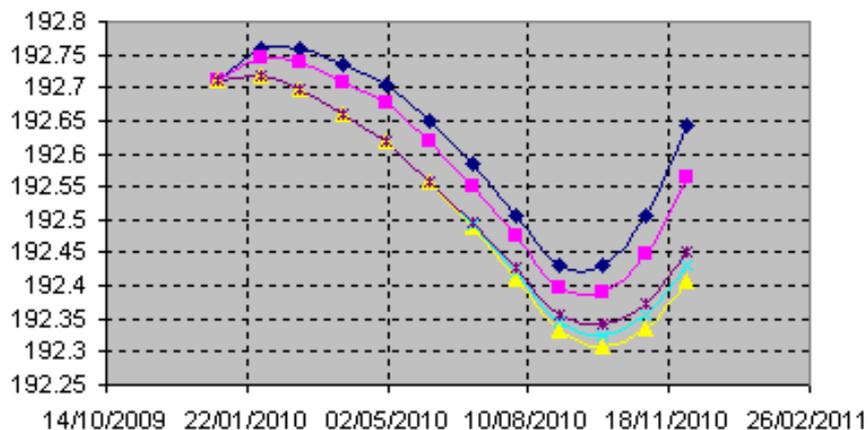
DIREN Bouvarets



Sur le couloir de Meyzieu, l'impact de la diminution de la recharge par rapport à l'état initial est de l'ordre de 20 cm au maximum. L'impact de la diminution des apports sur le modèle 1 apparaît comme assez limité.

Sur le modèle 2, la première restriction d'usage de 20% appliquée à l'irrigation et à l'industrie permet le bon retour à la normale à l'issue de la période de simulation (cf. Figures 29 et 30).

BRGM Genas



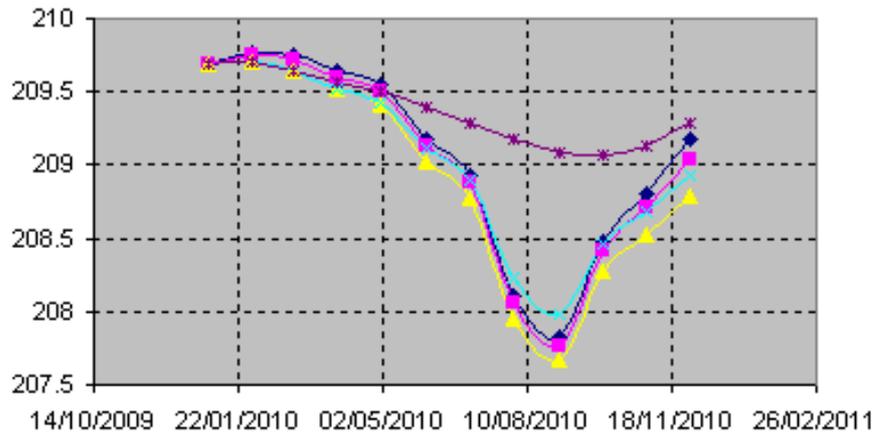
Sur le couloir de Décines, la diminution du niveau piézométrique suite à la modification de la recharge est aussi de l'ordre de 20 cm au niveau du point nodal. L'impact d'une diminution de 10% (modèle 1) des

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 88

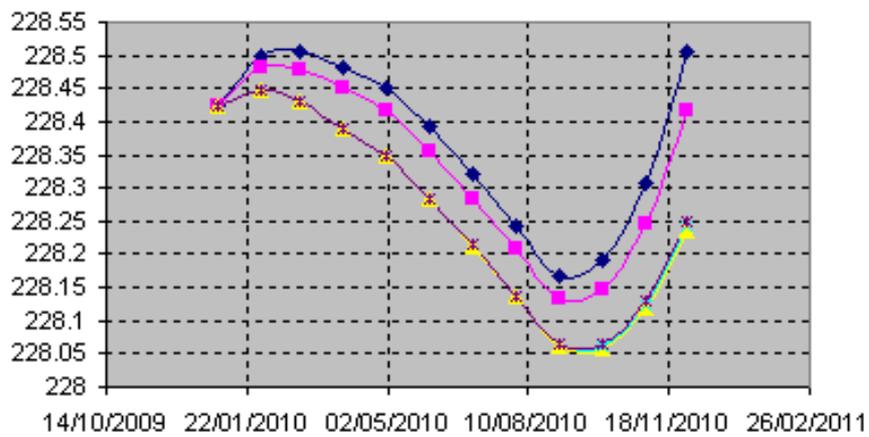
apports est inférieur à 10 cm. En situation de crise climatique, le niveau simulé s'établit à environ 25 cm sous le niveau normal.

Comme le montre les simulations ce couloir est relativement moins sensible aux restrictions (cf. Figures 31 et 32) des usages en raison de la plus faible pression anthropique qui s'exerce sur le secteur.

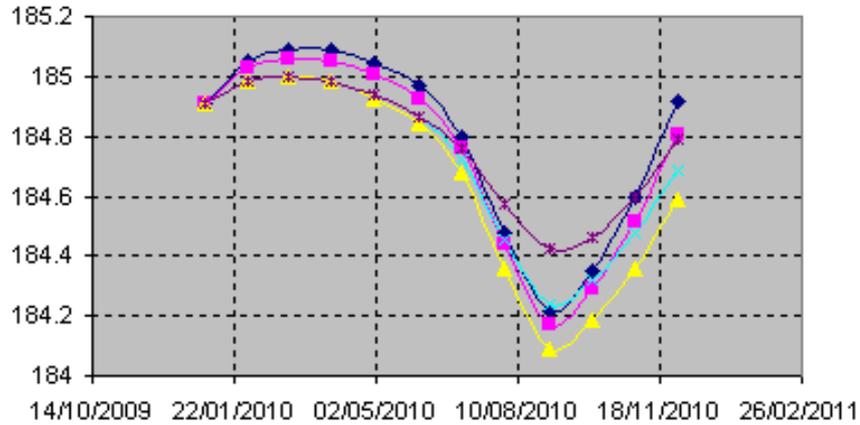
DIREN Heyrieux



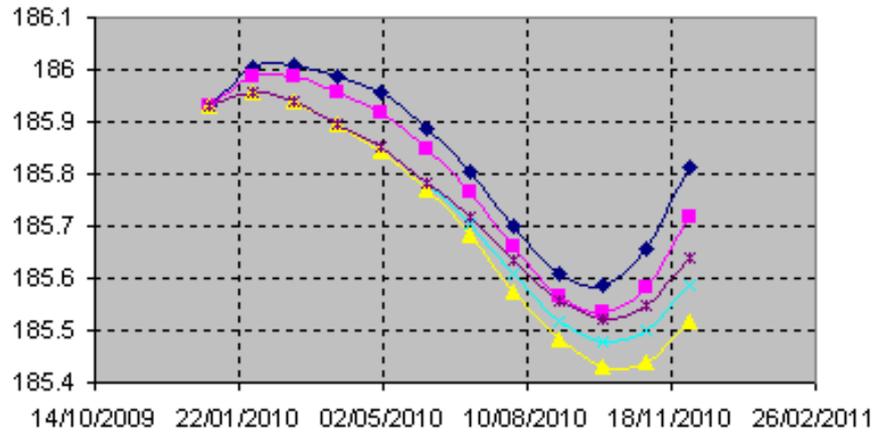
DIREN Buclay



DIREN Corbas



RVi



Sur le couloir d'Heyrieux, la réaction de l'aquifère vis-à-vis de la restriction des usages est plus hétérogène. Les cartes différentielles entre le modèle 2 et les modèles 2.1 ou 2.2 qui tiennent compte de la diminution des volumes prélevés, mettent en évidence l'efficacité de celle-ci sur le secteur du Bois du Chêne et dans les subdivisions aval de l'Ozon et de Vénissieux. D'après la modélisation, la réduction des pompages suite à la mise en place des règles de gestion permet de limiter de manière significative la chute du niveau piézométrique dans les secteurs précédemment cités.

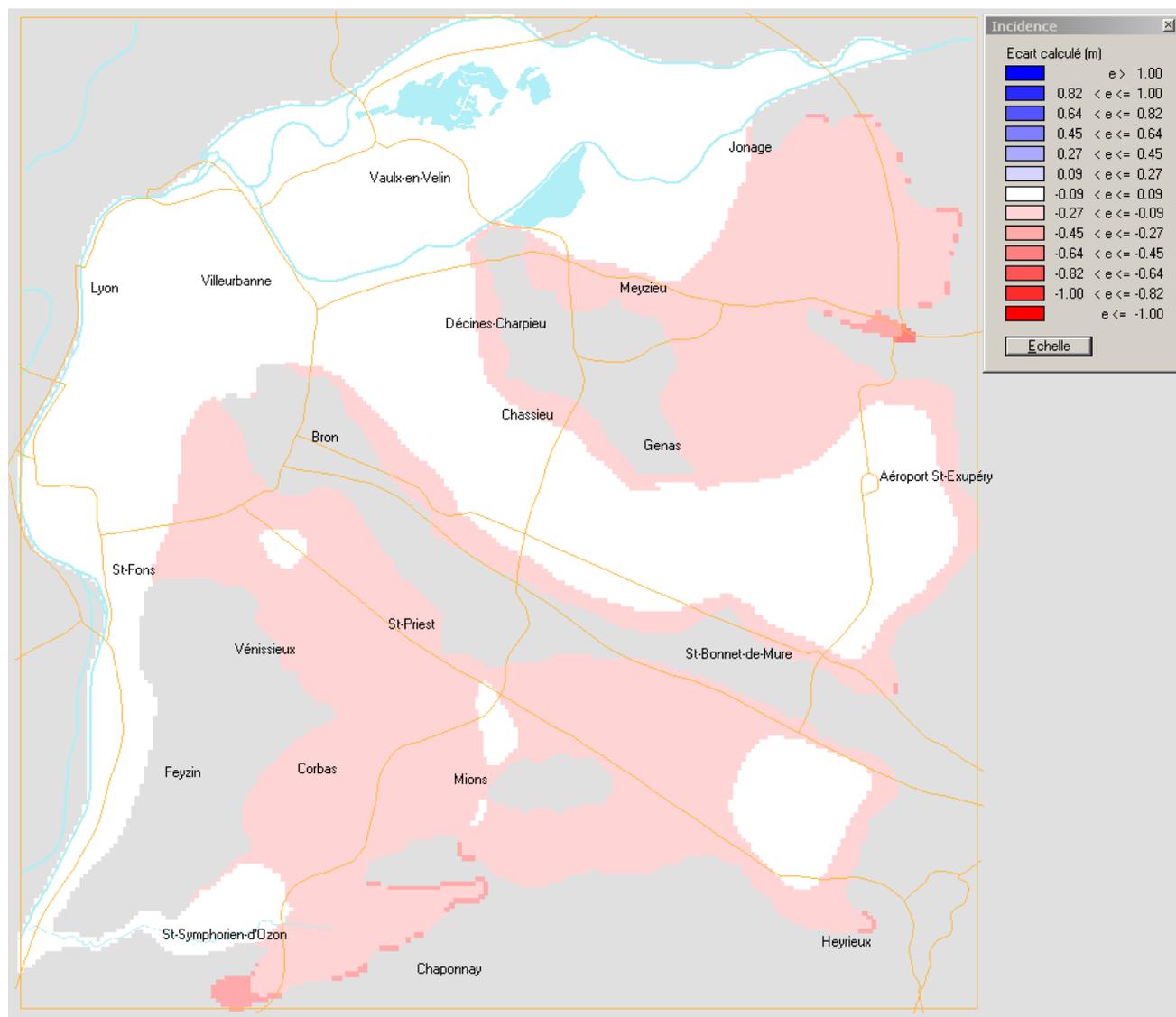


Figure 27 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 1 et l'état de référence

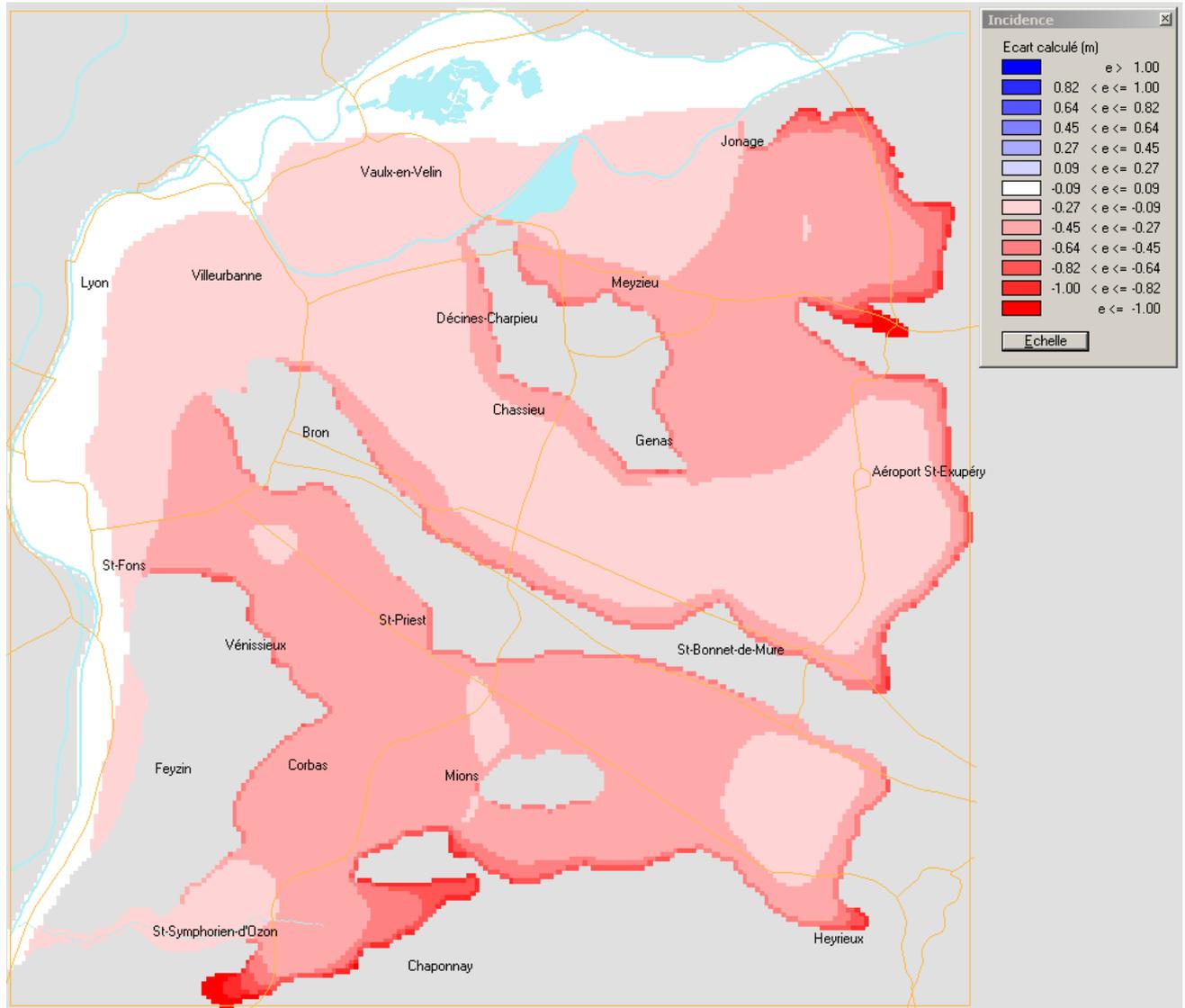


Figure 28 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 2 et l'état de référence

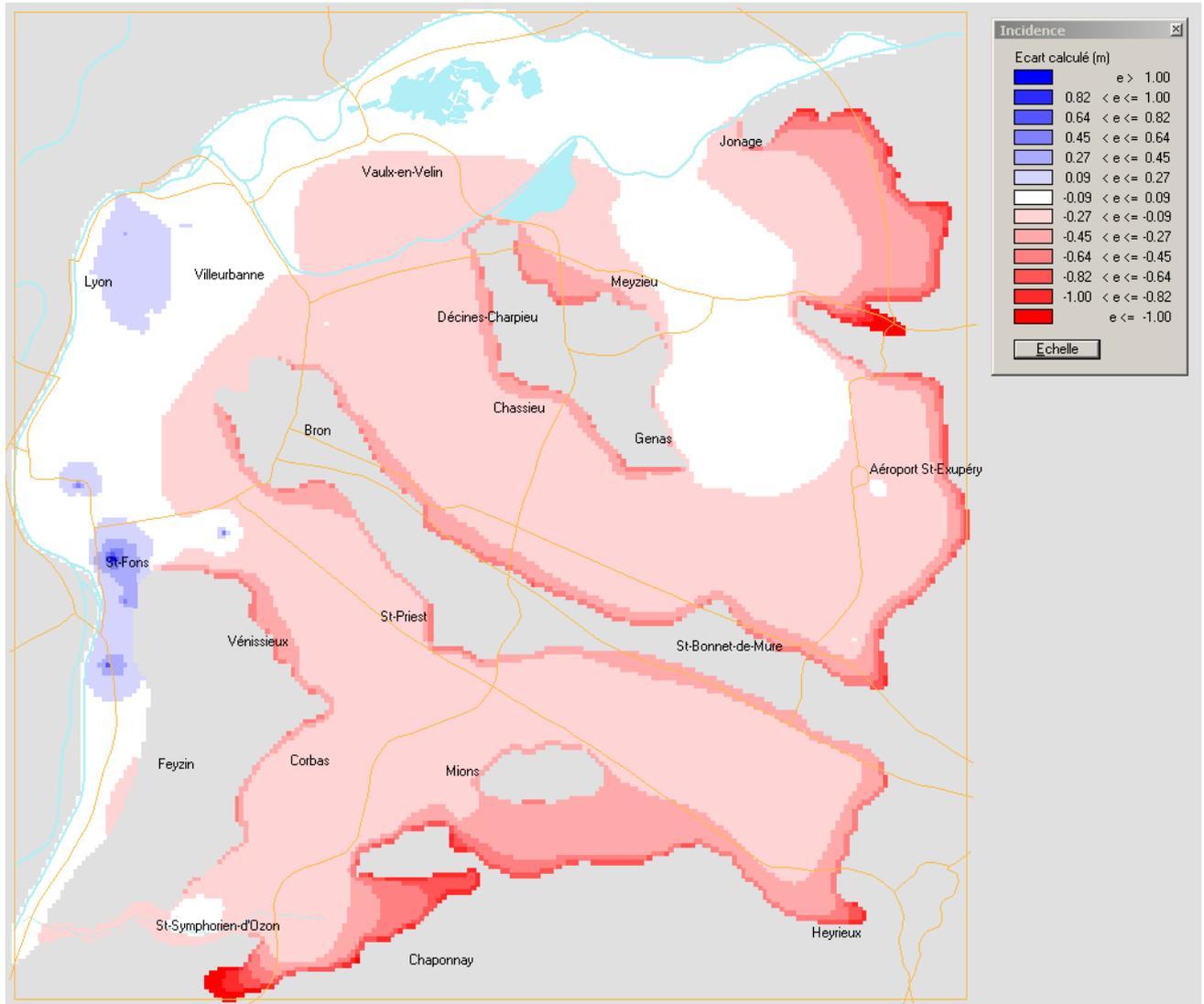


Figure 29 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 2.1 et l'état de référence

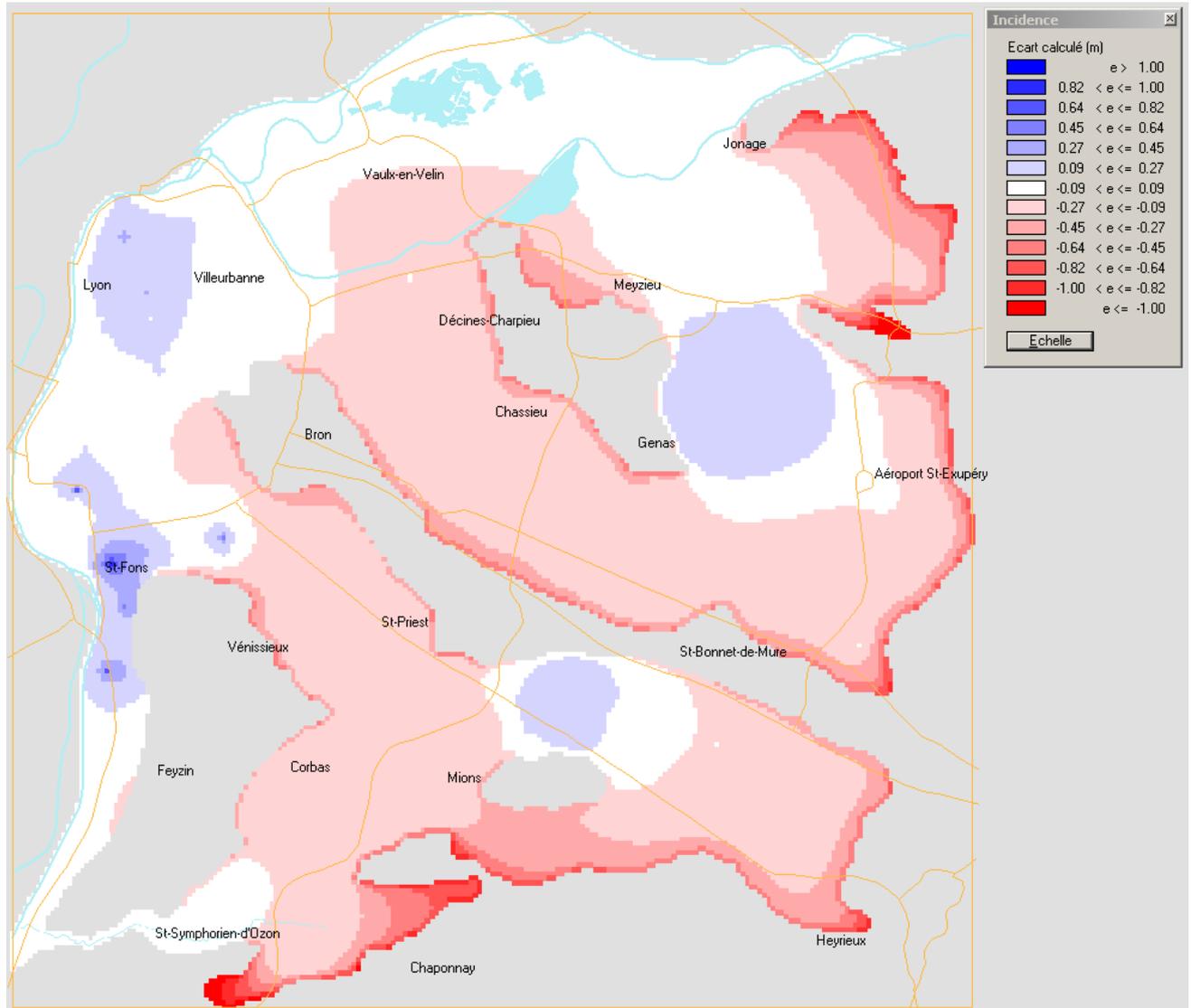


Figure 30 : Carte différentielle entre l'état final du modèle 2.2 et l'état de référence

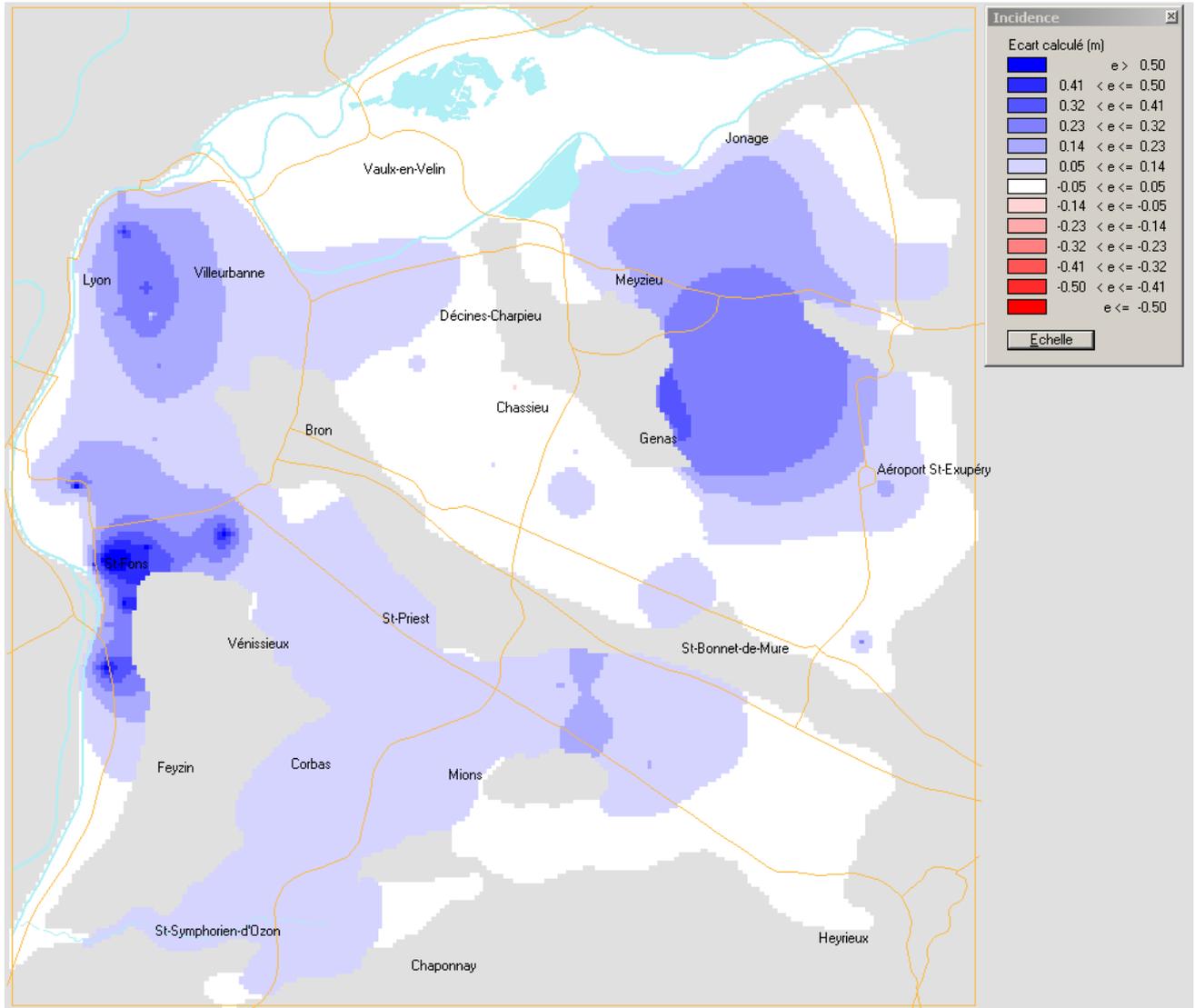


Figure 31 : Carte différentielle entre modèle 2.1 et 2

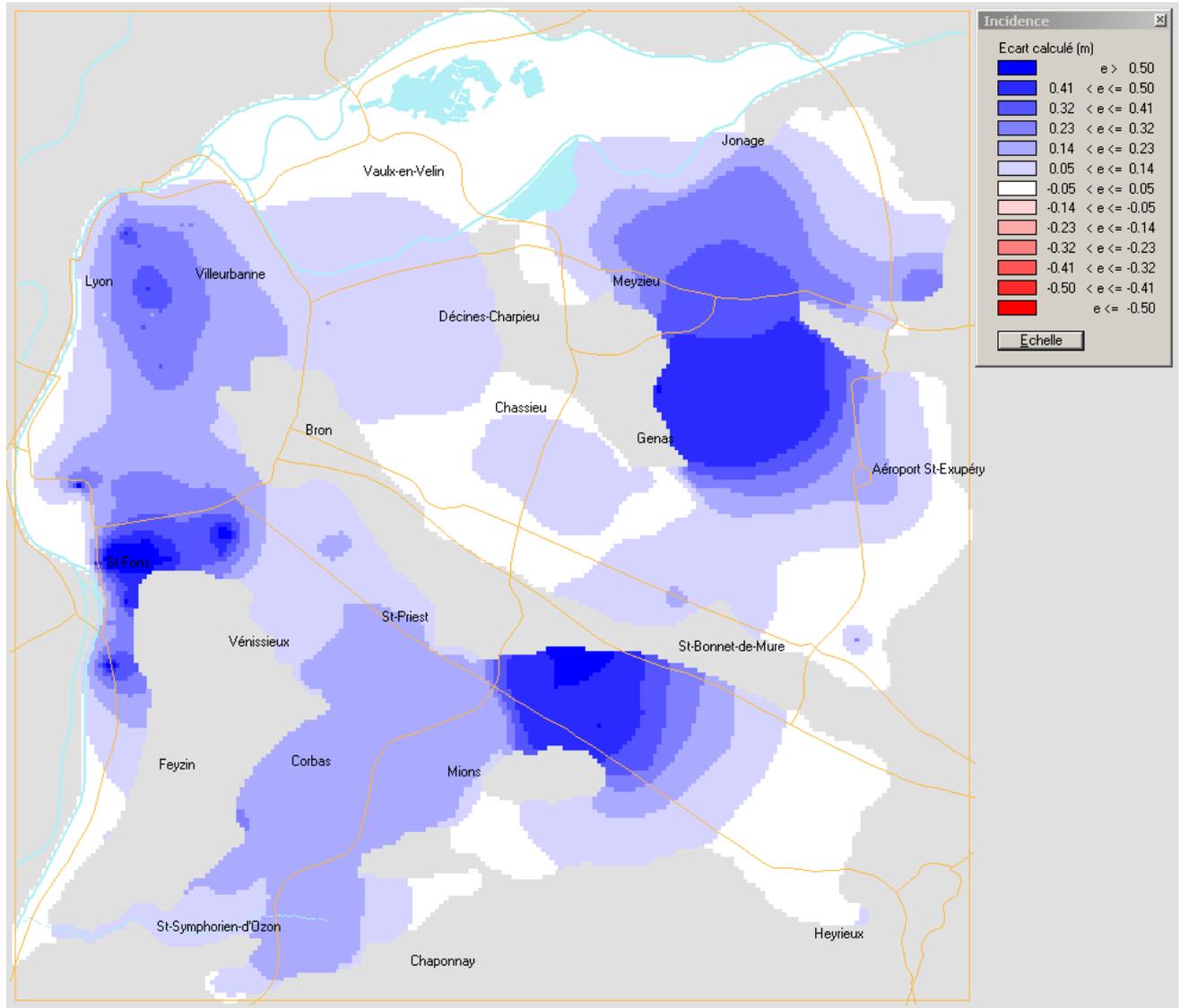


Figure 32 : Carte différentielle entre modèle 2.2 et 2

6.5 Proposition de modalités d'action pour la mise en place de règle de gestion

A la suite des modèles et simulations qui ont été réalisés dans le cadre de l'étude, nous pouvons définir les principales caractéristiques des modalités de gestion quantitative de la nappe de l'Est Lyonnais (cf. Tableau 19) :

Couloir aquifère	Date de l'alerte	Usage prioritaire ciblé	Taux de réduction des débits prélevés	Modalité pratique de mise en œuvre
Meyzieu	Fin de période de recharge ou pendant la période d'étiage (mois d'Avril à fin Aout)	Réduction des prélèvements du SMHAR à Genas	A définir suivant le taux de la recharge	Bilan hydrologique approfondi (Phase 3 de la gestion graduelle) réalisé sous la responsabilité des services de l'état (Police de l'eau et avec le concours techniques du SAGE ?) en charge du suivi des niveaux. Ediction et diffusion, application et contrôle d'un arrêté préfectoral
	De septembre à fin Avril	Prélèvements industriels du secteur ZI Meyzieu	A définir suivant le taux de la recharge	
Décines	Toute l'année	Réduction des prélèvements industriels	A définir suivant le taux de la recharge	
Heyrieux amont	Fin de période de recharge ou pendant la période d'étiage (mois d'Avril à fin Aout)	Réduction des prélèvements agricoles ou industriels	A définir suivant le taux de la recharge	
	De septembre à fin Avril	Réduction des prélèvements industriels	A définir suivant le taux de la recharge	
Heyrieux secteur de l'Ozon	Fin de période de recharge ou pendant la période d'étiage (mois d'Avril à fin Aout)	Réduction des prélèvements agricoles ou industriels	A définir suivant le taux de la recharge	
	De septembre à fin Avril	Réduction des prélèvements industriels	A définir suivant le taux de la recharge	
Heyrieux secteur de Vénissieux	Fin de période de recharge ou pendant la période d'étiage (mois d'Avril à fin Aout)	Réduction des prélèvements industriels	A définir suivant le taux de la recharge	
	De septembre à fin Avril	Réduction des prélèvements industriels	A définir suivant le taux de la recharge	

Tableau 19: Proposition des critères pour l'application des règles de gestion quantitative

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 97

Remarque :

la durée de la contrainte de réduction des prélèvements retenue ne peut être déterminée à l'avance. En effet, la dynamique à la remontée du niveau piézométrique est pleinement dépendante de la recharge utile qui intervient à compter de la date de mise d'application de la règle de gestion. La règle de réduction des prélèvements doit donc s'appliquer jusqu'à l'obtention d'un niveau piézométrique supérieur au NPA pour les points nodaux concernés en dehors des périodes d'étiages pour lesquelles la règle de gestion doit être maintenue jusqu'au début de la période de recharge pour les couloirs de Meyzieu et Heyrieux (correspondant à la période d'irrigation). Pour le couloir de Décines la règle s'applique jusqu'à la fin de la période d'étiage.

Le taux de réduction des prélèvements peut être ajusté par rapport aux simulations effectuées au chapitre 6.4. Lorsque le déficit de recharge par rapport à la normale est d'environ 10%, la prescription d'une restriction des usages de 20% peut être appliquée ce qui permettra un retour à la normale. Lorsque le déficit de recharge atteint des valeurs de l'ordre de 30%, la mise en place d'une première restriction de 20% peut être accompagnée d'une seconde série de mesures pendant la période sèche (juin, juillet, août) qui réduit les prélèvements de 50%. Ceci permet de limiter la chute du niveau piézométrique associée au rabattement des pompages lors de la période de vulnérabilité maximale, ainsi que la tendance à la baisse à l'échelle interannuelle.

Déficit de recharge	Taux de réduction des prélèvements conseillé
0-10 %	20 % à 25 %
10 – 30 %	20 % et 50 % en période sèche
>30%	50%

Enfin, nous avons établi un tableau d'aide à la décision comprenant l'indice d'occurrence de l'évènement (cf. figure suivante) :

Critères d'évaluation	Indice d'occurrence		
	Plutôt fréquente	Moyenne	Plutôt rare
Date de dépassement du NPA	Mai à Août	Février à Avril	Septembre à Janvier
Intensité du dépassement (en mètre par rapport au NPA)	< 0.1	0.1 < i < 0.3	> 0.3
Déficit de recharge observé	< 10%	10 % < d < 30 %	> 30 %

ANNEXES



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 99

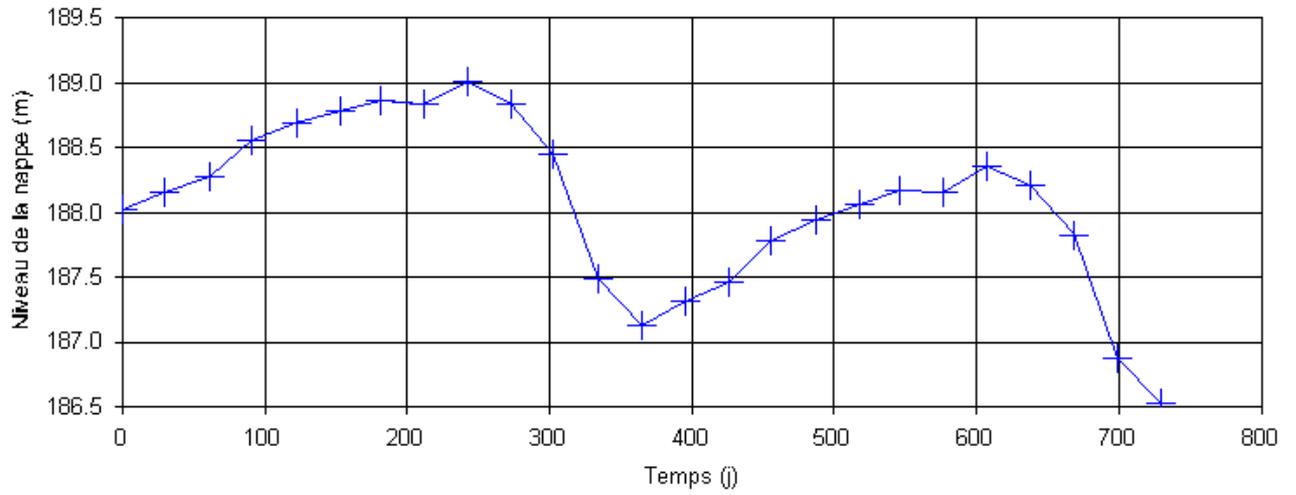
- Annexe 1 - Chroniques piézométrique de la simulation n°1

Cette annexe contient 5 pages

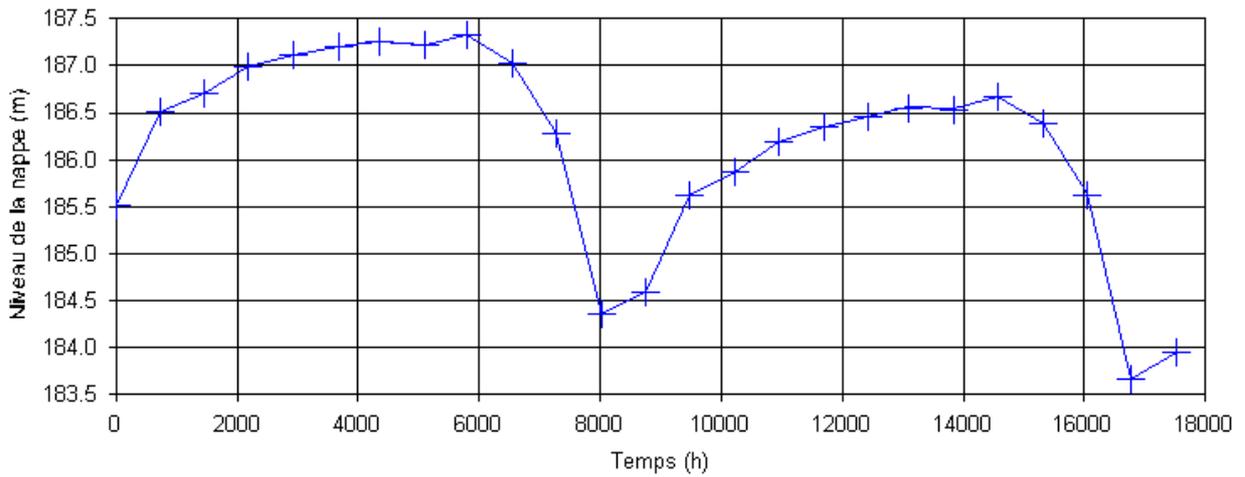


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 100

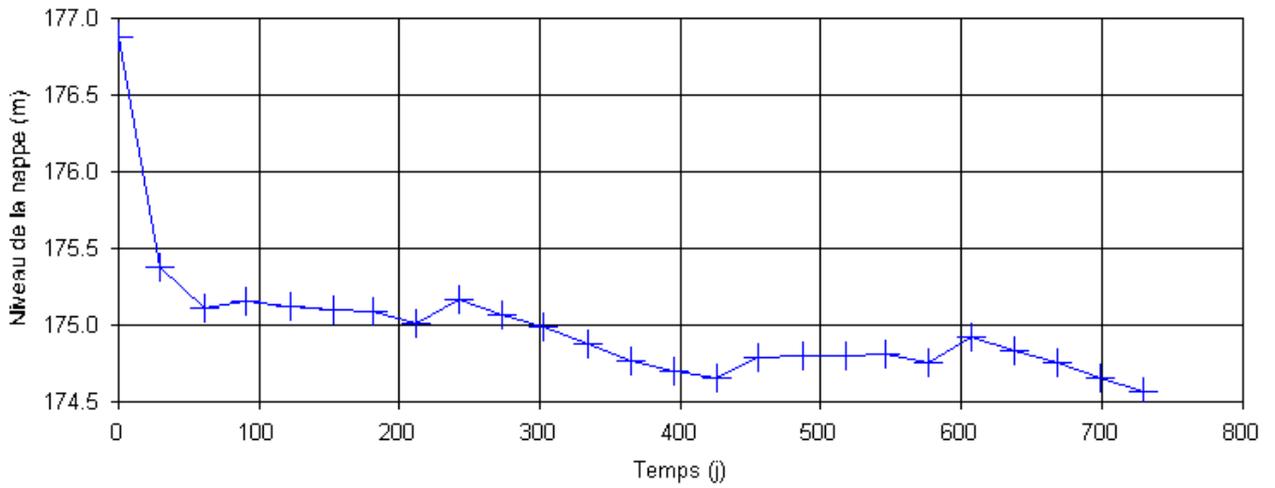
DIREN Bouvarets



DIREN Azieu



AEP Meyzieu

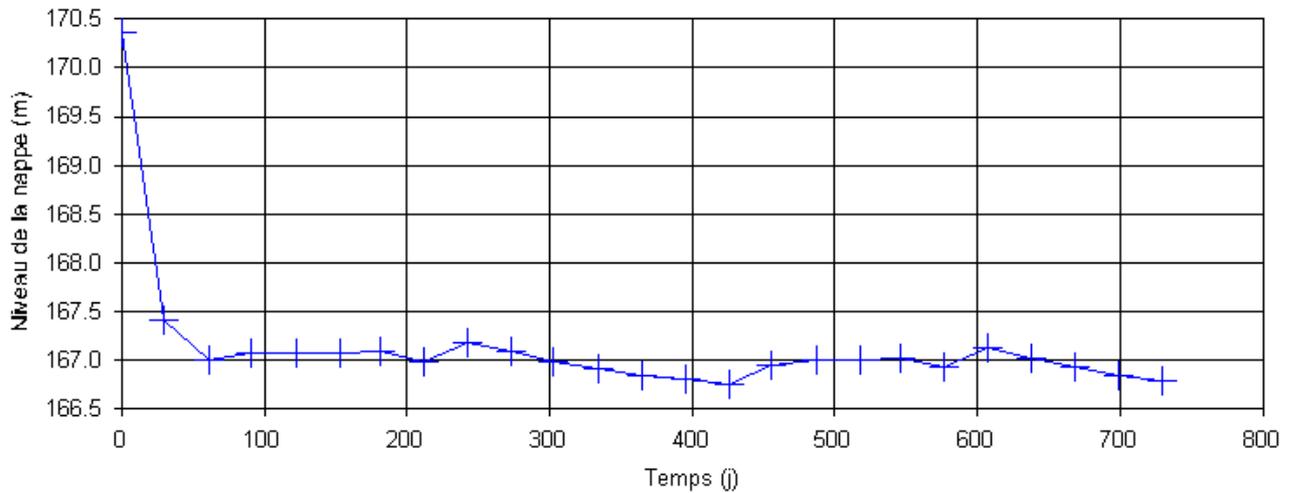


Crépine AEP profondeur haut = 173.9 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 166.75 m NGF



AEP Décines

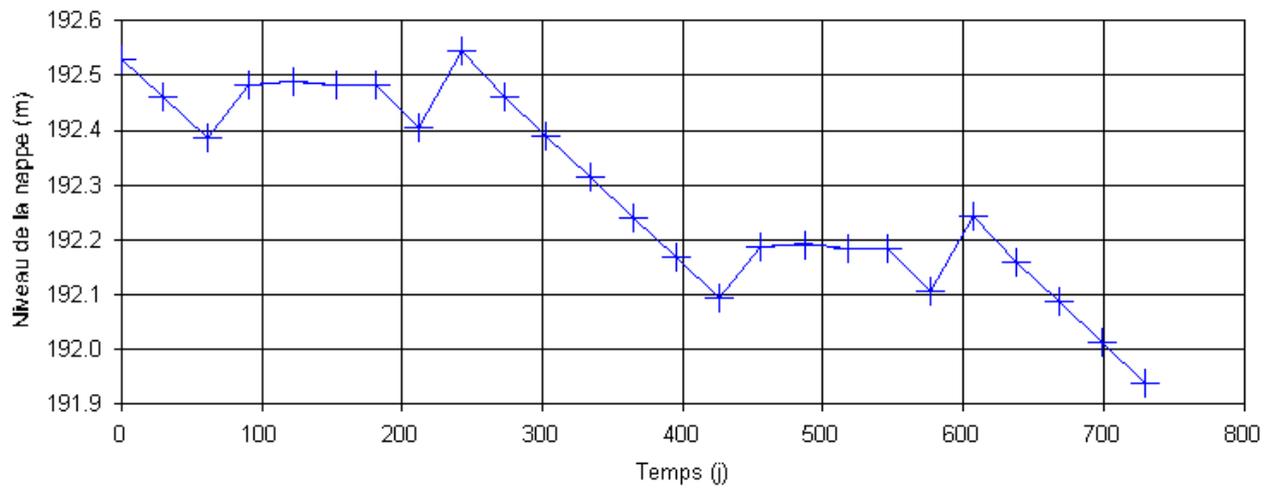


Crépine AEP profondeur haut = 172 m NGF

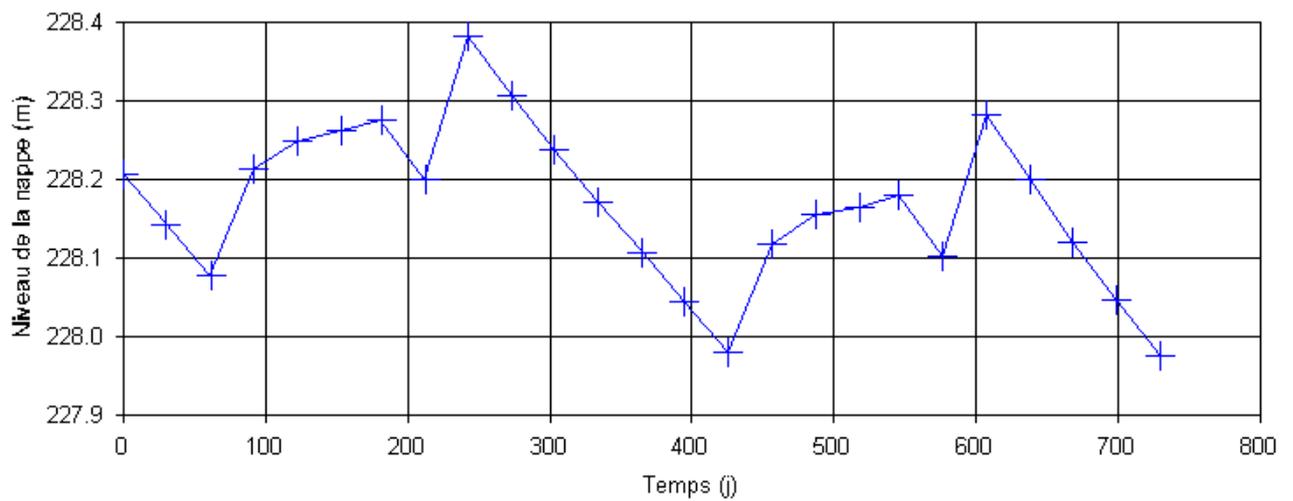
Crépine AEP profondeur bas = 166.2 m NGF

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 102

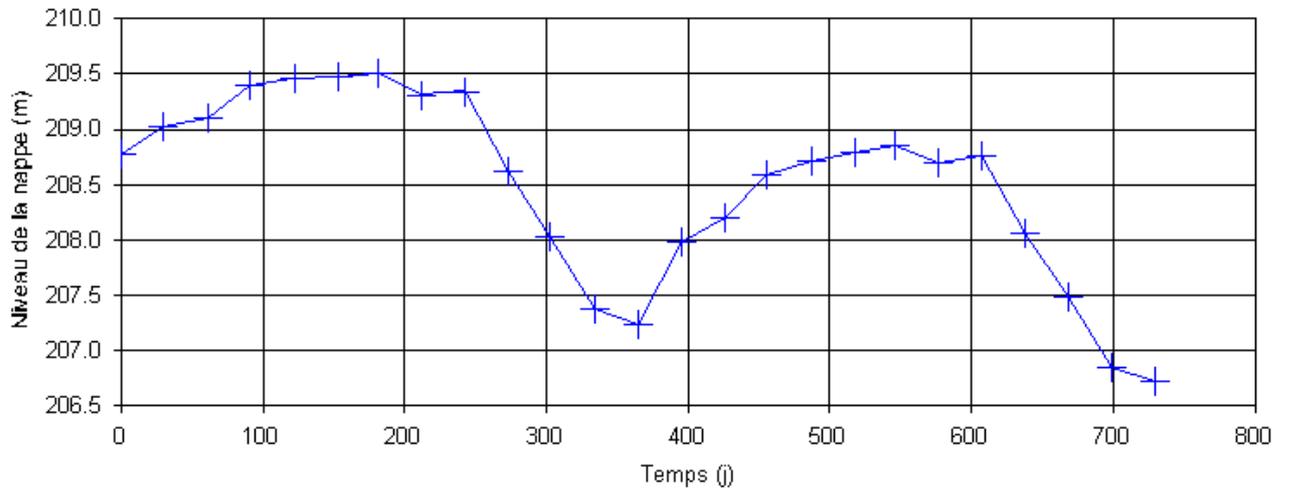
BRGM Genas



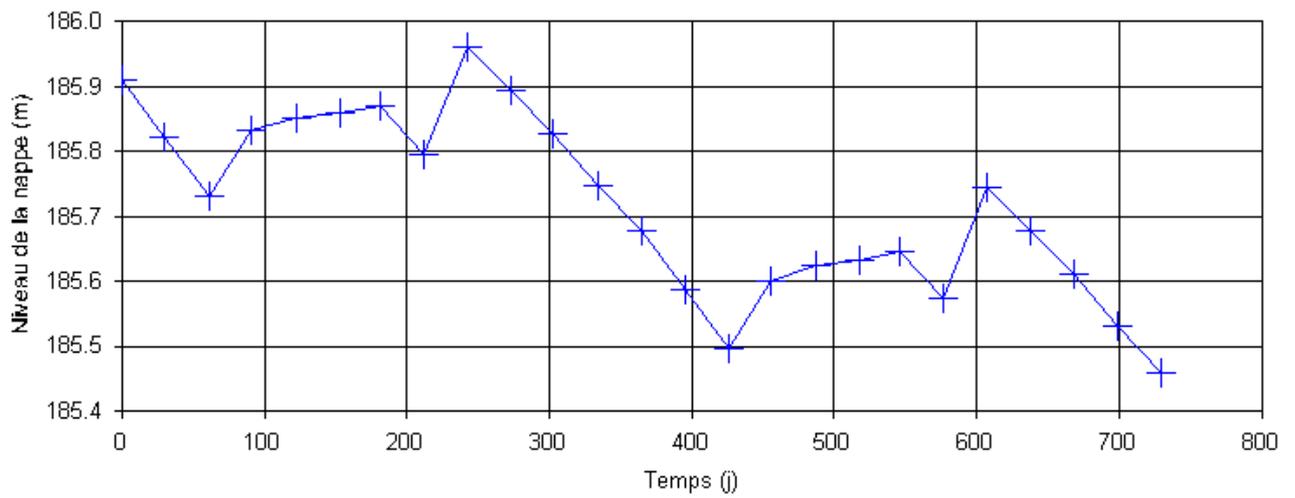
DIREN Buclay



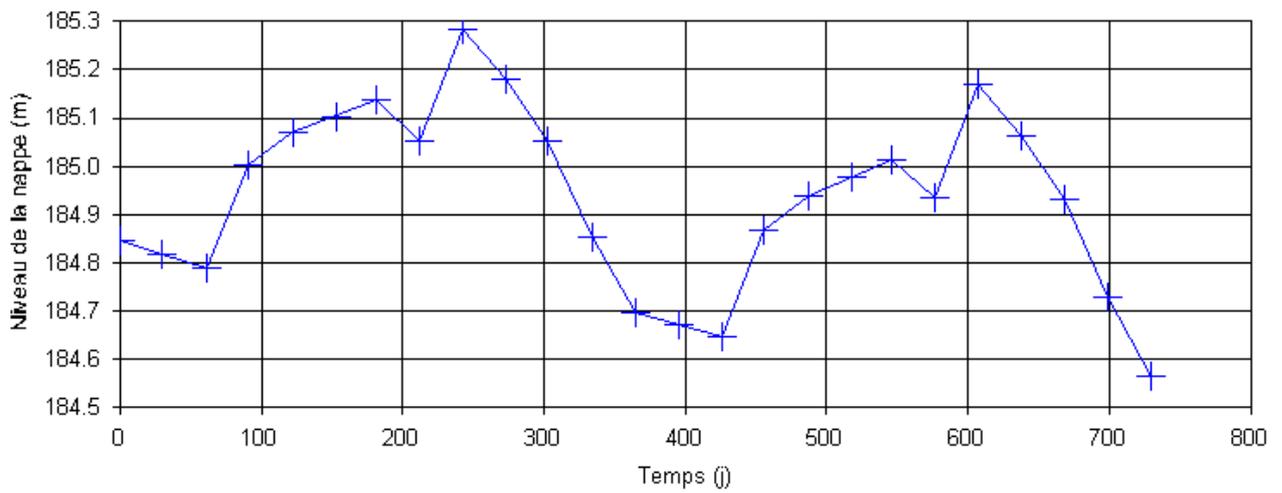
DIREN Heyrieux



RVi (Pz8)

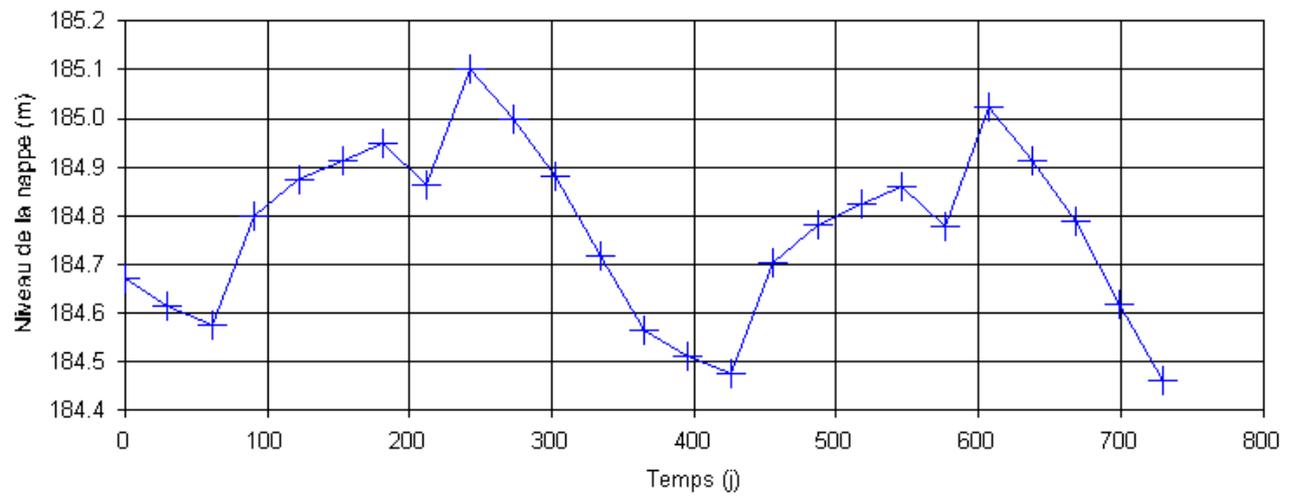


DIREN Corbas



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 104

AEP Mareennes



Crépine AEP profondeur haut = 183.75 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 174.2 m NGF



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 105

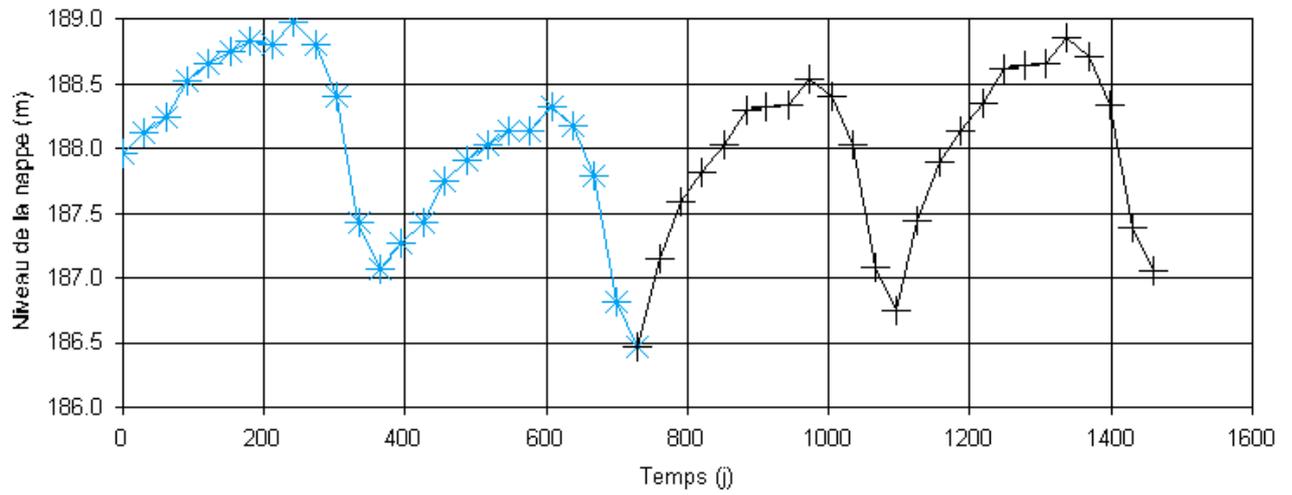
- Annexe 2 - Chroniques piézométrique de la simulation n°2

Cette annexe contient 5 pages

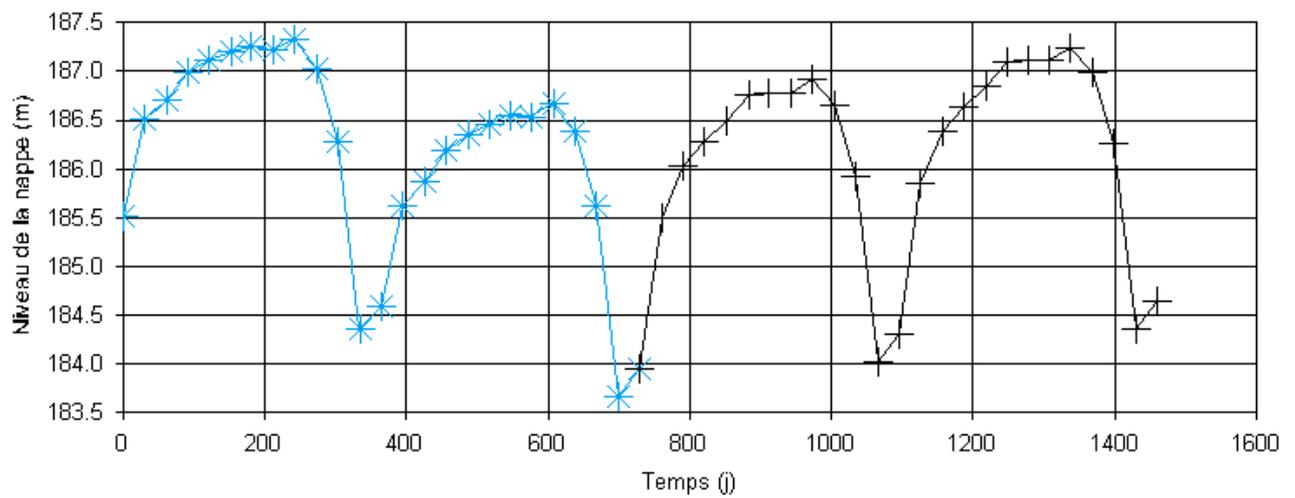


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 106

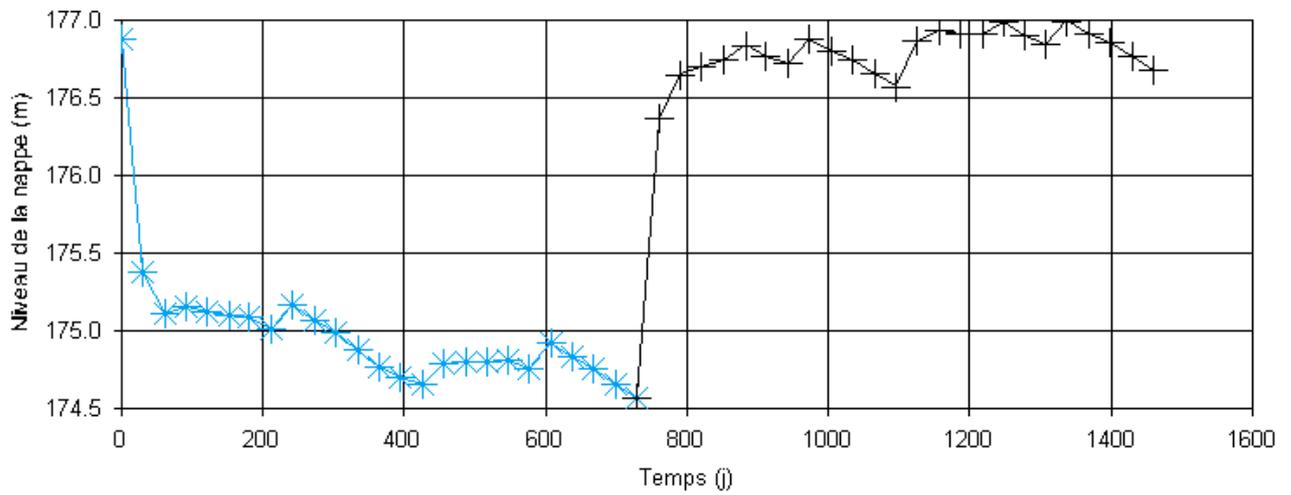
DIREN Bouvarets



DIREN Azieu



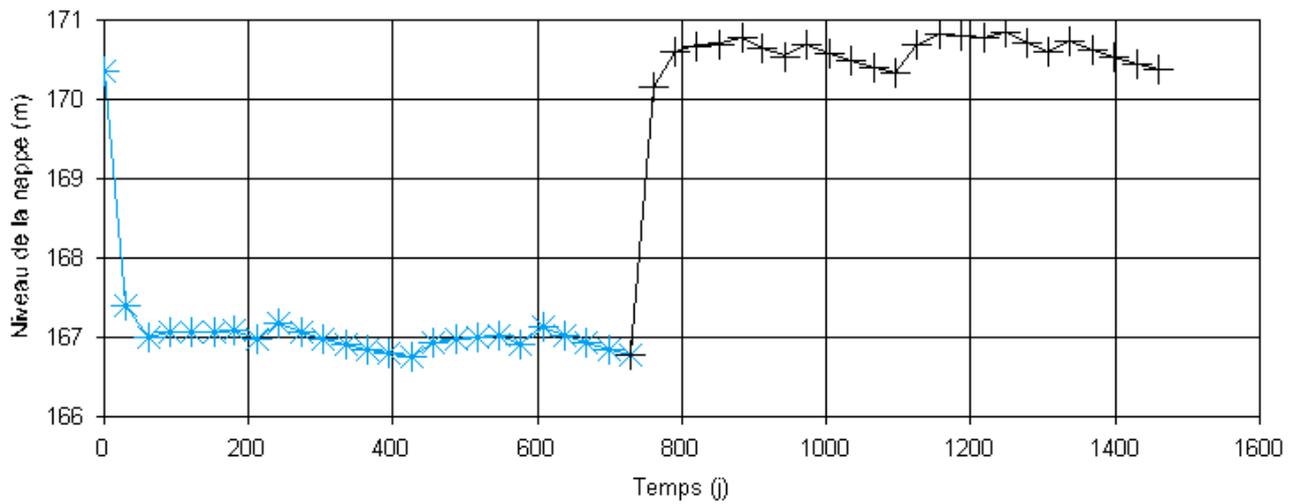
AEP Meyzieu



Crépine AEP profondeur haut = 173.9 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 166.75 m NGF

AEP Décines

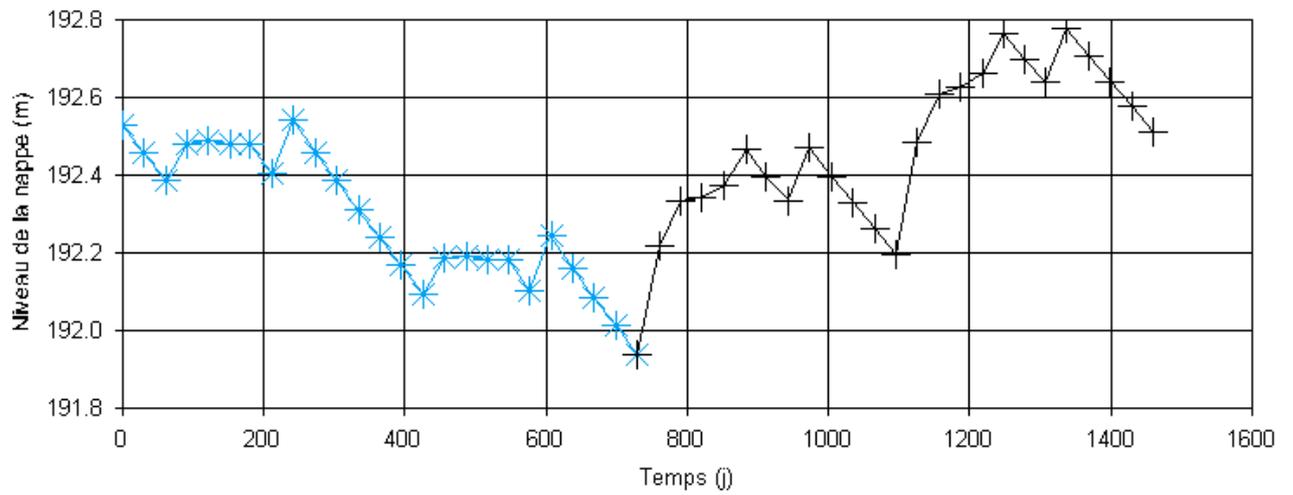


Crépine AEP profondeur haut = 172.15 m NGF

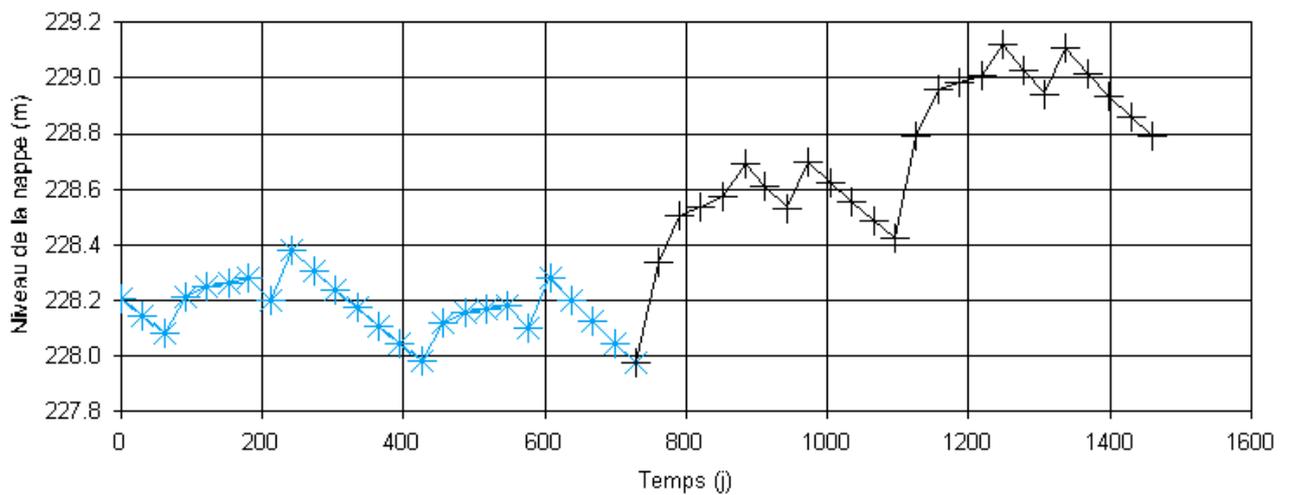
Crépine AEP profondeur bas = 166.2 m NGF

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 108

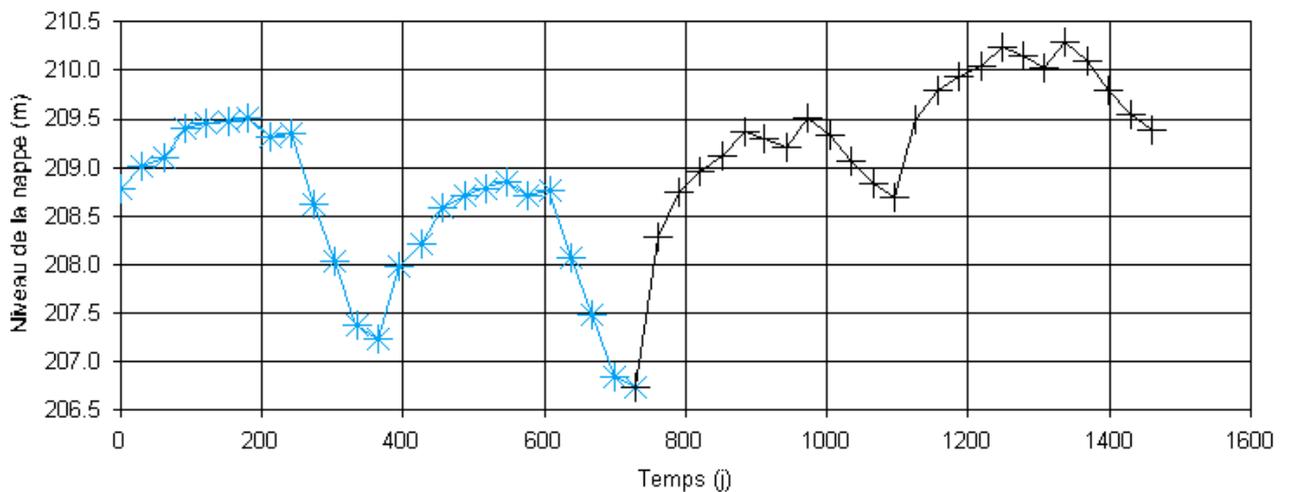
BRGM Genas



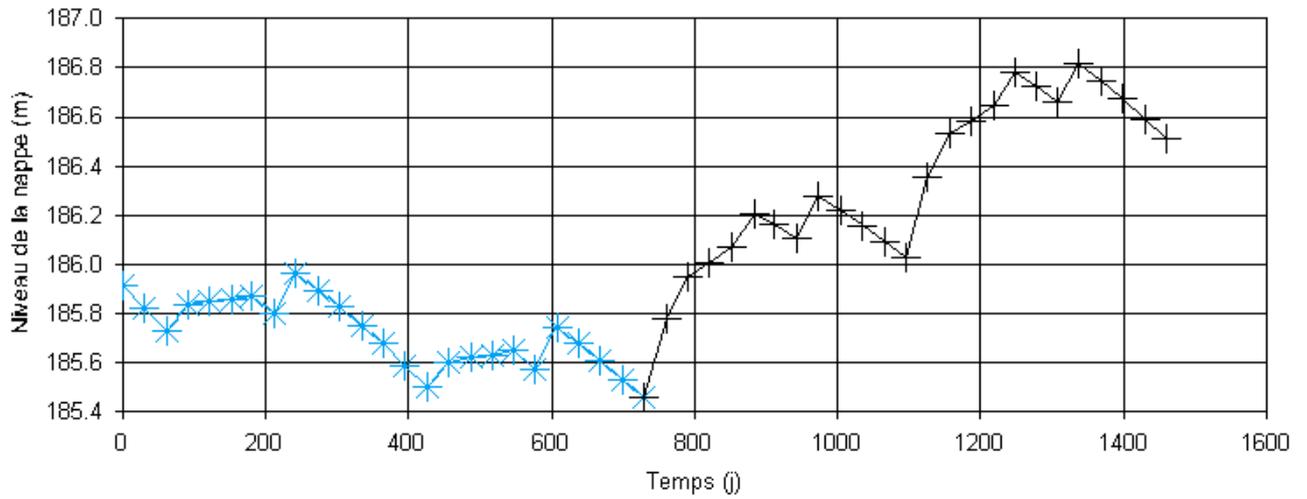
DIREN Buclay



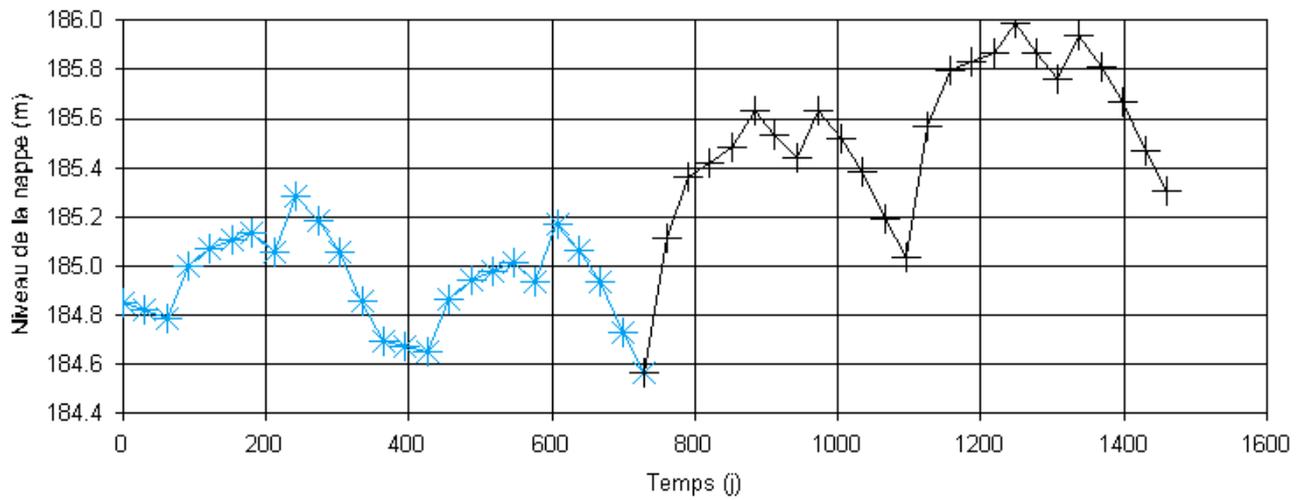
DIREN Heyrieux



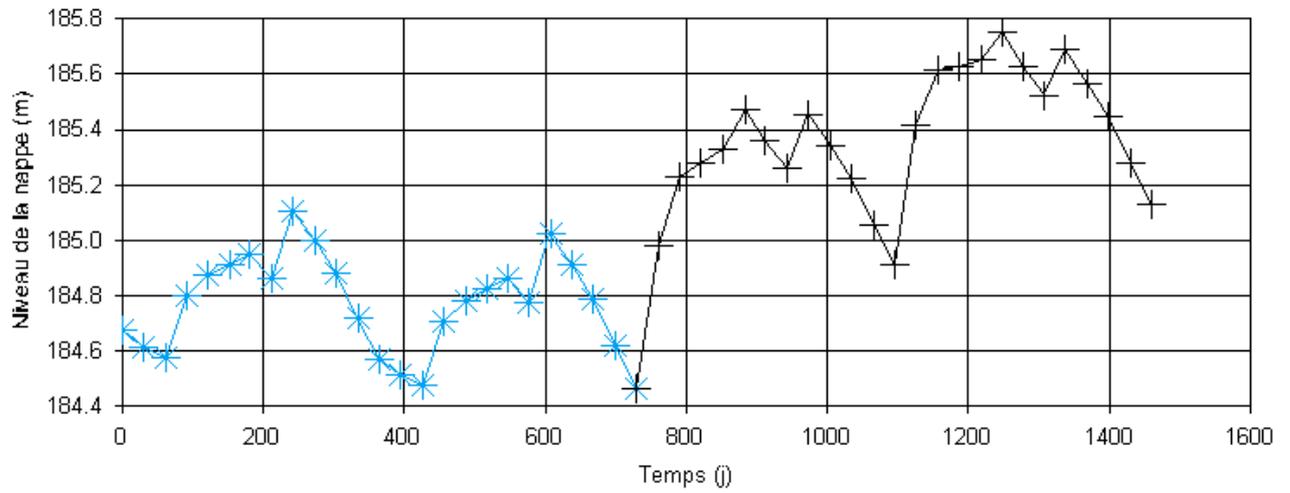
RVi (Pz8)



DIREN Corbas



AEP Marennes



Crépine AEP profondeur haut = 183.75 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 174.2 m NGF



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 111

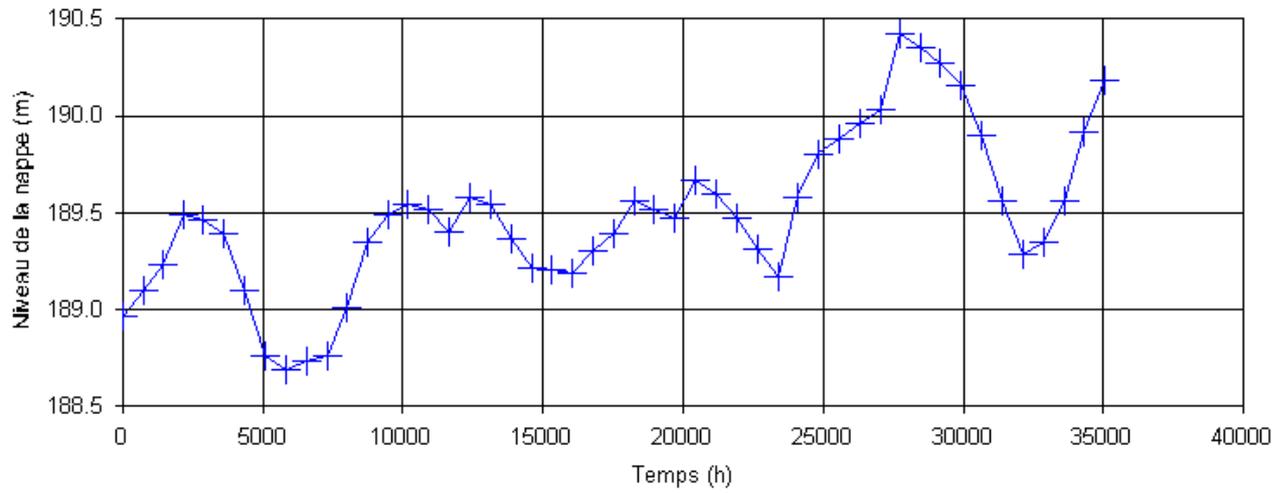
- Annexe 3 - Chroniques piézométrique de la simulation n°3

Cette annexe contient 5 pages

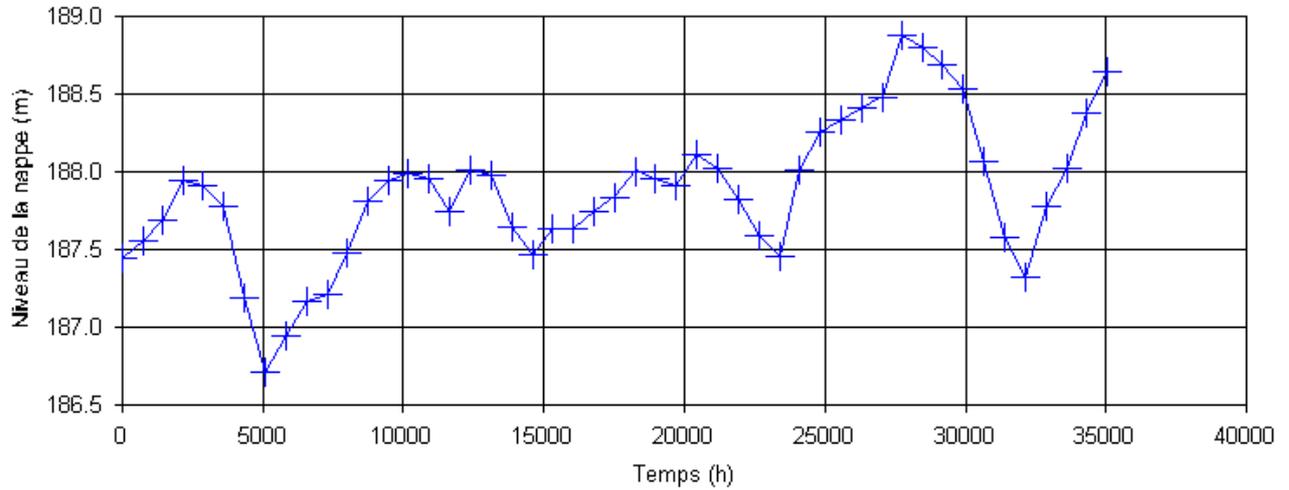


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 112

DIREN Bouvarets

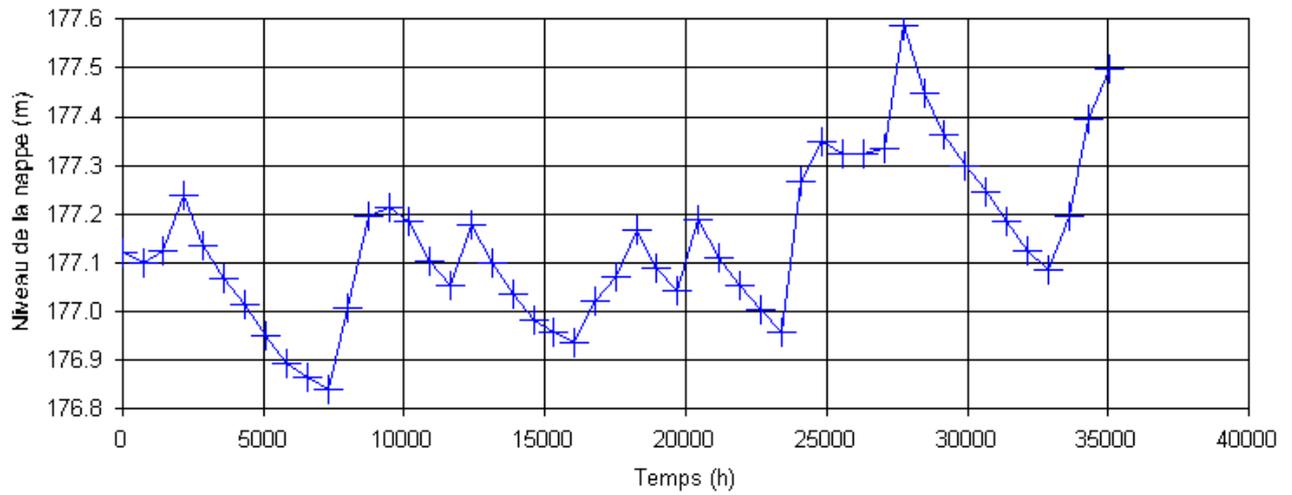


DIREN Azieu



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 113

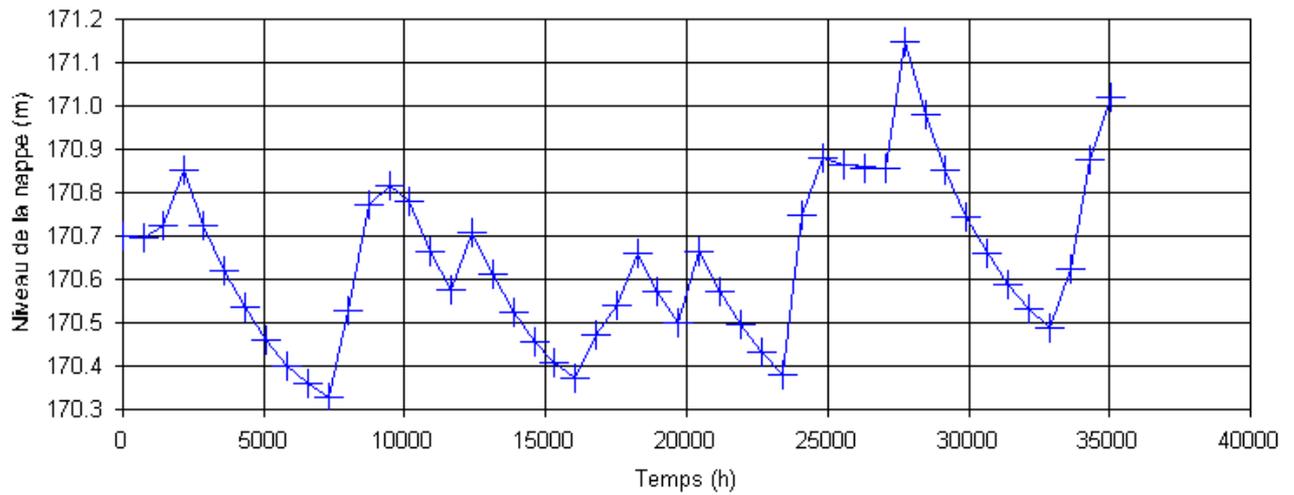
AEP Meyzieu



Crépine AEP profondeur haut = 173.9 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 166.75 m NGF

AEP Décines

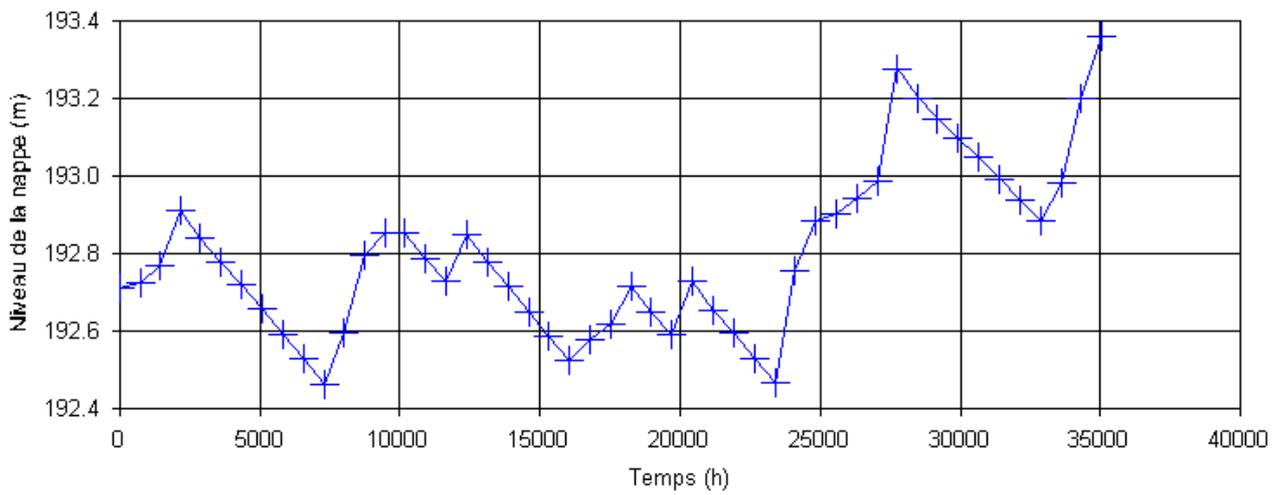


Crépine AEP profondeur haut = 172 m NGF

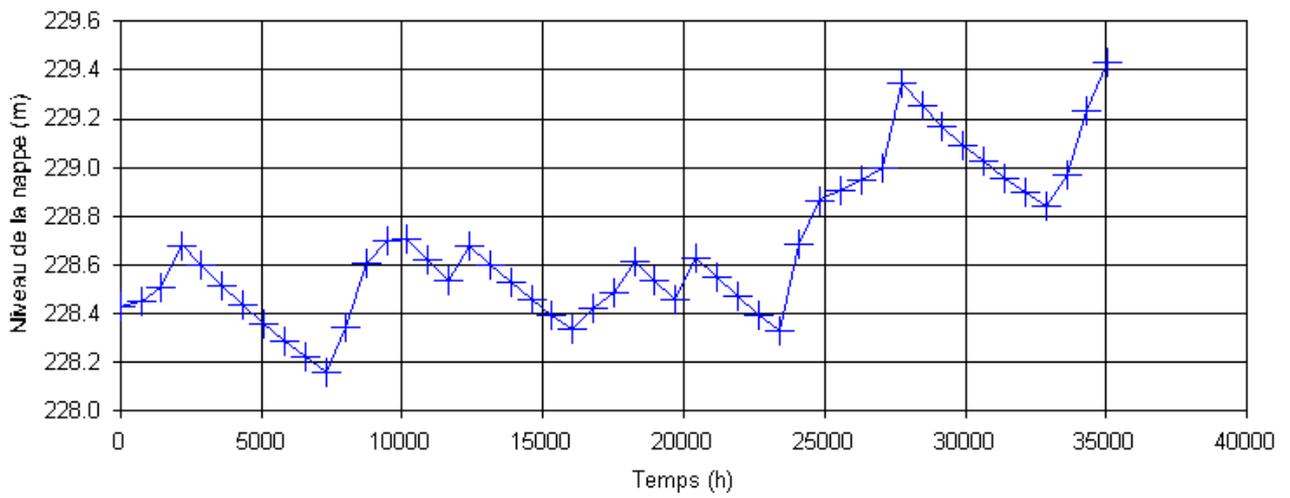
Crépine AEP profondeur bas = 166.2 m NGF

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 114

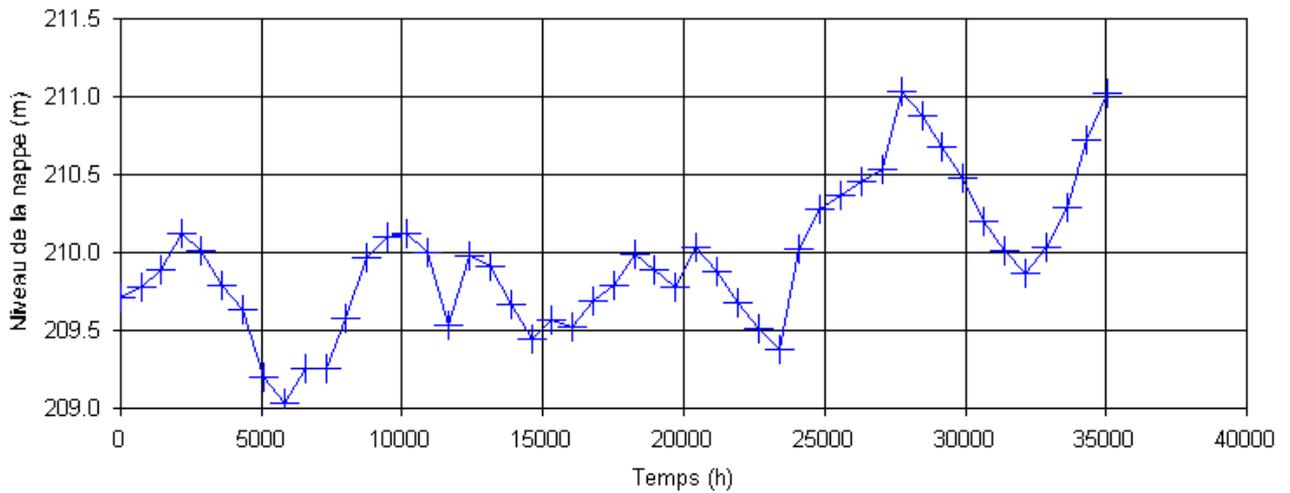
BRGM Genas



DIREN Buclay

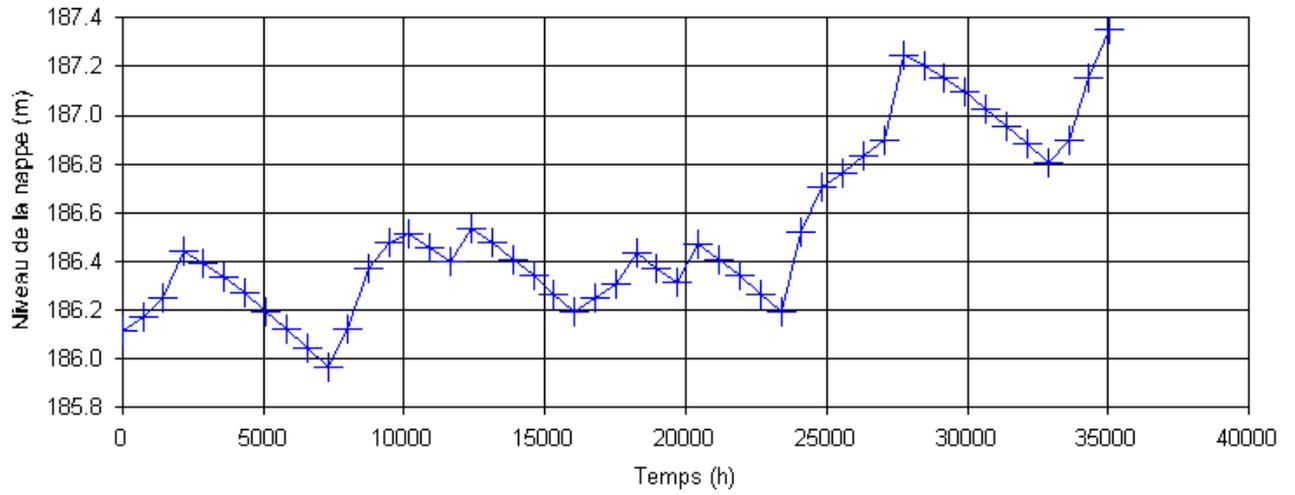


DIREN Heyrieux

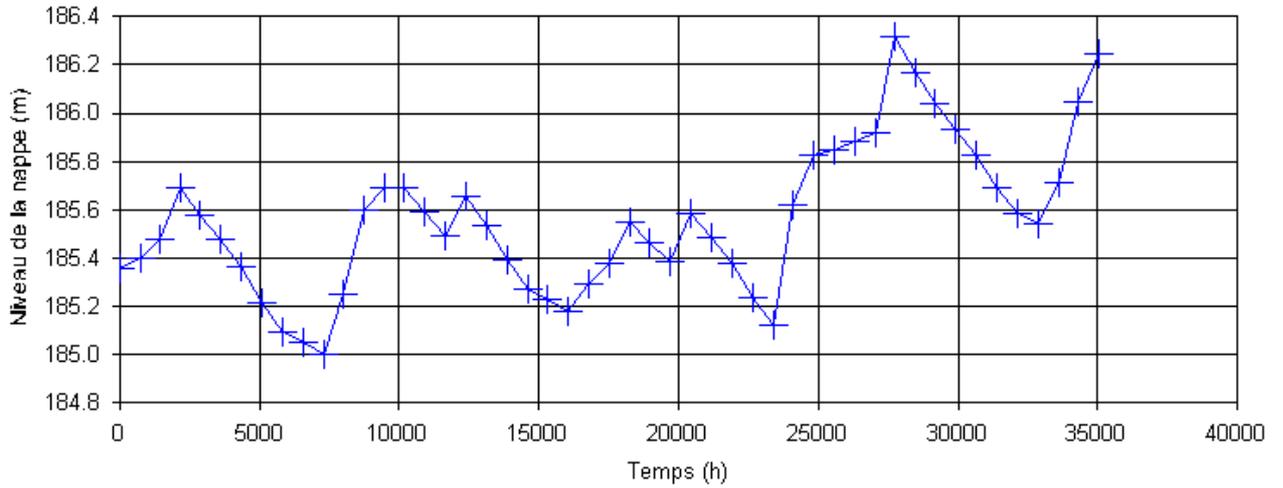


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 115

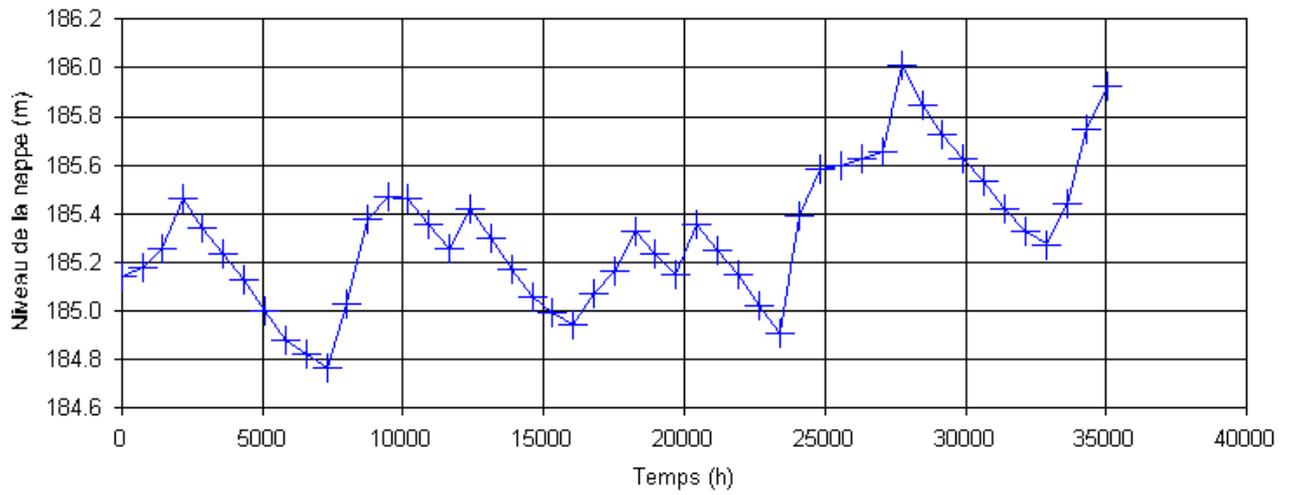
RVi (Pz8)



DIREN Corbas



AEP Mareennes



Crépine AEP profondeur haut = 183.75 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 174.2 m NGF



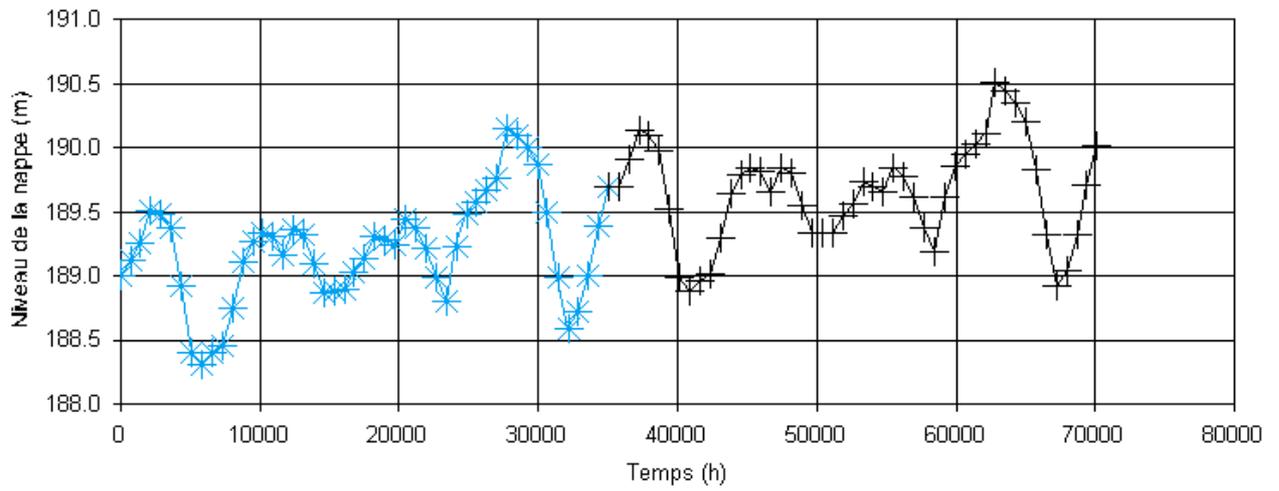
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 117

- Annexe 4 - Chroniques piézométrique de la simulation n°4

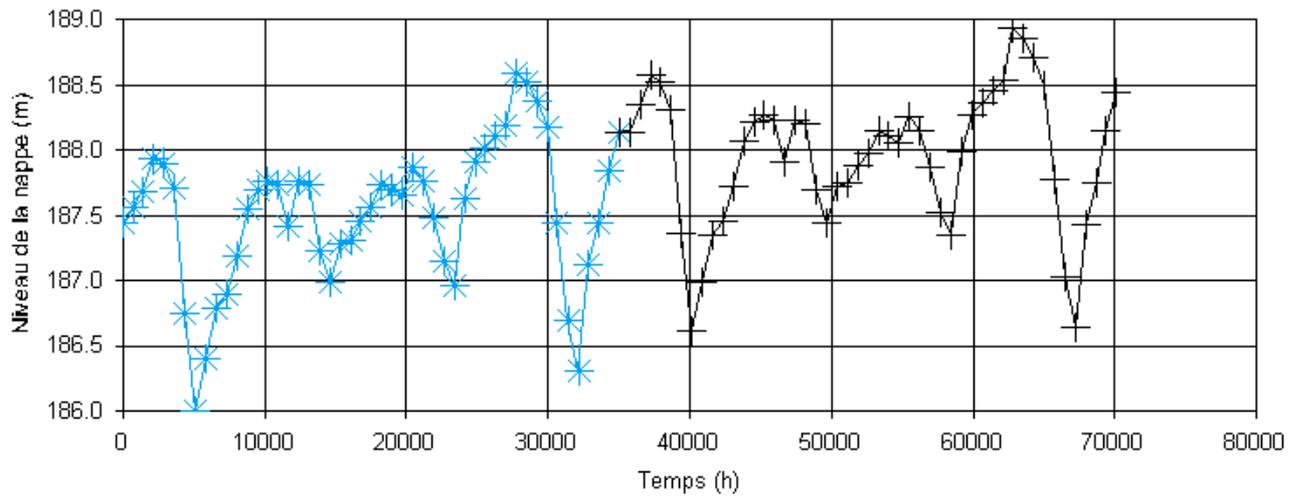
Cette annexe contient 5 pages

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 118

DIREN Bouvarets

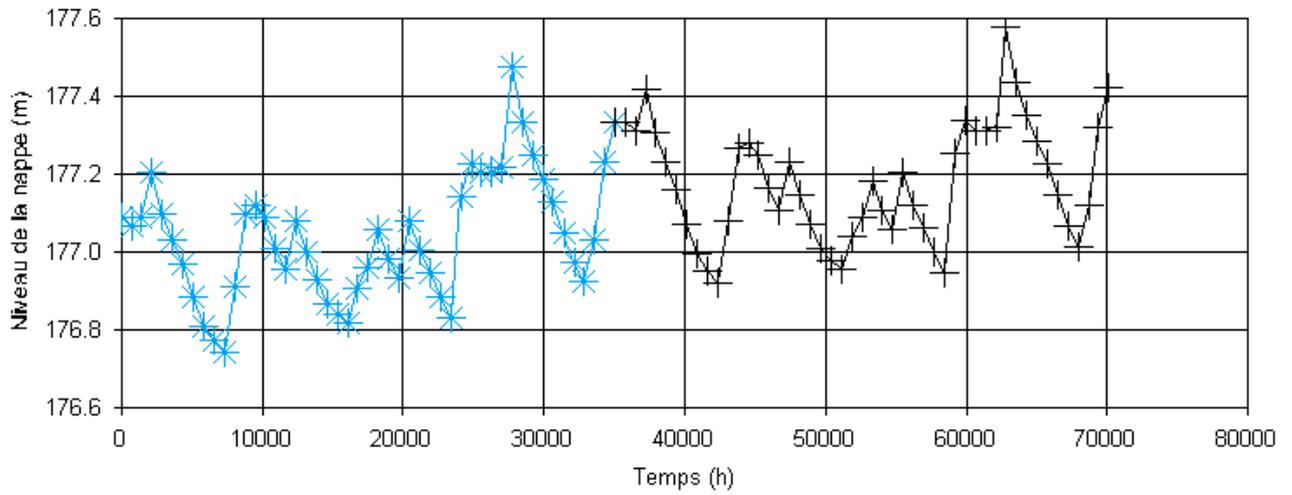


DIREN Azieu



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 119

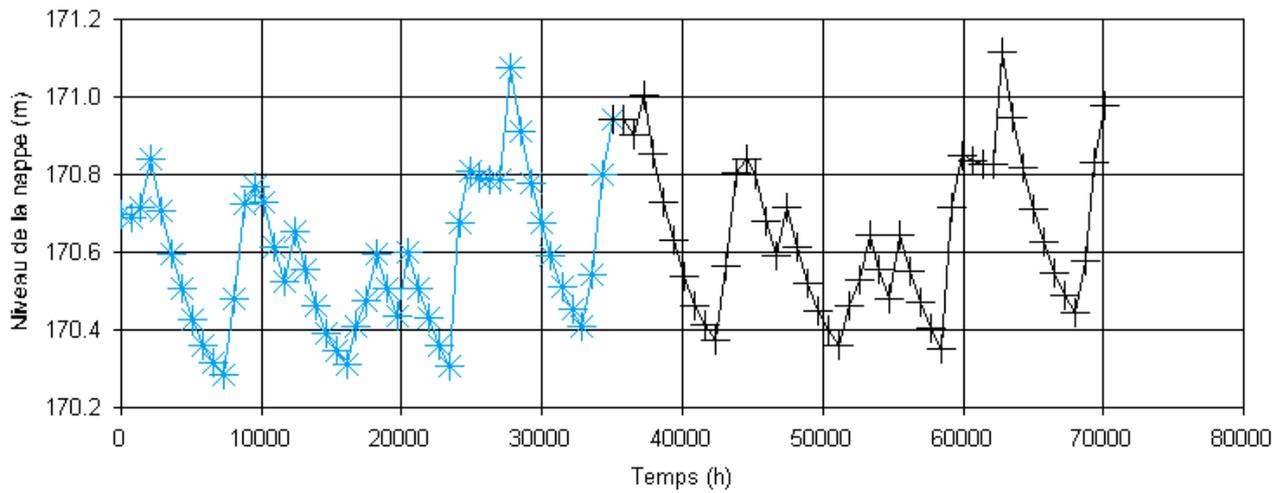
AEP Meyzieu



Crépine AEP profondeur haut = 173.9 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 166.75 m NGF

AEP Décines

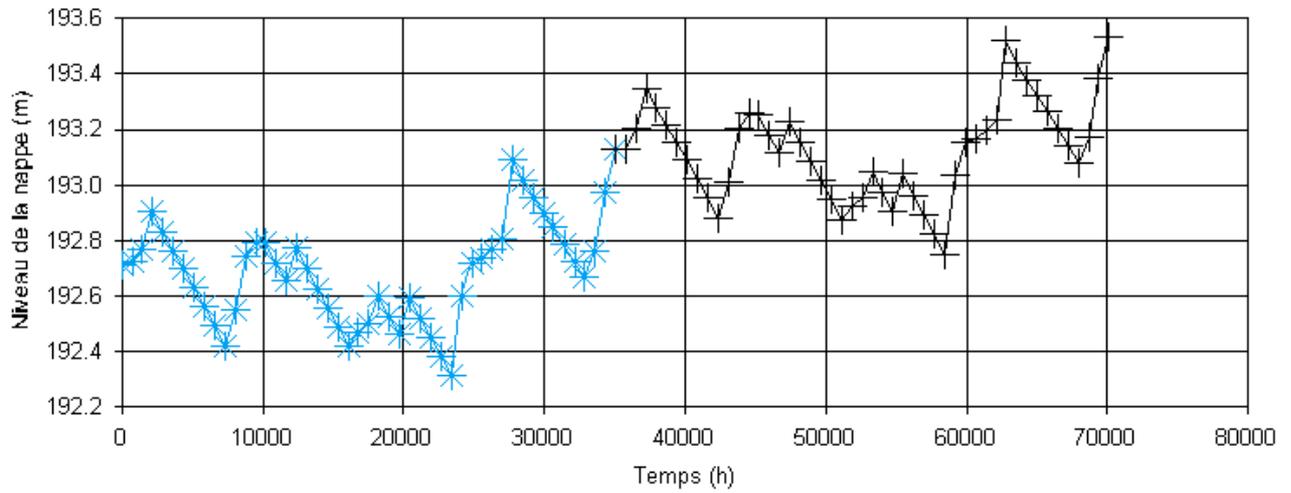


Crépine AEP profondeur haut = 172 m NGF

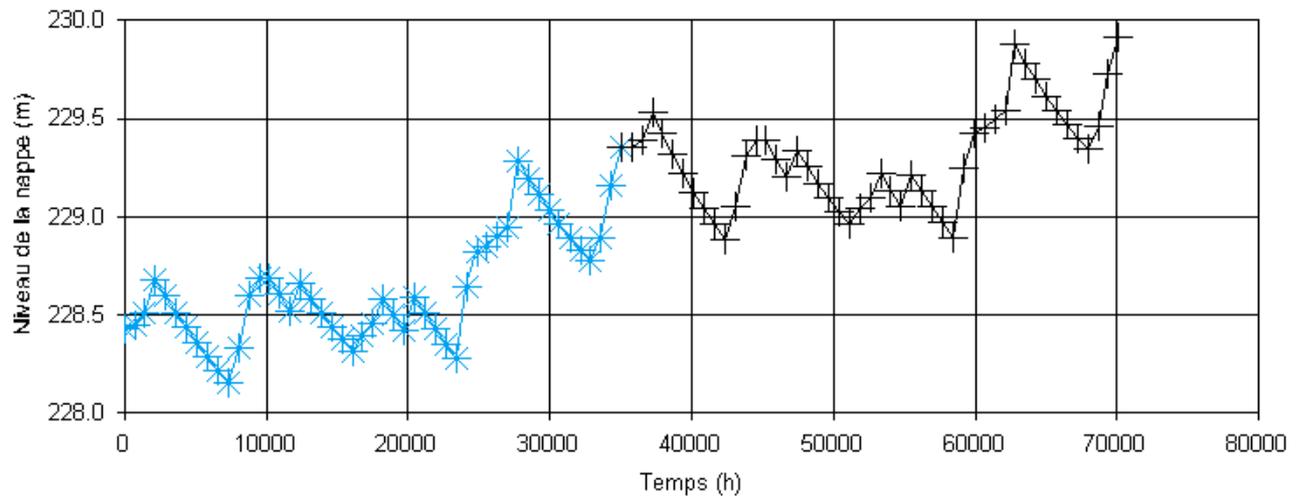
Crépine AEP profondeur bas = 166.2 m NGF

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 120

BRGM Genas

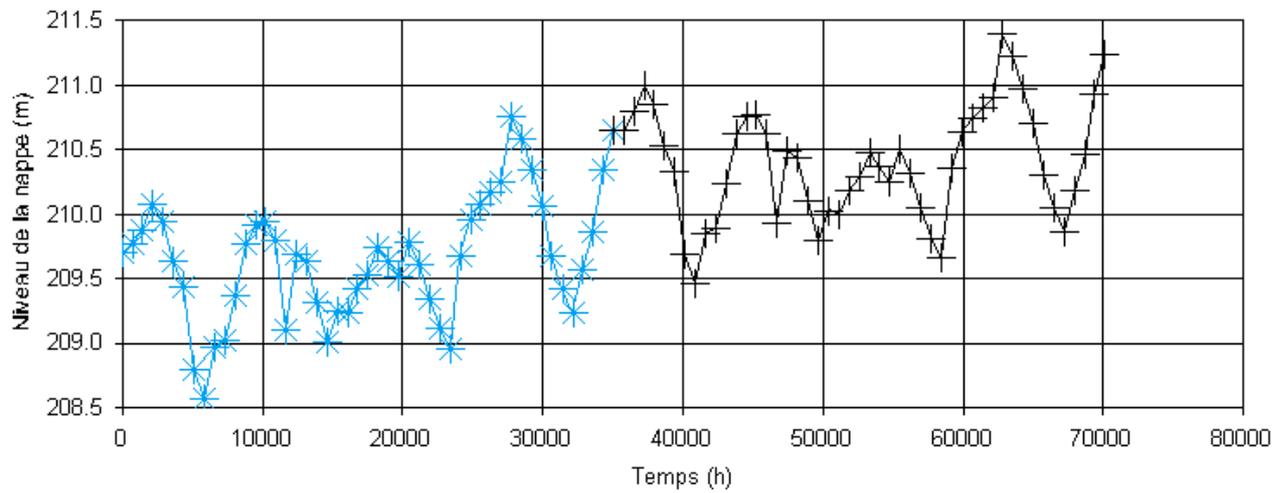


DIREN Buclay

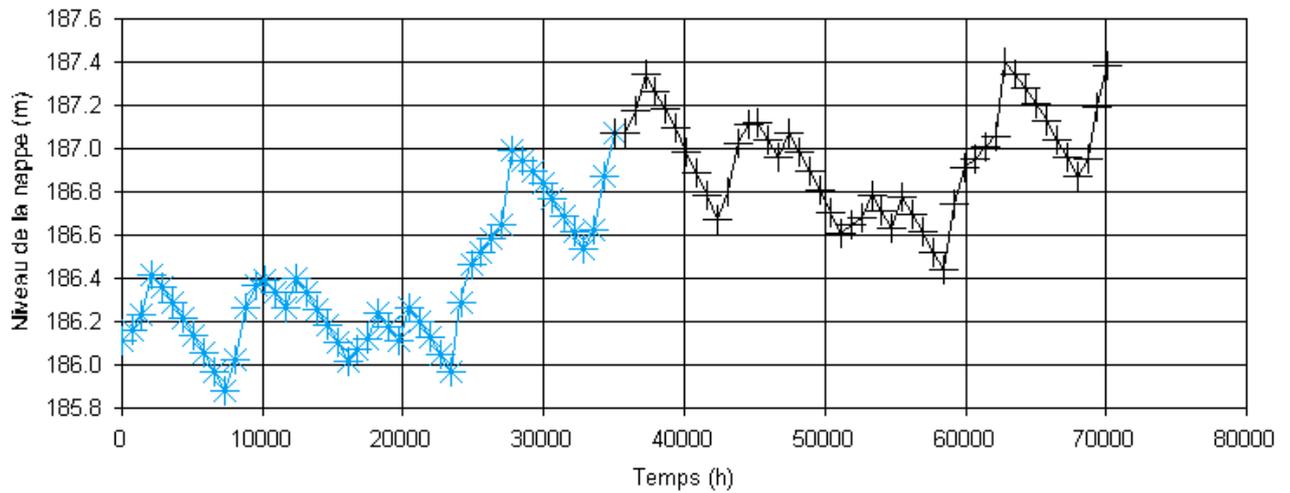


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 121

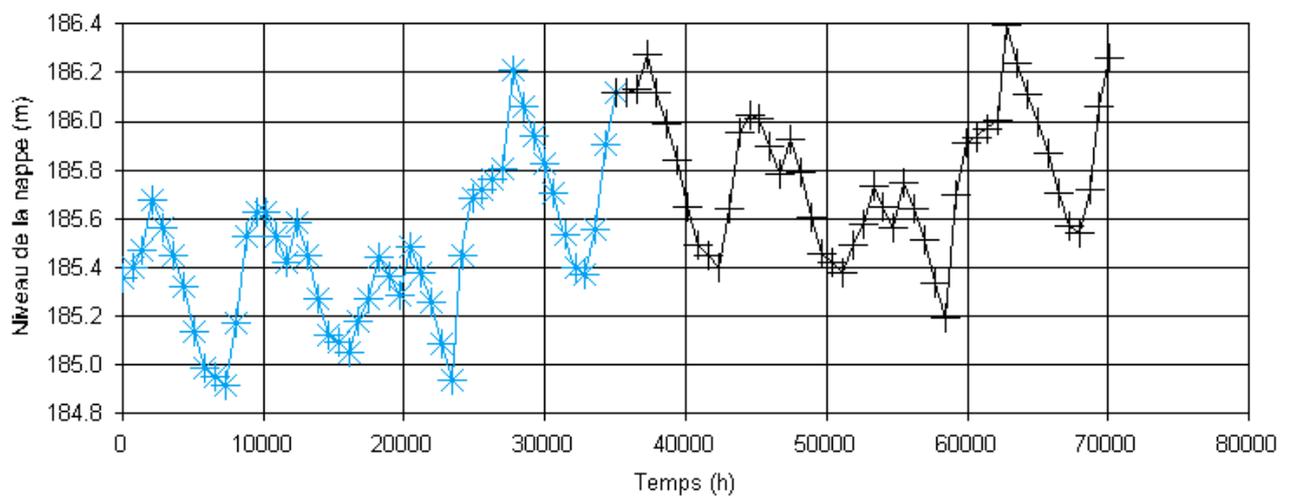
DIREN Heyrieux



RVi (Pz8)

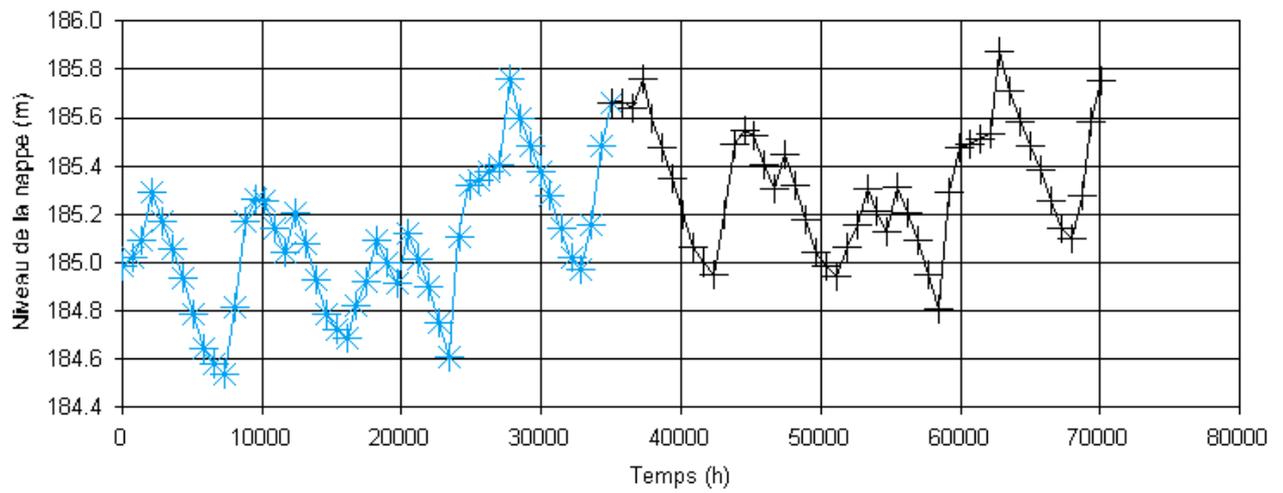


DIREN Corbas



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 122

AEP Mareennes



Crépine AEP profondeur haut = 183.75 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 174.2 m NGF



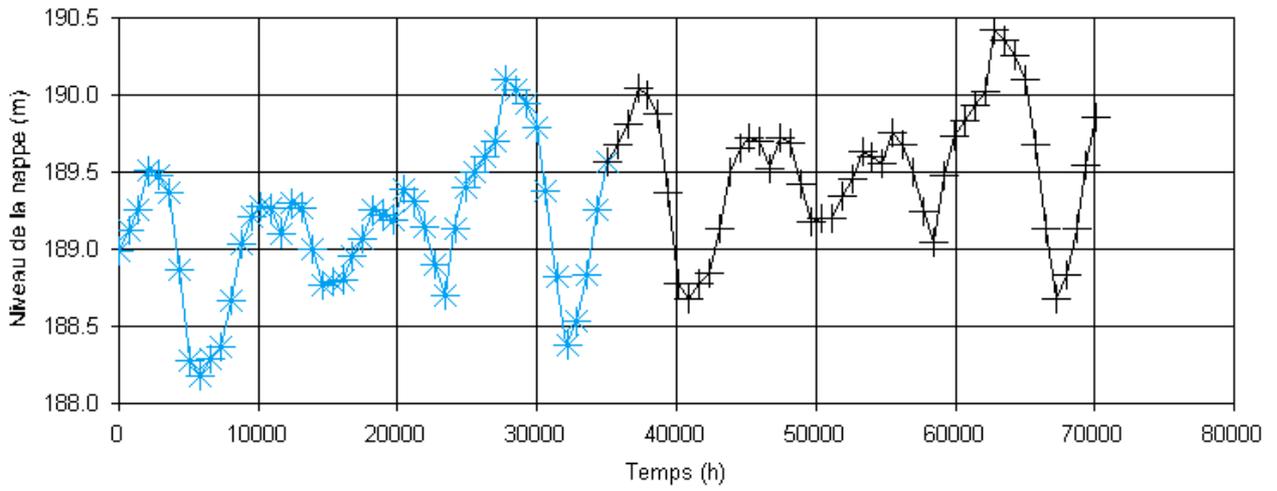
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 123

- Annexe 5 - Chroniques piézométrique de la simulation n°5

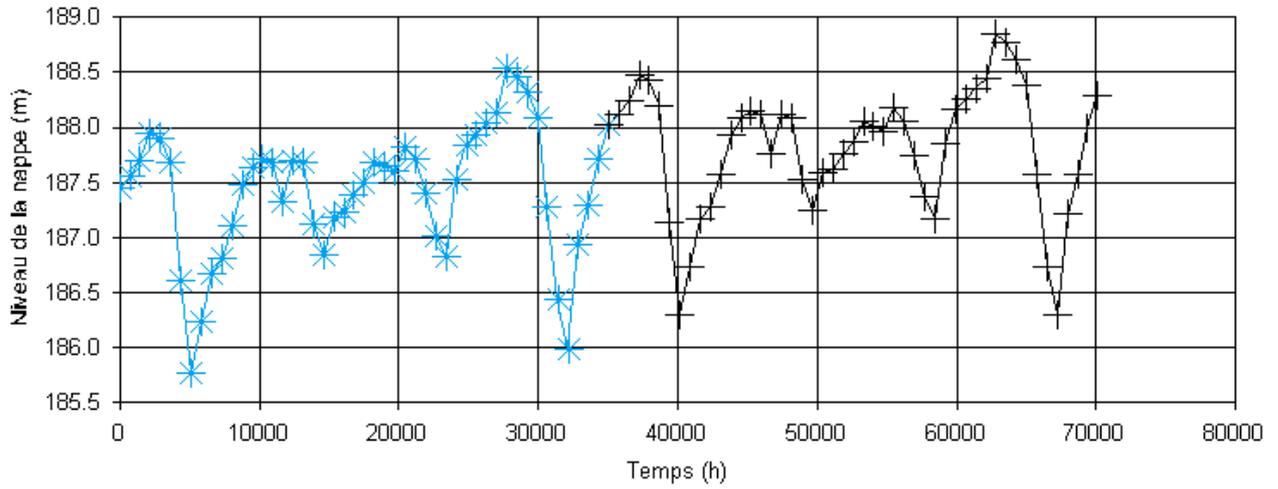
Cette annexe contient 5 pages

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 124

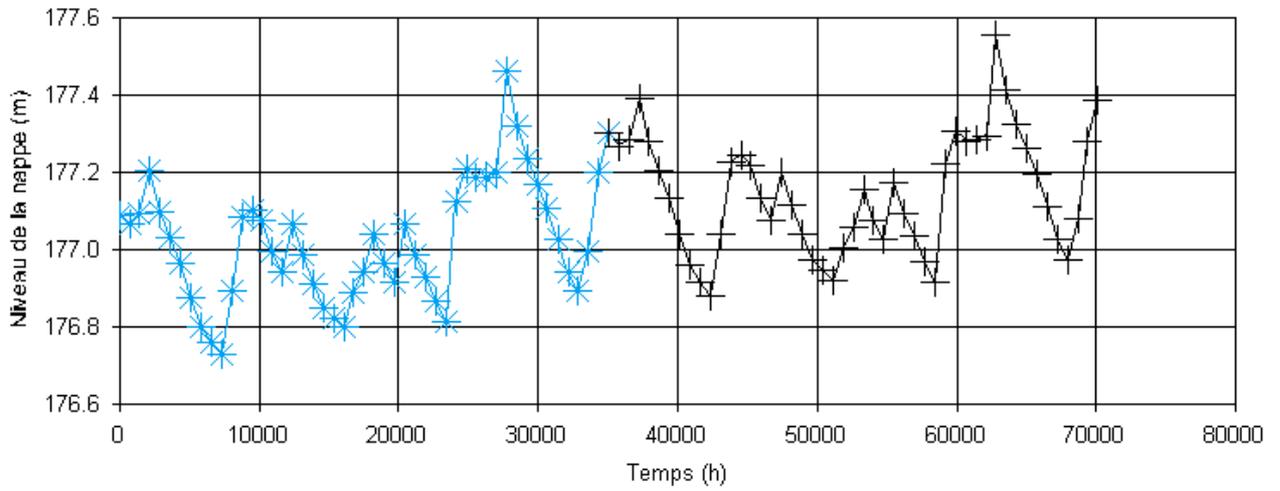
DIREN Bouvarets



DIREN Azieu



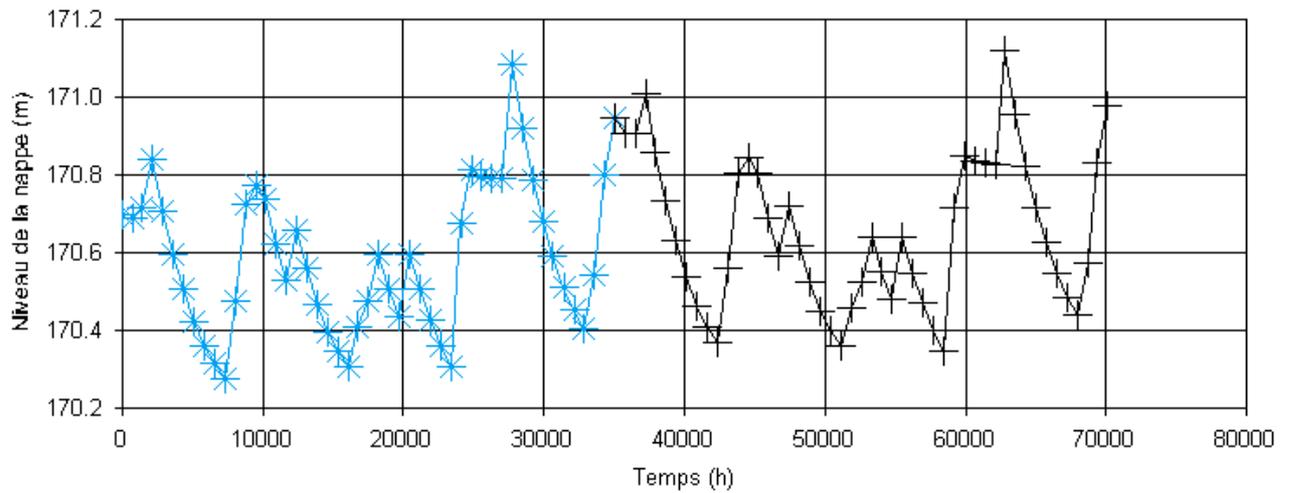
AEP Meyzieu



Crépine AEP profondeur haut = 173.9 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 166.75 m NGF

AEP Décines

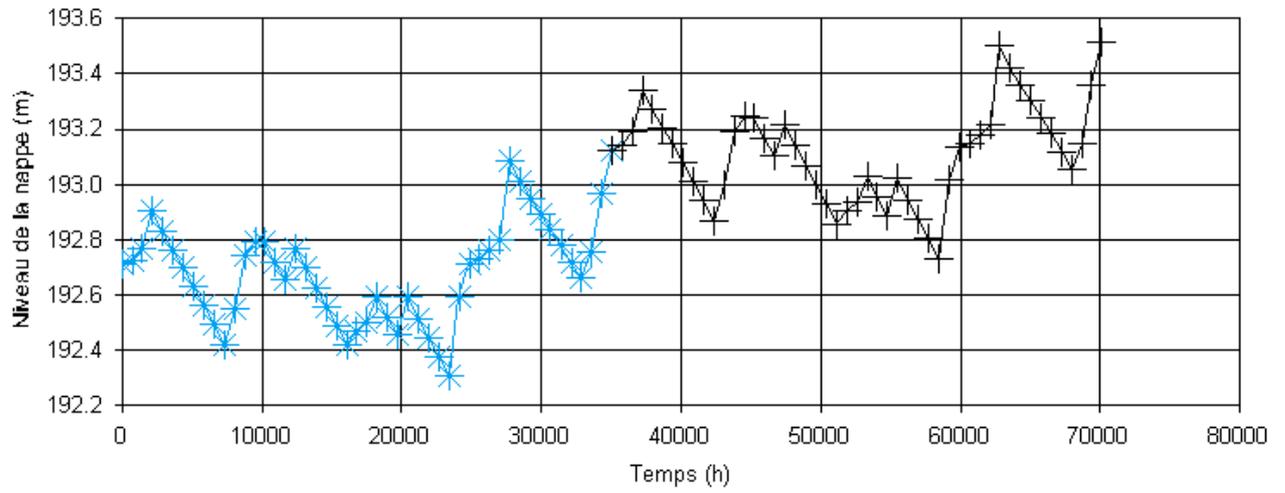


Crépine AEP profondeur haut = 172 m NGF

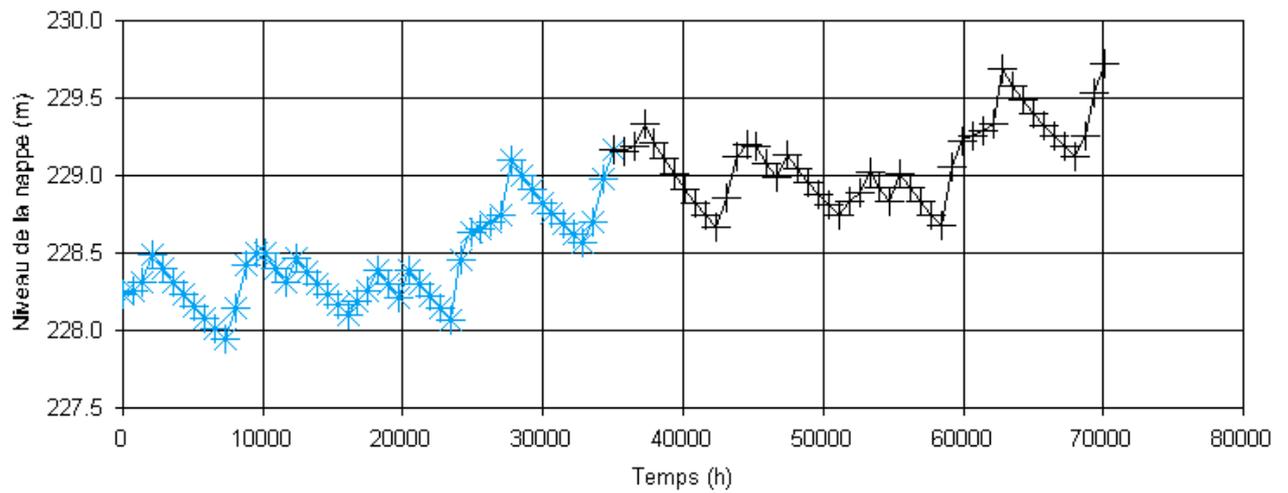
Crépine AEP profondeur bas = 166.2 m NGF

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 126

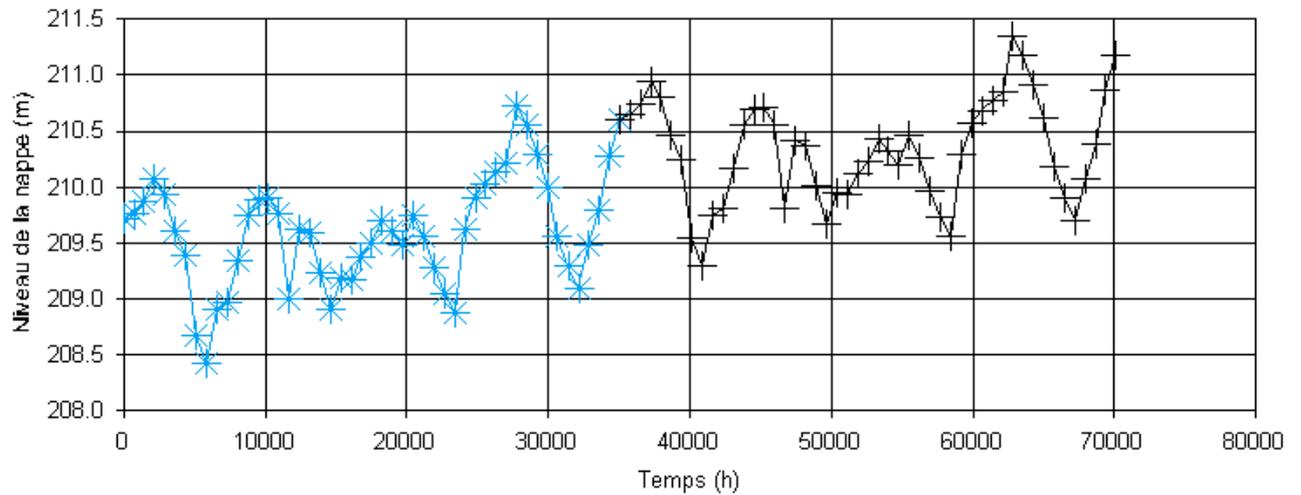
BRGM Genas



DIREN Buclay

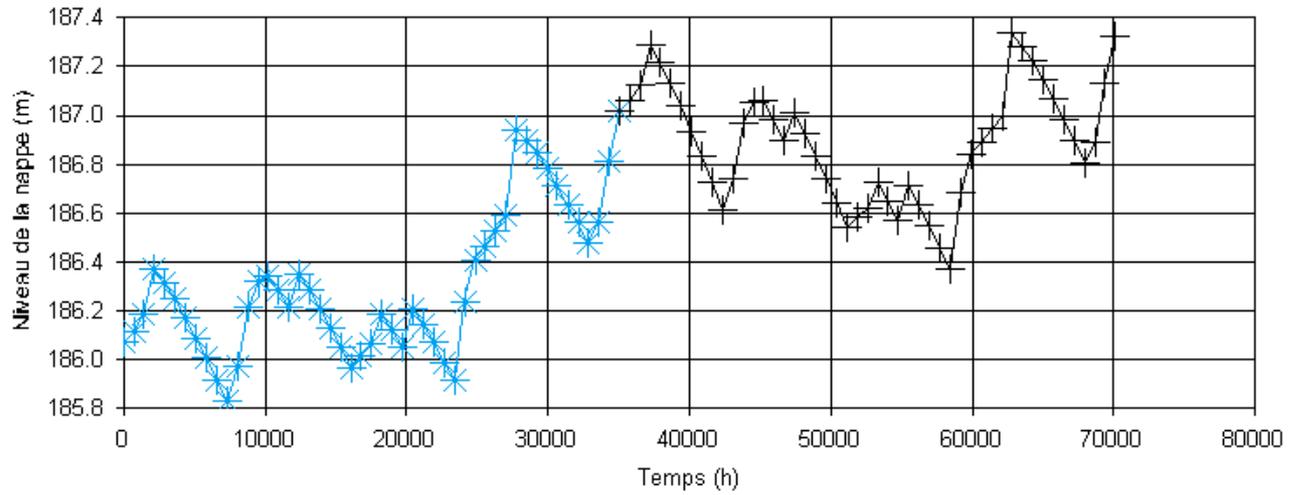


DIREN Heyrieux

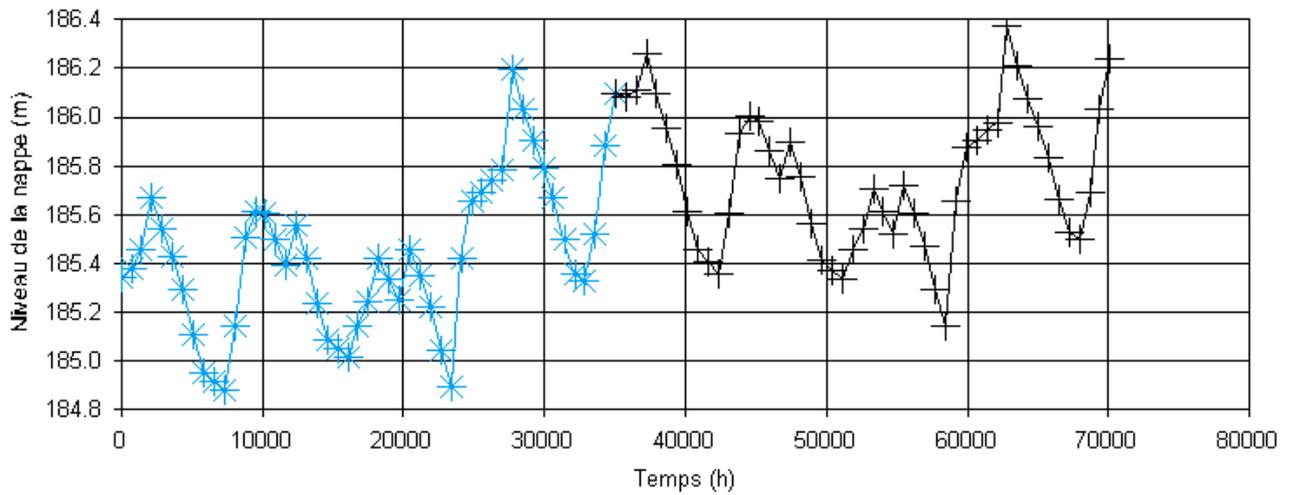


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 127

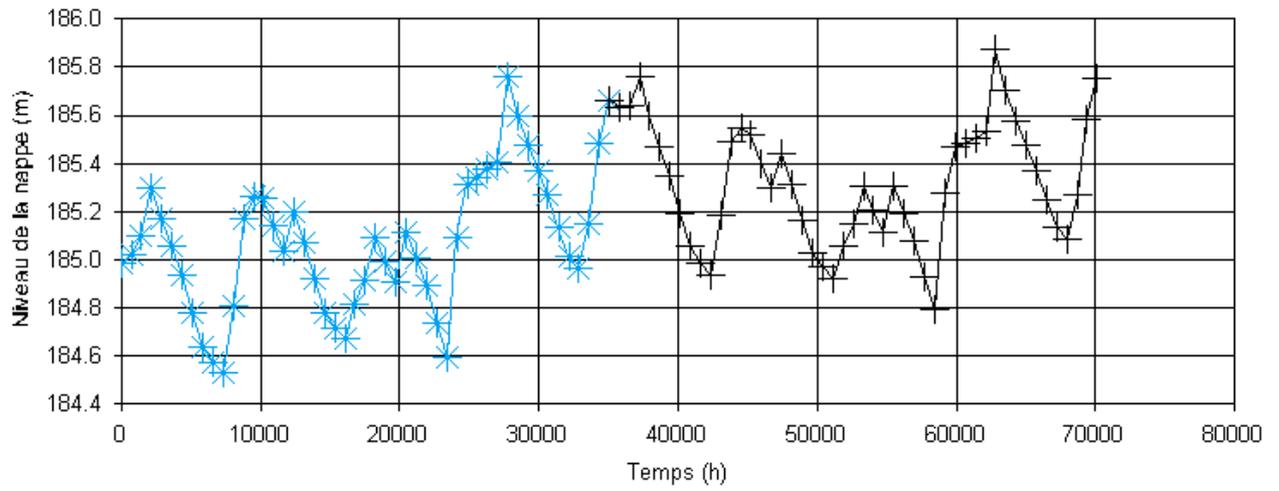
RVi (Pz8)



DIREN Corbas



AEP Marennes



Crépine AEP profondeur haut = 183.75 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 174.2 m NGF



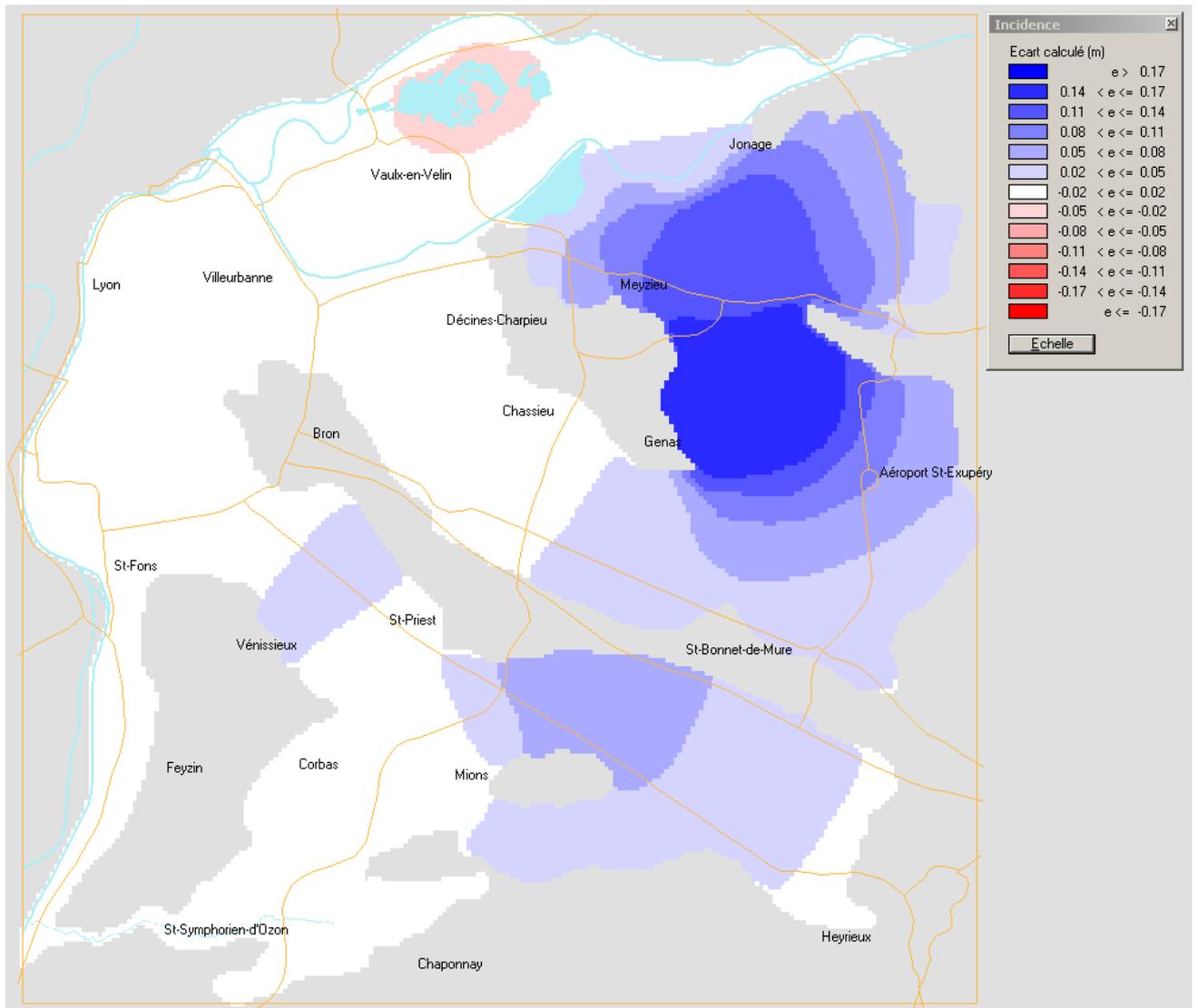
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 129

- Annexe 6 - Comparaison des résultats des simulations n°4 et n°5

Cette annexe contient 1 page



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 130



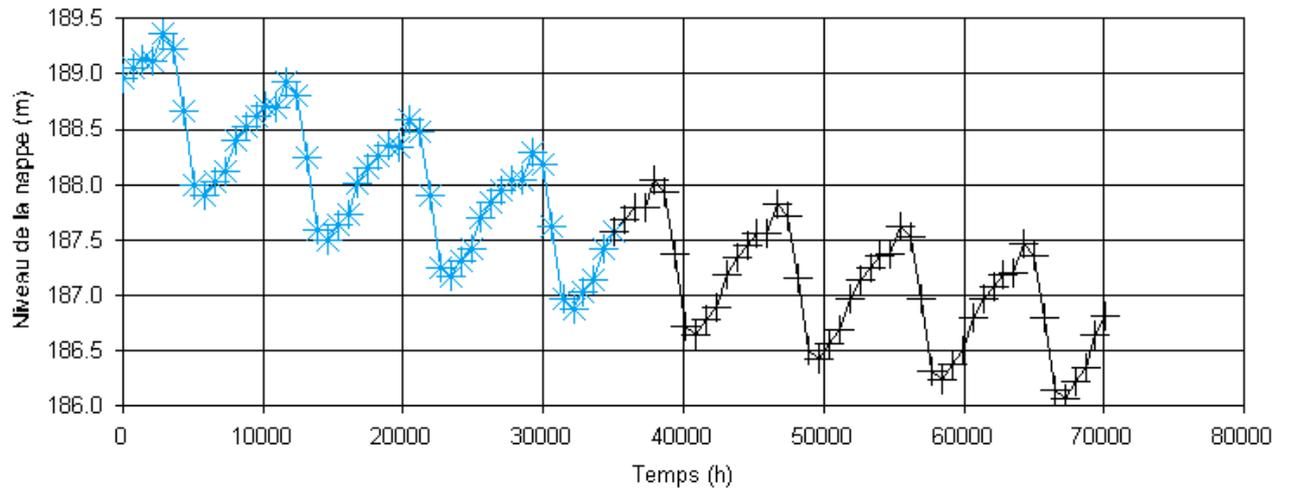
Annexe 7 - Chroniques piézométrique de la simulation n°6

Cette annexe contient 5 pages

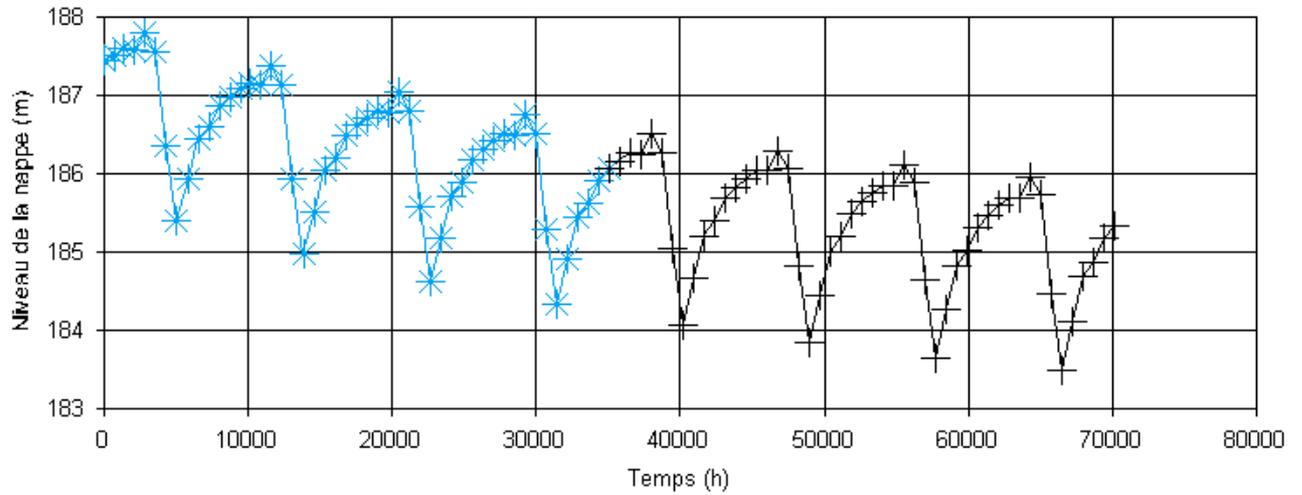


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 132

DIREN Bouvarets

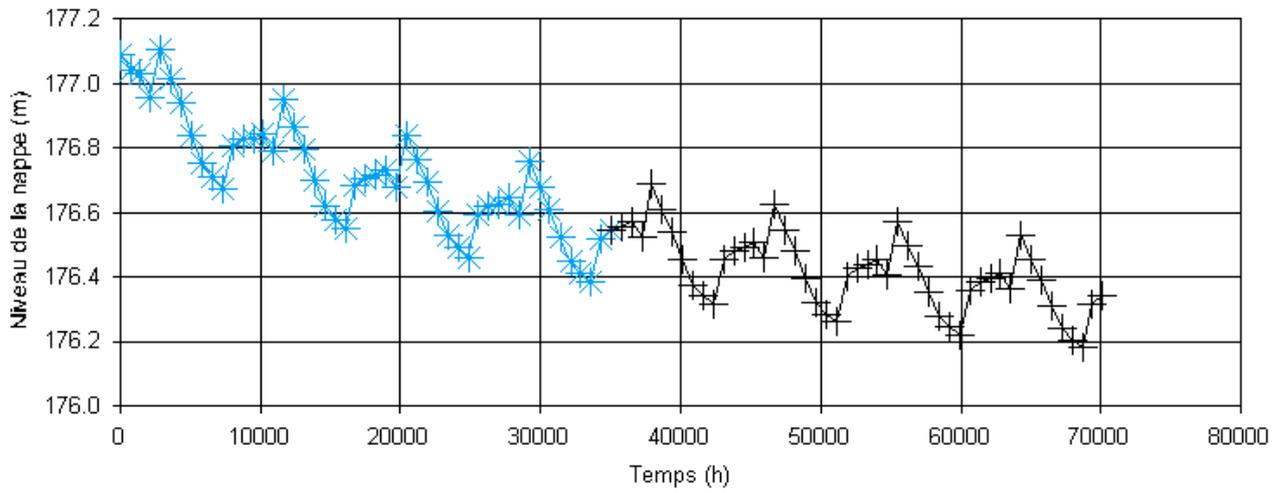


DIREN Azieu



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 133

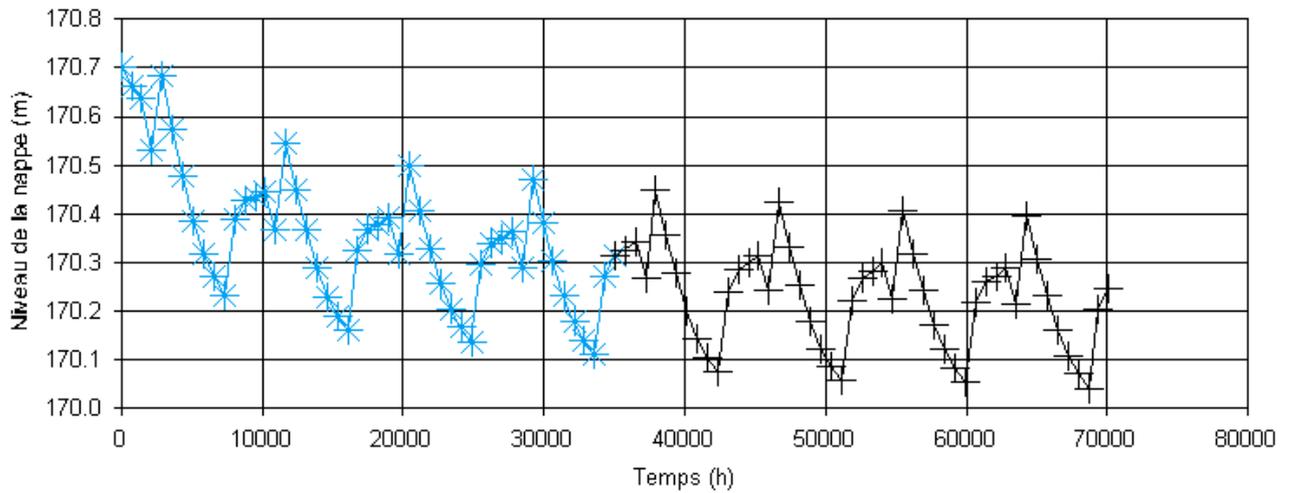
AEP Meyzieu



Crépine AEP profondeur haut = 173.9 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 166.75 m NGF

AEP Décines

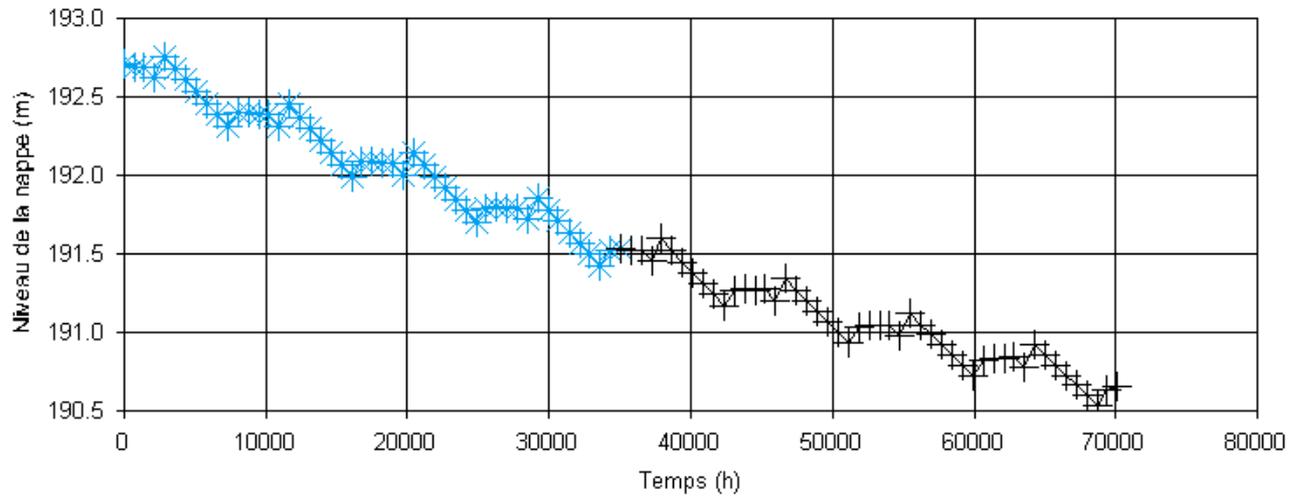


Crépine AEP profondeur haut = 172 m NGF

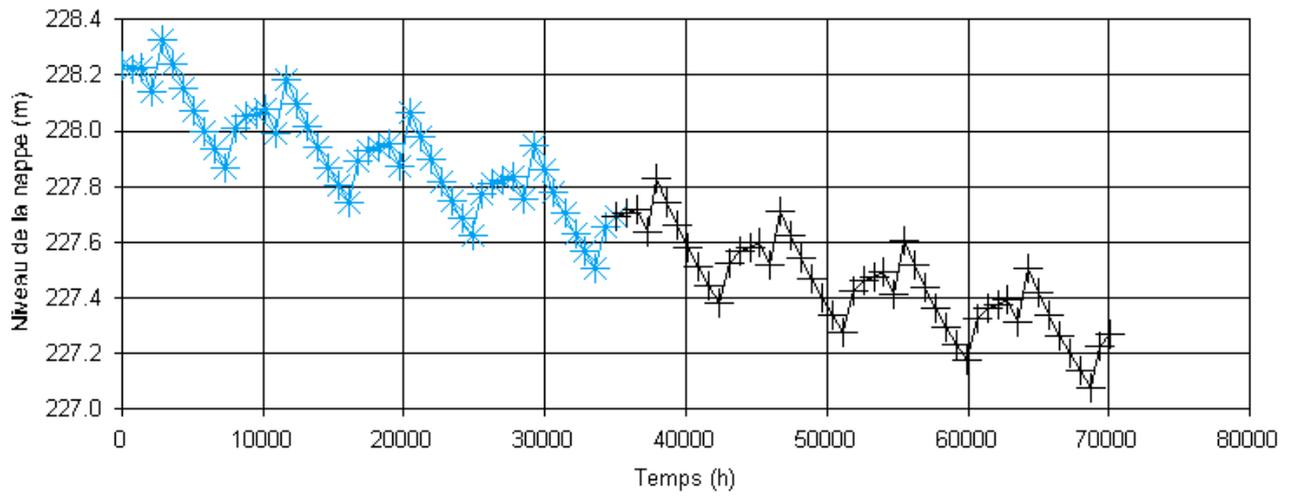
Crépine AEP profondeur bas = 166.2 m NGF

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 134

BRGM Genas

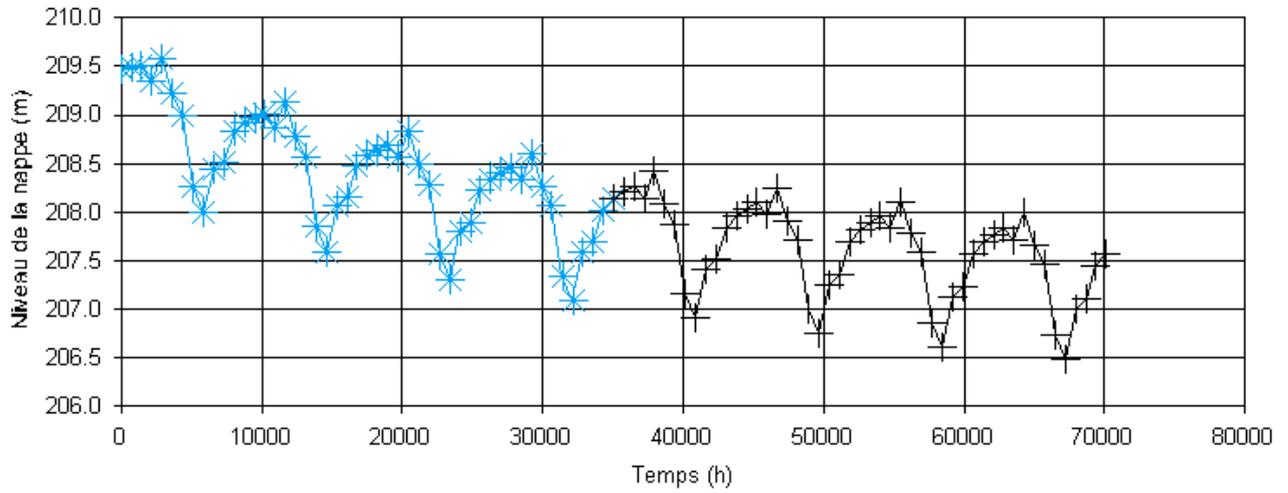


DIREN Buclay

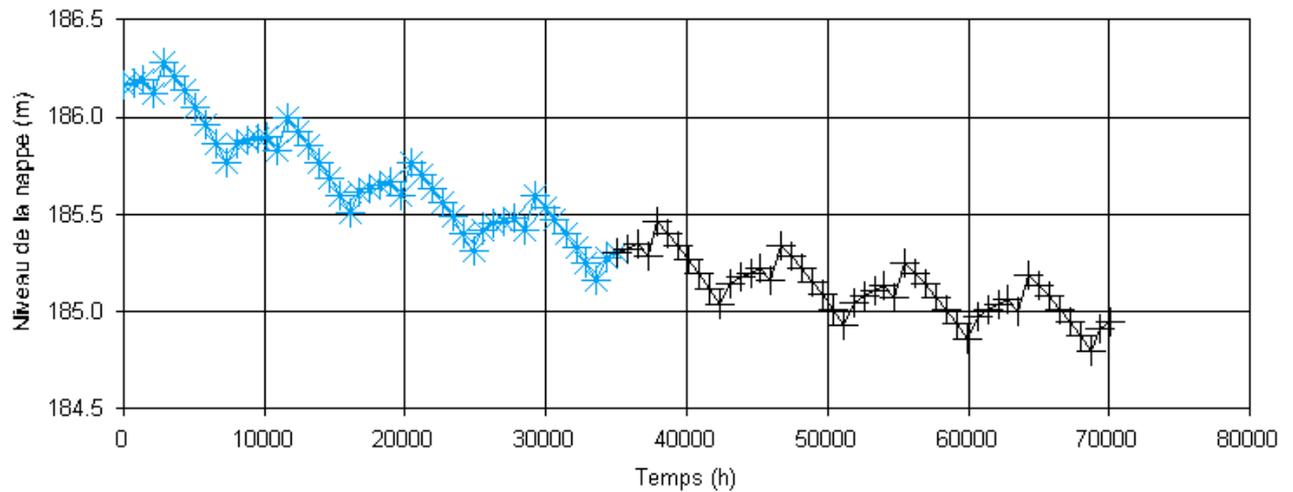


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 135

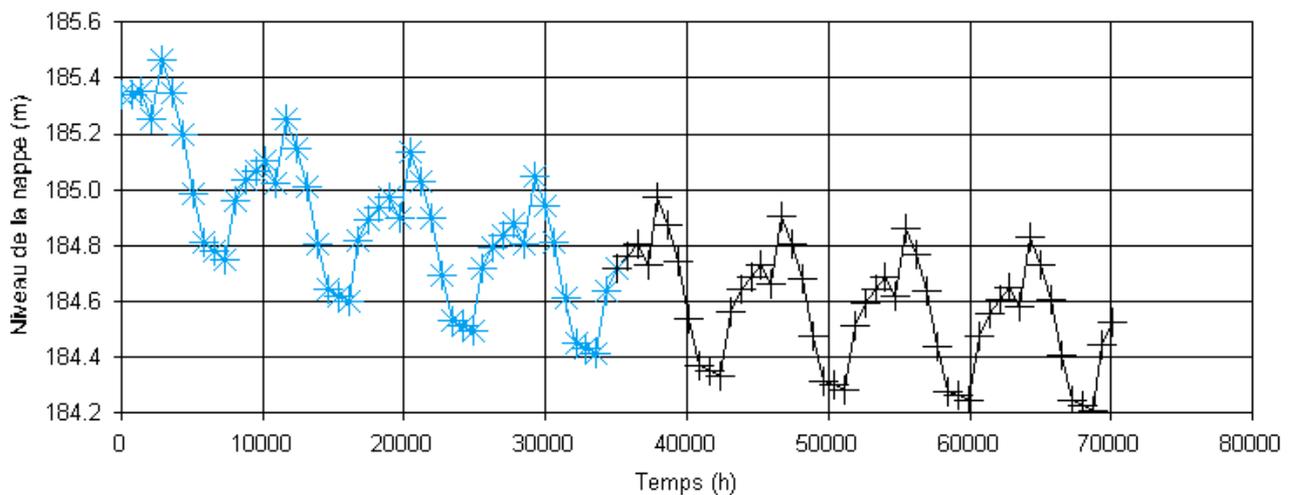
DIREN Heyrieux



RVi (Pz8)

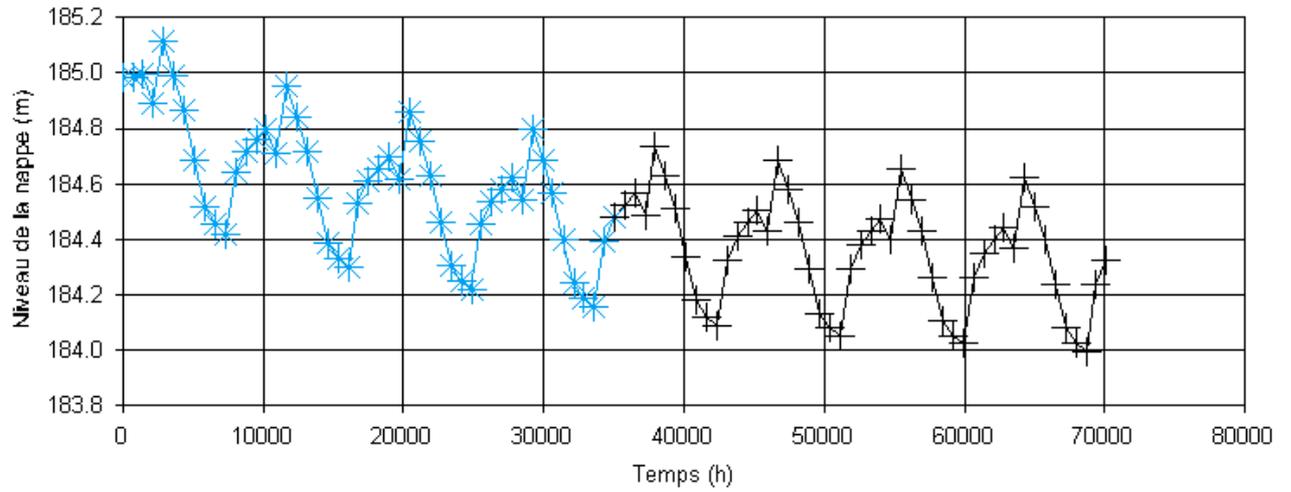


DIREN Corbas



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 136

AEP Mareennes



Crépine AEP profondeur haut = 182.2 m NGF

Crépine AEP profondeur bas = 174.2 m NGF



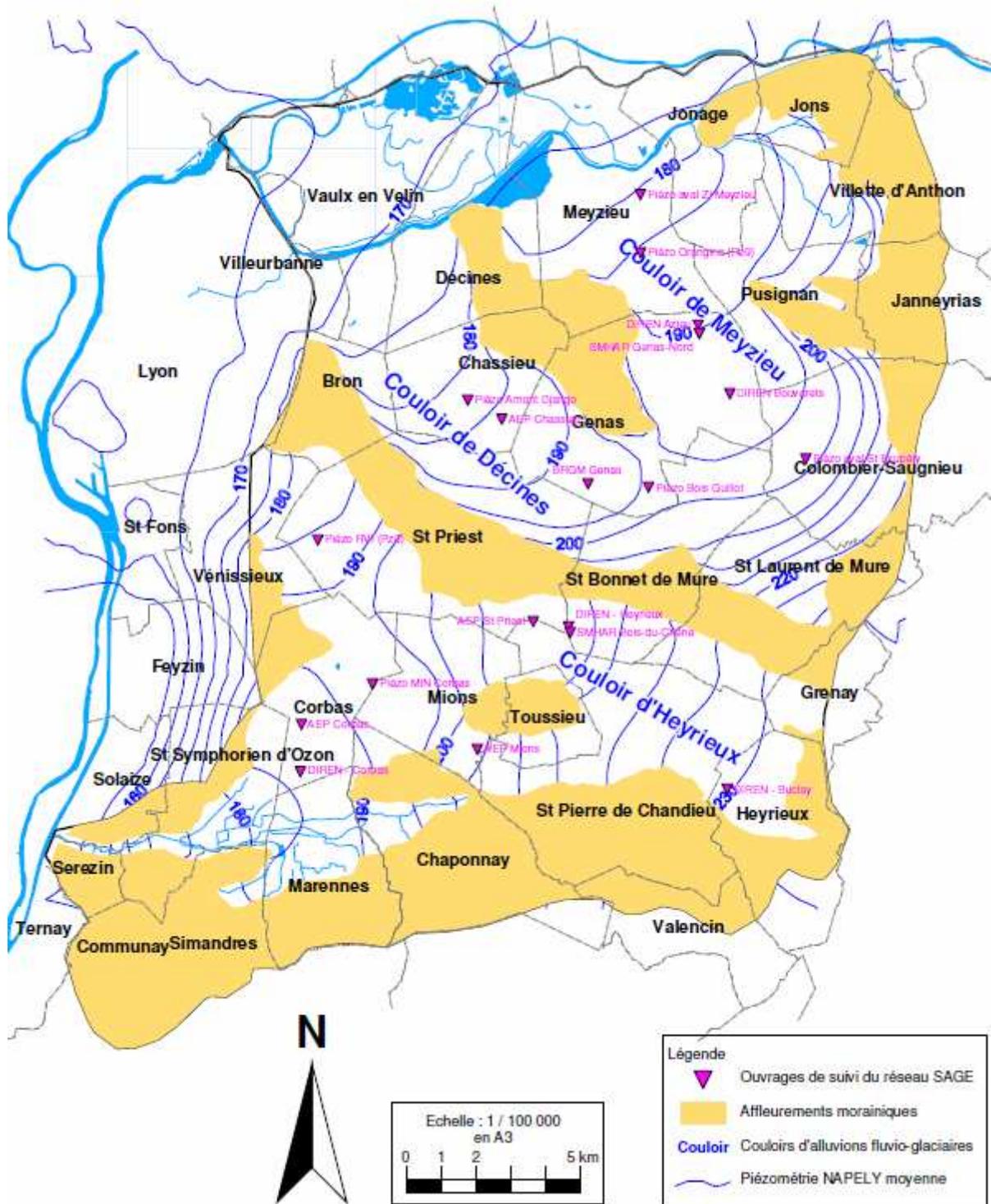
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 137

- Annexe 8 - Réseau du suivi quantitatif du SAGE

Cette annexe contient 1 page



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 138



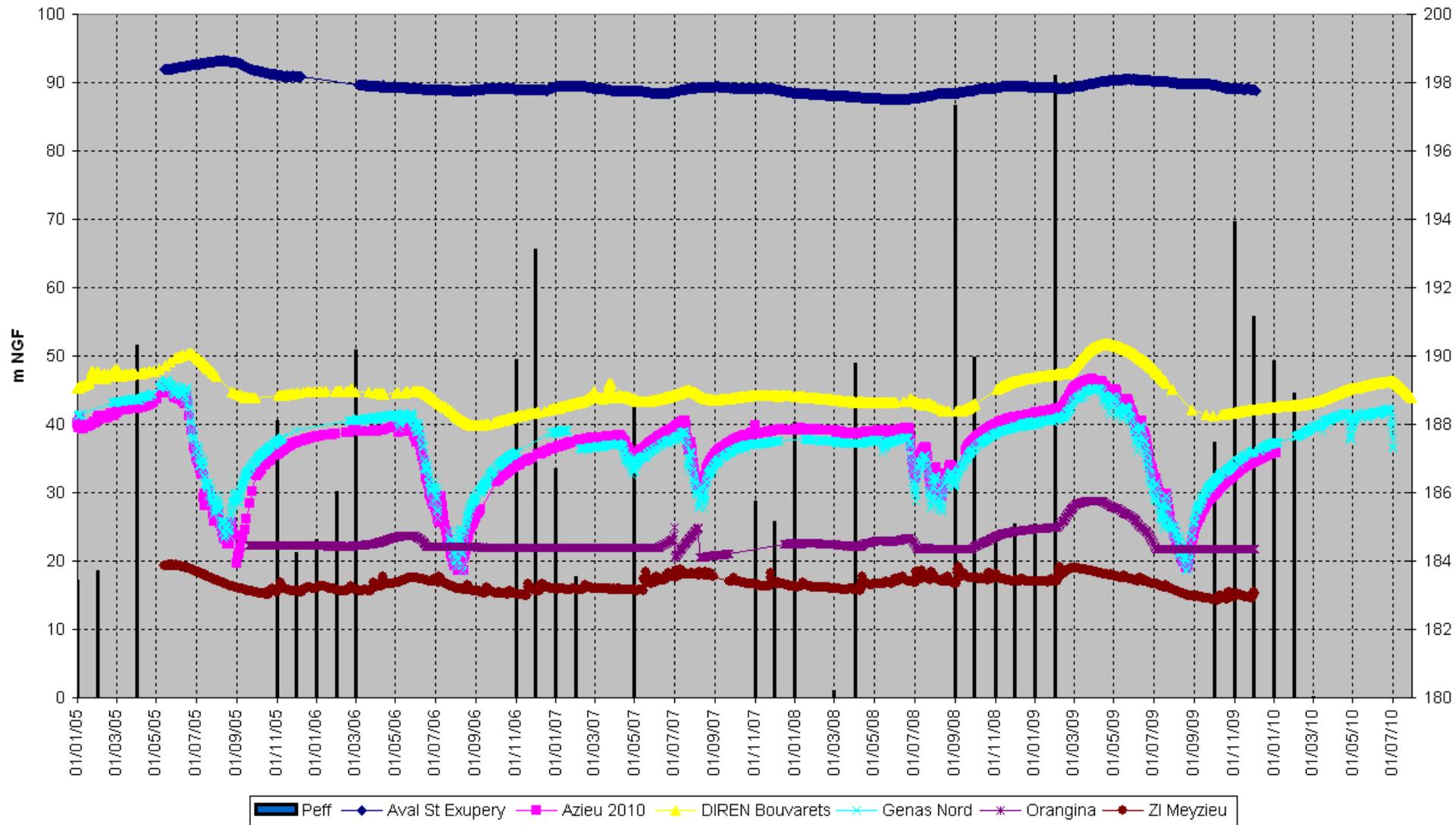
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 139

- Annexe 9 - Comparatif des niveaux piézométrique à l'échelle du couloir

Cette annexe contient 3pages

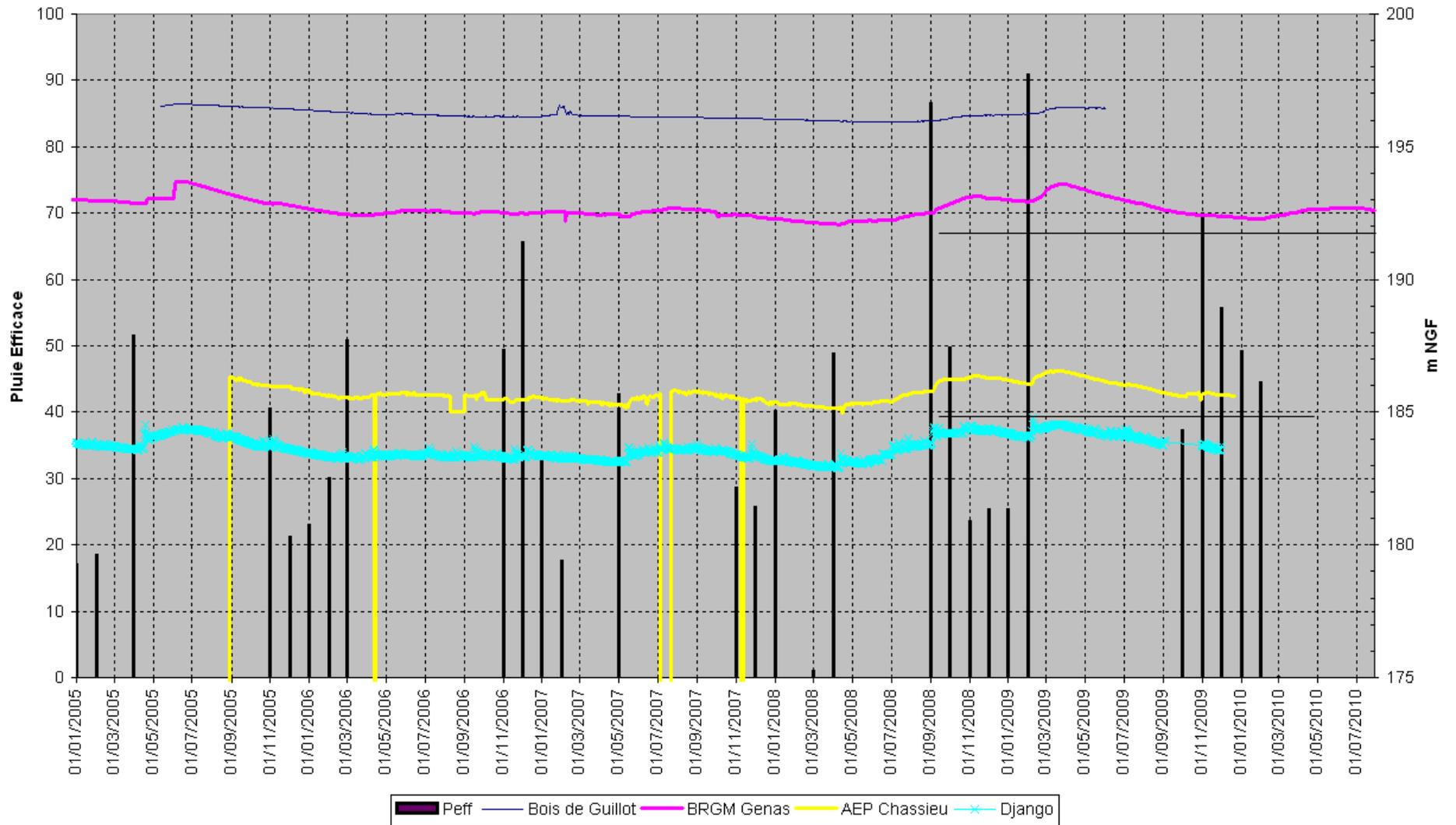
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 140

Couloir de Meyzieu



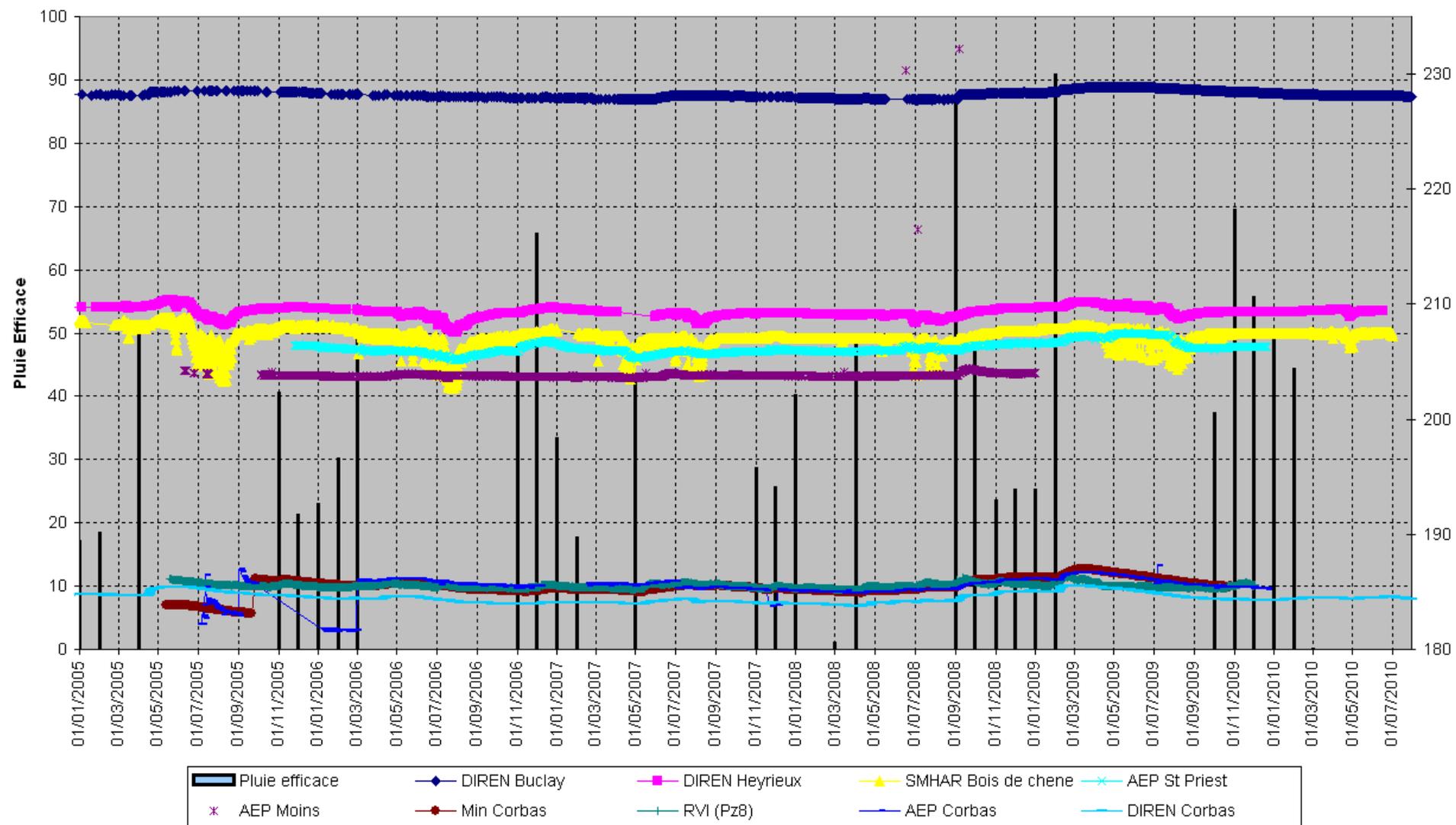
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 141

Couloir de Décines



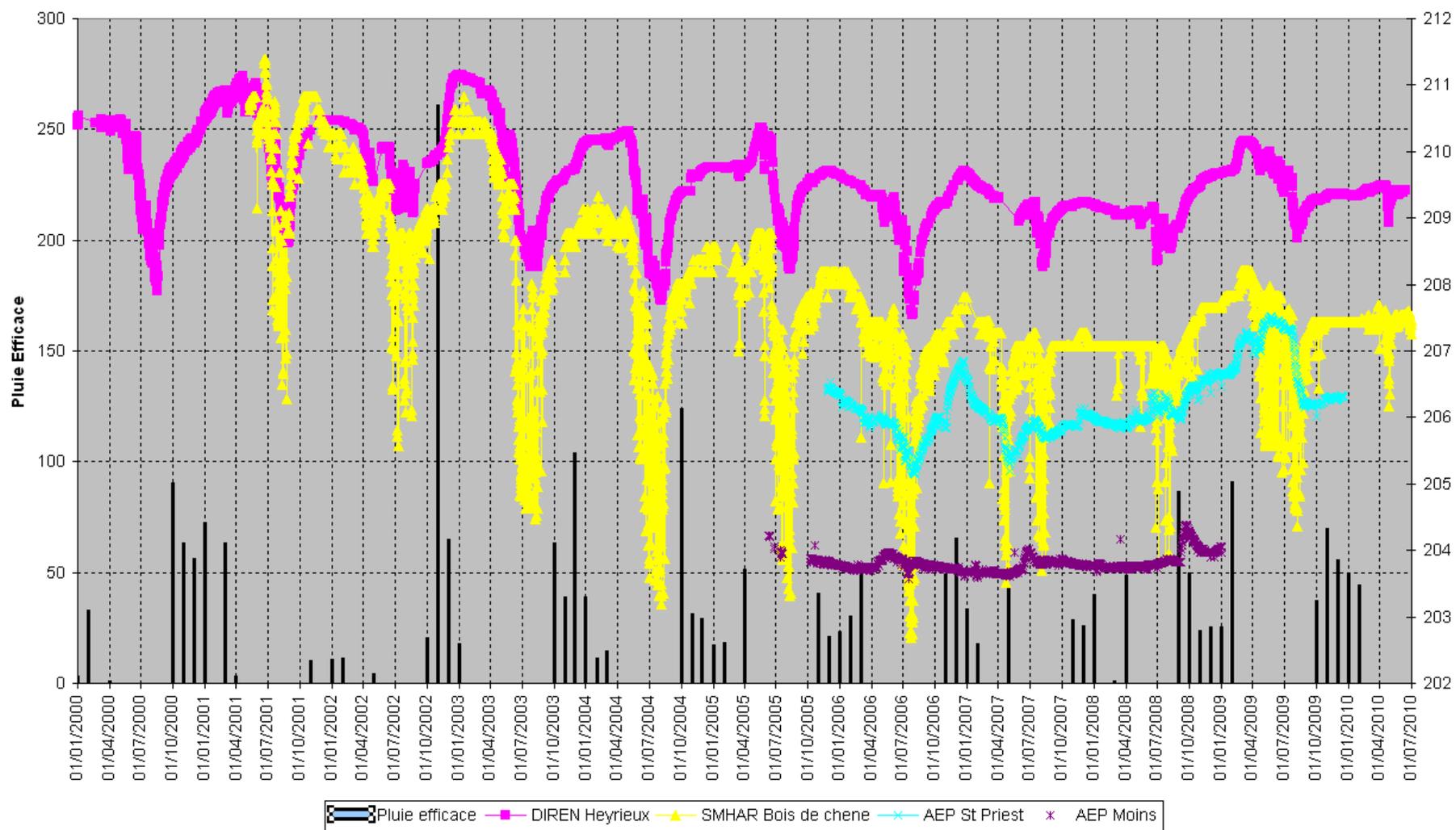
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 142

Couloir de Heyrieux



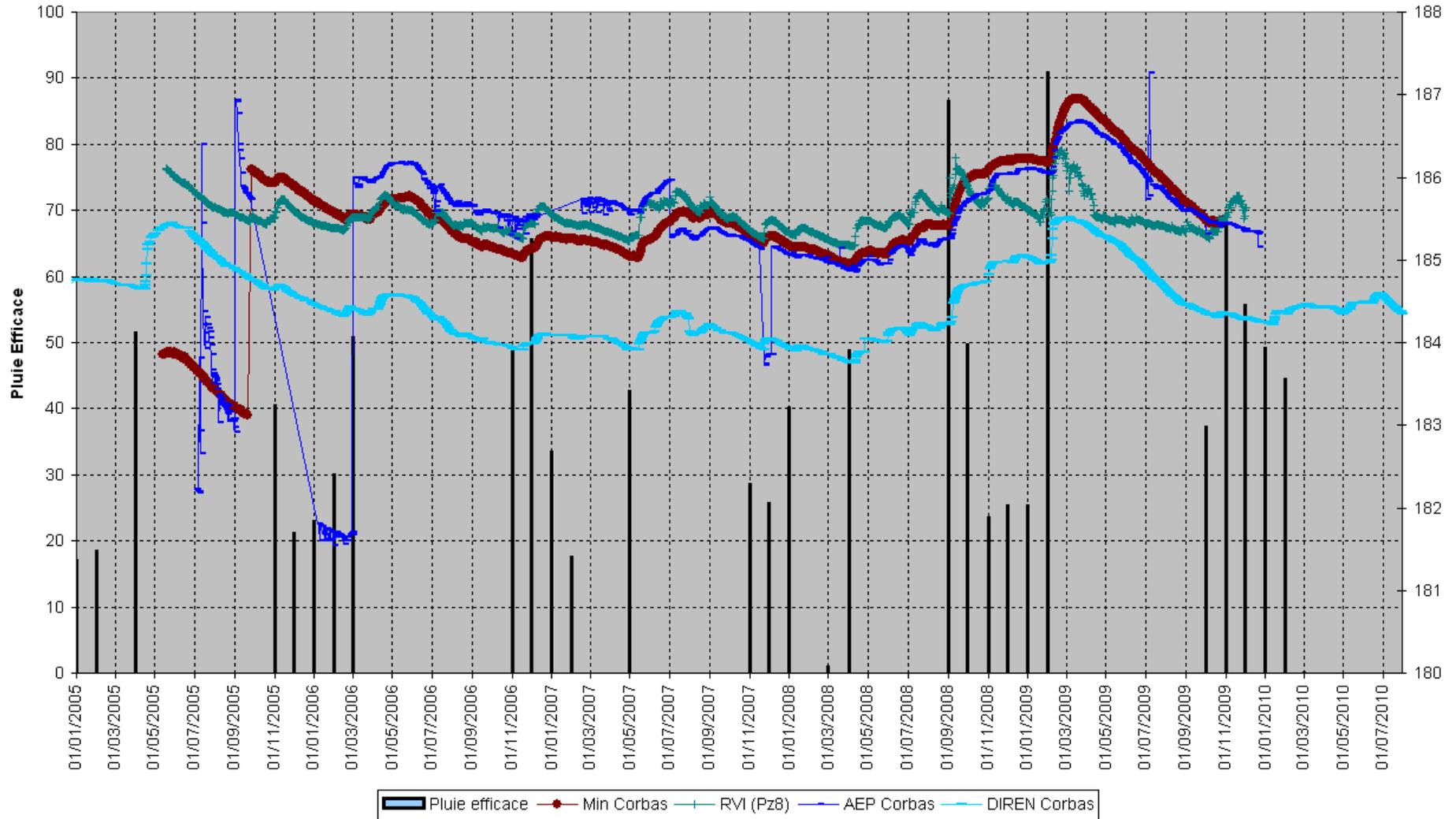
RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 143

Couloir de Heyrieux - Bois du Chêne et Mions



RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 144

Couloir de Heyrieux - Aval Ozon

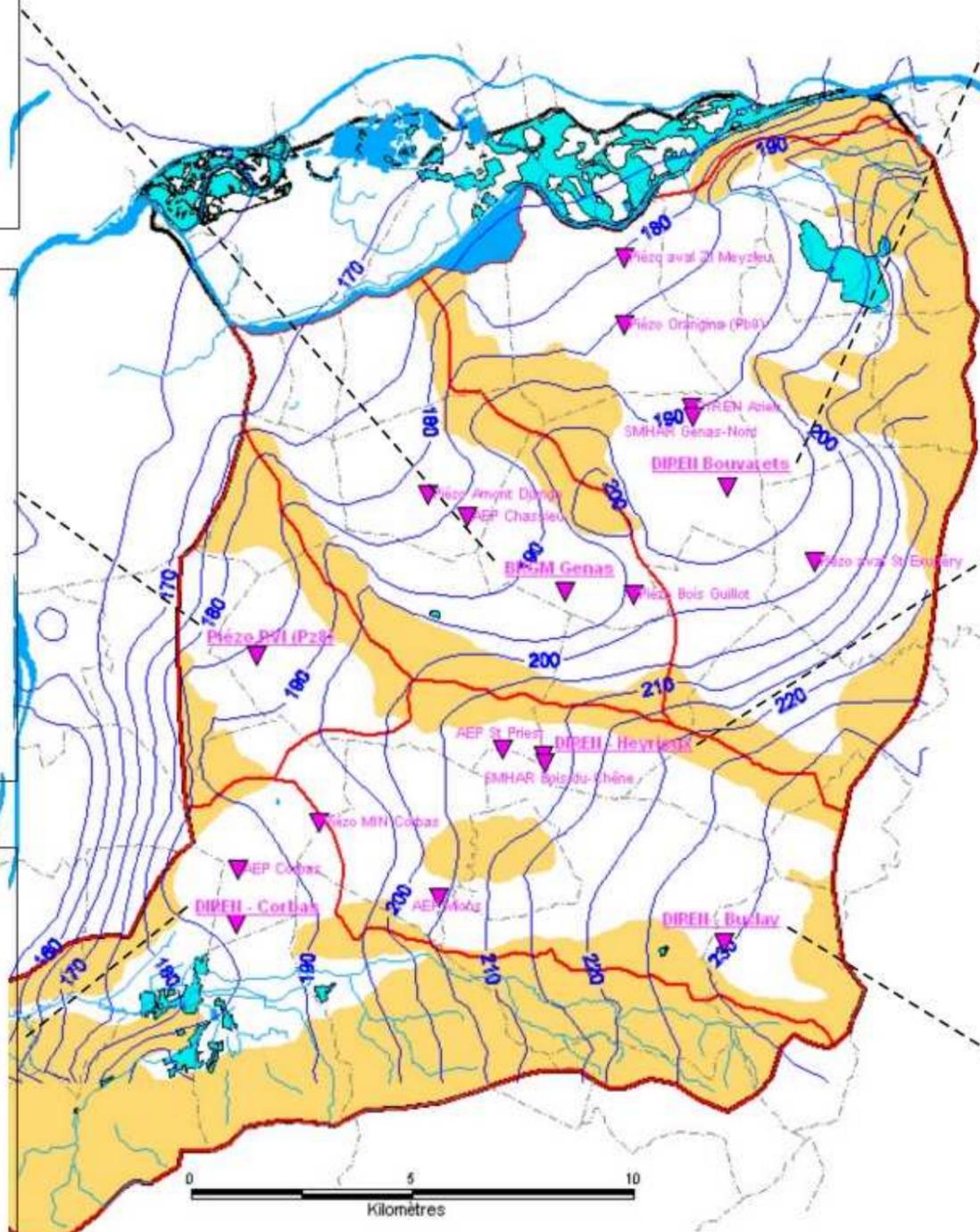
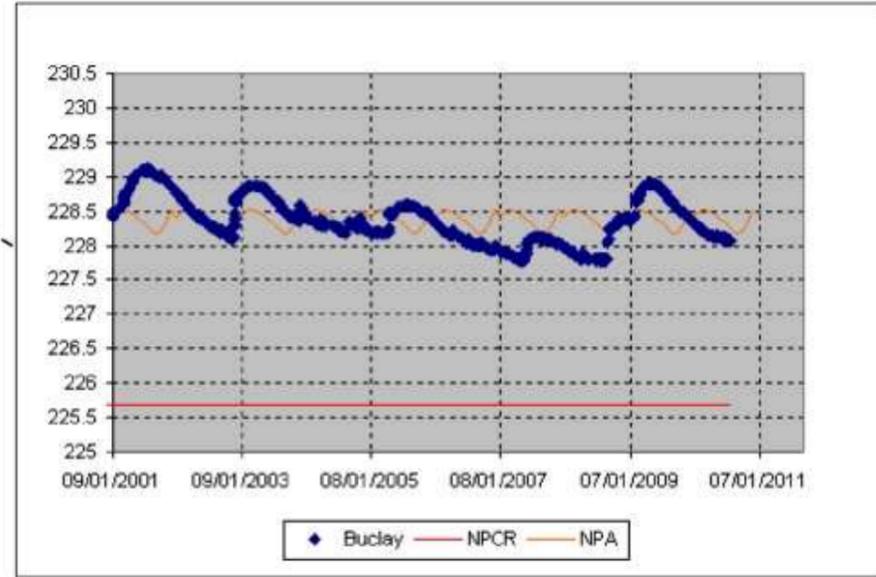
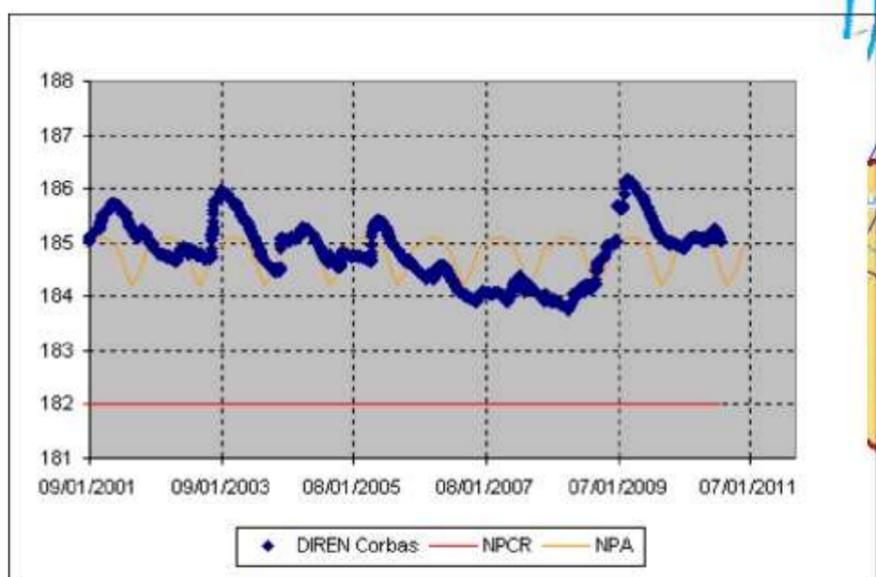
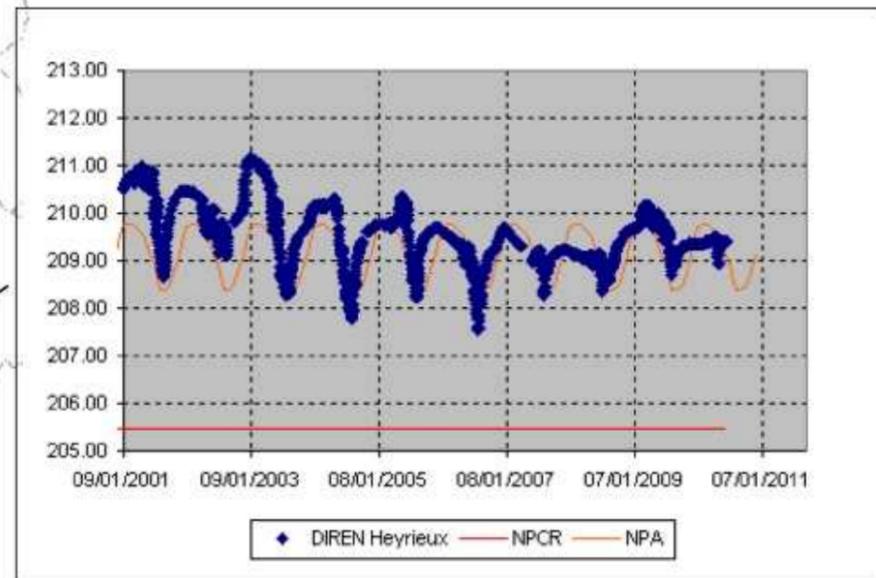
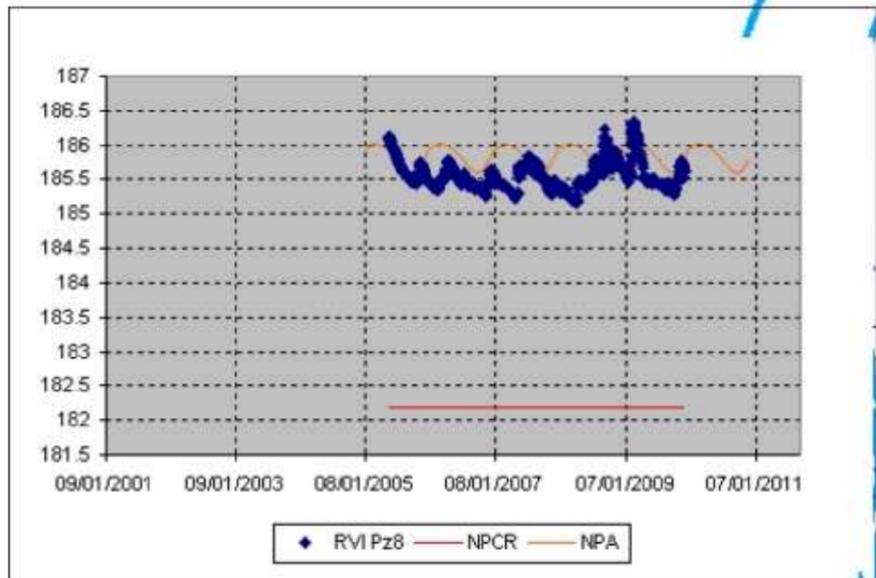
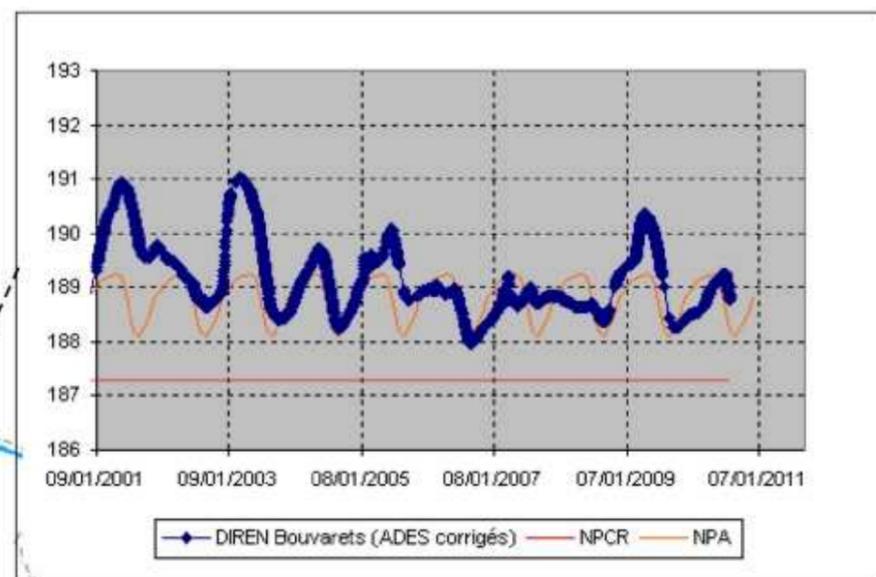
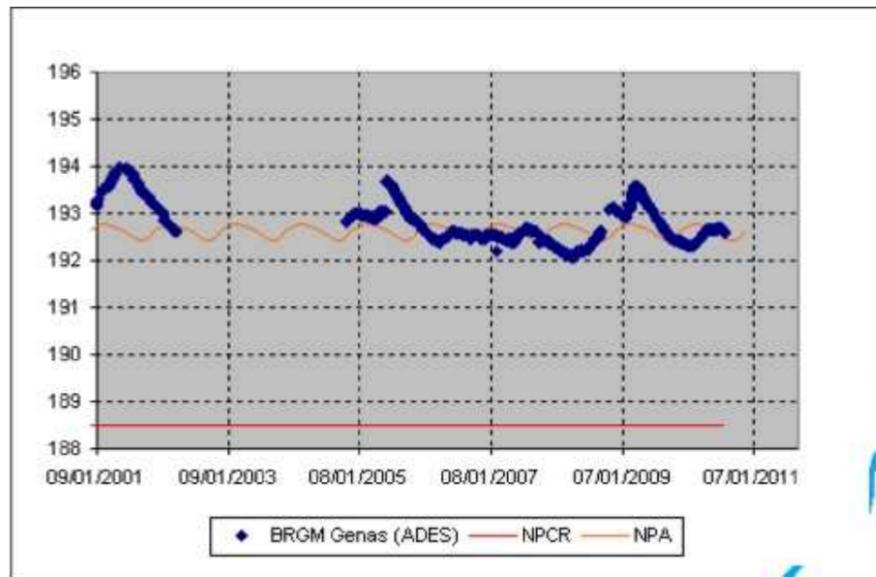


RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 145

- Annexe 10 - Cartographie des NPA et NPCR sur les points nodaux

Cette annexe contient 1 page

RLy03674-01/A.11819/CLyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 146



- Annexe 11 -
**Table du cumul pluviométrique
efficace mensuel en mm (Station
de Colombier-Saugnieu)**

Cette annexe contient 1 page

janv-91	7.30	janv-94	99.40	janv-97	75.00	janv-00	3.40	janv-03	17.70	janv-06	23.10	janv-09	25.40
févr-91	17.40	févr-94	0.00	févr-97	0.00	févr-00	32.80	févr-03	0.00	févr-06	30.20	févr-09	91.00
mars-91	62.30	mars-94	0.00	mars-97	0.00	mars-00	0.00	mars-03	0.00	mars-06	50.90	mars-09	0.00
avr-91	0.00	avr-94	7.30	avr-97	0.00	avr-00	0.90	avr-03	0.00	avr-06	0.00	avr-09	0.00
mai-91	0.00	mai-94	0.00	mai-97	0.00	mai-00	0.00	mai-03	0.00	mai-06	0.00	mai-09	0.00
juin-91	0.00	juin-94	0.00	juin-97	8.60	juin-00	0.00	juin-03	0.00	juin-06	0.00	juin-09	0.00
juil-91	0.00	juil-94	0.00	juil-97	0.00	juil-00	0.00	juil-03	0.00	juil-06	0.00	juil-09	0.00
août-91	0.00	août-94	0.00	août-97	0.00	août-00	0.00	août-03	0.00	août-06	0.00	août-09	0.00
sept-91	40.40	sept-94	110.80	sept-97	0.00	sept-00	0.00	sept-03	0.00	sept-06	0.00	sept-09	0.00
oct-91	78.50	oct-94	27.20	oct-97	0.00	oct-00	90.50	oct-03	63.60	oct-06	0.00	oct-09	37.40
nov-91	40.70	nov-94	79.20	nov-97	63.10	nov-00	63.40	nov-03	38.80	nov-06	49.50	nov-09	69.60
déc-91	67.00	déc-94	28.70	déc-97	62.30	déc-00	56.10	déc-03	104.00	déc-06	65.70	déc-09	55.80
janv-92	16.90	janv-95	67.80	janv-98	33.90	janv-01	72.60	janv-04	39.00	janv-07	33.50		
févr-92	29.00	févr-95	91.50	févr-98	4.70	févr-01	0.00	févr-04	11.60	févr-07	17.70		
mars-92	12.50	mars-95	0.00	mars-98	0.00	mars-01	63.60	mars-04	14.80	mars-07	0.00		
avr-92	0.00	avr-95	18.30	avr-98	51.00	avr-01	3.30	avr-04	0.00	avr-07	0.00		
mai-92	0.00	mai-95	0.00	mai-98	0.00	mai-01	0.00	mai-04	0.00	mai-07	42.80		
juin-92	24.10	juin-95	0.00	juin-98	0.00	juin-01	0.00	juin-04	0.00	juin-07	0.00		
juil-92	0.00	juil-95	0.00	juil-98	0.00	juil-01	0.00	juil-04	0.00	juil-07	0.00		
août-92	0.00	août-95	0.00	août-98	0.00	août-01	0.00	août-04	0.00	août-07	0.00		
sept-92	0.00	sept-95	83.10	sept-98	60.70	sept-01	0.00	sept-04	0.00	sept-07	0.00		
oct-92	77.10	oct-95	51.60	oct-98	26.40	oct-01	0.00	oct-04	124.00	oct-07	0.00		
nov-92	120.80	nov-95	47.20	nov-98	52.60	nov-01	10.50	nov-04	31.20	nov-07	28.70		
déc-92	41.90	déc-95	62.50	déc-98	19.40	déc-01	0.20	déc-04	29.00	déc-07	25.80		
janv-93	10.60	janv-96	30.20	janv-99	51.50	janv-02	10.90	janv-05	17.20	janv-08	40.30		
févr-93	0.00	févr-96	35.10	févr-99	54.30	févr-02	11.20	févr-05	18.60	févr-08	0.00		
mars-93	0.00	mars-96	0.00	mars-99	14.20	mars-02	0.00	mars-05	0.00	mars-08	1.10		
avr-93	0.00	avr-96	0.00	avr-99	12.20	avr-02	0.00	avr-05	51.60	avr-08	49.00		
mai-93	0.00	mai-96	0.00	mai-99	0.00	mai-02	4.10	mai-05	0.00	mai-08	0.00		
juin-93	0.00	juin-96	0.00	juin-99	0.00	juin-02	0.00	juin-05	0.00	juin-08	0.00		
juil-93	0.00	juil-96	0.00	juil-99	0.00	juil-02	0.00	juil-05	0.00	juil-08	0.00		
août-93	0.00	août-96	0.00	août-99	0.00	août-02	0.00	août-05	0.00	août-08	0.00		
sept-93	203.80	sept-96	0.00	sept-99	0.00	sept-02	0.00	sept-05	0.00	sept-08	86.70		
oct-93	216.70	oct-96	0.00	oct-99	109.40	oct-02	20.50	oct-05	0.00	oct-08	49.90		
nov-93	41.90	nov-96	189.50	nov-99	48.60	nov-02	261.20	nov-05	40.60	nov-08	23.60		
déc-93	63.60	déc-96	92.20	déc-99	36.20	déc-02	64.80	déc-05	21.30	déc-08	25.40		



RLy03674-01/A.11819/ClyZ100979	
DaP – GBo	
09/11/2010	Page : 150